TUGAS AKHIR

ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN METODE *DETERMINISTIC SEISMIC HAZARD ANALYSIS* (DSHA) PADA TANAH ALUVIAL DI KOTA PALU

(Studi Kasus: Gempa Palu, Sulawesi Tengah, Mw 7.4, 28 September 2018)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Muhammad Febriansyah Fajar Sidiq
22511205

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK DESAIN INOVASI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2026

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI BERDASARKAN METODE *DETERMINISTIC SEISMIC HAZARD ANALYSIS* (DSHA) PADA TANAH ALUVIAL DI KOTA PALU

(Studi Kasus: Gempa Palu, Sulawesi Tengah, Mw 7.4, 28 September 2018)

Disusun oleh
Muhammad Febriansyah Fajar Sidiq
22511205

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 28 Agustus 2026
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing :
Ir. Muhammad Irfan Marasabessy, S.T., M.T.
NIK : 245110502
Tanggal: 31 Agustus 2026

Penguji 1 :
Melinda Dwi Rahmawati, S.T., M. Eng
NIK : 245111202
Tanggal: 31 Oktober 2026

Penguji 2 :
Anisa Nur Amalina, S.T., M. Eng
NIK : 215111305
Tanggal: 31 Agustus 2026

Mengesahkan
Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil – Program Sarjana

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK DESAIN INOVASI
YOGYAKARTA

31/8-26

Dwiria Anggraheni, S.T., M.Eng
NIK : 165110105

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 11 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Febriansyah Fajar S

(22511205)

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, nikmat, serta petunjuk-Nya, sehingga Tugas Akhir dengan judul "Analisis Hubungan Nilai N-SPT Terhadap Potensi Likuifaksi Berdasarkan Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) pada Tanah Aluvial di Kota Palu" ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun dan diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi tingka strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Desain Inovasi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini tidak akan terwujud tanpa adanya uluran tangan, bimbingan, doa, serta dukungan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. Muhammad Irfan Marasabessy, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan perhatian selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Melinda Dwi Rahmawati, S.T., M. Eng. Selaku Penguji I yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran yang membantu penulis dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Anisa Nur Amalina, S.T., M. Eng. selaku Penguji II yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran yag membantu penulis dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dinia Anggraheni S.T., M.Eng. selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Desain Inovasi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan yang telah membagikan banyak ilmu kepada penulis selama menempuh studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

6. Kedua Orang Tua penulis, yang telah memberikan segala peran dan pengorbanan yang begitu banyak baik secara material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.
7. Saudari-saudari penulis, yaitu ketiga kakak penulis yang selalu senantiasa menyemangati dan mendoakan selama perjalanan perkuliahan penulis.
8. Teman-teman terdekat penulis Alre, Firda, Helga, Ika, Marfa, dan Adan, yang telah menemani perjalanan perkuliahan ini sejak awal hingga akhir, serta menghadirkan kebersamaan, dukungan, dan berbagai kenangan yang membuat masa-masa perkuliahan menjadi jauh lebih berkesan.
9. Aliffiandra Haung Wijaya sebagai mentor yang selalu membantu penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
10. Muhammad Faizal Wahid Mustaqim sebagai mentor yang selalu membantu penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, Agustus 2026

Penulis,

Muhammad Febriansyah Fajar Sidiq

(22511205)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xvi

ABSTRAK xviii

ABSTRACT xix

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Tinjauan Umum 7

2.2 Penelitian Terdahulu 7

2.1.1 Site-Specific Analysis To Investigate Response And Liquefaction Potential During The Megathrust Earthquake At Banten Province, Indonesia 7

2.1.2 Analisis Potensi likuefaksi Dengan Data SPT Menggunakan Metode *Simplified Procedure* Dan Kishida 8

2.1.3 Seismic Hazard Analysis Using Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) Method: A Case Study In Southern Malang District, East Java 9

2.1.4 Deterministic Seismic Hazard Map Using Region-Specific Gmpes Of Maharashtra State, India 10

2.1.5 Application Of Lai And Juang Methods For Liquefaction Probability Analysis In Petobo, Palu 11
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu 13
2.4 Keaslian Penelitian 17
BAB III LANDASAN TEORI 19
3.1 Gempa Bumi dan Seismotektonik Kota Palu 19
3.1.1 Pengertian dan Mekanisme Gempa Bumi 19
3.1.2 Jenis Sesar dan Mekanisme Sumber 20
3.1.3 Gelombang Seismik 21
3.1.4 Magnitudo dan Energi Gempa 22
3.1.5 Intensitas Gempa 24
3.1.6 Sejarah Kegempaan di Kota Palu 25
3.2 Mekanisme Tanah Dinamis 26
3.2.1 Karakteristik Indeks dan Statik Tanah Pasir 26
3.2.2 Tegangan Efektif dan Tekanan Air Pori 28
3.2.3 Perilaku Tanah Jenuh di Bawah Beban Siklik 30
3.2.4 Karakteristik Dinamik Tanah 31
3.2.5 Kecepatan Gelombang Geser dan Korelasinya Terhadap N-SPT 34
3.3 Bahaya Seismik dan Analisis Bahaya Seismik Deterministik 36
3.3.1 Konsep Analisis Bahaya Seismik Deterministik (DSHA) 36
3.3.2 Karakteristik Sumber Gempa Sesar Aktif Di Sulawesi 36
3.3.3 Karakteristik Sumber Gempa Sesar Palu-Koro 38
3.3.4 Persamaan Prediksi Gerakan Tanah (GMPE) 38
3.3.5 Prosedur Analisis Bahaya Seismik Deterministik (DSHA) 39
3.3.6 Perhitungan Skenario dengan *OpenQuake* 40
3.4 Kondisi Situs dan Amplifikasi Gerakan Tanah 41
3.4.1 Amplifikasi Seismik 41
3.4.2 Periode Alami Lapisan Tanah 42
3.4.3 Klasifikasi Situs Tanah 42
3.5 Likuefaksi 43

3.5.1 Faktor-Faktor Pengendali Lukuifaksi 43
3.5.2 Kriteria Kerentanan Tanah 44
3.5.3 Jenis Manifestasi Likuefaksi 44
3.5.4 Kerangka Kerentanan, Pemicuan, dan Konsekuensi 45
3.6 Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan *Simplified Procedure* 45
3.6.1 Cyclic Stress Ratio (CSR) 46
3.6.2 Cyclic Resistance Ratio (CRR) 48
3.6.3 Factor of Safety (FS) 53
3.6.4 Liquefaction Potential index (LPI) 53
3.7 Analisis Spasial dan Zonasi Pemetaan Bahaya Likuefaksi 55
3.7.1 Metoe Interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) 56
BAB IV METODE PENELITIAN 58
4.1 Gambaran Umum Penelitian 58
4.2 Metode Penelitian 58
4.3 Studi Pustaka 59
4.4 Instrumen Penelitian 59
4.5 Lokasi Penelitian 60
4.6 Pengumpulan Data 61
4.7 Analisis Pengolahan Data Penelitian 61
4.8 Langkah Penelitian 62
4.9 Bagan Alir 62
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 64
5.1 Data Umum Penelitian 64
5.1.1 Data Tanah Kawasan Balaroa 65
5.1.2 Data Tanah Kawasan Petobo 71
5.1.3 Data Tanah Kawasan Jono Oge 76
5.1.4 Data Tanah Institusi Agama Islam Negeri (IAIN) 88
5.2 Klasifikasi Kelas Situs dan Kecepatan Gelombang Geser (Vs30) 91
5.3 Analisis *Seismic Hazard* dengan Metode DSHA 96
5.3.1 Data dan Persamaan Sumber Gempa 96
5.3.2 Pemodelan DSHA dengan *OpenQuake* 97

5.3.3 Hasil *Ground Motion* dengan OpenQuake 100
5.3.4 Penyesuaian Parameter Percepatan Desain (Persentil 84) 102
5.4 Potensi Likuefaksi Berdasarkan *Simplified Procedure* 102
5.4.1 Nilai Percepatan Gempa Maksimum 103
5.4.2 Cyclic Stress Ratio (CSR) 104
5.4.3 Cyclic Resistance Ratio (CRR) 111
5.4.4 Factors of Safety (SF) 115
5.5 Analisis *Liquefaction Potential Index* (LPI) 147
5.6 Pemetaan Spasial Parameter Seismik dan Kerentanan Likuefaksi 152
5.6.1 Distribusi Spasial Peak Ground Accelaration (PGA) 152
5.6.2 Distribusi Spasial *Peak Spectral Acceleration* (SA) ada Periode Pendek dan Menengah 153
5.6.3 Analisis Korelasi Geospasial Parameter Seismik terhadap Tingkat Keparahan Likuefaksi 155
5.6.1 Peta Zonasi Liquefaction Potential Index (LPI) 155
5.7 Hubungan Parameter dan Validasi Hasil Potensi Likuefaksi 156
5.7.1 Hubungan Kepaadatan Tanah (N-SPT), Beban Seismik (PGA), dan Inisiasi Likuefaksi (FS) 157
5.7.2 Akumulasi Keparahan Permukaan Melalui *Liquefaction Potential Index* (LPI) 158
5.7.3 Validasi Geospasial Terhadap Fakta Keruntuhan Gempa Palu 2018 158
5.7.4 Sintesis Validasi Akhir 159
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 160
6.1 Kesimpulan 160
6.2 Saran 161
DAFTAR PUSTAKA 163
LAMPIRAN 167

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu 14
Tabel 2.2 Perbandingan Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu 17
Tabel 3.1 Klasifikasi Gempa Bumi Berdasarkan Penyebabnya (Kramer, 1996) 19
Tabel 3.2 Klasifikasi Gempa Bumi Berdasarkan Kedalaman Hiposentrum (Kramer, 1996) 20
Tabel 3.3 Jenis-Jenis dan Karakteristik Sesar (Bellier dkk., 2001) 20
Tabel 3.4 Karakteristik Gelombang Seismik (Kramer, 1996) 21
Tabel 3.5 Klasifikasi Kecepatan Gelombang Geser Tipikal (Irsyam dkk., 2020) 22
Tabel 3.6 Klasifikasi Frekuensi Gempa Berdasarkan Rasio Percepatan (Pawirodikromo, 2012) 22
Tabel 3.7 Jenis-Jenis Skala (Hanks & Kanamori, 1979) 23
Tabel 3.8 Perbandingan Selisih Magnitudo dengan Rasio Energi (Gutenberg & Richter, 1956) 24
Tabel 3.9 Konversi intensitas MMI terhadap PGA (Wald dkk., 1999) 25
Tabel 3.10 Sejarah Kegempaan di Kota Palu dan Sekitarnya (PuSGeN, 2025) 25
Tabel 3.11 Kriteria Gradasi Tanah Berdasarkan Koefisien Keseragaman Dan Gradasi (Das & Sobhan, 2018b) 27
Tabel 3.12 Hubungan Nilai N-SPT Dengan Kepadatan Relatif Dan Sudut Gesek Dalam Tanah Pasir (Das & Sobhan, 2018b) 28
Tabel 3.13 Kisaran Berat Volume Jenuh Tanah Tipikal (Das & Sobhan, 2018b) 29
Tabel 3.14 Contoh Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal Pada Profil Tanah Berlapis (Muka Air Pada Kedalaman 1 M) (Terzaghi, 1943) 30
Tabel 3.15 Interpretasi Rasio Tekanan Air Pori (Seed & Lee, 1966) 31
Tabel 3.16 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Modulus Geser Maksimum Tanah (Hardin & Drnevich, 1972) 32
Tabel 3.17 Klasifikasi Regangan Geser, Perilaku Tanah, Dan Model Analisis Dinamik (Pawirodikromo, 2012) 33
Tabel 3.18 Persamaan Empiris Kecepatan Gelombang Geser Dengan N-SPT Terhadap Semua Jenis Tanah 35

Tabel 3.19 Sesar Aktif Utama di Pulau Sulawesi dan Laju Gesernya (PuSGeN, 2025) 37
Tabel 3.20 Parameter Sumber Sebagai Skenario Pengendali (PuSGeN, 2025) 38
Tabel 3.21 Komponen Input dan Output pada Perhitungan Skenario OpenQuake (Pagani dkk., 2014) 40
Tabel 3.22 Klasifikasi Situs Tanah Berdasarkan SNI 1726:2019 (SNI, 2019) 43
Tabel 3.23 Kriteria Kerentanan Tanah Berbutir Halus (Boulanger & Idriss, 2014) 44
Tabel 3. 24 Faktor Koreksi untuk Nilai N-SPT (Boulanger & Idriss, 2014) 50
Tabel 3.25 Klasifikasi Indeks Potensi Likuefaksi (Sonmez, 2003) 54
Tabel 5.1 Koordinat Titik Penyelidikan Tanah 65
Tabel 5.2 Profil dan Parameter Tanah Titik B-1 (JICA, 2019) 66
Tabel 5.3 Profil dan Parameter Tanah Titik B-2 (JICA, 2019) 67
Tabel 5.4 Profil dan Parameter Tanah Titik B-3 (JICA, 2019) 68
Tabel 5.5 Profil dan Parameter Tanah Titik B-4 (JICA, 2019) 69
Tabel 5.6 Profil dan Parameter Tanah Titik B-4 (JICA, 2019) 69
Tabel 5.7 Profil dan Parameter Tanah Titik B-5 (JICA, 2019) 70
Tabel 5.8 Profil dan Parameter Tanah Titik B-6 (JICA, 2019) 70
Tabel 5.9 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-1 (JICA, 2019) 72
Tabel 5.10 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-2 (JICA, 2019) 73
Tabel 5.11 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-3 (JICA, 2019) 74
Tabel 5.11 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-4 (JICA, 2019) 75
Tabel 5.13 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-6 (JICA, 2019) 75
Tabel 5.14 Profil dan Parameter Tanah Titik J-1 (JICA, 2019) 77
Tabel 5.15 Profil dan Parameter Tanah Titik J-2 (JICA, 2019) 78
Tabel 5.16 Profil dan Parameter Tanah Titik J-3 (JICA, 2019) 79
Tabel 5.17 Profil dan Parameter Tanah Titik J-4 (JICA, 2019) 80
Tabel 5.18 Profil dan Parameter Tanah Titik J-5 (JICA, 2019) 81
Tabel 5.19 Profil dan Parameter Tanah Titik J-6 (JICA, 2019) 81
Tabel 5.20 Profil dan Parameter Tanah Titik J-7 (JICA, 2019) 82
Tabel 5.21 Profil dan Parameter Tanah Titik J-8 (JICA, 2019) 83

Tabel 5.22 Profil dan Parameter Tanah Titik J-9 (JICA, 2019) 84
Tabel 5.23 Profil dan Parameter Tanah Titik J-10 (JICA, 2019) 85
Tabel 5.24 Profil dan Parameter Tanah Titik J-11 (JICA, 2019) 85
Tabel 5.25 Profil dan Parameter Tanah Titik J-12 (JICA, 2019) 86
Tabel 5.26 Profil dan Parameter Tanah Titik J-13 (JICA, 2019) 87
Tabel 5.27 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-1 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019) 89
Tabel 5.28 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-2 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019) 89
Tabel 5.29 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-3 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019) 90
Tabel 5.30 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-4 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019) 90
Tabel 5.31 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-5 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019) 91
Tabel 5. 32 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Vs Titik B-1 92
Tabel 5.33 Rekapitulasi Nilai $Vs30$ Pakai dan Kelas Situs Seluruh Kawasan 94
Tabel 5.34 Parameter Sumber Gempa Skenario Pengendali (PuSGeN, 2024) 97
Tabel 5.35 Komposisi Site Model dalam Pemodelan DSHA 97
Tabel 5.36 Hasil PGA, Sa(0,3), dan Sa(1,0) Tiap Titik Tinjauan 100
Tabel 5.37 Hasil PGA, Sa(0,3), dan Sa(1,0) Tiap Titik Penyelidikan 101
Tabel 5.38 Rekapitulasi Nilai Percepatan Gempa Maksimum ($amax = PGA\ x\ 1{,}8$) Tiap Titik Tinjauan 103
Tabel 5. 39 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Cyclic Stress Ratio (CSR) pada Titik B-1 108
Tabel 5. 40 Rekapitulasi Nilai Factor of Safety (FS) Titik B-1 115
Tabel 5. 41 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Nilai LPI pada B-1 149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Sliprate Sesar Aktif di Pulau Sulawesi (PuSGeN, 2025) 37
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2026) 60
Gambar 4.2 Sebaran Titik Penyelidikan Tanah (Google Earth, 2026) 60
Gambar 4. 3 Bagan Alir Tahapan Penelitian 63
Gambar 5.1 Sebaran Lokasi Titik Penyelidikan Tanah (Google Earth, 2026) 64
Gambar 5.2 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Pada Kawasan Balaroa (JICA, 2019) 66
Gambar 5.3 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Pada Kawasan Petobo (JICA, 2019) 72
Gambar 5.4 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Kawasan Jono Oge (JICA, 2019) 77
Gambar 5.5 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Kawasan IAIN ((Konsultant, 2019)) 88
Gambar 5.6 Peta Sebaran $Vs30$ Global USGS 96
Gambar 5. 7 Source Model OpenQuake 98
Gambar 5.8 Sintaks Konfirgurasi Calculation Setup DSHA 99
Gambar 5.9 Hasil Run Calculation OpenQuake 100
Gambar 5. 10 CSR terhadap $N160CS$ pada Seluruh Lapisan Titik Penyelidikan110
Gambar 5.11 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-1 117
Gambar 5.12 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-2 118
Gambar 5.13 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-3 119
Gambar 5.14 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-4 120
Gambar 5.15 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-5 121
Gambar 5.16 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-6 122
Gambar 5.17 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-1 123

Gambar 5. 18 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-2 124
Gambar 5. 19 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-3 125
Gambar 5. 20 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-4 126
Gambar 5. 21 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-5 127
Gambar 5. 22 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-6 128
Gambar 5. 23 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-1 129
Gambar 5. 24 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-2 130
Gambar 5. 25 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-3 131
Gambar 5. 26 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-4 132
Gambar 5. 27 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-5 133
Gambar 5. 28 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-6 134
Gambar 5. 29 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-7 135
Gambar 5. 30 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-8 136
Gambar 5. 31 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-9 137
Gambar 5. 32 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-10 138

Gambar 5. 33 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-11 139
Gambar 5. 34 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-12 140
Gambar 5. 35 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-13 141
Gambar 5. 36 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-1 142
Gambar 5. 37 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-2 143
Gambar 5. 38 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-3 144
Gambar 5. 39 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-4 145
Gambar 5. 40 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-5 146
Gambar 5. 41 Grafik Sebaran Nilai LPI pada B-1 150
Gambar 5. 42 Barchart Perbandingan ΣLPI pada 30 Titik Penyelidikan Berdasarkan Tiga Skenario Percepatan Gempa 151
Gambar 5. 43 Peta Distribusi Spasial PGA (Persentil ke-84) 152
Gambar 5. 44 Peta Distribusi Spasial SA(0,3) (Persentil ke-84) 153
Gambar 5. 45 Peta Distribusi Spasial SA(1,0) (Persentil ke-84) 154
Gambar 5. 46 Peta Zonasi Tingkat Kerentanan Likuefaksi Berdasarkan Nilai LPI 156

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a_{maks} = Percepatan maksimum pada permukaan tanah (g)

C_B = Faktor koreksi diameter lubang bor

C_E = Faktor koreksi rasio energi pemikul (60%)

C_N = Faktor koreksi tekanan *overburden*

C_R = Faktor koreksi panjang batang bot

CRR = *Cyclic Resistance Ratio*

C_S = Faktor koreksi tipe tabung *sampler*

C_U = Koefisien keseragaman

Cσ = Koefisien empiris yang bergantung pada nilai

CSR = *Cyclic Stress Ratio*

DSHA = *Deterministic Seismic Hazard Analysis*

D_r = Kerapatan relatif tanah (%)

D_{60} = Ukuran saringan di mana 60% butiran lolos (mm)

D_{30} = Ukuran saringan dimana 30% butiran lolos (mm)

D_{10} = Ukuran efektif saringan di mana 10% butiran lolos (mm)

e = angka pori

FC = *Fines Content* (%)

FS = *Factor of Safety*

g = Percepatan gravitasi (m/s)

Gs = Berat jenis butiran tanah

GMPE = *Ground Motion Prediction Equation*

hi = Tebal lapisan tanah ke-I (m)

Kσ = Faktor koreksi tegangan *overburden*

LPI = *Liquefaction Potential Index*

N = Jumlah penetrasi

Mw = Magnitudo momen

MSF = *Magnitude Scaling Factor*

$(N_1)_{60}$ = Nilai SPT terkoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60%

$(N_1)_{60cs}$ = Nilai SPT terkoreksi ekuivalen pasir bersih

$\Delta(N_1)_{60}$ = Faktor koreksi akibat kadar butiran halus

Nm = Nilai N-SPT hasil uji lapangan

Pa = Tekanan atmosfer (1 atm)

PGA = *Peak Ground Acceleration*

rd = Koefisien tegangan reduksi

ru = Rasio tekanan air pori

Sa(0,3) = Percepatan spektral pada periode 0,3 detik (g)

Sa(1,0) = Percepatan spektral pada periode 1,0 detik (g)

SA = Batuan keras

SB = Batuan

SC = Tanah keras sangat padat

SD = Tanah sedang

SE = Tanah Lunak

SF = Tanah khusus

SNI = Standar Nasional Indonesia

SPT = *Standard Penetration Test*

u = Tekanan angka pori (kN/m³)

Vs = Kecepatan gelombang geser (m/s)

wi = Faktor pembobot kedalaman lapisan tanah

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

γd = Berat volume kering tanah (kN/m³)

γm = Berat volume tanah basah (kN/m³)

γsat = Berat volume tanah jenuh (kN/m³)

γw = Berat volume air (kN/m³)

σ_{v0} = Tegangan *overburden* vertikal total (kN/m²)

σ'_{v0} = Tegangan *overburden* vertikal efektif (kN/m²)

ABSTRAK

Kota Palu memiliki aktivitas seismik yang sangat tinggi akibat keberadaan Sesar Palu-Koro yang dapat memicu berbagai bahaya geoteknik, salah satunya likuefaksi. Kawasan ini didominasi oleh endapan tanah aluvial berpasir dengan kepadatan sangat lepas hingga lepas pada lapisan dangkal, serta muka air tanah yang sangat dangkal pada kedalaman 0,10 m hingga 1,20 m. Kondisi tersebut menyebabkan lokasi penelitian memiliki potensi yang sangat rentan terhadap likuefaksi akibat pembebanan gempa sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut untuk mengidentifikasi tingkat dan sebaran spasial potensi likuefaksi.

Evaluasi potensi likuefaksi dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik kepadatan tanah melalui nilai N-SPT dan ketahanan tanah terhadap pembebanan siklik akibat gempa. Analisis meliputi *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) menggunakan perangkat lunak OpenQuake untuk mengekstraksi nilai percepatan tanah permukaan (*Peak Ground Acceleration* / PGA) pada persentil ke-84, *simplified procedure* untuk menentukan *Factor of Safety* (FS), *Liquefaction Potential Index* (LPI) menggunakan metode Iwasaki (1982) dengan klasifikasi Sönmez (2003), serta metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk memetakan zonasi kerentanan secara spasial.

Hasil analisis DSHA menunjukkan bahwa percepatan gempa permukaan (PGA) berada pada rentang ekstrem sebesar 0,688 g hingga 1,033 g. Nilai FS < 1,0 ditemukan secara dominan pada lapisan dangkal, salah satunya pada titik BH-01 (B-1) pada kedalaman 1–7 m. Nilai LPI sebesar 67,69 pada titik B-1 dan merentang antara 72,0 hingga 78,0 pada klaster IAIN termasuk dalam kategori sangat tinggi. Hasil pemetaan spasial menunjukkan zona kerentanan sangat tinggi (LPI > 62,28) terkonsentrasi di kawasan Balaroa dan IAIN. Secara keseluruhan, hasil menunjukkan potensi likuefaksi aliran yang sangat tinggi pada bentang aluvial dengan tingkat sebaran spasial yang konsisten terhadap kerusakan aktual gempa Palu 2018.

Kata Kunci: Bahaya Kegempaan, DSHA, Faktor Keamanan, Indeks Potensi Likuefaksi, OpenQuake

ABSTRACT

The City of Palu experiences very high seismic activity due to the presence of the Palu-Koro Fault, which can trigger various geotechnical hazards, one of which is liquefaction. This area is dominated by sandy alluvial deposits with very loose to loose density in the shallow layers, as well as a very shallow water table at depths ranging from 0.10 m to 1.20 m. These conditions make the study site highly vulnerable to liquefaction caused by seismic loading, necessitating further evaluation to identify the extent and spatial distribution of potential liquefaction.

The evaluation of liquefaction potential was conducted through consideration of soil density characteristics, as determined by N-SPT values, in conjunction with soil resistance to cyclic loading, induced by seismic events. The analysis encompassed a Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) utilising OpenQuake software to extract the 84th percentile Peak Ground Acceleration (PGA) value. A streamlined procedure was implemented to ascertain the Factor of Safety (FS). The Liquefaction Potential Index (LPI) was determined using the Iwasaki (1982) method with the Sönmez (2003) classification, and the Inverse Distance Weighted (IDW) method was employed to map vulnerability zones geographically.

The DSHA analysis yielded results indicating peak ground acceleration (PGA) values ranging from 0.688 g to 1.033 g. The analysis revealed that FS values less than 1.0 were predominantly observed in shallow layers, including at point BH-01 (B-1) at depths ranging from 1–7 m. Notably, an LPI value of 67.69 at point B-1 and a range of 72.0 to 78.0 in the IAIN cluster were classified as very high. The results of the spatial mapping indicate a high degree of concentration of zones of very high vulnerability (LPI > 62.28) in the Balaroa and IAIN areas. The findings of this study suggest the presence of a high potential for flow liquefaction within the alluvial landscape. This phenomenon exhibits a spatial distribution that aligns with the extent of damage observed following the 2018 Palu earthquake.

Keywords: Earthquake Hazard, DSHA, Safety Factors, Liquefaction Potential Index, OpenQuake

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik: Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Posisi ini menempatkan sebagian besar wilayahnya pada bahaya gempa tinggi, dengan tingkat kerusakan yang ditentukan bukan hanya oleh magnitudo gempa, tetapi juga oleh interaksi antara gerakan tanah dan kondisi tanah permukaan. Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, termasuk wilayah dengan bahaya gempa tinggi karena dilintasi Sesar Palu-Koro, sesar geser-mendatar aktif dengan laju pergerakan 40-45 mm/tahun (Socquet dkk., 2006) yang berpotensi menghasilkan gempa dangkal bermagnitudo besar.

Gempa Mw 7,4 pada 28 September 2018 yang bersumber dari sesar ini membuktikan risiko tersebut. Selain guncangan kuat, gempa ini memicu tsunami dan likuefaksi masif berupa keruntuhan aliran (*flow failure*) di kawasan Balaroa, Petobo, dan Jono Oge (Leopatty dkk., 2022). Likuefaksi adalah hilangnya kekuatan dan kekakuan tanah berbutir jenuh air akibat pembebanan siklik saat gempa; tanah yang sebelumnya padat dan stabil berubah menyerupai cairan sehingga menimbulkan penurunan tanah, pergerakan lateral, dan kegagalan fondasi. Pasir lepas jenuh air berkepadatan rendah paling rentan terhadap fenomena ini, terutama pada wilayah yang menerima guncangan gempa dangkal dengan percepatan tanah tinggi (Boulanger & Idriss, 2014)

Kota Palu secara geologi tersusun atas endapan aluvial kuarter yang heterogen, berupa perselingan pasir, lanau berpasir, kerikil, dan sisipan lempung dengan kepadatan bervariasi serta muka air tanah dangkal. Karakteristik tanah yang tidak seragam ini menuntut evaluasi likuefaksi meninjau kandungan butir halus (*fines content*) dan keberadaan lapisan kohesif pada tiap lapisan, bukan menyamaratakan seluruh lapisan sebagai pasir bersih. Kombinasi jenis tanah rentan, muka air tanah dangkal, dan sumber gempa aktif menjadikan kajian likuefaksi di Kota Palu mendesak untuk dilakukan.

Standard Penetration Test (SPT) menjadi metode paling luas dipakai untuk evaluasi likuefaksi karena pelaksanaannya mudah dan datanya banyak tersedia. Nilai N-SPT

mengindikasikan kepadatan dan kekuatan tanah pasir, yang kemudian dikorelasikan dengan ketahanannya terhadap beban siklik. Perilaku ini baru terwujud saat tanah dihadapkan pada beban gempa, yang dinyatakan melalui percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration*/PGA). Besarnya PGA di suatu lokasi bergantung pada karakteristik sumber gempa, jarak ke sumber, dan kondisi tanah setempat, karena endapan lunak yang menutupi batuan dasar cenderung mengamplifikasi gerakan gempa saat merambat ke permukaan. Model prediksi gerakan tanah generasi terbaru sudah memperhitungkan pengaruh ini secara empiris melalui kecepatan gelombang geser rata-rata pada 30 meter teratas (Vs30), sehingga percepatan tanah permukaan dapat diperoleh langsung dari model tersebut dengan masukan magnitudo, jarak, dan Vs30 tiap titik, tanpa memerlukan analisis perambatan gelombang satu dimensi terpisah.

Parameter gerakan tanah di batuan dasar diperoleh melalui analisis bahaya gempa. *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) mengevaluasi bahaya gempa berdasarkan skenario pengendali dari sumber gempa tertentu, dan cocok diterapkan pada wilayah dengan sumber gempa dominan yang jelas. Keberadaan Sesar Palu-Koro yang aktif menjadikan DSHA pendekatan yang sesuai untuk analisis potensi likuefaksi di Kota Palu (Prasetyo dkk., 2024).

Penelitian terdahulu mengenai potensi likuefaksi di Kota Palu umumnya berfokus pada satu atau beberapa titik penyelidikan tanah di kawasan tertentu, atau menitikberatkan pada analisis respons dinamis tanah dan pengembangan rekaman percepatan gempa. Kajian yang mengaitkan data N-SPT dari titik penyelidikan yang tersebar di seluruh Kota Palu dengan parameter gempa hasil analisis deterministik masif masih terbatas (Artati, 2023), dan hasil evaluasi likuefaksi pada penelitian sebelumnya umumnya disajikan sebagai nilai indeks per titik tanpa visualisasi spasial yang menggambarkan sebaran kerentanan likuefaksi secara menyeluruh.

Penelitian ini mengevaluasi potensi likuefaksi di Kota Palu berdasarkan data penyelidikan tanah pada 30 titik yang tersebar di empat kawasan aluvial, yaitu Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan kawasan IAIN Palu. Parameter gempa dominan diperoleh melalui analisis DSHA dengan skenario pengendali Mw 7,5 pada Sesar

Palu-Koro. Percepatan tanah permukaan pada tiap titik dihitung menggunakan perangkat lunak *OpenQuake* melalui perhitungan skenario (*scenario calculation*) dengan model prediksi gerakan tanah BSSA14, dengan pengaruh kondisi tanah diwakili nilai Vs30 tiap titik. Potensi likuefaksi dievaluasi menggunakan metode Idriss &Boulanger (2014), dan nilai *Liquefaction Potential Index* (LPI) tiap titik dipetakan secara spasial menggunakan perangkat lunak QGIS untuk menghasilkan peta zonasi kerentanan likuefaksi Kota Palu. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan gambaran kuantitatif potensi likuefaksi tiap titik sekaligus visualisasi sebaran kerentanan yang dapat menjadi dasar mitigasi risiko bencana di Kota Palu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, diperoleh rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik tanah pada 30 titik bor penyelidikan di Kota Palu berdasarkan data hasil pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) dan properti tanah pendukung?
2. Bagaimana hasil analisis bahaya gempa menggunakan metode *Deterministic Sesimic Hazard Analysis* (DSHA) sebagai dasar penentuan parameter gempa pada lokasi penelitian?
3. Bagaimana percepatan tanah di permukaan pada setiap titik diperoleh melalui perhitungan skenario deterministik menggunakan perangkat lunak *OpenQuake* dengan model prediksi gerakan tanah BSSA14?
4. Bagaimana potensi likuefaksi tanah berdasarkan metode Idriss dan Boulanger (2014) yang ditinjau dari nilai *Factor of Safety* (FS) dan *Liquefaction Potential Index* (LPI)?
5. Bagaimana distribusi spasial tingkat kerentanan likuefaksi di Kota Palu berdasarkan visualisasi hasil analisis menggunakan perangkat lunak QGIS?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah di atas, diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Menganalisis karakteristik tanah berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan properti tanah pada 30 titik penyelidikan di Kota Palu.
2. Menganalisis bahaya gempa menggunakan metode *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) untuk memperoleh parameter gempa yang mewakili kondisi lokasi penelitian.
3. Menghitung percepatan tanah di permukaan pada setiap titik menggunakan perhitungan skenario deterministik pada perangkat lunak *OpenQuake* dengan model prediksi gerakan tanah BSSA14 sebagai dasar evaluasi potensi likuefaksi.
4. Mengevaluasi potensi likuefaksi tanah menggunakan metode Idriss dan Boulanger (2014) berdasarkan *Factor of Safety* (FS) dan *Liquefaction Potential Index* (LPI).
5. Memetakan distribusi spasial tingkat kerentanan likuefaksi di Kota Palu berdasarkan hasil evaluasi potensi likuefaksi menggunakan perangkat lunak QGIS.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik dari aspek akademis maupun praktis. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

   Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu geoteknik gempa, khususnya mengenai evaluasi potensi likuefaksi melalui integrasi analisis bahaya gempa menggunakan metode Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA), perhitungan percepatan tanah permukaan menggunakan perangkat lunak IZ dengan model prediksi gerakan tanah BSSA14, evaluasi potensi likuefaksi dengan metode Idriss dan Boulanger (2014), serta pemetaan spasial menggunakan Quantum Geographic Information System (QGIS). Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas analisis potensi likuefaksi di wilayah dengan kondisi geologi dan seismotektonik yang serupa.
2. Manfaat Praktik

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan pertimbangan bagi pemerintah daerah, perencana, serta pemangku kepentingan dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi, khususnya yang berkaitan dengan potensi likuefaksi di Kota Palu. Peta distribusi spasial tingkat kerentanan likuefaksi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu acuan dalam penyusunan rencana tata ruang, pengembangan kawasan, investigasi geoteknik awal, serta pengambilan keputusan terkait pengurangan risiko bencana di wilayah penelitian.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus dan kedalaman pembahasan, penelitian ini dibatasi pada beberapa ketentuan sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dibatasi pada Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, dengan objek kajian berupa 30 titik penyelidikan tanah yang tersebar pada empat kawasan, yaitu Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan kawasan IAIN Palu.
2. Data tanah yang digunakan merupakan data sekunder berupa hasil *Standard Penetration Test* (SPT) beserta properti tanah pendukung yang diperoleh dari 25 titik penyelidikan JICA (2019) dan 5 titik penyelidikan kawasan IAIN Palu. Data *Cone Penetration Test* (CPT) maupun hasil pengukuran langsung kecepatan gelombang geser (Vs) tidak digunakan. Nilai Vs30 pada setiap lokasi diperoleh melalui korelasi empiris berdasarkan nilai N-SPT dan tidak menggunakan data CPT.
3. Analisis bahaya gempa dilakukan menggunakan metode *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) dengan skenario gempa pengendali bermagnitudo Mw 7,5 yang bersumber dari Sesar Palu-Koro. Analisis bahaya gempa probabilistik (*Probabilistic Seismic Hazard Analysis*/PSHA) tidak dibahas dalam penelitian ini.
4. Model prediksi perambatan gerakan tanah (*Ground Motion Prediction Equation*/GMPE) yang digunakan dalam analisis DSHA adalah Boore, Stewart, Seyhan, dan Atkinson (BSSA14), yang dipilih karena sesuai untuk gempa kerak dangkal dengan mekanisme sesar geser dan menyediakan suku situs berbasis

Vs30 sebagai model utama. Penelitian ini tidak menerapkan pendekatan logic tree maupun analisis sensitivitas terhadap model GMPE.

5. Percepatan tanah di permukaan diperoleh langsung dari model prediksi gerakan tanah dengan memasukkan nilai Vs30 tiap titik sebagai representasi kondisi situs, dan dihitung menggunakan perangkat lunak *OpenQuake* melalui perhitungan skenario. Amplifikasi situs diwakili secara empiris oleh parameter Vs30, sehingga penelitian ini tidak melakukan analisis respons dinamis tanah satu dimensi secara eksplisit dan tidak meninjau respons tanah dua atau tiga dimensi, efek topografi, efek cekungan (*basin effect*), maupun disipasi tekanan air pori.
6. Evaluasi potensi likuefaksi dilakukan menggunakan metode empiris Idriss dan Boulanger (2014) berbasis data *Standard Penetration Test* (SPT).
7. Tingkat potensi dan konsekuensi likuefaksi dievaluasi menggunakan parameter *Factor of Safety* (FS) dan *Liquefaction Potential Index* (LPI).
8. Visualisasi distribusi spasial tingkat kerentanan likuefaksi dilakukan menggunakan perangkat lunak Quantum Geographic Information System (QGIS) berdasarkan hasil interpolasi nilai LPI pada 30 titik penyelidikan. Penelitian ini tidak membahas perbandingan maupun validasi terhadap metode interpolasi yang digunakan.
9. Penelitian berfokus pada evaluasi potensi likuefaksi tanah akibat gempa bumi dan tidak membahas analisis deformasi permanen, *lateral spreading*, penurunan tanah pascalikuefaksi (*post-liquefaction settlement*), maupun analisis kinerja fondasi dan struktur di atas tanah.
10. Hasil penelitian merupakan kajian akademis yang bertujuan untuk mengevaluasi potensi dan distribusi spasial kerentanan likuefaksi di Kota Palu sehingga tidak dimaksudkan sebagai dasar langsung dalam perencanaan desain geoteknik maupun desain struktur.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan Pustaka meliputi 3 (tiga) topik penelitian yang meliputi (i) karakteristik tanah alluvial yang berpotensi mengalami likuefaksi dan evaluasi potensi likuefaksi yang didasarkan pada data in-situ hasil pengujian *Standard Penetration Test* (SPT), khususnya nilai N-SPT sebagai parameter utama dalam menilai kepadatan dan kekuatan tanah. (ii) konsep dan pendekatan evaluasi potensi likuefaksi berbasis nilai N-SPT melalui analisis ketahanan tanah terhadap beban siklik gempa, yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kerentanan tanah terhadap terjadinya likuefaksi. (iii) perilaku beban gempa yang bekerja pada tanah, meliputi karakteristik sumber gempa, perambatan gelombang gempa hingga ke permukaan tanah, serta penentuan parameter percepatan tanah maksimum sebagai hasil analisis bahaya gempa menggunakan metode Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA).

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian yang pernah atau telah dilakukan sebelumnya tentang potensi likuefaksi dan Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) antara lain sebagai berikut.

2.1.1 Site-Specific Analysis To Investigate Response And Liquefaction Potential During The Megathrust Earthquake At Banten Province, Indonesia

Penelitian yang dilakukan oleh (Qodri dkk., 2022) bertujuan menilai respons tanah setempat dan potensi likuefaksi untuk skenario gempa megathrust yang relevan bagi Provinsi Banten, khususnya pada zona berlapis endapan (*silty-sand / alluvial*) yang mendominasi area studi. Tujuan operasional meliputi (1) menentukan amplifikasi situs dan spektrum percepatan permukaan, (2) menghitung nilai amax/PGA yang nyata pada permukaan setelah analisis respons situs, dan (3) mengevaluasi ambang likuefaksi (kedalaman dan kondisi di mana likuefaksi berpotensi terjadi.

Penulis menggunakan pendekatan DSHA untuk memilih gerak tanah masukan (menggunakan rekaman dari PEER database yang disesuaikan lewat model

atenuasi), lalu melakukan analisis respons tanah 1-D non-linear dengan DEEPSOIL untuk mendapatkan parameter site-response (*spectral acceleration*, amplifikasi, amax di permukaan). Data lapangan terdiri dari SPT dan profil Vs untuk menetapkan properti lapisan (Vs30 wilayah diklasifikasikan ~180–240 m/s, NEHRP kelas D). Nilai amax/SA hasil DEEPSOIL dipakai selanjutnya sebagai input untuk analisis likuefaksi (*simplified/empirical check* berdasarkan SPT dan indikator perubahan tegangan efektif) sehingga mengaitkan DSHA ke site response kemudian dilakukan penilaian likuefaksi.

Hasil utama menunjukkan amplifikasi situs hingga ~2× pada periode rendah-menengah (puncak *spectral acceleration* tercatat sekitar periode 0,3 s) dan bahwa lapisan berpasir-lempung dangkal berpotensi mengalami likuefaksi apabila PGA di permukaan mencapai ~0,1 g atau lebih. Analisis numerik menampilkan bahwa kondisi Vs30 (180–240 m/s) memicu resonansi untuk struktur rendah-menengah (bangunan ~3 lantai). Penelitian juga melaporkan profil amax permukaan yang terhitung setelah site response (nilai SA/amax terperinci per profil pada makalah), dan menunjukkan bahwa beberapa lokasi dengan N-SPT rendah/kelanjaran pasir jenuh memiliki ambang probabilitas likuefaksi yang nyata ketika skenario DSHA dijalankan. Semua angka dan grafik terukur (kurva SA, profil PGA per kedalaman, dan peta potensi likuefaksi) tersedia pada makalah untuk kutipan langsung.

2.1.2 Analisis Potensi likuefaksi Dengan Data SPT Menggunakan Metode *Simplified Procedure* Dan Kishida

Penelitian yang dilakukan oleh (Mona dkk., 2023)adalah penelitian yang bertujuan untuk menganalisis stabilitas lapisan tanah berpasir terhadap kemungkinan terjadinya likuefaksi akibat gempa bumi di Rundeng, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat. Fokus utama penelitian adalah mengevaluasi potensi likuefaksi berdasarkan data SPT dengan membandingkan dua pendekatan, yaitu *Simplified Procedure* (Seed & Idriss, 1971) dan metode (Kishida, 1969). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menilai pengaruh magnitudo gempa terhadap perubahan faktor keamanan (FS) likuefaksi pada berbagai kedalaman lapisan tanah, sehingga dapat ditentukan batas kondisi gempa yang masih aman bagi tanah berpasir jenuh di wilayah pesisir tersebut.

Data yang digunakan berupa SPT titik B02 (25) dari BPBA dan data gempa BMKG periode 2009–2019 dengan magnitudo ≥ 5 dan radius 500 km dari lokasi studi. Evaluasi dilakukan pada kedalaman 0,8–15,50 m. Metode *Simplified Procedure* menghitung CSR menggunakan percepatan tanah maksimum (*amax*) dari rumus Donovan, Esteva, dan McGuirre, serta CRR dari nilai terkoreksi (N1)60cs yang dipengaruhi *fines content*. Faktor keamanan dihitung sebagai FS = CRR/CSR. Metode Kishida mengevaluasi likuefaksi dengan memplot N-SPT dan tegangan efektif σ′v ke dalam grafik batas kritis, untuk menentukan apakah titik berada pada idris zona likuefaksi atau tidak.

Hasil menunjukkan bahwa lapisan tanah pada kedalaman 0,8–14,00 m memiliki nilai (N1)60cs > 30, sehingga diklasifikasikan sebagai tanah non-liquefable. Lapisan paling rentan berada pada kedalaman 14,00–15,50 m, dengan (N1)60cs = 11 dan CRR7.5 = 0,12. Untuk gempa dengan magnitudo ≥ 7, lapisan ini menunjukkan FS < 1, yaitu 0,14 (Donovan), 1,06 (Esteva), dan 1,52 (McGuirre) pada magnitudo 7, sehingga berpotensi likuefaksi. Nilai CSR tertinggi berada di lapisan dangkal 0,8–2,00 m sebesar 0,03078, dan menurun hingga 0,05014 pada kedalaman 14–15,50. Metode Kishida mengonfirmasi hasil ini, dengan klasifikasi likuefaksi sedang pada kedalaman 14,00–15,50 m, sedangkan lapisan di atasnya tidak berpotensi likuefaksi.

2.1.3 Seismic Hazard Analysis Using Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) Method: A Case Study In Southern Malang District, East Java

Penelitian ini dilakukan oleh (Prasetyo dkk., 2024) dimana penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ancaman gempa bumi (*earthquake hazard*) di bagian selatan Kabupaten Malang, Jawa Timur, dengan pendekatan deterministik (*Deterministic Seismic Hazard Analysis* / DSHA). Fokus utamanya adalah menentukan distribusi *Peak Ground Acceleration* (PGA) maksimum yang mungkin terjadi akibat skenario gempa lokal dan regional, serta memetakan wilayah yang memiliki tingkat bahaya gempa tinggi berdasarkan nilai PGA. Analisis ini dilakukan untuk menghasilkan informasi kuantitatif yang dapat mendukung mitigasi risiko bencana gempa di wilayah studi, termasuk pada struktur bangunan dan infrastruktur umum.

Metode penelitian memanfaatkan data historis gempa dengan magnitudo Mw ≥ 5 dari periode 1958 hingga 2021 yang diperoleh dari *United States Geological Survey (USGS)*, kemudian mengonversi semua jenis magnitudo ke Mw menggunakan hubungan empiris standar sebelum dianalisis. DSHA dilakukan dengan menetapkan skenario gempa berdasarkan magnitudo maksimum dan jarak sumber ke lokasi target, lalu mengaplikasikan fungsi redaman (*attenuation*) seperti McGuire dan Donovan untuk menghitung PGA pada permukaan tanah. Analisis ini tidak mempertimbangkan ketidakpastian gempa, sehingga fokusnya adalah pada *worst-case scenario* gempa terdekat. Peta bahaya PGA kemudian dipetakan berdasarkan nilai hasil hitung dari kedua fungsi redaman tersebut untuk membandingkan tingkat bahaya di berbagai sub-kecamatan di wilayah selatan Malang.

Hasil DSHA menunjukkan bahwa rentang PGA maksimum di wilayah selatan Kabupaten Malang berbeda tergantung fungsi redaman yang dipakai: dengan fungsi McGuire, PGA berkisar sekitar 38,76–69,78 gals, sedangkan dengan fungsi Donovan, PGA berkisar 41,98–76,21 gals. Sub-kecamatan Bantur, Gedangan, dan Sumbermanjing menunjukkan nilai PGA tertinggi, mengindikasikan level bahaya gempa yang paling besar di wilayah studi. Perbandingan fungsi juga mengungkap bahwa hasil dari fungsi Donovan lebih tinggi dan lebih dekat ke nilai percepatan tanah tercatat (*observed PGA*) dibanding McGuire, sehingga menghasilkan peta bahaya yang lebih realistis untuk wilayah studi. Selain itu, analisis data kerusakan bangunan menunjukkan bahwa meskipun Tirtoyudo memiliki PGA yang lebih rendah dibanding Gedangan, kerusakan struktur di Tirtoyudo lebih besar, yang mempertegas bahwa tidak hanya nilai PGA yang menentukan kerusakan, tetapi juga karakteristik struktur dan kondisi tanah setempat.

2.1.4 Deterministic Seismic Hazard Map Using Region-Specific Gmpes Of Maharashtra State, India

(Dhole & Bakre, 2024) melakukan penelitian mengenai analisis bahaya gempa deterministik untuk menyusun peta bahaya seismik berdasarkan skenario gempa pengendali. Penelitian ini bertujuan mengembangkan peta bahaya gempa deterministik untuk negara bagian Maharashtra, India, dengan memanfaatkan Ground Motion Prediction Equations (GMPE) spesifik regional untuk

meningkatkan akurasi prediksi percepatan tanah maksimum (*Peak Ground Acceleration/ PGA*) di tingkat dasar batuan dan berbagai jenis tanah. Tujuan utama adalah mengurangi risiko kerusakan pada struktur penting dan fasilitas infrastruktur melalui estimasi bahaya gempa yang realistis. Untuk mencapai ini, penulis juga melakukan klasterisasi seismik dengan metode *K-mean* guna membentuk zona-zona seismik yang bermakna secara geografi dan seismologis di kawasan studi.

Pendekatan yang dipakai adalah *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) dengan penggunaan tiga GMPE regional yang berbeda dalam *logic tree* untuk menangkap variasi respon gempa lokal yang dipengaruhi karakteristik geologi setempat. Penelitian dimulai dengan menyusun katalog gempa homogen melalui identifikasi *mainshock* dari dataset sejarah gempa yang ada. Kemudian, nilai maksimum magnitudo yang mungkin terjadi ($\hat{M}max$) dan faktor koreksi positif (Δ) ditentukan untuk setiap sumber sesar. Nilai ini dipakai untuk memperkirakan panjang patahan dan magnitudo maksimum pada sumber gempa. Peta kontur bahaya gempa kemudian disiapkan untuk lapisan bedrock level, serta situs tanah kelas C dan D berdasarkan hasil DSHA untuk ketiga GMPE yang dipakai.

Analisis menunjukkan variasi nilai PGA maksimum yang signifikan tergantung pada tipe tanah dan lokasi. Pada bagian barat Maharashtra, nilai PGA maksimum yang dihitung mencapai sekitar 0.58 g pada batuan dasar, 0.70 g pada lokasi dengan tanah kelas C, dan 0.33 g pada tanah kelas D. Peta bahaya yang dihasilkan memperlihatkan bahwa daerah tertentu seperti di sekitar kota besar (misalnya Mumbai dan Pune) memiliki nilai PGA yang lebih tinggi, sehingga menunjukkan bahaya gempa yang lebih besar pada desain struktur. Perbedaan nilai PGA antar GMPE juga menunjukkan bahwa pemilihan model redaman sangat berpengaruh dalam estimasi bahaya gempa, yang berimplikasi pada rekomendasi parameter desain gempa dalam perencanaan infrastruktur.

2.1.5 Application Of Lai And Juang Methods For Liquefaction Probability Analysis In Petobo, Palu

Penelitian oleh (Ariyanti dkk., 2024) bertujuan untuk mengevaluasi potensi likuefaksi di area Petobo, Kota Palu dengan pendekatan probabilistik yang memanfaatkan metode Lai et al. (2006) dan Juang et al. (2008). Fokus utamanya

bukan hanya sekadar menilai apakah likuefaksi bisa terjadi, tetapi juga mengukur probabilitas likuefaksi (PL) relatif terhadap variasi magnitudo gempa yang mungkin terjadi di lokasi tersebut. Penelitian ini juga ingin memperkuat asumsi tentang keberadaan risiko likuefaksi di wilayah studi dengan nilai probabilitas yang dihitung berdasarkan *Factor of Safety* (FS), sehingga memberikan gambaran numerik tentang tingkat risiko untuk setiap titik uji yang dianalisis.

Metode penelitian ini bersifat analisis teoritis dengan data sekunder. Parameter gempa dianalisis menggunakan aplikasi DEEPSOIL untuk menghitung nilai percepatan puncak permukaan tanah (amax), yang menjadi input kunci dalam evaluasi likuefaksi probabilistik. Nilai amax kemudian digunakan bersama dengan data N-SPT dan sifat tanah dari bor log untuk menghitung *Factor of Safety* (FS) terhadap likuefaksi pada berbagai kedalaman. Dua metode probabilistik yang dipakai adalah (Lai dkk., 2006) dan (Juang dkk., 2008), keduanya menghitung probabilitas likuefaksi berdasarkan model statistik dari nilai FS. Selain itu penelitian juga menghitung Liquefaction Potential Index (LPI) untuk menggambarkan tingkat keparahan potensi likuefaksi dengan mempertimbangkan weighting factor terhadap kedalaman hingga 20 meter.

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa dari enam titik uji (LP-1 sampai LP-6) yang dianalisis, potensi likuefaksi ditemukan di LP-2, LP-4, dan LP-5, sedangkan LP-1, LP-3, dan LP-6 tidak menunjukkan kemungkinan likuefaksi pada berbagai skenario magnitudo gempa. Secara numerik, probabilitas likuefaksi di LP-2 mencapai 0,31 pada magnitudo Mw 8 untuk kedalaman sekitar 16,5 meter menurut metode Juang, yang dikategorikan sebagai *Not Likely to be Liquefied*. Untuk LP-4, probabilitas likuefaksi tertinggi adalah 0,37 pada kedalaman 10,5 meter pada Mw 8; dan LP-5 menunjukkan probabilitas sekitar 0,32 pada kedalaman 10,5 meter untuk Mw 8. Perbandingan antara metode menunjukkan bahwa Lai et al. cenderung memberikan estimasi probabilitas yang lebih tinggi dibanding Juang et al., yang menunjukkan terkadang perbedaan signifikan pada interpretasi risiko likuefaksi (misalnya nilai probabilitas mendekati 1,0 pada beberapa titik menurut Lai, tetapi tidak demikian menurut Juang.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Perbandingan antara penelitian yang akan dilakukan penulis dengan penelitian terdahulu akan disajikan dalam Tabel 2.1 di halaman berikutnya.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Aspek Penelitian	Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
	Qodri dkk. (2022)	**Mona dkk. (2023)**	**Prasetyo dkk. (2023)**	**Dhole dan Bakre (2024)**	**Ariyanti dkk. (2024)**	**Sidiq (2026)**
Judul	Analisis respons tanah dan potensi likuefaksi akibat gempa megathrust pada tanah aluvial di Provinsi Banten	Evaluasi potensi likuefaksi tanah pasir dengan metode Simplified Procedure dan Kishida di Aceh Barat	Analisis bahaya gempa deterministik (DSHA) di Kabupaten Malang Selatan	Pemetaan bahaya gempa deterministik berbasis GMPE regional di Maharashtra, India	Analisis probabilitas likuefaksi di Petobo, Palu menggunakan DEEPSOIL dan metode Lai & Juang.	Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Metode Deterministic Seismic Hazard Analysis (Dsha) Pada Tanah Aluvial Di Kota Palu
Tujuan	Menilai respons tanah setempat, amplifikasi, percepatan tanah maksimum, serta ambang batas likuefaksi pada endapan aluvial.	Menganalisis stabilitas lapisan tanah berpasir terhadap gempa serta menentukan kedalaman lapisan berpotensi likuefaksi.	Menentukan besarnya PGA maksimum akibat skenario gempa serta memetakan zona bahaya di wilayah selatan Kabupaten Malang.	Menyusun peta bahaya seismik deterministik berbasis GMPE regional guna meningkatkan akurasi estimasi PGA.	Menghitung probabilitas dan tingkat keparahan likuefaksi berdasarkan variasi magnitudo gempa.	PGA permukaan (setelah amplifikasi 1,8) berkisar 0,38 g hingga 1,03 g. Lapisan tanah dangkal (1–6 m di Balaroa, Petobo, Jono Oge) memiliki $FS < 1{,}0$ dan $\sum L\,PI > 15$ (potensi sangat tinggi), sejalan dengan kerusakan gempa Palu 2018.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Aspek Penelitian	**Penelitian Terdahulu**					**Penelitian Sekarang**
	Qodri dkk. (2022)	**Mona dkk. (2023)**	**Prasetyo dkk. (2023)**	**Dhole dan Bakre (2024)**	**Ariyanti dkk. (2024)**	**Sidiq (2026)**
Metode	Analisis DSHA untuk skenario gempa, pemodelan respons tanah 1D non-linear menggunakan DEEPSOIL, serta evaluasi data SPT dan Vs.	Menggunakan data SPT dan parameter BMKG; menerapkan *Simplified Procedure* (CSR, CRR, FS) serta metode Kishida dengan grafik batas kritis.	Analisis data gempa USGS menggunakan pendekatan DSHA dengan fungsi atenuasi McGuire dan Donovan.	Menerapkan DSHA dengan *logic tree* dari tiga GMPE regional serta pengelompokan katalog gempa menggunakan *K-mean clustering*.	Analisis respons tanah memakai DEEPSOIL untuk input percepatan, dilanjutkan evaluasi probabilitas likuefaksi berbasis FS dan LPI menggunakan metode Lai (2006) dan Juang (2008).	DSHA menggunakan *OpenQuake Engine* dengan skenario Sesar Palu-Koro Segmen Palu ($M_w = 7{,}4$) dan GMPE BSSA14; evaluasi likuefaksi menggunakan *Simplified Procedure* (Idriss & Boulanger, 2014) serta LPI (Iwasaki dkk., 1982) berdasarkan data SPT.
Hasil	Terjadi amplifikasi hingga ±2 kali; pasir jenuh dangkal berpotensi likuefaksi pada PGA ±0,1 g	likuefaksi teridentifikasi pada kedalaman 14–15,50 m ($CRR_{7.5} = 0{,}12$, $FS < 1$ pada $M_w \geq 7$),	PGA maksimum berkisar 38,76–69,78 gals (McGuire) dan 41,98–76,21 gals (Donovan), dengan zona bahaya tertinggi	PGA maksimum berkisar 38,76–76,21 gals, dengan zona bahaya tertinggi berada di Bantur,	Potensi likuefaksi teridentifikasi pada titik LP-2, LP-4, dan LP-5 dengan probabilitas maksimum 0,37 pada	PGA permukaan (setelah amplifikasi 1,8) berkisar 0,38 g hingga 1,03 g. Lapisan tanah dangkal (1–6 m di Balaroa, Petobo, Jono

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Aspek Penelitian	**Penelitian Terdahulu**					**Penelitian Sekarang**
	Qodri dkk. (2022)	**Mona dkk. (2023)**	**Prasetyo dkk. (2023)**	**Dhole dan Bakre (2024)**	**Ariyanti dkk. (2024)**	**Sidiq (2026)**
Hasil	dengan V_{s30} 180–240 m/s.	sedangkan lapisan di atasnya non-likuefaksi.	di Bantur, Gedangan, dan Sumbermanjing.	Gedangan, dan Sumbermanjing.	M_w8 (metode Lai lebih tinggi dibanding Juang).metode Lai (2006) dan Juang (2008).	Oge) memiliki $FS < 1{,}0$ dan $\sum LPI > 15$ (potensi sangat tinggi), sejalan dengan kerusakan gempa Palu 2018.

2.4 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai potensi likuifaksi akibat gempa bumi pada tanah aluvial telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan pendekatan yang beragam, baik melalui metode empiris berbasis SPT, analisis bahaya gempa deterministik, maupun pendekatan probabilistik. Namun, berdasarkan telaah terhadap beberapa penelitian terdahulu seperti Qodri dkk. (2022), Mona dkk. (2023), Prasetyo dkk. (2023), Dhole dan Bakre (2024), serta Ariyanti dkk. (2024), diketahui bahwa masing-masing penelitian masih memiliki keterbatasan. Keterbatasan tersebut umumnya terletak pada kurangnya integrasi langsung antara parameter tanah spesifik (N-SPT) dengan analisis bahaya gempa pada area dengan karakteristik tektonik yang kompleks.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menggunakan asumsi percepatan tunggal atau satu model atenuasi, penelitian ini secara khusus menganalisis hubungan nilai N-SPT terhadap potensi likuifaksi berdasarkan *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA). Analisis ini memanfaatkan data *simple fault geometry* dan kondisi tektonik lokal di Kota Palu. Pengaruh amplifikasi lokal dievaluasi untuk mendapatkan percepatan permukaan ($PGA_{surface}$) yang akurat di wilayah studi. Penelitian ini berfokus pada evaluasi lapisan tanah aluvial untuk melihat secara langsung korelasi antara nilai kekerasan tanah (N-SPT) dengan kerentanannya terhadap likuifaksi pada skenario gempa deterministik..

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model hubungan nilai N-SPT dan evaluasi likuifaksi yang spesifik serta terintegrasi dengan kondisi tanah aluvial di Kota Palu. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya mitigasi risiko kegagalan tanah akibat gempa secara lebih presisi di wilayah tersebut. Persamaan dan perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Persamaan	Perbedaan
1	Seluruh penelitian sama-sama menganalisis pengaruh gempa bumi terhadap respon tanah dan potensi likuifaksi pada lapisan tanah jenuh..	Objek penelitian difokuskan secara spesifik pada tanah aluvial di Kota Palu, dengan menitikberatkan pada analisis korelasi menggunakan parameter N-SPT.

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Persamaan	Perbedaan
2	Menggunakan parameter gempa (seperti PGA atau a_{max}) sebagai variabel utama dalam evaluasi likuifaksi.	Penelitian ini mengintegrasikan DSHA berbasis geometri sesar (*fault geometry*) lokal Kota Palu untuk mengevaluasi likuifaksi, bukan sekadar menggunakan pendekatan empiris atau asumsi skenario gempa umum.
3	Memanfaatkan data lapangan seperti N-SPT dan karakteristik lapisan tanah sebagai input analisis.	Penelitian ini secara eksplisit mencari hubungan/korelasi langsung antara nilai N-SPT dengan potensi likuifaksi, menggunakan output dari analisis respons tanah secara deterministik.
4	Sama-sama bertujuan mengidentifikasi zona atau kedalaman lapisan yang berpotensi mengalami likuifaksi.	Penelitian ini menggunakan percepatan hasil amplifikasi lokal ($PGA_{surface}$) yang disesuaikan dengan profil tanah aluvial Kota Palu, bukan PGA terpetakan secara regional.
5	Seluruh studi menegaskan peran besar kondisi tanah lokal terhadap kerentanan likuifaksi.	Penelitian ini menjadikan kondisi spesifik tanah aluvial Kota Palu dan variasi nilai N-SPT-nya sebagai penentu utama dalam model evaluasi potensi likuifaksi.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Gempa Bumi dan Seismotektonik Kota Palu

Karakteristik gempa bumi, dari mekanisme sumber hingga besarnya energi yang dilepaskan, menentukan gerakan tanah yang bekerja pada suatu situs. Subbab ini menguraikan konsep dasar gempa bumi, gelombang seismik, ukuran kekuatannya, dan juga seismotektonik Sesar Palu-Koro sebagai sumber gempa pengendali di Kota Palu.

3.1.1 Pengertian dan Mekanisme Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran permukaan bumi akibat pelepasan energi regangan secara tiba-tiba dari kerak bumi, yang merambat sebagai gelombang seismik (Kramer, 1996). Berdasarkan penyebabnya, gempa dibedakan menjadi tektonik, vulkanik, runtuhan, dan buatan yang dapat di lihat pada Tabel 3.1. Penelitian ini berfokus pada gempa tektonik karena bermagnitudo besar, berjangkauan luas, dan menjadi penyebab gempa Palu 2018.

Tabel 3.1 Klasifikasi Gempa Bumi Berdasarkan Penyebabnya (Kramer, 1996)

Jenis Gempa	**Penyebab**	**Magnitudo Umum**
Tektonik	Pergeseran lempeng/sesar	Besar
Vulkanik	Aktivitas gunung api	Kecil-Sedang
Runtuhan	Runtuhnya rongga bawah tanah	Kecil
Buatan	Ledakan/aktivitas manusia	Kecil

Mekanisme gempa tektonik dijelaskan melalui teori lenting elastik oleh Reid pada tahun 1910 dimana energi regangan yang terakumulasi pada batuan di kedua sisi sesar dilepaskan secara mendadak ketika tegangan geser melampaui kapasitas bidang sesar. Titik awal pelepasan energi disebut hiposentrum, dan proyeksinya di permukaan disebut episentrum. Berdasarkan kedalaman hiposentrum, gempa dibagi menjadi dangkal (< 70 km), menengah (70–300 km), dan dalam (> 300 km) yang dirangkum pada Tabel 3.2. Gempa Palu 2018 tergolong dangkal dengan

kedalaman ±10–20 km, sehingga menghasilkan intensitas guncangan yang tinggi di permukaan (Socquet dkk., 2019).

Tabel 3.2 Klasifikasi Gempa Bumi Berdasarkan Kedalaman Hiposentrum (Kramer, 1996)

Kategori	**Kedalaman Hiposentrum**	**Karakteristik Dampak**
Gempa dangkal	< 70	Dampak permukaan besar
Gempa menengah	70 – 300	Dampak permukaan menengah
Gempa Dalam	> 300	Dampak permukaan kecil

3.1.2 Jenis Sesar dan Mekanisme Sumber

Pergeseran sesar terjadi dalam beberapa moda bergantung pada arah gerak relatif kedua blok batuan yang diringkas pada Tabel 3.3. Pada Sesar Palu-Koro tergolong geser-mendatar mengiri (*sinistral strike-slip*), yaitu blok di seberang tampak bergerak ke kiri bila diamati dari satu sisi sesar (Bellier dkk., 2001). Mekanisme ini turut menentukan karakter gerakan tanah yang dihasilkan sekaligus mengarahkan pemilihan persamaan prediksi gerakan tanah.

Tabel 3.3 Jenis-Jenis dan Karakteristik Sesar (Bellier dkk., 2001)

Jenis Sesar	**Gerakan Reltif Blok**	**Tegangan Dominan**
Geser-mendatar (strike-slip)	Horizontal sejajar sesar	Geser
Naik (reverse/thrust)	Blok atas bergerak naik	Tekan (kompresi)
Turun (normal)	Blok atas bergerak turun	Tarik (ekstensi)
Oblik (oblique)	Kombinasi mendatar dan vertikal	Campuran

3.1.3 Gelombang Seismik

Energi gempa merambat sebagai gelombang badan (*body waves*) berupa gelombang primer (P) dan sekunder (S), serta gelombang permukaan (*surface waves*) berupa gelombang Rayleigh dan Love (Tabel 3.4). Gelombang S paling menentukan dalam likuefaksi karena regangan geser sikliknya membangkitkan tekanan air pori berlebih pada pasir jenuh air (Seed & Idriss, 1971).

Tabel 3.4 Karakteristik Gelombang Seismik (Kramer, 1996)

Gelombang	**Arah Gerak Partikel**	**Kecepatan Relatif**	**Media Perambatan**	**Relevansi Likuefaksi**
Primer (P)	Sejajar arah rambat (longitudinal)	Tercepat	Padat dan cair	Rendah
Sekunder (S)	Tegak lurus arah rambat (transversal)	Lebih lambat dari P	Hanya padat	Tinggi (pemicu utama)
Rayleigh	Eliptik pada bidang vertikal	Lebih lambat dari S	Permukaan	Sedang
Love	Geser horizontal	Lebih lambat dari S	Permukaan	Sedang

Kecepatan gelombang geser ditentukan oleh kekakuan dan densitas medium yang dilaluinya dengan Persamaan 3.1.

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \tag{3.1}$$

Keterangan:

V_s = kecepatan gelombang geser (m/s)

G = modulus geser (Pa)

ρ = densitas massa medium (kg/m^3)

Semakin lunak medium, semakin lambat gelombang gesernya. Pasir lepas penyusun endapan aluvial Kota Palu berada pada kelompok berkecepatan rendah seperti yang ditampilkan Tabel 3.5, sehingga saat gelombang berpindah dari batuan

dasar yang kaku ke lapisan aluvial yang lunak, amplitudonya menguat (Kramer, 1996.

Tabel 3.5 Klasifikasi Kecepatan Gelombang Geser Tipikal (Irsyam dkk., 2020)

Material	**Kisaran V_s** (m/s)
Batuan keras	> 1.500
Batuan lunak	750-1.500
Tanah keras / sangat keras	350-750
Tanah sedang	175-350
Tanah lunak / pasir lepas	< 175

Selain jenisnya, gempa dikenali dari kandungan frekuensinya melalui rasio percepatan terhadap kecepatan gerakan (*A/V*) yang telah di tampilkan pada Tabel 3.6. Pembagian ini penting karena gempa berfrekuensi rendah mudah beresonansi dengan lapisan tanah lunak yang tebal seperti endapan aluvial Lembah Palu (Pawirodikromo, 2012)

Tabel 3.6 Klasifikasi Frekuensi Gempa Berdasarkan Rasio Percepatan (Pawirodikromo, 2012)

Jenis Frekuensi	**Rasio *A/V* (g/(m/s))**
Rendah	$A/V < 0,8$
Menegah	$0,8 \leq A/V \leq 1,2$
Tinggi	$A/V \geq 1,2$

3.1.4 Magnitudo dan Energi Gempa

Magnitudo mengukur kekuatan gempa dari amplitudo gelombang yang terekam seismograf. Magnitudo momen (Mw) yang diperkenalkan Hanks dan Kanamori (1979) kini menjadi standar dunia karena dihitung langsung dari parameter fisik sumber dan tidak mengalami saturasi. Skala-skala ini dibagi menjadi beberapa jenis beserta dengan keterbatasannya yang dapat dilihat pada Tabel 3.7 dibawah ini.

Tabel 3.7 Jenis-Jenis Skala (Hanks & Kanamori, 1979)

Skala	Simbol	Dasar Pengukuran	Keterbatasan
Magnitudo Lokal	M_L	Amplitudo maksimum (seismograf Wood-Andersoon)	Terbatas jarak dan instrumen
Magnitudo gelombang badan	M_b	Amplitude gelombang P	Saturasi pada 6,5
Magnitudo gelombang permukaan	M_s	Amplitudo gelombang S	Saturasi pada 8,0
Magnitudo momen	M_w	Momen seismik	Tidak mengalami saturasi

Magnitudo momen berakar pada momen seismik yang mengukur besar kerja pergeseran sesar ditampilkan pada Persamaan 3.2, yang dikonversi menjadi magnitudo momen melalui Persamaan 3.3. Adapun energi seismik terkait magnitudo melalui relasi Gutenberg-Richter dengan Persamaan 3.4 berikut.

$$M_0 = \mu \, . A \, . \bar{D} \tag{3.2}$$

$$M_w = \frac{2}{3} \log_{10} M_0 - 10{,}7 \tag{3.3}$$

$$\log_{10} E = 4{,}8 + 1{,}5M \tag{3.4}$$

Keterangan:

M_0 = momen seismik (dyne.cm)

μ = modulus geser batuan sumber $(dyne/cm^2)$

A = luas bidang sesar yang pecah (cm^2)

$\bar{D}$ = rata-rata pergeseran sesar (cm)

E = energi seismik (joule)

M = magnitudo gempa

Selisih magnitudo yang kecil berimplikasi besar pada energi yang dilepaskan, selisih ini dapat dilihat pada Tabel 3.8 dibawah. Energi inilah yang menjelaskan

luasnya likuefaksi Palu 2018. Magnitudo momen juga masuk langsung sebagai faktor skala magnitudo dalam metode Idriss & Boulanger.

Tabel 3.8 Perbandingan Selisih Magnitudo dengan Rasio Energi *(Gutenberg & Richter, 1956)*

Selisih Magnitudo (ΔM)	**Rasio Energi** ($10^{1,5\Delta M}$)
0,5	≈ 5,6 kali
1,0	≈ 31,6 kali
1,5	≈ 178 kali
2,0	≈ 1.000 kali

3.1.5 Intensitas Gempa

Intensitas menyatakan tingkat guncangan yang dirasakan di suatu tempat dan meluruh seiring bertambahnya jarak dari sumber (Wood & Neumann, 1931). Skala yang lazim dipakai adalah *Modified Mercalli Intensity* (MMI) yang bersifat kualitatif, sehingga perlu dijembatani ke percepatan tanah puncak (PGA) melalui hubungan empiris dengan Persamaan 3.5.

$$I_{MMI} = a + b \log_{10}(PGA) \quad (3.5)$$

Keterangan:

I_{MMI} = intensitas *Modified Mercalli*

a, b = konstanta regresi yang bergatung pada wilayah

PGA = percepatan tanah puncak (gal atau % g)

Guncangan di Kota Palu pada 2018 mencapai MMI VII–IX, setara PGA ±0,18–1,24 g sesuai Tabel 3.9 dibawah (Wald dkk., 1999), hal sejalan dengan kerusakan berat dan likuefaksi yang teramati. Bagi penelitian ini, PGA merupakan keluaran utama analisis DSHA setelah diamplifikasi ke permukaan, yang langsung dipakai menghitung tegangan geser siklik.

Tabel 3.9 Konversi intensitas MMI terhadap PGA (Wald dkk., 1999)

MMI	PGA (% g)	Persepsi Guncangan	Potensi Kerusakan
I	< 0.17	Tidak terasa	Tidak ada
II-III	0,17-1,4	Lemah	Tidak ada
IV	1,4-3,9	Ringan	Tidak ada
V	3,9-9,2	Sedang	Sangat ringan
VI	9,2-18	Kuat	Ringan
VII	18-34	Sangat kuat	Sedang
VIII	34-65	Parah	Sedang-berat
IX	65-124	Hebat	Berat
X+	>124	Ekstrem	Sangat berat

3.1.6 Sejarah Kegempaan di Kota Palu

Jalur Sesar Palu-Koro berulang kali memicu gempa merusak sejak abad ke-19, banyak di antaranya disertai tsunami (PuSGeN, 2025) yang di rangkum pada Tabel 3.10. Kejadian terbesar sekaligus paling menghancurkan adalah gempa Mw 7,4 pada 28 September 2018, pengamatan geodesi memperlihatkan rekahannya merambat secara supershear lebih cepat daripada gelombang geser batuan sehingga guncangan menjadi lebih kuat dan lebih lama (Socquet dkk., 2019). Guncangan sekuat itu di atas tanah aluvial jenuh air memicu likuefaksi masif berupa aliran tanah di Balaroa, Petobo, dan Jono Oge. Rekam jejak ini menjadi dasar historis pemilihan Sesar Palu-Koro sebagai sumber gempa pada analisis DSHA penelitian ini.

Tabel 3.10 Sejarah Kegempaan di Kota Palu dan Sekitarnya (PuSGeN, 2025)

Tahun	Magnitudo	Lokasi	Dampak Utama
1927	M ≈ 6,3-6,5	Teluk Palu	Tsunami ± 15m, korban jiwa di Palu-Biromaru
1938	M ≈ 6	Teluk Tambu, Donggala	Tsunami 8-10m, ± 200 korban jiwa
1968	M ≈ 7	Mapga, Donggala,	Tsunami ± 10m
1996	M ≈ 7,4	Selat Makassar	Tsunami 1-3,4m

Lanjutan Tabel 3.10 Sejarah Kegempaan di Kota Palu dan Sekitarnya (PuSGeN, 2025)

Tahun	Magnitudo	Lokasi	Dampak Utama
2012	M ≈ 6,3	Jalur Sesar Palu-Koro	Guncangan dirasakan di Palu
2018	M ≈ 7,4	Sesar Palu-Koro	likuefaksi massif, tsunami, ribuan korban jiwa

3.2 Mekanisme Tanah Dinamis

Mekanisme tanah dinamis menelaah perilaku tanah saat menerima beban siklik gempa, yang menentukan seberapa besar gerakan diperkuat atau diredam serta bagaimana tanah berperilaku hingga terlikuefaksi (Kramer, 1996). Karakteristik tanah dipilah menjadi kelompok indeks statik (gradasi, angka pori, sudut gesek dalam) dan kelompok dinamik (modulus geser, rasio redaman, kecepatan gelombang geser), keduanya menjadi masukan analisis respons dinamis tanah.

3.2.1 Karakteristik Indeks dan Statik Tanah Pasir

Tanah pasir tersusun atas butiran berukuran 0,075–2 mm dengan tekstur kasar dan ruang antarbutir lebar, sehingga strukturnya cenderung lepas dan tak berkohesi (c = 0) (Das & Sobhan, 2018a). Tanpa kohesi, butiran pasir mudah memadat atau merenggang saat diguncang, dan di situlah likuefaksi bermula. Gradasi butiran diringkas melalui koefisien keseragaman dan koefisien gradasi (Persamaan 3.6 dan 3.7).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \tag{3.6}$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} \tag{3.7}$$

dengan:

C_u = koefisien keseragama

C_c = Koefisien gradasi

D_{10} = Diameter butir pada persentase lolos 10%

D_{30} = Diameter butir pada persentase lolos 30%

D_{60} = Diameter butir pada persentase lolos 60%

Tanah pasir bergradasi seragam (*poorly graded*) lebih rentan terhadap likuefaksi daripada tanah bergradasi baik (*well graded*) karena susunan butirnya kurang rapat dan mudah memadat saat menerima beban siklik (Kramer, 1996). Kriteria gradasi disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Kriteria Gradasi Tanah Berdasarkan Koefisien Keseragaman Dan Gradasi *(Das & Sobhan, 2018b)*

Jenis Tanah	**Kriteria Gradasi Baik**
Pasir (S)	$C_u \geq 6$ dan $1 \leq C_c \leq 3$
Kerikil (G)	$C_u \geq 4$ dan $1 \leq C_c \leq 3$
Tidak memenuhi kriteria	Tergolong bergradasi buruk (*poorly graded*)

Kepadatan pasir dinyatakan melalui angka pori dalam Persamaan 3.8 dan kepadatan relatif (Persamaan 3.9). Tanah lepas bersifat kontraktif dan mudah membangkitkan tekanan air pori, sedangkan tanah padat bersifat dilatif dan lebih tahan likuefaksi.

$$e = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1 \tag{3.8}$$

$$D_r = \frac{e_{maks} - e}{e_{maks} - e_{min}} \times 100\% \tag{3.9}$$

dengan:

e = angka pori

G_s = berat jenis butir tanah

γ_w = berat volume air (kN/m^3)

γ_d = berat volume kering tanah (kN/m^3)

D_r = kepadatan relative (%)

e_{maks}= angka pori pada kondisi paling lepas

e_{min} = angka pori pada kondisi paling padat

Data lapangan penelitian ini berupa hasil uji penetrasi standar (SPT), sehingga kepadatan relatif ditaksir dari nilai N-SPT melalui Tabel 3.12. Nilai N-SPT rendah menandakan tanah lepas yang rawan likuefaksi.

Tabel 3.12 Hubungan Nilai N-SPT Dengan Kepadatan Relatif Dan Sudut Gesek Dalam Tanah Pasir *(Das & Sobhan, 2018b)*

Nilai N-SPT	**Kepadatan relatif, D_r(%)**	**Kondisi Tanah**	**Sudut Gesek Dalam, ϕ (Derajat)**
0 – 4	< 15	Sangat lepas	< 30
4 – 10	15 – 35	Lepas	30 – 32
10 – 30	35 – 65	Sedang	32 – 36
30 – 50	65 – 85	Padat	36 – 40
> 50	> 85	Sangat padat	> 40

3.2.2 Tegangan Efektif dan Tekanan Air Pori

(Terzaghi, 1943) memperkenalkan gagasan kunci mengenai perilaku tanah jenuh air dikendalikan oleh tegangan efektif dimana tegangan yang ditanggung kerangka butiran bukan merupakan tegangan total. Tegangan total di suatu titik merupakan jumlah tegangan efektif antarbutir dan tekanan di rongga tanah, Adapun persamaannya dapat dilihat pada Persamaan 3.10 berikut.

$$\sigma'_v = \sigma - u \tag{3.10}$$

dengan:

σ'_v = tegangan efektif (kPa)

σ = tegangan total (kPa)

u = tekanann air pori (kPa)

Pada kondisi statis, tegangan efektif vertikal pada tanah berlapis dihitung dengan mengurangkan tekanan air pori hidrostatis dari tegangan total vertikal yang di rumuskan dengan Persamaan 3.11, sedangkan tegangan efektif horizontal dihitung melalui koefisien tekanan tanah saat diam dengan Persamaan 3.12.

$$\sigma'_{v0} = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \, h_i - \gamma_w h_w \tag{3.11}$$

$$K_0 = 1 - \sin \phi' \; ; \qquad \sigma'_h = K_0 . \sigma'_v \tag{3.12}$$

dengan:

σ'_{v0} = tegangan efektif vertical awal (kPa)

γ_i = berat volume lapisan tanah ke-i (kN/m^3)

h_i = tebal lapisan ke-I (m)

γ_w = berat volume air (9,81 kN/m^3)

h_w = tinggi muka air tanah di atas titik tinjau (m)

K_0 = koefisien tekanan tanah saat diam

ϕ' = sudut gesek dalam efektif

σ'_h = tegangan efektif horizontal (kPa)

σ'_v = tegangan efektiv vertikal (kPa)

Nilai berat volume tanah yang digunakan disajikan pada Tabel 3.13. Sebagai ilustrasi penerapan Persamaan 3.11, contoh perhitungan tegangan efektif pada profil pasir berlapis dengan muka air 1 m disajikan pada Tabel 3.14; tegangan efektif meningkat terhadap kedalaman sehingga lapisan yang lebih dalam lebih tahan likuefaksi.

Tabel 3.13 Kisaran Berat Volume Jenuh Tanah Tipikal *(Das & Sobhan, 2018b)*

Jenis Tanah	**Berat Volume Jenuh, γ_{sat} (kN/m^3)**
Pasir lepas	18 – 19
Pasir padat	19 – 21
Lanau	17 – 19
Lempung lunak	16 – 18
Lempung kaku	18 – 21

Tabel 3.14 Contoh Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal Pada Profil Tanah Berlapis (Muka Air Pada Kedalaman 1 M) (Terzaghi, 1943)

Kedalaman, z (m)	$\boldsymbol{\gamma}$ $\boldsymbol{(kN/m^3)}$	$\boldsymbol{\sigma_{v0}}$ **(kPa)**	$\boldsymbol{u_0}$ **(kPa)**	$\boldsymbol{\sigma'_{v0}}$ **(kPa)**
2	18	36,0	9,8	26,2
5	19	93,0	39,2	53,8
10	20	193,0	88,3	104,7

Tegangan efektif inilah pengendali kuat geser dan kekakuan tanah. Pada dasarnya, likuefaksi adalah saat tegangan efektif lenyap karena tekanan air pori ysng naik mendekati tegangan total, sehingga kuat geser tanah anjlok hampir ke nol (Terzaghi, 1943).

3.2.3 Perilaku Tanah Jenuh di Bawah Beban Siklik

Ketika pasir lepas jenuh air diguncang, butirannya berusaha memadat, namun pada kondisi tak-terdrainase air pori tidak sempat keluar, sehingga yang muncul justru lonjakan tekanan air pori berlebih yang menggerus tegangan efektif (Seed & Lee, 1966). Perkembangannya diukur melalui rasio tekanan air pori berlebih pada Persamaan 3.13.

$$r_u = \frac{\Delta u}{\boldsymbol{\sigma'_{v0}}} \tag{3.13}$$

dengan:

r_u = rasio tekanan air pori berlebih

Δu = tekanan air pori berlebih yang terbangkitkan (kPa)

σ'_{v0} = tegangan efektif vertikal awal (kPa)

σ′v0 = tegangan efektif vertikal awal (kPa)

Nilai ru meningkat seiring jumlah siklus beban dimana ketika mendekati satu, tegangan efektif mendekati nol dan tanah kehilangan kuat gesernya atau terjadinya likuefaksi awal (Ishihara, 1996) ditampilkan pada Tabel 3.15. Jumlah siklus berkaitan dengan magnitudo, yaitu semakin besar magnitudo, semakin banyak siklus ekuivalen yang dialami tanah (Seed & Idriss, 1971). Berdasarkan perilaku

ini, likuefaksi dipilah menjadi likuefaksi aliran (*flow liquefaction*) pada tanah lepas yang bergerak jauh, dan mobilitas siklik (*cyclic mobility*) pada tanah lebih padat dengan deformasi bertahap (Kramer, 1996). Aliran tanah di Balaroa, Petobo, dan Jono Oge saat gempa Palu 2018 merupakan contoh likuefaksi aliran yang terjadi di Kota Palu saat gempa terjadi.

Tabel 3.15 Interpretasi Rasio Tekanan Air Pori *(Seed & Lee, 1966)*

Nilai r_u	**Kondisi Tanah**
0	Belum ada kenaikan tekanan air pori
$0 < r_u < 1$	Tegangan efektif menurun Sebagian
$r_u \approx 1$	Tegangan efektif mendekati nol, likuefaksi awal

3.2.4 Karakteristik Dinamik Tanah

Karakteristik dinamik tanah adalah modulus geser, rasio redaman, dan kecepatan gelombang geser dimana karakteristik ini menentukan bagaimana menanggapi beban siklik gempa (Das & Sobhan, 2018a).Saat menerima geseran siklik, elemen tanah terdistorsi sebesar regangan geser, yaitu nisbah perpindahan horizontal terhadap tinggi elemen. Nisbah tegangan geser terhadap regngan geser inilah yang disebut modulus geser, adapun persamana perhitungannya dapat dilihat pada Persamaan 3.14 berikut.

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \tag{3.14}$$

Keterangan:

G = modulus geser (kPa)

τ = tegangan geser (kPa)

γ = regangan geser

Pada tingkat regangan geser yang sangat kecil, tanah berperilaku mendekati elastic dengan modulus geser maksimum (G_{maks}) yang dihitung dari kecepatan gelombang geser dan densitas tanah, sebagaimana dinyatakan pada Persamaan 3.15 berikut.

$$G_{maks} = \rho \, . V_s^2 \tag{3.15}$$

Dengan:

G_{maks}= modulus geser maksimum (kPa)

ρ = densitas massa tanah (kg/m^3)

V_s = kecepatan gelombang geser (m/s)

Selain dari kecepatan gelombang geser, modulus geser maksimum juga dapat dinyatakan sebagai fungsi angka pori dan tegangan kekang efektif rata-rata. Sebagaimana bentuk umum pada Persamaan 3.16 berikut.

$$G_{maks} = A \, . F(e) \, . (\sigma_m')^n \tag{3.16}$$

Keterangan:

A = konstanta empiris

$F(e)$ = fungsi angka pori

σ_m' = tegangan kekang efektif rata-rata (kPa)

n = eksponen yang umumnya bernilai sekitar 0,5

Persamaan 3.16 menunjukkan bahwa modulus geser maksimum meningkat seiring bertambahnya tegangan kekang dan menurun seiring bertambahnya angka pori, sehingga lapisan tanah yang lebih dalam dan lebih padat memiliki kekakuan yang lebih besar. Faktor-faktor utama yang memengaruhi modulus geser maksimum dirangkum pada Tabel 3.16 berikut.

Tabel 3.16 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Modulus Geser Maksimum Tanah *(Hardin & Drnevich, 1972)*

Faktor	**Pengaruh terhadap G_{maks}**
Tegangan kekang efektif	Meningkat seiring bertambahnay tegangan kekang
Angka pori	Menurun seiring bertambahnya angka pori
Kepadatan relatif	Meningkat seiring bertambahnya kepadatan
Indeks plastisitas	Memengaruhi bentuk kurva degredasi modulus

Dalam satu siklus pembebanan penuh, hubungan tegangan-tegangan geser membentuk lengkung tertutup yang disebut kurva histeretik (hysteretuc loop) yang

dapat dilihat pada Gambar 3.10. Saat beban bekerja, perilaku menyusuri lintasan pembebanan sampai regangan puncak yaitu begitu arah beban berbalik, ia menyusuri lintasan baliknya sehingga lengkungannya menutup (Widodo, 2012). Dari siklus ke siklus, regangan puncak membesar sementara kekuatan tanah menurun dan modulus pun terdegredasi bertahap (Widodo, 2012). Rasio redaman didefinisikan sebagai Nisbah energi yang terdisipasi terhadap energi regangan maksimum dalam satu siklus yang dapat dilihat pada Persamaan 3.17 berikut.

$$D = \frac{1}{4\pi} . \frac{\Delta W}{W} \tag{3.17}$$

Keterangan:

D = rasio redaman

ΔW = energi terdisipasi per siklus yang setara dengan luas kurva histeretik

W = energi regangan elastik maksimum per siklus

Perilaku tegangan-regangan tanah tidaklah linier artinya tidak berubah menurut besar regangan geser. Pada regangan sangat kecil tanah masih elastik linier, pada regangan menengah menjadi elastik-plastik, dan pada reganagan besar berperilaku nonlinier inelastik yang menuntut analisis tahap demi tahap (Pawirodikromo, 2012). Kaitan antara tingat regangan, perilaku tanah, dan model analisis yang cocok diringkas pada Tabel 3.18 berikut.

Tabel 3.17 Klasifikasi Regangan Geser, Perilaku Tanah, Dan Model Analisis Dinamik (Pawirodikromo, 2012)

Regangan geser, γ	**Perilaku Tanah**	**Model analisis yang sesuai**
$< 10^{-4}$	Linier elastik	Linier elastik
$10^{-4} - 5 \times 10^{-3}$	Elastik-plastik	Linier ekuivalen
$> 10^{-2}$	Nonlinier inelastik	Nonlinier bertahap (*step-by-step*)

Degredasi modulus geser terhadap regangan dapat didekati dengan model hiperbolik dengan Persamaan 3.18 berikut.

$$\frac{G}{G_{maks}} = \frac{1}{1+\frac{\gamma}{\gamma_r}} \quad (3.18)$$

Dengan:

G/G_{maks} = rasio degredasi modulus geser

γ = regangan geser

γ_r = regangan referensi

Regangan referensi merupakan regangan yang didefinisikan pada Persamaan 3.19 berikut.

$$\gamma_r = \frac{T_{max}}{G_{maks}} \quad (3.19)$$

Keterangan:

T_{max} = tegangan geser maksimum yang dapat dipikul tanah (kPa)

Seiring meningkatnya regangan geser, modulus geser mengalami degradasi sementar rasio redaman meningkat, sebagaimana digambarakan pada G/G_{maks} terhadap regangan dan kurva rasio redaman (Vucetic & Dobry, 1991). Kurva-kurva tersebut menjadi parameter masukan utama dalam analisis respons dinamis tanah satu dimensi.

3.2.5 Kecepatan Gelombang Geser dan Korelasinya Terhadap N-SPT

Kecepatan gelombang geser dipakai untuk menaksir kekakuan tanah, derajat amplifikasi, sekaligus dasar klasifikasi situs (Pawirodikromo, 2012). Karena pengukuran langsung tidak selalu tersedia, nilainya kerap ditaksir dari N-SPT melalui korelasi empiris yakni korelasi Imai dan Tonouchi yang disusun dari lebih dari 1.600 data digunakan dalam penelitian ini yang diformulakan pada Persamaan 3.20, sementara korelasi lain dirangkum pada Tabel 3.18.

$$V_s = 97N^{0,314} \quad (3.20)$$

Dengan:

V_s = kecepatan gelombang geser (m/s)

N = Nilai SPT

Beberapa korelasi kecepatan gelombang geser dengan N-SPT untuk semua jenis tanah telah dirangkum pada Tabel 3.19. Korelasi ini sangat relevan untuk penelitian ini karena memungkinkan estimasi kecepatan gelombang geser dan modulus geser dari data SPT yang tersedia.

Tabel 3.18 Persamaan Empiris Kecepatan Gelombang Geser Dengan N-SPT Terhadap Semua Jenis Tanah

No.	**Peneliti**	**Persamaan Vs (m/s)**	**Catatan**
1.	(Ohta & Goto, 1978)	$V_s = 85{,}35N^{0{,}348}$	Berbasis indeks karakteristik tanah
2.	Imai dan Tonouchi (1982)	$V_s = 97N^{0{,}314}$	Berbasis > 1.600 data, semua jenis tanah

Untuk endapan berlapis, kecepatan gelombang geser rata-rata dihitung dengan Persamaan 3.21, yang menjadi dasar klasifikasi situs sekaligus masukan analisis respons dinamis tanah.

$$V_s = \frac{H}{\Sigma(\frac{hi}{Vsi})} \tag{3.21}$$

Keterangan:

V_s = kecepatan gelombang geser (m/s)

H = tebal total endapan tanah (m)

hi = tebal lapisan ke-I (m)

Vsi = kecepatan gelombang geser lapisan ke-I (m/s)

Nilai kecepatan gelombang geser rata-rata inilah yang menjadi dasar klasifikasi situs tanah pada pembahasan selanjutnya, sekaligus menjadi masukan analisis respons dinamis tanah untuk memperoleh percepatan tanah maksimum di permukaan yang digunakan dalam perhitungan potensi likuefaksi.

3.3 Bahaya Seismik dan Analisis Bahaya Seismik Deterministik

Beban gempa pada suatu lokasi tidak dapat dinilai dari magnitudo semata, melainkan harus diterjemahkan menjadi parameter gerakan tanah di lokasi tersebut melalui analisis bahaya seismik. Penelitian ini menggunakan pendekatan deterministik karena Kota Palu memiliki sumber gempa dominan yang jelas, yaitu Sesar Palu-Koro, sehingga bahaya dapat digambarkan melalui satu skenario pengendali.

3.3.1 Konsep Analisis Bahaya Seismik Deterministik (DSHA)

Analisis bahaya seismik deterministik (*Deterministic Seismic Hazard Analysis*, DSHA) menilai bahaya gempa berdasarkan satu skenario pengendali dari sumber tertentu tanpa memperhitungkan peluang kejadiannya (Kramer, 1996). Pendekatan ini menghasilkan gambaran gerakan tanah pada kondisi terburuk yang masuk akal (*worst-case*) sehingga bersifat konservatif, dan menonjol pada wilayah dengan satu sumber dominan seperti posisi Sesar Palu-Koro terhadap Kota Palu. Prosedur DSHA menurut (Reiter, 1990) dan (Kramer, 1996) terdiri atas empat langkah berikut identifikasi dan karakterisasi seluruh sumber gempa yang berpengaruh, meliputi geometri, mekanisme, dan magnitudo maksimum tiap sumber.

1. Penetapan dentifikasi dan karakterisasi seluruh sumber gempa yang berpengaruh, meliputi geometri, mekanisme, dan magnitudo maksimum tiap sumber.
2. Penetapan jarak terdekat dari tiap sumber ke lokasi penelitian.
3. Pemilihan gempa pengendali, yaitu skenario yang menghasilkan gerakan tanah terbesar di lokasi.
4. Penetapan parameter bahaya melalui persamaan prediksi gerakan tanah (GMPE) untuk memperoleh percepatan tanah puncak dan spektrum respons

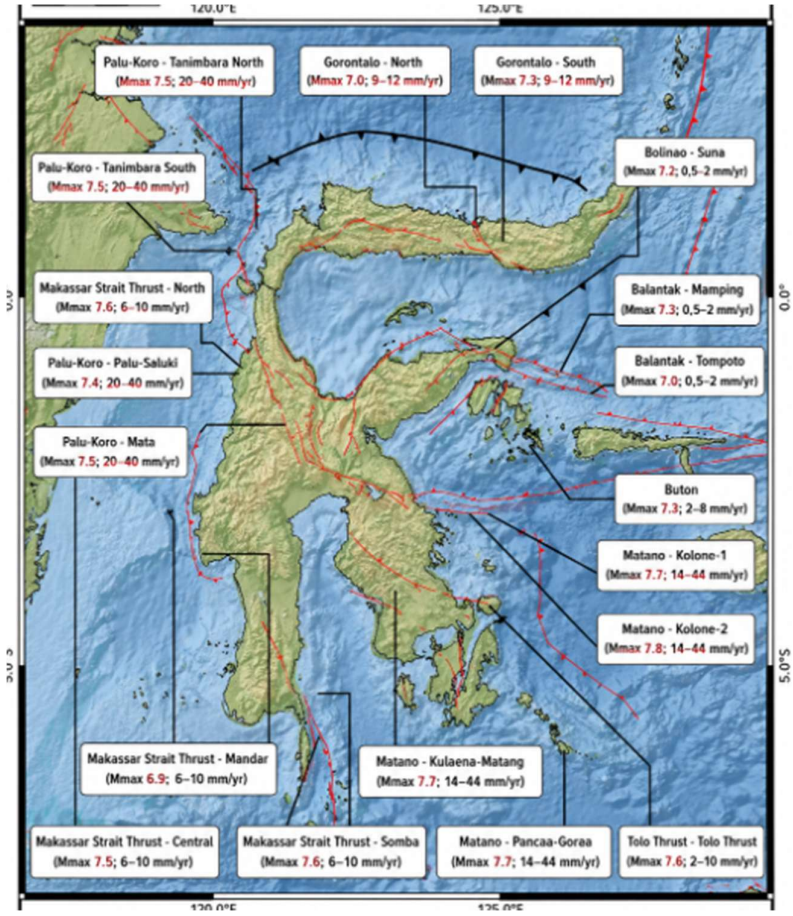
3.3.2 Karakteristik Sumber Gempa Sesar Aktif Di Sulawesi

Pulau Sulawesi berada pada pertemuan tiga lempeng (Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik), sehingga deformasinya termanifestasi sebagai sesar geser (*strike-slip fault*) dan sesar naik (*thrust fault*) yang saling terkait dan menjadi sumber gempa dangkal di seluruh pulau (Artati, 2023). Berdasarkan kompilasi laju

geser, nilai tertinggi terdapat pada Sesar Palu-Koro, Matano, dan Soroako, sedangkan yang terendah pada Sesar Poso, Loa, dan Weluki yang telah ditampilkan pada Tabel 3.19. Sebaran *sliprate* sesar aktif Sulawesi beserta laju gesernya disajikan pada Gambar 3.1.

Tabel 3.19 Sesar Aktif Utama di Pulau Sulawesi dan Laju Gesernya (PuSGeN, 2025)

Sesar	Mekanisme	Laju Geser
Palu-Koro	Geser-mendatar mengiri (*sinistral*)	Tinggi (≈ 40 mm/tahun)
Matano	Geser-mendatar	Sedang (≈ 25 mm/tahun)
Soroako	Sesar naik (*thrust*)	Tinggi
Poso, Loa, Weluki	Geser / naik	Rendah



Gambar 3.1 Peta *Sliprate* Sesar Aktif di Pulau Sulawesi (PuSGeN, 2025)

Di antara seluruh sesar tersebut, hanya Sesar Palu-Koro yang melintasi langsung Kota Palu, sehingga ditetapkan sebagai sumber gempa pengendali dan dikarakterisasi lebih rinci pada subbab berikut.

3.3.3 Karakteristik Sumber Gempa Sesar Palu-Koro

Karakterisasi Sesar Palu-Koro pada penelitian ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2024 (PuSGeN, 2025) sebagai acuan nasional terbaru, dilengkapi kajian regional oleh (Hanindya dkk., 2023). Sesar Palu-Koro merupakan sesar geser-mendatar sinistral aktif yang membelah Lembah Palu dari utara ke selatan dengan laju geser tinggi, sehingga mampu membangkitkan gempa dangkal bermagnitudo besar sebagaimana terbukti pada 28 September 2018 (Mw 7,4). Parameter sumber yang ditetapkan sebagai skenario pengendali dirangkum pada Tabel 3.20. Jarak sumber ke situs bergantung pada setiap titik dimana masing-masing titik memiliki jarak sumbernya tersendiri, berdampingan langsung dengan jejak rupture permukaan gempa 2018 (Natawidjaja dkk., 2021) asumsi ini konservatif dan konsisten dengan semangat DSHA.

Tabel 3.20 Parameter Sumber Sebagai Skenario Pengendali (PuSGeN, 2025)

Parameter	**Nilai / Keterangan**
Mekanisme sesar	Geser-mendatar sinistral (*strike-slip* kiri)
Kemiringan (*dip*)	Hampir tegak (≈ 90°)
Laju geser	≈ 40 mm/tahun
Magnitudo maksimum	M_w 7,4
Kedalaman sumber	Dangkal (kerak)

3.3.4 Persamaan Prediksi Gerakan Tanah (GMPE)

Persamaan prediksi gerakan tanah (*Ground Motion Prediction Equation*/ GMPE) adalah persamaan empiris yang memperkirakan parameter gerakan tanah berdasarkan magnitudo, mekanisme sumber, jarak, dan kondisi situs. Penelitian ini menggunakan model BSSA14 (Boore dkk., 2014), yaitu salah satu model generasi NGA-West2 yang dikembangkan khusus untuk gempa sesar kerak dangkal aktif

sesuai dengan karakter Sesar Palu-Koro dan yang juga diadopsi (PuSGeN, 2025) sebagai GMPE mutakhir untuk sumber sesar dangkal.

BSSA14 menyusun logaritma parameter gerakan tanah dari suku sumber, suku lintasan, dan suku situs sesuai dengan Persamaan 3.22.

$$\ln Y = Fe + FP + FS \tag{3.22}$$

Dengan:

Y = parameter gerakan tanah (mis. PGA atau ordinat spektrum)

FE = suku sumber (fungsi magnitudo dan mekanisme sesar)

FP = suku lintasan (fungsi jarak RJB dan magnitudo)

FS = suku situs (fungsi Vs30 dan percepatan batuan referensi PGAr)

BSSA14 dipilih karena berbasis data mutakhir dan luas serta memisahkan pengaruh kondisi situs melalui parameter Vs30, sehingga lebih sesuai untuk tanah lunak Lembah Palu.

3.3.5 Prosedur Analisis Bahaya Seismik Deterministik (DSHA)

Rangkaian DSHA pada penelitian ini ditempuh sebagai berikut. Sesar Palu-Koro ditetapkan sebagai sumber pengendali dengan magnitudo momen Mw 7,4. Untuk setiap titik penyelidikan, jarak terdekat ke bidang rupture (RJB) dihitung dari jejak rupture permukaan gempa 2018, sehingga tiap titik memiliki jarak sumbernya sendiri. Percepatan tanah pada setiap titik kemudian dievaluasi menggunakan model BSSA14 dengan masukan berupa magnitudo, jarak, mekanisme sesar, dan nilai Vs30 titik tersebut. Karena BSSA14 sudah memuat suku situs berbasis Vs30, percepatan yang dihasilkan langsung merepresentasikan gerakan tanah di permukaan. Rangkaian perhitungan ini tidak memerlukan tahap penyelarasan spektrum (*spectral matching*) maupun analisis perambatan gelombang satu dimensi yang terpisah. Seluruh perhitungan skenario dijalankan pada perangkat lunak *OpenQuake* sebagaimana diuraikan pada Subbab 3.3.6.

3.3.6 Perhitungan Skenario dengan *OpenQuake*

OpenQuake merupakan perangkat lunak sumber terbuka untuk analisis bahaya dan risiko seismik yang dikembangkan oleh *Global Earthquake Model Foundation* (Pagani dkk., 2014). Perangkat ini menyediakan mode perhitungan skenario (*scenario calculation*) yang menghitung medan gerakan tanah (*ground motion field*) untuk satu kejadian gempa tunggal dengan geometri rupture yang ditetapkan. Mode ini sejalan dengan kerangka DSHA karena bertumpu pada satu skenario pengendali, berbeda dari mode probabilistik yang mengintegrasikan seluruh kemungkinan kejadian gempa.

Masukan perhitungan terdiri atas tiga komponen, yaitu model rupture, model situs, dan model prediksi gerakan tanah, sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.21. Model rupture mendefinisikan magnitudo, geometri bidang sesar, mekanisme, dan lokasi hiposentrum. Model situs memuat koordinat serta nilai Vs30 setiap titik. Model prediksi gerakan tanah yang dipakai adalah BSSA14.

Tabel 3.21 Komponen Input dan Output pada Perhitungan Skenario OpenQuake (Pagani dkk., 2014)

Komponen	**Uraian**
Model rupture	Magnitudo Mw 7,4, geometri bidang Sesar Palu-Koro, mekanisme geser-mendatar sinistral, dan jejak rupture permukaan gempa 2018
Model situs	Koordinat dan nilai Vs30 tiap titik penyelidikan
Model prediksi gerakan tanah	BSSA14
Keluaran	Percepatan tanah puncak (PGA) di permukaan tiap titik

Untuk setiap titik, OpenQuake menghitung jarak sumber-ke-situs secara internal dari geometri rupture, lalu mengevaluasi BSSA14 guna memperoleh nilai tengah (median) dan simpangan baku gerakan tanah. Keluaran utama berupa percepatan tanah puncak di permukaan pada setiap titik. Nilai inilah yang menjadi masukan langsung bagi evaluasi potensi likuefaksi pada subbab berikutnya.

3.4 Kondisi Situs dan Amplifikasi Gerakan Tanah

Gerakan tanah yang dialami suatu titik dipengaruhi oleh kondisi tanah setempat. Endapan lunak cenderung memperbesar amplitudo gerakan gempa dibandingkan batuan dasar. Pada penelitian ini, pengaruh kondisi tanah tidak dimodelkan melalui analisis perambatan gelombang satu dimensi, melainkan diwakili secara empiris oleh parameter Vs30 yang menjadi masukan suku situs pada model BSSA14. Subbab ini menguraikan konsep amplifikasi dan klasifikasi situs yang mendasari penggunaan Vs30 tersebut.

3.4.1 Amplifikasi Seismik

Amplifikasi seismik adalah peningkatan amplitudo gerakan tanah akibat kontras impedansi antara batuan dasar yang kaku dan lapisan tanah di atasnya yang lebih lunak. Ketika gelombang geser merambat dari medium kaku ke medium lunak, kekekalan energi menuntut amplitudonya membesar. Tanah aluvial Lembah Palu yang lunak dan tebal berpotensi memperbesar percepatan batuan dasar secara nyata. Besar penguatan dinyatakan melalui faktor amplifikasi pada Persamaan 3.23.

$$Fa = \frac{a_{maks}permukaan}{a_{maks}batuan} \tag{3.23}$$

Dengan:

Fa = faktor amplifikasi

$a_{maks}permukaan$ = percepatan tanah puncak di permukaan

$a_{maks}batuan$ = percepatan tanah puncak di batuan dasar

Pada model prediksi gerakan tanah generasi NGA-West2 seperti BSSA14, pengaruh amplifikasi tersebut sudah tercakup di dalam suku situs yang merupakan fungsi Vs30 dan percepatan batuan referensi. Faktor amplifikasi karena itu tidak dihitung secara terpisah, melainkan sudah terkandung dalam percepatan permukaan yang diprediksi model. Persamaan 3.23 tetap ditampilkan sebagai dasar konsep untuk membandingkan percepatan permukaan terhadap percepatan batuan dasar.

3.4.2 Periode Alami Lapisan Tanah

Setiap kolom tanah memiliki periode alami yang menentukan frekuensi guncangan yang paling diperkuat dalam Persamaan 3.24. Resonansi terjadi ketika periode dominan gerakan masukan mendekati periode alami tanah, sehingga amplifikasi mencapai maksimum.

$$Ts = \frac{4H}{Vs} \; ; profil\ berlapis\ Ts \approx 4 \,.\, \sum \frac{Hi}{Vsi} \tag{3.24}$$

Dengan:

Ts = periode alami lapisan tanah (detik)

H = tebal lapisan tanah (m)

Vs = kecepatan gelombang geser (m/detik)

Hi, Vsi = tebal dan kecepatan gelombang geser lapisan ke-i

3.4.3 Klasifikasi Situs Tanah

Klasifikasi situs mengelompokkan tanah berdasarkan kekakuan rata-rata 30 meter teratas yang diwakili parameter Vs30 pada Persamaan 3.25. Nilai Vs30 dihitung sebagai rata-rata harmonik kecepatan gelombang geser tiap lapisan pada 30 meter teratas.

$$Vs30 = \frac{\sum hi}{\sum \frac{hi}{Vsi}} \tag{3.25}$$

Dengan:

$Vs30$ = kecepatan gelombang geser rata-rata 30 m teratas (m/detik)

hi, Vsi = tebal dan kecepatan gelombang geser lapisan ke-i

Pada penelitian ini, kecepatan gelombang geser tiap lapisan diperoleh dari korelasi N-SPT Imai dan Tonouchi (1982) sebagaimana diuraikan pada Subbab 3.2.5, kemudian dirata-ratakan menjadi Vs30 tiap titik. Nilai Vs30 berperan ganda, yaitu sebagai dasar penetapan kelas situs sekaligus sebagai masukan suku situs pada model BSSA14. SNI 1726:2019 membagi situs menjadi enam kelas berdasarkan

Vs30, nilai N-SPT rata-rata, dan kuat geser niralir, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.22. Tanah aluvial Balaroa yang berupa pasir lepas jenuh air dengan N-SPT rendah diperkirakan tergolong tanah sedang (SD) hingga tanah lunak (SE).

Tabel 3.22 Klasifikasi Situs Tanah Berdasarkan SNI 1726:2019 (SNI, 2019)

Kelas Situs	**Vs30 (m/detik)**	**N-SPT**	**Su (kPa)**
SA (batuan keras)	> 1500	–	–
SB (batuan)	750 – 1500	–	–
SC (tanah keras, sangat padat)	350 – 750	> 50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 – 350	15 – 50	50 – 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
SF (tanah khusus)	Memerlukan investigasi geoteknik khusus		

3.5 Likuefaksi

Likuefaksi adalah hilangnya kekuatan dan kekakuan tanah berbutir jenuh air akibat kenaikan tekanan air pori berlebih di bawah pembebanan siklik(Seed & Idriss, 1971). Pada kondisi tak-terdrainase, kecenderungan tanah lepas untuk memampat berpindah menjadi tekanan air pori berlebih yang menekan tegangan efektif hingga mendekati nol; pada saat itu kuat geser tanah lenyap karena kuat geser tanah nirkohesi berbanding lurus dengan tegangan efektif yang telah di bahas pada Subbab 3.2. Tingkat perkembangannya dinyatakan oleh rasio tekanan air pori berlebih dengan Persamaan 3.13 sebelumnya, dan likuefaksi penuh terjadi ketika rasio tersebut mendekati satu.

3.5.1 Faktor-Faktor Pengendali Lukuifaksi

Kerentanan dan pemicuan likuefaksi dikendalikan oleh sejumlah faktor yang saling berkaitan, yaitu sebagai berikut.

1. Jenis dan gradasi tanah, dengan pasir seragam berbutir halus hingga sedang sebagai material paling rentan.

2. Kepadatan relatif yang tercermin dari nilai N-SPT; makin lepas (N-SPT rendah), makin rentan.
3. Kejenuhan dan kedalaman muka air tanah; muka air dangkal memperluas zona jenuh yang rawan.
4. Kandungan butir halus (fines) beserta plastisitasnya.
5. Tegangan pengekang efektif yang meningkat seiring kedalaman dan menekan kerentanan.
6. Intensitas dan durasi guncangan yang diwakili oleh percepatan tanah dan magnitudo gempa.

Kombinasi pasir lepas jenuh air, muka air tanah dangkal, dan percepatan tanah tinggi menempatkan tanah aluvial Balaroa pada tingkat kerentanan yang tinggi.

3.5.2 Kriteria Kerentanan Tanah

Penyaringan kerentanan dilakukan sebelum evaluasi pemicuan. Secara umum, tanah paling rentan adalah endapan aluvial Holosen yang lepas dan jenuh air (Kramer, 1996). Untuk membedakan perilaku tanah berbutir halus, penelitian ini menggunakan kriteria (Boulanger & Idriss, 2014) berdasarkan indeks plastisitas yang ditampilkan pada Tabel 3.23, yaitu tanah dengan PI < 7 berperilaku seperti pasir (sand-like) dan dievaluasi terhadap pemicuan likuefaksi, sedangkan tanah dengan PI ≥ 7 berperilaku seperti lempung (clay-like) dan dievaluasi terhadap pelunakan siklik (*cyclic softening*).

Tabel 3.23 Kriteria Kerentanan Tanah Berbutir Halus (Boulanger & Idriss, 2014)

Indeks Plastisitas (PI)	**Perilaku Tanah**	**Metode Evaluasi**
PI < 7	*Sand-like* (berpotensi likuefaksi)	Analisis pemicuan likuefaksi (jalur SPT)
PI ≥ 7	*Clay-like*	Evaluasi pelunakan siklik (*cyclic softening*)

3.5.3 Jenis Manifestasi Likuefaksi

Likuefaksi termanifestasi di permukaan dalam bentuk semburan pasir (*sand boil*), penurunan tanah, hilangnya daya dukung fondasi, pergeseran lateral (*lateral*

spreading), dan keruntuhan aliran (*flow failure*). Bentuk paling merusak, keruntuhan aliran, terjadi ketika massa tanah yang terlikuefaksi bergerak menuruni kemiringan lahan sebagaimana kejadian di Balaroa, Petobo, dan Jono Oge pada 2018 yang menjadi latar pemilihan lokasi penelitian ini.

3.5.4 Kerangka Kerentanan, Pemicuan, dan Konsekuensi

Evaluasi likuefaksi disusun dalam tiga tahap berurutan, dimulai pertama dari tahap kerentanan menilai apakah tanah pada dasarnya dapat terlikuefaksi, kedua tahap pemicuan menilai apakah beban gempa cukup untuk memicunya, dinyatakan melalui faktor keamanan dan pada tahap ketiga konsekuensi menilai dampaknya di permukaan melalui indeks agregat. Penelitian ini menempuh ketiga tahap tersebut, yaitu penyaringan kerentanan pada subbab ini, evaluasi pemicuan dengan metode Idriss dan Boulanger pada Subbab 3.6 sebelumnya, serta penilaian konsekuensi melalui Indeks Potensi Likuefaksi yang telah dibahas pada Subbab 3.7.

3.6 Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan *Simplified Procedure*

Evaluasi kerentanan lapisan tanah terhadap likuefaksi dapat dianalisis melalui pendekatan *simplified procedure* (prosedur disederhanakan) dengan memanfaatkan data investigasi lapangan, khususnya hasil *Standard Penetration Test* (SPT). Pendekatan empiris ini sangat lazim diaplikasikan dalam praktik rekayasa geoteknik karena memberikan estimasi yang sistematis dan terkalibrasi dengan observasi historis. Pada prinsipnya, metode ini menaksir kemungkinan terjadinya likuefaksi dengan mencari rasio antara beban tegangan siklik dinamis yang dibangkitkan oleh gempa bumi terhadap kapasitas perlawanan tanah itu sendiri.

Secara umum, *simplified procedure* ditujukan untuk mengevaluasi lapisan tanah jenuh air yang berbutir kasar, seperti halnya pasir maupun lanau kepasiran, yang sangat rentan mengalami lonjakan tekanan air pori ketika menerima guncangan gempa. Oleh karena itu, metode ini andal dijadikan instrumen skrining awal untuk memetakan kerentanan suatu lokasi. Parameter yang dikomparasikan dalam evaluasi ini terdiri dari beban gempa yang dinyatakan dalam *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dan kekuatan tanah yang dinyatakan dalam *Cyclic Resistance Ratio* (CRR).

3.6.1 Cyclic Stress Ratio (CSR)

Rasio tegangan siklik (CSR) adalah parameter yang digunakan untuk merepresentasikan besaran beban gempa yang memicu likuefaksi pada suatu elemen tanah. Dalam praktiknya, Seed dan Idriss (1971) dalam Idriss dan Boulanger (2014) menyederhanakan perhitungan beban siklik ini agar dapat dikalkulasi secara langsung menggunakan parameter tegangan *overburden* di lapangan. Formulasi empiris CSR disusun berdasarkan rasio atau perbandingan antara tegangan *overburden* vertikal total dengan tegangan efektifnya, yang kemudian dikalibrasi terhadap nilai percepatan tanah maksimum di permukaan dan koefisien reduksi tegangan akibat kedalaman. Bentuk rumusan akhirnya diperlihatkan pada Persamaan 3.26 berikut.

$$\mathrm{CSR} = 0{,}65\ \frac{\sigma \mathrm{vc}}{\sigma' \mathrm{vc}}\ .\frac{\mathrm{amaks}}{\mathrm{g}}\ .\mathrm{r_d} \tag{3.26}$$

dengan:

CSR = *Cyclic Stress Ratio* (Rasio Tegangan Geser Siklik)

σ_{vc} = Tegangan *overburden* vertikal total (kN/m^2)

σ'_{vc} = Tegangan *overburden* vertikal efektif (kN/m^2)

a_{maks}= Percepatan tanah maksimum di permukaan (telah dikonversi ke tingkat Persentil ke-84/skenario MCE dengan faktor pengali 1,8)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

$\mathrm{r_d}$ = Koefisien reduksi tegangan geser

Angka 0,65 yang disematkan dalam rumus tersebut merupakan angka ketetapan ekuivalensi yang diajukan oleh Seed dan Idriss, yang secara representatif mewakili 65% dari tegangan geser puncak saat terjadinya gempa. Selanjutnya, apabila suatu profil elemen tanah ditinjau secara teoritis sebagai benda kaku (*rigid body*), tegangan geser dasar maksimum (τ_{max}) akibat propagasi gelombang seismik horizontal akan dipengaruhi secara langsung oleh a_{max}. Hubungan pembentukan tegangan dasar ini diformulasikan ke dalam Persamaan 3.27.

$$\tau_{\mathrm{max}} = \frac{\gamma \cdot \mathrm{z}}{\mathrm{g}} \mathrm{a_{max}} = \frac{\sigma_{\mathrm{vc}}}{\mathrm{g}} \mathrm{a_{max}} \tag{3.27}$$

dengan:

τ_{max} = Tegangan geser dasar maksimum (kN/m^2)

γ = Berat volume tanah (kN/m^3)

z = Kedalaman tanah (m)

a_{maks}= Percepatan tanah maksimum di permukaan (telah dikonversi ke tingkat Persentil ke-84/skenario MCE dengan faktor pengali 1,8)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Tegangan *overburden* vertikal total (σ_{vc}) yang menjadi input utama analisis, sebagaimana didefinisikan oleh (Terzaghi, 1943), merepresentasikan akumulasi beban vertikal dari seluruh material yang berada di atas titik kedalaman tinjauan. Nilai ini dikalkulasikan melalui Persamaan 3.28

$$\sigma_{vc} = \sum(h \times \gamma) \tag{3.28}$$

dengan:

σ_{vc} = Tegangan *overburden* vertikal total (kN/m^2)

γ = Berat volume tanah (kN/m^3)

h = Kedalaman atau ketebalan lapisan tanah (m)

Lebih lanjut, (Terzaghi, 1943) menjelaskan bahwa tegangan *overburden* vertikal efektif (σ'_{vc}) merupakan porsi dari tegangan total yang secara nyata ditahan oleh kontak antar kerangka butiran penyusun tanah. Besaran krusial ini didapatkan dari selisih tegangan total dengan tekanan pori, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 3.29.

$$\sigma'_{vc} = \sigma_{vc} - u \tag{3.29}$$

dengan:

σ'_{vc} = Tegangan overburden vertikal efektif (kN/m^2)

σ_{vc} = Tegangan overburden vertikal total (kN/m^2)

u = Tekanan air pori (kN/m^2)

Adapun tekanan air pori hidrostatik (u) yang berada di dalam rongga tanah ditentukan berdasarkan Persamaan 3.30 berikut.

$$u = \gamma_w \text{ x } z_w \quad (3.30)$$

dengan:

u = Tekanan air pori (kN/m^2)

γ_w = Berat volume air (kN/m^3)

z_w = Tinggi kolom air atau kedalaman di bawah muka air tanah (m)

Mengingat bahwa profil tanah di alam sejatinya tidak sepenuhnya kaku melainkan bersifat fleksibel dan dapat berdeformasi, dibutuhkan faktor penyesuaian berupa koefisien reduksi tegangan (r_d). Melanjutkan studi dari (Golesorkhi, 1989), (Idriss, 1999)mendefinisikan r_d sebagai fungsi analitis yang tereduksi seiring bertambahnya kedalaman lapisan dan terpengaruh oleh besaran magnitudo gempa (M). Formulasi koefisien reduksi tersebut dijabarkan melalui Persamaan 3.31, 3.32, dan 3.33 berikut.

$$r_d = \exp\left[\alpha(z) + \beta(z) \text{ x } M\right] \quad (3.31)$$

$$\alpha(z) = -1{,}012 - 1{,}126 \sin\left(\frac{z}{11{,}73} + 5{,}133\right) \quad (3.32)$$

$$\beta(z) = 0{,}106 + 0{,}118 \sin\left(\frac{z}{11{,}28} + 5{,}142\right) \quad (3.33)$$

dengan:

z = Kedalaman (m)

Mw = Momen magnitudo

Pendekatan matematis pereduksian tegangan ini terbukti dapat diaplikasikan dengan baik hingga kedalaman $z \leq 34$ m. Akan tetapi, untuk menekan tingkat ketidakpastian respons tanah yang cenderung meningkat di lapisan yang sangat dalam, rekomendasi praktis umumnya membatasi penggunaannya hingga $z < 20$ m. Khusus untuk lapisan pada kedalaman di atas 34 m, nilai r_d disepakati bernilai konstan sebesar 0,5

3.6.2 Cyclic Resistance Ratio (CRR)

Kapasitas maksimum tanah dalam meredam beban siklik gempa tanpa mengalami keruntuhan likuefaksi dinyatakan melalui *Cyclic Resistance Ratio* (CRR).

Parameter ini ditetapkan menggunakan rumusan empiris berbasis data pengujian *in-situ* yang telah diverifikasi dengan kasus-kasus likuefaksi lampau. Mengacu pada kerangka kerja (Boulanger & Idriss, 2014), penentuan CRR didasarkan pada nilai penetrasi standar (SPT) yang telah dikoreksi sepenuhnya. Formulasi dasar CRR ditunjukkan pada Persamaan 3.34 berikut.

$$\mathrm{CRR}_{\mathrm{M=7,5;1\ atm}} = \exp\left[\frac{(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}}}{14,1} + (\frac{(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}}}{126})^2 - (\frac{(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}}}{23,6})^3 + (\frac{(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}}}{25,4})^4 - 2,8\right] \quad (3.34)$$

dengan:

$\mathrm{CRR}_{7,5;1\ \mathrm{atm}}$ = Rasio tegangan siklik (*Cyclic Resistance Ratio*)

$(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}}$ = Nilai SPT terkoreksi ekuivalen pasir bersih

Kehadiran fraksi berbutir halus dalam matriks pasir akan memengaruhi tingkat ketahanannya. Menurut (Hardiyatmo, 2024) persamaan empiris CRR mempersyaratkan penggunaan nilai ekuivalen pasir bersih atau *clean sand* yang dinotasikan sebagai $(N_1)_{60cs}$. Nilai $(N_1)_{60cs}$ ini adalah hasil penyesuaian $(N_1)_{60}$ terhadap eksistensi butiran halus, sebagaimana diusulkan oleh Idriss & Boulanger (2014) melalui Persamaan 3.35 berikut.

$$(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}} = (\mathrm{N_1})_{60} + \Delta(\mathrm{N_1})_{60} < 37 \quad (3.35)$$

dengan:

$(\mathrm{N_1})_{60\mathrm{cs}}$ = Nilai SPT terkoreksi ekuivalen pasir bersih

$(\mathrm{N_1})_{60}$ = Nilai SPT terkoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60%

$\Delta(\mathrm{N_1})_{60}$ = Faktor koreksi akibat kadar butiran halus

Besaran koreksi tambahan $\Delta(N_1)_{60}$ dideduksi dari tren empiris lapangan yang memetakan korelasi antara kadar butiran halus (FC) dengan perlawanan penetrasi tanah. Rumusan yang diajukan oleh Idriss dan Boulanger (2014) dirangkum dalam Persamaan 3.36.

$$\Delta(\mathrm{N_1})_{60} = \exp\left[1,63 + \frac{9,7}{FC+0,01} - (\frac{15,7}{FC+0,01})^2\right] \quad (3.36)$$

dengan:

$\Delta(N_1)_{60}$ = Faktor koreksi akibat kadar butiran halus

FC = Kadar butiran halus (%)

Sebelum menghitung ekuivalensi fraksi halus, data awal N-SPT di lapangan (N_m) mutlak harus dinormalisasi terhadap berbagai faktor pengujian serta tekanan *overburden*. (Youd & Idriss, 2001) menyusun persamaan koreksi kelengkapan seperti pada Persamaan 3.37 berikut.

$$(N_1)_{60} = N_m x C_E x C_B x C_R x C_S x C_N \quad (3.37)$$

Keterangan:

$(N_1)_{60}$ = Nilai SPT terkoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60%

N_m = nilai pembacaan N-SPT lapangan

C_E = Faktor koreksi rasio energi pemukul (60%)

C_B = Faktor koreksi diameter lubang bor

C_R = Faktor koreksi panjang batang bor

C_S = Faktor koreksi tabung sampler

C_N = Faktor koreksi tegangan *overburden* vertikal efektif

Secara lebih detail, konstanta parameter untuk faktor-faktor koreksi yang berhubungan dengan metode alat uji (seperti rasio energi pemukul, diameter pengeboran, dan variasi *sampler*) disajikan secara terperinci pada Tabel 3.24.

Tabel 3. 24 Faktor Koreksi untuk Nilai N-SPT (Boulanger & Idriss, 2014)

Faktor	**Parameter**	**Nilai**
Rasio Energi (C_E)	Umum	$\frac{ER_m}{60}$
	Doughnut Hammer	0,5 – 1,0
	Safety Hammer	0,7 – 1,2
	Automatic Trip Hammer	0,8 – 1,3
Diameter Lubang Bor (CB)	65 – 115 mm	1,0
	150 mm	1,05
	200 mm	1,15

Lanjutan Tabel 3. 24 Faktor Koreksi untuk Nilai N-SPT (Boulanger & Idriss, 2014)

Faktor	Parameter	Nilai
Rasio Energi (C_E)	< 3 m	0,75
	3 – 4 m	0,80
	4 – 6 m	0,85
	6 – 10 m	0,95
	10 – 30 m	1,00
Diameter Lubang Bor (CB)	Standar dengan Liner	1,0
	Tanpa Liner, N ≤ 10	1,1
	Tanpa Liner, 10 < N ≤ 30	$1 + \frac{N}{100}$
	Tanpa Liner, N > 30	1,3

Penyesuaian terhadap pengaruh variasi tekanan di kedalaman lapisan tanah difasilitasi melalui parameter koreksi C_N. Idriss dan Boulanger (2014) memodelkan C_N sebagai nilai yang sangat dipengaruhi oleh tingkat kerapatan relatif (Dr) matriks tanah, yang dijabarkan lewat Persamaan 3.38 dan Persamaan 3.39 berikut

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'vc}\right)^m \leq 1{,}7 \tag{3.38}$$

$$m = 0{,}784 - 0{,}0768\sqrt{(N1)_{60}} \tag{3.39}$$

dengan:

C_N = Faktor koreksi tekanan *overburden*

Pa = Tekanan atmosfer (1 atm)

$\sigma'vc$ = Tegangan *overburden* vertikal efektif (kN/m^2)

m = Parameter yang bergantung pada kerapatan relatif.

$$MSF = 6{,}9\exp\left(-\frac{M}{4}\right) - 0{,}058 \leq 1{,}8 \tag{3.40}$$

dengan:

MSF = Faktor skala magnitudo

M = *Moment* magnitudo

Selain magnitudo, lonjakan tegangan *overburden* di lapisan formasi yang lebih dalam juga diketahui mereduksi potensi ketahanan siklik tanah asli. Dampak ini direksi dengan memasukkan *overburden correction factor* (Kσ) sesuai dengan pedoman Idriss dan Boulanger (2014), yang diformulasikan pada Persamaan 3.41 dan 3.42 berikut.

$$K_\sigma = 1 - C_\sigma \ln\left(\frac{\sigma' vc}{Pa}\right) \leq 1{,}1 \tag{3.41}$$

$$C_\sigma = \frac{1}{18{,}9 - 2{,}55\sqrt{(N_1)_{60}}} \leq 0{,}3 \tag{3.42}$$

dengan:

Kσ = Faktor koreksi tegangan *overburden*

$\sigma' vc$ = Tegangan *overburden* vertikal efektif (kN/m^2)

Pa = Tekanan atmosfer (1 atm)

C_σ = Koefisien empiris yang bergantung pada nilai

$(N_1)_{60}$ = Nilai SPT terkoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60%

Pada tahap akhir evaluasi, nilai ketahanan tanah ($CRR_{M,\sigma'_{vc}}$) yang telah sukses dikalibrasi terhadap karakteristik aktual lokasi studi merupakan produk turunan dari persilangan antara CRR basis dengan faktor MSF serta K_σ. Kesatuan rumusannya ditunjukkan pada Persamaan 3.43 berikut.

$$CRR_{M,\sigma'_{vc}} = CRR_{M=7{,}5,\sigma'_{vc}=1} \times MSF \times K_\sigma \tag{3.43}$$

dengan:

$CRR_{M,\sigma'_{vc}}$ = Rasio ketahanan siklik lapangan aktual

$CRR_{M=7{,}5,\sigma'_{vc}=1}$ = Rasio ketahanan siklik acuan dasar

MSF = Faktor skala magnitudo

K_σ = Faktor koreksi tegangan *overburden*

Rasio ketahanan siklik menyatakan kemampuan tanah menahan beban siklik. Untuk kondisi acuan (magnitudo 7,5 dan tegangan efektif satu atmosfer), CRR dihitung dari $(N1)_{60cs}$ melalui Persamaan 3.31

3.6.3 Factor of Safety (FS)

Tingkat stabilitas profil tanah terhadap kemungkinan likuefaksi diukur dan didefinisikan menggunakan rasio keamanan yang disebut *Factor of Safety* (FS). Menurut penjabaran Idriss dan Boulanger (2014), parameter ini menyoroti rasio langsung antara tegangan seragam penyebab likuefaksi dengan tegangan akibat propagasi gempa dalam durasi siklus beban yang ekuivalen. Perolehan nilai FS dikalkulasi secara matematis melalui komparasi *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dan *Cyclic Stress Ratio* (CSR), yang tampak pada Persamaan 3.43 berikut.

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \tag{3.43}$$

Keterangan:

CRR = Rasio ketahanan siklik terkoreksi

CSR = Rasio tegangan siklik

FS = Faktor keamanan terhadap likuefaksi

Dalam kaidah rekayasa, Hardiyatmo (2024) menyatakan bahwa suatu lapisan kedalaman dikatakan rentan mengalami kegagalan likuefaksi apabila kalkulasi FS menghasilkan angka lebih kecil dari 1. Untuk tujuan desain dan menjamin stabilitas struktural, kriteria minimum perencanaan yang diakui secara luas menuntut pencapaian faktor keamanan minimal berada di angka 1,1.

3.6.4 Liquefaction Potential index (LPI)

Faktor keamanan hanya menggambarkan status pemicuan tiap lapisan. Untuk menilai dampak likuefaksi secara menyeluruh di suatu titik, hasil tiap lapisan diagregasi menjadi indeks konsekuensi. Penelitian ini menggunakan Indeks Potensi Likuefaksi (*Liquefaction Potential Index*, LPI) yang diperkenalkan Iwasaki dkk. (1982).

LPI mengagregasi keparahan pemicuan hingga kedalaman 20 m dengan pembobotan yang menurun terhadap kedalaman dengan Persamaan 3.44. Nilai LPI

dikelompokkan menjadi empat kategori potensi yang ditampilkan Tabel 3.25 dibawah ini.

$$LPI = \int_0^{20} F(z).w(z)\,dz \quad (3.44)$$

Keterangan:

LPI = Indeks potensi likuefaksi

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, Sonmez (2003) memodifikasi klasifikasi LPI dan menyesuaikan batasan nilai FL pada Persamaan 3.45, Persamaan 3.46, dan Persamaan 3.47 di halaman selanjutnya.

F(z) = 1 - FS, untuk FS ≤ 0,95 (3.45)

$F(z) = 2\,x\,10^{6}e^{-1\,,427FS}$, untuk 0,95 < FS < 1,2 (3.46)

F(z) = 0, untuk FS ≥ 1,2 (3.47)

w(z) = 10 – 0,5z (faktor bobot kedalaman)

z = kedalaman lapisan (m), ditinjau hiingga 20 m

Tabel 3.25 Klasifikasi Indeks Potensi Likuefaksi (Sonmez, 2003)

Nilai LPI	**Kategori Potensi Likuefaksi**
LPI = 0	Tidak Berpotensi
0 < LPI ≤ 2	Sangat Rendah
2 < LPI ≤ 5	Rendah
5 < LPI ≤ 15	Tinggi
LPI > 15	Sangat tinggi

Nilai LPI yang tinggi menunjukkan potensi manifestasi likuefaksi permukaan yang parah. Hasil perhitungan LPI pada setiap titik bor selanjutnya dipetakan secara spasial untuk memperoleh zonasi potensi likuefaksi di wilayah studi.

3.7 Analisis Spasial dan Zonasi Pemetaan Bahaya Likuefaksi

Nilai parameter kegempaan dan geoteknik yang diperoleh dari hasil perhitungan analitis seperti percepatan tanah puncak termodifikasi (PGA_M), momen magnitudo (M_w), nilai tahanan tanah, hingga *Liquefaction Potential Index* (LPI) pada mulanya bersifat diskrit karena hanya tersedia pada titik-titik koordinat lokasi pengeboran atau pos pengamatan tertentu. Untuk mendapatkan gambaran yang utuh dan menyeluruh mengenai sebaran tingkat bahaya likuefaksi di seluruh cakupan wilayah studi, data titik tersebut perlu diekstrapolasi dan diinterpolasi secara spasial menjadi bentuk permukaan kontinu.

Analisis spasial ini dilakukan secara digital dengan memanfaatkan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis, yaitu QGIS. Di dalam pengoperasiannya, QGIS menyediakan berbagai perangkat pengolahan data spasial, mulai dari manajemen basis data atribut koordinat (vektor) hingga konversi menjadi data raster tematik. Parameter-parameter masukan utama yang dipetakan secara spasial meliputi:

1. Parameter Pembebanan Seismik (PGA) Menampilkan distribusi spasial tingkat guncangan tanah maksimum di permukaan akibat skenario gempa rencana (MCE) yang telah dikoreksi dengan koefisien situs.
2. Parameter Karakteristik Tanah dan LPI: Menyekat dan menghubungkan variasi nilai indeks kerentanan likuefaksi (LPI) dari masing-masing titik tinjauan di kawasan studi (seperti Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan IAIN).

Proses interpolasi spasial dalam QGIS bekerja dengan cara menaksir nilai pada area-area di antara titik pengamatan berdasarkan jarak dan kedekatan informasi dari titik sampel di sekitarnya. Pengguna dapat memilih modul atau *plugin* interpolasi yang tersedia di dalam sistem seperti metode deterministik berbasis bobot jarak atau metode geostatistik untuk menghasilkan raster sebaran kontinu yang merepresentasikan gradasi kerentanan wilayah.

Sebagai tahap akhir dari rangkaian analisis spasial, permukaan raster hasil interpolasi nilai LPI tersebut direklasifikasikan ke dalam kategori kelas zonasi bahaya (mulai dari zona aman, kerentanan rendah, sedang, tinggi, hingga sangat tinggi). Hasil akhirnya berupa peta tematik zonasi kerentanan likuefaksi yang tidak

hanya menyajikan visualisasi spasial wilayah secara akurat, tetapi juga menjadi instrumen esensial bagi perumusan kebijakan mitigasi bencana, evaluasi tata ruang, dan perencanaan infrastruktur yang tahan gempa di masa mendatang.

3.7.1 Metoe Interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW)

Interpolasi spasial nilai *Liquefaction Potential Index* (LPI) pada penelitian ini menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). IDW merupakan metode interpolasi deterministik yang mengasumsikan bahwa nilai pada suatu lokasi yang tidak tersampel akan lebih dipengaruhi oleh titik-titik pengamatan yang berjarak dekat dibandingkan dengan titik yang berjarak lebih jauh. Dengan demikian, bobot pengaruh setiap titik sampel terhadap lokasi estimasi berbanding terbalik dengan jaraknya. Nilai pada suatu lokasi yang tidak tersampel dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari nilai titik sampel di sekitarnya. Secara matematis, formulasi umum metode IDW dinyatakan pada Persamaan 3.48 berikut (Shepard, 1968).

$$\mathrm{Z}(\mathrm{x}_0) = \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \frac{\mathrm{Z_i}}{\mathrm{d_i^p}}}{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \frac{1}{\mathrm{d_i^p}}} \tag{3.48}$$

dengan $Z(x_0)$Z(x0) adalah nilai estimasi pada lokasi yang tidak tersampel, Z_iZi adalah nilai pada titik sampel ke-ii, $d_i$di adalah jarak antara titik estimasi dan titik sampel ke-ii, pp adalah *power parameter*, dan nn adalah jumlah titik sampel yang digunakan dalam perhitungan.

Power parameter (p) mengendalikan laju penurunan pengaruh suatu titik sampel terhadap jaraknya. Semakin besar nilai p, semakin dominan pengaruh titik-titik terdekat sehingga permukaan hasil interpolasi menunjukkan perubahan yang lebih tajam di sekitar titik sampel. Sebaliknya, nilai p yang lebih kecil menghasilkan permukaan yang lebih halus karena kontribusi titik-titik yang lebih jauh tetap diperhitungkan secara lebih merata. Nilai p = 2 merupakan nilai yang umum digunakan dan diadopsi pada penelitian ini.

IDW tergolong sebagai exact interpolator, yaitu permukaan hasil interpolasi akan mempertahankan nilai asli pada titik sampel. Metode ini juga bersifat lokal karena

estimasi pada suatu lokasi terutama dipengaruhi oleh titik-titik sampel di sekitarnya. Berbeda dengan metode geostatistik seperti kriging yang memerlukan pemodelan variogram untuk menggambarkan struktur ketergantungan spasial, IDW tidak memerlukan pemodelan semivariogram sehingga relatif sederhana dalam penerapannya (Li & Heap, 2008). Karakteristik tersebut mendukung penerapan IDW pada penelitian ini yang menggunakan jumlah titik penyelidikan tanah yang relatif terbatas dan tersebar pada beberapa kawasan di Kota Palu.

Meskipun demikian, IDW memiliki keterbatasan, terutama terhadap distribusi titik sampel. Sebaran titik yang tidak merata dapat menghasilkan pola kontur yang terlalu terpusat di sekitar titik tertentu (*bull's-eye effect*). Selain itu, IDW tidak dirancang untuk melakukan ekstrapolasi secara andal di luar wilayah yang diwakili oleh titik pengamatan (Burrough & McDonnell, 1998). Oleh karena itu, interpretasi hasil interpolasi perlu mempertimbangkan kepadatan dan persebaran titik penyelidikan tanah.

Pada penelitian ini, interpolasi IDW diterapkan terhadap nilai LPI dari 30 titik penyelidikan tanah menggunakan perangkat lunak QGIS. Parameter power yang digunakan adalah p = 2. Hasil interpolasi berupa permukaan raster kontinu kemudian dibatasi menggunakan concave hull mengikuti sebaran titik pengamatan, sehingga estimasi tidak diperluas ke area yang tidak terwakili oleh data. Permukaan raster tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam klasifikasi dan pemetaan zonasi tingkat kerentanan likuefaksi Kota Palu

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini merupakan kajian analisis berbasis data sekunder untuk mengevaluasi potensi likuefaksi pada tanah aluvial di kawasan Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan kawasan Institut Agama Islam Negeri (IAIN), Kota Palu. Alur penelitian menetapkan parameter gerakan tanah pada tiap titik melalui Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) menggunakan skenario gempa pengendali pada Sesar Palu-Koro, dengan kondisi tapak tiap titik direpresentasikan melalui nilai Vs30. Parameter gerakan tanah yang diperoleh meliputi percepatan tanah puncak (PGA), percepatan spektral pada periode 0,3 detik (Sa(0,3)), dan periode 1,0 detik (Sa(1,0)) kemudian dibandingkan dengan nilai parameter percepatan desain menurut SNI 1726:2019 pada titik yang sama sebagai pembanding. Nilai PGA selanjutnya digunakan sebagai dasar evaluasi pemicuan likuefaksi menggunakan metode simplified procedure Idriss dan Boulanger (2014) berbasis data SPT. Hasil pemicuan pada tiap lapisan dirangkum menjadi indeks konsekuensi tunggal melalui Liquefaction Potential Index (LPI), yang kemudian dipetakan secara spasial. Rangkaian inilah yang menjadi kerangka kerja seluruh tahapan analisis pada penelitian ini.

4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan rangkaian langkah terstruktur yang ditempuh untuk menyelesaikan masalah penelitian secara ilmiah, mulai dari perumusan masalah hingga penarikan kesimpulan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis data sekunder, yaitu mengevaluasi potensi likuefaksi di Kota Palu melalui analisis bahaya gempa deterministik, perhitungan parameter gerakan tanah permukaan, dan penilaian pemicuan likuefaksi pada 30 titik penyelidikan tanah, yang hasilnya dipetakan secara spasial. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel bebas, mencakup data N-SPT dan properti tanah, nilai Vs30 tiap titik, serta parameter gempa skenario berupa magnitudo Mw 7,4 dan jarak sumber dari Sesar Palu-Kor.
2. Variabel terikat, mencakup percepatan tanah permukaan (PGA), percepatan spektral Sa(0,3) dan Sa(1,0), rasio tegangan siklik (CSR), rasio tahanan siklik (CRR), faktor keamanan (FS), serta indeks potensi likuefaksi (LPI).

4.3 Studi Pustaka

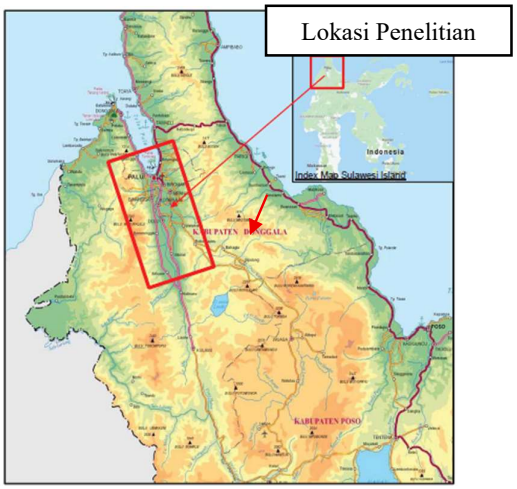
Studi pustaka merupakan kegiatan menghimpun kajian yang relevan dengan topik penelitian. Penelusuran mencakup jurnal ilmiah, buku, standar teknis (SNI 1726:2019), laporan penyelidikan tanah, serta dokumentasi metode Idriss dan Boulanger (2014) dan model prediksi gerakan tanah BSSA14. Studi pustaka menjadi dasar penetapan metode, persamaan, dan parameter yang digunakan pada tahap analisis.

4.4 Instrumen Penelitian

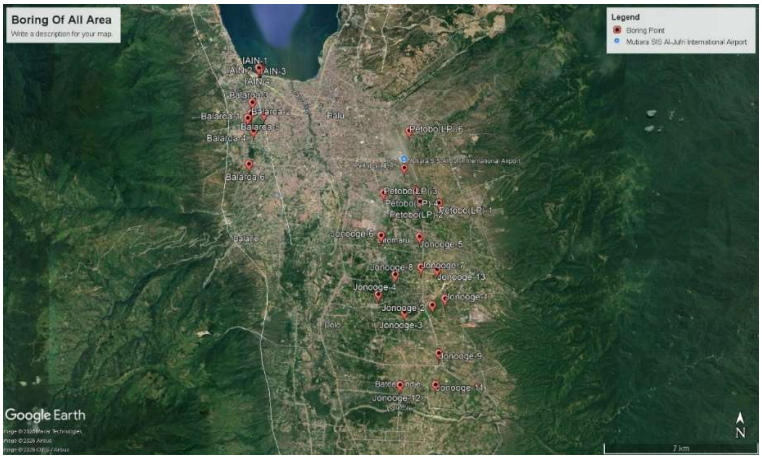
Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa seperangkat komputer yang dilengkapi beberapa perangkat lunak pendukung. Microsoft Excel digunakan untuk perhitungan koreksi N-SPT, evaluasi potensi likuefaksi dengan metode Idriss dan Boulanger (2014), serta perhitungan Liquefaction Potential Index (LPI). Perangkat lunak OpenQuake dimanfaatkan untuk menghitung parameter gerakan tanah berdasarkan parameter sumber gempa dan *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE), sehingga diperoleh percepatan tanah puncak (PGA) serta percepatan spektral (Sa(0,3) dan Sa(1,0)) di permukaan pada setiap titik. Visualisasi sebaran tingkat potensi likuefaksi dilakukan menggunakan *Quantum Geographic Information System* (QGIS). Sebagai pembanding, nilai parameter percepatan gempa desain mengacu pada SNI 1726:2019 yang diperoleh melalui laman Desain Spektra Indonesia milik Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat..

4.5 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kelurahan Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan kawasan Institut Agama Islam Negeri (IAIN), Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, dengan objek 30 titik bor yang tersebar di lokasi tersebut. Pemilihan lokasi tidak didasarkan pada rencana pembangunan kembali, melainkan pada keruntuhan aliran (*flow failure*) akibat likuefaksi yang telah terverifikasi pada gempa 2018. Karena kejadiannya terdokumentasi dengan jelas, lokasi tersebut menjadi tolok ukur yang sesuai untuk menguji keandalan rangkaian metode pada tanah aluvial berupa pasir lepas jenuh air bermuka air dangkal. Tampak lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2026)



Gambar 4.2 Sebaran Titik Penyelidikan Tanah (Google Earth, 2026)

4.6 Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari lembaga terkait. Adapun data tersebut adalah sebagai berikut.

1. Data penyelidikan tanah berupa hasil *Standard Penetration Test* (SPT) dan properti tanah dari 25 titik penyelidikan JICA (2019) serta 5 titik penyelidikan kawasan IAIN Palu (CV. Kalate Konsultant, 2019).
2. Koordinat setiap titik penyelidikan tanah.
3. Data sumber gempa Sesar Palu-Koro dari Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia (PuSGeN, 2024), meliputi geometri, mekanisme, dan magnitudo skenario.
4. Data jejak rupture permukaan gempa Palu 2018 sebagai dasar perhitungan jarak sumber ke setiap titik.
5. Data parameter percepatan desain SNI 1726:2019 pada koordinat tiap titik, diperoleh melalui laman Desain Spektra Indonesia (PUPR), sebagai pembanding hasil PGA dan Sa dari analisis DSHA

4.7 Analisis Pengolahan Data Penelitian

Tahapan analisis data yang ditempuh dalam penelitian ini setelah seluruh data terkumpul, dilakukan rangkaian analisis untuk mengevaluasi potensi likuefaksi pada setiap titik. Analisis bahaya gempa menggunakan metode Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) dengan model prediksi gerakan tanah BSSA14, perhitungan percepatan tanah permukaan menggunakan perangkat lunak OpenQuake, evaluasi pemicuan likuefaksi menggunakan metode Idriss dan Boulanger (2014), serta pemetaan spasial menggunakan QGIS. Adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Analisis karakteristik tanah dan penentuan nilai Vs30 setiap titik berdasarkan data N-SPT.
2. Analisis bahaya gempa (DSHA) untuk menetapkan skenario pengendali dan parameter sumber gempa.
3. Perhitungan percepatan tanah permukaan tiap titik menggunakan OpenQuake dengan GMPE BSSA14.

4. Evaluasi potensi likuefaksi melalui perhitungan CSR, CRR, dan FS dengan metode Idriss dan Boulanger (2014).
5. Perhitungan indeks potensi likuefaksi (LPI) setiap titik.
6. Pemetaan distribusi spasial tingkat kerentanan likuefaksi menggunakan QGIS.

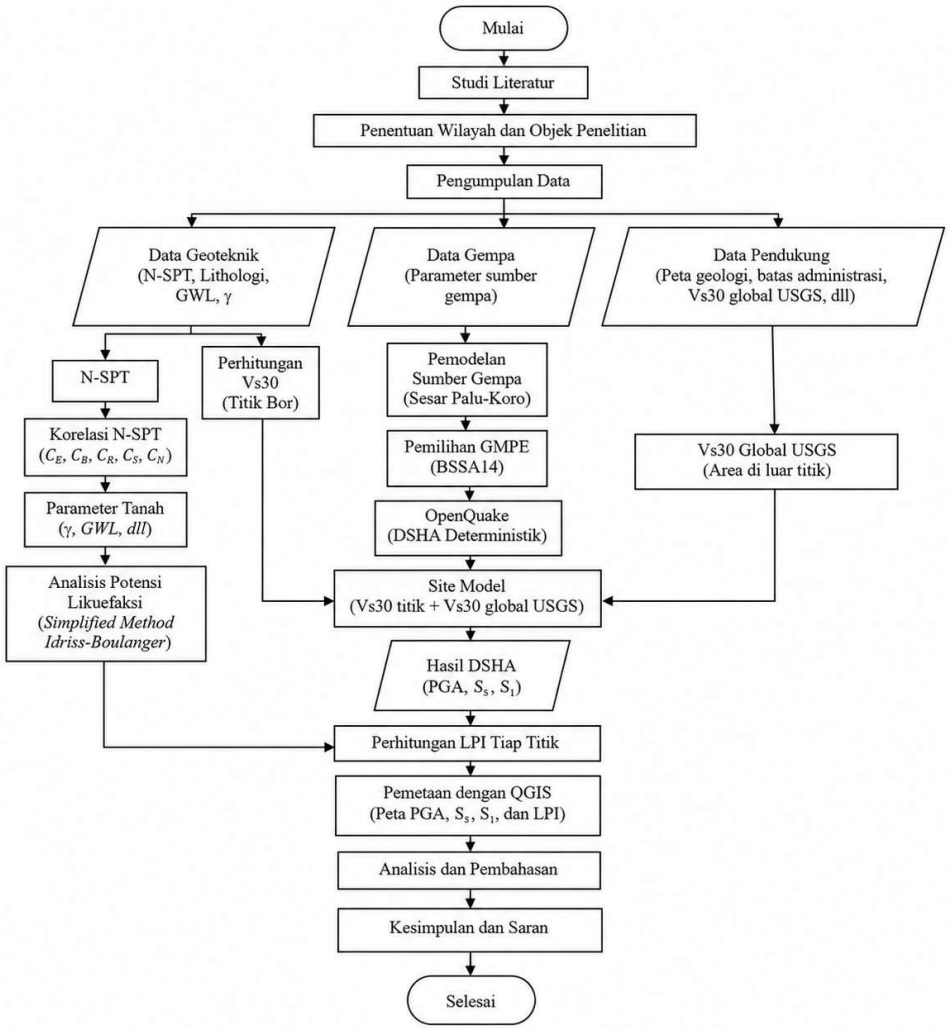
4.8 Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dari awal hingga akhir adalah sebagai berikut.

1. Menetapkan topik, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian.
2. Melakukan studi pustaka dari penelitian terdahulu, buku, dan standar yang berkaitan dengan penelitian.
3. Mengumpulkan data sekunder penyelidikan tanah dan data sumber gempa.
4. Mengolah data tanah untuk memperoleh nilai N-SPT terkoreksi dan Vs30 tiap titik.
5. Melakukan analisis bahaya gempa (DSHA) dan menghitung percepatan tanah permukaan menggunakan OpenQuake.
6. Mengevaluasi potensi likuefaksi (FS dan LPI) serta memetakan sebaran kerentanannya menggunakan QGIS.
7. Menarik kesimpulan dari hasil analisis

4.9 Bagan Alir

Bagan alir atau *flowchart* merupakan bentuk visualisasi dari proses penelitian berupa langkah-langkah yang tersusun secara sederhana dan ringkas sehingga mudah dipahami. Tujuan adanya bagan alir ini yaitu untuk memudahkan penulis maupun pembaca melihat alur penelitian dari awal hingga mendapatkan hasil akhir. Adapun dua *flowchart* yang penulis sajikan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 4.3 untuk bagan alir penelitian, Gambar 4.4 skema prosedur analisis metode deterministik adalah sebagai berikut.



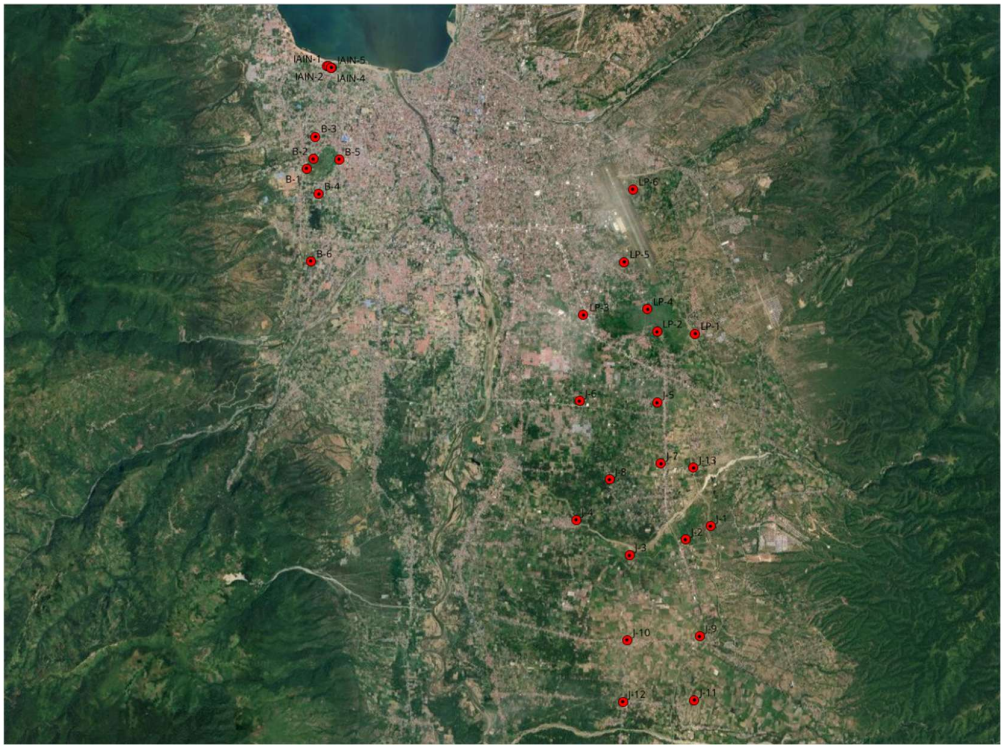
Gambar 4. 3 Bagan Alir Tahapan Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Umum Penelitian

Penelitian ini menggunakan data penyelidikan tanah pada beberapa kawasan di Kota Palu yang berada pada wilayah tanah aluvial. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil penyelidikan tanah yang mencakup ke empat lokasi titik investigasi, koordinat, kedalaman lapisan, jenis tanah, nilai N-SPT, berat isi tanah, dan muka air tanah. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan pada masing-masing kawasan dan selanjutnya digunakan dalam analisis potensi likuefaksi.

Adapun Sebaran titik penyelidikan tanah pada wilayah penelitian ditunjukkan pada Gambar 5.1 dan juga informasi lokasi serta koordinat setiap titik disajikan pada Tabel 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Sebaran Lokasi Titik Penyelidikan Tanah (Google Earth, 2026)

Tabel 5.1 Koordinat Titik Penyelidikan Tanah

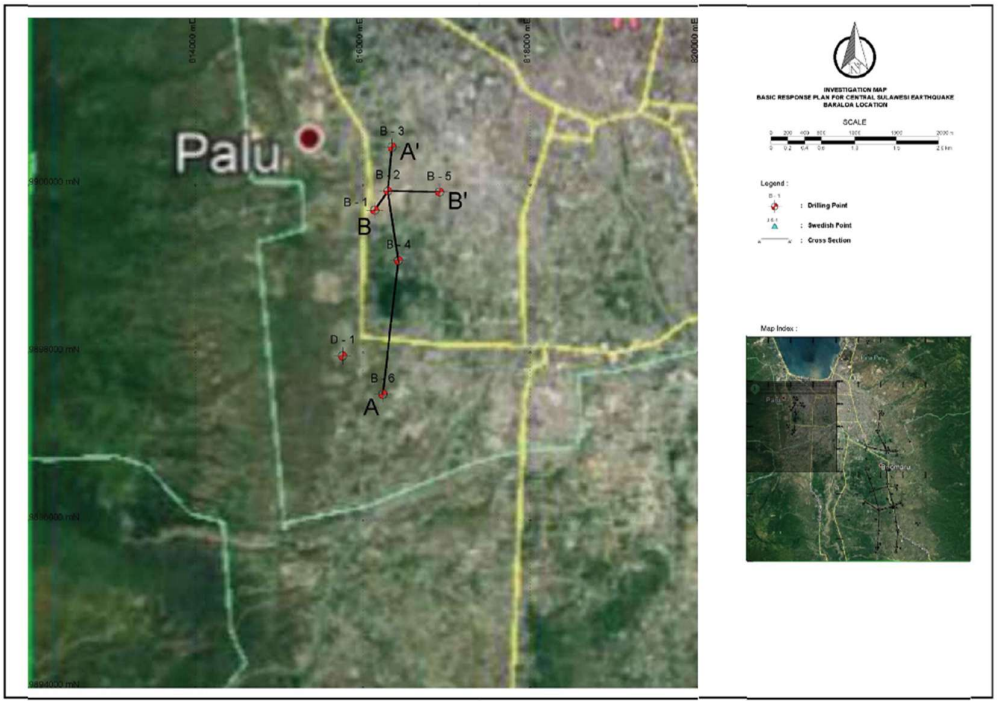
No	Kawasan	Kode Titik	Koordinat		GWL (m)
			Longitude	Latitude	
1	Balaroa	B-1	119,8402340	-0,9063140	1,06
2	Balaroa	B-2	119,8416510	-0,9042340	2,1
3	Balaroa	B-3	119,8421050	-0,8994990	0,1
4	Balaroa	B-4	119,8427970	-0,9117240	0,41
5	Balaroa	B-5	119,8471810	-0,9043470	1
6	Balaroa	B-6	119,8411210	-0,9261380	17,26
7	Petobo	LP-1	119,9231870	-0,9415940	11,22
8	Petobo	LP-2	119,9150720	-0,9411310	2,62
9	Petobo	LP-3	119,8993520	-0,9376020	0,13
10	Petobo	LP-4	119,9130400	-0,9363530	0,8
11	Petobo	LP-5	119,9080590	-0,9262730	5,5
12	Petobo	LP-6	119,9099400	-0,9107580	20
13	Jono Oge	J-1	119,9265080	-0,9826930	14,08
14	Jono Oge	J-2	119,9211060	-0,9855620	3,2
15	Jono Oge	J-3	119,9091890	-0,9888800	0,7
16	Jono Oge	J-4	119,8977820	-0,9813630	1,23
17	Jono Oge	J-5	119,9151210	-0,9562650	0
18	Jono Oge	J-6	119,8985330	-0,9559810	1,07
19	Jono Oge	J-7	119,9159220	-0,9693210	3,71
20	Jono Oge	J-8	119,9049110	-0,9727280	1,05
21	Jono Oge	J-9	119,9242130	-1,0062510	8,3
22	Jono Oge	J-10	119,9086300	-1,0070420	5,8
23	Jono Oge	J-11	119,9230310	-1,0198320	8,49
24	Jono Oge	J-12	119,9077530	-1,0202070	3,63
25	Jono Oge	J-13	119,9228530	-0,9702000	10,66
26	IAIN	IAIN-1	119,8446000	-0,8845060	1,2
27	IAIN	IAIN-2	119,8449580	-0,8843970	1,2
28	IAIN	IAIN-3	119,8455140	-0,8847750	1,2
29	IAIN	IAIN-4	119,8455360	-0,8847690	1,1
30	IAIN	IAIN-5	119,8455140	-0,8846750	1,2

Berdasarkan sebaran titik tersebut, data penyelidikan tanah dikelompokkan berdasarkan kawasan untuk memudahkan pembahasan karakteristik lapisan tanah pada masing masing lokasi.

5.1.1 Data Tanah Kawasan Balaroa

Kawasan Balaroa menjadi salah satu lokasi yang dijadikan objek penelitian terdampak likuefaksi, di mana terdapat 6 (enam) titik penyelidikan geoteknik di

kawasan ini, yakni titik bor B-1 hingga B-6. Adapun lokasi spesifik titik penyelidikan pada kawasan ini dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Pada Kawasan Balaroa (JICA, 2019)

Sedangkan Informasi mengenai stratigrafi litologi, nilai N-SPT , berat jenis tanah moist, berat jenis tanah jenuh dan *Fines Content* (FC) pada setiap titik bor di Kawasan Balaroa ditampilkan secara rinci pada Tabel 5.2 hingga Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.2 Profil dan Parameter Tanah Titik B-1 (JICA, 2019)

B-1						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Silty Sand	8	18	19,5	0
2	1	Silty Sand	7	18	19,5	28,5
3	1	Silty Sand	3	18	19,5	36,1
4	1	Silty Sand	5	18	19,5	32,8
5	1	Silty Sand	4	18	19,5	24,4
6	1	Silty Sand	10	18	19,5	26,2
7	1	Silty Sand	12	18	19,5	27,1
8	1	Silty Sand	52	18	19,5	12,5
9	1	Gravelly Sand	67	19	21,3	22
10	1	Sand	16	18	21,3	0
11	1	Sand	14	18	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.2 Profil dan Parameter Tanah Titik B-1 (JICA, 2019)

B-1						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
12	1	Sand	21	18	21,3	20,5
13	1	Sand	24	18	21,3	0
14	1	Sand	33	18	21,3	0
15	1	Sand	13	18	21,3	0
16	1	Sand	12	18	21,3	22,9
17	1	Sand	42	18	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	51	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	46	19	21,3	24,9
20	1	Gravelly Sand	26	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	23	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	32	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	40	19	21,3	13,7
24	1	Gravelly Sand	37	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	37	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	34	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	39	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	45	19	21,3	14,1
29	1	Gravelly Sand	42	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	49	19	21,3	0

Tabel 5.3 Profil dan Parameter Tanah Titik B-2 (JICA, 2019)

B-2						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
2	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
3	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
4	1	Sand	6	18	21,3	38,6
5	1	Sand	40	18	21,3	0
6	1	Sand	35	18	21,3	0
7	1	Sand	30	18	21,3	29,9
8	1	Gravelly Sand	41	19	21,3	17,3
9	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	28,3
10	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	27,1
11	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	42,8
12	1	Gravelly Sand	49	19	21,3	0
13	1	Gravelly Sand	33	19	21,3	25,1
14	1	Gravelly Sand	36	19	21,3	0
15	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	43,1
17	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.3 Profil dan Parameter Tanah Titik B-2 (JICA, 2019)

B-2						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
19	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	13,9
20	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	26,4
23	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	56	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	23,9
29	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0

Tabel 5.4 Profil dan Parameter Tanah Titik B-3 (JICA, 2019)

B-3						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	57,5
2	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	22,7
3	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	21,2
4	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
5	1	Gravelly Sand	52	19	21,3	0
6	1	Gravelly Sand	54	19	21,3	0
7	1	Gravelly Sand	57	19	21,3	0
8	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	0
9	1	Gravelly Sand	61	19	21,3	21,3
10	1	Gravelly Sand	56	19	21,3	17,3
11	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
12	1	Gravelly Sand	44	19	21,3	26,9
13	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
14	1	Gravelly Sand	6	19	21,3	26,9
15	1	Gravelly Sand	6	19	21,3	34,1
16	1	silty sand	10	18	19,5	0
17	1	silty sand	41	18	19,5	0
18	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
20	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	51	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	55	19	21,3	0
24	1	sand	55	18	21,3	0

Tabel 5.5 Profil dan Parameter Tanah Titik B-4 (JICA, 2019)

B-4						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
25	1	sand	17	18	21,3	39,3
26	1	Gravelly Sand	35	19	21,3	57,9
27	1	Gravelly Sand	56	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0

Tabel 5.6 Profil dan Parameter Tanah Titik B-4 (JICA, 2019)

B-4						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Sand	3	18	21,3	63,2
2	1	Sand	7	18	21,3	50,86
3	1	Sand	3	18	21,3	30,75
4	1	Sand	5	18	21,3	66,9
5	1	Sand	6	18	21,3	58,51
6	1	Sand	11	18	21,3	48,77
7	1	Sand	13	18	21,3	48,29
8	1	Sand	50	18	21,3	0
9	1	Sand	50	18	21,3	25,12
10	1	Sand	50	18	21,3	0
11	1	Sand	50	18	21,3	14,69
12	1	Sand	50	18	21,3	0
13	1	Sand	50	18	21,3	23,63
14	1	Sand	50	18	21,3	0
15	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	17,83
16	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
17	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	10,99
20	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	32,67
24	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	16,89
29	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	30	19	21,3	19,84

Tabel 5.7 Profil dan Parameter Tanah Titik B-5 (JICA, 2019)

B-5						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	sand	3	18	21,3	86,33
2	1	silty	4	17	19,5	85,44
3	1	Sand	7	18	21,3	31,08
4	1	silty sand	3	18	19,5	69,39
5	1	silty sand	10	18	19,5	86,26
6	1	silty sand	13	18	19,5	86,39
7	1	silty sand	19	18	19,5	84,15
8	1	Sand	16	18	21,3	68,65
9	1	silty sand	14	18	19,5	54,27
10	1	Gravelly Sand	18	19	21,3	89,95
11	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
12	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	82,81
13	1	Gravelly Sand	43	19	21,3	0
14	1	Gravelly Sand	40	19	21,3	0
15	1	Gravelly Sand	37	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	28	19	21,3	38,94
17	1	Gravelly Sand	39	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	31	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	21	19	21,3	0
20	1	Gravelly Sand	32	19	21,3	89,89
21	1	Gravelly Sand	38	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	47	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	46	19	21,3	0
24	1	sand	35	18	21,3	88,86
25	1	silty sand	48	18	19,5	0
26	1	sand	36	18	21,3	0
27	1	silty sand	22	18	19,5	0
28	1	silty sand	29	18	19,5	90,15
29	1	silty sand	32	18	19,5	0
30	1	silty sand	45	18	19,5	0

Tabel 5.8 Profil dan Parameter Tanah Titik B-6 (JICA, 2019)

B-6						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	14,79
2	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	27,65
3	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	32,94
4	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	41,12
5	1	Gravelly Sand	70	19	21,3	15,92
6	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	14,33
7	1	sand	50	18	21,3	26,44

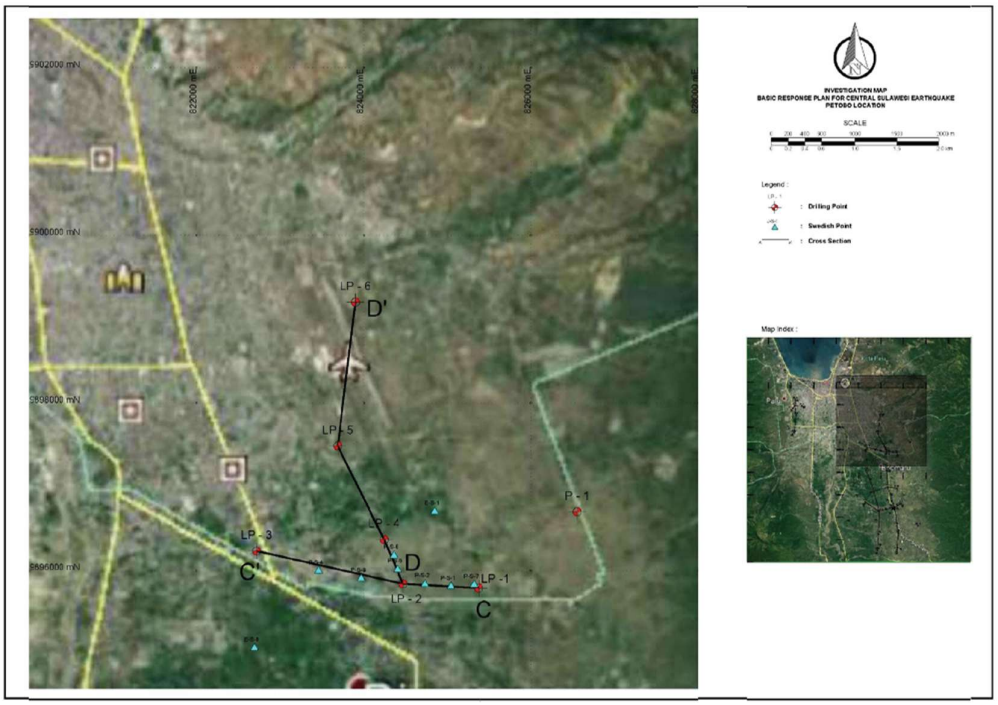
Lanjutan Tabel 5.8 Profil dan Parameter Tanah Titik B-6 (JICA, 2019)

B-6						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
8	1	Gravelly Sand	14	19	21,3	65,06
9	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	26,34
10	1	Gravelly Sand	28	19	21,3	0
11	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
12	1	Gravelly Sand	53	19	21,3	16,93
13	1	Gravelly Sand	51	19	21,3	0
14	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
15	1	Gravelly Sand	61	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	39,24
17	1	Gravelly Sand	68	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	72	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	85	19	21,3	0
20	1	Gravelly Sand	17	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	52	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	51	19	21,3	17,1
23	1	Gravelly Sand	41	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	67	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	65	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	61	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	15,9
28	1	Gravelly Sand	65	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	53	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	69	19	21,3	0

5.1.2 Data Tanah Kawasan Petobo

Kawasan Petobo juga menjadi area pengamatan dalam penelitian ini akibat dampak likuefaksi yang terjadi. Penyelidikan geoteknik di wilayah ini dievaluasi melalui 6 (enam) titik bor, yakni titik LP-1 sampai LP-6, yang posisi spesifiknya diplotkan pada Gambar 5.3. Parameter data tanah yang mencakup kondisi stratigrafi (litologi), nilai N-SPT, berat volume tanah basah (γ_m), berat volume tanah jenuh (γ_{sat}), dan *Fines Content* (FC) untuk masing-masing titik pengeboran pada kawasan ini dijabarkan pada Tabel 5.8 hingga Tabel 5.14 berikut.

.



Gambar 5.3 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Pada Kawasan Petobo (JICA, 2019)

Tabel 5.9 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-1 (JICA, 2019)

LP-1						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Gravelly Sand	4	19	21,3	39,07
2	1	Gravelly Sand	27	19	21,3	11,08
3	1	sand	52	18	21,3	21,12
4	1	sand	54	18	21,3	19,44
5	1	sand	58	18	21,3	27,36
6	1	sand	53	18	21,3	23,29
7	1	sand	55	18	21,3	21,93
8	1	sand	50	18	21,3	0
9	1	sand	50	18	21,3	0
10	1	sand	50	18	21,3	0
11	1	sand	50	18	21,3	48,7
12	1	sand	50	18	21,3	47,39
13	1	silty sand	50	18	19,5	0
14	1	silty sand	60	18	19,5	35,68
15	1	silty sand	60	18	19,5	0
16	1	Gravelly Sand	60	19	21,3	0
17	1	Gravelly Sand	64	19	21,3	31,43
18	1	Gravelly Sand	52	19	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.9 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-2 (JICA, 2019)

LP-2						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
19	1	Gravelly Sand	54	19	21,3	25,71
20	1	Gravelly Sand	57	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	55	19	21,3	21,4
23	1	Gravelly Sand	53	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	51	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	51	19	21,3	0
27	1	sand	11	18	21,3	47,97
28	1	sand	39	18	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	56	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	58	19	21,3	20,46

Tabel 5.10 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-2 (JICA, 2019)

LP-2						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	3	18	19,5	74,55
2	1	silty sand	3	18	19,5	53,79
3	1	silty sand	5	18	19,5	53,32
4	1	silty sand	4	18	19,5	43,86
5	1	silty sand	7	18	19,5	78,13
6	1	silty sand	5	18	19,5	58,16
7	1	Sand	3	18	21,3	70,61
8	1	silty sand	4	18	19,5	79,51
9	1	silty sand	5	18	19,5	81,54
10	1	silty sand	7	18	19,5	76,28
11	1	sand	50	18	21,3	27,95
12	1	sand	48	18	21,3	0
13	1	sand	50	18	21,3	33,59
14	1	sand	35	18	21,3	0
15	1	sand	43	18	21,3	0
16	1	sand	42	18	21,3	30,58
17	1	sand	20	18	21,3	0
18	1	sand	34	18	21,3	0
19	1	sand	44	18	21,3	0
20	1	sand	34	18	21,3	0
21	1	sand	45	18	21,3	26,91
22	1	sand	47	18	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	42	19	21,3	0
24	1	sand	50	18	21,3	0
25	1	sand	50	18	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.10 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-3 (JICA, 2019)

LP-3						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
26	1	silty sand	25	18	19,5	0
27	1	sand	50	18	21,3	31,4
28	1	silty sand	50	18	19,5	0
29	1	silty sand	42	18	19,5	0
30	1	sand	54	18	21,3	41,15

Tabel 5.11 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-3 (JICA, 2019)

LP-3						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	6	18	19,5	93,51
2	1	silty sand	6	18	19,5	72,49
3	1	silty sand	15	18	19,5	88,72
4	1	silty sand	27	18	19,5	80,74
5	1	silty sand	34	18	19,5	80,24
6	1	silty sand	34	18	19,5	82,93
7	1	silty sand	33	18	19,5	0
8	1	silty sand	36	18	19,5	80,2
9	1	sand	55	18	21,3	0
10	1	sand	64	18	21,3	5,68
11	1	sand	65	18	21,3	0
12	1	sand	66	18	21,3	7,86
13	1	sand	67	18	21,3	0
14	1	sand	50	18	21,3	0
15	1	sand	34	18	21,3	77,97
16	1	sand	36	18	21,3	0
17	1	silty sand	36	18	19,5	0
18	1	silty sand	34	18	19,5	84
19	1	silty sand	35	18	19,5	0
20	1	sand	40	18	21,3	0
21	1	sand	33	18	21,3	77,92
22	1	sand	32	18	21,3	0
23	1	sand	35	18	21,3	0
24	1	sand	33	18	21,3	76,55
25	1	sand	34	18	21,3	0
26	1	sand	32	18	21,3	0
27	1	sand	34	18	21,3	83,65
28	1	sand	34	18	21,3	0
29	1	sand	37	18	21,3	0
30	1	sand	31	18	21,3	69,23

Tabel 5.12 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-4 (JICA, 2019)

LP-4						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	5	18	19,5	68
2	1	silty sand	17	18	19,5	59
3	1	silty sand	12	18	19,5	57,88
4	1	silty sand	8	18	19,5	40,25
5	1	Sand	3	18	21,3	61,94
6	1	silty sand	28	18	19,5	34,08
7	1	Sand	5	18	21,3	62,16
8	1	Gravelly Sand	42	19	21,3	39,02
9	1	Gravelly Sand	33	19	21,3	60,01
10	1	Gravelly Sand	37	19	21,3	37,43
11	1	Sand	20	18	21,3	23,39
12	1	Sand	11	18	21,3	47,36
13	1	Gravelly Sand	57	19	21,3	0
14	1	Gravelly Sand	65	19	21,3	11,21
15	1	Gravelly Sand	63	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	61	19	21,3	0
17	1	Gravelly Sand	60	19	21,3	22,97
18	1	silty sand	35	18	19,5	0
19	1	Gravelly Sand	57	19	21,3	0
20	1	Sand	34	18	21,3	65,32
21	1	Sand	59	18	21,3	0
22	1	Sand	62	18	21,3	0
23	1	Sand	58	18	21,3	0
24	1	Sand	59	18	21,3	0
25	1	Sand	66	18	21,3	0
26	1	Sand	63	18	21,3	0
27	1	Sand	66	18	21,3	20,13
28	1	Sand	66	18	21,3	0
29	1	Sand	63	18	21,3	0
30	1	Sand	64	18	21,3	0

Tabel 5.13 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-6 (JICA, 2019)

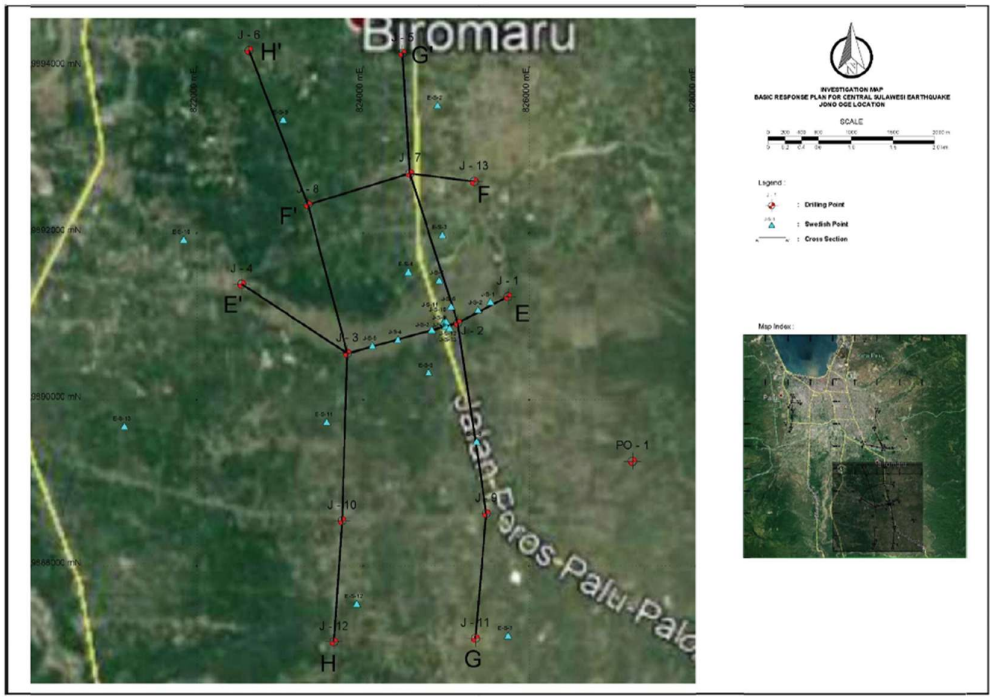
LP-6						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	sand	29	18	21,3	31,5
2	1	sand	36	18	21,3	28,86
3	1	sand	60	18	21,3	22,29
4	1	sand	62	18	21,3	22,78
5	1	sand	64	18	21,3	23,24
6	1	sand	60	18	21,3	34,55
7	1	Silty Sand	27	18	19,5	53,02

Lanjutan Tabel 5.13 Profil dan Parameter Tanah Titik LP-6 (JICA, 2019)

LP-6						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
8	1	Silty Sand	24	18	19,5	55,37
9	1	Silty Sand	25	18	19,5	56,61
10	1	sand	62	18	21,3	34,37
11	1	sand	60	18	21,3	30,1
12	1	sand	61	18	21,3	0
13	1	sand	64	18	21,3	0
14	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	32,46
15	1	Gravelly Sand	60	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
17	1	sand	63	18	21,3	40,96
18	1	sand	64	18	21,3	0
19	1	sand	60	18	21,3	29,1
20	1	sand	55	18	21,3	0
21	1	sand	66	18	21,3	0
22	1	sand	66	18	21,3	0
23	1	sand	69	18	21,3	27,73
24	1	sand	67	18	21,3	0
25	1	sand	68	18	21,3	0
26	1	sand	69	18	21,3	0
27	1	sand	69	18	21,3	0
28	1	sand	69	18	21,3	0
29	1	sand	69	18	21,3	0
30	1	sand	69	18	21,3	0

5.1.3 Data Tanah Kawasan Jono Oge

Kawasan Jono Oge merupakan salah satu wilayah yang mengalami deformasi tanah cukup signifikan akibat kejadian gempa. Untuk mengidentifikasi kondisi geoteknik serta karakteristik tanah pada kawasan tersebut, dilakukan penyelidikan geoteknik pada 13 (tiga belas) titik pengamatan, yang diberi kode J-1 hingga J-13. Titik-titik penyelidikan tersebut tersebar pada area penelitian untuk memperoleh gambaran kondisi lapisan tanah dan parameter geoteknik yang diperlukan dalam analisis. Adapun persebaran lokasi titik penyelidikan geoteknik di Kawasan Jono Oge ditampilkan pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Kawasan Jono Oge (JICA, 2019)

Selanjutnya, parameter identifikasi tanah yang terdiri atas stratigrafi litologi, nilai N-SPT, berat volume tanah basah (γ_m), berat volume tanah jenuh (γ_{sat}), serta *Fines Content* (FC) pada tiap titik bor direkapitulasi dalam Tabel 5.14 sampai Tabel 5.27 berikut.

Tabel 5.14 Profil dan Parameter Tanah Titik J-1 (JICA, 2019)

J-1						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Silty Sand	5	18	19,5	0
2	1	Silty Sand	19	18	19,5	73,37
3	1	Sand	4	18	21,3	29,39
4	1	Sand	10	18	21,3	65,1
5	1	Sand	18	18	21,3	49,33
6	1	Sand	19	18	21,3	48,68
7	1	Sand	73	18	21,3	12,49
8	1	Sand	86	18	21,3	23,72
9	1	Sand	61	18	21,3	21,42
10	1	Sand	18	18	21,3	42,64
11	1	Sand	19	18	21,3	0
12	1	Silty Sand	50	18	19,5	0
13	1	Silty Sand	66	18	19,5	73,37
14	1	Silty Sand	50	18	19,5	0

Tabel 5.14 Profil dan Parameter Tanah Titik J-2 (JICA, 2019)

J-2						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
15	1	Silty Sand	37	18	19,5	0
16	1	Silty Sand	44	18	19,5	46,8
17	1	Silty Sand	50	18	19,5	0
18	1	Silty Sand	53	18	19,5	0
19	1	Silty Sand	75	18	19,5	0
20	1	Silty Sand	50	18	19,5	0
21	1	Silty Sand	80	18	19,5	42,93
22	1	Silty Sand	83	18	19,5	0
23	1	sand	50	18	21,3	0
24	1	sand	69	18	21,3	0
25	1	sand	50	18	21,3	0
26	1	sand	50	18	21,3	0
27	1	sand	50	18	21,3	13,62
28	1	sand	50	18	21,3	0
29	1	sand	50	18	21,3	0
30	1	sand	50	18	21,3	0

Tabel 5.15 Profil dan Parameter Tanah Titik J-2 (JICA, 2019)

J-2						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Silty Sand	5	18	19,5	50,08
2	1	sand	17	18	21,3	39,42
3	1	Silty Sand	12	18	19,5	86,72
4	1	Silty Sand	8	18	19,5	67,47
5	1	sand	3	18	21,3	12,39
6	1	Gravelly Sand	28	19	21,3	8,86
7	1	sand	5	18	21,3	0
8	1	sand	42	18	21,3	29,08
9	1	Gravelly Sand	33	19	21,3	12,03
10	1	Gravelly Sand	37	19	21,3	7,52
11	1	Gravelly Sand	20	19	21,3	10,94
12	1	Gravelly Sand	11	19	21,3	0
13	1	Gravelly Sand	57	19	21,3	14,3
14	1	Gravelly Sand	65	19	21,3	0
15	1	Gravelly Sand	63	19	21,3	14,36
16	1	sand	61	18	21,3	0
17	1	sand	60	18	21,3	13,57
18	1	sand	35	18	21,3	0
19	1	sand	57	18	21,3	8,69
20	1	sand	34	18	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.15 Profil dan Parameter Tanah Titik J-3 (JICA, 2019)

J-3						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
22	1	Gravelly Sand	62	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	58	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	66	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0

Tabel 5.16 Profil dan Parameter Tanah Titik J-3 (JICA, 2019)

J-3						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	8	18	19,5	0
2	1	sand	13	18	21,3	21,17
3	1	sand	16	18	21,3	13,4
4	1	sand	18	18	21,3	16,97
5	1	sand	20	18	21,3	14,35
6	1	sand	22	18	21,3	10,66
7	1	sand	50	18	21,3	14,08
8	1	sand	50	18	21,3	15,4
9	1	sand	50	18	21,3	14,17
10	1	sand	50	18	21,3	17,06
11	1	sand	53	18	21,3	7,13
12	1	sand	54	18	21,3	0
13	1	sand	54	18	21,3	0
14	1	sand	59	18	21,3	0
15	1	sand	17	18	21,3	0
16	1	sand	30	18	21,3	8,47
17	1	sand	31	18	21,3	0
18	1	sand	31	18	21,3	0
19	1	sand	32	18	21,3	0
20	1	sand	35	18	21,3	0
21	1	sand	33	18	21,3	15,13
22	1	sand	38	18	21,3	0
23	1	sand	40	18	21,3	0
24	1	sand	45	18	21,3	0
25	1	sand	50	18	21,3	0
26	1	sand	51	18	21,3	35,37
27	1	sand	50	18	21,3	0
28	1	sand	50	18	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.16 Profil dan Parameter Tanah Titik J-4 (JICA, 2019)

J-4						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
29	1	sand	51	18	21,3	0
30	1	sand	50	18	21,3	0

Tabel 5.17 Profil dan Parameter Tanah Titik J-4 (JICA, 2019)

J-4						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Sand	39	18	21,3	30,8
2	1	Sand	48	18	21,3	28,12
3	1	Sand	54	18	21,3	26,37
4	1	silty sand	45	18	19,5	48,06
5	1	silty sand	46	18	19,5	25,88
6	1	Gravelly Sand	58	19	21,3	27,71
7	1	Sand	56	18	21,3	9,33
8	1	Sand	56	18	21,3	34,95
9	1	Gravelly Sand	56	19	21,3	31,66
10	1	Sand	72	18	21,3	29,54
11	1	Sand	62	18	21,3	0
12	1	Sand	59	18	21,3	45,47
13	1	Sand	61	18	21,3	0
14	1	Sand	63	18	21,3	0
15	1	Sand	73	18	21,3	0
16	1	Sand	71	18	21,3	24,64
17	1	Sand	80	18	21,3	0
18	1	Sand	73	18	21,3	0
19	1	Sand	78	18	21,3	0
20	1	Sand	76	18	21,3	17,2
21	1	Sand	80	18	21,3	0
22	1	Sand	70	18	21,3	0
23	1	Sand	76	18	21,3	0
24	1	Sand	74	18	21,3	0
25	1	Sand	72	18	21,3	26,08
26	1	Sand	72	18	21,3	0
27	1	Sand	68	18	21,3	30,73
28	1	Sand	67	18	21,3	0
29	1	Sand	76	18	21,3	0
30	1	Sand	70	18	21,3	0

Tabel 5.18 Profil dan Parameter Tanah Titik J-5 (JICA, 2019)

J-5						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	8	18	19,5	0
2	1	Gravelly Sand	13	19	21,3	56,78
3	1	Gravelly Sand	16	19	21,3	22,21
4	1	Gravelly Sand	18	19	21,3	27,5
5	1	Gravelly Sand	20	19	21,3	30,06
6	1	Gravelly Sand	22	19	21,3	32,04
7	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	32,23
8	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	40,24
9	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	31,41
10	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	56,32
11	1	Gravelly Sand	53	19	21,3	0
12	1	Gravelly Sand	54	19	21,3	28,38
13	1	Gravelly Sand	54	19	21,3	0
14	1	silty sand	59	18	19,5	0
15	1	Gravelly Sand	17	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	30	19	21,3	55,99
17	1	Gravelly Sand	31	19	21,3	0
18	1	silty sand	31	18	19,5	0
19	1	Gravelly Sand	32	19	21,3	39,11
20	1	Gravelly Sand	35	19	21,3	0
21	1	silty sand	33	18	19,5	0
22	1	Gravelly Sand	38	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	40	19	21,3	34,82
24	1	sand	45	18	21,3	0
25	1	silty sand	50	18	19,5	0
26	1	sand	51	18	21,3	40,94
27	1	silty sand	50	18	19,5	0
28	1	silty sand	50	18	19,5	0
29	1	silty sand	51	18	19,5	0
30	1	silty sand	50	18	19,5	0

Tabel 5.19 Profil dan Parameter Tanah Titik J-6 (JICA, 2019)

J-6						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Silty Sand	51	18	19,5	0
2	1	Gravelly Sand	45	19	21,3	25,61
3	1	Silty Sand	29	18	19,5	42,99
4	1	sand	32	18	21,3	47,1
5	1	sand	50	18	21,3	44,16
6	1	sand	25	18	21,3	48,54
7	1	sand	18	18	21,3	47,02

Lanjutan Tabel 5.19 Profil dan Parameter Tanah Titik J-7 (JICA, 2019)

J-7						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
8	1	Silty Sand	20	18	19,5	50,34
9	1	sand	25	18	21,3	44,77
10	1	sand	29	18	21,3	21,48
11	1	sand	35	18	21,3	18,81
12	1	sand	38	18	21,3	16,46
13	1	sand	41	18	21,3	0
14	1	sand	45	18	21,3	0
15	1	sand	47	18	21,3	0
16	1	sand	50	18	21,3	23,63
17	1	sand	56	18	21,3	0
18	1	sand	58	18	21,3	0
19	1	sand	63	18	21,3	22,75
20	1	sand	69	18	21,3	0
21	1	sand	71	18	21,3	0
22	1	sand	69	18	21,3	21,42
23	1	sand	49	18	21,3	0
24	1	sand	50	18	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	37,33
27	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	52	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	74	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	81	19	21,3	0

Tabel 5.20 Profil dan Parameter Tanah Titik J-7 (JICA, 2019)

J-7						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Silty Sand	18	15,1	18	0
2	1	sand	9	18,1	18	33,42
3	1	Silty Sand	19	15,1	18	29,13
4	1	Gravelly Sand	21	18,1	19	46,36
5	1	Gravelly Sand	19	18,1	19	65,86
6	1	sand	23	18,1	18	57,39
7	1	sand	27	18,1	18	36,69
8	1	sand	30	18,1	18	24,37
9	1	sand	32	18,1	18	37,99
10	1	sand	27	18,1	18	49,57
11	1	sand	25	18,1	18	50,73
12	1	Gravelly Sand	35	18,1	19	0
13	1	Gravelly Sand	42	18,1	19	0
14	1	Gravelly Sand	37	18,1	19	36,95

15	1	Gravelly Sand	50	18,1	19	0
16	1	Gravelly Sand	38	18,1	19	0
17	1	Gravelly Sand	47	18,1	19	29,59
18	1	Gravelly Sand	50	18,1	19	0
19	1	Gravelly Sand	48	18,1	19	0
20	1	Silty Sand	38	15,1	18	0
21	1	sand	27	18,1	18	0
22	1	Silty Sand	39	15,1	18	40,95
23	1	Silty Sand	39	15,1	18	0
24	1	Silty Sand	40	15,1	18	0
25	1	Silty Sand	45	15,1	18	0
26	1	Gravelly Sand	50	18,1	19	0
27	1	Gravelly Sand	58	18,1	19	0
28	1	Gravelly Sand	50	18,1	19	28
29	1	Gravelly Sand	50	18,1	19	0
30	1	Gravelly Sand	50	18,1	19	0

Tabel 5.21 Profil dan Parameter Tanah Titik J-8 (JICA, 2019)

J-8						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	14	15,1	18	0
2	1	silty sand	15	15,1	18	61,24
3	1	sand	53	18,1	18	37,33
4	1	silty sand	13	15,1	18	62,09
5	1	Sand	52	18,1	18	28,89
6	1	Sand	64	18,1	18	22,38
7	1	Sand	64	18,1	18	28,99
8	1	Sand	65	18,1	18	28,69
9	1	Sand	60	18,1	18	38,09
10	1	Sand	25	18,1	18	48,83
11	1	Sand	56	18,1	18	0
12	1	Sand	68	18,1	18	0
13	1	Sand	65	18,1	18	13,22
14	1	Sand	68	18,1	18	0
15	1	Sand	66	18,1	18	32,94
16	1	Sand	61	18,1	18	0
17	1	Sand	67	18,1	18	88,22
18	1	Sand	15	18,1	18	0
19	1	silty sand	58	15,1	18	0
20	1	sand	64	18,1	18	0
21	1	silty sand	66	15,1	18	19,05
22	1	silty sand	53	15,1	18	0
23	1	silty sand	14	15,1	18	0
24	1	silty sand	59	15,1	18	0

Lanjutan Tabel 5.21 Profil dan Parameter Tanah Titik J-8 (JICA, 2019)

J-8						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
25	1	silty sand	11	15,1	18	0
26	1	sand	52	18,1	18	21,21
27	1	sand	64	18,1	18	0
28	1	sand	62	18,1	18	0
29	1	sand	53	18,1	18	0
30	1	sand	67	18,1	18	0

Tabel 5.22 Profil dan Parameter Tanah Titik J-9 (JICA, 2019)

J-9						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	silty sand	14	18	19,5	0
2	1	silty sand	13	18	19,5	32,07
3	1	silty sand	50	18	19,5	0
4	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	29,81
5	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
6	1	Gravelly Sand	25	19	21,3	29,73
7	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
8	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	13,65
9	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
10	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
11	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
12	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	11,33
13	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
14	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
15	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	16
17	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
20	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	48	19	21,3	13,45
28	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0

Tabel 5.23 Profil dan Parameter Tanah Titik J-10 (JICA, 2019)

J-10						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Sand	13	18	21,3	18,43
2	1	Gravelly Sand	56	19	21,3	7,76
3	1	Sand	16	18	21,3	13,76
4	1	Sand	58	18	21,3	11,11
5	1	Gravelly Sand	64	19	21,3	24,82
6	1	Sand	53	18	21,3	34,12
7	1	Sand	61	18	21,3	34,32
8	1	Sand	57	18	21,3	15,48
9	1	silty sand	50	18	19,5	15,8
10	1	silty sand	15	18	19,5	56,51
11	1	silty sand	32	18	19,5	0
12	1	silty sand	13	18	19,5	0
13	1	Sand	60	18	21,3	24,25
14	1	silty sand	53	18	19,5	0
15	1	silty sand	19	18	19,5	0
16	1	silty sand	17	18	19,5	60,66
17	1	Gravelly Sand	59	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	67	19	21,3	0
19	1	Gravelly Sand	71	19	21,3	0
20	1	Gravelly Sand	61	19	21,3	0
21	1	Gravelly Sand	58	19	21,3	0
22	1	Gravelly Sand	61	19	21,3	13,25
23	1	Gravelly Sand	65	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	65	19	21,3	0
25	1	Gravelly Sand	68	19	21,3	0
26	1	Gravelly Sand	63	19	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	60	19	21,3	17,88
28	1	Gravelly Sand	58	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	62	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	67	19	21,3	0

Tabel 5.24 Profil dan Parameter Tanah Titik J-11 (JICA, 2019)

J-11						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	sand	20	18	21,3	0
2	1	silty sand	7	18	19,5	42,97
3	1	silty sand	34	18	19,5	70,01
4	1	silty sand	22	18	19,5	71,57
5	1	silty sand	31	18	19,5	41,22
6	1	silty sand	36	18	19,5	49,26
7	1	sand	29	18	21,3	36,46

Lanjutan Tabel 5.24 Profil dan Parameter Tanah Titik J-11 (JICA, 2019)

J-11						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
8	1	sand	25	18	21,3	27,77
9	1	sand	28	18	21,3	28,94
10	1	Gravelly Sand	33	19	21,3	55,22
11	1	Gravelly Sand	23	19	21,3	0
12	1	silty sand	32	18	19,5	0
13	1	sand	32	18	21,3	0
14	1	sand	35	18	21,3	32,29
15	1	sand	38	18	21,3	0
16	1	sand	41	18	21,3	0
17	1	sand	44	18	21,3	0
18	1	sand	45	18	21,3	40,51
19	1	sand	39	18	21,3	0
20	1	sand	50	18	21,3	0
21	1	sand	50	18	21,3	0
22	1	sand	50	18	21,3	17,96
23	1	silty sand	50	18	19,5	0
24	1	silty sand	50	18	19,5	0
25	1	sand	50	18	21,3	0
26	1	sand	50	18	21,3	0
27	1	sand	50	18	21,3	0
28	1	sand	58	18	21,3	25,96
29	1	sand	52	18	21,3	0
30	1	sand	50	18	21,3	0

Tabel 5.25 Profil dan Parameter Tanah Titik J-12 (JICA, 2019)

J-12						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	sand	21	18	21,3	48,34
2	1	silty sand	7	18	19,5	61,09
3	1	sand	8	18	21,3	0
4	1	sand	9	18	21,3	59,65
5	1	sand	12	18	21,3	46,7
6	1	sand	10	18	21,3	54,9
7	1	silty sand	11	18	19,5	45,67
8	1	silty sand	11	18	19,5	45,1
9	1	sand	19	18	21,3	70,42
10	1	sand	50	18	21,3	5,15
11	1	sand	50	18	21,3	0
12	1	sand	50	18	21,3	0
13	1	sand	50	18	21,3	0
14	1	sand	52	18	21,3	29,46

Lanjutan Tabel 5.25 Profil dan Parameter Tanah Titik J-12 (JICA, 2019)

J-12						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
15	1	sand	50	18	21,3	0
16	1	sand	50	18	21,3	0
17	1	sand	45	18	21,3	45,61
18	1	sand	50	18	21,3	0
19	1	sand	50	18	21,3	0
20	1	sand	48	18	21,3	0
21	1	sand	48	18	21,3	48,12
22	1	sand	36	18	21,3	0
23	1	sand	50	18	21,3	0
24	1	sand	50	18	21,3	0
25	1	sand	50	18	21,3	0
26	1	sand	50	18	21,3	0
27	1	sand	50	18	21,3	38,17
28	1	sand	50	18	21,3	0
29	1	sand	50	18	21,3	0
30	1	sand	50	18	21,3	0

Tabel 5.26 Profil dan Parameter Tanah Titik J-13 (JICA, 2019)

J-13						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
1	1	Gravelly Sand	12	19	21,3	11,55
2	1	Gravelly Sand	8	19	21,3	44,22
3	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	13,14
4	1	Gravelly Sand	32	19	21,3	32,8
5	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	28,15
6	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	32,14
7	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	27,86
8	1	Gravelly Sand	20	19	21,3	36,07
9	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	12,48
10	1	Gravelly Sand	43	19	21,3	37,52
11	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
12	1	Gravelly Sand	45	19	21,3	0
13	1	Gravelly Sand	47	19	21,3	0
14	1	silty sand	29	18	19,5	0
15	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
16	1	Gravelly Sand	38	19	21,3	23,82
17	1	Gravelly Sand	78	19	21,3	0
18	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
19	1	sand	51	18	21,3	0
20	1	sand	50	18	21,3	25,81
21	1	sand	50	18	21,3	0

Lanjutan Tabel 5.26 Profil dan Parameter Tanah Titik J-12 (JICA, 2019)

J-12						
Kedalaman (m)	**Tebal Lapisan (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
22	1	sand	50	18	21,3	0
23	1	Gravelly Sand	66	19	21,3	0
24	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	10,69
25	1	Gravelly Sand	48	19	21,3	0
26	1	sand	53	18	21,3	0
27	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
28	1	Gravelly Sand	64	19	21,3	0
29	1	Gravelly Sand	50	19	21,3	0
30	1	Gravelly Sand	66	19	21,3	0

5.1.4 Data Tanah Institusi Agama Islam Negeri (IAIN)

Kawasan IAIN ditetapkan sebagai lokasi penyelidikan geoteknik dengan jumlah tinjauan sebanyak 5 (lima) titik pengeboran, yakni titik IAIN-1 hingga IAIN-5. Distribusi lokasi titik-titik penyelidikan tersebut dipetakan secara spesifik pada Gambar 5.5. Rincian data parameter profil tanah yang meliputi stratigrafi litologi, perolehan nilai N-SPT, berat volume tanah basah (γ_m), berat volume tanah jenuh (γ_{sat}), dan persentase butiran halus (*Fines Content*/FC) di Kawasan IAIN dipaparkan selengkapnya pada Tabel 5.27 hingga Tabel 5.31 berikut.



Gambar 5.5 Peta Sebaran Titik Penyelidikan Kawasan IAIN ((Konsultant, 2019))

Tabel 5.27 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-1 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-1						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
2	2	pasr halus berbatu	4	15,50	18,53	0,2
4	2	pasir kasar	5	15,50	18,53	0,2
6	2	pasir kasar	9	15,50	18,53	0,2
8	2	lempung berpasir halus	5	18,93	20,75	21,8
10	2	lempung berpasir halus	8	18,93	20,75	21,8
12	2	lempung berpasir halus	5	18,93	20,75	21,8
14	2	pasir lempung	4	16,78	16,61	3,4
16	2	pasir lempung	7	16,78	16,61	3,4
18	2	pasir lempung	39	16,38	18,25	40,8
20	2	pasir lempung	42	16,38	18,25	40,8
22	2	pasir lempung	43	16,78	18,67	34,2
24	2	pasir lempung	43	16,78	18,67	34,2
26	2	pasir lempung	46	16,78	18,67	34,2
28	2	pasir lempung	48	16,78	17,98	27,4
30	2	pasir lempung	61	16,78	17,98	27,4

Tabel 5.28 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-2 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-2						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
2	2	Pasir lempung berbatu	7	17,95	19,00	35,4
4	2	pasir lempung berbatu	11	17,95	19,00	35,4
6	2	lempung berpasir	14	17,95	19,00	35,4
8	2	lempung berpasir	14	19,13	20,49	6,4
10	2	lempung berpasir	10	19,13	20,49	6,4
12	2	lempung berpasir	11	19,13	20,49	6,4
14	2	lempung berpasir	11	16,78	18,28	26,8
16	2	lempung berpasir	15	16,78	18,28	26,8
18	2	lempung berpasir	15	16,38	17,09	12,4
20	2	lempung berpasir	29	16,38	17,09	12,4
22	2	lempung berpasir	24	16,78	18,08	0,2
24	2	lempung	27	16,78	18,08	0,2

Lanjutan Tabel 5.28 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-3 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-3						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
26	2	lempung	29	16,78	18,08	0,2
28	2	lempung	29	16,78	18,39	15,4
30	2	lempung	37	16,78	18,39	15,4

Tabel 5.29 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-3 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-3						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
2	2	kerikil	11	17,07	19,37	1,8
4	2	kerikil	9	17,07	19,37	1,8
6	2	lempung berpasir	6	17,07	19,28	1,8
8	2	lempung berpasir	7	12,07	16,62	2,8
10	2	lempung berpasir	10	12,07	16,62	2,8
12	2	lempung berpasir	13	12,07	16,62	2,8
14	2	lempung berpasir	13	11,48	16,84	6,8
16	2	lempung berpasir	13	11,48	16,84	6,8
18	2	lempung berpasir	13	16,78	19,26	16,2
20	2	lempung	12	16,78	19,26	16,2
22	2	lempung	8	14,52	17,82	12
24	2	lempung	6	14,52	17,82	12
26	2	lempung	4	14,52	17,82	12
28	2	lempung	11	13,73	16,69	2,8
30	2	lempung	12	13,73	16,69	2,8

Tabel 5.30 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-4 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-4						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
2	2	Pasir lempung berbatu	11	14,52	17,93	0,2
4	2	lempung berpasir halus	9	14,52	17,93	0,2
6	2	pasir kasar	6	14,52	17,93	0,2
8	2	pasir kasar	7	12,95	17,18	4,6
10	2	pasir kasar	10	12,95	17,18	4,6
12	2	pasir kasar	13	12,95	17,18	4,6
14	2	pasir kasar	13	12,36	14,42	0,2

Lanjutan Tabel 5.30 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-3 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-3						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
16	2	pasir kasar	13	12,36	14,42	0,2
18	2	pasir kasar	13	15,40	17,75	0,4
20	2	pasir kasar	12	15,40	17,75	0,4
22	2	pasir kasar	8	16,68	18,40	0,2
24	2	lempung	6	16,68	18,40	0,2
26	2	lempung	4	16,68	18,40	0,2
28	2	lempung	11	16,38	17,08	2,8
30	2	lempung	12	16,38	17,08	2,8

Tabel 5.31 Profil dan Parameter Tanah Titik IAIN-5 (Dokumen CV. Kalate Konsultant, 2019)

IAIN-5						
Kedalaman (m)	**Tebal (m)**	**Material**	**N-SPT (N)**	**γ_m (kN/m3)**	**γ_{sat} (kN/m3)**	**FC (%)**
2	2	kerikil	6	17,76	19,47	14
4	2	kerikil	7	17,76	19,47	14
6	2	lempung pasir halus	11	17,76	19,47	14
8	2	lempung pasir kasar	11	21,78	21,31	0,2
10	2	lempung pasir kasar	12	21,78	21,31	0,2
12	2	lempung pasir halus	10	21,78	21,31	0,2
14	2	lempung pasir halus	10	19,62	20,53	14,4
16	2	lempung pasir halus	10	19,62	20,53	14,4
18	2	lempung pasir halus	10	16,68	19,50	4,2
20	2	lempung pasir halus	11	16,68	19,50	4,2
22	2	lempung berpasir	1	14,91	17,68	1,2
24	2	lempung berpasir	15	14,91	17,68	1,2
26	2	lempung pasir kasar	4	14,91	17,68	1,2
28	2	lempung pasir halus	35	22,66	22,12	0,8
30	2	lempung berpasir	28	22,66	22,12	0,8

5.2 Klasifikasi Kelas Situs dan Kecepatan Gelombang Geser (Vs_{30})

Klasifikasi jenis situs tanah ditentukan berdasarkan nilai kecepatan rambat gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter (V_{s30}) sesuai dengan SNI 1726:2019. Oleh karena data primer yang tersedia berupa nilai N-SPT, maka nilai kecepatan gelombang geser (V_s) diestimasi menggunakan dua pendekatan korelasi

empiris untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif, yaitu metode (Ohta & Goto, 1978) serta Imai dan Tonouchi (1982).

Berikut merupakan penjabaran analisis perhitungan nilai V_s dan V_{s30} dengan mengambil representasi pada Titik Bor B-1.

1. Analisis V_s Titik B-1 (Lapisan 1; N-SPT = 8)
   a. Metode Ohta & Goto (1978)

      $V_s = 85{,}35 \times (N)^{0{,}348}$

      $V_s = 85{,}35 \times (8)^{0{,}348}$

      $V_s = 172{,}981$ m/s

   b. Metode Imai & Tonouchi (1982)

      $V_s = 96{,}9 \times (N)^{0{,}318}$

      $V_s = 96{,}9 \times (8)^{0{,}318}$

      $V_s = 186{,}163$ m/s

   Perhitungan di atas diulangi secara sistematis hingga mencapai kedalaman 30 meter. Hasil analisis nilai V_s untuk setiap lapisan pada Titik B-1 secara lengkap dari kedua metode disajikan secara komparatif pada Tabel 5.32 berikut.

Tabel 5. 32 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai V_s Titik B-1

Kedalaman (m)	**N-SPT**	**Tebal Lapisan, d_i (m)**	**V_s Ohta & Goto (m/s)**	**V_s Imai & Tonouchi (m/s)**
1	8	1	172,981	186,163
2	7	1	165,304	178,519
3	3	1	123,928	136,817
4	5	1	147,434	160,620
5	4	1	136,663	149,751
6	10	1	186,616	199,675
7	12	1	198,550	211,440
8	52	1	326,881	335,080
9	67	1	356,299	362,837
10	16	1	218,952	231,429
11	14	1	209,234	221,926
12	21	1	240,162	252,058
13	24	1	251,316	262,851

Lanjutan Tabel 5. 32 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai V_s Titik B-1

Kedalaman (m)	N-SPT	Tebal Lapisan, d_i (m)	V_s Ohta & Goto (m/s)	V_s Imai & Tonouchi (m/s)
14	33	1	280,055	290,494
15	13	1	204,028	216,821
16	12	1	198,550	211,440
17	42	1	303,986	313,346
18	51	1	324,730	333,043
19	46	1	313,535	322,426
20	26	1	258,250	269,541
21	23	1	247,706	259,362
22	32	1	277,141	287,701
23	40	1	298,985	308,582
24	37	1	291,164	301,120
25	37	1	291,164	301,120
26	34	1	282,912	293,230
27	39	1	296,422	306,139
28	45	1	311,201	320,208
29	42	1	303,986	313,346
30	49	1	320,343	328,886

2. Analisis V_{s30} Titik B-1

   Berdasarkan hasil akumulasi perhitungan 30 lapisan tanah pada titik B-1, dilakukan perhitungan V_{s30} untuk masing-masing metode.

   a. V_{s30} (Ohta & Goto)

   $$V_{s30} = \frac{30}{\Sigma(\frac{di}{Vsi})}$$

   $$V_{s30} = \frac{30}{0{,}1291}$$

   $$V_{s30} = 232{,}412 \text{ m/s}$$

   b. V_{s30} (Imai & Tonouchi)

   $$V_{s30} = \frac{30}{\Sigma(\frac{di}{Vsi})}$$

   $$V_{s30} = \frac{30}{0{,}1223}$$

   $$V_{s30} = 245{,}303 \text{ m/s}$$

Kedua nilai V_{s30} tersebut kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai V_{s30} yang akan digunakan dalam penentuan kelas situs. Perhitungannya sebagai berikut.

$$V_{s30\ (Rata-\quad)} = \frac{V_{s3}\ \ (Ohta\ \&\ Goto) + V_{s30}\ (Imai\ \&\ Tonouchi)}{2}$$

$$V_{s30\ (Rata-rata)} = \frac{232{,}412+245{,}303}{2}$$

$$V_{s30\ (Rata-rata)} = 238{,}857 \text{ m/s}$$

Berdasarkan Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai V_{s30} rata-rata sebesar 238,857 m/s untuk Titik B-1. Merujuk pada kriteria SNI 1726:2019 ($175 \leq V_{s30} \leq 350$ m/s), profil tanah pada lokasi tersebut diklasifikasikan sebagai Kelas Situs SD (Tanah Sedang**).** Adapun hasil perhitungan dengan prosedur yang sama menggunakan kedua metode V_{s30}, nilai V_{s3} rata-rata dan kelas situs pada seluruh titik penyelidikan selanjutnya disajikan pada Tabel 5.33 berikut.

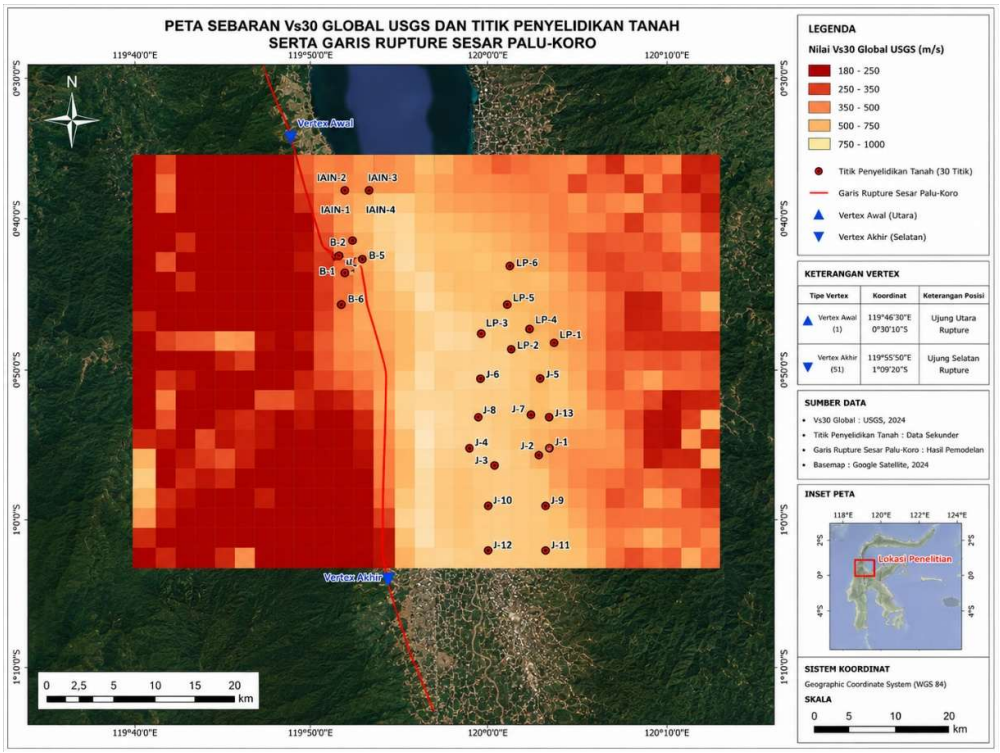
Tabel 5.33 Rekapitulasi Nilai V_{s30} Pakai dan Kelas Situs Seluruh Kawasan

Kawasan	**Tittik Bor**	**V_{s30} Ohta & Goto**	**V_{s30} Imai & Tonouchi**	**V_{s30} Pakai**	**Kelas Situs**
		(m/s)	**(m/s)**	**(m/s)**	
Balaroa	B-1	232,412	245,303	238,857	SD
	B-2	304,653	314,273	309,463	SD
	B-3	291,6520	302,229	296,940	SD
	B-4	255,691	268,302	261,997	SD
	B-5	235,960	248,801	242,381	SD
	B-6	320,229	328,999	324,614	SD
Petobo	LP-1	306,122	315,975	311,048	SD
	LP-2	218,132	231,882	225,007	SD
	LP-3	274,8386	285,9248	280,382	SD
	LP-4	264,0087	276,2176	270,113	SD
	LP-5	300,645	310,533	305,589	SD
	LP-6	331,425	339,537	335,481	SD
Jono Oge	J-1	281,088	292,391	286,740	SD

Lanjutan Tabel 5.33 Rekapitulasi Nilai V_s30 Pakai dan Kelas Situs Seluruh Kawasan

Kawasan	Tittik Bor	V_{s30} Ohta & Goto (m/s)	V_{s30} Imai & Tonouchi (m/s)	V_{s30} Pakai (m/s)	Kelas Situs
Jono Oge	J-2	261,075	273,317	267,196	SD
	J-3	280,272	291,040	285,656	SD
	J-4	350,088	357,043	353,565	SC
	J-5	280,272	291,040	285,656	SD
	J-6	307,169	316,570	311,869	SD
	J-7	278,697	289,416	284,057	SD
	J-8	301,160	311,213	306,186	SD
	J-9	308,148	317,496	312,822	SD
	J-10	305,257	315,022	310,139	SD
	J-11	285,062	295,541	290,301	SD
	J-12	295,541	278,840	273,041	SD
	J-13	302,233	312,028	307,130	SD
IAIN	IAIN-1	200,568	214,357	207,462	SD
	IAIN-2	219,630	232,311	225,971	SD
	IAIN-3	181,020	194,242	187,631	SD
	IAIN-4	181,020	194,243	187,631	SD
	IAIN-5	175,554	189,309	182,432	SD

Selain V_{s30} hasil perhitungan pada titik penyelidikan, data V_{s30} global dari USGS digunakan untuk merepresentasikan kondisi V_{s30} pada area penelitian di luar titik penyelidikan. Data tersebut terdiri atas sekitar 630 titik yang tersebar pada area kajian, karena jumlah data yang cukup besar, nilai V_{s3} global tidak disajikan secara individual dalam bentuk tabel tetapi ditampilkan dalam bentuk peta sebaran untuk memperlihatkan distribusi nilai V_{s30} pada area penelitian. Adapun peta sebaran V_{s3} Global USGS dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Peta Sebaran V_{s30} Global USGS

5.3 Analisis *Seismic Hazard* dengan Metode DSHA

Percepatan tanah di permukaan pada tiap titik penelitian ditentukan melalui *Deterministik Seismic Hazard Analysis* (DSHA), yaitu analisis bahaya gempa berbasis satu skenario pengendali dari sumber gempa tertentu. Sesar Palu-Koro Segmen Palu ditetapkan sebagai sumber pengendali mengingat kedekatannya dengan seluruh titik penelitian serta riwayat gempa signifikan yang pernah dibangkitkannya, termasuk gempa Palu 2018. Perhitungan dilakukan menggunakan OpenQuake Engine v3.16.7 dengan model prediksi gerakan tanah Boore, Stewart, Seyhan, dan Atkinson (2014) atau BSSA14, menghasilkan nilai percepatan tanah puncak (PGA) dan percepatan spektral Sa(0,3) serta Sa(1,0) yang menjadi dasar analisis potensi likuefaksi.

5.3.1 Data dan Persamaan Sumber Gempa

Parameter sumber gempa yang digunakan sebagai skenario pengendali mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia (PuSGeN, 2024), disajikan pada Tabel 5.34 berikut.

Tabel 5.34 Parameter Sumber Gempa Skenario Pengendali (PuSGeN, 2024)

Parameter	Keterangan
Sumber Gempa	Sesar Palu Koro
Segmen	Palu
Type	*Left Lateral-Strike Slip*
Magnitudo (M_w)	7,4
Dip	90°
Rake	0°
Upper seismogenic depth (Z_{tor})	0 Km
Lower seismogenic depth	20 Km
Koordinat Hiposenter	119,750788° BT ; -0,656242° LS
Kedalaman Hiposenter	10 Km
Jumlah *Vertek* Geometri *Rupture*	51 Titik
Vertex awal *trace*	119,941294° BT ; -1,283681° LS
Vertex akhri *trace*	119,750788° BT ; -0,656242° LS
Model prediksi gerakan tanah (GMPE)	BSSA14

Selain definisi sumber gempa, kondisi geoteknik lokal direpresentasikan melalui model tapak (*site model*) menggunakan parameter kecepatan gelombang geser rata-rata hingga kedalaman 30 meter (V_{s30}). Guna memperoleh akurasi perambatan gelombang dari batuan dasar ke permukaan, *site model* dibangun menggunakan 660 titik tinjauan. Komposisi titik tersebut dirincikan pada Tabel 5.35.

Tabel 5.35 Komposisi *Site Model* dalam Pemodelan DSHA

Parameter	Keterangan	Keterangan Sumber Data
Titik Penyelidikan Tanah	30 Titik	Berdasarkan nilai V_{s30} hasil konversi N-SPT
Titik *Grid* Ekstraksi	630 Titik	Diambil data V_{s30} global USGS untuk area sekitar
Total *Site Model*	660 Titik	Titik kalkulasi komputasi OpenQuake

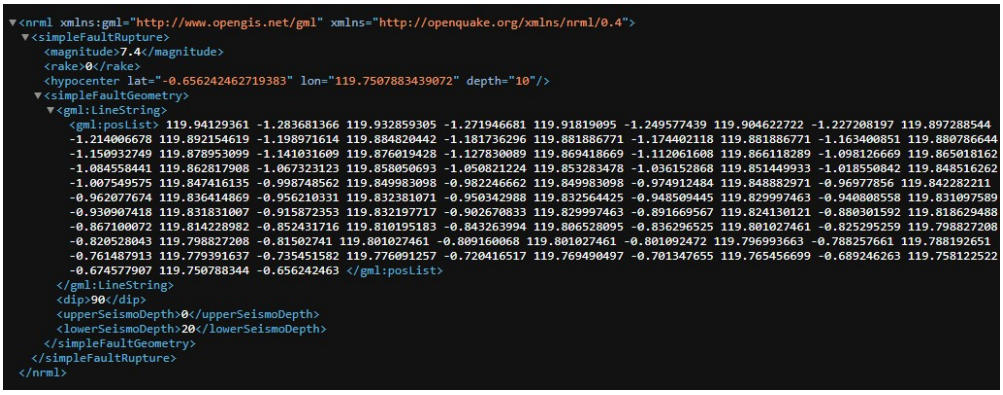
5.3.2 Pemodelan DSHA dengan *OpenQuake*

Perhitungan parameter gerakan tanah pada perangkat lunak *OpenQuake Engine* menggunakan pendekatan *scenario calculation*, yakni simulasi penjalaran gelombang seismik dari satu skenario *rupture* spesifik menuju permukaan tanah. Mengingat besarnya volume data yang harus diproses secara simultan (660 titik *site model*), proses kalkulasi diotomatisasi menggunakan skrip *Python*. Adapun tahapan

pemodelan beserta parameter aktual yang integrasikan ke dalam sistem adalah sebagai berikut.

1. Pemodelan Sumber Gempa (*Source Model*)

   Sumber gempa dimodelkan dalam format XML (source_model.xml) sebagai sesar kerak dangkal (*shallow crustal*). Geometri rupture Sesar Palu-Koro Segmen Palu direpresentasikan oleh 51 vertex yang membentang dari 119,941294° BT; -1,283681° LS hingga 119,750788° BT; -0,656242° LS. Parameter sumber ditetapkan sebesar , dip , rake , dan kedalaman seismogenik 0–20 km. Adapun *Source Model* disajikan pada Gambar 5.7 berikut.



```
<nrml xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns="http://openquake.org/xmlns/nrml/0.4">
  <simpleFaultRupture>
    <magnitude>7.4</magnitude>
    <rake>0</rake>
    <hypocenter lat="-0.656242462719383" lon="119.7507883439072" depth="10"/>
    <simpleFaultGeometry>
      <gml:LineString>
        <gml:posList> 119.94129361 -1.283681366 119.932859305 -1.271946681 119.91819095 -1.249577439 119.904622722 -1.227208197 119.897288544
        -1.214006678 119.892154619 -1.198971614 119.884820442 -1.181736296 119.881886771 -1.174402118 119.881886771 -1.163400851 119.880786644
        -1.150932749 119.878953099 -1.141031609 119.876019428 -1.127830089 119.869418669 -1.112061608 119.866118289 -1.098126669 119.865018162
        -1.084558441 119.862817908 -1.067323123 119.858050693 -1.050821224 119.853283478 -1.036152868 119.851449933 -1.018550842 119.848516262
        -1.007549575 119.847416135 -0.998748562 119.849983098 -0.982246662 119.849983098 -0.974912484 119.848882971 -0.96977856 119.842282211
        -0.962077674 119.836414869 -0.956210331 119.832381071 -0.950342988 119.832564425 -0.948509445 119.829997463 -0.940808558 119.831097589
        -0.930907418 119.831831007 -0.915872353 119.832197717 -0.902670833 119.829997463 -0.891669567 119.824130121 -0.880301592 119.818629488
        -0.867100072 119.814228982 -0.852431716 119.810195183 -0.843263994 119.806528095 -0.836296525 119.801027461 -0.825295259 119.798827208
        -0.820528043 119.798827208 -0.81502741 119.801027461 -0.809160068 119.801027461 -0.801092472 119.796993663 -0.788257661 119.788192651
        -0.761487913 119.779391637 -0.735451582 119.776091257 -0.720416517 119.769490497 -0.701347655 119.765456699 -0.689246263 119.758122522
        -0.674577907 119.750788344 -0.656242463 </gml:posList>
      </gml:LineString>
      <dip>90</dip>
      <upperSeismoDepth>0</upperSeismoDepth>
      <lowerSeismoDepth>20</lowerSeismoDepth>
    </simpleFaultGeometry>
  </simpleFaultRupture>
</nrml>
```


Gambar 5. 7 Source Model OpenQuake

2. Pengumpulan *Side Model*

   Kondisi geologi lokal dari seluruh area kajian ditranslasikan ke dalam matriks data berformat CSV yang dipanggil melalui file site_condition_palu.csv. Matriks ini mendefinisikan longitude, latitude, dan nilai kecepatan gelombang geser rata-rata V_{s30} untuk 660 titik evaluasi. Parameter input V_{s30} pada tapak ini memiliki rentang yang bervariasi sesuai data aktual, mulai dari nilai terendah sebesar 189,31 m/s (titik IAIN-5) hingga nilai tertinggi 357,04 m/s (titik J-4), ditambah dengan data 630 titik ekstraksi grid USGS. Data ini berfungsi sebagai variabel penentu tingkat amplifikasi guncangan di masing-masing koordinat.

3. Penetapan Model Prediksi Gerakan Tanah (GMPE)

   Fungsi atenuasi diintegrasikan ke dalam sistem konfigurasi pohon logika yang dipanggil melalui file gmpe.xml. Pada penelitian ini, Model Prediksi Gerakan

Tanah (GMPE) yang dipanggil secara tunggal adalah model Boore et al. (BSSA14). Fungsi ini diberikan bobot absolut (weight = 1.0) untuk mengevaluasi pelemahan percepatan gelombang seismik berdasarkan jarak bidang rupture R_{jb} dan variabel V_{s30}dari masing-masing 660 titik site model..

4. Pengaturan Eksekusi dan Kalkulasi (*Calculation Setup*)

   Seluruh masukan analisis disusun dan dikendalikan melalui berkas konfigurasi .ini. Jenis perhitungan yang digunakan adalah skenario dengan satu realisasi *ground motion field* melalui pengaturan (number_of_ground_motion_fields=1). Untuk menghasilkan representasi guncangan median secara deterministik, pengaruh ketidakpastian *inter-event* dihilangkan dengan menetapkan (truncation_level=0). Konfigurasi tersebut menghasilkan tiga parameter intensitas, yaitu PGA, Sa(0.3), dan Sa(1.0), dengan jarak maksimum sumber terhadap titik evaluasi sebesar 200 km melalui pengaturan (maximum_distance=200). Cuplikan konfigurasi tersebut ditampilkan pada Gambar 5.8.

```
# Generated automatically with IPT at Sat, 15 Aug 2026 13:39:07 -0000
[general]
description = Sesar Palu-Koro Mw 7,4 Scenario
calculation_mode = scenario
random_seed = 113

[Rupture information]
rupture_model_file = Earthquake Rupture Palu-Koro Mw 7,4.xml
rupture_mesh_spacing = 2

[Hazard sites]
sites_csv = List_site_palu.csv

[Site conditions]
site_model_file = site_condition_palu.csv

[Calculation parameters]
gsim_logic_tree_file = gmpe.xml
intensity_measure_types = PGA, SA(0.3), SA(1.0)
ground_motion_correlation_model =
truncation_level = 0
maximum_distance = 200
number_of_ground_motion_fields = 1
```

Gambar 5.8 Sintaks Konfirgurasi *Calculation Setup* DSHA

Proses kalkulasi tersebut berhasil tereksekusi tanpa galat (*error*) dan rekam jejak hasil analisisnya tersimpan secara permanen dalam pangkalan data kalkulasi *OpenQuake* dengan identitas Calculation ID 23. Adapun hasil *calculation OpenqQuake* Gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.9 Hasil Run Calculation OpenQuake

5.3.3 Hasil *Ground Motion* dengan OpenQuake

Berdasarkan pemodelan komputasional menggunakan *OpenQuake*, analisis gerakan tanah (*ground motion*) berhasil dibangkitkan pada keseluruhan 660 titik tinjauan (*site model*). Parameter utama yang diperoleh dari pemodelan ini meliputi Percepatan Tanah Maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA), serta percepatan spektral pada periode pendek Sa(0,3 detik) dan periode 1,0 detik Sa(1,0 detik). Rentang nilai minimum dan maksimum dari luaran keseluruhan 660 titik tersebut dirincikan pada Tabel 5.36.

Tabel 5.36 Hasil PGA, Sa(0,3), dan Sa(1,0) Tiap Titik Tinjauan

Parameter	**Minimum**	**Maksimum**
PGA	0,170 g	0,576 g
Sa(0,3)	0,306 g	1,247 g
Sa(1,0)	0,112 g	0,789 g

Berdasarkan rentang global tersebut, hasil komputasi kemudian diekstraksi secara khusus untuk memetakan parameter gerakan tanah pada 30 titik penyelidikan tanah aktual (titik bor) yang tersebar di beberapa kawasan penelitian berdasarkan kesesuaian koordinat geografis. Rincian hasil *ground motion* pada 30 titik penyelidikan tanah tersebut disajikan pada Tabel 5.37.

Tabel 5.37 Hasil PGA, Sa(0,3), dan Sa(1,0) Tiap Titik Penyelidikan

Sesar Palu-Koro Segmen Palu, Mw 7,4					
Kode Titik	**Longitude**	**Latitude**	**PGA (g)**	**Sa(0,3) (g)**	**Sa(1,0) (g)**
B-1	119,8402340	-0,9063140	0,531	1,119	0,789
B-2	119,8416510	-0,9042340	0,571	1,230	0,751
B-3	119,8421050	-0,8994990	0,566	1,215	0,759
B-4	119,8427970	-0,9117240	0,545	1,160	0,776
B-5	119,8471810	-0,9043470	0,523	1,107	0,773
B-6	119,8411210	-0,9261380	0,574	1,239	0,736
LP-1	119,9231870	-0,9415940	0,382	0,821	0,469
LP-2	119,9150720	-0,9411310	0,382	0,815	0,550
LP-3	119,8993520	-0,9376020	0,428	0,923	0,572
LP-4	119,9130400	-0,9363530	0,395	0,849	0,526
LP-5	119,9080590	-0,9262730	0,399	0,859	0,500
LP-6	119,9099400	-0,9107580	0,383	0,820	0,452
J-1	119,9265080	-0,9826930	0,385	0,826	0,492
J-2	119,9211060	-0,9855620	0,393	0,844	0,525
J-3	119,9091890	-0,9888800	0,424	0,914	0,559
J-4	119,8977820	-0,9813630	0,464	1,004	0,559
J-5	119,9151210	-0,9562650	0,405	0,872	0,528
J-6	119,8985330	-0,9559810	0,452	0,977	0,579
J-7	119,9159220	-0,9693210	0,406	0,874	0,531
J-8	119,9049110	-0,9727280	0,438	0,946	0,562
J-9	119,9242130	-1,0062510	0,393	0,844	0,484
J-10	119,9086300	-1,0070420	0,431	0,931	0,548
J-11	119,9230310	-1,0198320	0,396	0,852	0,509
J-12	119,9077530	-1,0202070	0,430	0,927	0,583
J-13	119,9228530	-0,9702000	0,392	0,844	0,488
IAIN-1	119,8446000	-0,8845060	0,489	1,018	0,770
IAIN-2	119,8449580	-0,8843970	0,506	1,065	0,771
IAIN-3	119,8455140	-0,8847750	0,464	0,955	0,759

Lanjutan Tabel 5.37 Hasil PGA, Sa(0,3), dan Sa(1,0) Tiap Titik

Kode Titik	Longitude	Latitude	PGA (g)	Sa(0,3) (g)	Sa(1,0) (g)
IAIN-4	119,8455360	-0,8847690	0,464	0,955	0,759
IAIN-5	119,8455140	-0,8846750	0,464	0,955	0,759

5.3.4 Penyesuaian Parameter Percepatan Desain (Persentil 84)

Luaran dasar yang dihasilkan dari pemodelan komputasional *OpenQuake* dengan penetapan level pemotongan (*truncation level*) nol merepresentasikan nilai percepatan tanah maksimum pada tingkat rerata atau *Median* (Persentil ke-50). Kendati demikian, merujuk pada ketentuan SNI 1726:2019 mengenai tata cara evaluasi bahaya gempa berbasis skenario deterministik (DSHA), parameter gerakan tanah masukan untuk analisis kapasitas struktur dan geoteknik diwajibkan memenuhi tingkat keandalan pada *84th percentile* (Persentil ke-84).

Berdasarkan karakteristik sebaran probabilitas log-normal dari model prediksi gerakan tanah (GMPE) BSSA14, penyesuaian dari nilai *Median* menuju target Persentil ke-84 secara analitis direpresentasikan melalui penerapan faktor amplifikasi sebesar 1,8 kali lipat. Oleh karena itu, seluruh parameter intensitas guncangan yang diekstrak dari pemodelan *OpenQuake* meliputi Percepatan Tanah Maksimum/PGA (a_{max}), percepatan spektral perioda pendek Sa(0,3), dan percepatan spektral perioda 1 detik Sa(1,0) akan dikalibrasi secara menyeluruh menggunakan faktor pengali tersebut. Khusus untuk parameter PGA, nilai hasil konversi ini selanjutnya ditetapkan sebagai variabel masukan guncangan gempa utama dalam mengevaluasi rasio tegangan geser siklik (CSR) pada tahapan analisis potensi likuefaksi secara deterministik.

5.4 Potensi Likuefaksi Berdasarkan *Simplified Procedure*

Evaluasi kuantitatif terhadap potensi likuefaksi pada setiap lapisan tanah dilakukan menggunakan metode *simplified procedure* berdasarkan data pengujian lapangan dan laboratorium. Mengingat banyaknya jumlah titik penyelidikan yang ditinjau (meliputi kawasan Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan IAIN), penjabaran proses perhitungan numerik secara rinci mulai dari penentuan berat volume, tegangan overburden total dan efektif, koefisien reduksi (r_d), Cyclic Stress Ratio (CSR),

Cyclic Resistance Ratio (CRR), hingga *Factor of Safety* (FS) disajikan secara lengkap dengan mengambil representasi pada Titik Bor B-1.

Selanjutnya, hasil evaluasi untuk keseluruhan titik penyelidikan lainnya (Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan IAIN) diringkas dalam bentuk grafik profil sebaran kedalaman yang memperlihatkan perbandingan antara kurva beban gempa (CSR) dan ketahanan tanah (CRR), serta distribusi nilai Faktor Keamanan (FS) terhadap kedalaman. Adapun lembar perhitungan lengkap dan grafik visual untuk masing-masing titik bor disajikan secara menyeluruh pada bagian Lampiran buku tugas akhir ini.

5.4.1 Nilai Percepatan Gempa Maksimum

Nilai percepatan gempa maksimum (a_{max}) yang digunakan dalam analisis beban *Cyclic Stress Ratio* (CSR) diperoleh melalui hasil konversi luaran median DSHA *OpenQuake* (Sesar Palu-Koro $M_w = 7{,}4$) ke tingkat keandalan Persentil ke-84 menggunakan faktor amplifikasi 1,8. Rekapitulasi nilai PGA aktual setelah dikalikan 1,8 pada masing-masing titik penyelidikan disajikan pada Tabel 5.38 berikut.

Tabel 5.38 Rekapitulasi Nilai Percepatan Gempa Maksimum ($a_{max} = PGA\ x\ 1{,}8$) Tiap Titik Tinjauan

Kode Titik	Longitude	Latitude	PGA Aktual (g)	PGA x 1,8 (g)
B-1	119,8402340	-0,9063140	0,531	0,956
B-2	119,8416510	-0,9042340	0,571	1,028
B-3	119,8421050	-0,8994990	0,566	1,018
B-4	119,8427970	-0,9117240	0,545	0,981
B-5	119,8471810	-0,9043470	0,523	0,942
B-6	119,8411210	-0,9261380	0,574	1,033
LP-1	119,9231870	-0,9415940	0,382	0,688
LP-2	119,9150720	-0,9411310	0,382	0,687
LP-3	119,8993520	-0,9376020	0,428	0,771
LP-4	119,9130400	-0,9363530	0,395	0,711
LP-5	119,9080590	-0,9262730	0,399	0,718

Lanjutan Tabel 5.38 Rekapitulasi Nilai Percepatan Gempa Maksimum ($a_{max} = PGA\ x\ 1{,}8$) Tiap Titik Tinjauan

Kode Titik	Longitude	Latitude	PGA Aktual (g)	PGA x 1,8 (g)
LP-6	119,9099400	-0,9107580	0,383	0,689
J-1	119,9265080	-0,9826930	0,385	0,692
J-2	119,9211060	-0,9855620	0,393	0,707
J-3	119,9091890	-0,9888800	0,424	0,763
J-4	119,8977820	-0,9813630	0,464	0,835
J-5	119,9151210	-0,9562650	0,405	0,729
J-6	119,8985330	-0,9559810	0,452	0,814
J-7	119,9159220	-0,9693210	0,406	0,731
J-8	119,9049110	-0,9727280	0,438	0,789
J-9	119,9242130	-1,0062510	0,393	0,707
J-10	119,9086300	-1,0070420	0,431	0,776
J-11	119,9230310	-1,0198320	0,396	0,713
J-12	119,9077530	-1,0202070	0,430	0,775
J-13	119,9228530	-0,9702000	0,392	0,706
IAIN-1	119,8446000	-0,8845060	0,489	0,880
IAIN-2	119,8449580	-0,8843970	0,506	0,912
IAIN-3	119,8455140	-0,8847750	0,464	0,835
IAIN-4	119,8455360	-0,8847690	0,464	0,835
IAIN-5	119,8455140	-0,8846750	0,464	0,835

Hasil perhitungan menunjukan bahwa *Peak Ground Acceleration* di permukaan tanah (PGA *surface*) setiap titik berbeda beda. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai parameter percepatan gempa dalam perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) pada setiap lapisan kedalaman tanah. Untuk memperjelas mekanisme perhitungannya, berikut disajikan penjabaran komputasi langkah demi langkah dengan mengambil sampel data dari Titik Bor B-1 pada beberapa interval kedalaman 1 m dimana jika tanahnya tidak jenuh dan 2 m saat tanahnya jenu air.

5.4.2 Cyclic Stress Ratio (CSR)

1. Penentuan Berat Volume Tanah (γ)

Mengacu pada laporan penyelidikan sekunder (JICA), parameter berat volume tanah disesuaikan berdasarkan jenis litologinya. Pada Titik Bor B-1, lapisan didominasi oleh litologi *Silty Sand* dengan parameter berat volume kering $\gamma_d = 15{,}1$ kN/m^3 dan berat volume jenuh $\gamma_{sat} = 19{,}5$ kN/m^3.

2. Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_{vc})

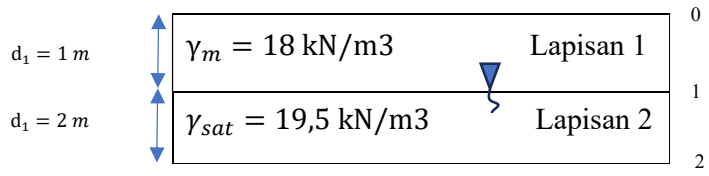
   Tegangan efektif vertikal (σ'_{vc}) dihitung dengan mengurangkan tegangan vertikal total (σ_{vc}) terhadap tekanan air pori (u).

   Data umum:

   Muka air tanah (MAT) = 1,06 m

   Berat isi air (γ_w) = 9,81 kN/m3

   Kedalaman lapisan = 30 m



   a. Kedalaman 1 m (Tanah Tidak Jenuh)

      Tegangan total (σ_{v1}) = $\gamma_m \; x \; d_1$

      = 18 x 1

      = 18 kN/m^2

      Tekanan air pori (u_1) = 0

      Tegangan efektif (σ'_{v1}) = $\sigma_{v1} - u_1$

      = $18 - 0$

      = 18 kN/m^2

   b. Kedalaman 2 m (Tanah jenuh air)

      Tegangan total (σ_{v2}) = $(\gamma_{sat} \; x \; d_{2)} + \sigma_{v1}$

      = (19,5 x 1) + 18

      = 37,5 kN/m^2

      Tekanan air pori (u_2) = γ_w x ($Z_w - MAT$)

      = 9,81 x $(2 - 1{,}06)$

      = 9,221 kN/m^2

Tegangan efektif (σ'_{v2})= $\sigma_{v2} - u_2$

= 37,5 − 9,221

= 28,279 kN/m^3

3. Perhitungan Nilai Koefisien Tegangan Reduksi (r_d)

Koefisien reduksi tegangan (r_d) dihitung menggunakan persamaan Idriss (1999) dengan magnitudo $M_w = 7{,}4$. Dengan nilai $a_{max} = 0{,}956$ g, hasil kalkulasi CSR pada masing-masing kedalaman adalah sebagai berikut.

a. Kedalaman 1 m

$\alpha(z)$ $= -1{,}012 - 1{,}126 \text{ x } \sin(\frac{z}{11{,}73} + 5{,}133)$

$= -1{,}012 - 1{,}126 \text{ x } \sin(\frac{1}{11{,}73} + 5{,}133)$

= -0,0270

$\beta(z)$ $= 0{,}106 + 0{,}118 \text{ x } \sin(\frac{z}{11{,}28} + 5{,}142)$

$= 0{,}106 + 0{,}118 \text{ x } \sin(\frac{1}{11{,}28} + 5{,}142)$

= 0,0035

r_d $= \exp(\alpha(z) + \beta(z)\ x\ M)$

$= \exp((-0{,}0270) + 0{,}0035\ x\ 0{,}956)$

= 0,9988

b. Kedalaman 2 m

$\alpha(z)$ $= -1{,}012 - 1{,}126 \text{ x } \sin(\frac{z}{11{,}73} + 5{,}133)$

$= -1{,}012 - 1{,}126 \text{ x } \sin(\frac{2}{11{,}73} + 5{,}133)$

= -0,0771

$\beta(z)$ $= 0{,}106 + 0{,}118 \text{ x } \sin(\frac{2}{11{,}28} + 5{,}142)$

$= 0{,}106 + 0{,}118 \text{ x } \sin(\frac{1}{11{,}28} + 5{,}142)$

= 0,0091

r_d $= \exp(\alpha(z) + \beta(z)\ x\ M)$

$= \exp((-0{,}0771) + 0{,}0091\ x\ 0{,}956)$

= 0,9901

4. Perhitungan Nilai *Cyclic Stress Ration* (CSR)

a. Kedalaman 1 m

CSR $= 0{,}65\ x\ \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\right) x \left(\frac{a_{max}}{\mathrm{g}}\right) x\ r_d$

$= 0{,}65\ x\ \left(\frac{18}{18}\right) x\ 0{,}956\ x\ 0{,}9988$

$= 0{,}6204$

b. Kedalaman 2 m

CSR $= 0{,}65\ x\ \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\right) x \left(\frac{a_{max}}{\mathrm{g}}\right) x\ r_d$

$= 0{,}65\ x\ \left(\frac{37{,}5}{28{,}279}\right) x\ 0{,}956\ x\ 0{,}9901$

$= 0{,}8155$

Analisis *Cyclic Stress Ratio* (CSR) dilakukan menggunakan metode Idriss & Boulanger (2014) yang mempertimbangkan variabel a_{max}, σ_v, σ'_v, dan r_d. Nilai r_d diturunkan dari persamaan Idriss (1999) berdasarkan kedalaman serta magnitudo gempa (M_w). Seluruh rekapitulasi perhitungan per kedalaman untuk titik bor BH-01 dan BH-02 dapat dilihat pada Tabel 5.39 dihalaman selanjutnya.

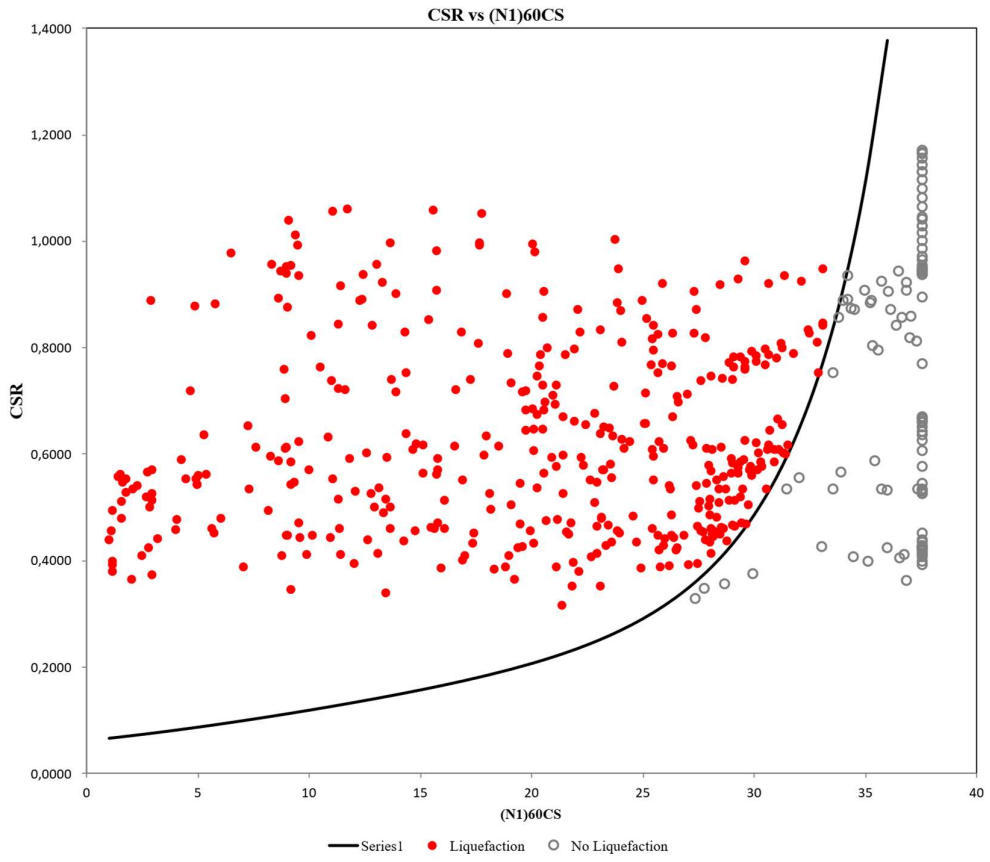
Tabel 5. 39 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Cyclic Stress Ratio (CSR) pada Titik B-1

Kedalaman	**N-SPT**	**γ**	a_{max}	σ_v	**u**	σ'_v	**α(z)**	**β(z)**	r_d	**CSR**
(m)		**kN/m3**	**g**	**kN/m2**	**kN/m2**	**kN/m2**				
1	8	19,5	0,9556	18	0	18	-0,0270	0,0035	0,9988	0,6204
2	7	19,5	0,9556	37,5	9,221	28,279	-0,0771	0,0091	0,9901	0,8155
3	3	19,5	0,9556	57	19,031	37,969	-0,1339	0,0154	0,9804	0,9142
4	5	19,5	0,9556	76,5	28,841	47,659	-0,1971	0,0225	0,9696	0,9667
5	4	19,5	0,9556	96	38,651	57,349	-0,2662	0,0302	0,9580	0,9960
6	10	19,5	0,9556	115,5	48,461	67,039	-0,3408	0,0385	0,9455	1,0118
7	12	19,5	0,9556	135	58,271	76,729	-0,4202	0,0473	0,9323	1,0188
8	52	19,5	0,9556	154,5	68,081	86,419	-0,5039	0,0566	0,9185	1,0199
9	67	21,3	0,9556	175,8	77,891	97,909	-0,5913	0,0663	0,9041	1,0083
10	16	21,3	0,9556	197,1	87,701	109,399	-0,6818	0,0763	0,8893	0,9952
11	14	21,3	0,9556	218,4	97,511	120,889	-0,7746	0,0865	0,8741	0,9809
12	21	21,3	0,9556	239,7	107,321	132,379	-0,8692	0,0969	0,8588	0,9658
13	24	21,3	0,9556	261	117,131	143,869	-0,9648	0,1073	0,8432	0,9501
14	33	21,3	0,9556	282,3	126,941	155,359	-1,0608	0,1178	0,8276	0,9340
15	13	21,3	0,9556	303,6	136,751	166,849	-1,1564	0,1281	0,8120	0,9177
16	12	21,3	0,9556	324,9	146,561	178,339	-1,2510	0,1383	0,7965	0,9013
17	42	21,3	0,9556	346,2	156,371	189,829	-1,3438	0,1482	0,7812	0,8849
18	51	21,3	0,9556	367,5	166,181	201,319	-1,4342	0,1578	0,7661	0,8687
19	46	21,3	0,9556	388,8	175,991	212,809	-1,5215	0,1670	0,7514	0,8527

Lanjutan Tabel 5. 39 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Cyclic Stress Ratio (CSR) pada B-1

Kedalaman	**N-SPT**	**γ**	a_{max}	σ_v	**u**	σ'_v	**α(z)**	**β(z)**	r_d	**CSR**
(m)		**kN/m3**	**g**	**kN/m2**	**kN/m2**	**kN/m2**				
20	26	21,3	0,9556	410,1	185,801	224,299	-1,6052	0,1757	0,7371	0,8371
21	23	21,3	0,9556	431,4	195,611	235,789	-1,6845	0,1839	0,7232	0,8219
22	32	21,3	0,9556	452,7	205,421	247,279	-1,7590	0,1914	0,7099	0,8072
23	40	21,3	0,9556	474	215,231	258,769	-1,8280	0,1983	0,6971	0,7932
24	37	21,3	0,9556	495,3	225,041	270,259	-1,8911	0,2044	0,6850	0,7797
25	37	21,3	0,9556	516,6	234,851	281,749	-1,9478	0,2098	0,6735	0,7670
26	34	21,3	0,9556	537,9	244,661	293,239	-1,9977	0,2144	0,6627	0,7550
27	39	21,3	0,9556	559,2	254,471	304,729	-2,0405	0,2181	0,6526	0,7438
28	45	21,3	0,9556	580,5	264,281	316,219	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7335
29	42	21,3	0,9556	601,8	274,091	327,709	-2,1034	0,2228	0,6348	0,7241
30	49	21,3	0,9556	623,1	283,901	339,199	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7156

Hasil perhitungan pada Tabel 5.39 menunjukkan bahwa nilai CSR pada titik B-1 bervariasi terhadap kedalaman akibat perubahan tegangan efektif dan faktor koreksi pembebanan siklik. Untuk melihat pola hubungan CSR secara lebih menyeluruh pada seluruh titik penyelidikan, hasil perhitungan CSR kemudian divisualisasikan terhadap nilai $(N_1)_{60CS}$. Visualisasi ini digunakan untuk membandingkan posisi masing-masing lapisan terhadap kurva hubungan CSR dengan $(N_1)_{60CS}$ serta mengidentifikasi lapisan yang berpotensi mengalami likuefaksi.



Gambar 5. 10 CSR terhadap $(N_1)_{60CS}$ pada Seluruh Lapisan Titik Penyelidikan

Berdasarkan Gambar 5.10, nilai CSR pada seluruh lapisan menunjukkan variasi terhadap nilai $(N_1)_{60CS}$. Titik yang berada di atas kurva menunjukkan kondisi ketika tegangan siklik akibat gempa lebih besar dibandingkan kapasitas ketahanan tanah yang direpresentasikan oleh nilai $(N_1)_{60CS}$, sehingga mengindikasikan

adanya potensi terjadinya likuefaksi. Sebaliknya, titik yang berada di bawah kurva menunjukkan kondisi dengan ketahanan tanah yang relatif lebih besar terhadap pembebanan siklik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa potensi likuefaksi tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya CSR, tetapi juga oleh karakteristik kepadatan dan ketahanan tanah yang direpresentasikan oleh nilai $(N_1)_{60CS}$.

Selanjutnya, untuk mengkuantifikasi kapasitas ketahanan tanah terhadap tegangan siklik tersebut, dilakukan perhitungan Cyclic Resistance Ratio (CRR) pada masing-masing lapisan tanah.

5.4.3 Cyclic Resistance Ratio (CRR)

Nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dihitung menggunakan metode empiris Idriss dan Boulanger (2014) berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT). Metode ini memerlukan proses iterasi karena adanya ketergantungan parameter antara faktor koreksi tegangan overburden (C_N) dan nilai $(N_1)_{60cs}$. Iterasi dilakukan hingga tercapai nilai konvergen guna menentukan ketahanan tanah terhadap likuefaksi

1. Perhitungan Nilai Koreksi Tegangan *Overburden* (C_N)
   a. Kedalaman 1 m

      Pa = 100 kN/m2

      σ'_v = 18,0000 kN/m2

      $(N_1)_{60}$ = 9,1800

      m $= 0{,}784 - 0{,}0768\ x\ \sqrt{(N_1)_{60}}$

      = 0,5513

      C_N $= (\frac{Pa}{\sigma'_v})^m \leq 1{,}7$

      $= (\frac{100}{18})^{0{,}5513} \leq 1{,}7$

      = 2,390 ≤ 1,7

      = 1,7 (dibatasi maksimum)

   b. Kedalaman 2 m

      Pa = 100 kN/m2

      σ'_v = 28,2786 kN/m2

      $(N_1)_{60}$ = 8,0325

m $= 0{,}784 - 0{,}0768\ x\ \sqrt{(\mathrm{N_1})_{60}}$

$= 0{,}5663$

$\mathrm{C_N} = (\frac{Pa}{\sigma'_v})^m \leq 1{,}7$

$= (\frac{100}{28{,}2786})^{0{,}5663} \leq 1{,}7$

$= 1{,}9981 \leq 1{,}7$

= 1,7 (dibatasi maksimum)

2. Perhitungan Nilai $(\mathrm{N_1})_{60}$

Penentuan nilai $(N_1)_{60}$ dilakukan dengan menerapkan faktor-faktor koreksi terhadap hasil uji SPT mengacu pada Idriss & Boulanger (2014), yang meliputi faktor rasio energi ($C_E = 0{,}9$), diameter bor ($C_B = 1{,}00$), tipe sampler ($C_S = 1{,}00$), serta faktor panjang batang (C_R) yang disesuaikan dengan variasi kedalaman (0,75 hingga 1,00).

a. Kedalaman 1 m

$(\mathrm{N_1})_{60}$ = Nm × CN × CE × CB × CR × CS

= 8 x 1,7 x 0,9 x 1 x 0,75 x 1

= 9,1800

b. Kedalaman 2 m

$(\mathrm{N_1})_{60}$ = Nm × CN × CE × CB × CR × CS

= 7 x 1,7 x 0,9 x 1 x 0,75 x 1

= 8,0325

3. Perhitungan Nilai $(\mathrm{N_1})_{60cs}$ dan $\Delta(\mathrm{N_1})_{60}$

Nilai $(N_1)_{60cs}$ dan $\Delta(N_1)_{60}$ dikalkulasikan menggunakan persamaan Idriss & Boulanger (2014) dengan memasukkan parameter *fines content* (FC) dari hasil analisis gradasi butir tanah. Koreksi ini bertujuan mengeliminasi pengaruh kadar butiran halus terhadap nilai SPT terstandarisasi.

a. Kedalaman 1 m

FC = 0 %

$(\mathrm{N_1})_{60}$ = 9,1800

$\Delta(\mathrm{N_1})_{60} = \exp\left[1{,}63 + \frac{9{,}7}{FC+0{,}01} - (\frac{15{,}7}{FC+0{,}01})^2\right]$

= 0,0000

$(N_1)_{60cs}$ = $(N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$

= 9,1800

b. Kedalaman 2 m

FC = 28,5 %

$(N_1)_{60}$ = 8,0325

$\Delta(N_1)_{60}$ = $\exp\left[1{,}63 + \frac{9{,}7}{FC+0{,}01} - (\frac{15{,}7}{FC+0{,}01})^2\right]$

= 5,2961

$(N_1)_{60cs}$ = $(N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$

= 13,3286

4. Perhitungan Nilai *Magnitude Scaling Factor* (MSF)

Penentuan *Magnitude Scaling Factor* (MSF) mengacu pada formulasi Idriss & Boulanger (2014) guna mengoreksi *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) terhadap variasi magnitudo gempa. Adapun besaran magnitudo momen (M) yang dipakai didasarkan pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2024.

M = 7,4

MSF = $6{,}9 \exp\left(-\frac{M}{4}\right) - 0{,}058 \leq 1{,}8$

= $6{,}9 \exp\left(-\frac{7{,}4}{4}\right) - 0{,}058 \leq 1{,}8$

= 1,0269

5. Perhitungan Nilai Faktor Koreksi *Overburden* (K_σ)

Besaran faktor koreksi *overburden* (K_σ) dikalkulasikan melalui persamaan Idriss & Boulanger (2014). Parameter ini berfungsi untuk menyesuaikan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) terhadap pengaruh tegangan efektif vertikal, sehingga ketahanan tanah terhadap likuefaksi dapat merepresentasikan kondisi tegangan di setiap kedalaman.

a. Kedalaman 1 m

$(N_1)_{60}$ = 9,1800

Pa = 100 kN/m2

σ'_v = 18,0000 kN/m2

C_σ $= \frac{1}{18{,}9-2{,}55\sqrt{(N_1)_{60}}} \leq 0{,}3$

$= 0{,}0895 \leq 0{,}3$

K_σ $= 1 - C_\sigma \ln\left(\frac{\sigma' vc}{Pa}\right) \leq 1{,}1$

$= 1{,}1535 \leq 1{,}1$ (dibatasi maksimum)

$= 1{,}100$

b. Kedalaman 2 m

$(N_1)_{60}$ = 8,0325 kN/m2

Pa = 100 kN/m2

σ'_v = 28,2786 kN/m2

C_σ $= \frac{1}{18{,}9-2{,}55\sqrt{(N_1)_{60}}} \leq 0{,}3$

$= 0{,}0857 \leq 0{,}3$

K_σ $= 1 - C_\sigma \ln\left(\frac{\sigma' vc}{Pa}\right) \leq 1{,}1$

$= 1{,}1082 \leq 1{,}1$ (dibatasi maksimum)

$= 1{,}100$

6. Perhitungan Nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

Besaran *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dikalkulasikan via persamaan Idriss & Boulanger (2014) berbasis nilai $(N_1)_{60cs}$ pada kondisi acuan ($M = 7{,}5$). Nilai awal ini kemudian dikoreksi melalui parameter MSF dan K_σ guna menyesuaikan ketahanan tanah terhadap likuefaksi dengan kondisi spesifik gempa dan tegangan di lapangan.

a. Kedalaman 1 m

$(N_1)_{60cs}$ = 9,1800

$CRR_{M=7{,}5;1\ atm}$ $= \exp\left[\frac{(N_1)_{60cs}}{14{,}1} + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{126}\right)^2 - \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{23{,}6}\right)^3 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{25{,}4}\right)^4 - 2{,}8\right]$

$= 0{,}1124$

$CRR_{M,\sigma' vc}$ $= CRR_{M=7{,}5,\sigma' vc=1} \times MSF \times K_\sigma$

$= 0{,}1270$

b. Kedalaman 2 m

$(N_1)_{60cs}$ = 13,3286

$CRR_{M=7{,}5;1\ atm}$ $= \exp\left[\frac{(N_1)_{60cs}}{14{,}1} + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{126}\right)^2 - \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{23{,}6}\right)^3 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{25{,}4}\right)^4 - 2{,}8\right]$

= 0,1426

$CRR_{M,\sigma'_{vc}}$ = $CRR_{M=7,5,\sigma'_{vc}=1} \times MSF \times K_{\sigma}$

= 0,1611

5.4.4 Factors of Safety (SF)

Evaluasi tingkat keamanan lapisan tanah terhadap potensi likuefaksi dilakukan dengan menghitung *Factor of Safety* (FS), yaitu perbandingan antara *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dan *Cyclic Stress Ratio* (CSR). Berdasarkan acuan Kumar Jha dkk. (2009), nilai FS < 1 mengindikasikan adanya potensi likuefaksi pada lapisan tanah, sebaliknya nilai FS > 1 menunjukkan bahwa tanah aman dari potensi tersebut di bawah pembebanan gempa yang ditinjau.

c. Kedalaman 1 m

CSR = 0,6204

CRR = 0,1270

FS = $\frac{\text{CRR}}{\text{CSR}}$

= 0,2047

d. Kedalaman 2 m

CSR = 0,8155

CRR = 0,1611

FS = $\frac{\text{CRR}}{\text{CSR}}$

= 0,1975

Hasil perhitungan *Factor of Safety* (FS) terhadap likuefaksi untuk seluruh titik bor dapat dilihat pada Tabel 5.40 berikut.

Tabel 5. 40 Rekapitulasi Nilai *Factor of Safety* (FS) Titik B-1

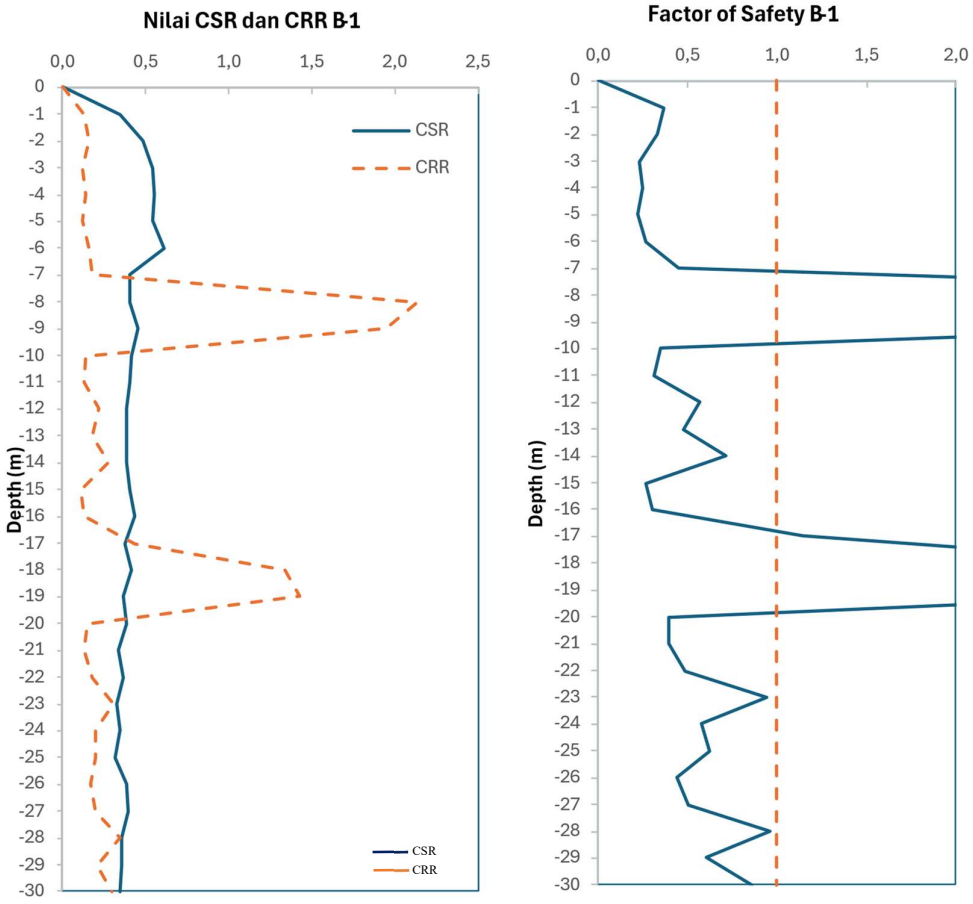
Kedalaman (m)	**N-SPT**	**CRR**	**CSR**	**FS**
1	8	0,1270	0,6204	0,2047
2	7	0,1611	0,8155	0,1975
3	3	0,1236	0,9142	0,1352
4	5	0,1365	0,9667	0,1412
5	4	0,1214	0,9960	0,1219
6	10	0,1633	1,0118	0,1614

Lanjutan Tabel 5. 40 Rekapitulasi Nilai Factor of Safety (FS) Titik B-1

Kedalaman (m)	N-SPT	CRR	CSR	FS
7	12	0,1832	1,0188	0,1798
8	52	1,8755	1,0199	1,8388
9	67	1,7107	1,0083	1,6966
10	16	0,1430	0,9952	0,1437
11	14	0,1291	0,9809	0,1316
12	21	0,2188	0,9658	0,2265
13	24	0,1831	0,9501	0,1927
14	33	0,2742	0,9340	0,2935
15	13	0,1077	0,9177	0,1174
16	12	0,1341	0,9013	0,1487
17	42	0,4301	0,8849	0,4860
18	51	1,3392	0,8687	1,5417
19	46	1,4313	0,8527	1,6786
20	26	0,1528	0,8371	0,1825
21	23	0,1342	0,8219	0,1633
22	32	0,1782	0,8072	0,2208
23	40	0,3114	0,7932	0,3927
24	37	0,2029	0,7797	0,2602
25	37	0,1961	0,7670	0,2557
26	34	0,1706	0,7550	0,2259
27	39	0,1993	0,7438	0,2679
28	45	0,3418	0,7335	0,4659
29	42	0,2118	0,7241	0,2926
30	49	0,2978	0,7156	0,4161

Berdasarkan hasil analisis numerik menggunakan prosedur tersembar (*simplified procedure*) pada Titik Bor B-1, nilai *Factor of Safety* (FS) pada lapisan tanah dangkal (kedalaman 1 m hingga 6 m) menunjukkan angka berkisar antara 0,20 hingga 0,46, yang secara keseluruhan berada jauh di bawah ambang batas kritis 1,0. Kondisi kritis ini dipicu oleh posisi muka air tanah yang dangkal (1,06 m), tingginya rasio tegangan geser akibat guncangan gempa (*CSR*), serta dominasi material *Silty Sand* dengan nilai N-SPT yang rendah.

Sebaliknya, seiring bertambahnya kedalaman (di bawah 8 m dan 18 m), nilai *FS* meningkat di atas 1,20 (mencapai 1,84 dan 1,54), yang menunjukkan bahwa lapisan tanah pada zona tersebut berada dalam kondisi aman karena didominasi oleh material *Gravelly Sand* dengan densitas yang jauh lebih padat (*dense to very dense*). Visualisasi grafik perbandingan kurva beban geser gempa (*CSR*) terhadap ketahanan tanah (*CRR*), serta distribusi profil nilai *Factor of Safety* (FS) terhadap kedalaman pada Titik Bor B-1 disajikan selengkapnya pada Gambar 5.11 berikut.

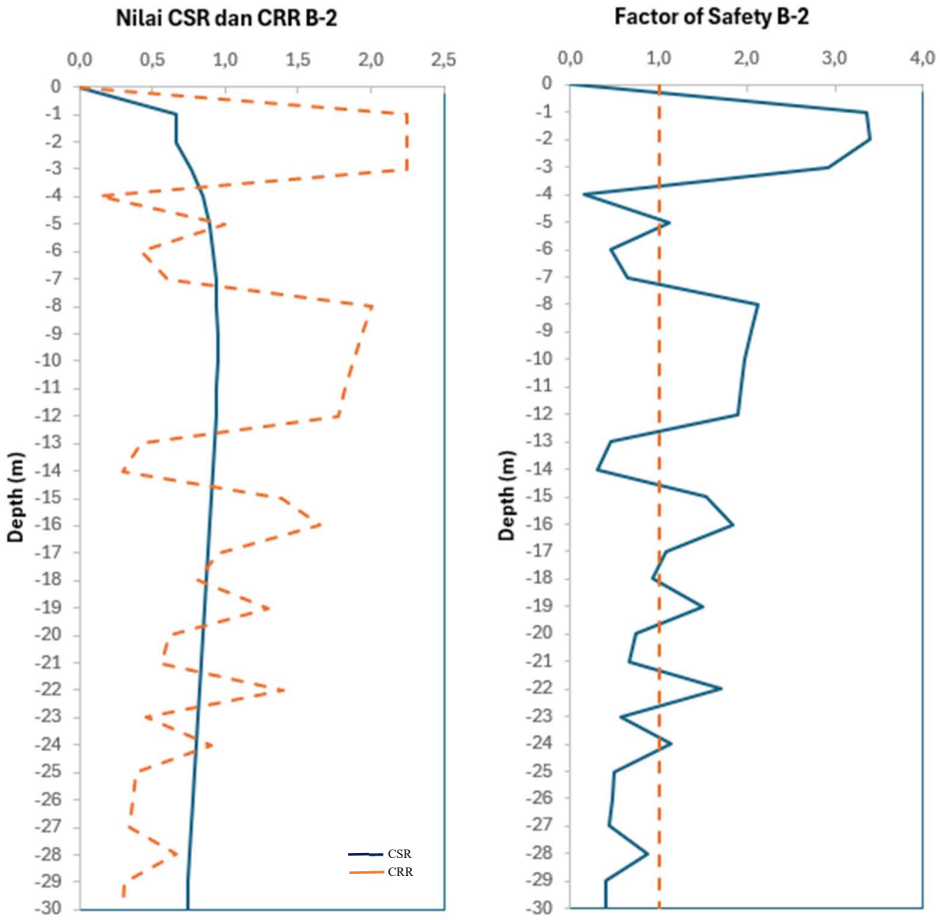


Gambar 5.11 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-1

Prosedur *simplified procedure* yang sama diterapkan pada seluruh titik bor, yaitu B-2 hingga B-6, LP-1 hingga LP-6, J-1 hingga J-13, dan IAIN-1 hingga IAIN-5.

Rekapitulasi lengkap hasil perhitungan pada setiap kedalaman disajikan pada Lampiran C dan Lampiran D.

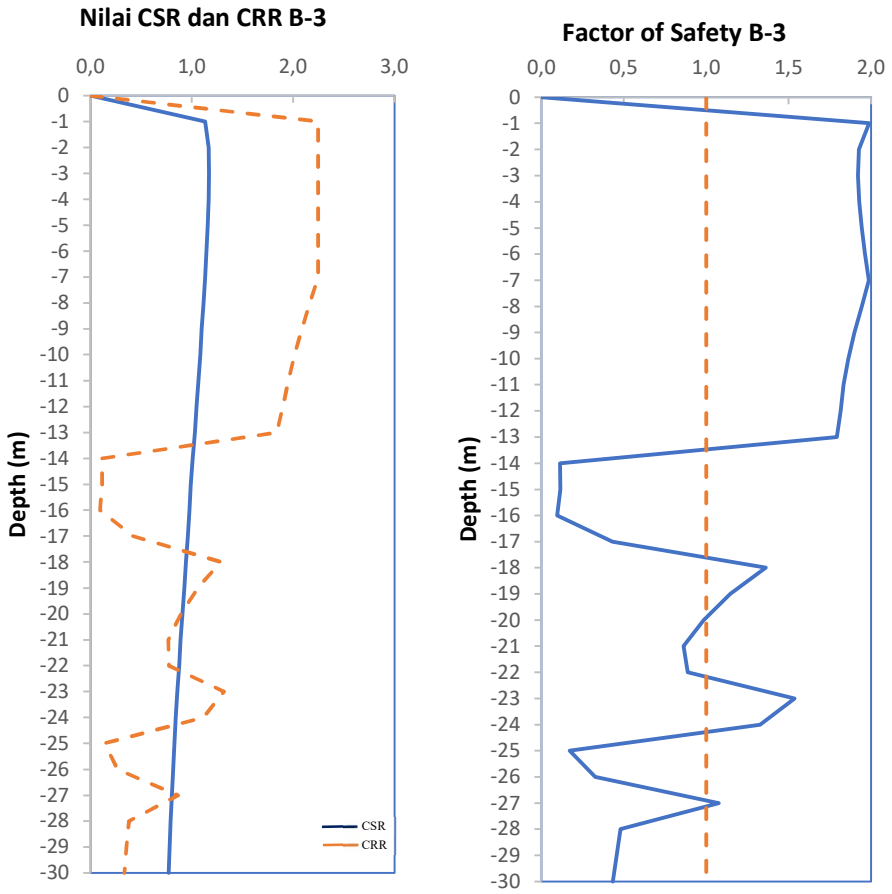
Untuk memudahkan perbandingan, profil CSR, CRR, dan *Factor of Safety* (FS) terhadap kedalaman untuk 29 titik penyelidikan lainnya disajikan pada Gambar 5.12 hingga Gambar 5.40.



Gambar 5.12 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-2

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor B-2 Gambar 5.12 diatas, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan variasi tingkat kerentanan yang berfluktuasi terhadap kedalaman. Potensi likuefaksi terdeteksi secara dominan pada rentang kedalaman menengah hingga dalam, khususnya pada kedalaman sekitar 4 m, 5 m, serta rentang 13 m hingga 28 m di mana kurva beban geser (*CSR*) melampaui

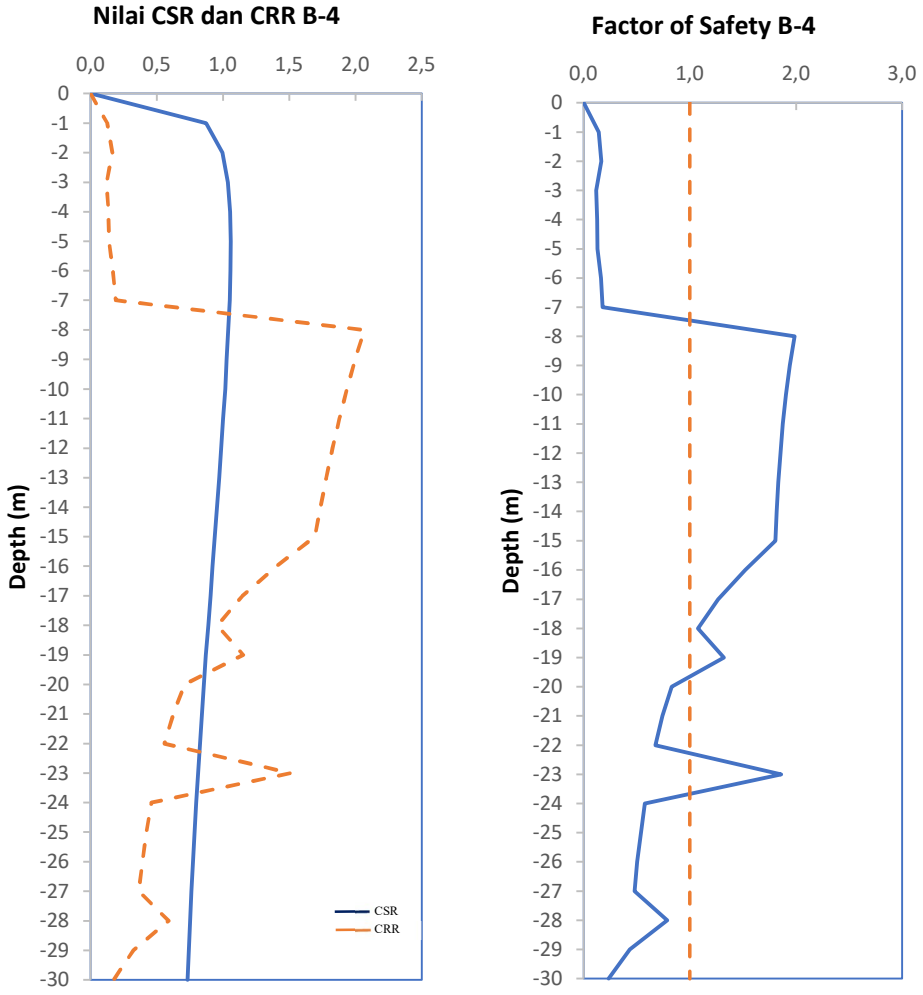
kapasitas ketahanan tanah (CRR) dengan nilai $FS < 1{,}0$. Kondisi ini mengindikasikan bahwa lapisan tersebut rentan mengalami kehilangan kekuatan akibat akumulasi tekanan air pori selama guncangan gempa. Sebaliknya, tingkat stabilitas yang aman dengan nilai $FS > 1{,}0$ tercatat pada lapisan permukaan hingga kedalaman 3 m (mencapai puncak $FS \approx 3{,}0$) serta beberapa sisipan lapisan di kedalaman tertentu yang didukung oleh densitas material dan nilai N-SPT yang memadai.



Gambar 5.13 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-3

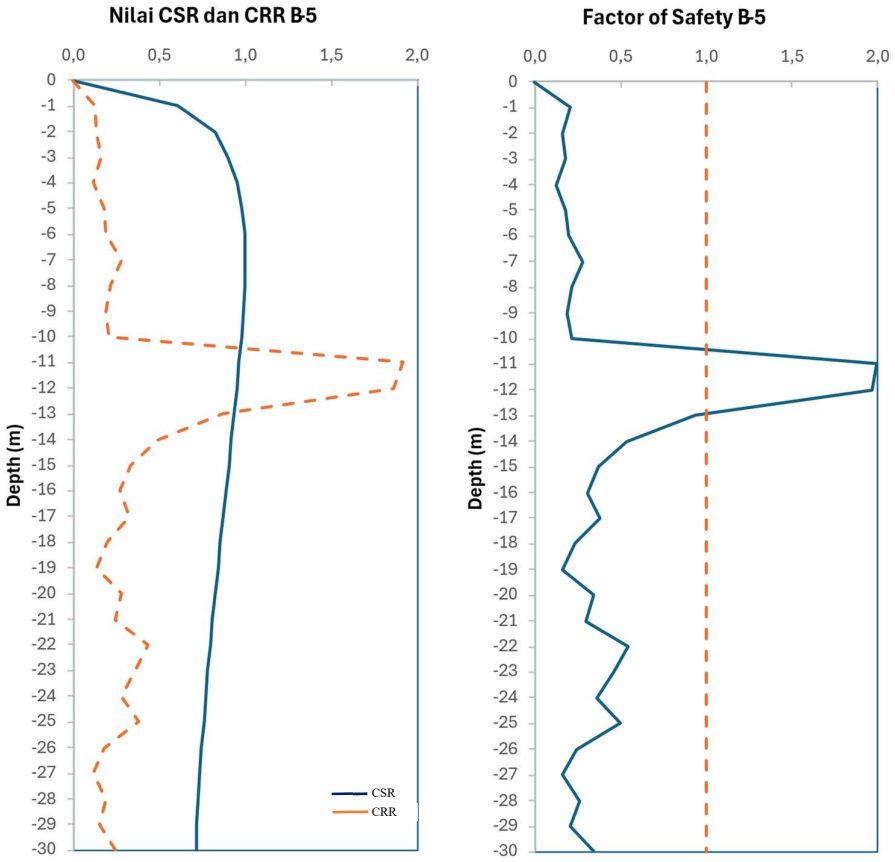
Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor B-3 Gambar 5.13, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi yang sangat stabil pada sebagian besar lapisan atas hingga menengah, di mana nilai $FS > 1{,}0$ mendominasi dari permukaan

hingga kedalaman 13 m dengan pencapaian puncak kestabilan mencapai $FS \approx 1{,}8$ pada kedalaman 1 m hingga 7 m. Namun demikian, potensi likuefaksi terdeteksi secara signifikan pada zona kedalaman yang lebih dalam, yakni pada rentang 14 m hingga 16 m, kedalaman 21 m hingga 22 m, serta rentang 25 m hingga 30 m di mana kurva beban geser (CSR) melampaui kapasitas ketahanan tanah (CRR) sehingga menghasilkan nilai $FS < 1{,}0$. Kondisi kritis pada zona dalam ini mengindikasikan adanya lapisan tanah rentan yang mengalami kerentanan akibat akumulasi tegangan siklik gempa rencana.



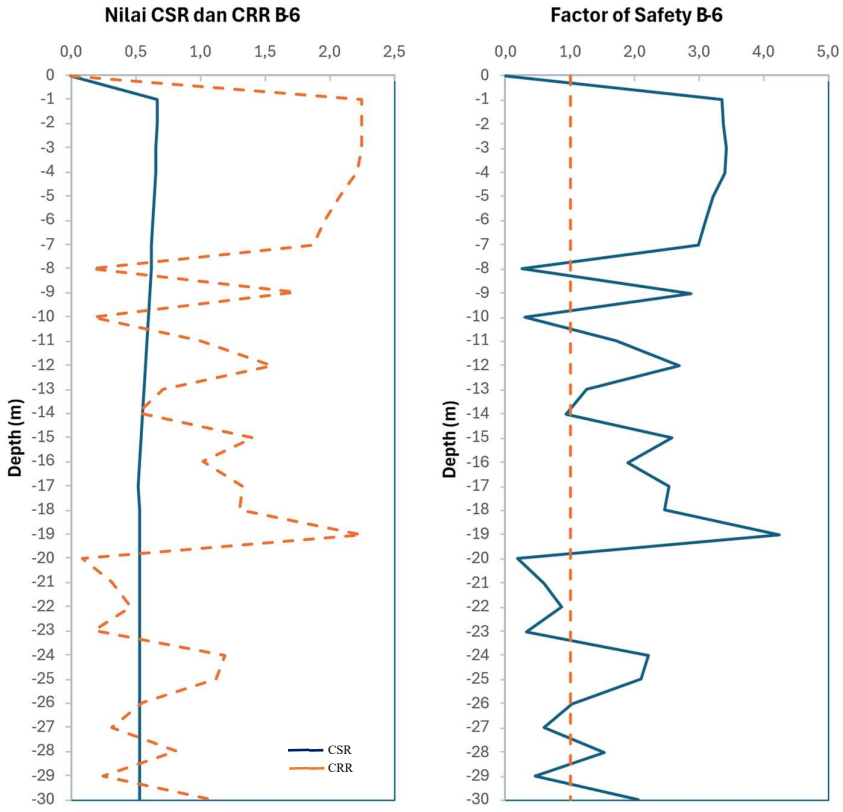
Gambar 5.14 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-4

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor B-4 yang telah ditunjukkan Gambar 5.13 diatas, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kerentanan likuefaksi yang sangat dominan dan kritis pada sebagian besar lapisan tanah dangkal hingga permukaan. Nilai $FS < 1{,}0$ tercatat secara konsisten dari permukaan hingga kedalaman 7 m akibat kurva beban geser (CSR) yang melampaui kapasitas ketahanan tanah (CRR). Sebaliknya, kondisi stabil dengan nilai $FS > 1{,}0$ baru tercapai pada rentang kedalaman menengah hingga dalam, yakni dari kedalaman 8 mhingga sekitar 23 m dengan pencapaian puncak kestabilan tertinggi mencapai $FS \approx 1{,}8$ pada kedalaman 8 m sebelum akhirnya kembali berfluktuasi dan menunjukkan potensi kerentanan di bawah kedalaman 24 mhingga akhir profil peninjauan.



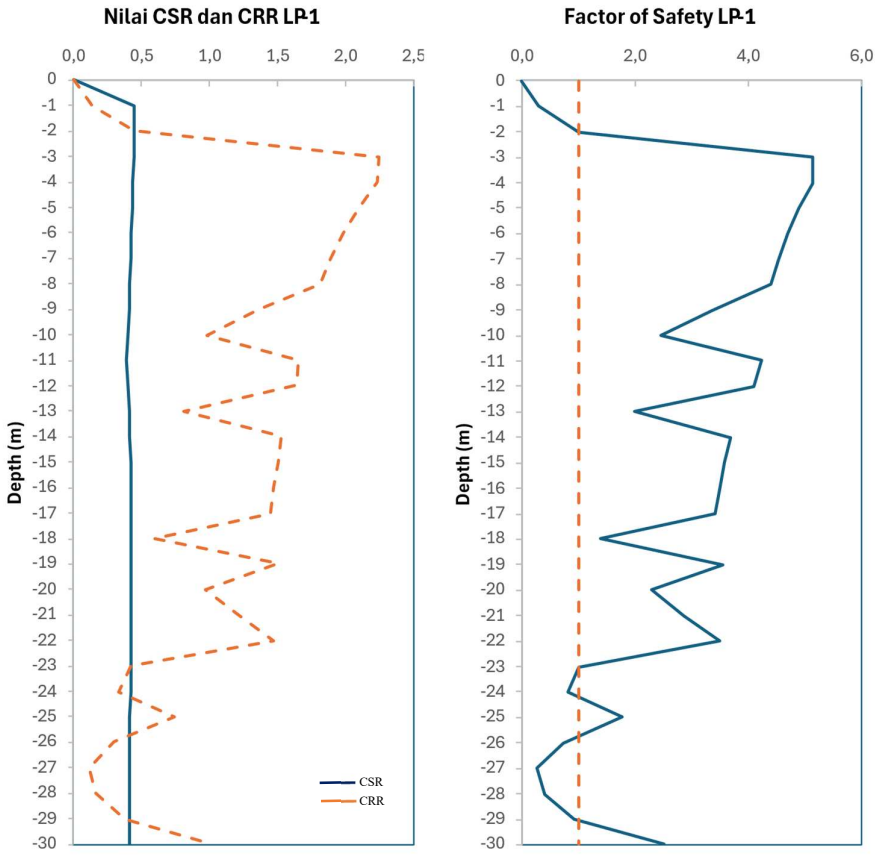
Gambar 5.15 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-5

Berdasarkan Gambar 5.15 yang berisi grafik hasil analisis pada Titik Bor B-5 profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan tingkat kerentanan likuefaksi yang sangat tinggi dan menyeluruh pada sebagian besar lapisan tanah. Nilai $FS < 1{,}0$ mendominasi secara kontinu dari permukaan hingga kedalaman 10 m serta berlanjut kembali dari kedalaman 13 m hingga akhir profil peninjauan di kedalaman 30 m akibat kurva beban geser (*CSR*) yang melampaui kapasitas ketahanan tanah (*CRR*). Kondisi stabil dengan nilai $FS > 1{,}0$ hanya tercatat pada zona transisi yang sangat sempit, yakni pada rentang kedalaman 11 m hingga 12 m (mencapai puncak kestabilan hingga $FS \approx 1{,}7$). Pola ini mengindikasikan bahwa hampir keseluruhan lapisan tanah di titik ini sangat rentan mengalami kegagalan geser dan kehilangan kekuatan akibat guncangan gempa rencana.



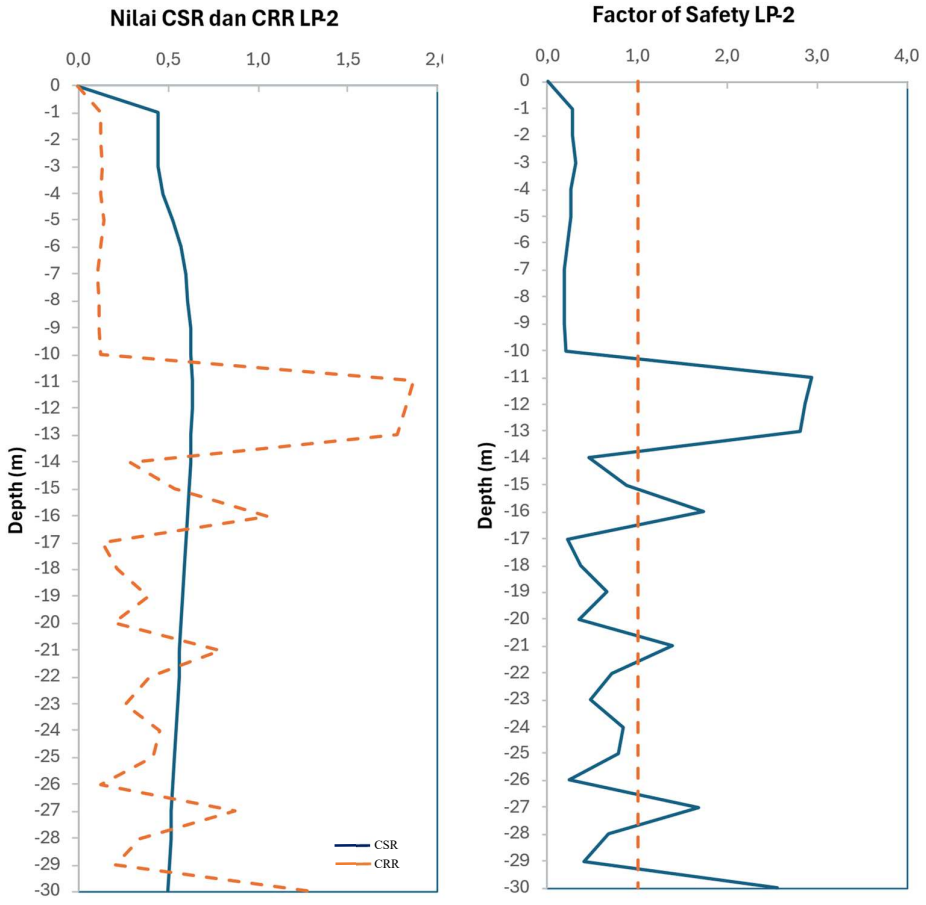
Gambar 5.16 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor B-6

Pada grafik Titik Bor B-6 yang telah disajikan pada Gambar 5.16 di halaman sebelumnya, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi kestabilan yang sangat baik pada lapisan permukaan hingga kedalaman 7 m, di mana nilai $FS > 1{,}0$ mendominasi dengan pencapaian puncak kestabilan mencapai $FS \approx 3{,}0$. Namun demikian, potensi likuefaksi terdeteksi secara berfluktuasi berupa sisipan tipis pada kedalaman menengah hingga dalam, ditandai dengan turunnya nilai $FS < 1{,}0$ pada beberapa lapisan kritis seperti di kedalaman 8 m, 10 m, serta rentang kedalaman 20 m hingga 23 m dan menjelang akhir profil peninjauan, di mana kurva beban geser (CSR) melampaui kapasitas ketahanan tanah (CRR) akibat variasi karakteristik material di kedalaman tersebut.



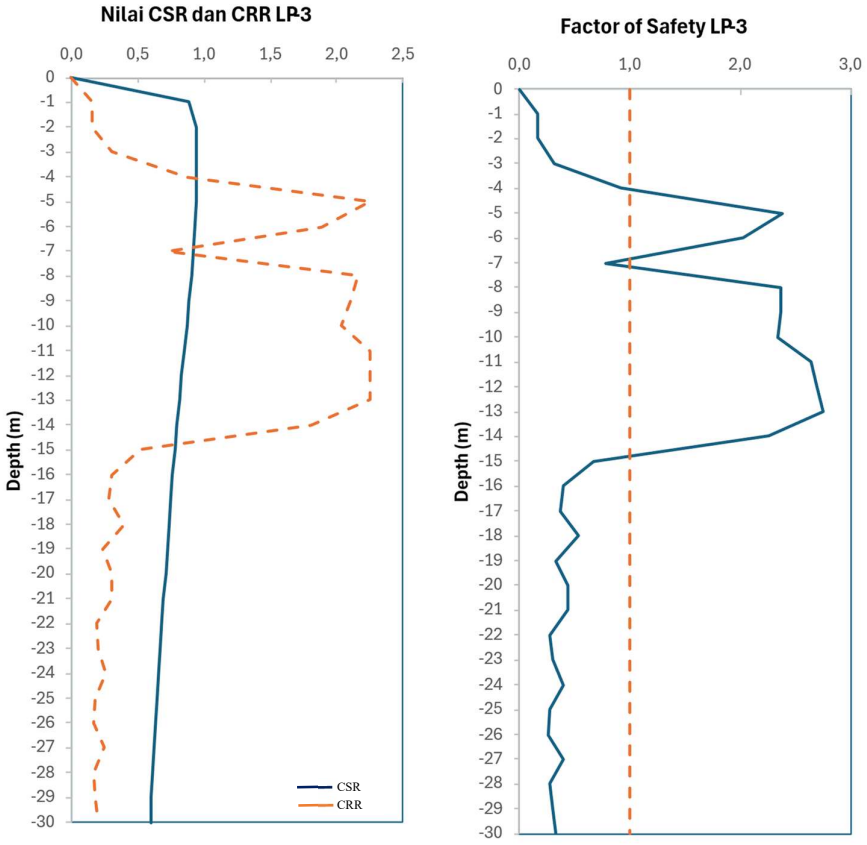
Gambar 5.17 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-1

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 5.17 Titik Bor LP-1, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi kestabilan yang sangat tinggi pada sebagian besar lapisan permukaan hingga menengah, di mana nilai $FS > 1{,}0$ mendominasi secara konsisten dari kedalaman 1 m hingga 22 m dengan pencapaian puncak kestabilan tertinggi mencapai $FS \approx 4{,}5$ pada kedalaman 3 m hingga 4 m. Potensi likuefaksi baru terdeteksi secara terbatas pada zona kedalaman yang lebih dalam, yakni berupa sisipan tipis pada kedalaman 23 m hingga 24 m serta rentang kedalaman 26 m hingga 28 m di mana kurva beban geser (*CSR*) sedikit melampaui kapasitas ketahanan tanah (*CRR*) sehingga menghasilkan nilai $FS < 1{,}0$.



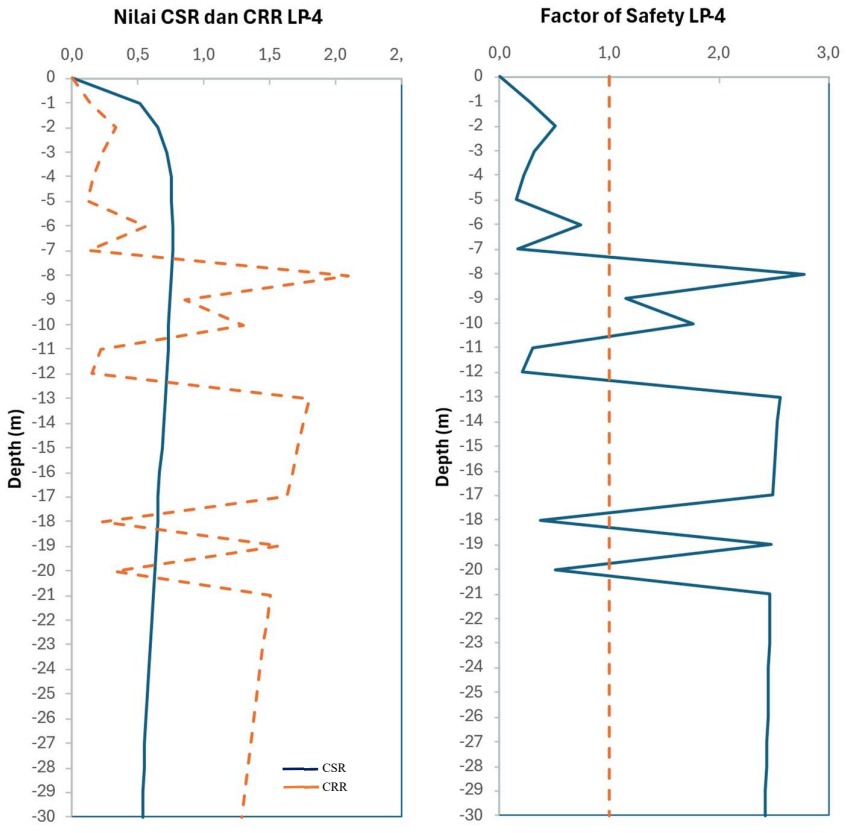
Gambar 5. 18 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-2

Sebaliknya, berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor LP-2, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan tingkat kerentanan likuefaksi yang sangat dominan dan kritis pada sebagian besar lapisan tanah dangkal. Nilai $FS < 1{,}0$ tercatat secara kontinu dari permukaan hingga kedalaman 10 m akibat kurva beban geser (*CSR*) yang melampaui kapasitas ketahanan tanah (*CRR*). Kondisi stabil dengan nilai $FS > 1{,}0$ baru tercapai pada rentang kedalaman menengah, yakni dari kedalaman 11 m hingga 13 m (dengan puncak kestabilan mencapai $FS \approx 2{,}5$), sebelum akhirnya kembali berfluktuasi secara tajam dan menunjukkan potensi kerentanan yang tinggi pada sebagian besar lapisan di bawah kedalaman 14 m hingga akhir profil peninjauan di kedalaman 30 m.



Gambar 5. 19 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-3

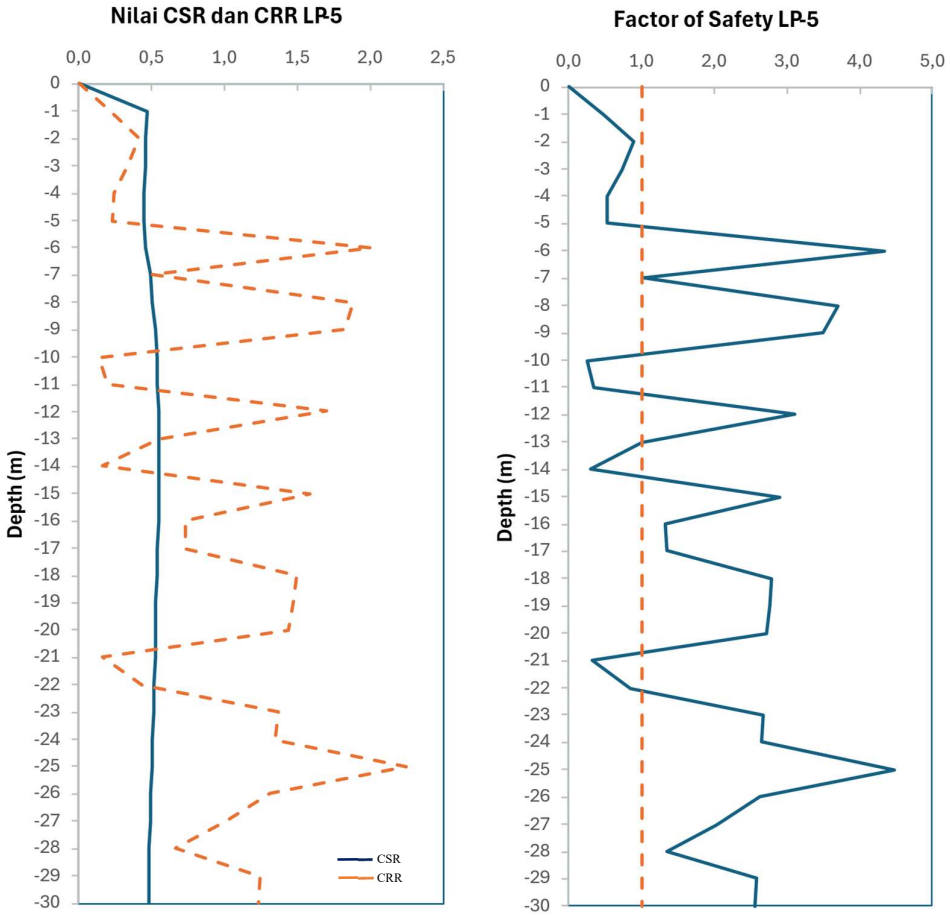
Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor LP-3, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi kestabilan yang sangat baik pada lapisan permukaan hingga menengah, di mana nilai $FS > 1{,}0$ mendominasi secara konsisten dari kedalaman 4 m hingga 14 m dengan pencapaian puncak kestabilan tertinggi mencapai $FS \approx 2{,}4$ pada kedalaman 13 m. Potensi likuefaksi terdeteksi pada lapisan dangkal awal (kedalaman 1 m hingga 3 m), serta secara dominan pada seluruh lapisan di kedalaman yang lebih dalam, yakni dari kedalaman 15 m hingga akhir profil peninjauan di kedalaman 30 m di mana kurva beban geser (*CSR*) melampaui kapasitas ketahanan tanah (*CRR*) sehingga menghasilkan nilai $FS < 1{,}0$.



Gambar 5. 20 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-4

Sebaliknya, berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor LP-4 Gambar 5.20, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan tingkat kerentanan likuefaksi yang sangat

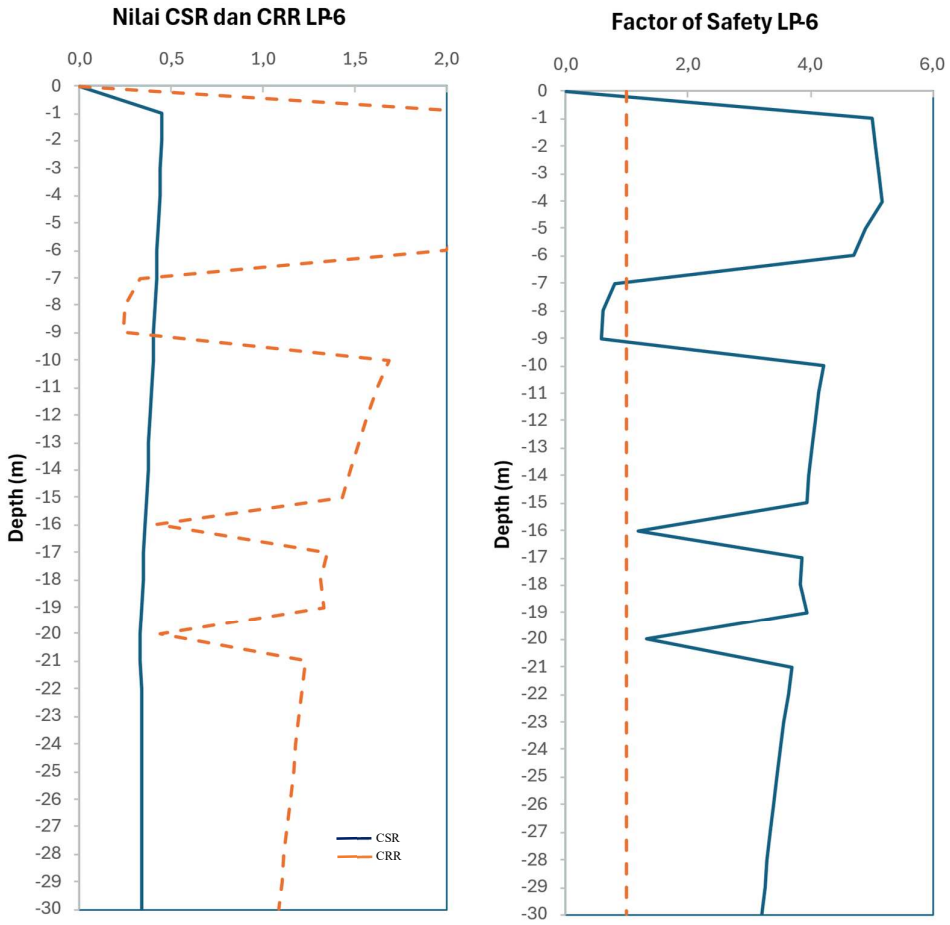
dominan pada sebagian besar lapisan tanah dangkal hingga menengah (kedalaman 1 m hingga 7 m), di mana nilai $FS < 1{,}0$ tercatat akibat beban geser (CSR) yang melebihi ketahanan tanah (CRR). Kondisi stabil dengan nilai $FS > 1{,}0$ tercatat secara fluktuatif pada beberapa zona, terutama pada kedalaman 8 m hingga 11 m serta rentang kedalaman yang cukup stabil dari 13 m hingga 17 m (mencapai puncak $FS \approx 2{,}3$), sebelum kembali berfluktuasi kritis pada beberapa sisipan lapisan di kedalaman yang lebih dalam.



Gambar 5. 21 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-5

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor LP-5 Gambar 5.21, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan variasi kerentanan yang berfluktuasi tajam. Potensi

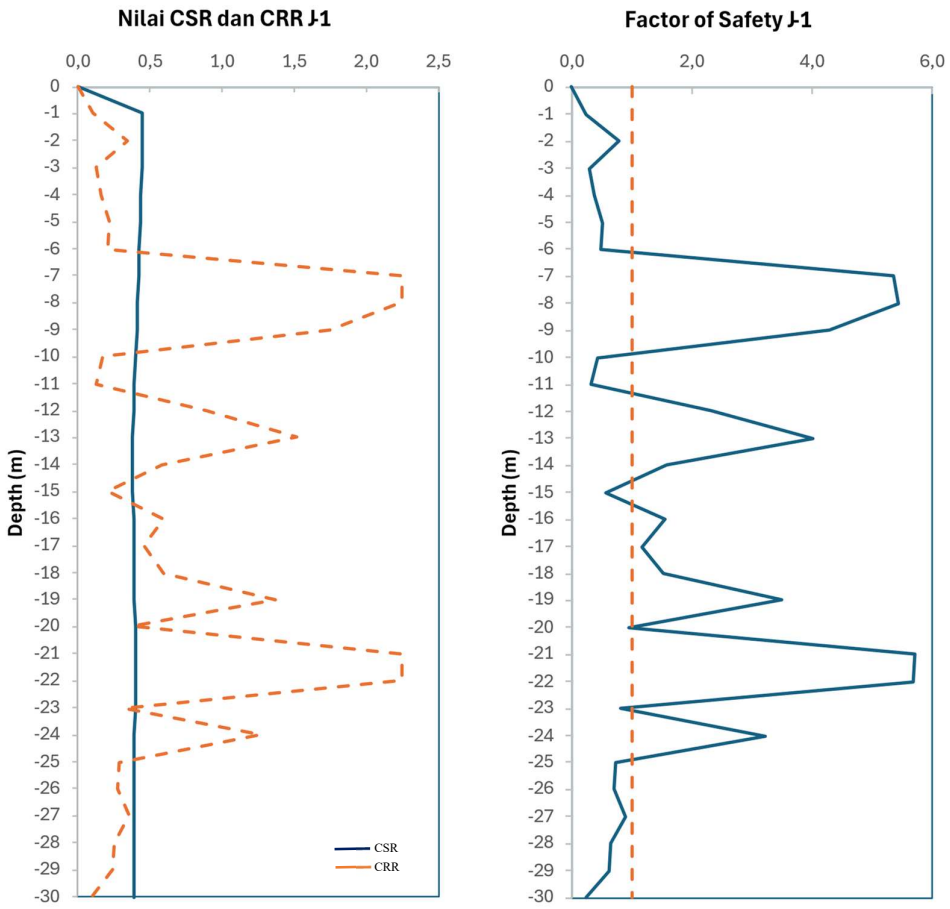
likuefaksi ($FS < 1{,}0$) terdeteksi pada lapisan dangkal (1 m hingga 5 m) serta beberapa sisipan tipis di kedalaman menengah hingga dalam seperti pada kedalaman 10 m, 11 m, 13 m, 14 m, 21 m, dan 28 m akibat beban geser (*CSR*) yang melebihi ketahanan tanah (*CRR*). Sebaliknya, kondisi stabil ($FS > 1{,}0$) mendominasi sebagian besar rentang kedalaman lainnya, dengan pencapaian puncak kestabilan tertinggi mencapai $FS \approx 3{,}9$ pada kedalaman 25 m.



Gambar 5. 22 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor LP-6

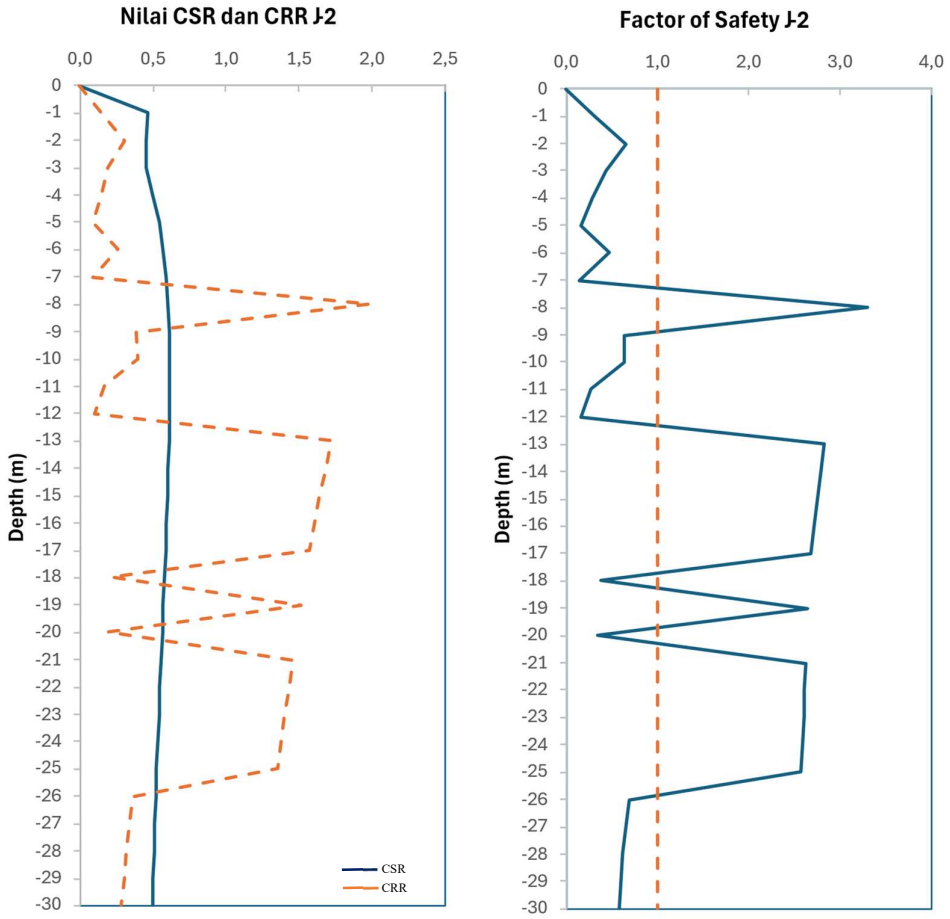
Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor LP-6 Gambar 5.22, profil *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi yang sangat stabil pada sebagian besar lapisan dangkal hingga menengah (1 m hingga 6 m) dengan puncak kestabilan mencapai $FS \approx 4{,}5$.

Potensi likuefaksi ($FS < 1{,}0$) hanya terdeteksi secara terbatas pada zona kedalaman tertentu, yakni pada rentang 7 m hingga 9 m, serta sisipan tipis di kedalaman 16 m dan 20 m akibat beban geser (*CSR*) yang melampaui ketahanan tanah (*CRR*).



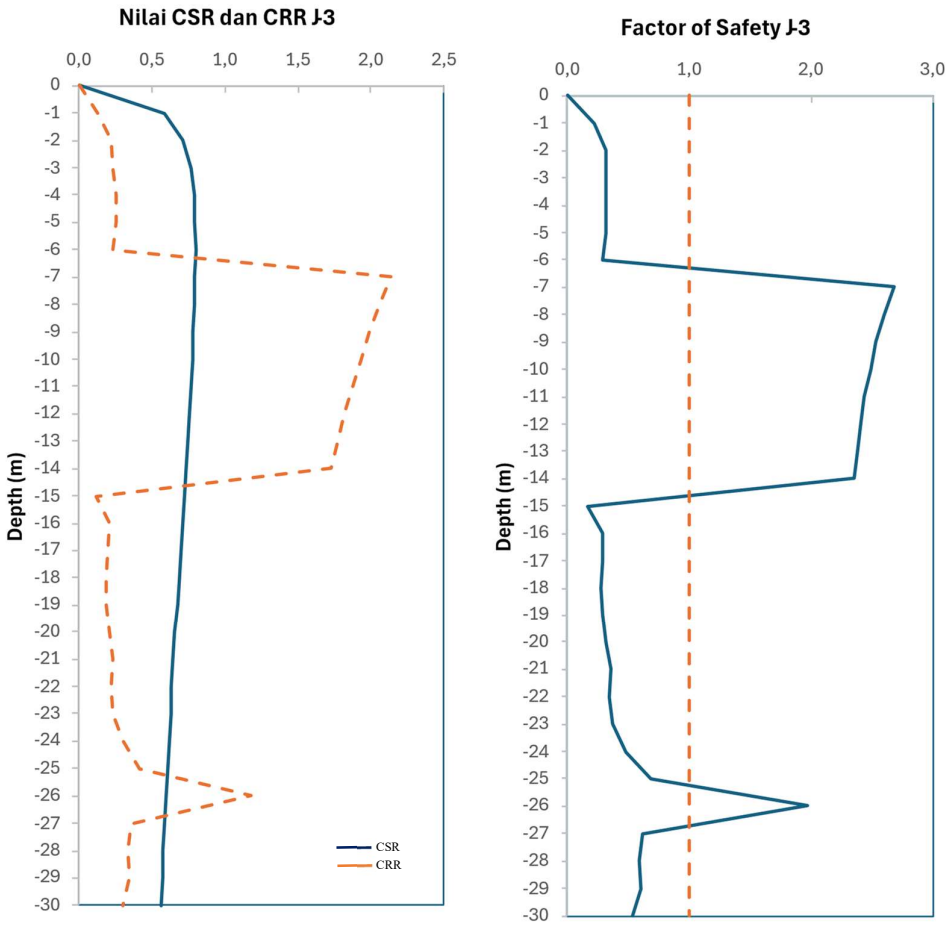
Gambar 5. 23 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-1

Berdasarkan profil hasil analisis pada Titik Bor J-1, lapisan tanah dangkal hingga kedalaman 6 m terindikasi rentan mengalami likuefaksi akibat nilai $FS < 1{,}0$. Namun demikian, kondisi lapisan berubah menjadi sangat stabil pada kedalaman 7 m hingga 30 m dengan nilai *Factor of Safety* yang melonjak signifikan (mencapai kisaran 2,0 hingga 5,0), meskipun terdapat sisipan tipis berpotensi kritis pada kedalaman sekitar 10 m dan 15 m.



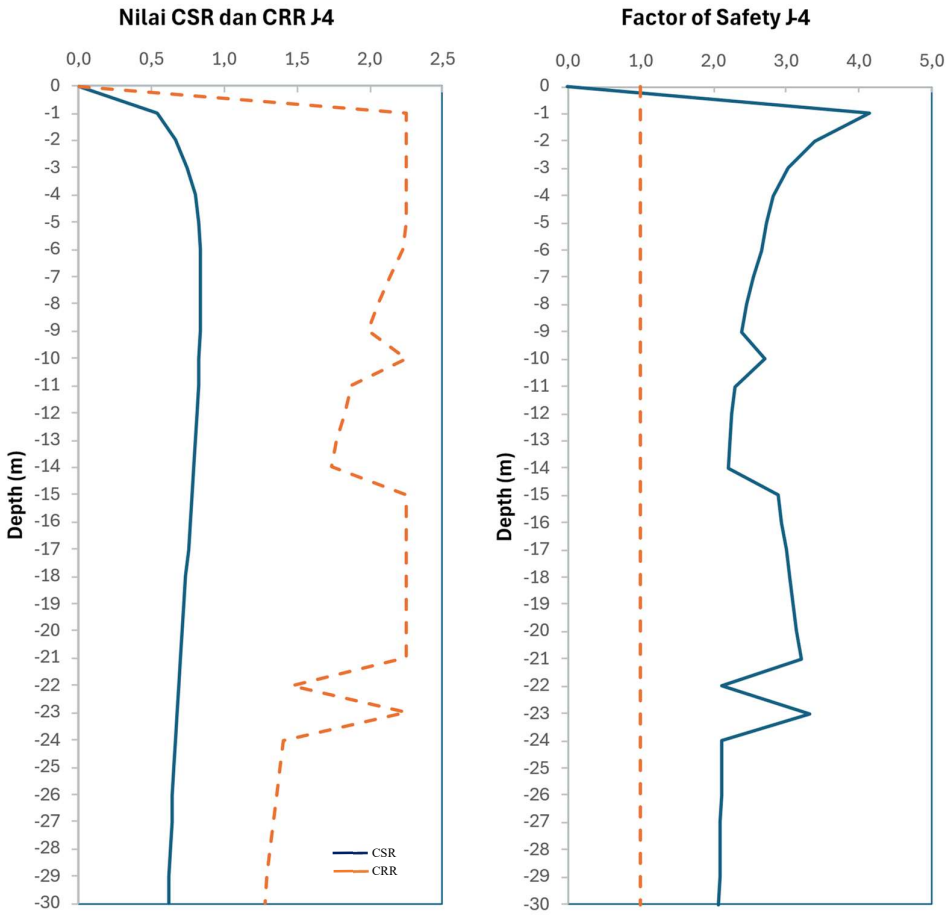
Gambar 5. 24 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-2

Pada Titik Bor J-2, potensi likuefaksi teridentifikasi cukup dominan pada zona dangkal hingga menengah (kedalaman 1 m hingga 6 m serta rentang 10 m hingga 12 m), di mana beban geser gempa (*CSR*) melampaui kapasitas ketahanan tanah (*CRR*). Sebaliknya, lapisan di bawah kedalaman 13 m umumnya menunjukkan tingkat keamanan yang baik dengan $FS > 1{,}0$, kendati dijumpai fluktuasi penurunan nilai keselamatan yang cukup tajam pada kedalaman 18 m dan 20 m.



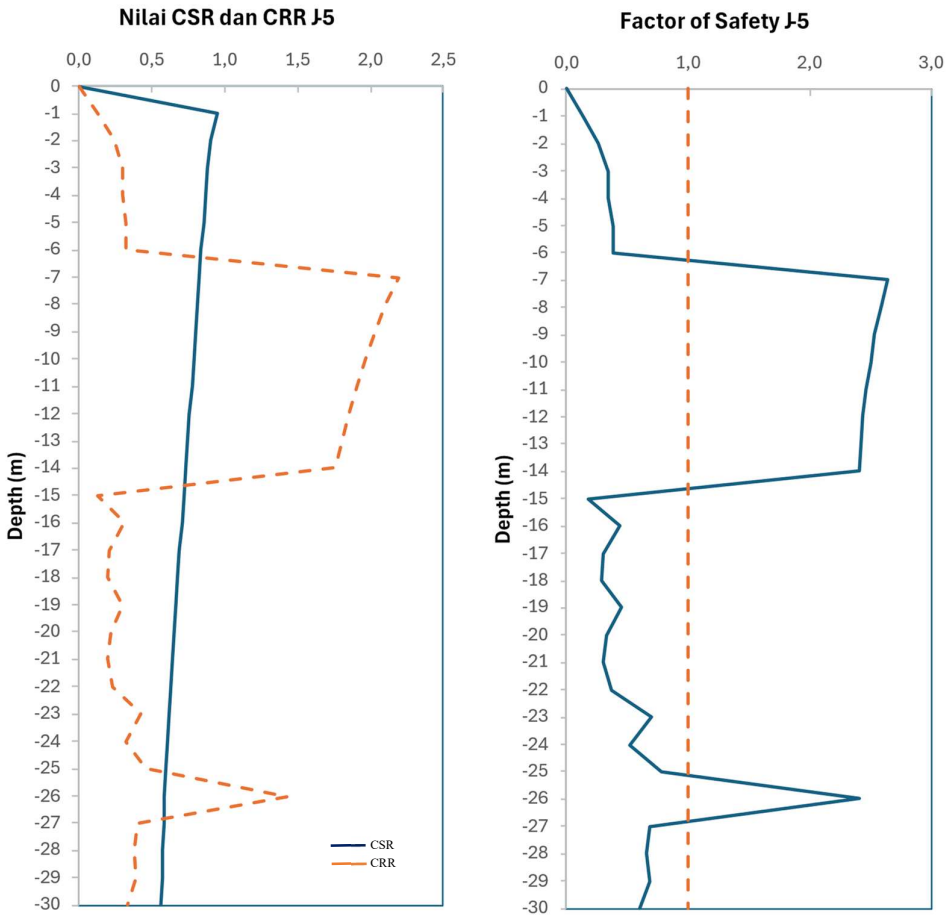
Gambar 5. 25 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-3

Titik Bor J-3 memperlihatkan karakteristik profil yang unik, di mana lapisan atas hingga kedalaman 14 m berada dalam kondisi aman terhadap likuefaksi dengan nilai puncak $FS > 2{,}0$. Akan tetapi, kondisi berbalik menjadi kritis pada zona kedalaman di bawah 15 m hingga 30 m yang didominasi oleh nilai $FS < 1{,}0$, kecuali pada sisipan lapisan padat di sekitar kedalaman 26 m yang menunjukkan lonjakan nilai ketahanan tanah secara lokal.



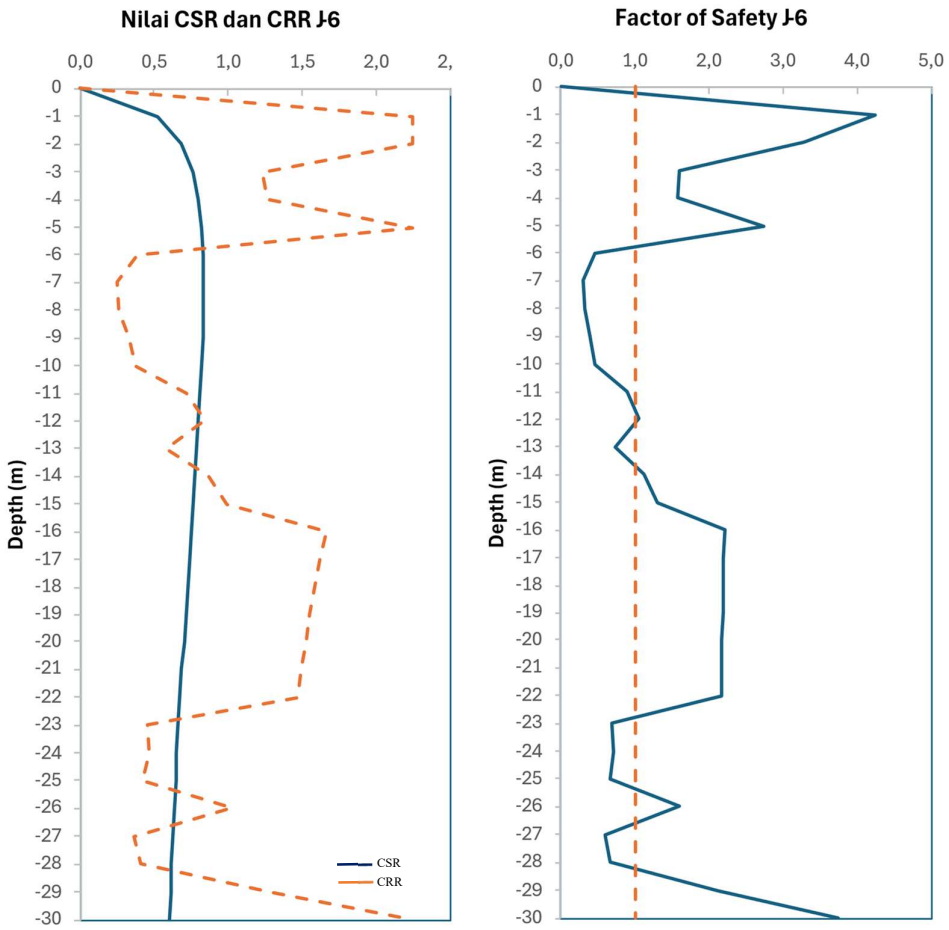
Gambar 5. 26 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-4

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor J-4profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi yang sangat stabil dan aman secara menyeluruh dari permukaan hingga kedalaman 30 m. Nilai *Factor of Safety* secara konsisten berada di atas ambang batas kritis ($FS > 1{,}0$), dengan pencapaian puncak kestabilan tertinggi mencapai $FS \approx 3{,}7$ pada lapisan dangkal kedalaman 1 m. Kapasitas ketahanan tanah (*CRR*) mampu menahan beban geser gempa (*CSR*) dengan baik tanpa adanya indikasi zona kritis atau potensi likuefaksi sepanjang profil peninjauan.



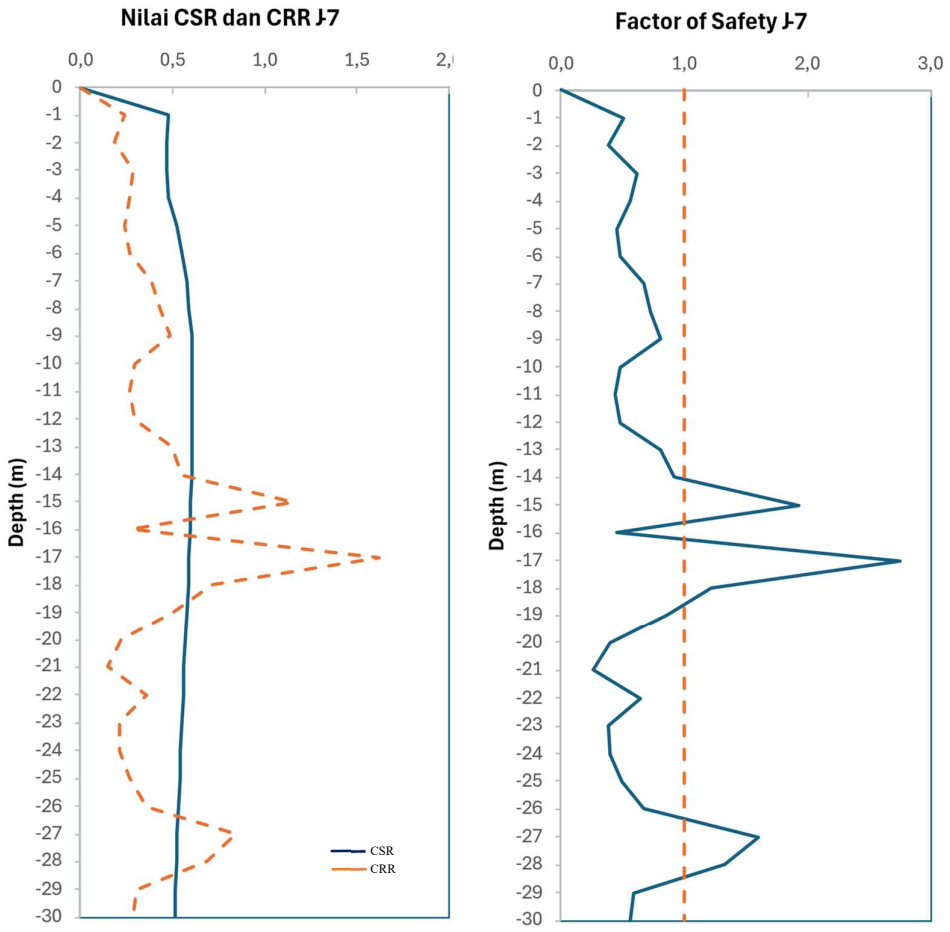
Gambar 5. 27 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-5

Berdasarkan analisis pada Titik Bor J-5, lapisan tanah bagian atas hingga kedalaman 14 m berada dalam kondisi yang aman dari potensi likuefaksi dengan nilai $FS > 1{,}0$ serta puncak kestabilan mencapai $FS \approx 2{,}3$. Sebaliknya, zona kritis dengan nilai $FS < 1{,}0$ mendominasi sebagian besar lapisan bawah dari kedalaman 15 m hingga dasar peninjauan, kecuali pada sisipan tipis yang lebih padat di sekitar kedalaman 26 m.



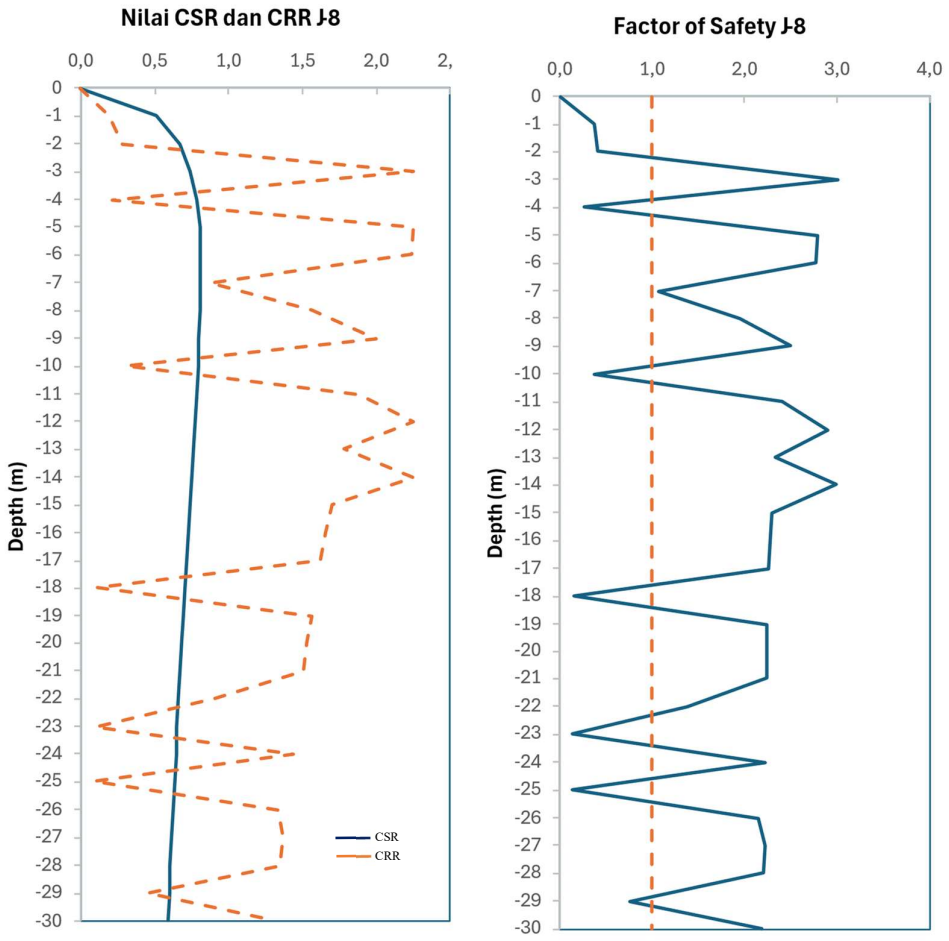
Gambar 5. 28 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-6

Hasil evaluasi pada Titik Bor J-6 menunjukkan tingkat keamanan yang memadai ($FS > 1{,}0$) pada lapisan permukaan hingga kedalaman 5 m, sebelum memasuki zona kritis dengan nilai $FS < 1{,}0$ pada rentang kedalaman 6 m hingga 13 m. Kondisi tersebut kemudian berangsur membaik dan stabil kembali pada rentang kedalaman menengah (14 m hingga 22 m), kendati kembali mengalami fluktuasi penurunan nilai keselamatan di bawah kedalaman 23 m.



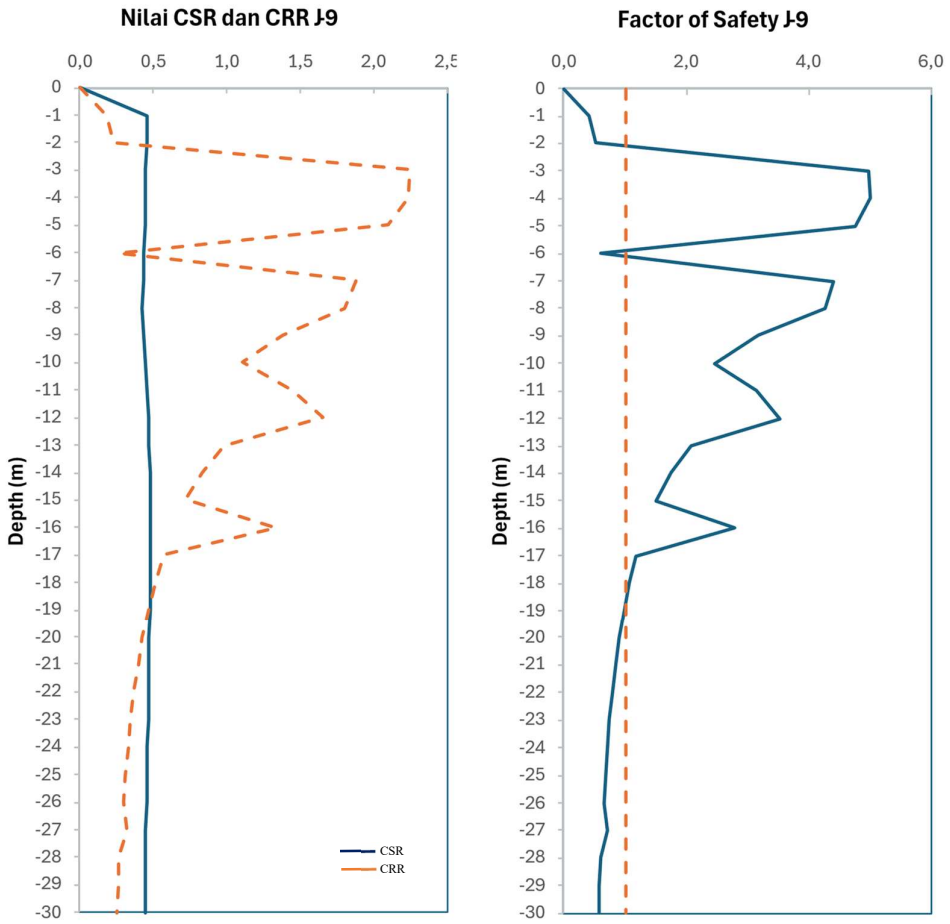
Gambar 5. 29 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-7

Profil penyelidikan pada Titik Bor J-7 mengindikasikan tingkat kerentanan likuefaksi yang cukup tinggi pada lapisan dangkal, di mana nilai $FS < 1{,}0$ tercatat secara konsisten dari permukaan hingga kedalaman 14 m akibat beban geser gempa yang dominan. Lapisan tanah baru menunjukkan stabilitas yang aman dengan nilai $FS > 1{,}0$ pada rentang kedalaman 15 m hingga 18 m dengan puncak hingga $FS \approx 2{,}5$—sebelum kembali berfluktuasi rentan pada kedalaman di bawah 19 m.



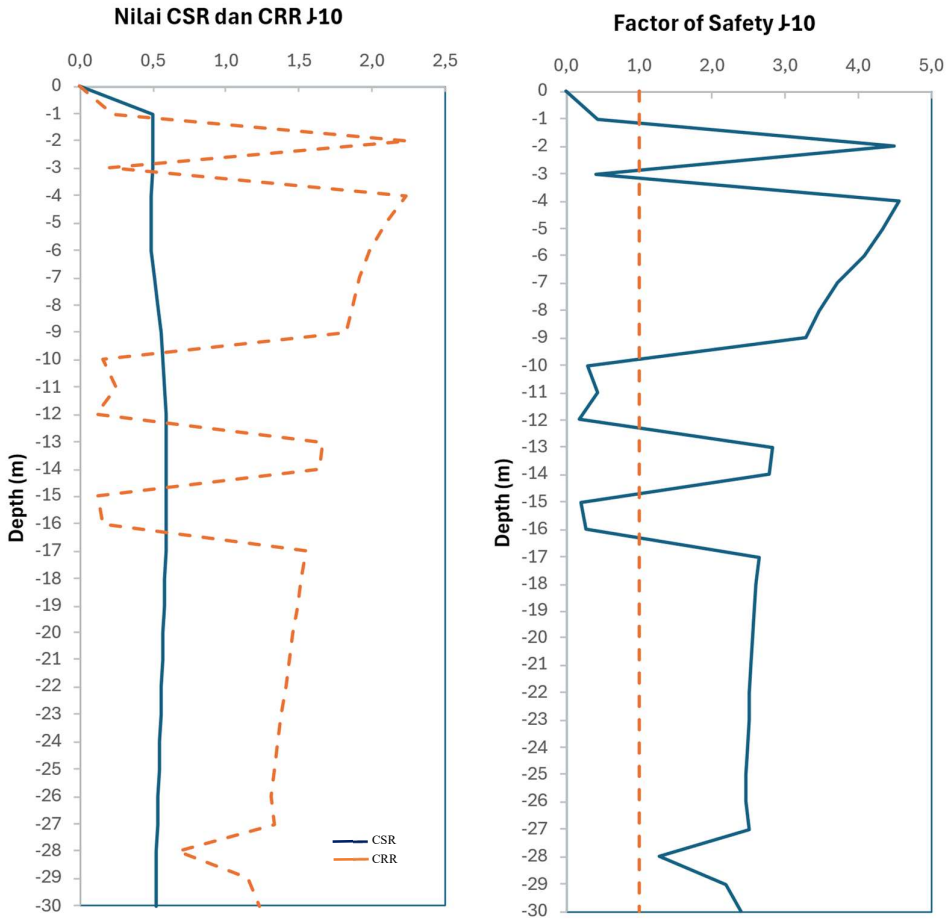
Gambar 5. 30 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-8

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor J-8, profil *Factor of Safety* (FS) menunjukkan pola fluktuasi keamanan yang cukup rapat terhadap kedalaman. Potensi likuefaksi ($FS < 1{,}0$) terdeteksi secara berulang dan berselang-seling dengan zona aman, terutama pada kedalaman 4 m, 7 m, 10 m, serta beberapa sisipan tajam di kedalaman yang lebih dalam (18 m, 23 m, dan 25 m). Meskipun demikian, lapisan tanah di antara zona kritis tersebut tetap menunjukkan tingkat kestabilan yang memadai dengan nilai $FS > 1{,}0$ akibat kapasitas ketahanan tanah yang masih mampu meredam beban siklik.



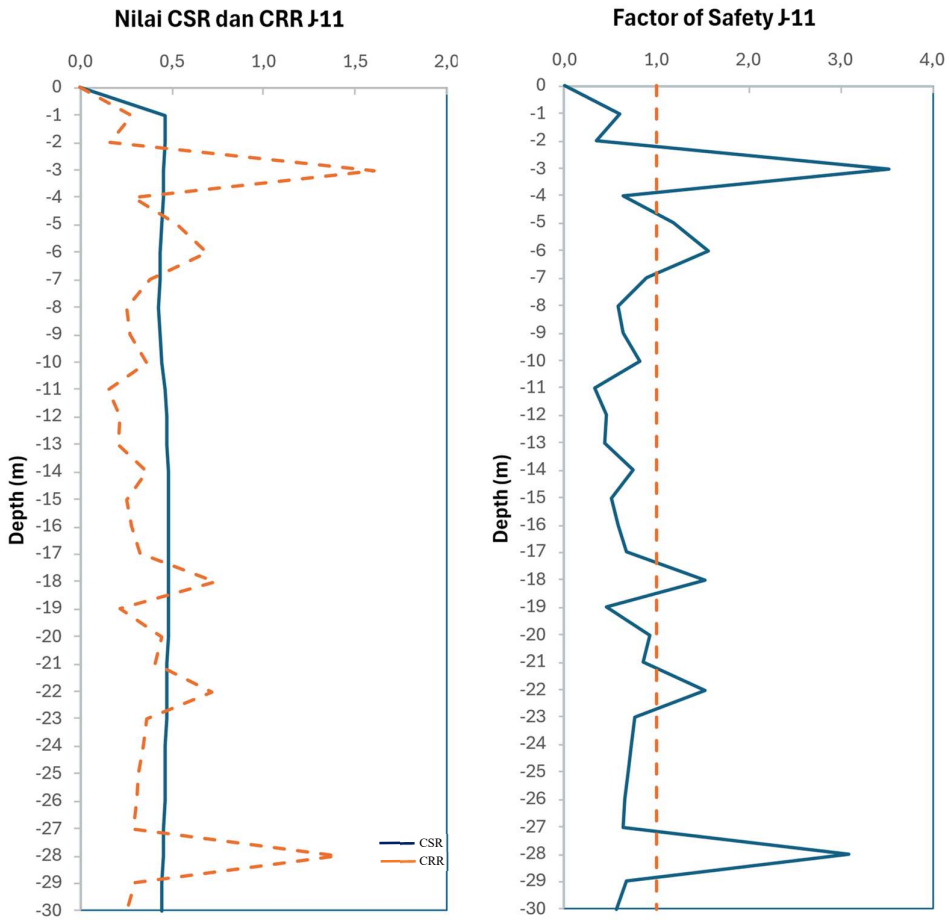
Gambar 5. 31 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-9

Evaluasi pada Titik Bor J-9 memperlihatkan kondisi lapisan tanah bagian atas hingga menengah khususnya dari kedalaman 3 m hingga 16 m berada dalam tingkat kestabilan yang sangat baik dengan nilai $FS > 1{,}0$ serta puncak mencapai kisaran 4,3 pada kedalaman 3 m sampai 4 m . Namun, potensi kerentanan likuefaksi mulai muncul secara signifikan pada zona kedalaman di bawah 17 m hingga dasar peninjauan di kedalaman 30 m akibat beban geser gempa (*CSR*) yang mendominasi ketahanan tanah (*CRR*).



Gambar 5. 32 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-10

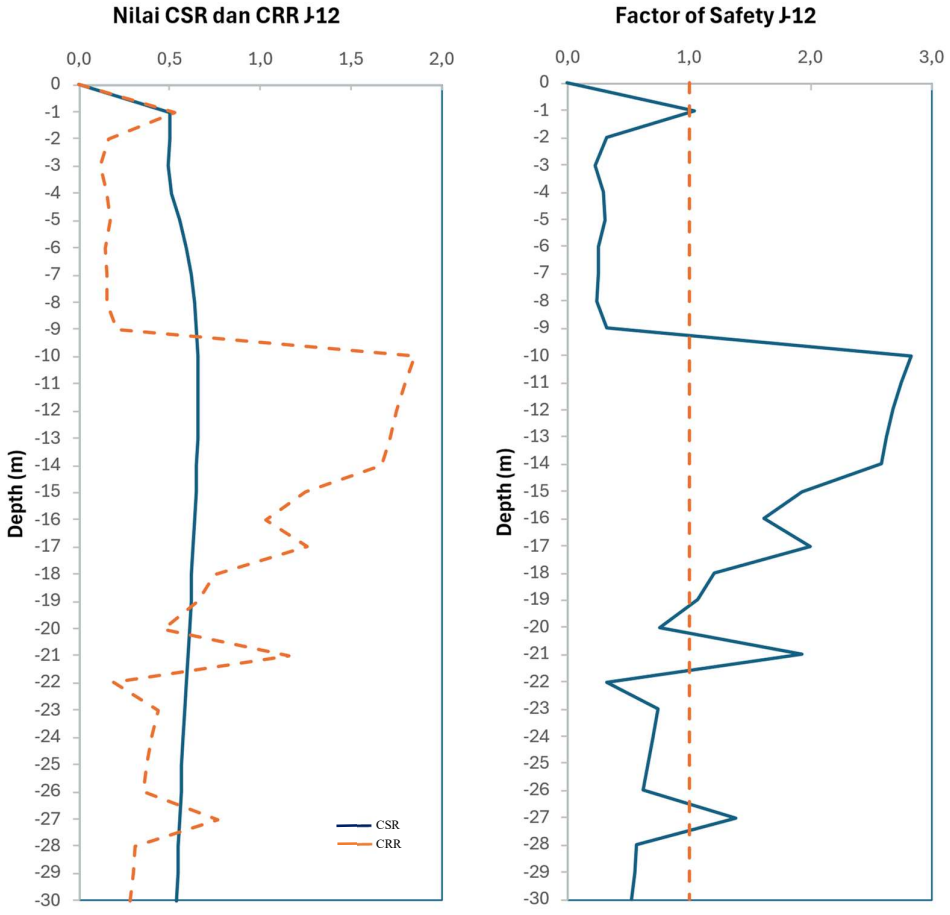
Profil penyelidikan pada Titik Bor J-10 mengindikasikan variasi lapisan yang sangat dinamis terhadap kedalaman. Zona kritis dengan nilai $FS < 1{,}0$ terkonsentrasi secara selang-seling pada kedalaman 3 m, kisaran 10 m hingga 12 m, serta kedalaman 15 m dan 28 m. Di luar titik-titik kedalaman tersebut, lapisan tanah menunjukkan kondisi yang cukup stabil dengan nilai *Factor of Safety* yang berada di atas ambang batas kritis, khususnya pada rentang kedalaman menengah hingga dalam dari 17 m hingga 26 m.



Gambar 5. 33 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-11

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor J-11, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi yang cukup bervariasi dengan dominasi kerentanan likuefaksi pada sejumlah kedalaman. Lapisan tanah atas memperlihatkan zona kritis ($FS < 1{,}0$) pada kedalaman 2 m dan 4 m, meskipun sempat mengalami lonjakan kestabilan yang sangat tinggi hingga mencapai $FS \approx 3{,}5$ pada kedalaman 3 m. Zona kritis kembali mendominasi sebagian besar lapisan menengah hingga dalam terutama pada rentang kedalaman 7 m sampai 17 m serta kedalaman 19 m, 23 m hingga 27 m, dan menjelang dasar peninjauan akibat rasio beban geser gempa (*CSR*) yang melampaui ketahanan tanah (*CRR*). Meskipun demikian, beberapa

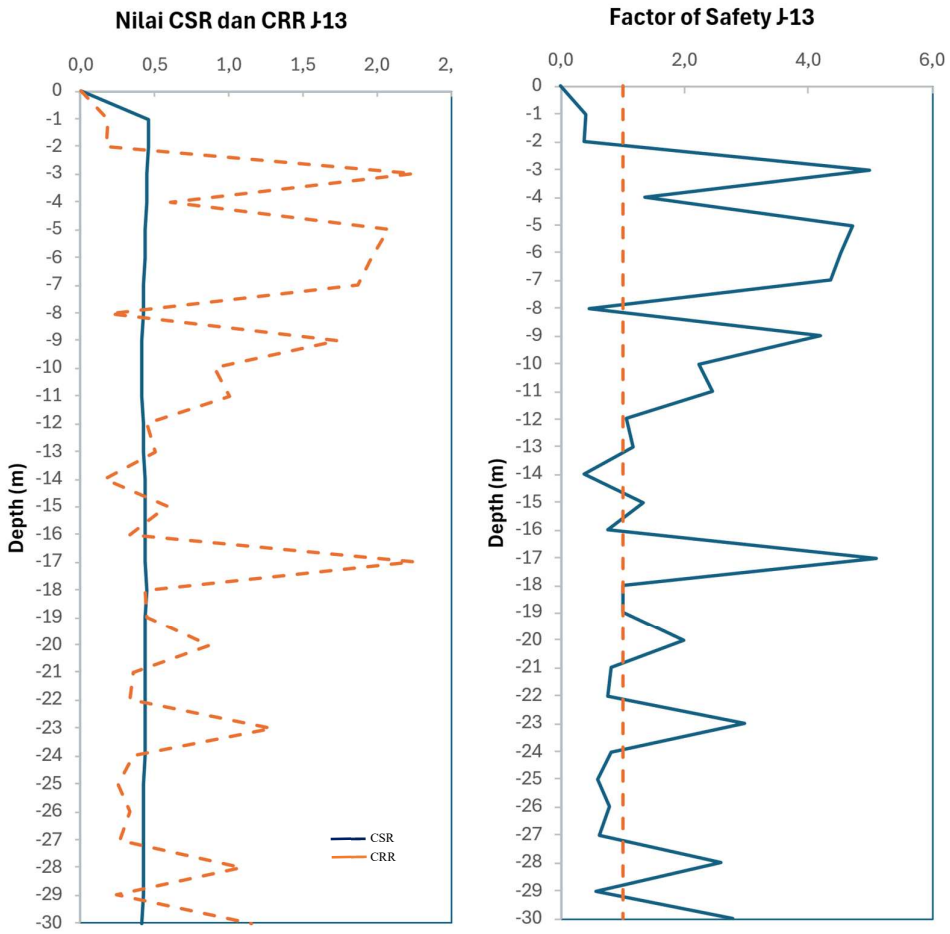
sisipan lapisan yang lebih padat dan stabil tetap dijumpai pada kedalaman 18 m dan kedalaman 22 m serta lonjakan signifikan di kedalaman 28 m.



Gambar 5. 34 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-12

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor J-12, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi kritis yang mendominasi lapisan tanah dangkal hingga menengah dari kedalaman 2 m hingga 9 m dengan nilai $FS < 1{,}0$ akibat beban geser gempa yang melampaui ketahanan tanah. Namun demikian, kondisi lapisan tanah berubah menjadi sangat stabil pada rentang kedalaman 10 m hingga 17 m dengan pencapaian puncak kestabilan mencapai $FS \approx 2{,}5$, sebelum kembali

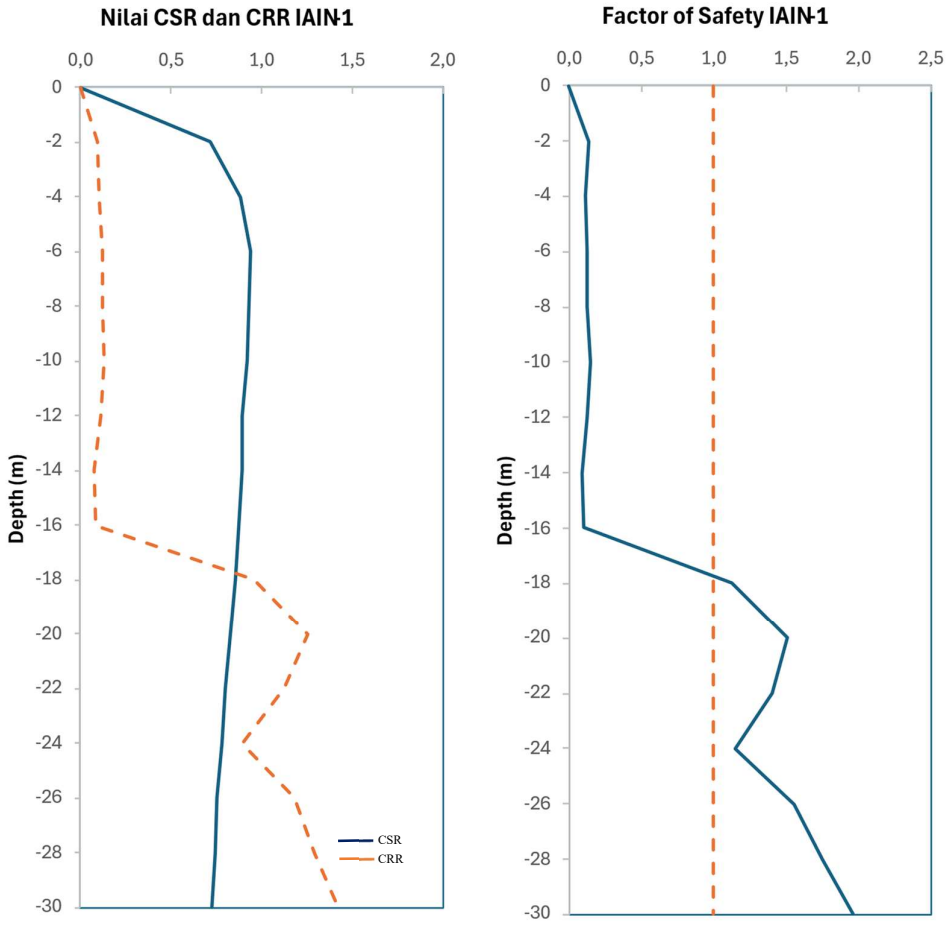
berfluktuasi rentan pada beberapa sisipan lapisan di kedalaman di bawah 18 m hingga dasar peninjauan.



Gambar 5. 35 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor J-13

Evaluasi pada Titik Bor J-13 memperlihatkan pola fluktuasi keamanan yang cukup rapat terhadap kedalaman. Lapisan atas hingga menengah khususnya pada rentang kedalaman 3 m hingga 13 m umumnya berada dalam kondisi yang aman dengan nilai $FS > 1{,}0$ serta puncak mencapai kisaran 4,3 pada kedalaman 3 m. Meskipun demikian, potensi likuefaksi terdeteksi secara berselang-seling berupa zona kritis ($FS < 1{,}0$) pada kedalaman tertentu seperti di kedalaman 2 m, 8 m, 14 m, 16 m,

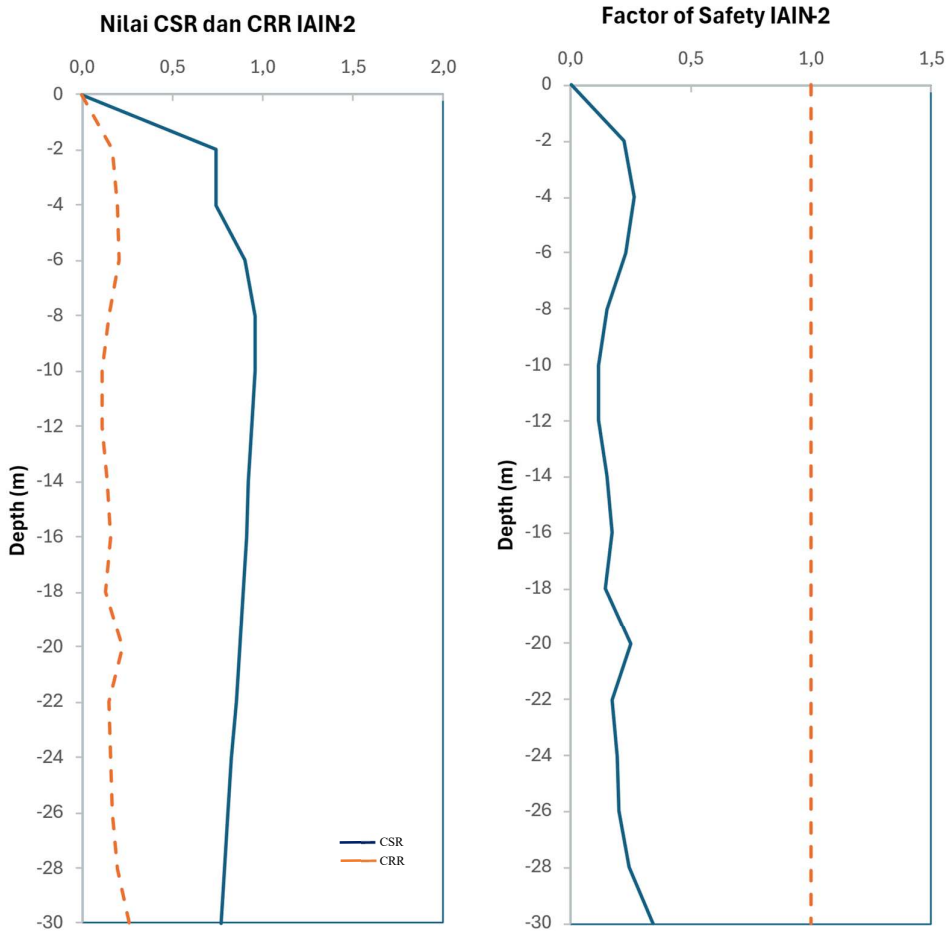
serta sebagian besar lapisan dari kedalaman 19 m hingga akhir peninjauan, yang diselingi oleh beberapa sisipan lapisan padat di kedalaman 17 m, 23 m, dan 28 m.



Gambar 5. 36 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-1

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Bor IAIN-1, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan tingkat kerentanan likuefaksi yang sangat dominan pada sebagian besar lapisan dangkal hingga menengah. Nilai $FS < 1{,}0$ tercatat secara konsisten dari permukaan hingga kedalaman 17 m akibat rasio beban geser gempa (*CSR*) yang melampaui kapasitas ketahanan tanah (*CRR*). Sebaliknya, kondisi lapisan tanah berubah menjadi sangat stabil dengan nilai $FS > 1{,}0$ pada rentang kedalaman di bawah 18 m hingga akhir peninjauan di kedalaman 30 m dengan pencapaian

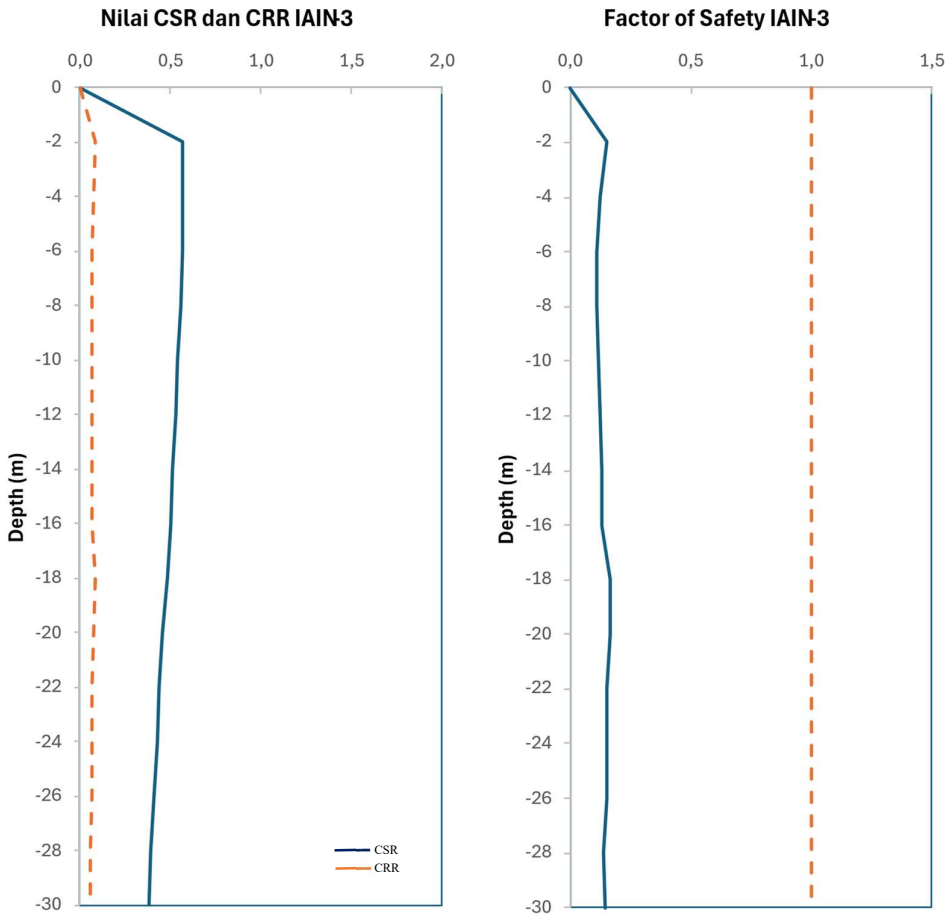
puncak kestabilan tertinggi mencapai kisaran $FS \approx 1{,}7$ yang didukung oleh peningkatan ketahanan material tanah pada zona tersebut.



Gambar 5. 37 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-2

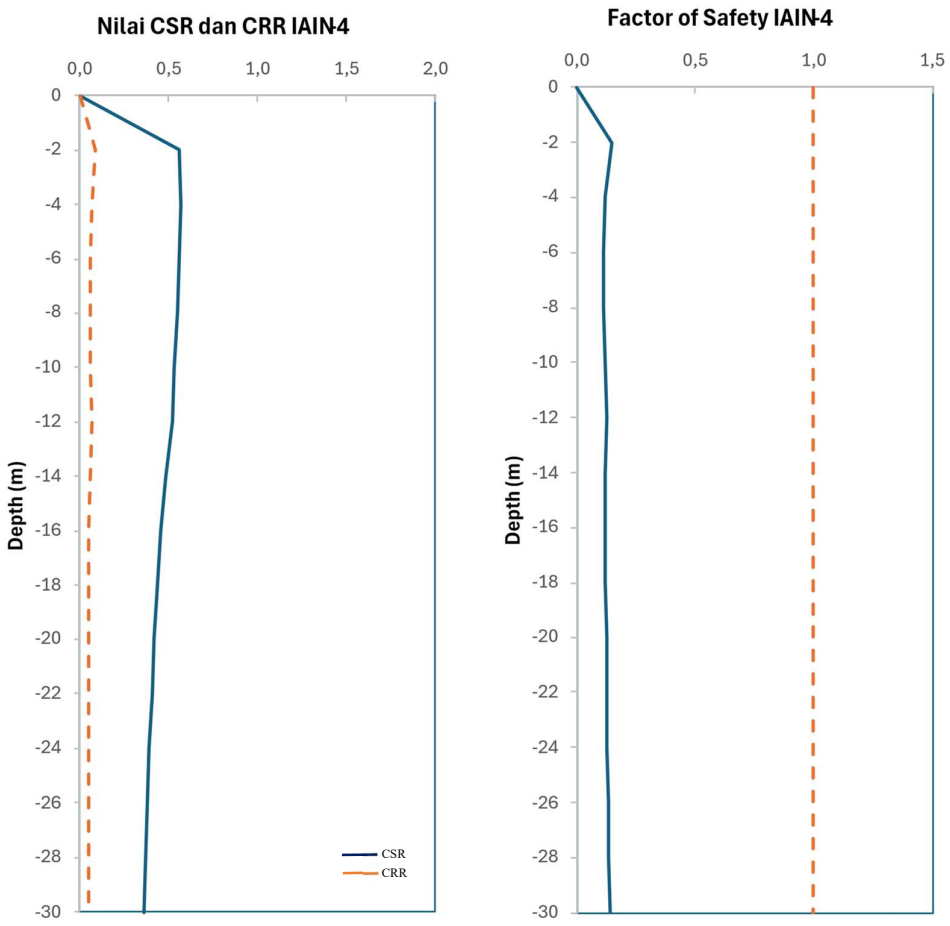
Sebaliknya, evaluasi pada Titik Bor IAIN-2 memperlihatkan kondisi lapisan tanah yang sepenuhnya kritis dan rentan terhadap likuefaksi pada keseluruhan profil kedalaman. Nilai $FS < 1{,}0$ mendominasi secara mutlak dari permukaan hingga dasar peninjauan di kedalaman 30 m, di mana kurva beban geser (*CSR*) secara konsisten berada di atas garis ketahanan tanah (*CRR*). Kondisi ini mengindikasikan bahwa seluruh lapisan tanah pada titik ini tersusun atas material lepas yang jenuh

air dan sangat rentan mengalami kehilangan kekuatan geser apabila menerima guncangan gempa rencana.



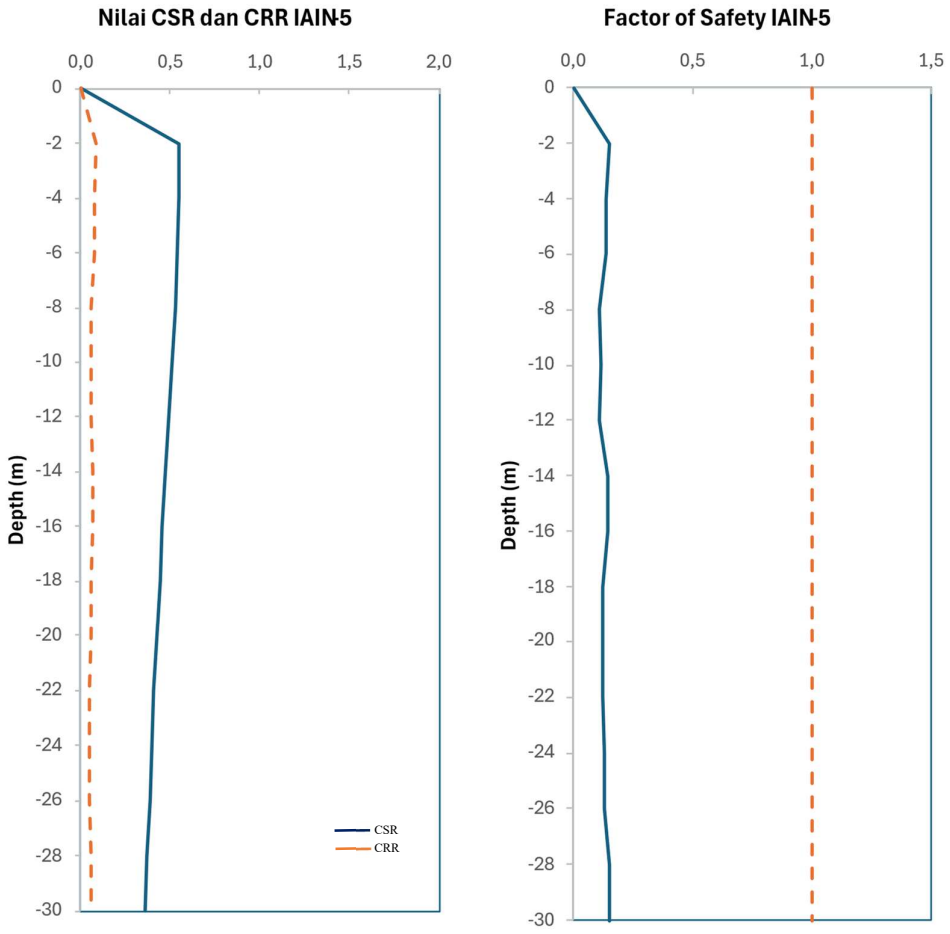
Gambar 5. 38 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-3

Berdasarkan hasil analisis pada Titik Penyelidikan IAIN-3, profil nilai *Factor of Safety* (FS) menunjukkan kondisi yang sepenuhnya kritis dan seragam di sepanjang kedalaman peninjauan. Nilai $FS < 1{,}0$ mendominasi secara mutlak dari permukaan hingga dasar 30 m, yang mengindikasikan bahwa kurva beban geser gempa (*CSR*) secara konsisten berada di atas kapasitas ketahanan tanah (*CRR*). Kondisi ini mencerminkan karakteristik endapan material lepas yang seragam dan rentan terhadap likuefaksi pada area tersebut.



Gambar 5. 39 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-4

Serupa dengan titik sebelumnya, evaluasi pada Titik Penyelidikan IAIN-4 memperlihatkan pola distribusi nilai *Factor of Safety* yang sangat mirip akibat kedekatan jarak geografis dan keseragaman formasi lapisan tanah. Seluruh rentang kedalaman dari permukaan hingga 30 m mencatatkan nilai $FS < 1{,}0$. Hal ini menegaskan bahwa lapisan tanah di zona ini memiliki kerentanan tinggi terhadap akumulasi tekanan air pori dan potensi kehilangan kekuatan geser secara menyeluruh saat terjadi pembebanan siklik rencana.



Gambar 5. 40 Grafik Profil Sebaran CSR-CRR dan Faktor Keamanan (FS) pada Titik Bor IAIN-5

Hasil analisis pada Titik Penyelidikan IAIN-5 juga menunjukkan tren profil yang konsisten dan tidak jauh berbeda dari dua titik sebelumnya. Nilai *Factor of Safety* secara mutlak berada di bawah ambang batas aman ($FS < 1{,}0$) pada seluruh lapisan kedalaman hingga 30 m. Kesamaan karakteristik grafik ini mengonfirmasi bahwa zona di sekitar kawasan tersebut didominasi oleh lapisan tanah rentan dengan kapasitas ketahanan (*CRR*) yang konsisten lebih rendah dibandingkan beban geser gempa (*CSR*).

5.5 Analisis *Liquefaction Potential Index* (LPI)

Evaluasi kerentanan likuefaksi hingga kedalaman 20 m dilakukan menggunakan *Liquefaction Potential Index* (LPI), yang mengintegrasikan nilai FS, kedalaman, dan ketebalan lapisan tanah menjadi satu indeks untuk menggambarkan kondisi profil tanah secara keseluruhan. Perhitungan mengacu pada Iwasaki dkk. (1982), sedangkan klasifikasinya berdasarkan Sonmez (2003).

e. Kedalaman 1 meter

CSR = 0,6204

CRR = 0,1270

FS = 0,2047

W(z) = 10 – 0,5 x zi

= 10 – 0,5 x 1

= 9,5

Karena FS < 0,95, maka nilai F(z) dihitung menggunakan Persamaan 3.45

F(z) = 1 – Fz

= 0,7953

LPI = W(z) x F(z) x dz

= 7,5553

f. Kedalaman 2 meter

CSR = 0,8155

CRR = 0,1611

FS = 0,1975

W(z) = 10 – 0,5 x zi

= 10 – 0,5 x 2

= 9

Karena FS < 0,95, maka nilai F(z) dihitung menggunakan Persamaan 3.45

F(z) = 1 – Fz

= 0,8025

LPI = W(z) x F(z) x dz

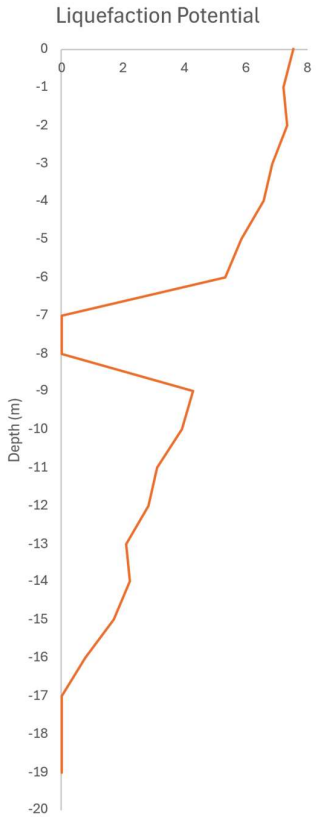
= 7,2226

Rekapitulasi nilai *Liquefaction Potential Index* (LPI) pada setiap kedalaman untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan likuefaksi. Nilai LPI dan kategorinya pada titik bor B-1 disajikan pada Tabel 5.41.

Tabel 5. 41 Rekapitulasi Hasil Analisis Potensi Likuefaksi Berdasarkan Nilai LPI pada B-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	**ΣLPI**
1	1	0,6204	0,1270	0,2047	FS < 0,95	0,7953	9,5	7,5553	7,5553
2	1	0,8155	0,1611	0,1975	FS < 0,95	0,8025	9,0	7,2226	14,7778
3	1	0,9142	0,1236	0,1352	FS < 0,95	0,8648	8,5	7,3510	22,1288
4	1	0,9667	0,1365	0,1412	FS < 0,95	0,8588	8,0	6,8701	28,9988
5	1	0,9960	0,1214	0,1219	FS < 0,95	0,8781	7,5	6,5857	35,5845
6	1	1,0118	0,1633	0,1614	FS < 0,95	0,8386	7,0	5,8701	41,4547
7	1	1,0188	0,1832	0,1798	FS < 0,95	0,8202	6,5	5,3311	46,7858
8	1	1,0199	1,8755	1,8388	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	46,7858
9	1	1,0083	1,7107	1,6966	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	46,7858
10	1	0,9952	0,1430	0,1437	FS < 0,95	0,8563	5,0	4,2814	51,0672
11	1	0,9809	0,1291	0,1316	FS < 0,95	0,8684	4,5	3,9077	54,9749
12	1	0,9658	0,2188	0,2265	FS < 0,95	0,7735	4,0	3,0940	58,0689
13	1	0,9501	0,1831	0,1927	FS < 0,95	0,8073	3,5	2,8255	60,8944
14	1	0,9340	0,2742	0,2935	FS < 0,95	0,7065	3,0	2,1194	63,0138
15	1	0,9177	0,1077	0,1174	FS < 0,95	0,8826	2,5	2,2065	65,2203
16	1	0,9013	0,1341	0,1487	FS < 0,95	0,8513	2,0	1,7025	66,9228
17	1	0,8849	0,4301	0,4860	FS < 0,95	0,5140	1,5	0,7710	67,6938
18	1	0,8687	1,3392	1,5417	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	67,6938
19	1	0,8527	1,4313	1,6786	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	67,6938
20	1	0,8371	0,1528	0,1825	FS < 0,95	0,8175	0,0	0,0000	67,6938

Tabel 5.41 menunjukan nilai LPI pada setiap lapisan kedalaman yang menggambarkan kontribusi masing-masinng lapisan terhadap nilai LPI berdasarkan kondisi faktor keamanan (FS). Distribusi kontribusi LPI kedalaman ditunjukan pada Gambar 5.41 berikut ini.

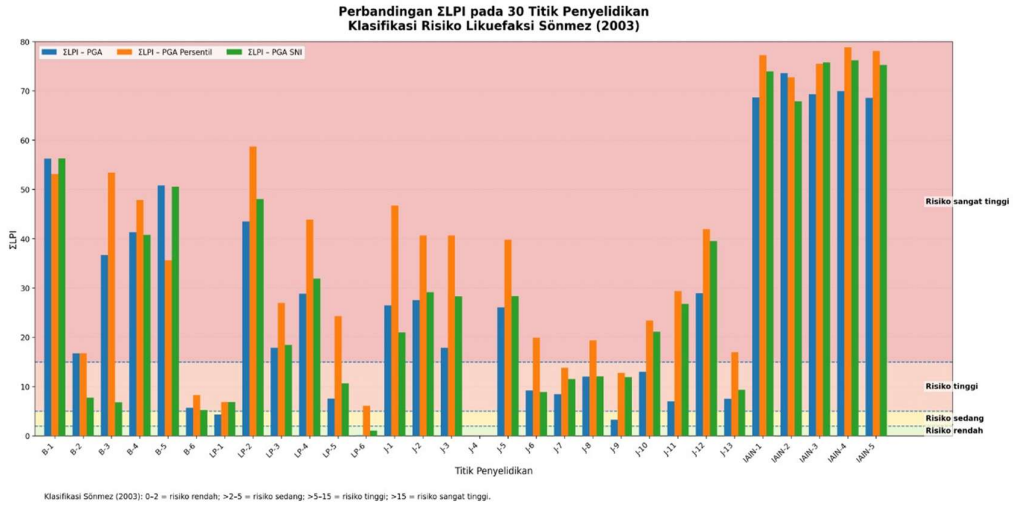


Gambar 5. 41 Grafik Sebaran Nilai LPI pada B-1

Berdasarkan Gambar 5.41, kontribusi *Liquefaction Potential Index* (LPI) paling dominan terdapat pada kedalaman 0–6 m. Nilai tertinggi mencapai 7,2–7,6 pada kedalaman 0–2 m dan kemudian menurun secara bertahap hingga 5,3 pada kedalaman 6 m. Pada kedalaman 7–8 m, kontribusi LPI bernilai nol, kemudian kembali muncul pada kedalaman 9 m dengan nilai sekitar 4,3 dan terus menurun hingga 0,9 pada kedalaman 16 m. Selanjutnya, pada kedalaman 17–20 m, nilai LPI kembali stabil pada angka nol. Nilai LPI nol menunjukkan bahwa lapisan tersebut memiliki FS ≥ 1,20 sehingga relatif aman terhadap likuefaksi. Secara keseluruhan,

kerentanan likuefaksi pada titik ini terutama dipengaruhi oleh lapisan dangkal 0–6 m dan lapisan menengah 9–16 m yang memiliki kontribusi LPI lebih tinggi.

Mengingat penelitian ini mencakup total 30 titik penyelidikan geoteknik yang tersebar di berbagai kawasan (Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan IAIN), prosedur evaluasi LPI yang serupa telah diaplikasikan secara menyeluruh pada masing-masing titik bor. Rekapitulasi hasil akumulasi nilai $\sum LPI$ dari seluruh titik tinjauan tersebut kemudian divisualisasikan secara komparatif dalam bentuk diagram batang (*barchart*) guna memperlihatkan sebaran tingkat bahaya likuefaksi di seluruh wilayah studi, sebagaimana disajikan pada Gambar 5.42 berikut.



Gambar 5. 42 Barchart Perbandingan ΣLPI pada 30 Titik Penyelidikan Berdasarkan Tiga Skenario Percepatan Gempa

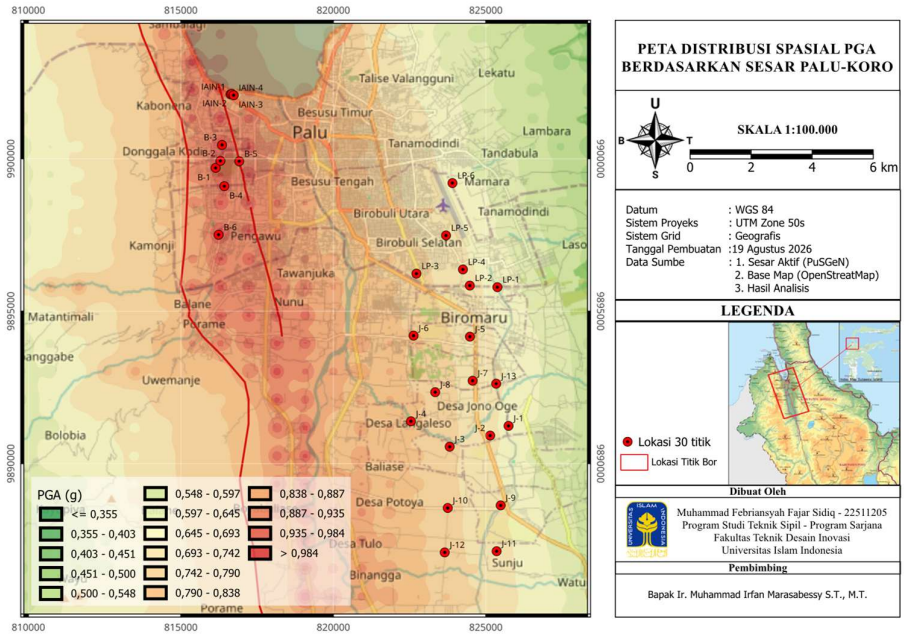
Berdasarkan Gambar 5.42, nilai ΣLPI menunjukkan variasi antar titik penyelidikan dan antar skenario percepatan gempa. Beberapa titik menunjukkan nilai ΣLPI yang tinggi secara konsisten pada ketiga skenario, sedangkan titik lainnya memperlihatkan perbedaan nilai yang lebih besar akibat perubahan parameter percepatan gempa. Berdasarkan klasifikasi Sönmez (2003), nilai ΣLPI > 15 termasuk kategori risiko sangat tinggi, sehingga titik-titik yang berada di atas batas tersebut menunjukkan potensi likuefaksi yang signifikan. Hasil perbandingan ini selanjutnya menjadi dasar dalam menentukan distribusi spasial tingkat kerentanan likuefaksi pada subbab berikutnya.

5.6 Pemetaan Spasial Parameter Seismik dan Kerentanan Likuefaksi

Pemetaan spasial dalam studi ini merupakan integrasi geovisual antara parameter bahaya seismik (*seismic hazard*) dan kapasitas respons tanah lokal. Pemodelan ini mengonversi titik-titik observasi bor menjadi model distribusi permukaan yang kontinu, sehingga memungkinkan identifikasi zona-zona kritis di wilayah Palu dan sekitarnya. Analisis spasial ini menggunakan pendekatan persentil ke-84 (*84th percentile*) guna memberikan estimasi parameter guncangan tanah yang konservatif dalam skenario terburuk (*worst-case scenario*).

5.6.1 Distribusi Spasial Peak Ground Accelaration (PGA)

Peta distribusi *Peak Ground Acceleration* (PGA) merupakan representasi dari percepatan guncangan maksimum di permukaan tanah dasar sebelum mengalami amplifikasi spesifik oleh lapisan tanah lunak. Adapun peta yang telah dihasilkan dapat dilihat pada gambar 5.43 berikut.



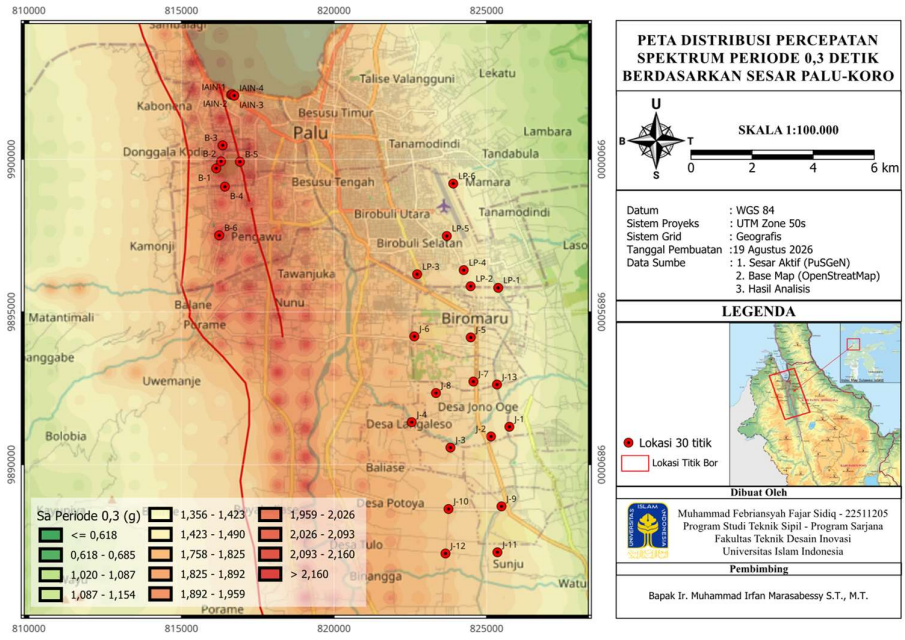
Gambar 5. 43 Peta Distribusi Spasial PGA (Persentil ke-84)

Gambar 5.43 berisi visualisasi spasial, dimana distribusi nilai PGA menunjukkan pola atenuasi yang sangat bergantung pada jarak terhadap sumber pelepasan energi

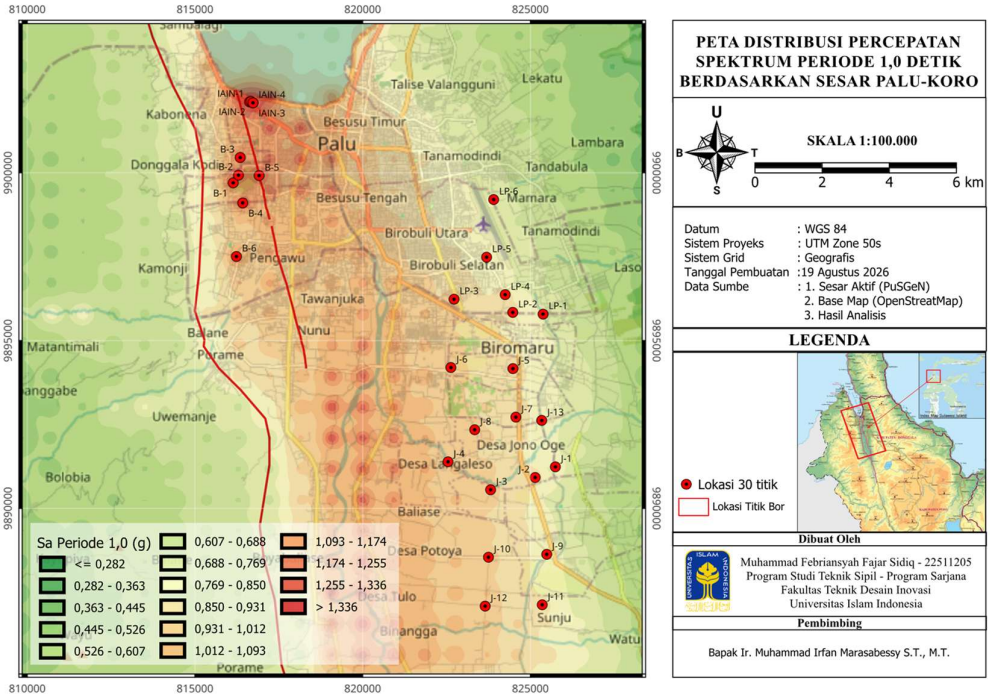
seismik (garis Sesar Palu-Koro). Zona merah pekat yang merepresentasikan percepatan puncak tertinggi ($> 0{,}493$ g) terdistribusi memanjang secara linear (Utara-Selatan) mengikuti lintasan sesar aktif tersebut, melingkupi titik-titik pengujian di wilayah Kabonena, Duyu, hingga Pengawu. Nilai PGA berangsur mengalami de-amplifikasi atau pelemahan guncangan ke arah timur dan barat daya, menyentuh nilai terendah pada rentang $\leq 0{,}251$ g. Pola ini mengonfirmasi bahwa proksimitas (kedekatan) terhadap patahan merupakan variabel pendikte utama (*governing variable*) terhadap intensitas beban siklik yang akan diterima oleh massa tanah.

5.6.2 Distribusi Spasial *Peak Spectral Acceleration* (SA) ada Periode Pendek dan Menengah

Untuk mengevaluasi respons dinamis tanah dan struktur secara lebih spesifik, analisis hazard seismik dikembangkan menjadi peta percepatan spektral pada periode 0,3 detik (SA 0,3) dan 1,0 detik (SA 1,0). Peta distribusi spasial berdasarkan nilai SA yang di peroleh, dapat dilihat pada Gambar 5.44 dan Gambar 5.45 berikut.



Gambar 5. 44 Peta Distribusi Spasial SA(0,3) (Persentil ke-84)



Gambar 5. 45 Peta Distribusi Spasial SA(1,0) (Persentil ke-84)

Gambar 5.44 mengilustrasikan guncangan untuk struktur bangunan dengan periode getar alami pendek yang umumnya berasosiasi dengan karakteristik lapisan tanah kaku (*stiff soil*). Peta ini memperlihatkan lonjakan nilai percepatan yang ekstrem dibandingkan PGA dasar, di mana zona episentral di sepanjang jalur sesar memancarkan percepatan spektral hingga melampaui 1,892 g. Sebaliknya, Gambar 5.45 untuk peta (SA 1,0) merepresentasikan kerentanan pada endapan tanah lunak (*soft soils*) yang cenderung mengamplifikasi gelombang seismik berperiode lebih panjang. Nilai maksimum guncangan tercatat berada pada angka $> 1{,}174$ g. Meskipun nilai absolutnya lebih rendah daripada SA 0,3, sebaran zona bahaya pada SA 1,0 memiliki jangkauan lateral yang lebih luas, mengindikasikan bahwa efek resonansi pada endapan aluvial yang tebal merambat secara signifikan lebih jauh dari garis sesar.

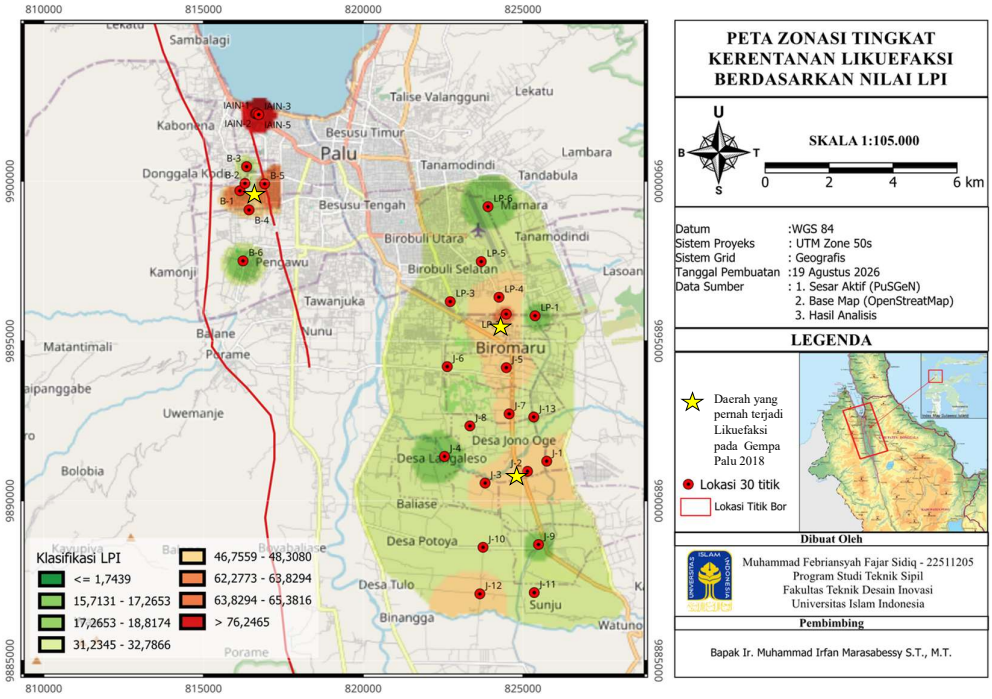
5.6.3 Analisis Korelasi Geospasial Parameter Seismik terhadap Tingkat Keparahan Likuefaksi

Pada Analisis tumpang susun (*overlay*) antara peta beban seismik dan peta kapasitas tanah mengungkap korelasi spasial yang kompleks antara ancaman gempa dan respons geoteknik. Secara teoretis, likuefaksi terpicu ketika beban seismik (*seismic demand*) melampaui kapasitas perlawanan tanah (*soil resistance*). Pada area barat laut di Kabonena dan sekitarnya, koinsidensi spasial terjadi secara sempurna karena zona ini berada tepat di atas jalur Sesar Palu-Koro yang menerima beban PGA puncak melampaui 0,493 g serta SA tinggi, berpadu dengan endapan sedimen muda yang sangat lepas dan bermuara pada nilai LPI ekstrem di atas 62,28.

Namun, analisis geospasial ini juga membuktikan bahwa beban seismik berupa PGA bukanlah faktor tunggal penentu likuefaksi. Sebagai contoh, area di sepanjang patahan bagian tengah hingga selatan di sekitar Duyu hingga Boyabaliase juga terpapar nilai PGA dan SA tertinggi di atas 0,493 g. Akan tetapi, pada peta zonasi LPI, area tersebut berada pada zona transisi hijau muda hingga oranye dengan nilai LPI di bawah 46,76. Penurunan tingkat keparahan likuefaksi di area ini, meskipun diguncang oleh intensitas gempa yang sama, membuktikan bahwa variasi kepadatan tanah berdasarkan nilai N-SPT dan kedalaman muka air tanah lokal memegang peran dominan dalam meredam propagasi tekanan air pori berlebih (*excess pore water pressure*). Dengan demikian, pemetaan ini menyimpulkan bahwa kerentanan likuefaksi tertinggi tidak sekadar ditentukan oleh besarnya magnitudo guncangan permukaan, melainkan oleh presisi geografis di mana guncangan ekstrem tersebut beririsan langsung dengan jebakan geologi berupa material aluvial lepas yang tersaturasi air.

5.6.1 Peta Zonasi Liquefaction Potential Index (LPI)

Untuk Evaluasi kerentanan geoteknik disintesis ke dalam peta *Liquefaction Potential Index* (LPI) yang mengkuantifikasi tingkat keparahan likuefaksi berdasarkan profil data N-SPT dari 30 titik bor. Peta Zonasi Tingkat Kerentanan Likuefaksi Berdasarkan Nilai LPI dapat dilihat pada Gambar 5.45 berikut.



Gambar 5. 46 Peta Zonasi Tingkat Kerentanan Likuefaksi Berdasarkan Nilai LPI

Pemetaan LPI pada Gambar 5.46 menunjukkan anomali dan gradasi risiko yang sangat kontras di wilayah studi. Perlu ditekankan bahwa rentang nilai LPI pada wilayah tertentu sangat tinggi secara empiris, di mana zona dengan kerentanan paling kritis terpusat di area barat laut (kawasan titik IAIN-1 hingga IAIN-4) dengan nilai LPI melampaui angka $62{,}28$. Angka ini mengindikasikan tingkat keparahan (*severity*) yang sangat destruktif, mengingat ambang batas kriteria kerentanan "sangat tinggi" umumnya dimulai pada LPI > 15. Sebaliknya, area selatan dan tenggara wilayah studi seperti Jono Oge dan Sunju diekstrapolasikan berada pada zona hijau dengan nilai LPI $\leq 15{,}71$, yang dipengaruhi oleh formasi litologi atau posisi muka air tanah yang lebih stabil atau dalam.

5.7 Hubungan Parameter dan Validasi Hasil Potensi Likuefaksi

Evaluasi potensi likuifaksi yang komprehensif menuntut adanya sintesis yang menghubungkan seluruh variabel input, mulai dari karakteristik tanah, intensitas beban seismik, hingga akumulasi tingkat keparahannya. Validasi dilakukan tidak

hanya secara numerik lapis demi lapis, tetapi juga secara makro-geospasial untuk memastikan bahwa luaran model matematis ini memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan fakta kerusakan empiris di lapangan pada peristiwa gempa bumi Palu 28 September 2018.

5.7.1 Hubungan Kepaadatan Tanah (N-SPT), Beban Seismik (PGA), dan Inisiasi Likuefaksi (FS)

Kapasitas ketahanan tanah (*Cyclic Resistance Ratio* / CRR) secara fundamental dikendalikan oleh kepadatan relatif matriks tanah dan tegangan efektif vertikal (σ'_{v0}). Berdasarkan rekapitulasi data bor, sebagian besar kawasan studi (seperti Balaroa dan IAIN) memiliki kondisi geoteknik bawaan yang sangat rentan, yang ditandai oleh:

1. Elevasi MAT di beberapa titik berada sangat dekat dengan permukaan, seperti pada Titik B-3 (0,1 m), LP-3 (0,13 m), dan rat-rata kawasan IAIN (1,1-1,2 m). kondisi ini bersaturasi tinggi mereduksi nilai regangan efektif (σ'_{v0}) hingga mendekati nol, yang memicu hilangnya fraksi antarbutir penyusun matriks tanah.
2. Kepadatan relati sangat rendah pada zona dangkat (kedalaman 0-10 m), nilai uji penetrasi standar menunjukkan doominasi material pasir lepas (*loose to very loose sand*) dengan nilai N-SPT ≤ 10. Pada titik B-1 kedalaman 1-6m, nilai N-SPT tercatat hanya berkisar antara 3 hingga 10.
3. Kondisi tanah yang rentan seperti titik penyelidikan di atas berhadapan dengan perrcepatan gempa yang masif. Hasill simulasi *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) membuktikan bahwa kedekatan titin tinjauan dengan zona patahan Sesar Palu-Koro menghasilkan percepatan tanah permukaan pada tingkat persentil ke-84 sebesar 0,688 g hingga 1,033 g.

Tingginya *Peak Ground Acceleration* ini menghasilkan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) yang melonjak tajam, mencapai 0,62 hingga 1,01 pada Titik B-1. Pertemuan antara CSR yang tinggi dengan CRR yang minim (sekitar 0,12) mengakibatkan inisiasi kegagalan geser. Hal ini ditandai dengan jatuhnya nilai *Factor of Safety* (FS) jauh di bawah ambang batas aman (FS < 1,0). Pada Titik B-1, FS tercatat di angka 0,12 hingga 0,20 pada kedalaman 1 - 7 m, yang secara definitif membuktikan bahwa lapisan tersebut kehilangan kekuatan secara instan saat guncangan terjadi.

Sebaliknya, metode ini juga secara presisi mampu menangkap zona yang stabil. Pada Titik J-4 yang didominasi pasir sangat padat (N-SPT > 50) dengan nilai kecepatan gelombang geser mencapai 353,56 m/s, ketahanan CRR mampu mengimbangi beban CSR. Grafik FS pada titik ini secara konsisten berada pada nilai > 1,0 dari permukaan hingga kedalaman 30 m.

5.7.2 Akumulasi Keparahan Permukaan Melalui *Liquefaction Potential Index* (LPI)

Untuk mengukur dampak kerusakan di permukaan, hasil kegagalan per lapisan (FS) dikumulasikan menjadi satu indeks tunggal melalui *Liquefaction Potential Index* (LPI). Model matematis ini memberikan bobot kedalaman yang sangat besar pada lapisan terlikuifaksi di dekat permukaan. Berdasarkan hasil kalkulasi, titik-titik bor dengan nilai FS < 1,0 yang menebal persis di bawah elevasi MAT dangkal menghasilkan lonjakan nilai Σ*LPI* yang sangat signifikan. Pada titik B-1 (Balaroa) Mengakumulasi Σ*LPI* sebesar 67,69, di mana kontribusi terbesar (sekitar 7,2 - 7,5 per meter) bersumber dari lapisan 1 - 5 m yang terlikuifaksi secara total. Sedangkan pada Kawasan IAIN Seluruh titik bor (IAIN-1 hingga IAIN-5) mencatatkan nilai Σ*LPI* ekstrem di rentang 72,0 hingga 78,0 akibat kegagalan FS yang persisten dari permukaan.

Berdasarkan kriteria klasifikasi yang berlaku umum, nilai LPI > 15 dikategorikan sebagai tingkat kerentanan "Sangat Tinggi". Angka yang menyentuh level 60 - 70 pada area studi ini merepresentasikan tingkat keparahan (*severity*) likuifaksi aliran yang dipastikan mengakibatkan hilangnya daya dukung pondasi infrastruktur secara masif di atasnya.

5.7.3 Validasi Geospasial Terhadap Fakta Keruntuhan Gempa Palu 2018

Korelasi numerik yang telah diuraikan diekstrapolasi ke dalam bentuk kontur permukaan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk menguji validitas keruangannya. Peta Zonasi LPI yang telah ditampilkan pada Gambar 5.45 menunjukkan delineasi zona bahaya yang terpusat secara spesifik yaitu zona merah gelap (LPI > 62,28) Terkonsentrasi di wilayah barat laut, mencakup area sekitar IAIN dan sebagian besar kawasan Balaroa. Kemudian zona oranye (LPI > 46,76): melingkupi kawasan memanjang di kawasan Petobo dan sebagian Jono Oge.

Pemodelan spasial ini tervalidasi dengan baik oleh dokumentasi empiris kerusakan pascagempa Palu 2018. Pada realitasnya, Balaroa, Petobo, dan Jono Oge merupakan titik episentrum terjadinya bencana likuifaksi aliran (*flow failure*) dan pergeseran lateral (*lateral spreading*) berskala masif yang mengubah topografi wilayah secara permanen.

5.7.4 Sintesis Validasi Akhir

Melalui integrasi rantai analisis ini, dapat disimpulkan bahwa potensi bahaya likuifaksi di Kota Palu dapat diprediksi secara matematis dengan keandalan yang tinggi. Terdapat konsistensi yang kuat antara kondisi mikroskopis elemen geoteknik, berupa muka air tanah (MAT) dangkal dan deposit pasir ber-N-SPT rendah, dengan model makroskopis bahaya kegempaan yang ditunjukkan oleh nilai PGA ≥ 0,68 g dari hasil analisis OpenQuake. Interaksi kedua faktor ekstrem tersebut secara logis memicu degradasi stabilitas profil stratigrafi per meter (FS < 1,0) yang pada akhirnya menghasilkan agregasi risiko kerusakan yang sangat tinggi di permukaan ($\Sigma LPI > 60$). Kesesuaian seluruh rangkaian parameter numerik ini dengan hasil pemetaan spasial dan jejak kerusakan aktual pada peristiwa gempa tahun 2018 membuktikan bahwa metode DSHA yang dipadukan dengan pendekatan tegangan siklik (*Simplified Procedure*) sangat andal dan presisi dalam mengevaluasi ancaman likuifaksi pada bentang deposit tanah aluvial.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari rumusan masalah yang terdapat pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil analisis karakteristik geoteknik menggunakan 30 titik data *Standard Penetration Test* (SPT) yag tersebar di Kawasan Balaroa, Petobo, Jono oge, dan IAIN dimana menunjukkan bahwa wilayah studi didominasi oleh material pasir jenuh berkerapatan sangat lepas hingga lepas ($N \leq 10$) dengan kedalaman muka air tanah yang sangat dangkal (0,10–2,10 m). Hasil perhitungan kecepatan gelombang geser rata-rata (Vs_{30}) mengklasifikasikan 29 titik bor sebagai Kelas Situs SD (Tanah Sedang) dan 1 titik (J-4) sebagai Kelas Situs SC (Tanah Keras), sehingga lapisan tersebut teridentifikasi memiliki kerentanan awal terhadap amplifikasi guncangan gempa.
2. Hasil analisis pemodelan *Deterministic Seismic Hazard Analysis* (DSHA) menggunakan perangkat lunak *OpenQuake* dengan sumber Sesar Palu-Koro (Mw 7,4) dan GMPE BSSA14 menghasilkan nilai percepatan tanah permukaan ($PGA_{surface}$) persentil ke-84 yang sangat ekstrem, yakni berkisar antara 0,688 g hingga 1,033 g. Kondisi ini menunjukkan tingginya beban seismik (*seismic demand*) yang memicu tegangan geser siklik maksimum pada lapisan tanah di wilayah studi.
3. Hasil analisis *simplified procedure* (Idriss & Boulanger, 2014) menunjukkan bahwa mayoritas titik penyelidikan memiliki nilai *Factor of Safety* (FS) < 1,0 yang sangat dominan pada kedalaman dangkal hingga menengah (0–15 m). Kondisi tersebut menunjukkan adanya potensi *liquefaction triggering* yang masif pada lapisan tanah tersebut akibat nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR) gempa yang melampaui *Cyclic Resistance Ratio* (CRR).
4. Hasil analisis *Liquefaction Potential Index* (LPI) menggunakan metode Iwasaki (1982) dengan klasifikasi Sönmez (2003) menghasilkan akumulasi nilai $\Sigma LPI > 15$ pada sebagian besar titik penyelidikan yang termasuk kategori sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat potensi likuefaksi di lokasi penelitian

tergolong ekstrem, dengan klaster IAIN dan Balaroa menunjukkan potensi yang paling kritis akibat nilai LPI yang menyentuh angka 78,0 dan 67,69.

5. Hasil perbandingan parameter geoteknik, *simplified procedure*, LPI, dan pemodelan spasial *Inverse Distance Weighted* (IDW) menunjukkan konsistensi absolut dalam mengidentifikasi lapisan tanah yang berpotensi mengalami likuefaksi. Keterpaduan hasil keempat analisis tersebut menegaskan bahwa irisan antara *seismic demand* yang tinggi dengan pasir lepas bersaturasi air merupakan faktor paling kritis terhadap *liquefaction triggering*, yang mana distribusi zona bahaya sangat tingginya tervalidasi secara spasial oleh jejak kerusakan empiris berupa keruntuhan aliran (*flow failure*) di kawasan Balaroa, Petobo, Jono Oge, dan IAIN.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, hasil analisis, serta keterbatasan yang ada pada batasan penelitian ini, maka terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun untuk keperluan praktis di lapangan.

1. Acuan tata ruang dan mitigasi dengan peta zonasi kerentanan LPI yang dihasilkan dari studi ini sangat disarankan untuk diadopsi oleh Pemerintah Daerah Kota Palu sebagai *overlay* pertimbangan dalam revisi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Area yang termasuk dalam zona merah gelap ($LPI > 62{,}28$) sebaiknya direkomendasikan sebagai zona hijau (non-hunian permanen) atau ruang terbuka publik.
2. Perencanaan fondasi dalam Untuk pembangunan infrastruktur krusial yang terpaksa melintasi area dengan potensi likuefaksi sangat tinggi, desain geoteknik mutlak tidak boleh menggunakan fondasi dangkal. Fondasi tiang dalam (*bored pile* atau *spun pile*) harus didesain menembus lapisan rentan likuefaksi dan bertumpu pada lapisan gravel atau pasir sangat padat yang stabil (kedalaman umumnya > 20 meter dengan $N - SPT > 50$).
3. Penggunaan data uji lapangan lanjutan untuk evaluasi likuefaksi pada penelitian ini sepenuhnya bergantung pada data penetrasi standar (N-SPT). Penelitian ke depan sangat disarankan menggunakan data investigasi *Cone Penetration Test*

(CPTu) yang mampu membaca tekanan air pori secara kontinu, atau uji geofisika (seperti *Downhole Test* atau MASW) untuk mendapatkan profil Vs aktual, sehingga ketidakpastian korelasi empiris dapat direduksi serta menggunakan data uji tanah diluar titik penyeidikan penuli guna untuk melengkapi data tanah di Kota Palu dan mengevaluasi area tersebut.

4. Analisis Respons Tanah Non-Linier Spesifik dimana penelitian selanjutnya dapat mengembangkan kalkulasi ini melalui *Non-Linear Site Response Analysis 1D/2D* (menggunakan perangkat lunak seperti DEEPSOIL atau PLAXIS) untuk memodelkan disipasi dan rambatan tekanan air pori terhadap waktu (*time-history*), yang tidak dapat ditangkap oleh persamaan empiris statis.
5. Melakukan evaluasi deeformasi pascagempa karena LPI hanya memprediksi indeks pemicuan, disarankan agar kajian mendatang memperluas analisis ke arah perhitungan deformasi permanen. Analisis ini mencakup estimasi besaran penurunan tanah pascalikuefaksi (*post-liquefaction settlement*) dan potensi pergerakan lateral (*lateral spreading*) yang menjadi penyebab utama keruntuhan infrastruktur di kawasan tapak landai seperti Petobo dan Jono Oge.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyanti, N. D., Chrismaningwang, G., Purwanai, Y. M., & Dananjaya, R. H. (2024). Application of Lai and Juang Methods for Liquefaction Probability Analysis in Petobo, Palu. *Jurnal Media Teknik Sipil*, *22*(2), 39–50. https://doi.org/10.22219/jmts.v22i2.35768

Artati, H. K. (2023). *Potensi Likuefaksi Menggunakan Pendekatan State Parameter Berdasarkan Percepatan Maksimum Permukaan Tanah akibat Gempa Hasil Codes, Deterministic and Probabilistic Seismic Hazard Analysis (Studi Kasus: Gempa Palu, Sulawesi Tengah M 7.4, 28 September 2018)*.

Bellier, O., Sébrier, M., Beaudouin, T., Villeneuve, M., Braucher, R., Bourles, D., & Pratomo, I. (2001). High slip rate for a low seismicity along the Palu-Koro active fault in central Sulawesi (Indonesia). *Terra Nova*, *13*(6), 463–470.

Boore, D. M., Stewart, J. P., Seyhan, E., & Atkinson, G. M. (2014). NGA-West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes. *Earthquake Spectra*, *30*(3), 1057–1085. https://doi.org/10.1193/070113EQS184M

Boulanger, R. W., & Idriss, I. M. (2014). CPT and SPT Based Liquefaction Triggering Procedures. Dalam *Center for Geotechnical Modeling Report*. Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis.

Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems* (2nd ed.). Oxford University Press.

Das, B., & Sobhan, K. (2018a). *Principles of Geotechnical Engineering* (Vol. 9). Cengage Learning.

Das, B., & Sobhan, K. (2018b). *Principles of Geotechnical Engineering* (Vol. 9). Cengage Learning.

Dhole, S., & Bakre, S. (2024). Deterministic seismic hazard map using region-specific GMPEs of Maharashtra State, India. *KSCE Journal of Civil Engineering*, *28*(2). https://doi.org/10.1007/s12205-023-2124-3

Golesorkhi, R. (1989). *Factors Influencing the Computational Determination of Earthquake-Induced Shear Stress in Sandy Soils*.

Gutenberg, B., & Richter, C. F. (1956). Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration. *Bulletin of the Seismological Society of America*, *46*(2), 105–145.

Hanindya, K. A., Makrup, L., Widodo, & Paulus, R. (2023). Deterministic Seismic Hazard Analysis to Determine Liquefaction Potential Due to Earthquake. *Civil Engineering Journal (Iran)*, *9*(5), 1203–1216. https://doi.org/10.28991/CEJ-2023-09-05-012

Hanks, T. C., & Kanamori, H. (1979). A moment magnitude scale. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *84*(B5), 2348–2350.

Hardin, B. O., & Drnevich, V. P. (1972). Shear Modulus and Damping in Soils: Design Equations and Curves. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, *98*(7), 667–692. https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0001760

Hardiyatmo, H. C. (2024). *Rekayasa Gempa untuk Analisis Struktur dan Geoteknik* (2 ed.). Gadjah Mada University Press.

Idriss, I. M. (1999). *An Update of the Seed-Idriss Simplified Procedure for Evaluating Liquefaction Potential*.

Idriss, I. M., & Boulanger, R. W. (2008). *Soil Liquefaction During Earthquakes* (D. Becker, Ed.; 12 ed.). Earthquake Engineering Research Institute (EERI).

Irsyam, M., Asrurifak, M., & Hutabarat, D. (2020). *Peta Bahaya Gempa Indonesia 2020*. Pusat Studi Gempa Nasional.

Ishihara, K. (1996). *Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics*. Oxford University Press.

(JICA), J. I. C. A. (2019). *The Project for Development of Regional Disaster Risk Resilience Plan in Central Sulawesi in the Republic of Indonesia*. JICA.

Juang, C. H., Ching, J., Wang, L., Khoshnevisan, S., & Ku, C. S. (2008). Simplified procedure for estimation of liquefaction-induced settlement and site-specific probability of exceedance. *Soils and Foundations*, *48*(6), 801–816.

Kishida, H. (1969). Characteristics of Liquefied Sands During Mino-Owari, Tohnankai and Fukui Earthquakes. *Soils and Foundations*, *9*(1), 75–92.

Konsultant, C. V. K. (2019). *Laporan Penyelidikan Tanah Proyek Pembangunan Kampus IAIN Palu*. CV. Kalate Konsultant.

Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Inc.

Lai, C. G., Rota, M., & Strobbia, U. (2006). Seismic hazard assessment of liquefaction potential. *ISET Journal of Earthquake Technology*, *43*(4), 103–121.

Leopatty, H., Alam, R., Efendi, R., Asyhar, L. F., Cholidani, M., Mustarang, A., & Feriansyah, S. (2022). The Identification of Earthquake Shake Levels in Palu

City Based on Mw 6,8 Shakemap Scenario by Palu Koro Fault. *Gravitasi*, *21*(1), 5–15. https://doi.org/10.22487/gravitasi.v21i1.15836

Li, J., & Heap, A. D. (2008). A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists. Dalam *Geoscience Australia Record 2008/23*. Geoscience Australia.

Mona, N., Yunita, H., & Setiawan, B. (2023). *Analisis potensi likuefaksi dengan data SPT menggunakan metode Simplified Procedure dan Kishida*.

Nasional, B. S. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Badan Standardisasi Nasional.

Natawidjaja, D. H., Daryono, D., & Prasetya, G. (2021). The 2018 Mw7.5 Palu Earthquake and Tsunami in Sulawesi, Indonesia. *Seismological Research Letters*, *92*(1), 234–246.

Ohta, Y., & Goto, N. (1978). Empirical Shear Wave Velocity Equations in Terms of Characteristic Soil Indexes. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *6*(2), 167–187. https://doi.org/10.1002/eqe.4290060205

Pagani, M., Monelli, D., Weatherill, G., Danciu, L., Crowley, H., Silva, V., Henshaw, P., Butler, L., Figueroa, M., Vigano, D., Kelly, P., & Garcia, J. (2014). OpenQuake Engine: An Open Hazard (and Risk) Software for the Global Earthquake Model. *Seismological Research Letters*, *85*(3), 692–702.

Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Pustaka Pelajar.

Prasetyo, W. E., Irawan, L. Y., Hartono, R., & Santosa, E. B. (2024). Seismic hazard analysis using Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) Method: A case study in Southern Malang District, East Java. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktek dalam Bidang Pendidikan dan Ilmu Geografi*, *28*(2). https://doi.org/10.17977/um017v28i22023p209-227

PuSGeN. (2025). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2024*.

Qodri, M. F., Anggorowati, V. D. A., & Mase, L. Z. (2022). Site-specific analysis to investigate response and liquefaction potential during the megathrust earthquake at Banten Province Indonesia. *Engineering Journal*, *26*(9), 1–10. https://doi.org/10.4186/ej.2022.26.9.1

Reiter, L. (1990). *Earthquake Hazard Analysis: Issues and Insights*. Columbia University Press.

Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1971). Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, *97*(9), 1249–1273.

Seed, H. B., & Lee, K. L. (1966). Liquefaction of saturated sands during cyclic loading. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, *92*(6), 105–134.

Shepard, D. (1968). A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. *Proceedings of the 1968 23rd ACM National Conference*, 517–524. https://doi.org/10.1145/800186.810616

Socquet, A., Hollingsworth, J., Pathier, E., & Bouchon, M. (2019). Evidence of supershear during the 2018 magnitude 7.5 Palu earthquake from space geodesy. *Nature Geoscience*, *12*(3), 192–199.

Socquet, A., Simons, W., Vigny, C., McCaffrey, R., Subarya, C., Sarsito, D., Ambrosius, B., & Spakman, W. (2006). Microblock rotations and fault coupling in SE Asia triple junction (Sulawesi, Indonesia) from GPS and earthquake slip vector data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *111*(B8).

Sonmez, H. (2003). Modification of the Liquefaction Potential Index and Liquefaction Susceptibility Mapping for A Liquefaction-Prone Area (Inegol, Turkey). *Environmental Geology*, *44*(7), 862–871. https://doi.org/10.1007/s00254-003-0831-0

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. John Wiley and Sons, Inc.

Vucetic, M., & Dobry, R. (1991). Effect of Soil Plasticity on Cyclic Response. *Journal of Geotechnical Engineering*, *117*(1), 89–107. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1991)117:1(89)

Wald, D. J., Quitoriano, V., Heaton, T. H., & Kanamori, H. (1999). Relationships between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California. *Earthquake Spectra*, *15*(3), 557–564. https://doi.org/10.1193/1.1586058

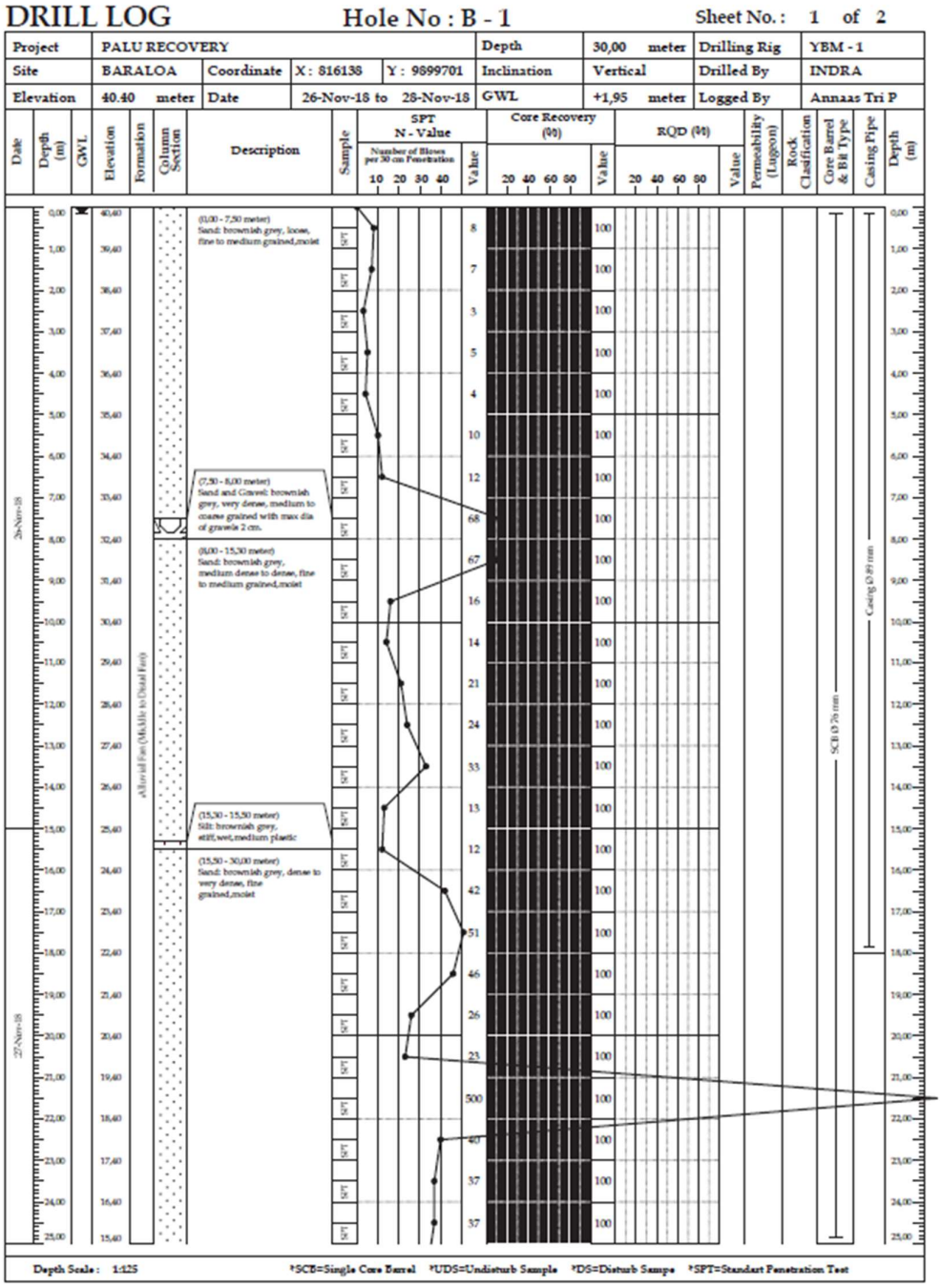
Wood, H. O., & Neumann, F. (1931). Modified Mercalli intensity scale of 1931. *Bulletin of the Seismological Society of America*, *21*(4), 277–283.

Youd, T. L., & Idriss, I. M. (2001). Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, *127*(4), 297–313.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Lampiran A: Data Pengujian *Boring Standard Penetration Test*

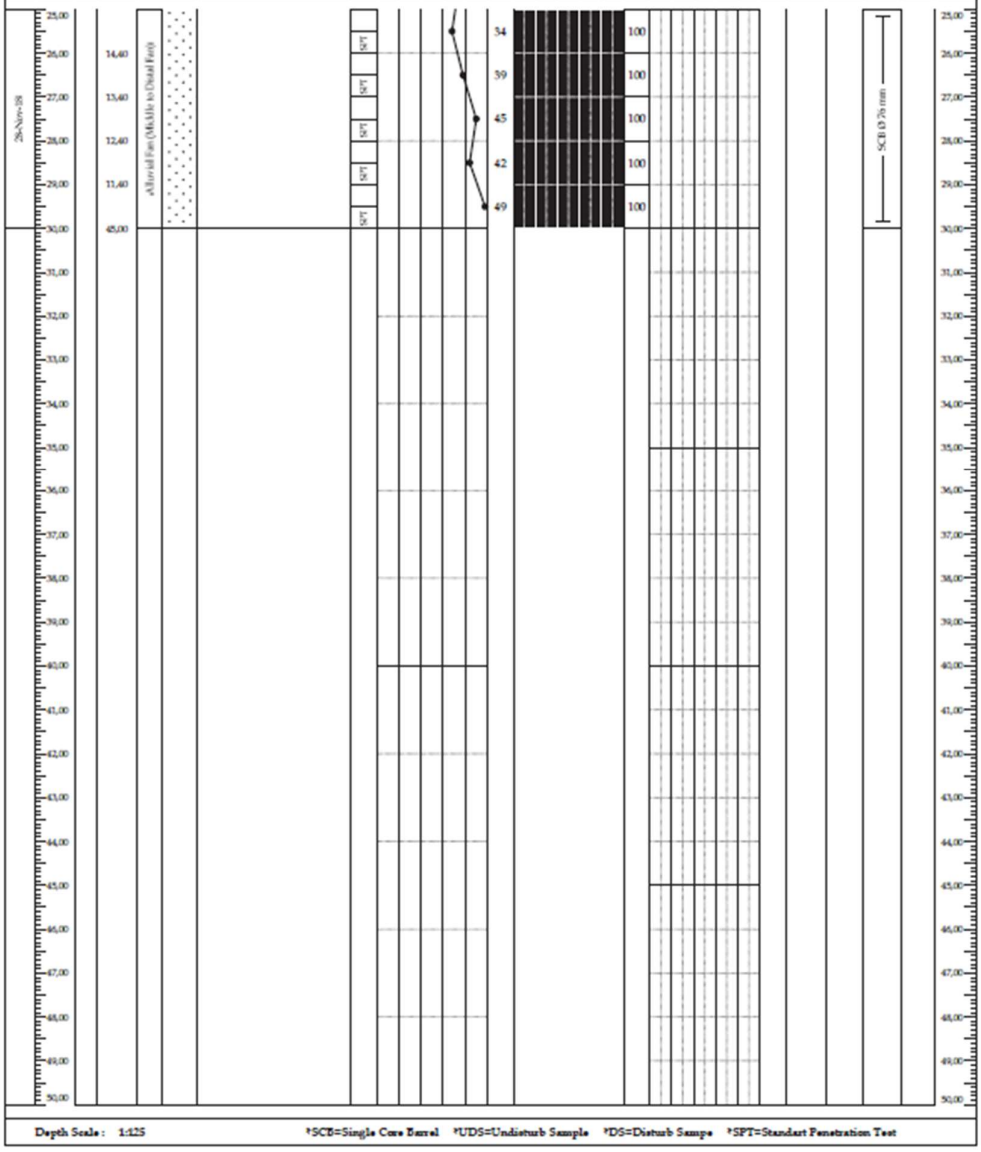


DRILL LOG

Hole No : B - 1

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816138 Y : 9899701	Inclination	Vertical	Drilled By	INDRA
Elevation	40.40 meter	Date	26-Nov-18 to 28-Nov-18	GWL	+1,95 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

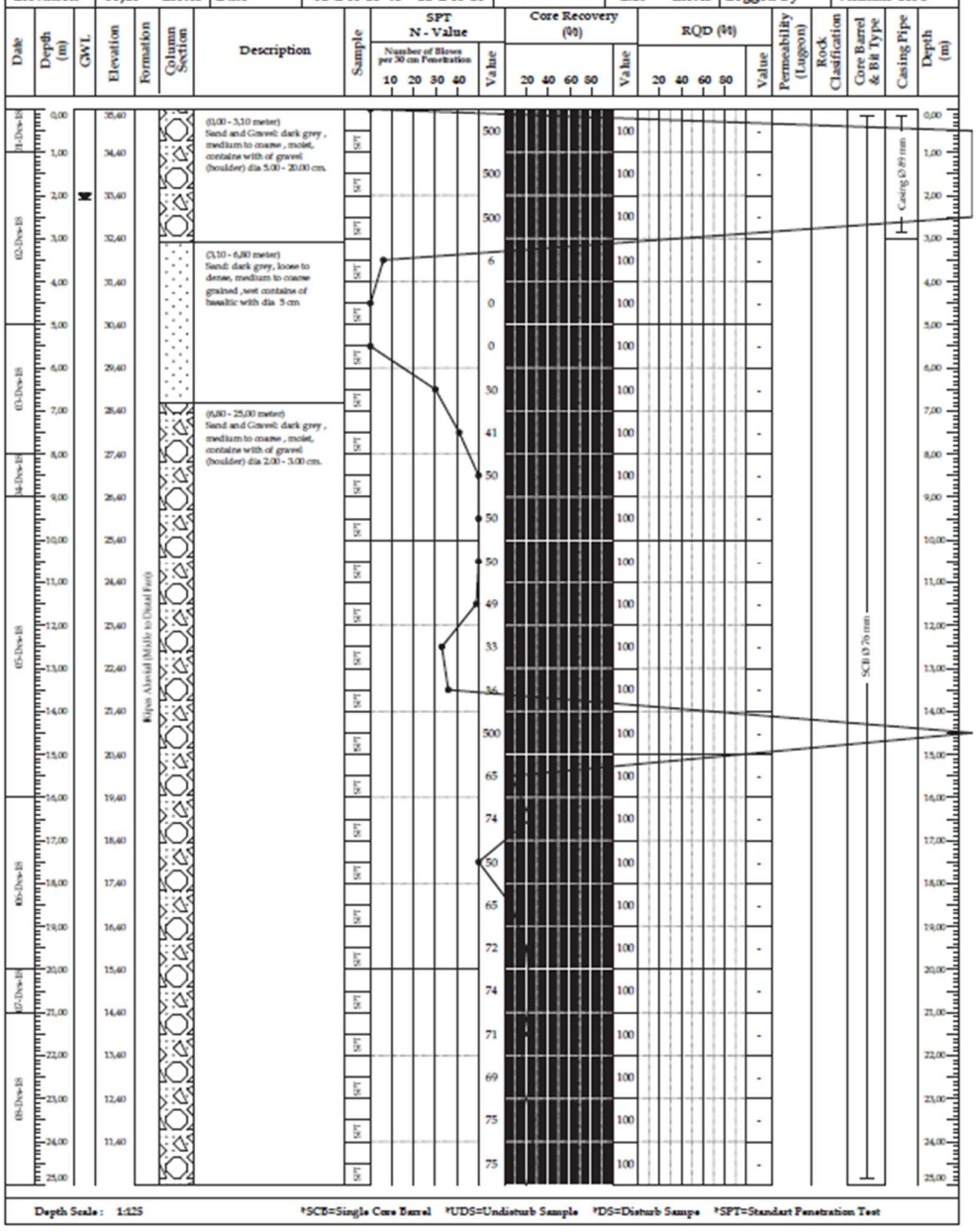
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 2

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816296 Y : 9899931	Inclination	Vertical	Drilled By	RUSLI
Elevation	35,40 meter	Date	01-Des-18 to 11-Des-18	GWL	-2.10 meter	Logged By	Annaas Tri P



DRILL LOG

Hole No : B - 2

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816296 Y : 9899931	Inclination	Vertical	Drilled By	RUSLI
Elevation	35,40 meter	Date	01-Des-18 to 11-Des-18	GWL	-2.10 meter	Logged By	Annaas Tri P

Date	Depth (m)	GWL	Elevation	Formation	Column Section	Description	Sample	SPT N - Value (Number of Blows per 30 cm Penetration: 10 20 30 40)	Value	Core Recovery (%) (20 40 60 80)	Value	RQD (%) (20 40 60 80)	Value	Permeability (Lugeon)	Rock Clasification	Core Barrel & Bit Type	Casing Pipe	Depth (m)
10-Des-18 / 11-Des-18	25,00 – 30,00		10,40 / 9,40 / 8,40 / 7,40 / 6,40	Rigan Alluvial (Middle to Distal Fan)		(25,00 - 30,00 meter) Sand: brown, medium to dense, medium to coarse grained ,well ,contains with of gravel 2,00 cm	SPT		69 / 72 / 69 / 74 / 75		100		-			SCB Ø 76 mm		25,00 – 30,00

Depth Scale : 1:125

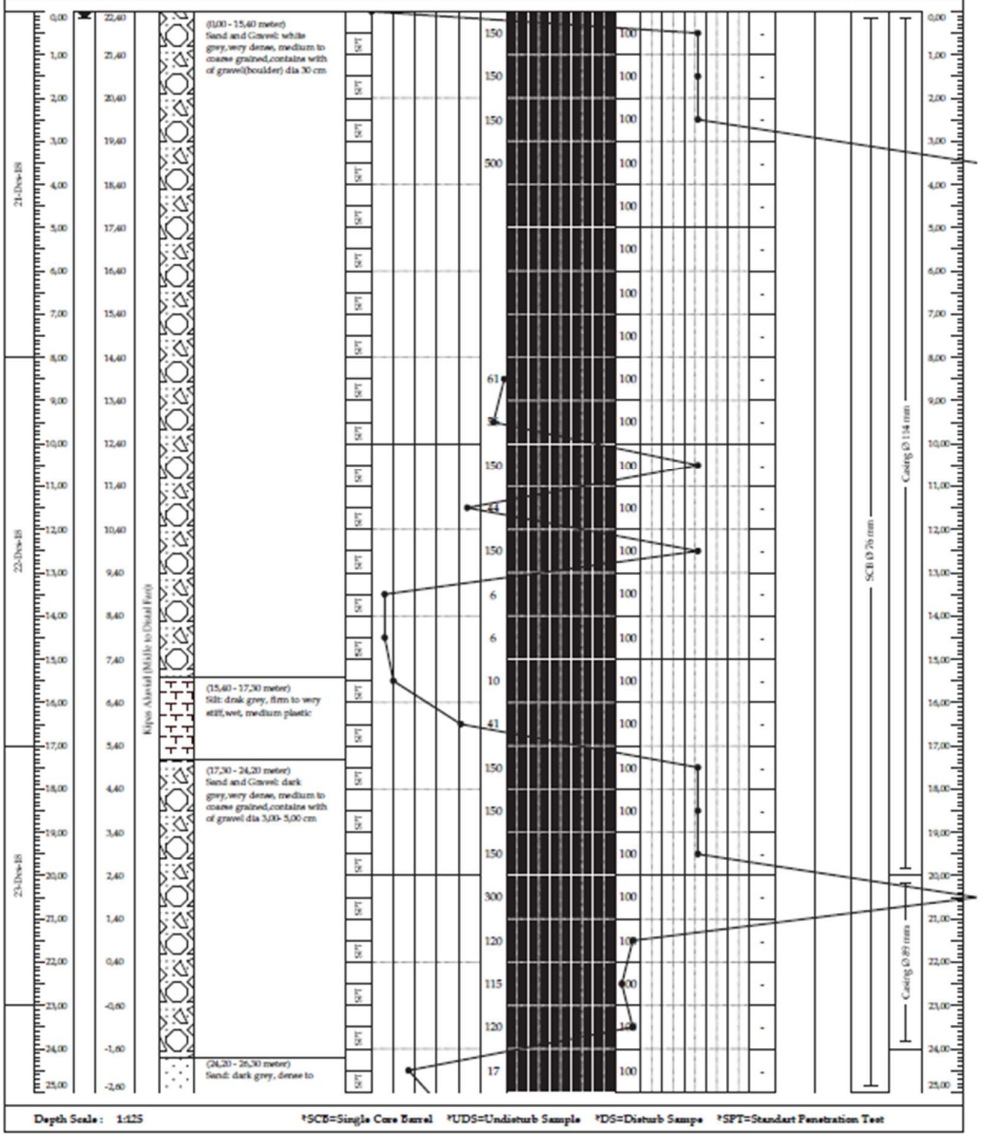
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 3

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816347 Y : 9900455	Inclination	Vertical	Drilled By	KUSTIONO
Elevation	22.40 meter	Date	21-Des-18 to 24-Des-18	GWL	-0.00 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

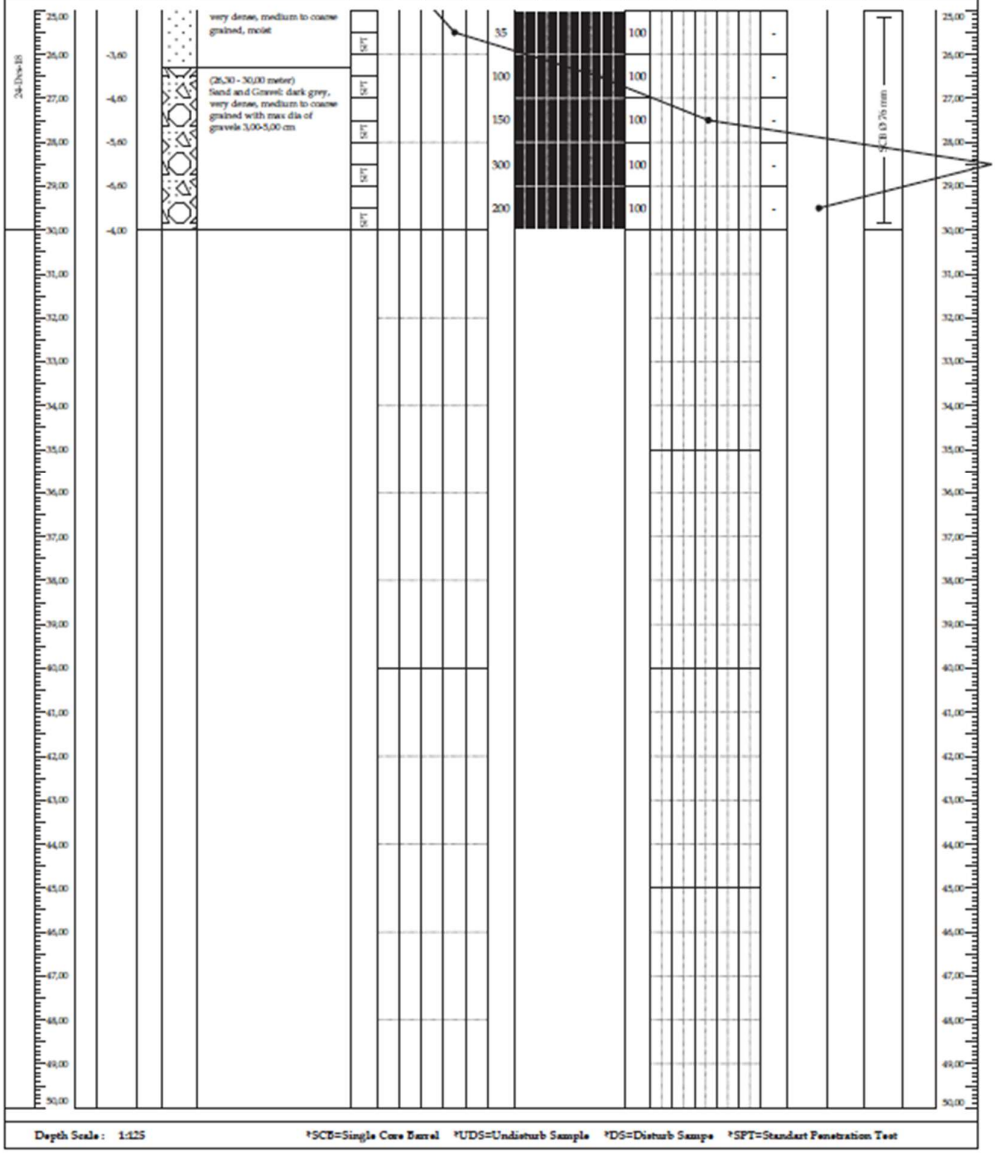
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 3

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816347 Y : 9900455	Inclination	Vertical	Drilled By	KUSTIONO
Elevation	22.40 meter	Date	21-Des-18 to 24-Des-18	GWL	-0.00 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

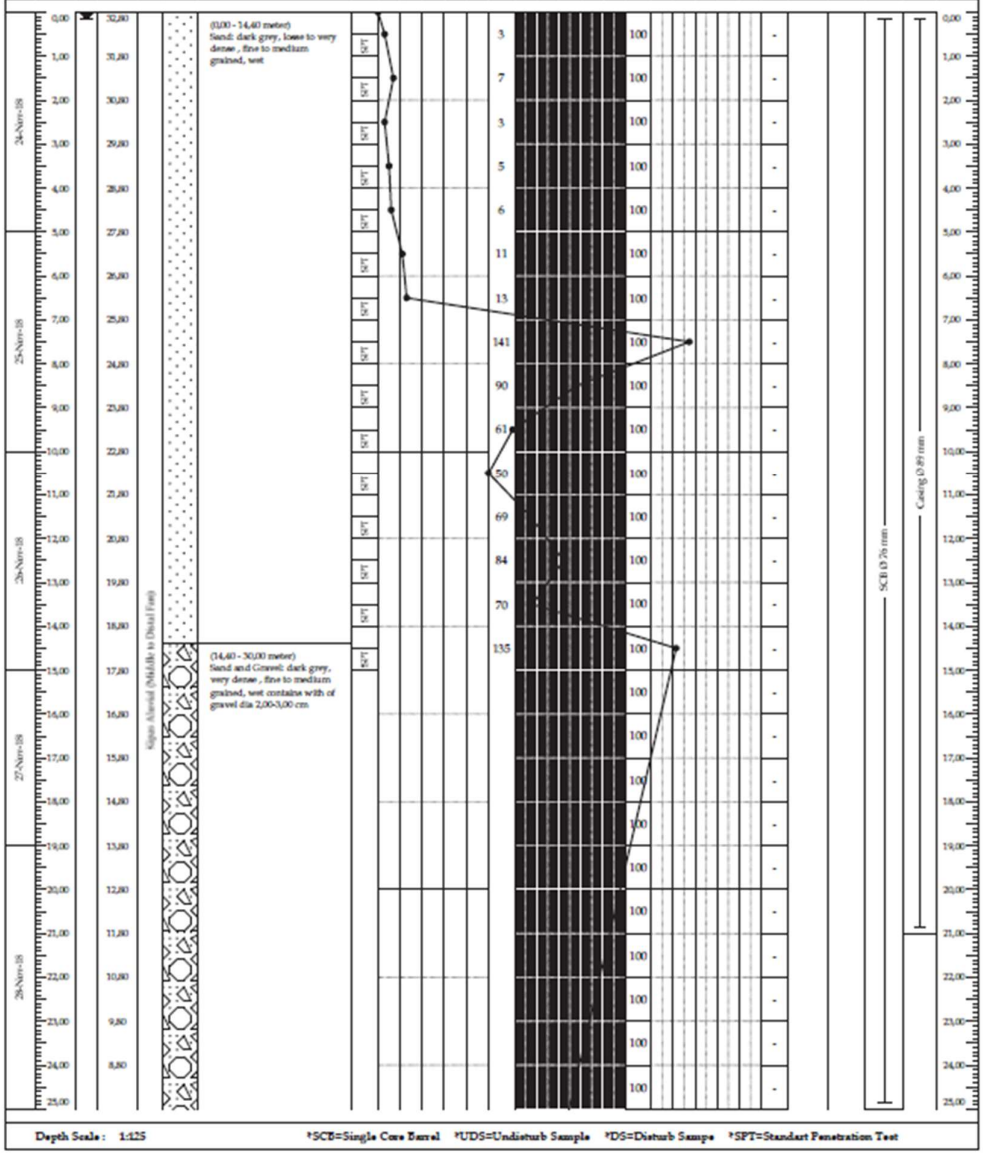
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 4

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816423 Y : 9899102	Inclination	Vertical	Drilled By	RUSLI
Elevation	32.80 meter	Date	24-Nov-18 to 30-Nov-18	GWL	+0.62 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

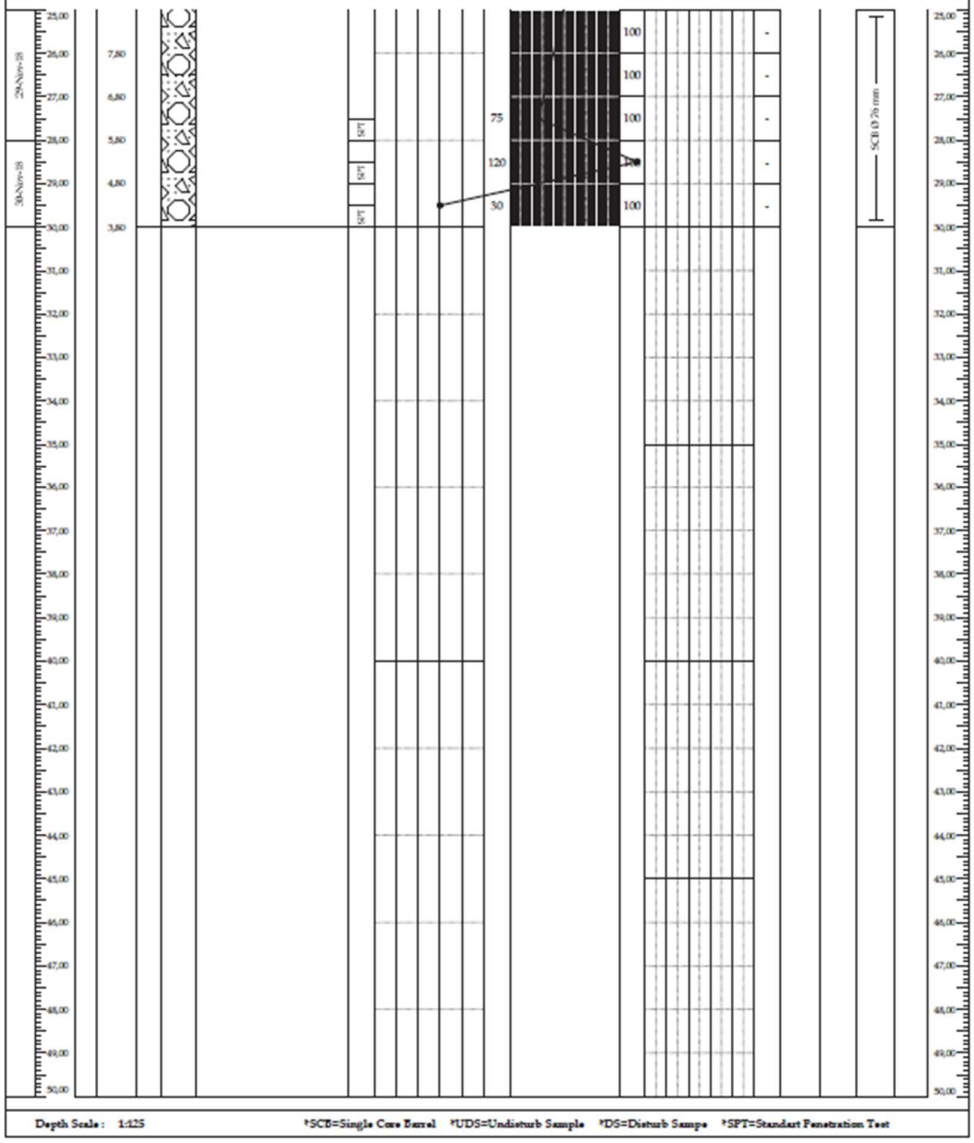
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 4

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816423 Y : 9899102	Inclination	Vertical	Drilled By	RUSLI
Elevation	32.80 meter	Date	24-Nov-18 to 30-Nov-18	GWL	+0.62 meter	Logged By	Annaas Tri P

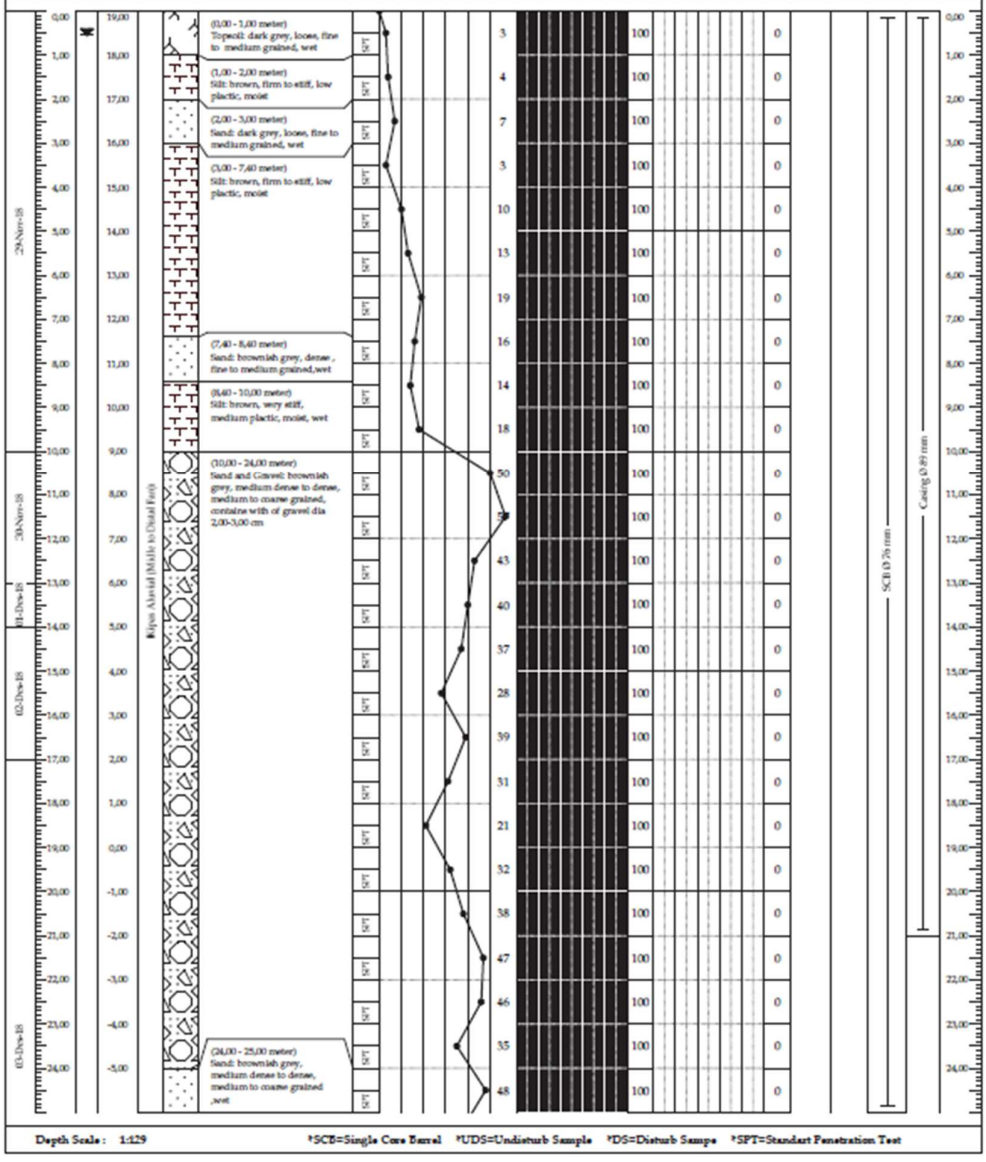


DRILL LOG

Hole No : B - 9

Sheet No. : 1 of 2

Project	P, LU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	B, R, LO,	Coordinate	X : 816512 Y : 5855518	Inclination	Vertical	Drilled By	B, H, RI
Elevation	15.00 meter	Date	25-Nov-18 to 03-Des-18	GWL	-0.89 meter	Logged By	, nnaas Tri P



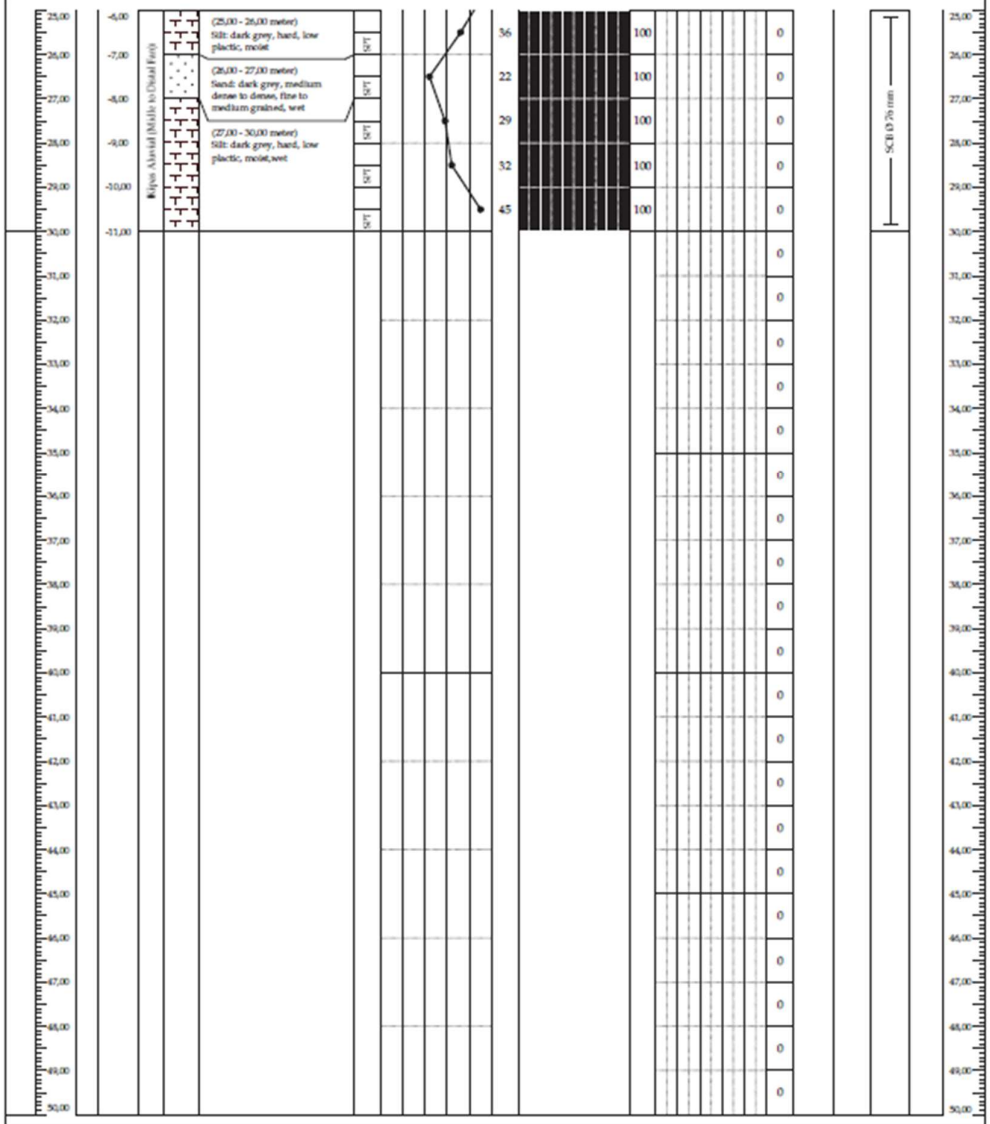
Depth Scale : 1:129

*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 9 Sheet No. : 2 of 2

Project	P, LU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	B, R, LO,	Coordinate	X : 816512 Y : 5855518	Inclination	Vertical	Drilled By	B, H, RI
Elevation	15.00 meter	Date	25-Nov-18 to 03-Des-18	GWL	-0,89 meter	Logged By	, nnaas Tri P



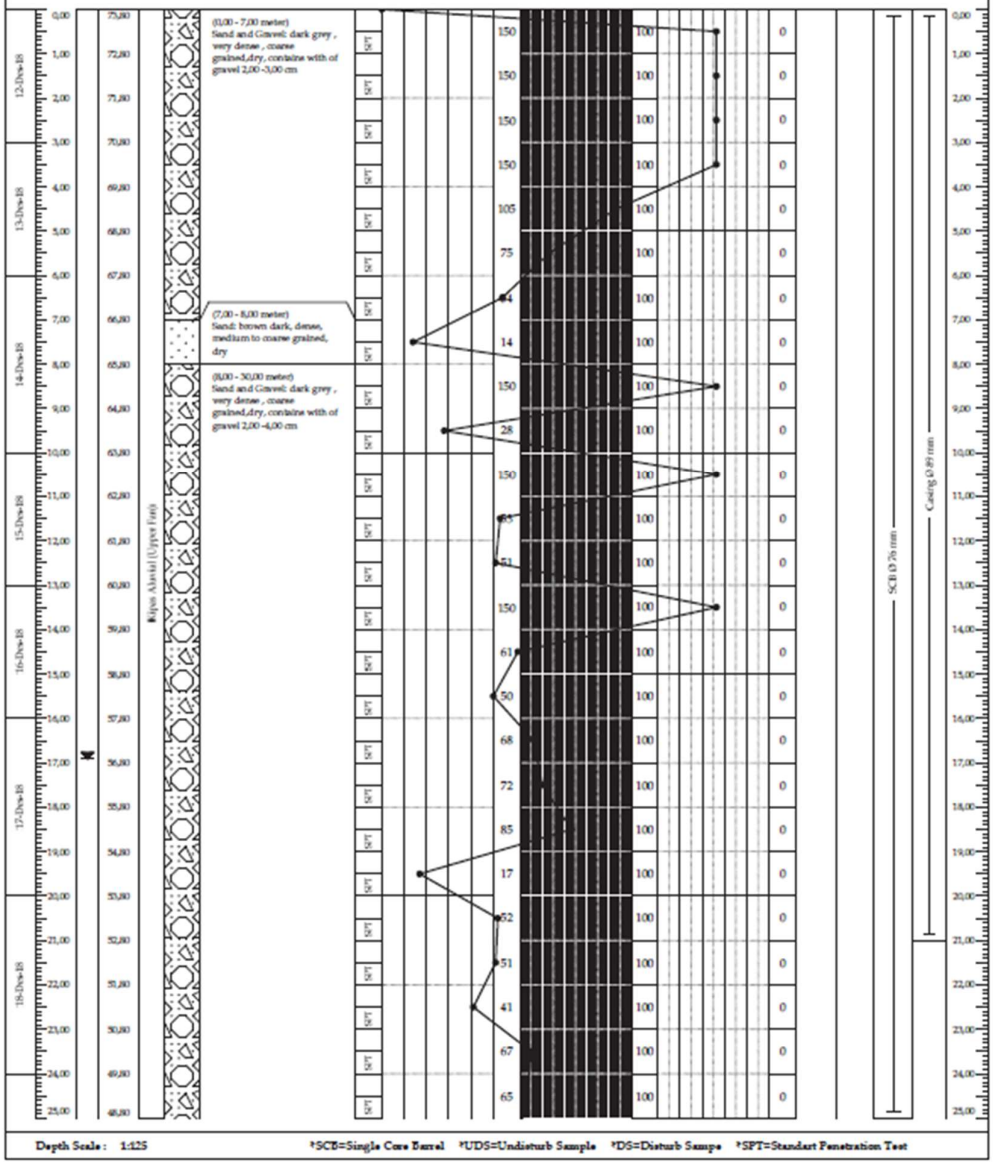
Depth Scale : 1:129 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : B - 6

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	T.A.S
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816235 Y : 9897507	Inclination	Vertical	Drilled By	KUSTIONO
Elevation	73,80 meter	Date	12-Des-18 to 20-Des-18	GWL	-16,91 meter	Logged By	Annaas Tri P

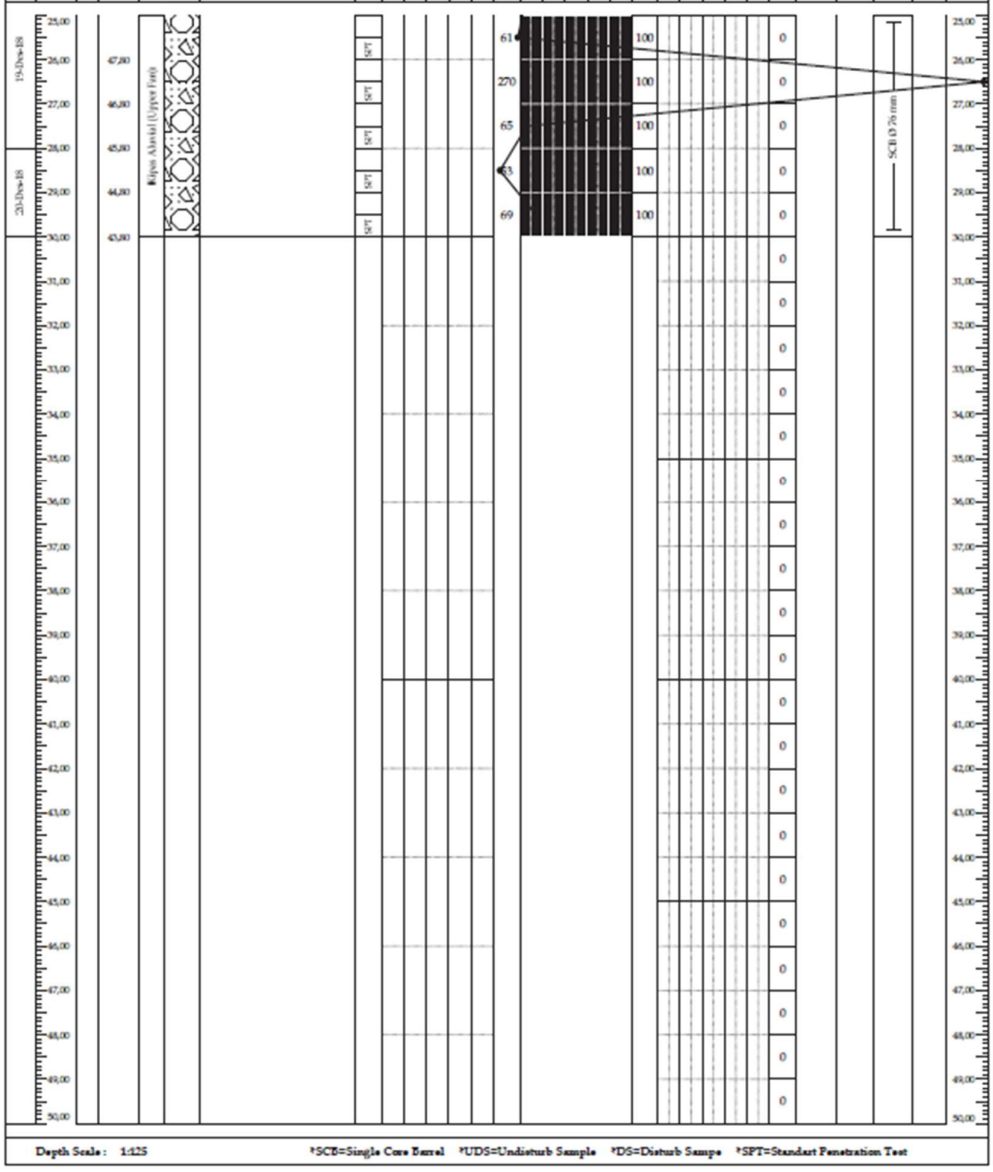


Depth Scale : 1:125 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

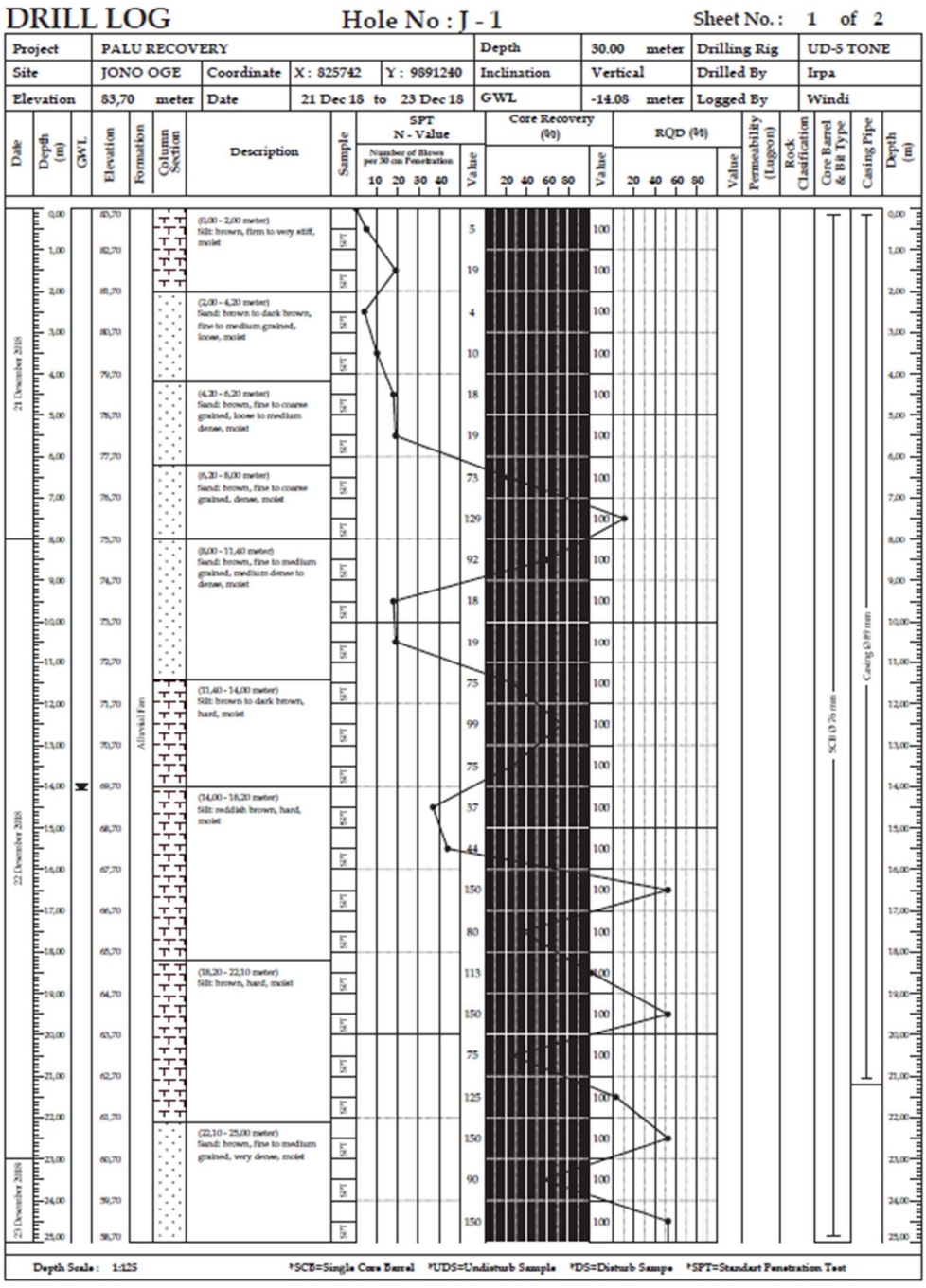
DRILL LOG

Hole No : B - 6 Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	T.A.S
Site	BARALOA	Coordinate	X : 816235 Y : 9897507	Inclination	Vertical	Drilled By	KUSTIONO
Elevation	73,80 meter	Date	12-Des-18 to 20-Des-18	GWL	-16,91 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

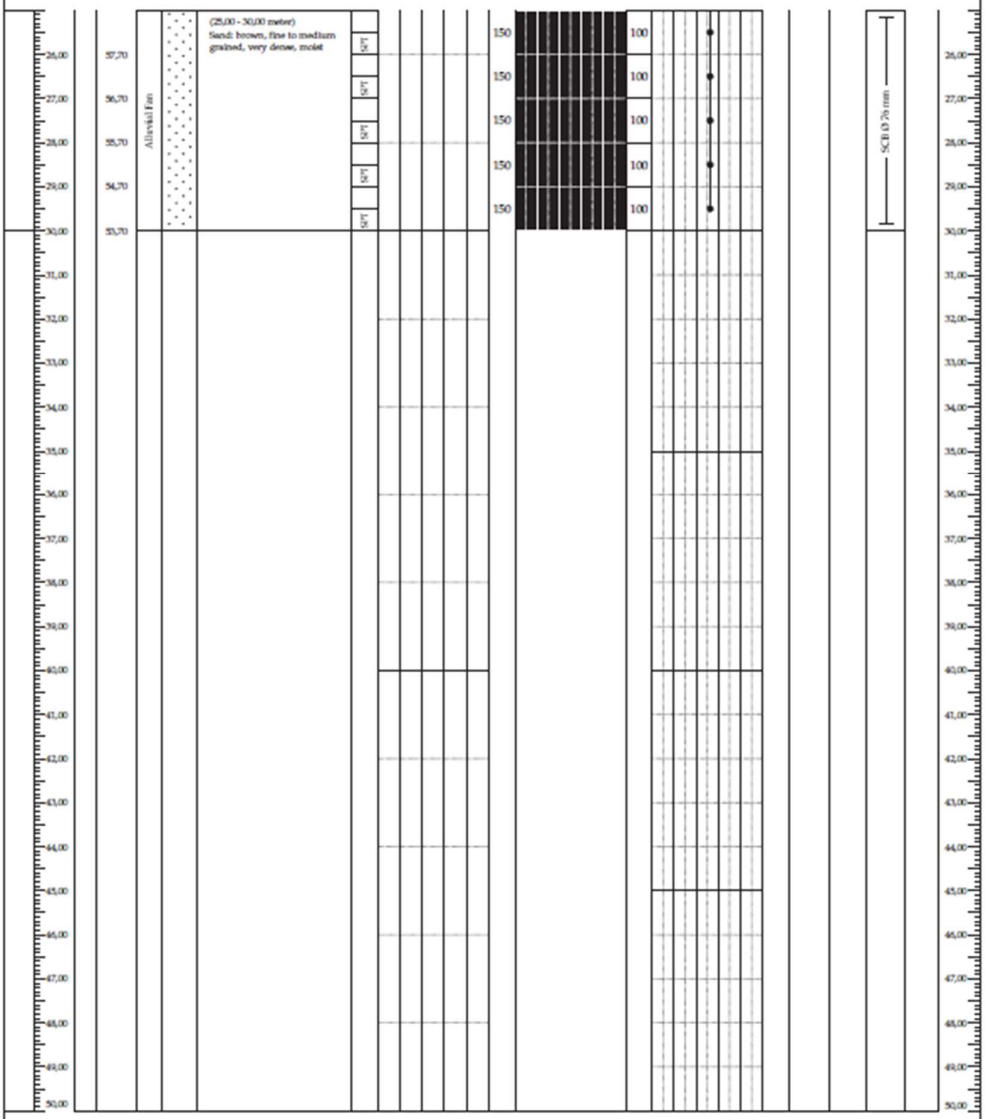

DRILL LOG
Hole No : J - 1
Sheet No. : 1 of 2
Project PALU RECOVERY
Depth 30.00 meter
Drilling Rig UD-5 TONE
Site JONO OGE
Coordinate X : 825742 Y : 9891240
Inclination Vertical
Drilled By Irpa
Elevation 83,70 meter
Date 21 Dec 18 to 23 Dec 18
GWL -14.08 meter
Logged By Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
(0,00 - 2,00 meter) Silt: brown, firm to very stiff, moist
(2,00 - 4,20 meter) Sand: brown to dark brown, fine to medium grained, loose, moist
(4,20 - 6,20 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, loose to medium dense, moist
(6,20 - 8,00 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, dense, moist
(8,00 - 11,40 meter) Sand: brown, fine to medium grained, medium dense to dense, moist
(11,40 - 14,00 meter) Silt: brown to dark brown, hard, moist
(14,00 - 18,20 meter) Silt: reddish brown, hard, moist
(18,20 - 22,10 meter) Silt: brown, hard, moist
(22,10 - 25,00 meter) Sand: brown, fine to medium grained, very dense, moist
Alluvial Fan
SCB Ø 76 mm
Casing Ø 89 mm
21 December 2018
22 December 2018
23 December 2018
Depth Scale : 1:125
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 1

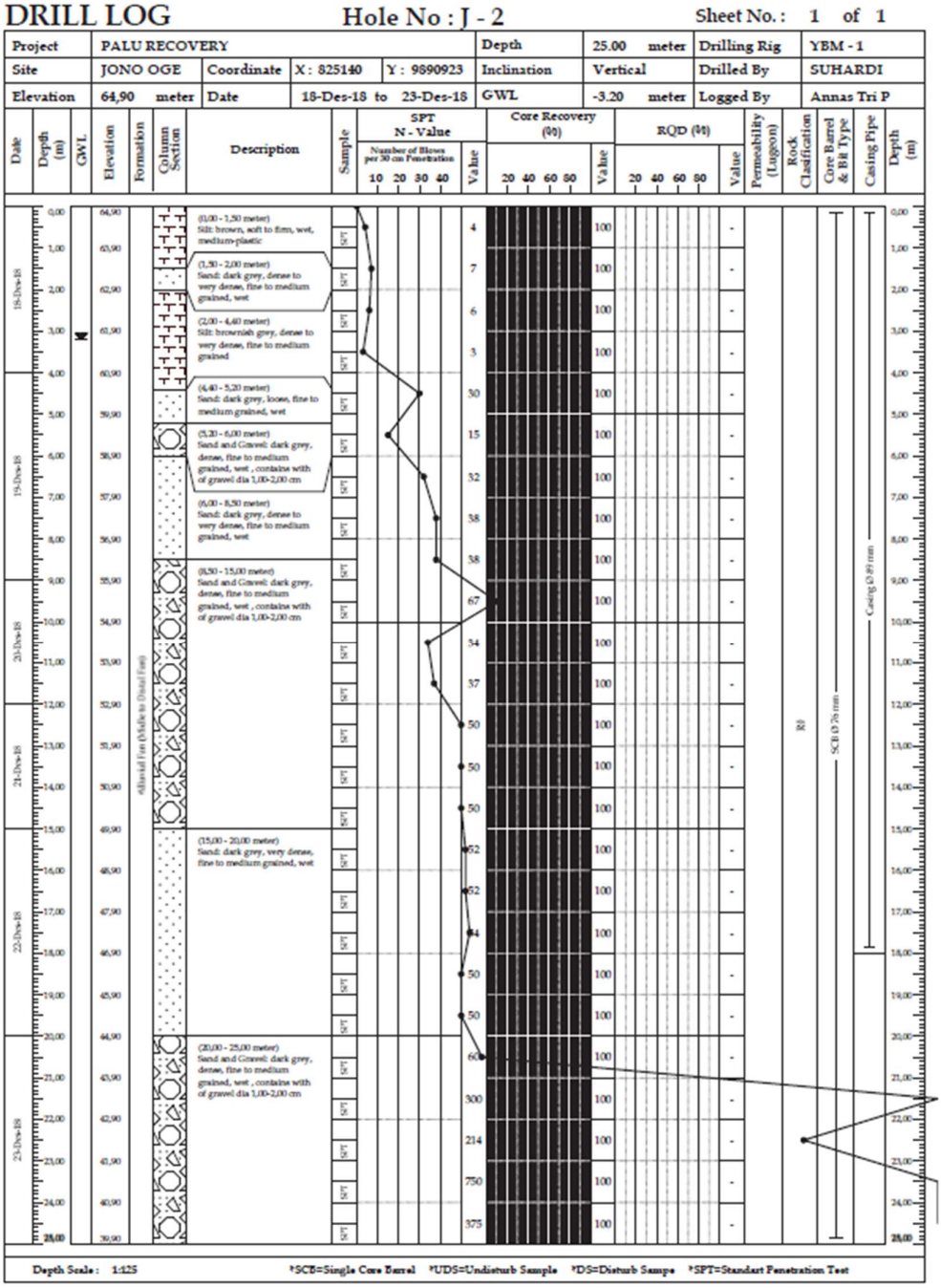
Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 825742	Y : 9891240	Inclination	Vertical	Drilled By	Irpa
Elevation	83,70 meter	Date	21 Dec 18 to 23 Dec 18		GWL	-14.08 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:125

*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

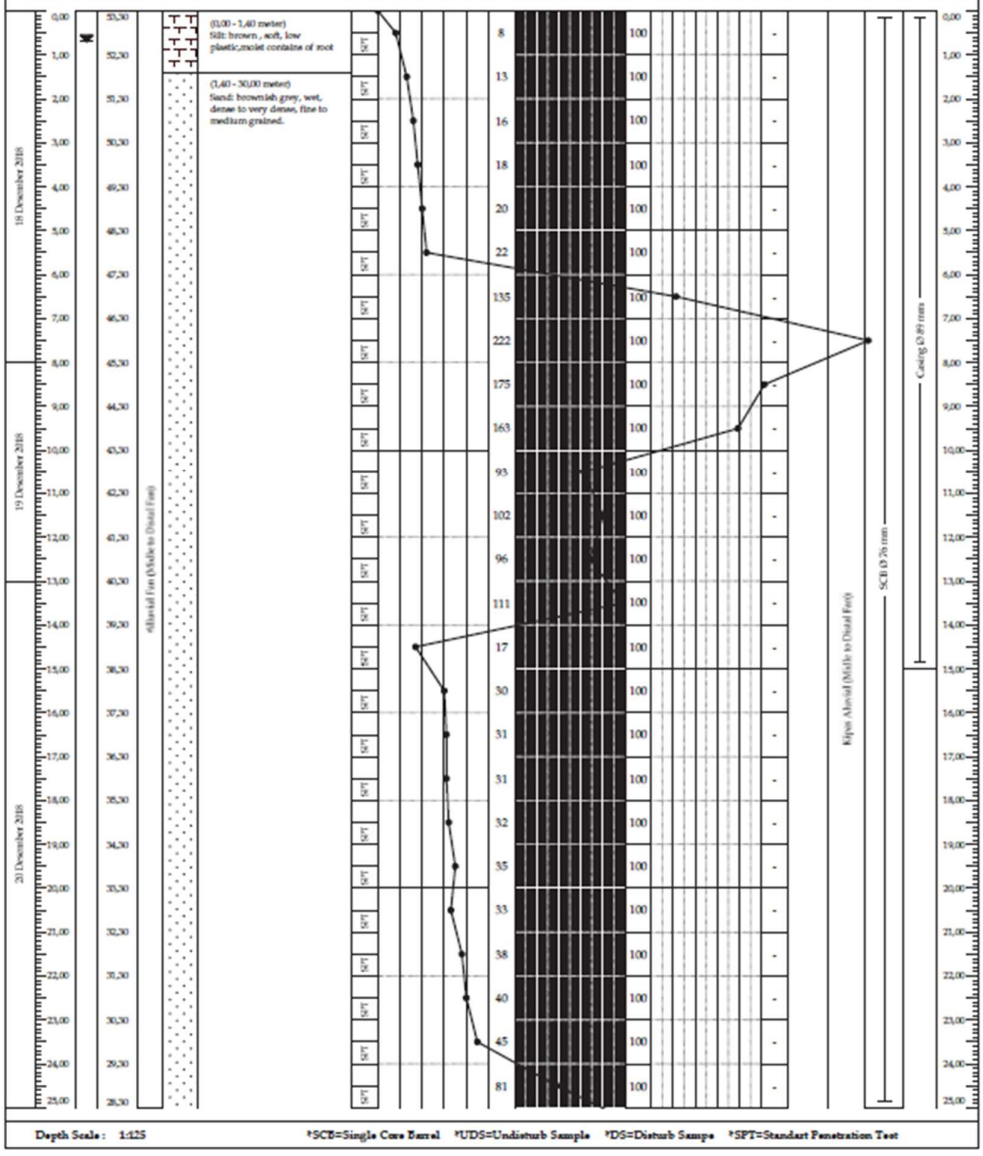

DRILL LOG
Hole No : J - 2
Sheet No. : 1 of 1
Project: PALU RECOVERY
Depth: 25.00 meter
Drilling Rig: YBM - 1
Site: JONO OGE
Coordinate: X : 825140 Y : 9890923
Inclination: Vertical
Drilled By: SUHARDI
Elevation: 64,90 meter
Date: 18-Des-18 to 23-Des-18
GWL: -3.20 meter
Logged By: Annas Tri P
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
(0,00 - 1,50 meter) Silt: brown, soft to firm, wet, medium-plastic
(1,50 - 2,00 meter) Sand: dark grey, dense to very dense, fine to medium grained, wet
(2,00 - 4,40 meter) Silt: brownish grey, dense to very dense, fine to medium grained
(4,40 - 5,20 meter) Sand: dark grey, loose, fine to medium grained, wet
(5,20 - 6,00 meter) Sand and Gravel: dark grey, dense, fine to medium grained, wet , contains with of gravel dia 1,00-2,00 cm
(6,00 - 8,50 meter) Sand: dark grey, dense to very dense, fine to medium grained, wet
(8,50 - 15,00 meter) Sand and Gravel: dark grey, dense, fine to medium grained, wet , contains with of gravel dia 1,00-2,00 cm
(15,00 - 20,00 meter) Sand: dark grey, very dense, fine to medium grained, wet
(20,00 - 25,00 meter) Sand and Gravel: dark grey, dense, fine to medium grained, wet , contains with of gravel dia 1,00-2,00 cm
*Alluvial Fan (Middle to Distal Fan)
SCB Ø 76 mm
Casing Ø 89 mm
Depth Scale : 1:125
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 3

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 823812 Y : 9890557	Inclination	Vertical	Drilled By	IWAN
Elevation	53,30 meter	Date	12-Des-18 to 20-Des-18	GWL	-0.70 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

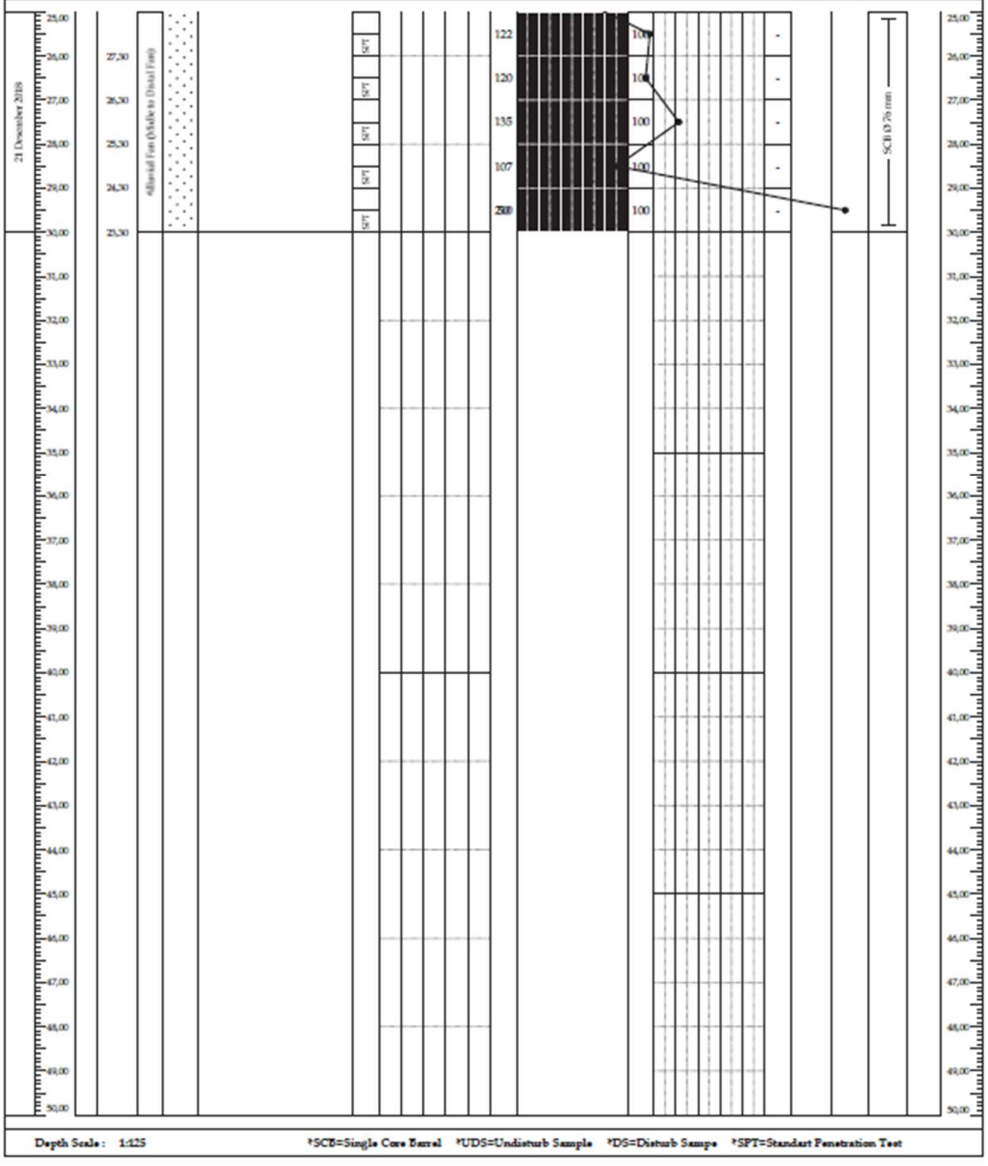
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 3

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 823812	Y : 9890557	Inclination	Vertical	Drilled By	IWAN
Elevation	53,30 meter	Date	12-Des-18 to 20-Des-18		GWL	-0.70 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

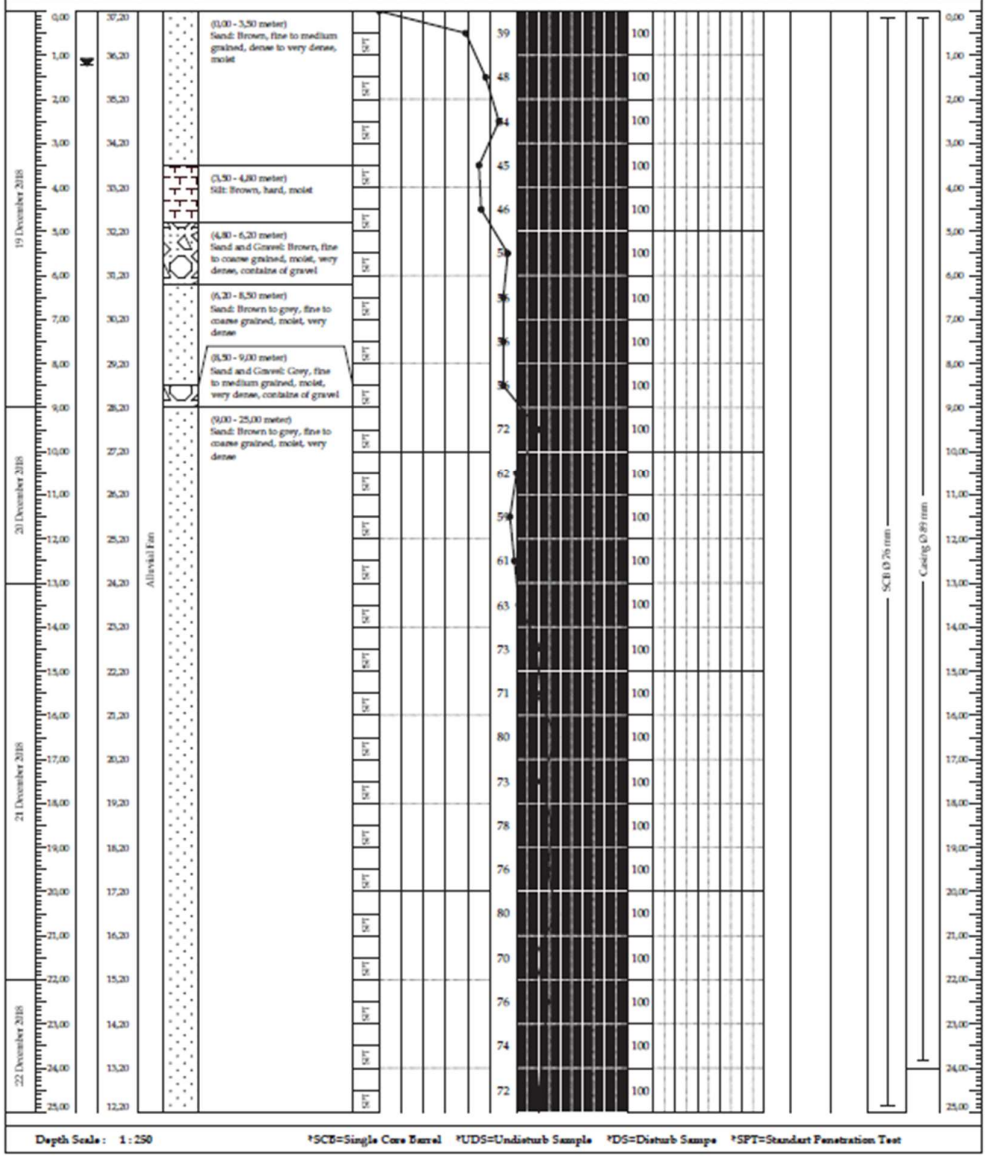
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J-4

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 Tone
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 822542 Y : 9891390	Inclination	Vertical	Drilled By	Priyo
Elevation	37,20 meter	Date	19 Dec 18 to 22 Dec 18	GWL	-1.23 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1 : 250

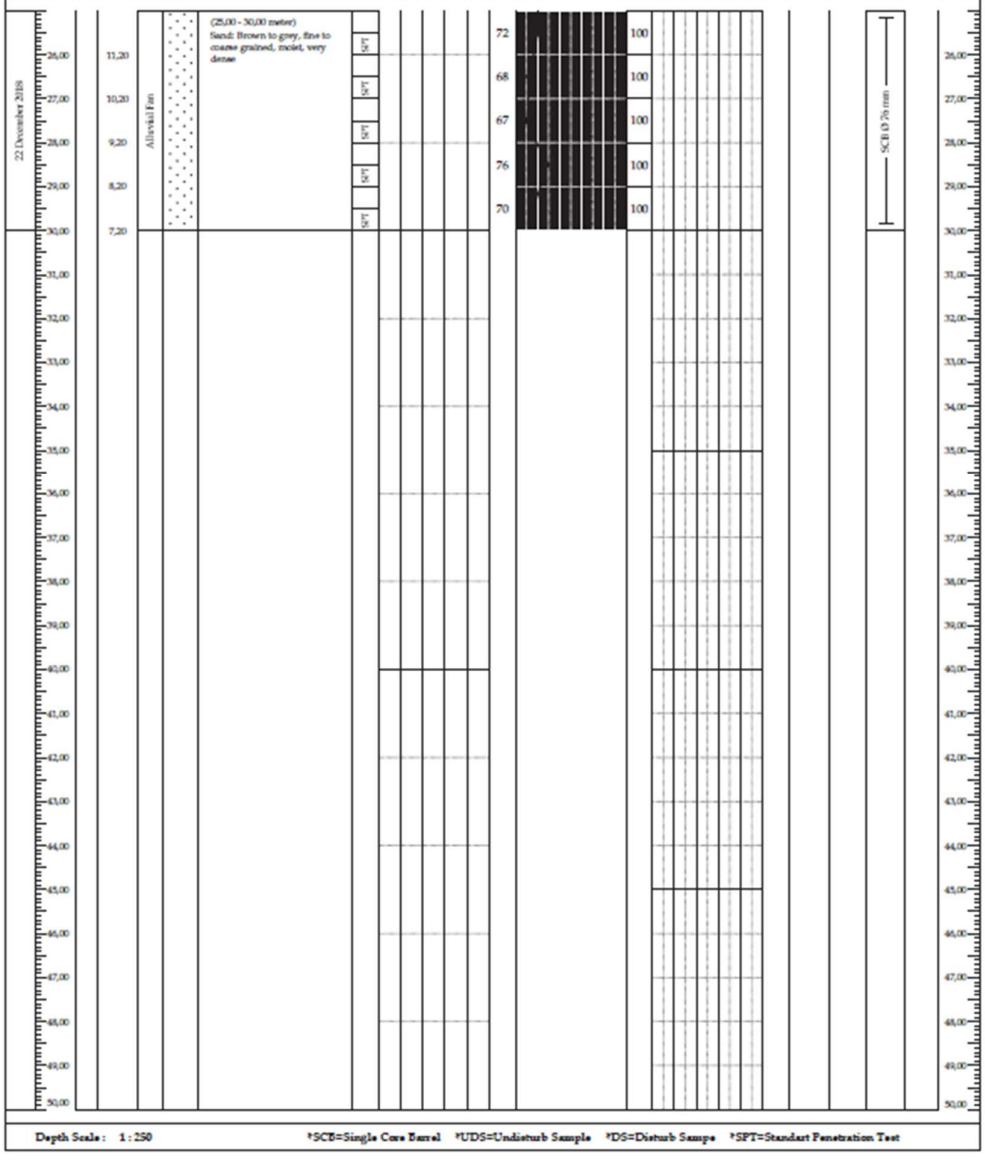
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J-4

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 Tone
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 822542 Y : 9891390	Inclination	Vertical	Drilled By	Priyo
Elevation	37,20 meter	Date	19 Dec 18 to 22 Dec 18	GWL	-1.23 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1 : 250

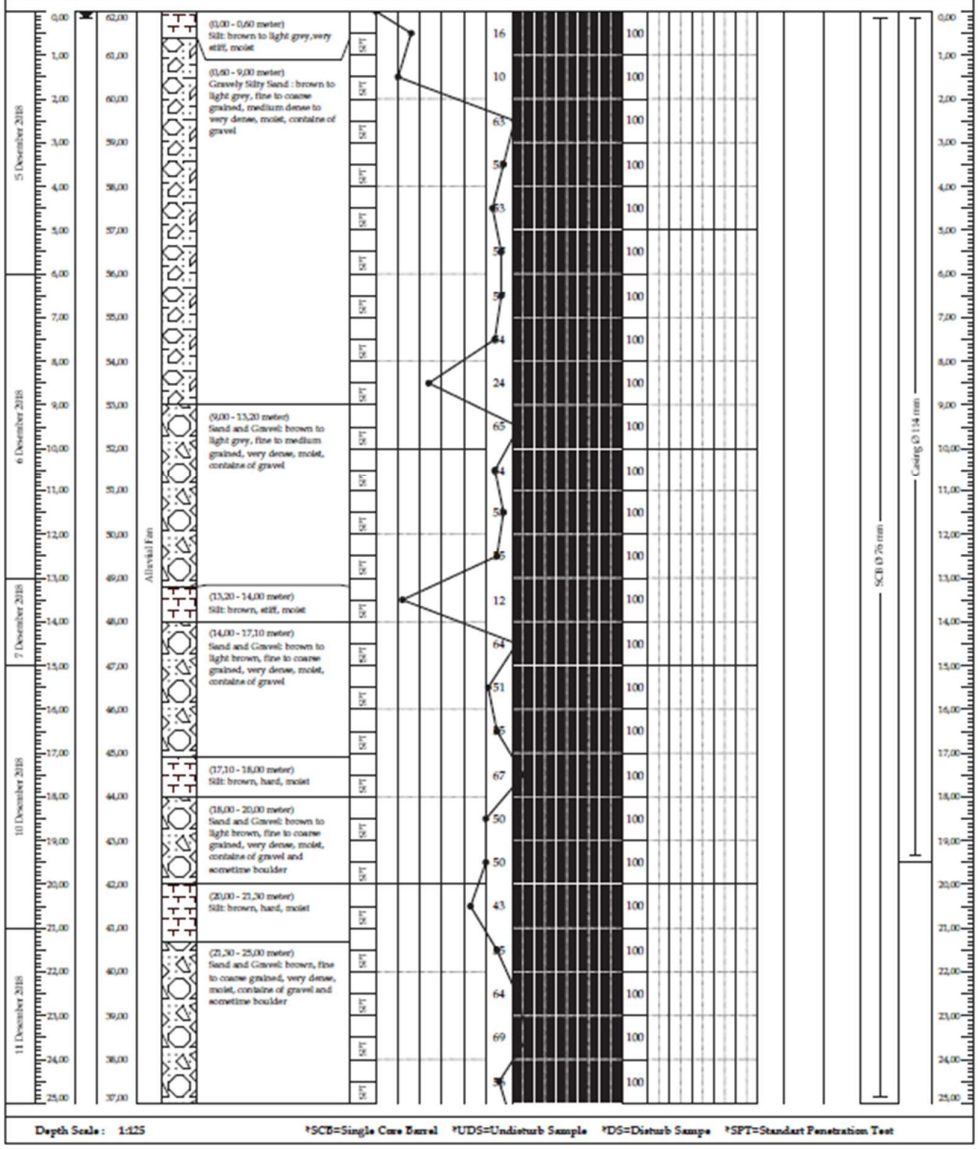
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 5

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 824476 Y : 9894166	Inclination	Vertical	Drilled By	Jumadi
Elevation	62,00 meter	Date	5 Dec 18 to 12 Dec 18	GWL	+1.95 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:125

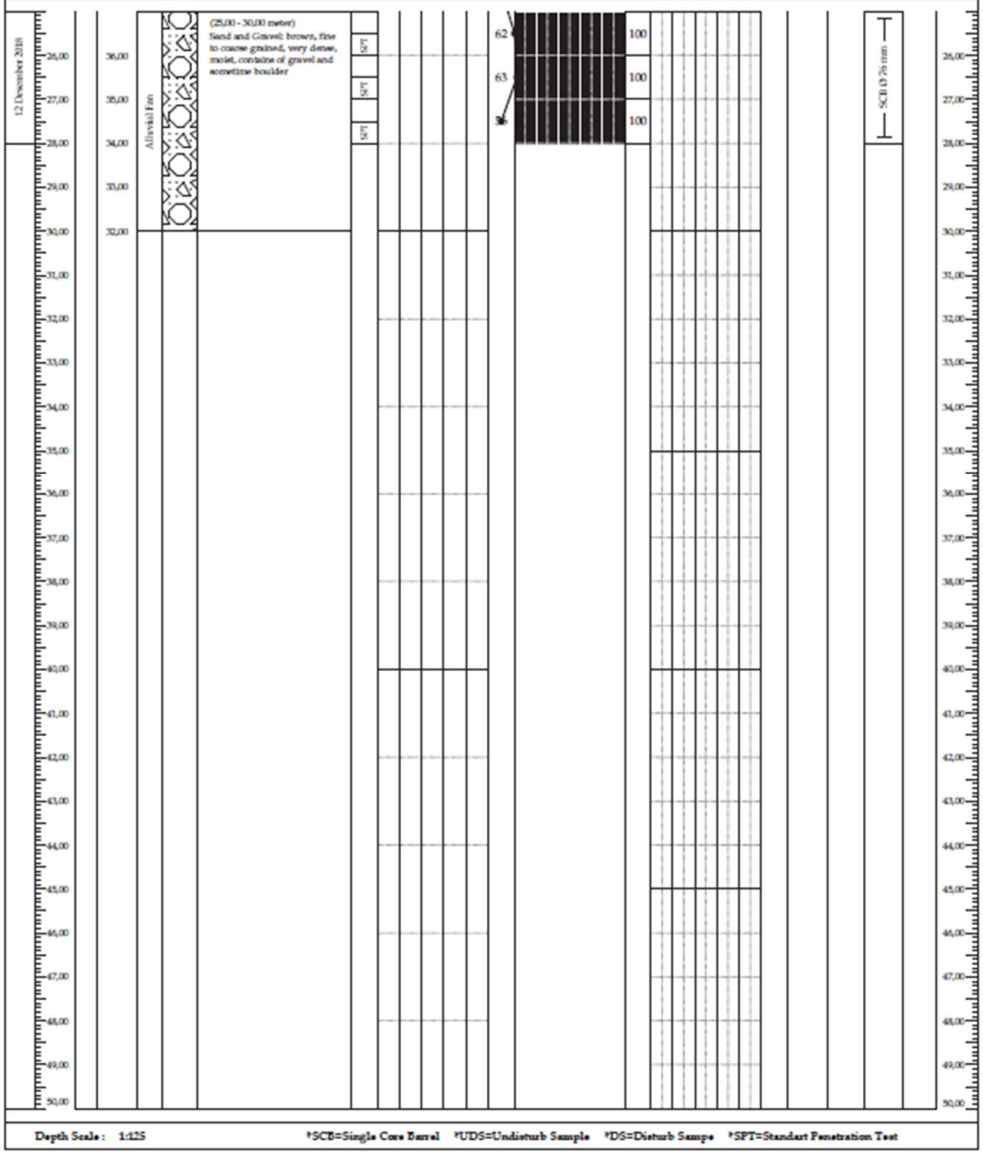
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

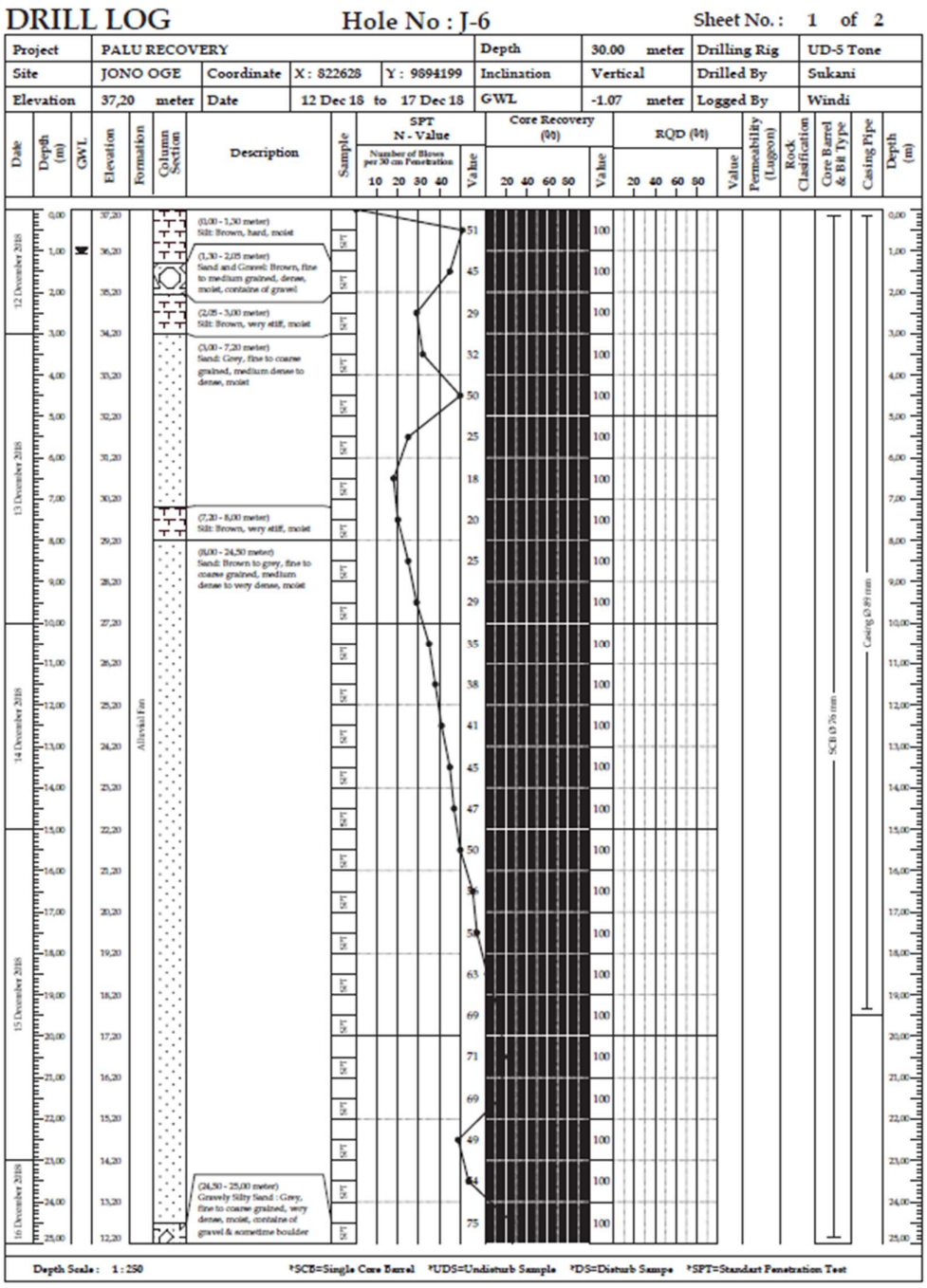
DRILL LOG

Hole No : J - 5

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 824476 Y : 9894166	Inclination	Vertical	Drilled By	Jumadi
Elevation	62,00 meter	Date	5 Dec 18 to 12 Dec 18	GWL	+1.95 meter	Logged By	Windi



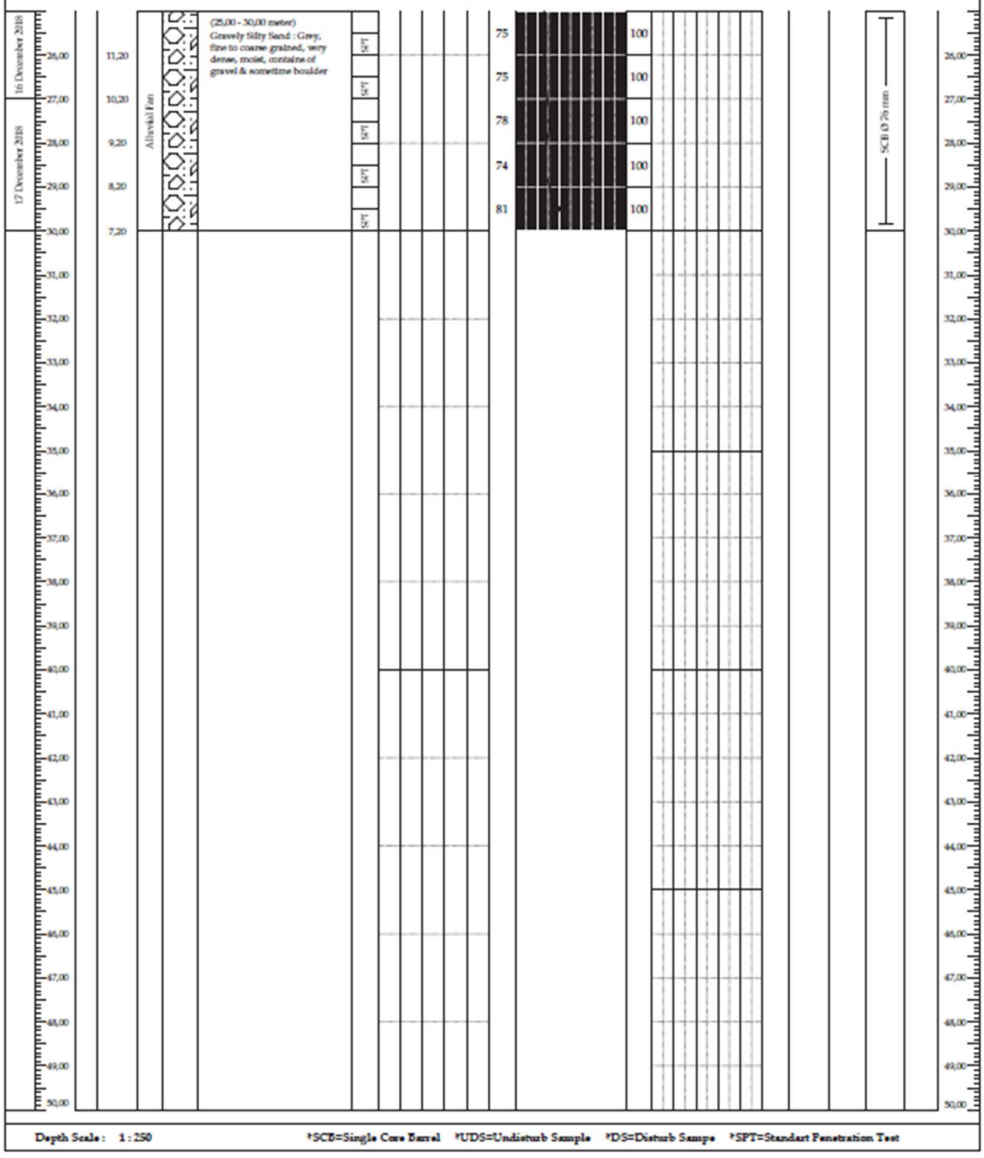

DRILL LOG
Hole No : J-6
Sheet No. : 1 of 2
Project: PALU RECOVERY
Depth: 30.00 meter
Drilling Rig: UD-5 Tone
Site: JONO OGE
Coordinate: X : 822628 Y : 9894199
Inclination: Vertical
Drilled By: Sukani
Elevation: 37,20 meter
Date: 12 Dec 18 to 17 Dec 18
GWL: -1.07 meter
Logged By: Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
(0,00 - 1,30 meter) Silt: Brown, hard, moist
(1,30 - 2,05 meter) Sand and Gravel: Brown, fine to medium grained, dense, moist, containe of gravel
(2,05 - 3,00 meter) Silt: Brown, very stiff, moist
(3,00 - 7,20 meter) Sand: Grey, fine to coarse grained, medium dense to dense, moist
(7,20 - 8,00 meter) Silt: Brown, very stiff, moist
(8,00 - 24,50 meter) Sand: Brown to grey, fine to coarse grained, medium dense to very dense, moist
(24,50 - 25,00 meter) Gravely Silty Sand : Grey, fine to coarse grained, very dense, moist, containe of gravel & sometime boulder
Alluvial Fan
SCB Ø 76 mm
Casing Ø 89 mm
Depth Scale : 1 : 250
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J-6

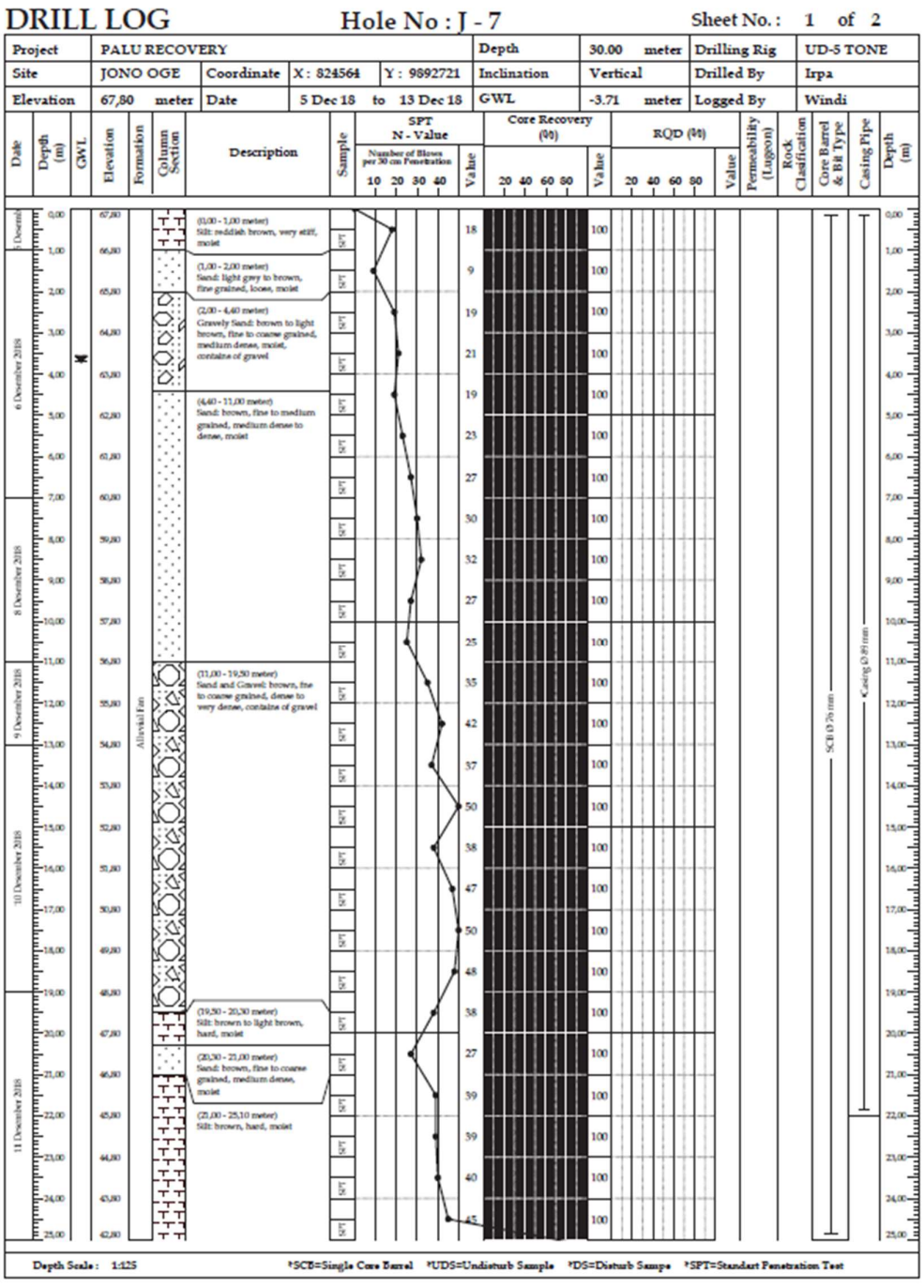
Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 Tone
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 822628 Y : 9894199	Inclination	Vertical	Drilled By	Sukani
Elevation	37,20 meter	Date	12 Dec 18 to 17 Dec 18	GWL	-1.07 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1 : 250

*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

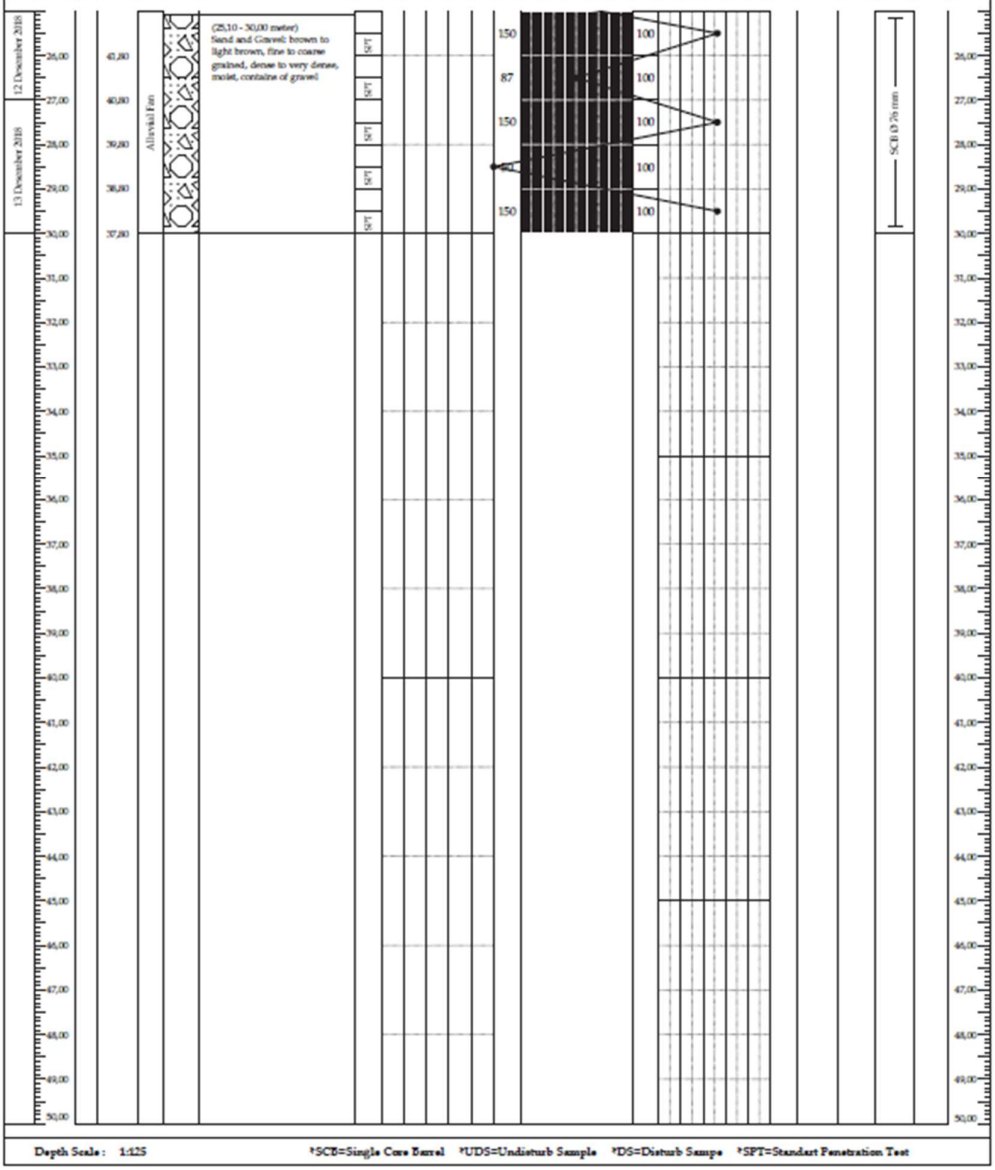

DRILL LOG
Hole No : J - 7
Sheet No. : 1 of 2
Project: PALU RECOVERY
Depth: 30.00 meter
Drilling Rig: UD-5 TONE
Site: JONO OGE
Coordinate: X : 824564 Y : 9892721
Inclination: Vertical
Drilled By: Irpa
Elevation: 67,80 meter
Date: 5 Dec 18 to 13 Dec 18
GWL: -3.71 meter
Logged By: Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
Depth (m)
5 Desemb
6 December 2018
8 December 2018
9 December 2018
10 December 2018
11 December 2018
(0,00 - 1,00 meter) Silt: reddish brown, very stiff, moist
(1,00 - 2,00 meter) Sand: light grey to brown, fine grained, loose, moist
(2,00 - 4,40 meter) Gravely Sand: brown to light brown, fine to coarse grained, medium dense, moist, contains of gravel
(4,40 - 11,00 meter) Sand: brown, fine to medium grained, medium dense to dense, moist
(11,00 - 19,50 meter) Sand and Gravel: brown, fine to coarse grained, dense to very dense, contains of gravel
(19,50 - 20,30 meter) Silt: brown to light brown, hard, moist
(20,30 - 21,00 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, medium dense, moist
(21,00 - 25,10 meter) Silt: brown, hard, moist
Alluvial Fan
SCB ø 76 mm
Casing ø 89 mm
Depth Scale : 1:125
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 7

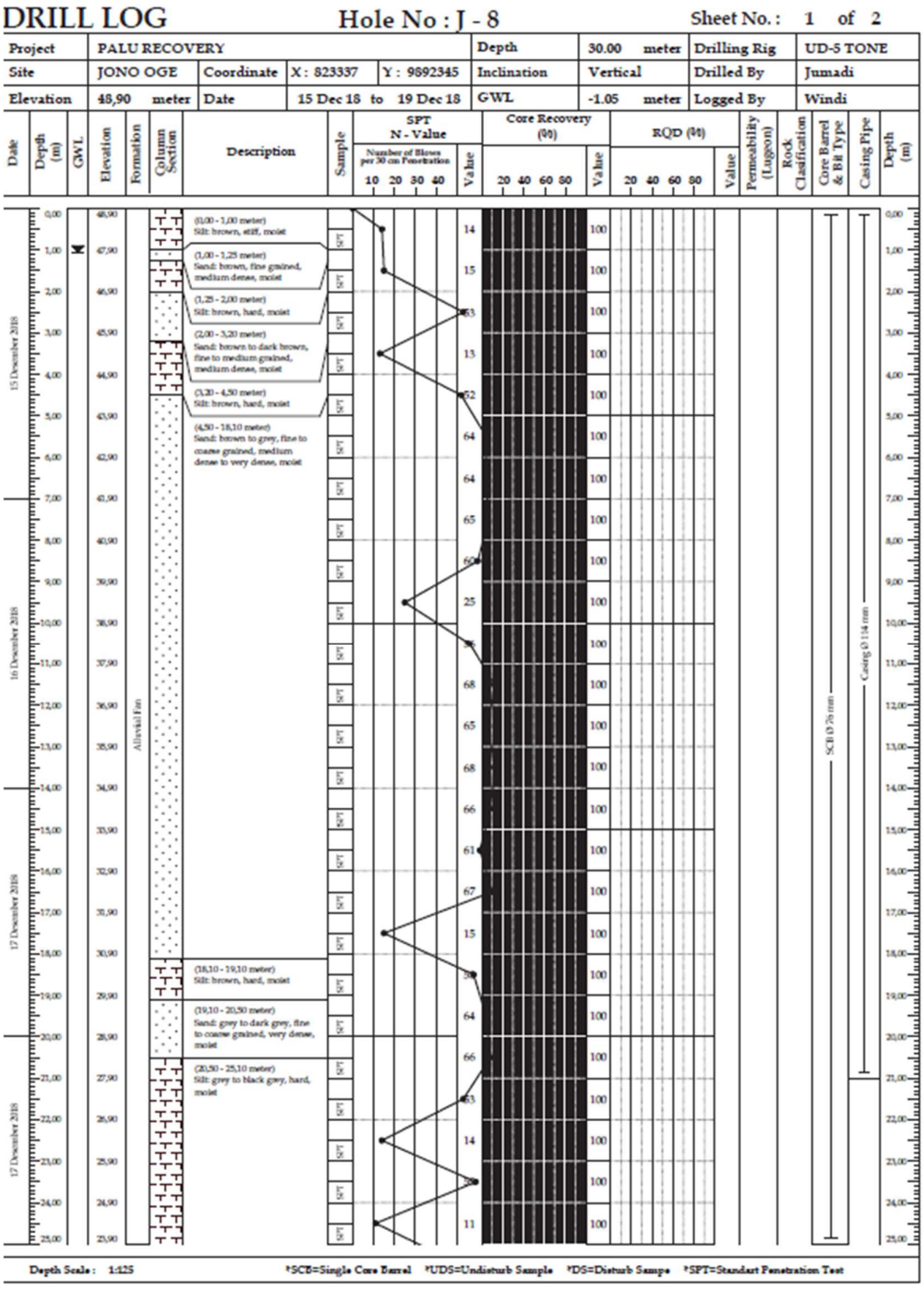
Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 824564 Y : 9892721	Inclination	Vertical	Drilled By	Irpa
Elevation	67,80 meter	Date	5 Dec 18 to 13 Dec 18	GWL	-3.71 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:125

*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

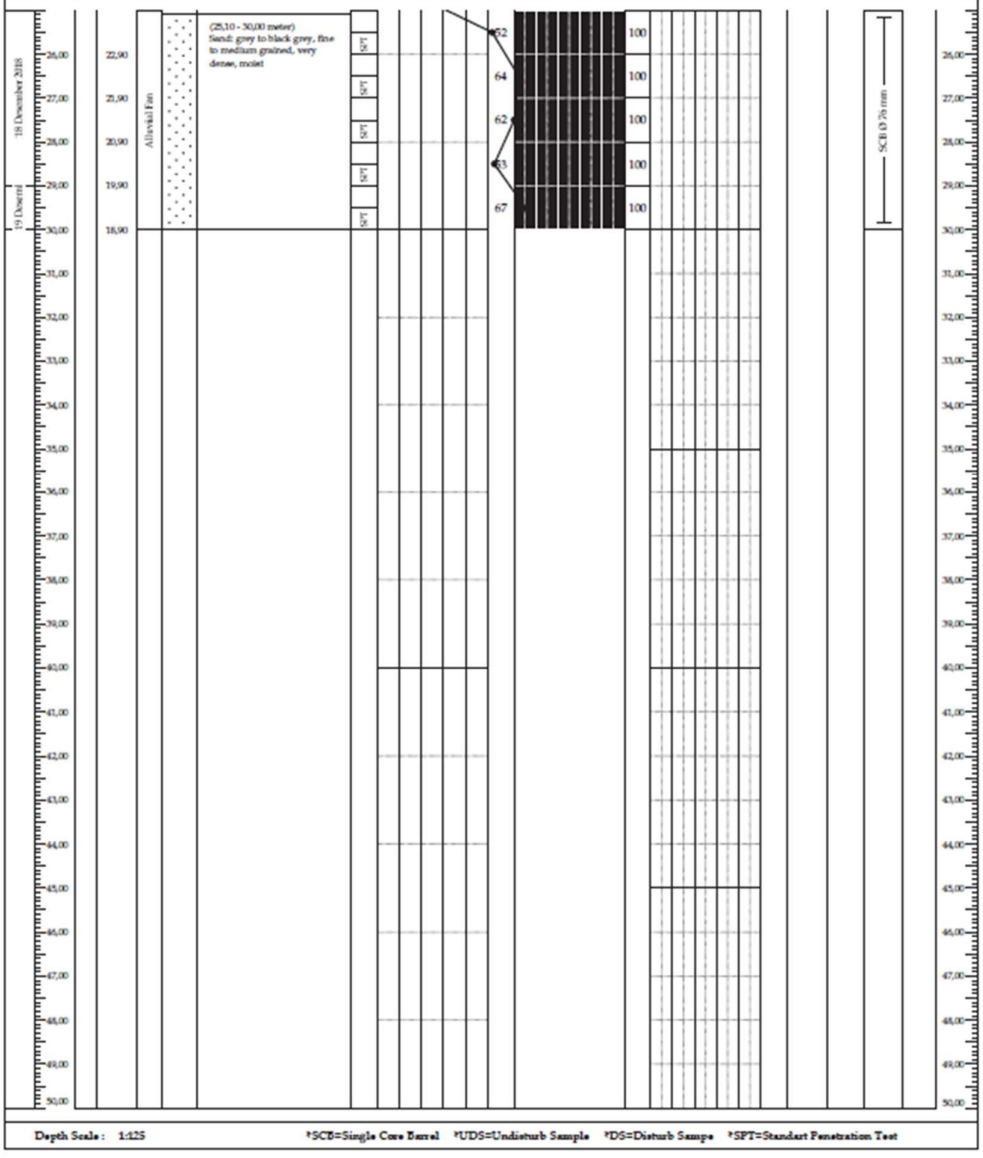

DRILL LOG
Hole No : J - 8
Sheet No. : 1 of 2
Project: PALU RECOVERY
Depth: 30.00 meter
Drilling Rig: UD-5 TONE
Site: JONO OGE
Coordinate: X : 823337 Y : 9892345
Inclination: Vertical
Drilled By: Jumadi
Elevation: 48,90 meter
Date: 15 Dec 18 to 19 Dec 18
GWL: -1.05 meter
Logged By: Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
10 20 30 40
Value
Core Recovery (%)
20 40 60 80
Value
RQD (%)
20 40 60 80
Value
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
Depth (m)
15 December 2018
16 December 2018
17 December 2018
17 December 2018
Alluvial Fan
(0,00 - 1,00 meter)
Silt: brown, stiff, moist
(1,00 - 1,25 meter)
Sand: brown, fine grained, medium dense, moist
(1,25 - 2,00 meter)
Silt: brown, hard, moist
(2,00 - 3,20 meter)
Sand: brown to dark brown, fine to medium grained, medium dense, moist
(3,20 - 4,50 meter)
Silt: brown, hard, moist
(4,50 - 18,10 meter)
Sand: brown to grey, fine to coarse grained, medium dense to very dense, moist
(18,10 - 19,10 meter)
Silt: brown, hard, moist
(19,10 - 20,50 meter)
Sand: grey to dark grey, fine to coarse grained, very dense, moist
(20,50 - 25,10 meter)
Silt: grey to black grey, hard, moist
SCB Ø 76 mm
Casing Ø 114 mm
Depth Scale : 1:125
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 8

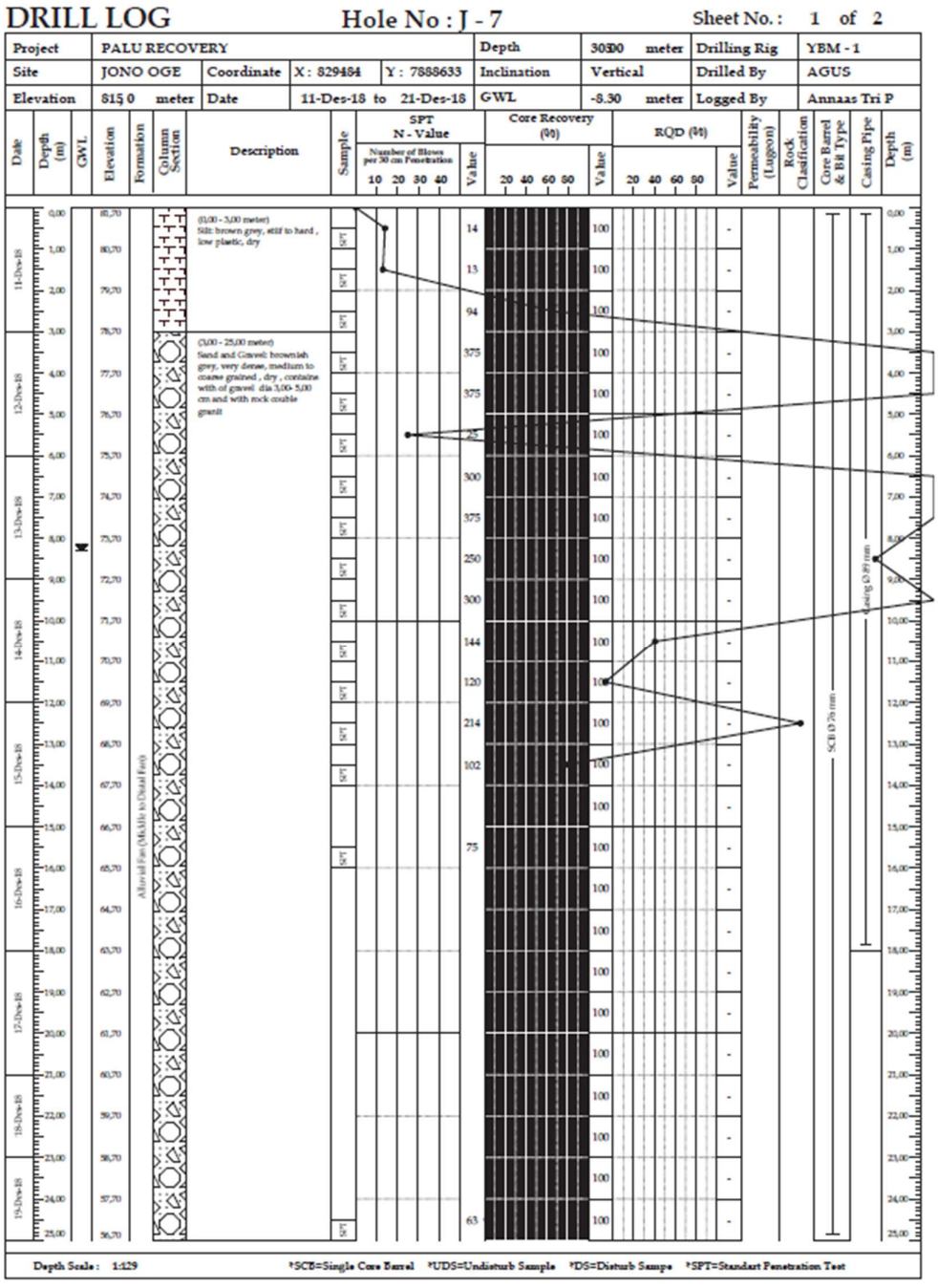
Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 823337 Y : 9892345	Inclination	Vertical	Drilled By	Jumadi
Elevation	48,90 meter	Date	15 Dec 18 to 19 Dec 18	GWL	-1.05 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:125

*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

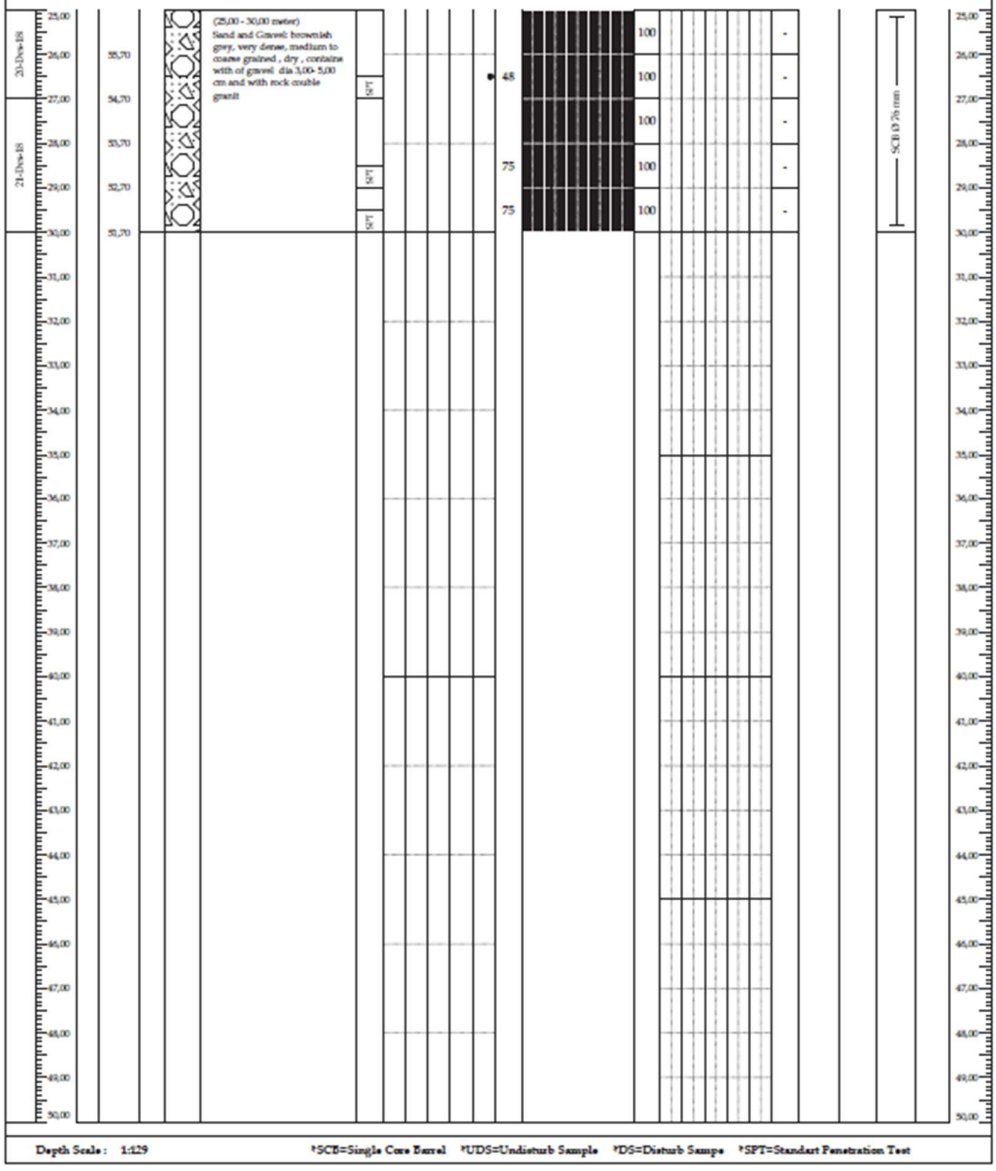

DRILL LOG
Hole No : J - 7
Sheet No. : 1 of 2
Project: PALU RECOVERY
Depth: 30.00 meter
Drilling Rig: YBM - 1
Site: JONO OGE
Coordinate: X : 829484 Y : 7888633
Inclination: Vertical
Drilled By: AGUS
Elevation: 815.0 meter
Date: 11-Des-18 to 21-Des-18
GWL: -8.30 meter
Logged By: Annaas Tri P
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
(0,00 - 3,00 meter)
Silt: brown grey, stiff to hard , low plastic, dry
(3,00 - 25,00 meter)
Sand and Gravel: brownish grey, very dense, medium to coarse grained , dry , containe with of gravel dia 3,00- 5,00 cm and with rock couble granit
Alluvial Fan (Middle to Distal Part)
SCB D 76 mm
Casing 63,89 mm
Depth Scale : 1:129
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

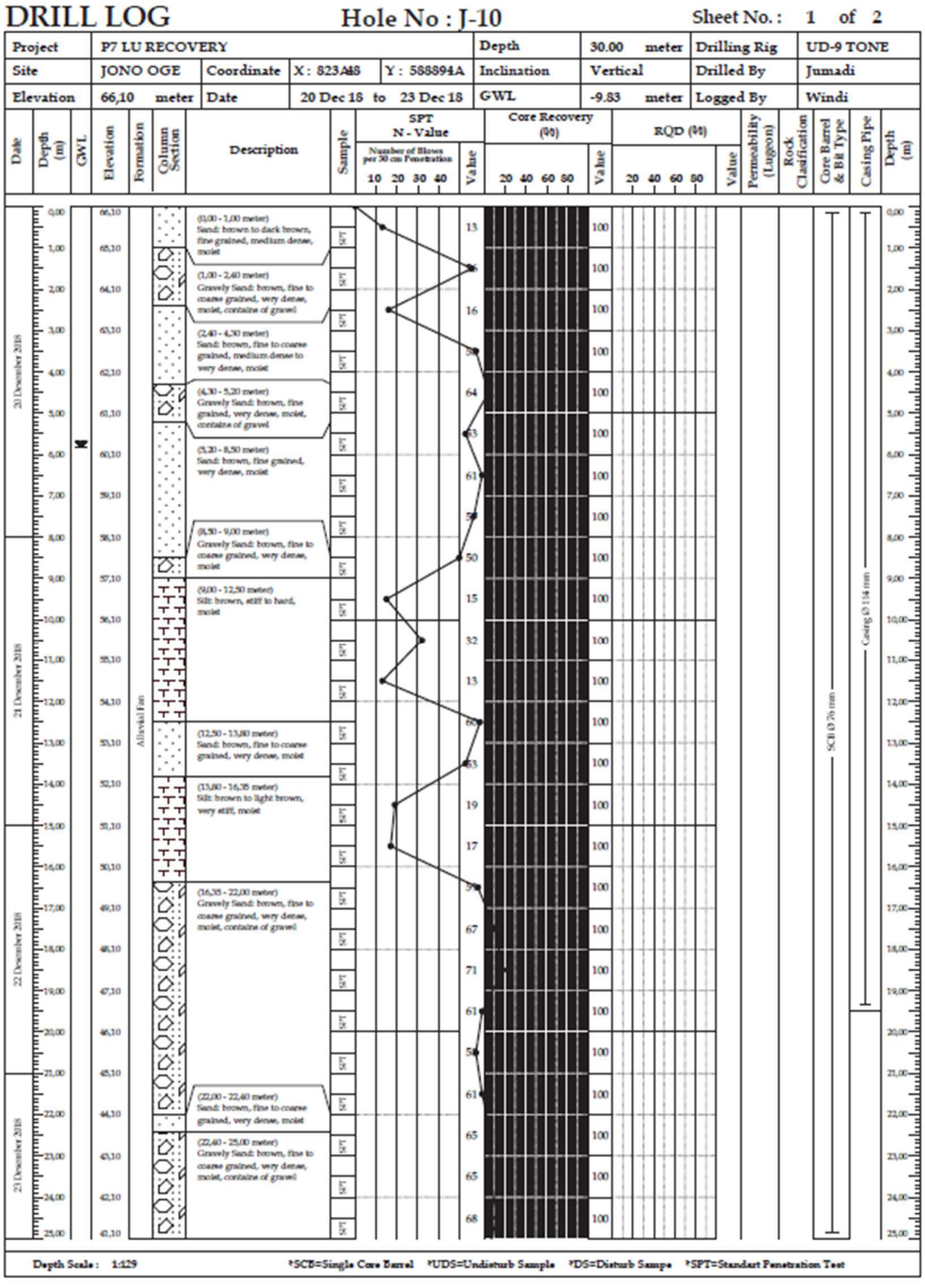
Hole No : J - 7

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 829484 Y : 7888633	Inclination	Vertical	Drilled By	AGUS
Elevation	815,0 meter	Date	11-Des-18 to 21-Des-18	GWL	-8,30 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:129 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

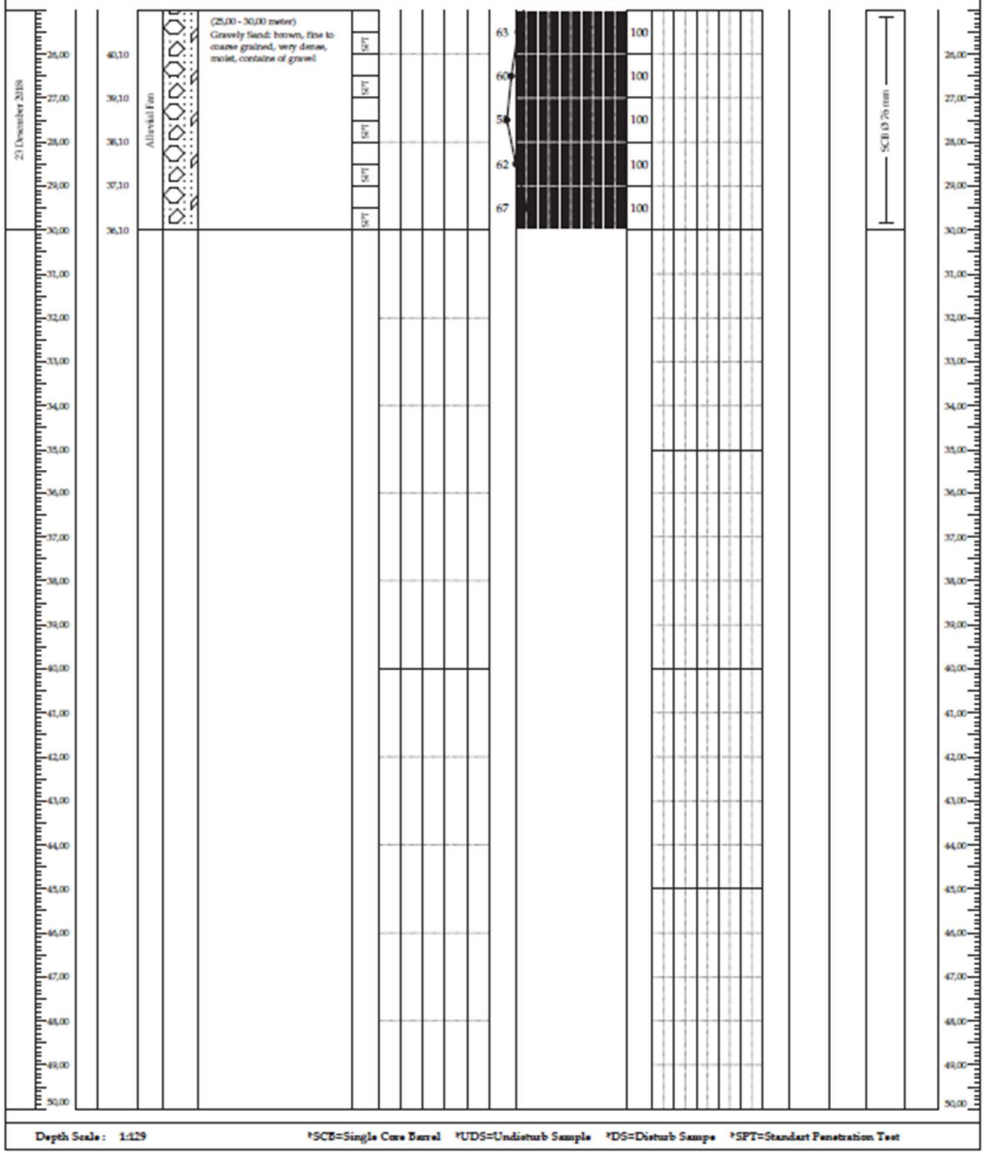

DRILL LOG
Hole No : J-10
Sheet No. : 1 of 2
Project: P7 LU RECOVERY
Depth: 30.00 meter
Drilling Rig: UD-9 TONE
Site: JONO OGE
Coordinate: X : 823A48 Y : 588894A
Inclination: Vertical
Drilled By: Jumadi
Elevation: 66,10 meter
Date: 20 Dec 18 to 23 Dec 18
GWL: -9.83 meter
Logged By: Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
Depth (m)
20 December 2018
21 December 2018
22 December 2018
23 December 2018
Alluvial Fan
(0,00 - 1,00 meter) Sand: brown to dark brown, fine grained, medium dense, moist
(1,00 - 2,40 meter) Gravely Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist, containe of gravel
(2,40 - 4,30 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, medium dense to very dense, moist
(4,30 - 5,20 meter) Gravely Sand: brown, fine grained, very dense, moist, containe of gravel
(5,20 - 8,50 meter) Sand: brown, fine grained, very dense, moist
(8,50 - 9,00 meter) Gravely Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist
(9,00 - 12,50 meter) Silt: brown, stiff to hard, moist
(12,50 - 13,80 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist
(13,80 - 16,35 meter) Silt: brown to light brown, very stiff, moist
(16,35 - 22,00 meter) Gravely Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist, containe of gravel
(22,00 - 22,40 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist
(22,40 - 25,00 meter) Gravely Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist, containe of gravel
SCB Ø 76 mm
Casing Ø 114 mm
Depth Scale : 1:129
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J-10

Sheet No. : 2 of 2

Project	P7 LU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-9 TONE
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 823A48 Y : 588894A	Inclination	Vertical	Drilled By	Jumadi
Elevation	66,10 meter	Date	20 Dec 18 to 23 Dec 18	GWL	-9.83 meter	Logged By	Windi

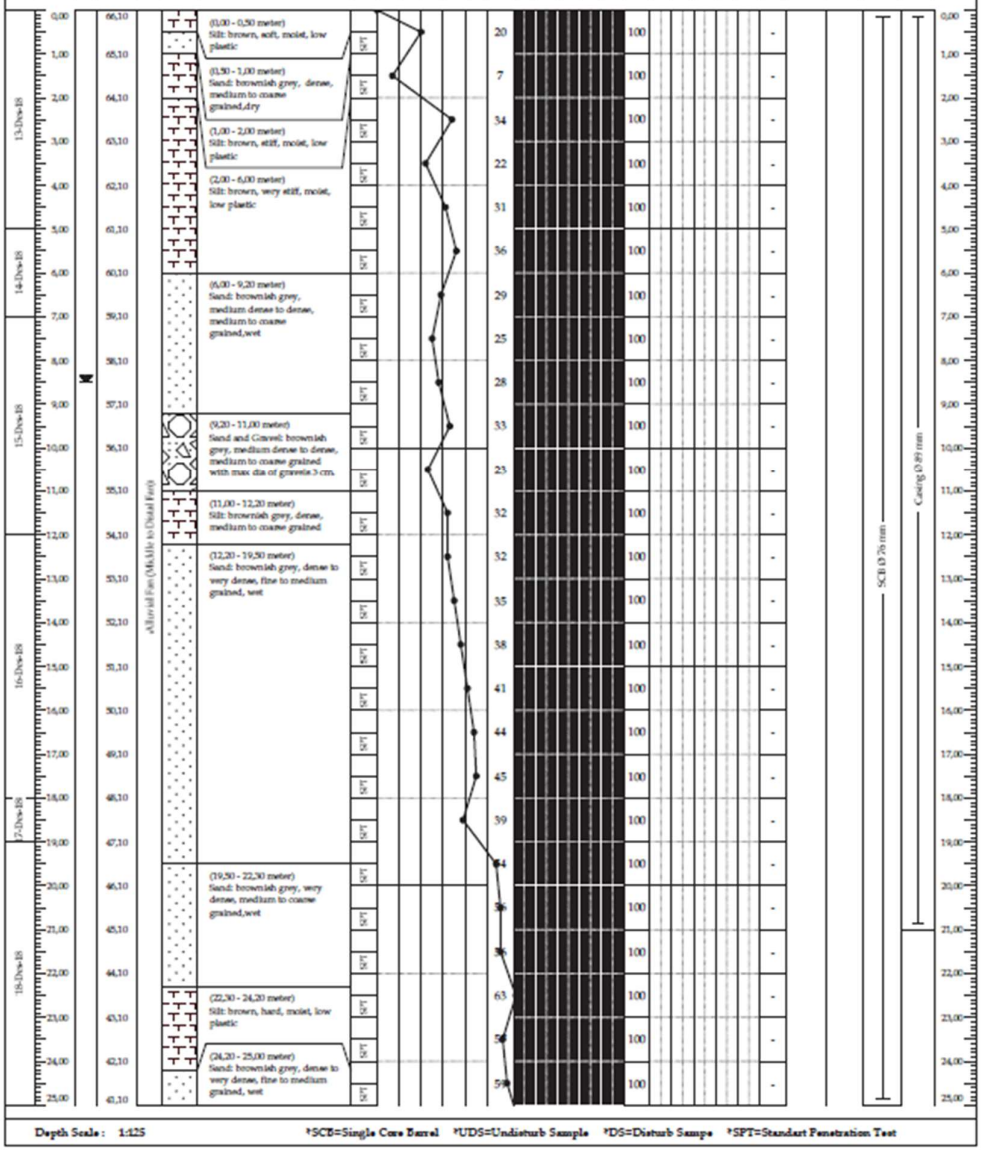


DRILL LOG

Hole No : J - 11

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 825351 Y : 9887130	Inclination	Vertical	Drilled By	RUSLI
Elevation	66,10 meter	Date	13-Des-18 to 20-Des-18	GWL	-8.49 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

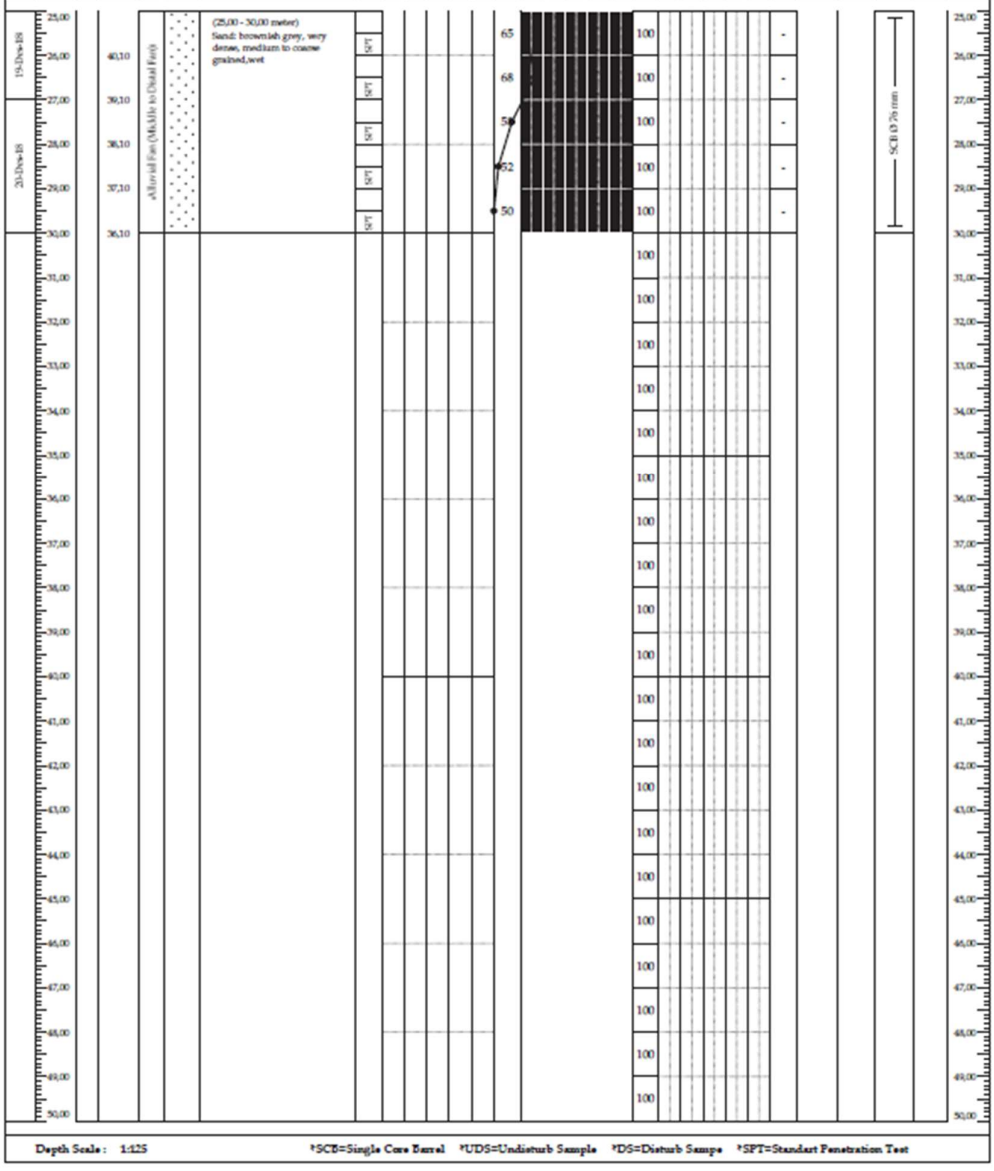
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 11

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 825351 Y : 9887130	Inclination	Vertical	Drilled By	RUSLI
Elevation	66,10 meter	Date	13-Des-18 to 20-Des-18	GWL	-8.49 meter	Logged By	Annaas Tri P

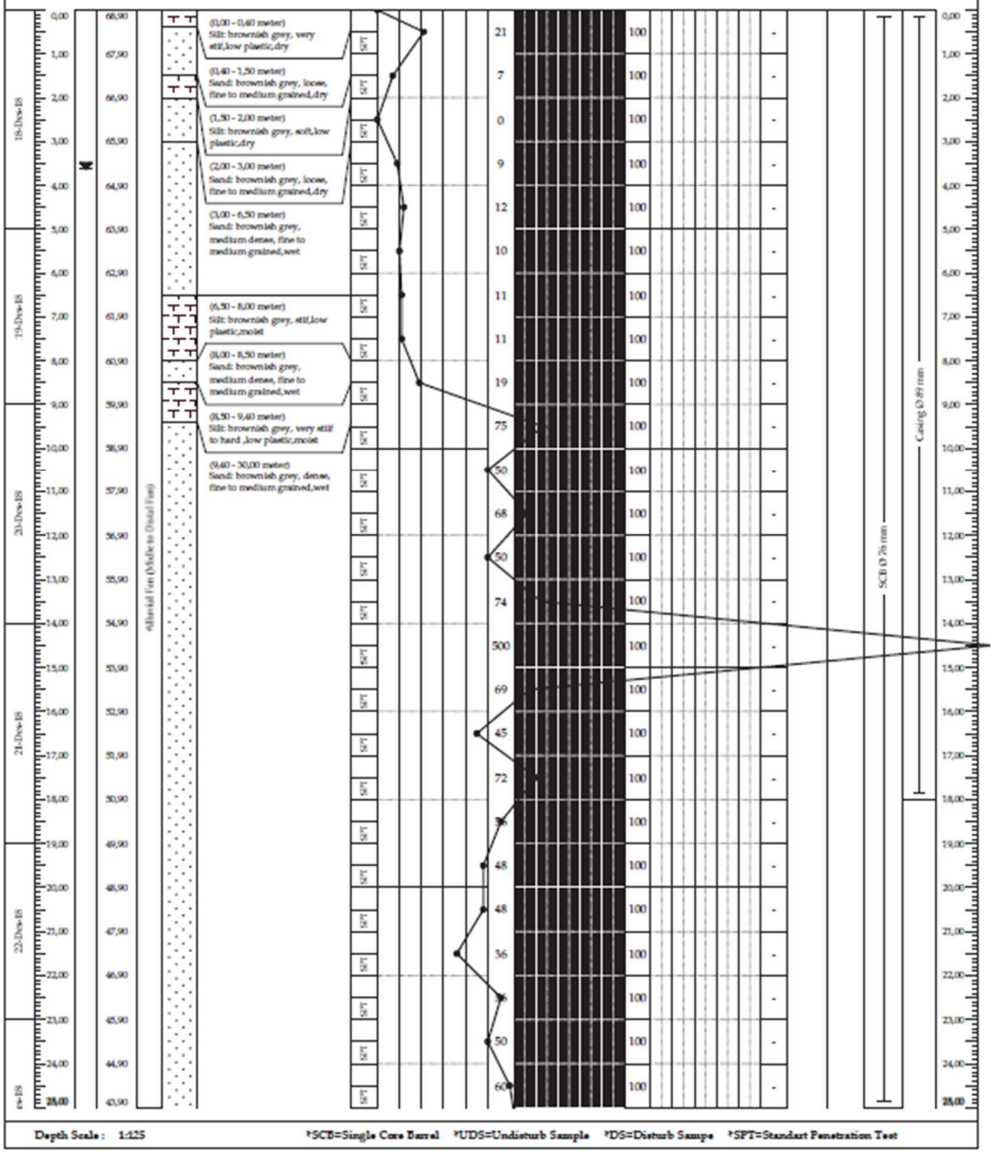


DRILL LOG

Hole No : J - 12

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 823649 Y : 9887090	Inclination	Vertical	Drilled By	BAHARI
Elevation	68,90 meter	Date	18-Des-18 to 24-Des-18	GWL	-3.63 meter	Logged By	Annaas Tri P



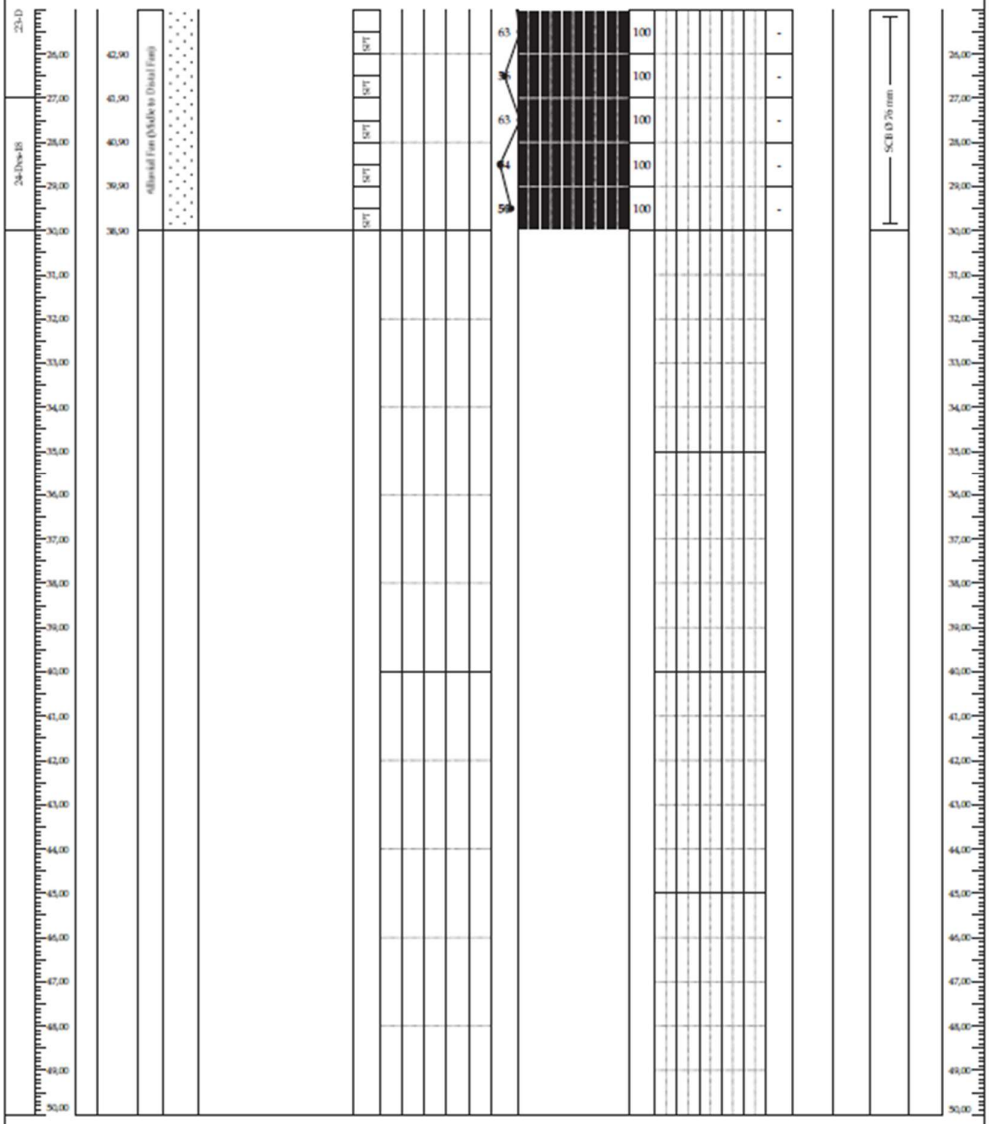
Depth Scale : 1:125 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J - 12

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30,00 meter	Drilling Rig	YBM - 1
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 823649 Y : 9887090	Inclination	Vertical	Drilled By	BAHARI
Elevation	68,90 meter	Date	18-Des-18 to 24-Des-18	GWL	-3.63 meter	Logged By	Annaas Tri P



Depth Scale : 1:125

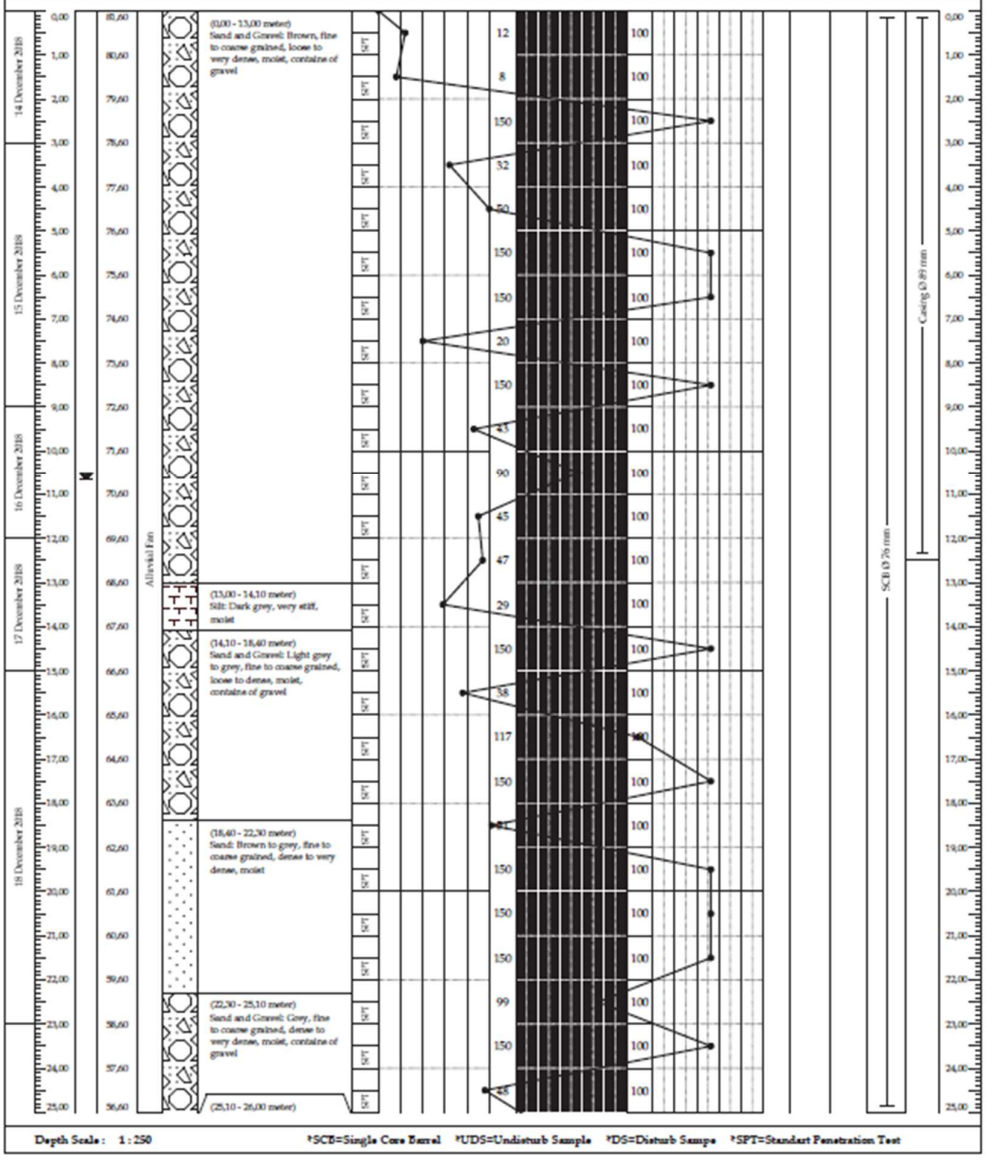
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J-13

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 Tone
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 825336 Y : 9892623	Inclination	Vertical	Drilled By	Irpa
Elevation	81,60 meter	Date	14 Dec 18 to 20 Dec 18	GWL	-10.66 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1 : 250

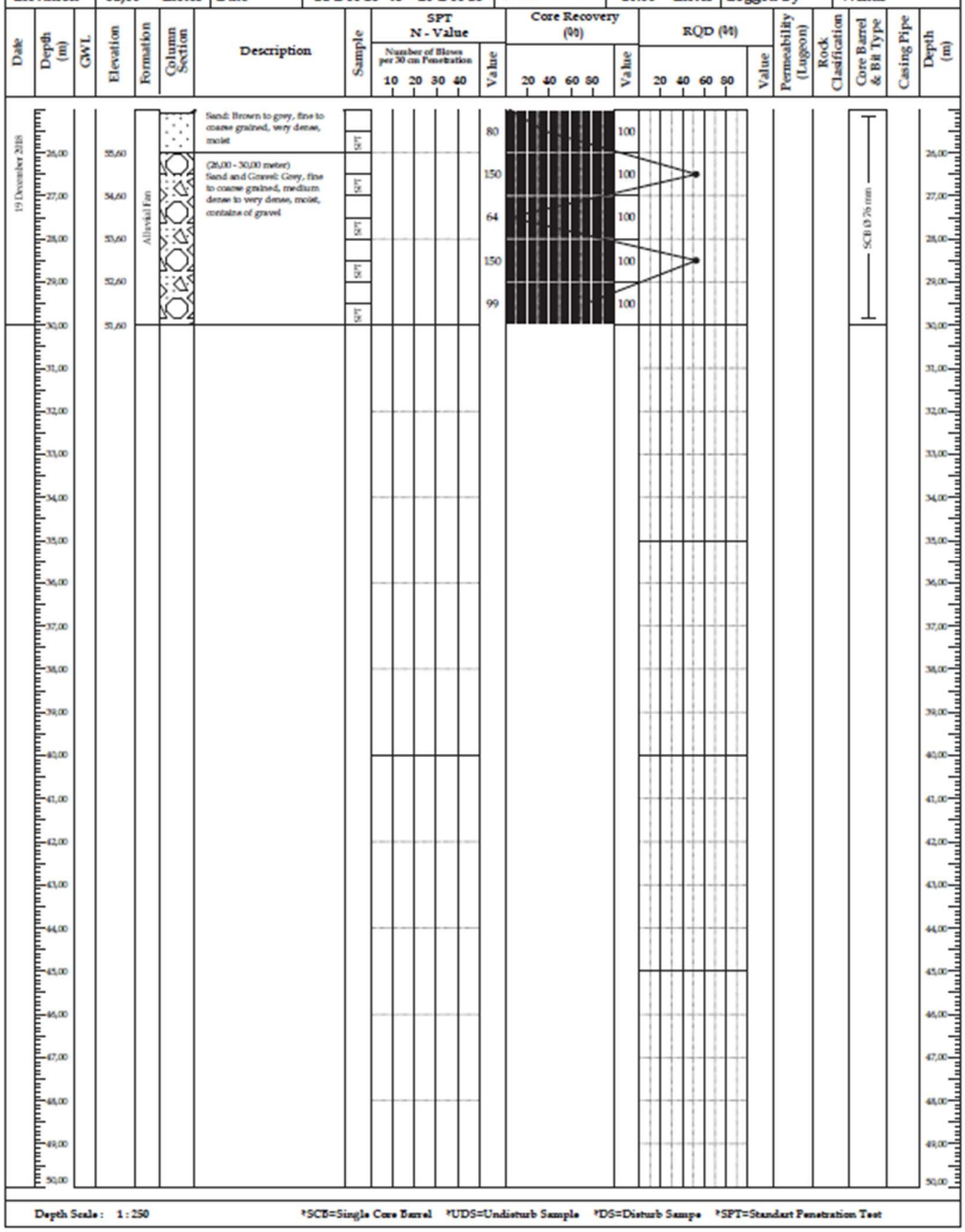
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : J-13

Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-5 Tone
Site	JONO OGE	Coordinate	X : 825336 Y : 9892623	Inclination	Vertical	Drilled By	Irpa
Elevation	81,60 meter	Date	14 Dec 18 to 20 Dec 18	GWL	-10.66 meter	Logged By	Windi



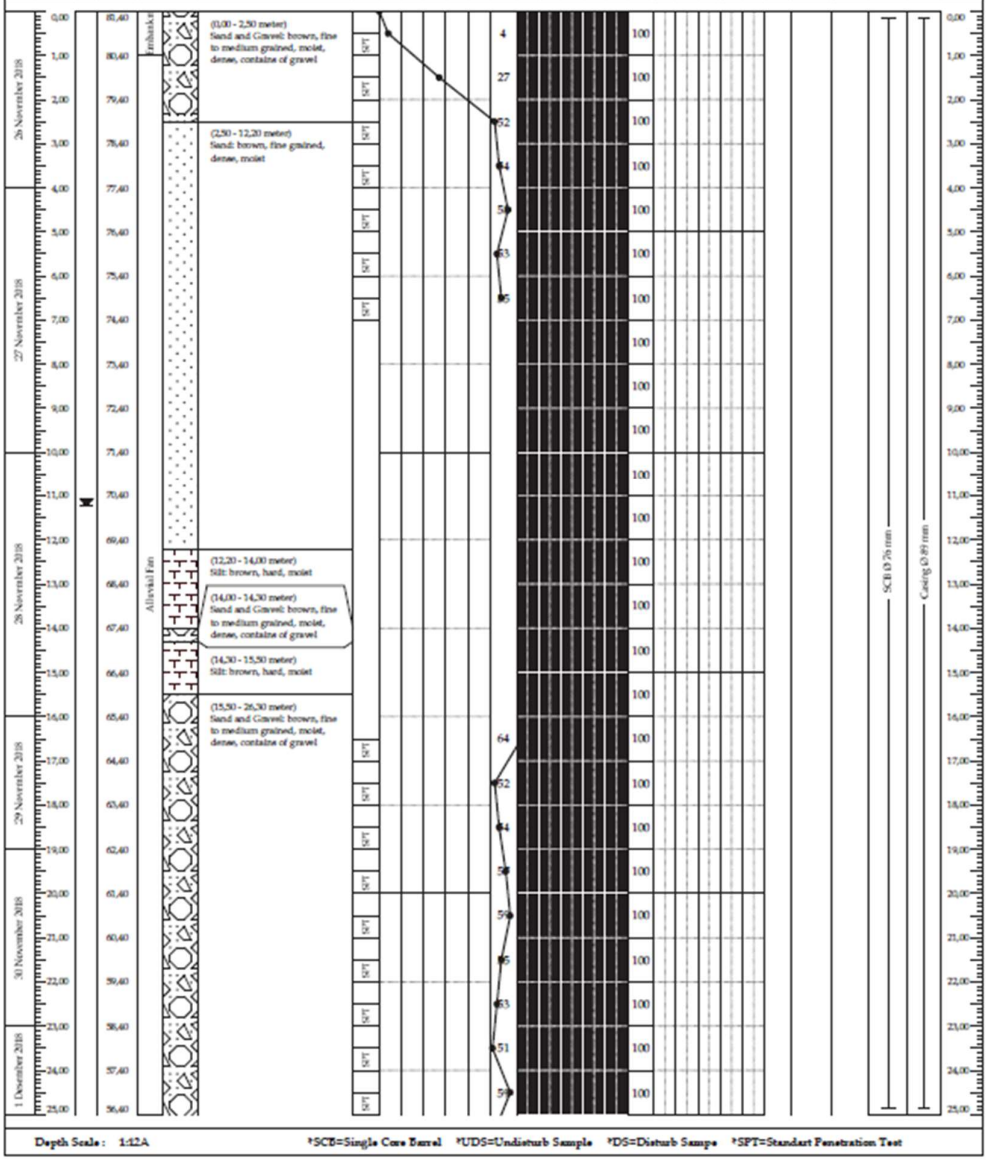
Depth Scale : 1 : 250 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : LP - 1

Sheet No. : 1 of 2

Project	P7 LU RECOVERY			Depth	34,00 meter	Drilling Rig	UD-ATONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 82A856 Y : 989A589	Inclination	Vertical	Drilled By	Jumadi
Elevation	81,40 meter	Date	26 Nov 18 to 4 Dec 18	GWL	-11.22 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:124

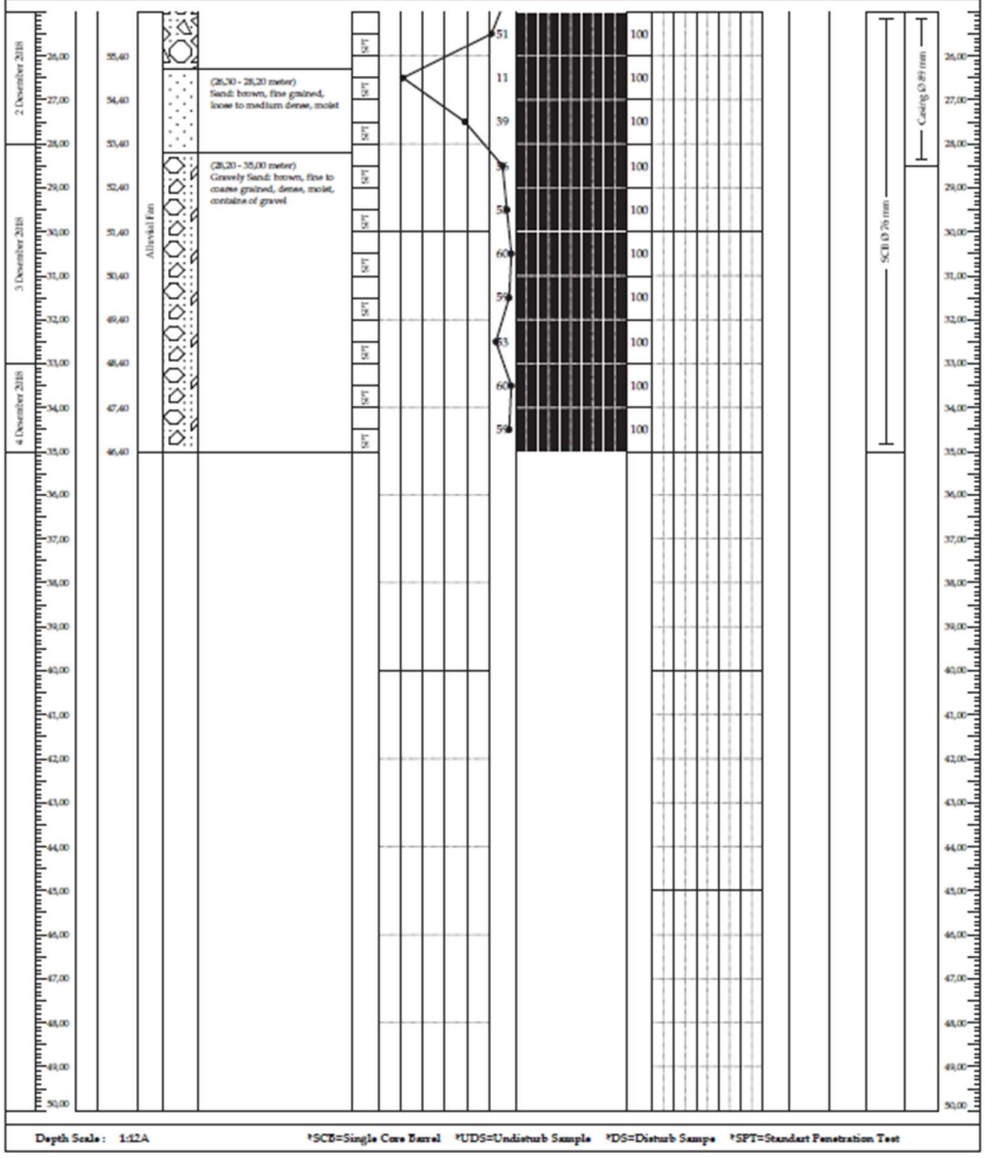
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : LP - 1

Sheet No. : 2 of 2

Project	P7 LU RECOVERY			Depth	3A00 meter	Drilling Rig	UD-ATONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 82A356 Y : 989A589	Inclination	Vertical	Drilled By	Jumadi
Elevation	81,40 meter	Date	26 Nov 18 to 4 Dec 18	GWL	-11.22 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:12A

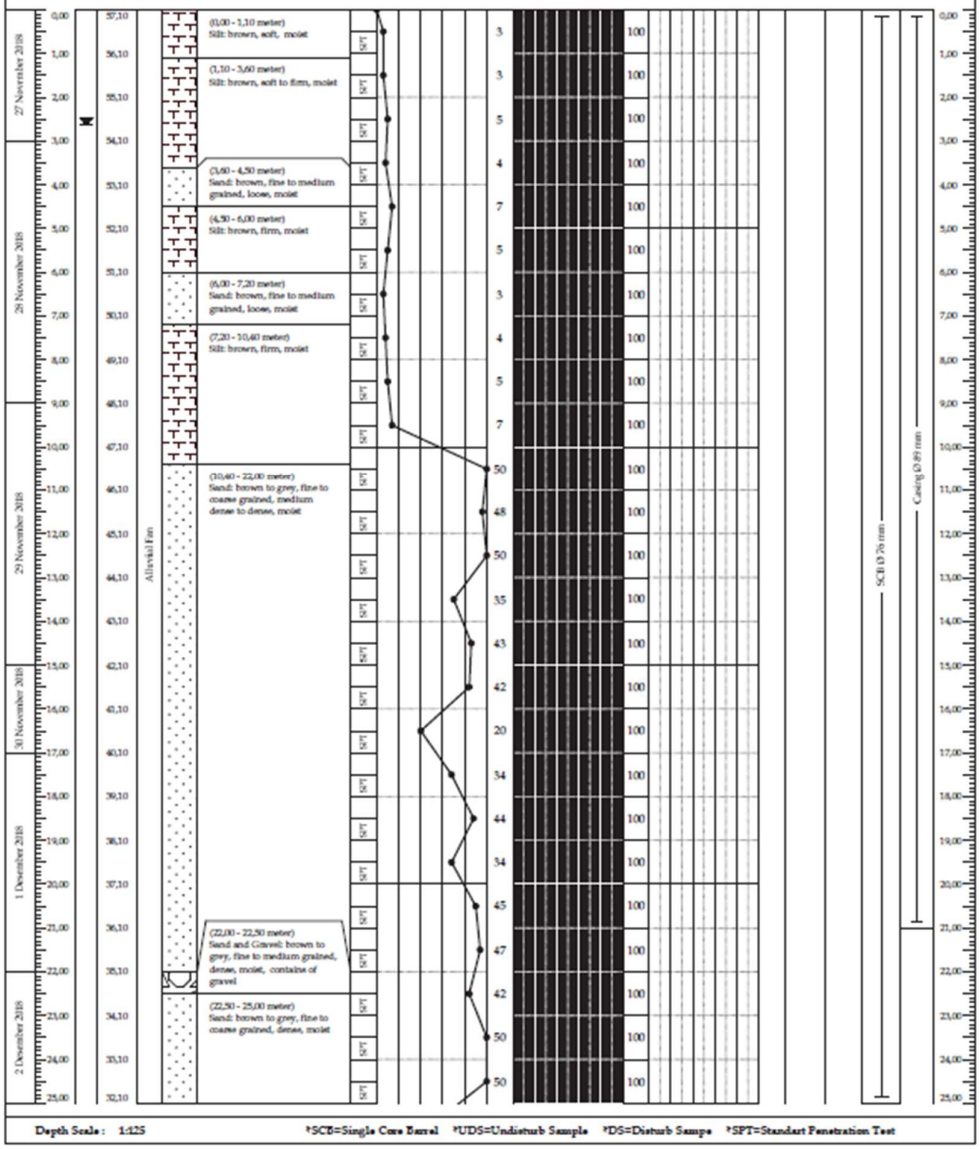
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : LP - 2

Sheet No. : 1 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	32.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 824476 Y : 9895840	Inclination	Vertical	Drilled By	Irpa
Elevation	57,10 meter	Date	27 Nov 18 to 3 Dec 18	GWL	-2.62 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:125

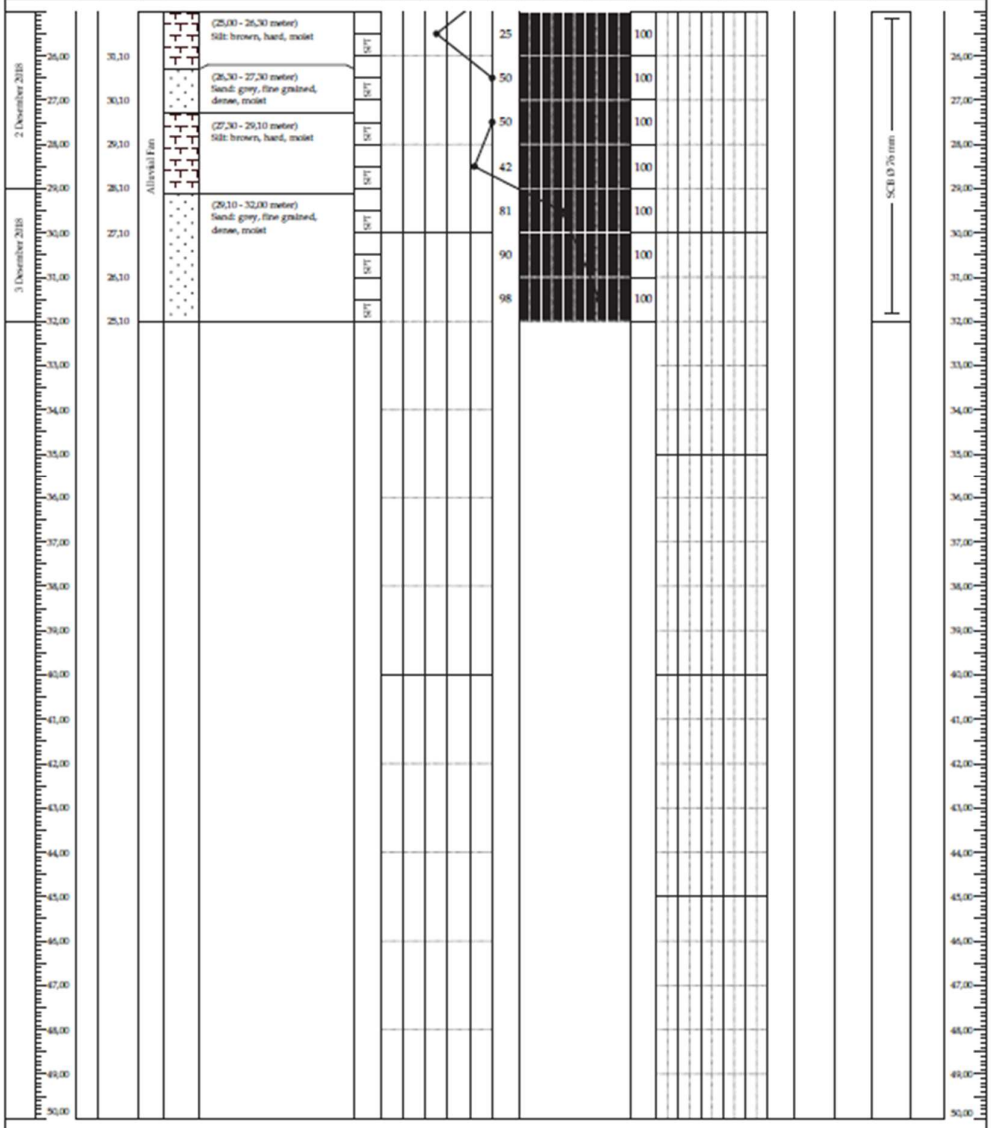
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : LP - 2

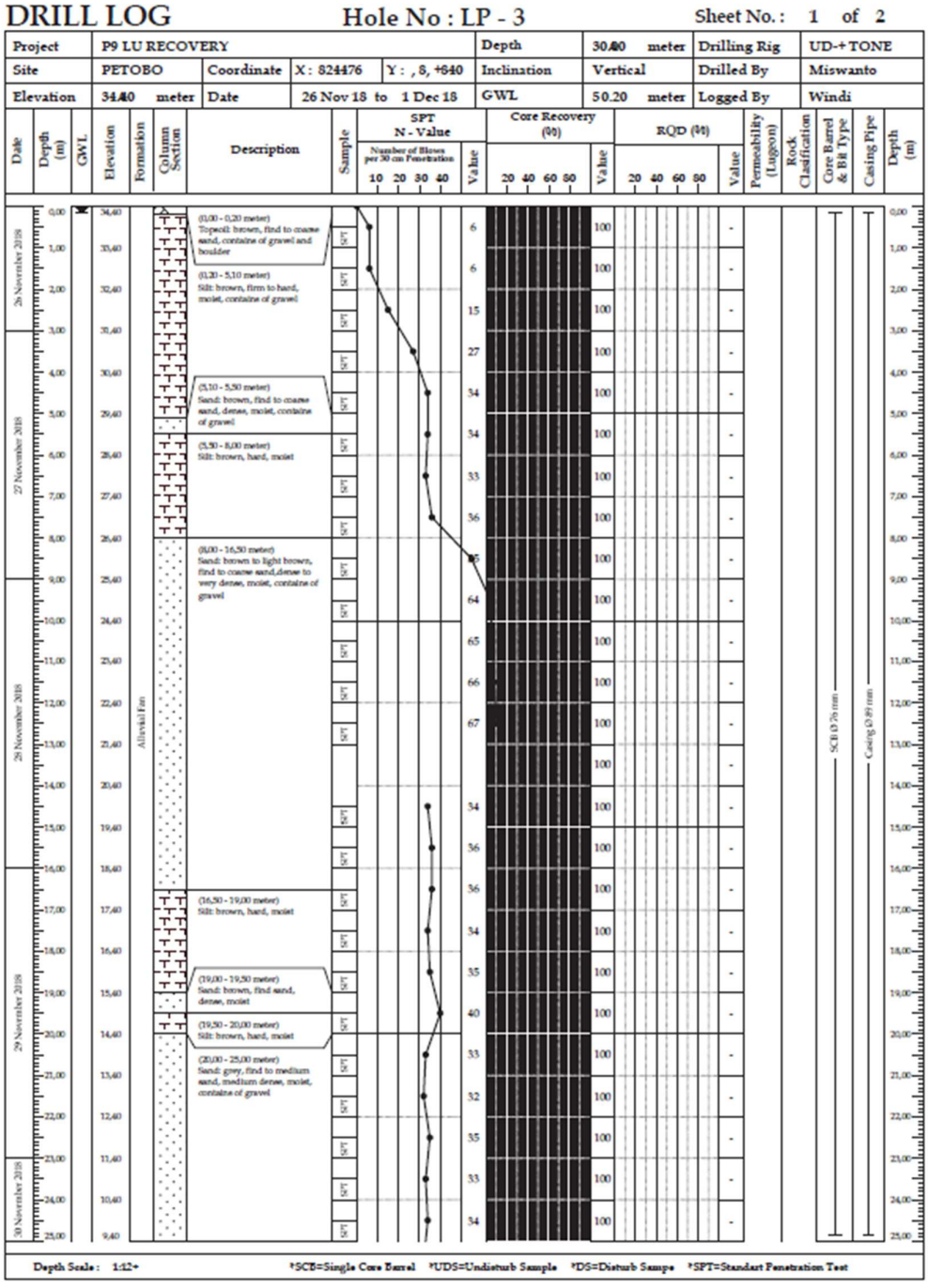
Sheet No. : 2 of 2

Project	PALU RECOVERY			Depth	32.00 meter	Drilling Rig	UD-5 TONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 824476 Y : 9895840	Inclination	Vertical	Drilled By	Irpa
Elevation	57,10 meter	Date	27 Nov 18 to 3 Dec 18	GWL	-2.62 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:125

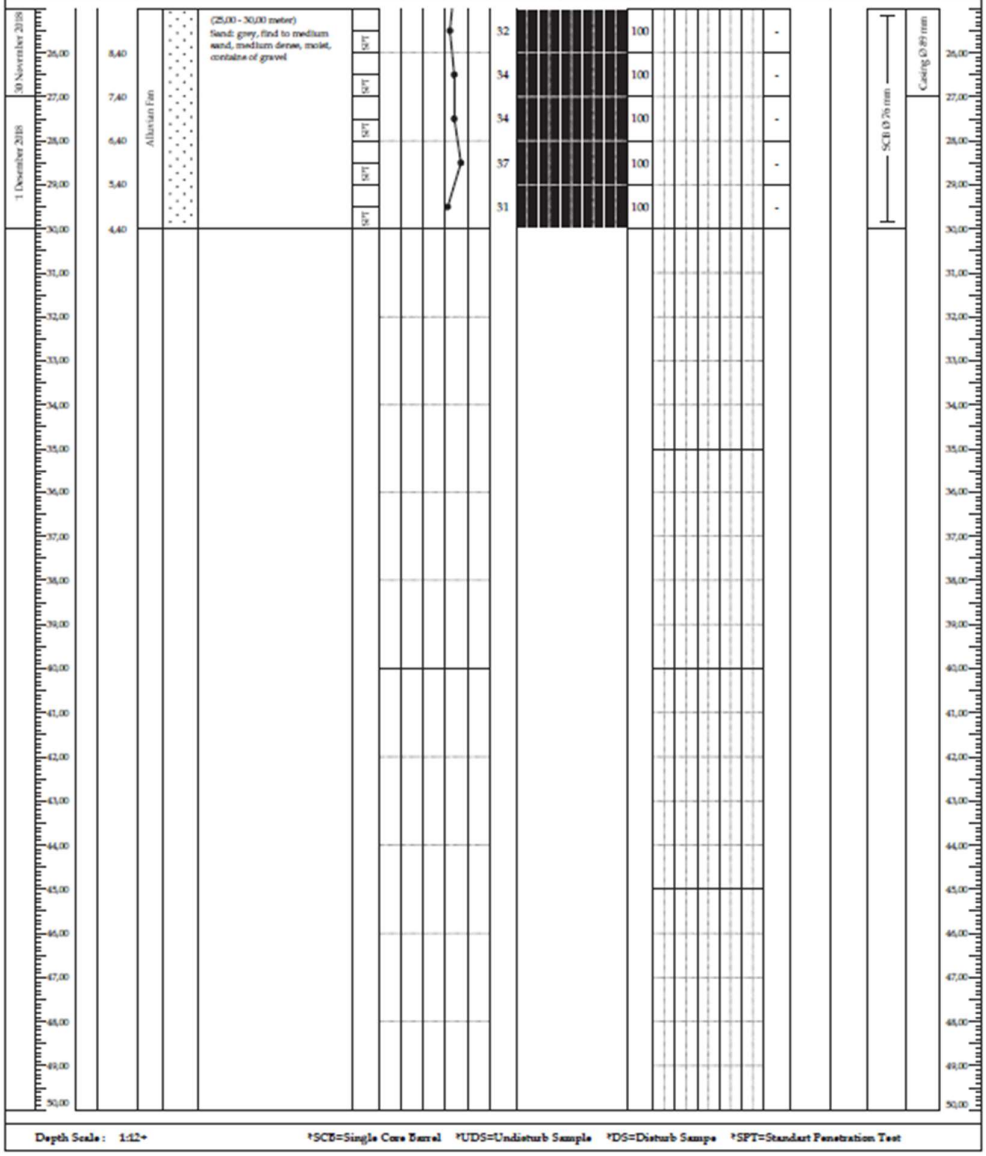
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test


DRILL LOG
Hole No : LP - 3
Sheet No. : 1 of 2
Project: P9 LU RECOVERY
Site: PETOBO
Coordinate: X : 824476 Y : , 8, +640
Elevation: 34,40 meter
Date: 26 Nov 18 to 1 Dec 18
Depth: 30,00 meter
Inclination: Vertical
GWL: 5 0.20 meter
Drilling Rig: UD-+ TONE
Drilled By: Miswanto
Logged By: Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
(0,00 - 0,20 meter) Topsoil: brown, find to coarse sand, contains of gravel and boulder
(0,20 - 5,10 meter) Silt: brown, firm to hard, moist, contains of gravel
(5,10 - 5,50 meter) Sand: brown, find to coarse sand, dense, moist, contains of gravel
(5,50 - 8,00 meter) Silt: brown, hard, moist
(8,00 - 16,50 meter) Sand: brown to light brown, find to coarse sand,dense to very dense, moist, contains of gravel
(16,50 - 19,00 meter) Silt: brown, hard, moist
(19,00 - 19,50 meter) Sand: brown, find sand, dense, moist
(19,50 - 20,00 meter) Silt: brown, hard, moist
(20,00 - 25,00 meter) Sand: gray, find to medium sand, medium dense, moist, contains of gravel
Alluvial Fan
SCB Ø 76 mm
Casing Ø 89 mm
26 November 2018
27 November 2018
28 November 2018
29 November 2018
30 November 2018
Depth Scale : 1:12+
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

Hole No : LP - 3 Sheet No. : 2 of 2

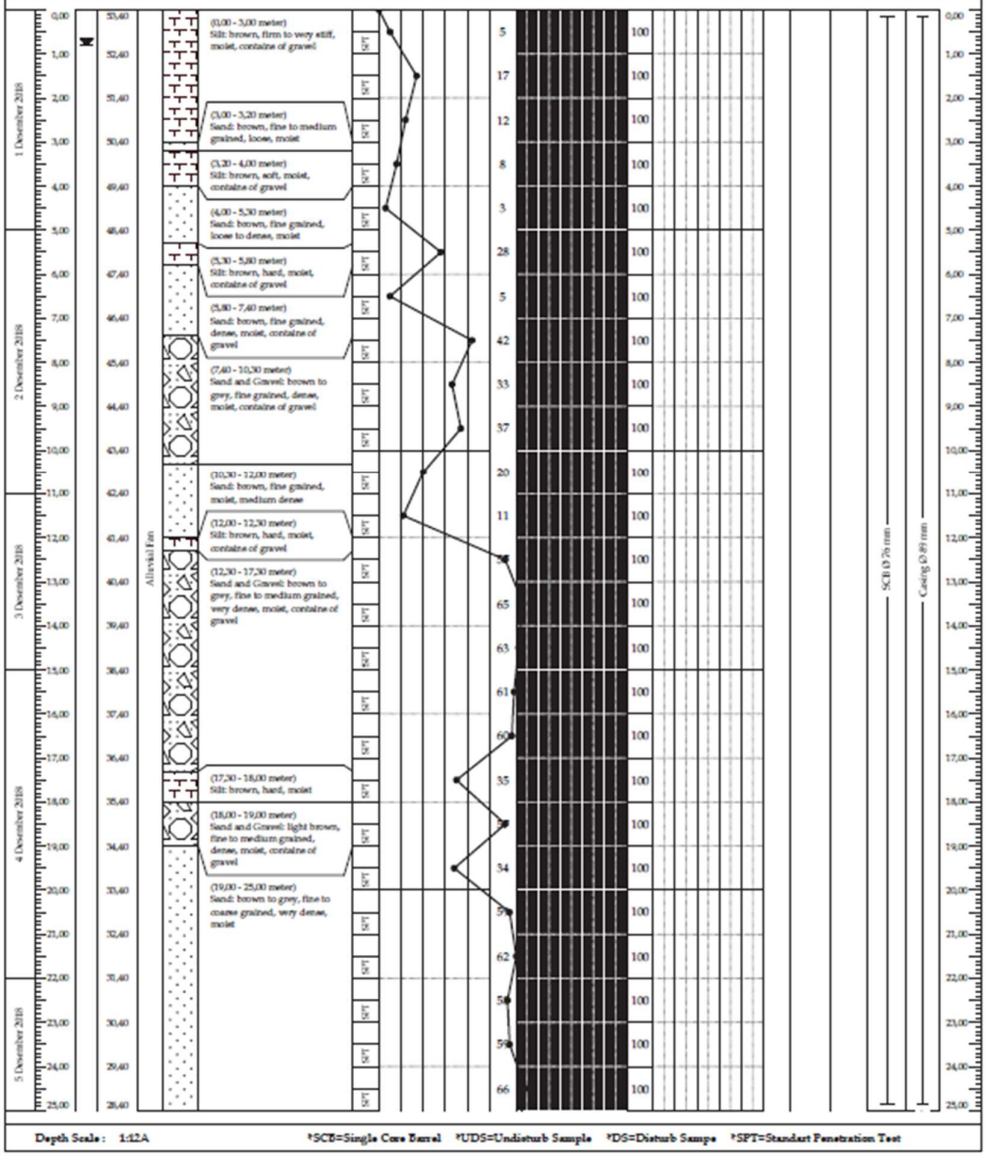
Project	P9 LU RECOVERY			Depth	30.40 meter	Drilling Rig	UD-+TONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 824476 Y : , 8, +640	Inclination	Vertical	Drilled By	Miswanto
Elevation	34.40 meter	Date	26 Nov 18 to 1 Dec 18	GWL	50.20 meter	Logged By	Windi



DRILL LOG

Hole No : LP - 4 — Sheet No. : 1 of 2

Project	P7 LU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-ATONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 824246	Y : 98963, 0	Inclination	Vertical	Drilled By	Miswanto
Elevation	ASL 0 meter	Date	1 Des 18	to ADes 18	GWL	-0.80 meter	Logged By	Windi



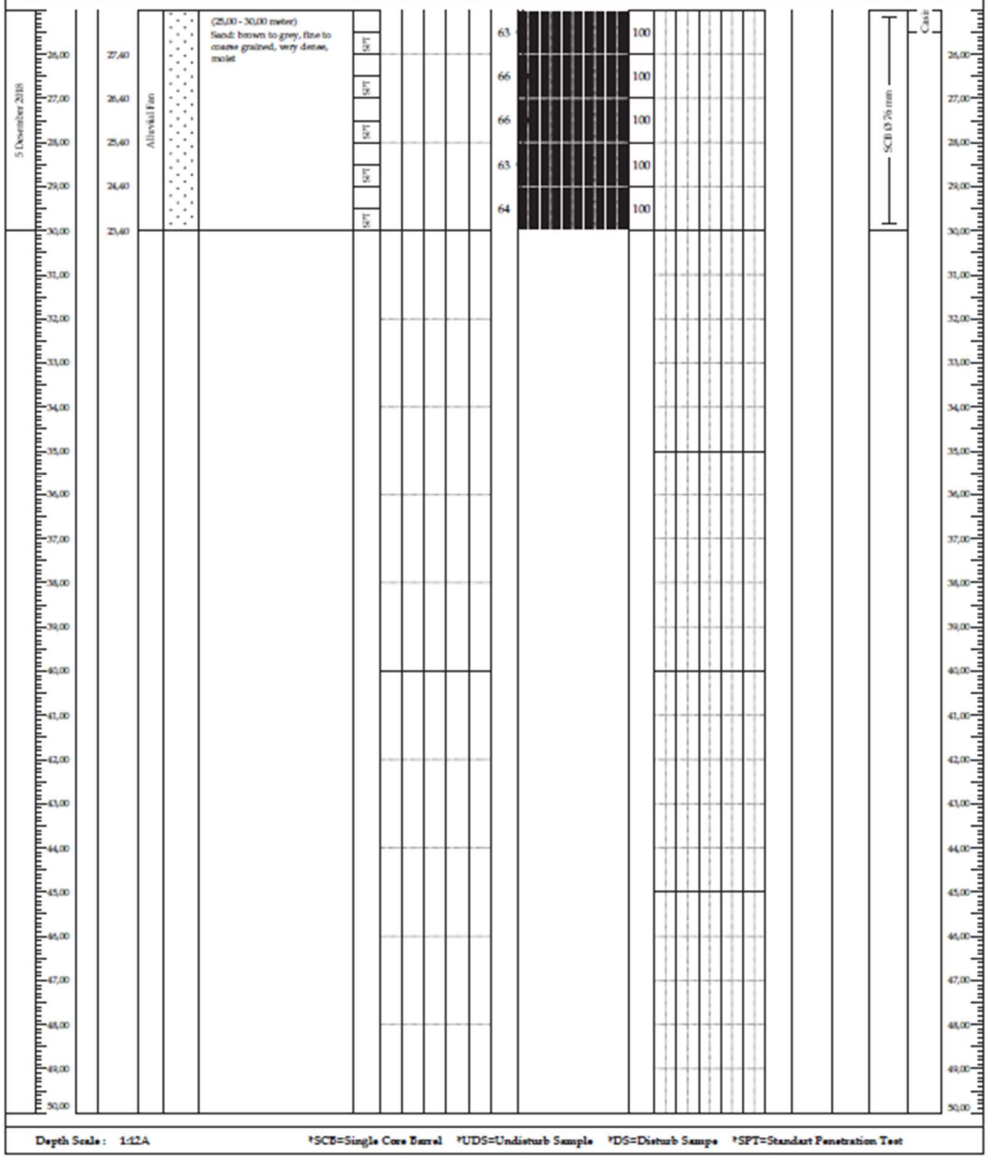
Depth Scale : 1:12A

*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test

DRILL LOG

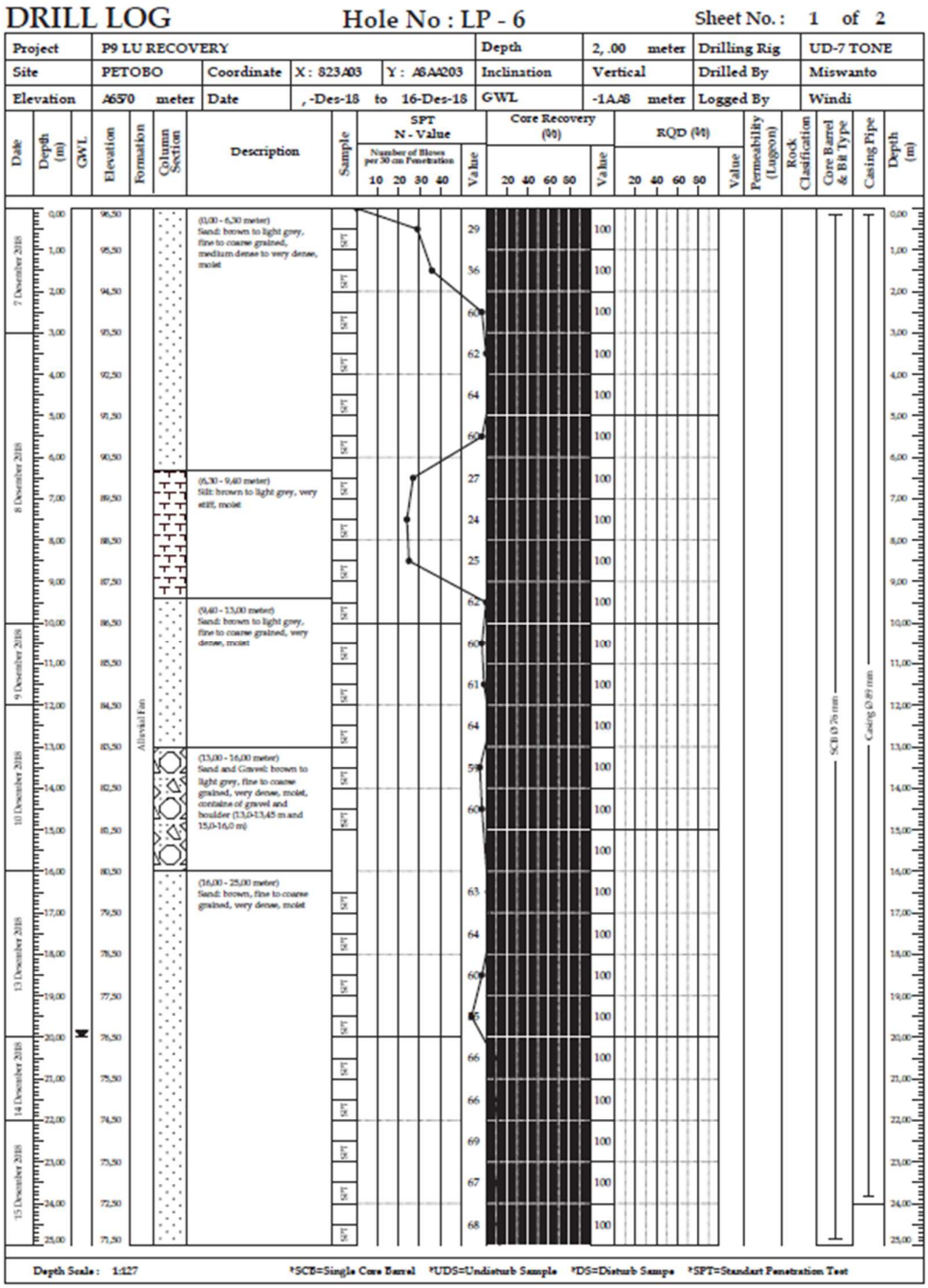
Hole No : LP - 4 Sheet No. : 2 of 2

Project	P7 LU RECOVERY			Depth	30.00 meter	Drilling Rig	UD-ATONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 824246 Y : 98963, 0	Inclination	Vertical	Drilled By	Miswanto
Elevation	A3810 meter	Date	1 Des 18 to ADes 18	GWL	-0.80 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:12A

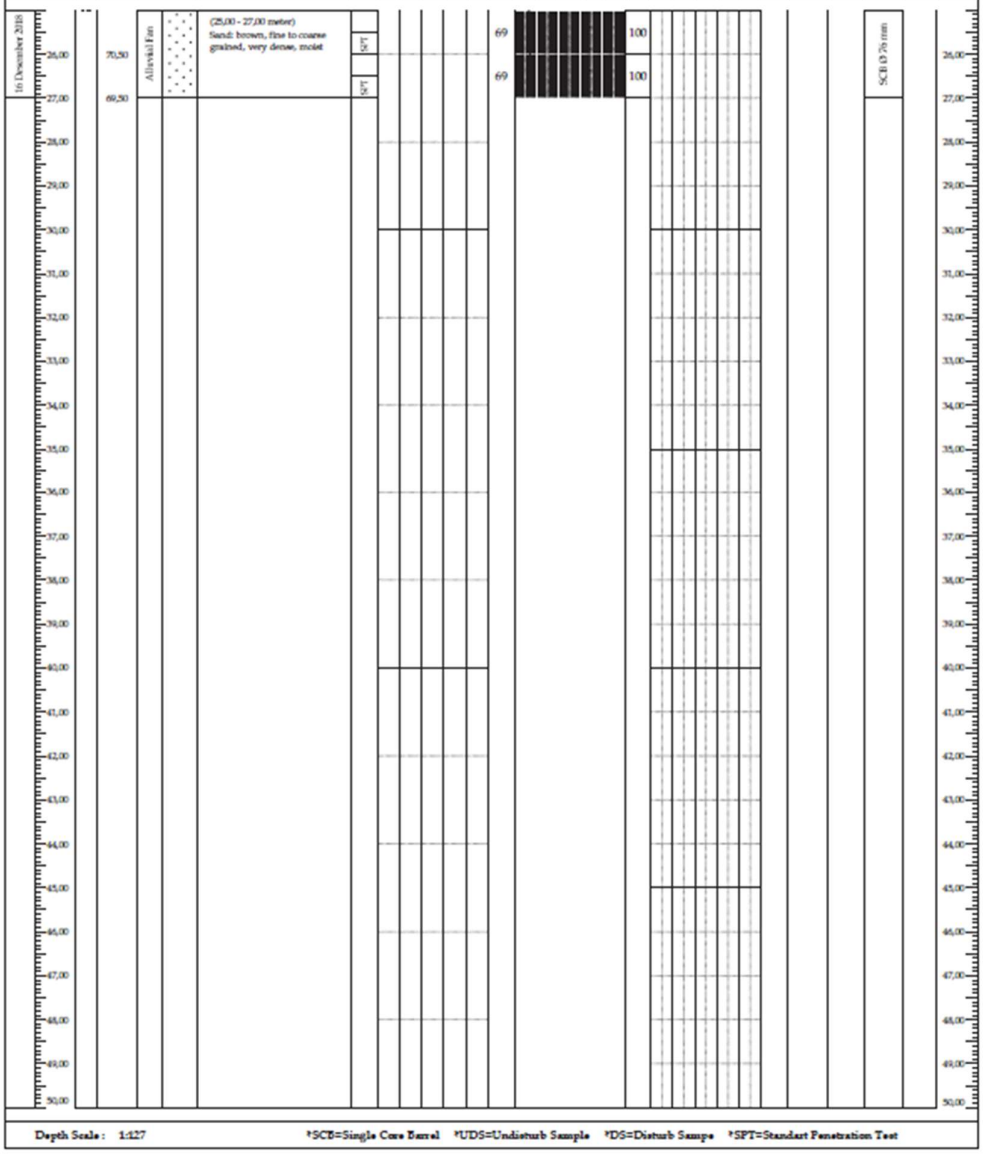
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test


DRILL LOG
Hole No : LP - 6
Sheet No. : 1 of 2
Project: P9 LU RECOVERY
Depth: 2, .00 meter
Drilling Rig: UD-7 TONE
Site: PETOBO
Coordinate: X : 823A03 Y : A8AA203
Inclination: Vertical
Drilled By: Miswanto
Elevation: A6570 meter
Date: , -Dec-18 to 16-Dec-18
GWL: -1AA8 meter
Logged By: Windi
Date
Depth (m)
GWL
Elevation
Formation
Column Section
Description
Sample
SPT N - Value
Number of Blows per 30 cm Penetration
Value
Core Recovery (%)
RQD (%)
Permeability (Lugeon)
Rock Clasification
Core Barrel & Bit Type
Casing Pipe
Depth (m)
(0,00 - 6,30 meter) Sand: brown to light grey, fine to coarse grained, medium dense to very dense, moist
(6,30 - 9,40 meter) Silt: brown to light grey, very stiff, moist
(9,40 - 13,00 meter) Sand: brown to light grey, fine to coarse grained, very dense, moist
(13,00 - 16,00 meter) Sand and Gravel: brown to light grey, fine to coarse grained, very dense, moist, contains of gravel and boulder (13,0-13,45 m and 15,0-16,0 m)
(16,00 - 25,00 meter) Sand: brown, fine to coarse grained, very dense, moist
Alluvial Fan
SCB ID 76 mm
Casing ID 89 mm
Depth Scale : 1:127
*SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sampe *SPT=Standart Penetration Test

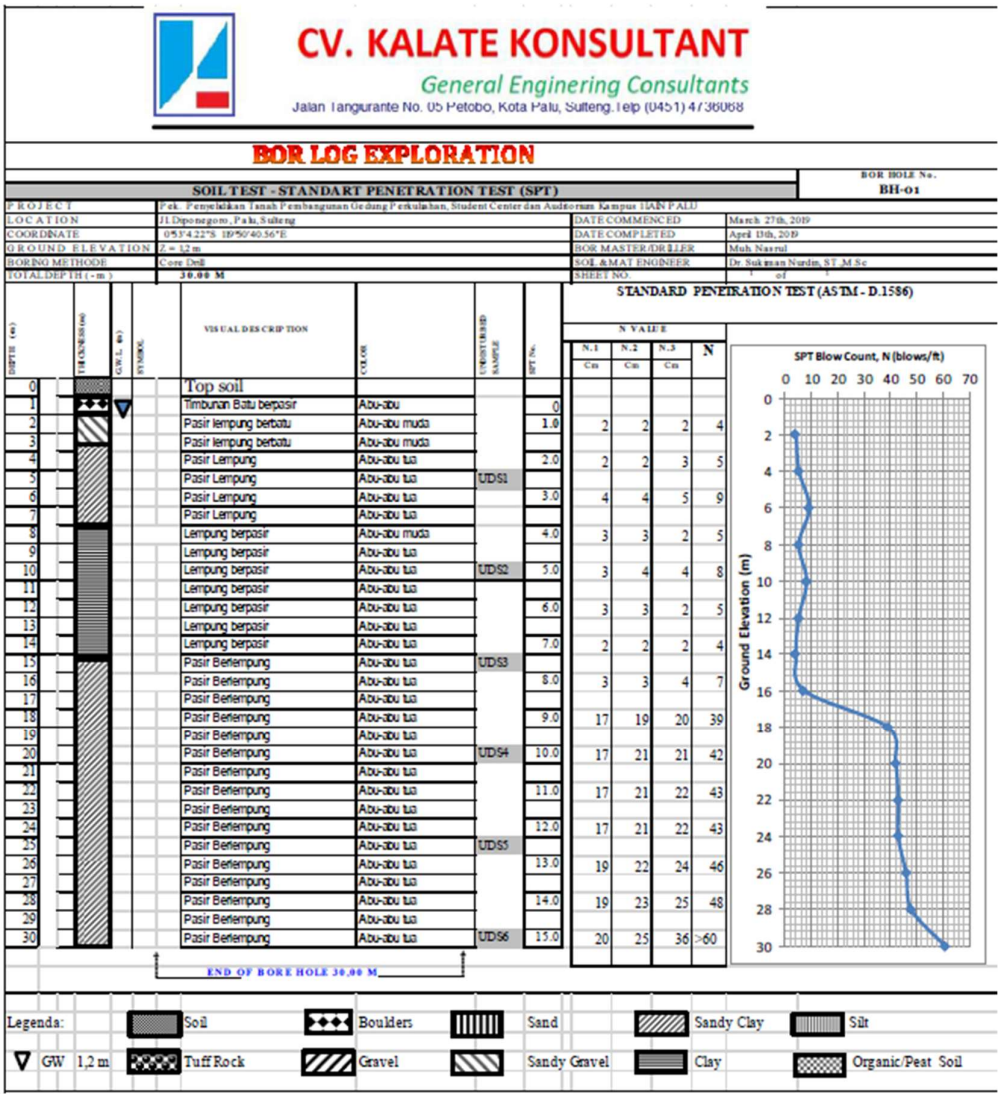
DRILL LOG

Hole No : LP - 6 Sheet No. : 2 of 2

Project	P9 LU RECOVERY			Depth	2, .00 meter	Drilling Rig	UD-7 TONE
Site	PETOBO	Coordinate	X : 823A03	Y : A8AA203	Inclination	Vertical	Drilled By	Miswanto
Elevation	A650 meter	Date	, -Des-18 to 16-Des-18		GWL	-1A.A8 meter	Logged By	Windi



Depth Scale : 1:127 *SCB=Single Core Barrel *UDS=Undisturb Sample *DS=Disturb Sample *SPT=Standart Penetration Test



CV. KALATE KONSULTANT

General Enginering Consultants

Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng. Telp (0451) 4736068

BOR LOG EXPLORATION

BOR HOLE No.: **BH-01**

SOIL TEST - STANDART PENETRATION TEST (SPT)

PROJECT	Pek. Penyelidikan Tanah Pembangunan Gedung Perkuliahan, Student Center dan Auditorium Kampus IAIN PALU		
LOCATION	Jl. Diponegoro, Palu, Sulteng	DATE COMMENCED	March 27th, 2019
COORDINATE	0°53'4.22"S 119°50'40.56"E	DATE COMPLETED	April 15th, 2019
GROUND ELEVATION	Z = 12 m	BOR MASTER/DRILLER	Muh. Nasrul
BORING METHODE	Core Drill	SOIL & MAT ENGINEER	Dr. Sukman Nurdin, ST.,M.Sc
TOTAL DEPTH (- m)	30.00 M	SHEET NO.	1 of 1

STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)

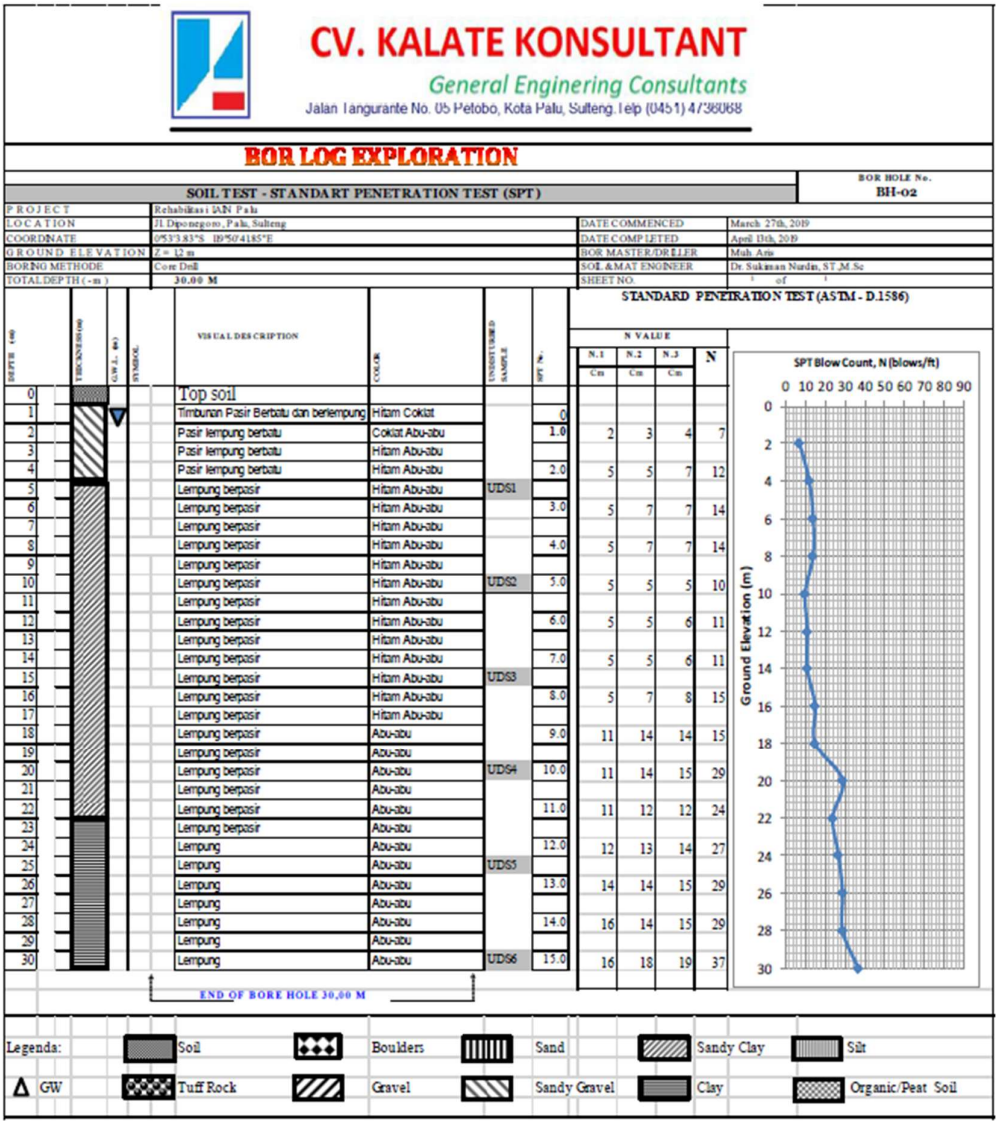
DEPTH (m)	THICKNESS (m)	G.W.L. (m)	SYMBOL	VISUAL DESCRIPTION	COLOR	UNDISTURBED SAMPLE	SPT No.	N VALUE N.1 Cm	N.2 Cm	N.3 Cm	N
0				Top soil							
1		▽		Timbunan Batu berpasir	Abu-abu		0				
2				Pasir lempung berbatu	Abu-abu muda		1.0	2	2	2	4
3				Pasir lempung berbatu	Abu-abu muda						
4				Pasir Lempung	Abu-abu tua		2.0	2	2	3	5
5				Pasir Lempung	Abu-abu tua	UDS1					
6				Pasir Lempung	Abu-abu tua		3.0	4	4	5	9
7				Pasir Lempung	Abu-abu tua						
8				Lempung berpasir	Abu-abu muda		4.0	3	3	2	5
9				Lempung berpasir	Abu-abu tua						
10				Lempung berpasir	Abu-abu tua	UDS2	5.0	3	4	4	8
11				Lempung berpasir	Abu-abu tua						
12				Lempung berpasir	Abu-abu tua		6.0	3	3	2	5
13				Lempung berpasir	Abu-abu tua						
14				Lempung berpasir	Abu-abu tua		7.0	2	2	2	4
15				Pasir Berlempung	Abu-abu tua	UDS3					
16				Pasir Berlempung	Abu-abu tua		8.0	3	3	4	7
17				Pasir Berlempung	Abu-abu tua						
18				Pasir Berlempung	Abu-abu tua		9.0	17	19	20	39
19				Pasir Berlempung	Abu-abu tua						
20				Pasir Berlempung	Abu-abu tua	UDS4	10.0	17	21	21	42
21				Pasir Berlempung	Abu-abu tua						
22				Pasir Berlempung	Abu-abu tua		11.0	17	21	22	43
23				Pasir Berlempung	Abu-abu tua						
24				Pasir Berlempung	Abu-abu tua		12.0	17	21	22	43
25				Pasir Berlempung	Abu-abu tua	UDS5					
26				Pasir Berlempung	Abu-abu tua		13.0	19	22	24	46
27				Pasir Berlempung	Abu-abu tua						
28				Pasir Berlempung	Abu-abu tua		14.0	19	23	25	48
29				Pasir Berlempung	Abu-abu tua						
30				Pasir Berlempung	Abu-abu tua	UDS6	15.0	20	25	36	>60

END OF BORE HOLE 30.00 M

Legenda:

Soil | Boulders | Sand | Sandy Clay | Silt

▽ GW 1,2 m | Tuff Rock | Gravel | Sandy Gravel | Clay | Organic/Peat Soil



CV. KALATE KONSULTANT

General Enginering Consultants

Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng. Telp (0451) 4738068

BOR LOG EXPLORATION

SOIL TEST - STANDART PENETRATION TEST (SPT)

BOR HOLE No. **BH-02**

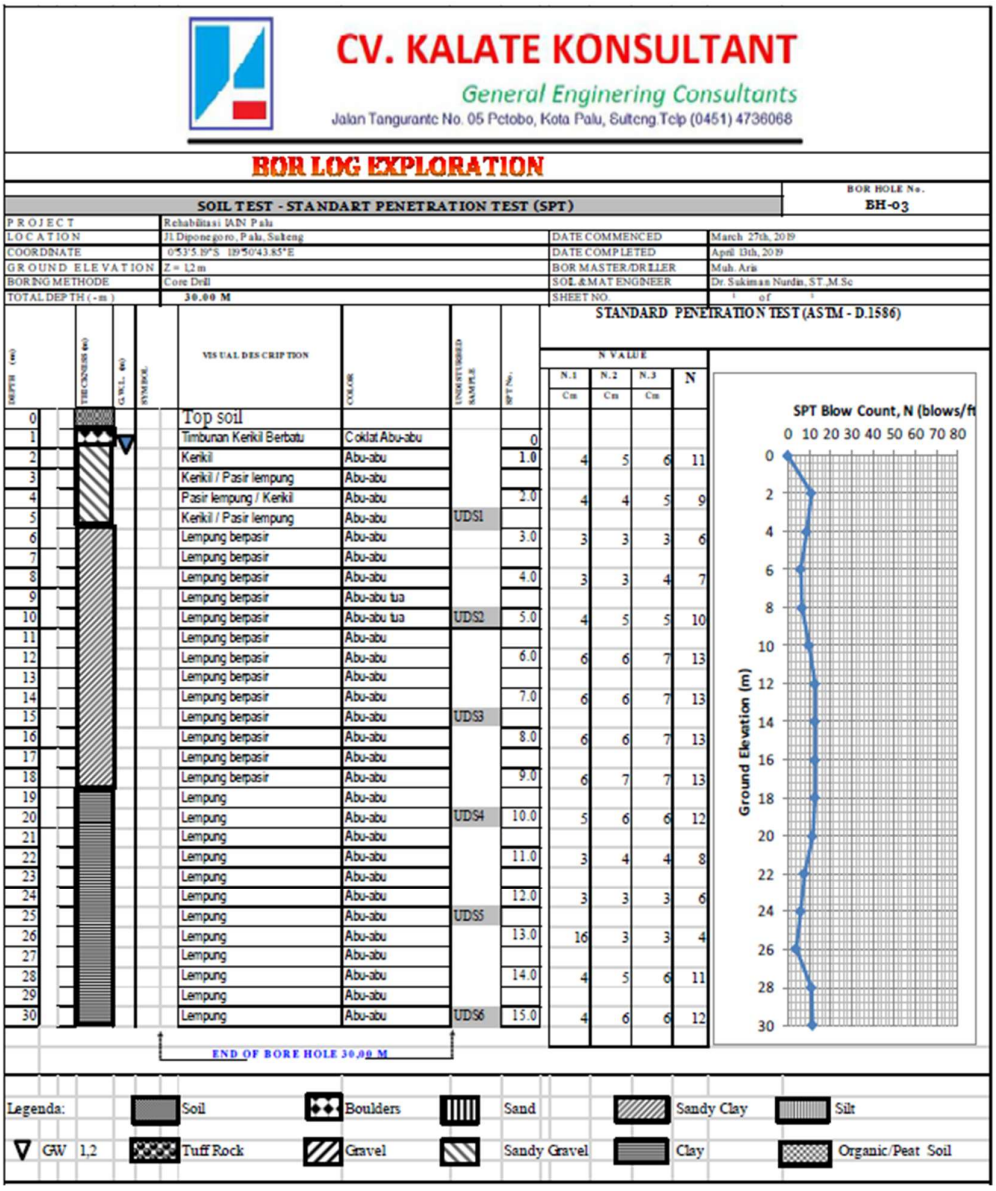
PROJECT	Rehabilitasi IAIN Palu		
LOCATION	Jl. Diponegoro, Palu, Sulteng	DATE COMMENCED	March 27th, 2019
COORDINATE	0°53'1.83"S 119°50'41.85"E	DATE COMPLETED	April 13th, 2019
GROUND ELEVATION	Z = 12 m	BOR MASTER/DRILLER	Muh. Aris
BORING METHODE	Core Drill	SOIL & MAT ENGINEER	Dr. Sukmawan Nurdin, ST.,M.Sc
TOTAL DEPTH (- m)	30.00 M	SHEET NO.	1 of 1

STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)

DEPTH (m)	THICKNESS (m)	G.W.L. (m)	SYMBOL	VISUAL DESCRIPTION	COLOR	UNDISTURBED SAMPLE	SPT - N	N VALUE N.1 Cm	N.2 Cm	N.3 Cm	N
0				Top soil							
1		▽		Timbunan Pasir Berbatu dan berlempung	Hitam Coklat		0				
2				Pasir lempung berbatu	Coklat Abu-abu		1.0	2	3	4	7
3				Pasir lempung berbatu	Hitam Abu-abu						
4				Pasir lempung berbatu	Hitam Abu-abu		2.0	5	5	7	12
5				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu	UDS1					
6				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu		3.0	5	7	7	14
7				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu						
8				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu		4.0	5	7	7	14
9				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu						
10				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu	UDS2	5.0	5	5	5	10
11				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu						
12				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu		6.0	5	5	6	11
13				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu						
14				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu		7.0	5	5	6	11
15				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu	UDS3					
16				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu		8.0	5	7	8	15
17				Lempung berpasir	Hitam Abu-abu						
18				Lempung berpasir	Abu-abu		9.0	11	14	14	15
19				Lempung berpasir	Abu-abu						
20				Lempung berpasir	Abu-abu	UDS4	10.0	11	14	15	29
21				Lempung berpasir	Abu-abu						
22				Lempung berpasir	Abu-abu		11.0	11	12	12	24
23				Lempung berpasir	Abu-abu						
24				Lempung	Abu-abu		12.0	12	13	14	27
25				Lempung	Abu-abu	UDS5					
26				Lempung	Abu-abu		13.0	14	14	15	29
27				Lempung	Abu-abu						
28				Lempung	Abu-abu		14.0	16	14	15	29
29				Lempung	Abu-abu						
30				Lempung	Abu-abu	UDS6	15.0	16	18	19	37

END OF BORE HOLE 30,00 M

Legenda: Soil, Boulders, Sand, Sandy Clay, Silt, GW, Tuff Rock, Gravel, Sandy Gravel, Clay, Organic/Peat Soil



CV. KALATE KONSULTANT

General Enginering Consultants

Jalan Tangurante No. 05 Pctobo, Kota Palu, Sulteng Telp (0451) 4736068

BOR LOG EXPLORATION

SOIL TEST - STANDART PENETRATION TEST (SPT)

BOR HOLE No. **BH-03**

PROJECT	Rehabilitasi IAIN Palu		
LOCATION	Jl.Diponegoro, Palu, Sulteng	DATE COMMENCED	March 27th, 2019
COORDINATE	0°53'5.39"S 119°50'43.85"E	DATE COMPLETED	April 13th, 2019
GROUND ELEVATION	Z = 1,2 m	BOR MASTER/DRILLER	Muh. Aris
BORING METHODE	Core Drill	SOIL & MAT ENGINEER	Dr. Sukiman Nurdin, ST.,M.Sc
TOTAL DEPTH (-m)	30.00 M	SHEET NO.	1 of 1

STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)

DEPTH (m)	THICKNESS (m)	G.W.L. (m)	SYMBOL	VISUAL DESCRIPTION	COLOR	UNDISTURBED SAMPLE	SPT No.	N VALUE N.1 Cm	N.2 Cm	N.3 Cm	N
0				Top soil							
1				Timbunan Kerikil Berbatu	Coklat Abu-abu		0				
2				Kerikil	Abu-abu		1.0	4	5	6	11
3				Kerikil / Pasir lempung	Abu-abu						
4				Pasir lempung / Kerikil	Abu-abu		2.0	4	4	5	9
5				Kerikil / Pasir lempung	Abu-abu	UDS1					
6				Lempung berpasir	Abu-abu		3.0	3	3	3	6
7				Lempung berpasir	Abu-abu						
8				Lempung berpasir	Abu-abu		4.0	3	3	4	7
9				Lempung berpasir	Abu-abu tua						
10				Lempung berpasir	Abu-abu tua	UDS2	5.0	4	5	5	10
11				Lempung berpasir	Abu-abu						
12				Lempung berpasir	Abu-abu		6.0	6	6	7	13
13				Lempung berpasir	Abu-abu						
14				Lempung berpasir	Abu-abu		7.0	6	6	7	13
15				Lempung berpasir	Abu-abu	UDS3					
16				Lempung berpasir	Abu-abu		8.0	6	6	7	13
17				Lempung berpasir	Abu-abu						
18				Lempung berpasir	Abu-abu		9.0	6	7	7	13
19				Lempung	Abu-abu						
20				Lempung	Abu-abu	UDS4	10.0	5	6	6	12
21				Lempung	Abu-abu						
22				Lempung	Abu-abu		11.0	3	4	4	8
23				Lempung	Abu-abu						
24				Lempung	Abu-abu		12.0	3	3	3	6
25				Lempung	Abu-abu	UDS5					
26				Lempung	Abu-abu		13.0	16	3	3	4
27				Lempung	Abu-abu						
28				Lempung	Abu-abu		14.0	4	5	6	11
29				Lempung	Abu-abu						
30				Lempung	Abu-abu	UDS6	15.0	4	6	6	12

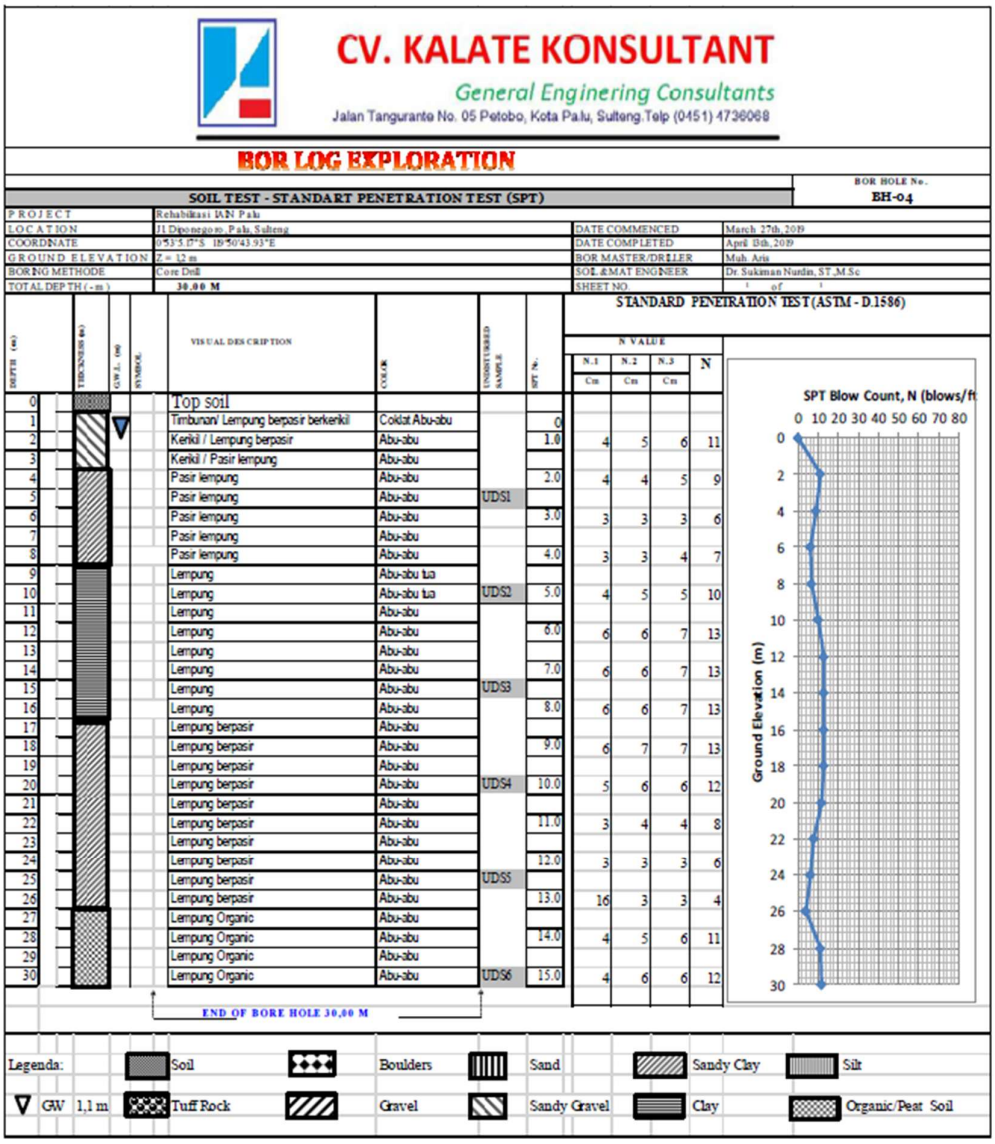
END OF BORE HOLE 30.00 M

Legenda:

GW 1,2

Soil, Boulders, Sand, Sandy Clay, Silt

Tuff Rock, Gravel, Sandy Gravel, Clay, Organic/Peat Soil



CV. KALATE KONSULTANT

General Enginering Consultants

Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

BOR LOG EXPLORATION

BOR HOLE No. **BH-04**

SOIL TEST - STANDART PENETRATION TEST (SPT)

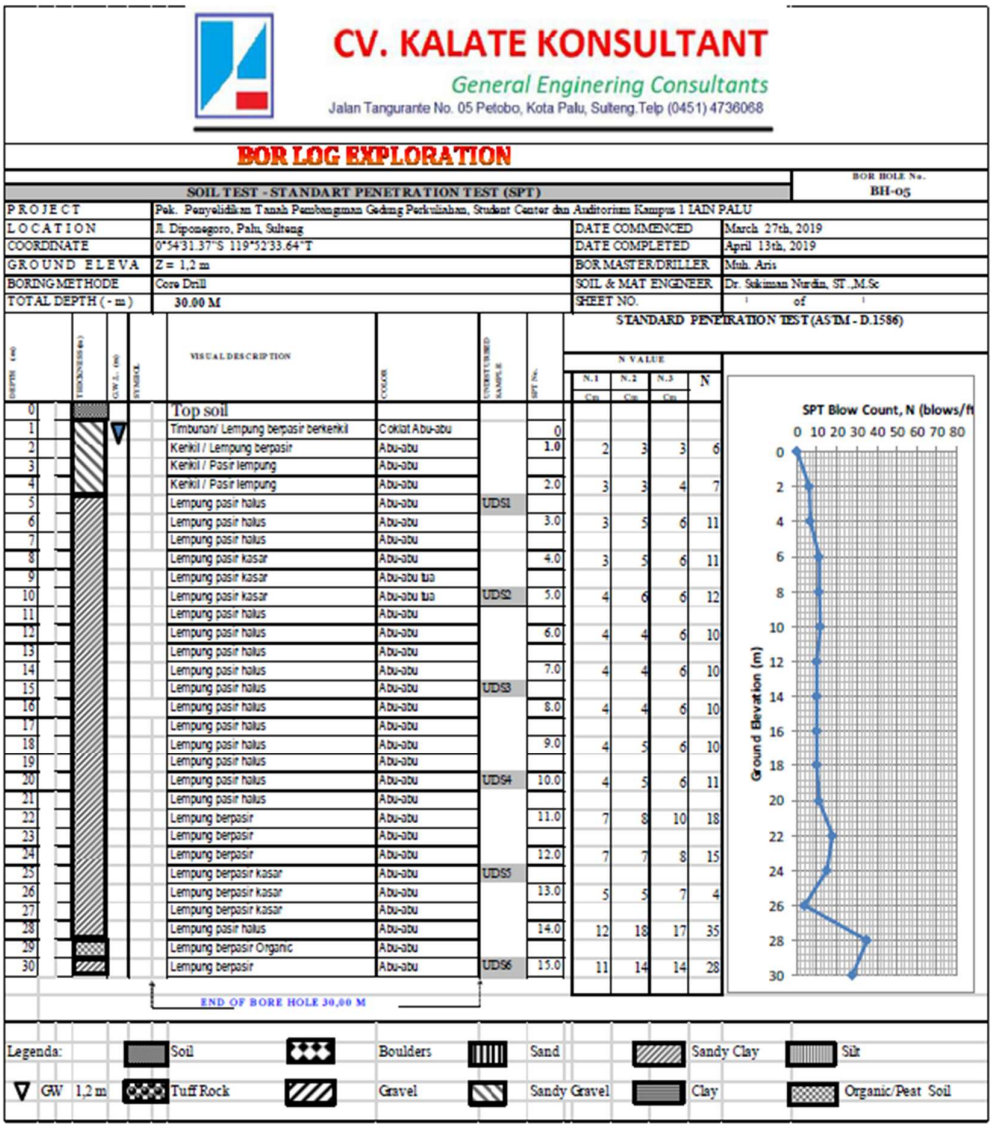
PROJECT	Rehabilitasi JAN Palu		
LOCATION	Jl.Diponegoro ,Palu, Sulteng	DATE COMMENCED	March 27th, 2019
COORDINATE	0°53'5.17"S 119°50'43.93"E	DATE COMPLETED	April 18th, 2019
GROUND ELEVATION	Z = 12 m	BOR MASTER/DRILLER	Muh. Aris
BORING METHODE	Core Drill	SOIL &MAT ENGINEER	Dr. Sukiman Nurdin, ST.,M.Sc
TOTAL DEPTH (- m)	30,00 M	SHEET NO	1 of 1

STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)

DEPTH (m)	THICKNESS (m)	G.W.L. (m)	SYMBOL	VISUAL DES CRIPTION	COLOR	UNDISTURBED SAMPLE	SPT No.	N VALUE N.1 Cm	N.2 Cm	N.3 Cm	N
0				Top soil							
1				Timbunan/ Lempung berpasir berkerikil	Coklat Abu-abu		0				
2				Kerikil / Lempung berpasir	Abu-abu		1.0	4	5	6	11
3				Kerikil / Pasir lempung	Abu-abu						
4				Pasir lempung	Abu-abu		2.0	4	4	5	9
5				Pasir lempung	Abu-abu	UDS1					
6				Pasir lempung	Abu-abu		3.0	3	3	3	6
7				Pasir lempung	Abu-abu						
8				Pasir lempung	Abu-abu		4.0	3	3	4	7
9				Lempung	Abu-abu tua						
10				Lempung	Abu-abu tua	UDS2	5.0	4	5	5	10
11				Lempung	Abu-abu						
12				Lempung	Abu-abu		6.0	6	6	7	13
13				Lempung	Abu-abu						
14				Lempung	Abu-abu		7.0	6	6	7	13
15				Lempung	Abu-abu	UDS3					
16				Lempung	Abu-abu		8.0	6	6	7	13
17				Lempung berpasir	Abu-abu						
18				Lempung berpasir	Abu-abu		9.0	6	7	7	13
19				Lempung berpasir	Abu-abu						
20				Lempung berpasir	Abu-abu	UDS4	10.0	5	6	6	12
21				Lempung berpasir	Abu-abu						
22				Lempung berpasir	Abu-abu		11.0	3	4	4	8
23				Lempung berpasir	Abu-abu						
24				Lempung berpasir	Abu-abu		12.0	3	3	3	6
25				Lempung berpasir	Abu-abu	UDS5					
26				Lempung berpasir	Abu-abu		13.0	16	3	3	4
27				Lempung Organic	Abu-abu						
28				Lempung Organic	Abu-abu		14.0	4	5	6	11
29				Lempung Organic	Abu-abu						
30				Lempung Organic	Abu-abu	UDS6	15.0	4	6	6	12

END OF BORE HOLE 30,00 M

Legenda: GW 1,1 m — Soil, Tuff Rock, Boulders, Gravel, Sand, Sandy Gravel, Sandy Clay, Clay, Silt, Organic/Peat Soil



CV. KALATE KONSULTANT

General Enginering Consultants

Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

BOR LOG EXPLORATION

SOIL TEST - STANDART PENETRATION TEST (SPT)

BOR HOLE No.: BH-05

PROJECT	Pek. Penyelidikan Tanah Pembangunan Gedung Perkuliahan, Student Center dan Auditorium Kampus 1 IAIN PALU		
LOCATION	Jl. Diponegoro, Palu, Sulteng	DATE COMMENCED	March 27th, 2019
COORDINATE	0°54'31.37"S 119°52'33.64"T	DATE COMPLETED	April 13th, 2019
GROUND ELEVA	Z = 1,2 m	BOR MASTER/DRILLER	Muh. Aris
BORING METHODE	Core Drill	SOIL & MAT ENGINEER	Dr. Sukiman Nurdin, ST.,M.Sc
TOTAL DEPTH (- m)	30.00 M	SHEET NO.	1 of 1

STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)

DEPTH (m)	THICKNESS (m)	G.W.L. (m)	SYMBOL	VISUAL DESCRIPTION	COLOR	UNDISTURBED SAMPLE	SPT No.	N VALUE N.1 Cm	N.2 Cm	N.3 Cm	N
0				Top soil							
1		▽		Timbunan/ Lempung berpasir berkerikil	Coklat Abu-abu		0				
2				Kerikil / Lempung berpasir	Abu-abu		1.0	2	3	3	6
3				Kerikil / Pasir lempung	Abu-abu						
4				Kerikil / Pasir lempung	Abu-abu		2.0	3	3	4	7
5				Lempung pasir halus	Abu-abu	UDS1					
6				Lempung pasir halus	Abu-abu		3.0	3	5	6	11
7				Lempung pasir halus	Abu-abu						
8				Lempung pasir kasar	Abu-abu		4.0	3	5	6	11
9				Lempung pasir kasar	Abu-abu tua						
10				Lempung pasir kasar	Abu-abu tua	UDS2	5.0	4	6	6	12
11				Lempung pasir halus	Abu-abu						
12				Lempung pasir halus	Abu-abu		6.0	4	4	6	10
13				Lempung pasir halus	Abu-abu						
14				Lempung pasir halus	Abu-abu		7.0	4	4	6	10
15				Lempung pasir halus	Abu-abu	UDS3					
16				Lempung pasir halus	Abu-abu		8.0	4	4	6	10
17				Lempung pasir halus	Abu-abu						
18				Lempung pasir halus	Abu-abu		9.0	4	5	6	10
19				Lempung pasir halus	Abu-abu						
20				Lempung pasir halus	Abu-abu	UDS4	10.0	4	5	6	11
21				Lempung pasir halus	Abu-abu						
22				Lempung berpasir	Abu-abu		11.0	7	8	10	18
23				Lempung berpasir	Abu-abu						
24				Lempung berpasir	Abu-abu		12.0	7	7	8	15
25				Lempung berpasir kasar	Abu-abu	UDS5					
26				Lempung berpasir kasar	Abu-abu		13.0	5	5	7	4
27				Lempung berpasir kasar	Abu-abu						
28				Lempung pasir halus	Abu-abu		14.0	12	18	17	35
29				Lempung berpasir Organic	Abu-abu						
30				Lempung berpasir	Abu-abu	UDS6	15.0	11	14	14	28

END OF BORE HOLE 30,00 M

Legenda:

▽ GW 1,2 m

Soil, Tuff Rock, Boulders, Gravel, Sand, Sandy Gravel, Sandy Clay, Clay, Silt, Organic/Peat Soil

LAMPIRAN B

Lampiran B: Data Hasil Penyelidikan Laboratorium

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng Telp (0451) 4736068

Tabel 9 Rekapan Hasil Penyelidikan Laboratorium Titik BH.01

No	Jenis Pengujian	Parameter/ Simbol	Satuan	Hasil	Kedalaman Sampel (m)	Kode Sampel
I	Borehole 1 (BH 01)					
	1. Kadar Air					
	Kadar air	w	%	11.370	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		w	%	10.310	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		w	%	53.970	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		w	%	20.850	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		w	%	15.460	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		w	%	17.790	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	2. Berat Isi					
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.580	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	12.950		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.930	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	12.240		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	55.680		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.670	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	22.520		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	17.170		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	19.500		
	3. Berat Jenis					
	Berat Jenis	Gs		2.678	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		Gs		2.759	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		Gs		2.659	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		Gs		2.651	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		Gs		2.564	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		Gs		2.347	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	4. Analisa Saringan					
	Persentase Tertahan	#200	%	99.80	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Persentase Lolos	#200	%	0.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	78.20	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Persentase Lolos	#200	%	21.80		
	Persentase Tertahan	#200	%	96.60	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Persentase Lolos	#200	%	3.40		
	Persentase Tertahan	#200	%	59.20	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Persentase Lolos	#200	%	40.80		
	Persentase Tertahan	#200	%	65.80	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Persentase Lolos	#200	%	34.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	72.60	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Persentase Lolos	#200	%	27.40		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

II	5. Batas Batas Atterberg					
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis (NP)	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	26	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Batas Plastis	PL	%	21.11		
	Indeks Plastis	IP	%	4.89		
	Batas Cair	LL	%	37.4	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Batas Plastis	PL	%	36.67		
	Indeks Plastis	IP	%	0.73		
	Batas Cair	LL	%	40.2	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Batas Plastis	PL	%	26.67		
	Indeks Plastis	IP	%	13.53		
	Batas Cair	LL	%	40	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Batas Plastis	PL	%	30.95		
	Indeks Plastis	IP	%	9.05		
	Batas Cair	LL	%	28	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Batas Plastis	PL	%	15.48		
	Indeks Plastis	IP	%	12.52		
	6. Geser Langsung					
	Kohesi	c	kg/cm2	0.040	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Sudut Geser	f	°	1.43		
	Kohesi	c	kg/cm3	0.035	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Sudut Geser	f	°	1.72		
	Kohesi	c	kg/cm4	0.030	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Sudut Geser	f	°	0.86		
	Kohesi	c	kg/cm5	0.035	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Sudut Geser	f	°	3.72		
	Kohesi	c	kg/cm6	0.110	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Sudut Geser	f	°	2.58		
	Kohesi	c	kg/cm2	0.050	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Sudut Geser	f	°	3.15		
	7. Kuat Tekan Bebas					
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.127	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.045	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.280	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.393	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.358	29,0 - 29,5	BH 01-S6
III	8. Konsolidasi					
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	1.160	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.090		
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.00000002773		
	Pc	Pc	kg/cm1	1.160	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.900		
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.00000000302		
	Pc	Pc	kg/cm2	1.160	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.090		
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.00000001739		
	Pc	Pc	kg/cm2	1.16	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.09		
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	3.45084E-08		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

Tabel 10 Rekapan Hasil Penyelidikan Laboratorium Titik BH.02

No	Jenis Pengujian	Parameter/ Simbol	Satuan	Hasil	Kedalaman Sampel (m)	Kode Sampel
I	Borehole 2 (BH 02)					
	1. Kadar Air					
	Kadar air	w	%	17.590	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		w	%	8.480	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		w	%	13.400	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		w	%	34.620	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		w	%	19.120	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		w	%	13.080	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	2. Berat Isi					
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.830	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	19.410		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	0.950	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	9.430		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	55.680		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.670	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	22.520		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	17.170		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	19.500		
	3. Berat Jenis					
	Berat Jenis	Gs		2.513	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		Gs		2.535	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		Gs		2.341	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		Gs		2.487	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		Gs		2.424	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		Gs		1.372	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	4. Analisa Saringan					
	Persentase Tertahan	#200	%	64.60	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Persentase Lolos	#200	%	35.40		
	Persentase Tertahan	#200	%	93.60	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Persentase Lolos	#200	%	6.40		
	Persentase Tertahan	#200	%	73.20	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Persentase Lolos	#200	%	26.80		
	Persentase Tertahan	#200	%	87.60	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Persentase Lolos	#200	%	12.40		
	Persentase Tertahan	#200	%	99.80	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Persentase Lolos	#200	%	0.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	84.60	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Persentase Lolos	#200	%	15.40		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

II	5. Batas Batas Atterberg					
	Batas Cair	LL	%	26.30	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Batas Plastis	PL	%	21.11		
	Indeks Plastis	IP	%	5.19		
	Batas Cair	LL	%	26	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Batas Plastis	PL	%	25		
	Indeks Plastis	IP	%	1		
	Batas Cair	LL	%	40	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Batas Plastis	PL	%	36.67		
	Indeks Plastis	IP	%	3.33		
	Batas Cair	LL	%	38.7	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Batas Plastis	PL	%	29.76		
	Indeks Plastis	IP	%	8.94		
	Batas Cair	LL	%	34.3	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Batas Plastis	PL	%	15.48		
	Indeks Plastis	IP	%	18.82		
	Batas Cair	LL	%	28.8	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Batas Plastis	PL	%	15.48		
	Indeks Plastis	IP	%	13.32		
	6. Geser Langsung					
	Kohesi	c	kg/cm2	0.040	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Sudut Geser	f	°	0.29		
	Kohesi	c	kg/cm3	0.000	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Sudut Geser	f	°	5.43		
	Kohesi	c	kg/cm4	0.030	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Sudut Geser	f	°	3.72		
	Kohesi	c	kg/cm5	0.045	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Sudut Geser	f	°	0.14		
	Kohesi	c	kg/cm6	0.000	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Sudut Geser	f	°	8.53		
	Kohesi	c	kg/cm2	0.035	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Sudut Geser	f	°	0.86		
	7. Kuat Tekan Bebas					
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.297	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.043	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.207	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.152	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.078	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.439	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	8. Konsolidasi					
	Pc	Pc	kg/cm0			
	Indeks Kompressibilitas	Cc		Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm0			
	Indeks Kompressibilitas	Cc		Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	1.160		
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.090	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.0000000150		
	Pc	Pc	kg/cm1	1.160		
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.090	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.00000000442		
	Pc	Pc	kg/cm2	1.160		
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.090	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.00000004886		
	Pc	Pc	kg/cm2	1.160		
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.090	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	0.00000002486		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

Tabel 11 Rekapan Hasil Penyelidikan Laboratorium Titik BH.03

No	Jenis Pengujian	Parameter/ Simbol	Satuan	Hasil	Kedalaman Sampel (m)	Kode Sampel
I	Borehole 3 (BH 03)					
	1. Kadar Air					
	Kadar air	w	%	9.510	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		w	%	8.180	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		w	%	3.450	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		w	%	9.700	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		w	%	11.810	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		w	%	20.510	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	2. Berat Isi					
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.740	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	11.250		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.230	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	9.410		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.170	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	4.620		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.710	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	11.410		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.480	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	13.290		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.400	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	21.910		
	3. Berat Jenis					
	Berat Jenis	Gs		2.585	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		Gs		2.657	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		Gs		2.730	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		Gs		2.618	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		Gs		2.612	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		Gs		2.521	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	4. Analisa Saringan					
	Persentase Tertahan	#200	%	98.20	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Persentase Lolos	#200	%	1.80		
	Persentase Tertahan	#200	%	97.20	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Persentase Lolos	#200	%	2.80		
	Persentase Tertahan	#200	%	93.20	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Persentase Lolos	#200	%	6.80		
	Persentase Tertahan	#200	%	83.80	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Persentase Lolos	#200	%	16.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	88.00	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Persentase Lolos	#200	%	12.00		
	Persentase Tertahan	#200	%	97.20	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Persentase Lolos	#200	%	2.80		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

II	5. Batas Batas Atterberg					
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	6. Geser Langsung					
	Kohesi	c	kg/cm2	0.110	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Sudut Geser	f	°	35.54		
	Kohesi	c	kg/cm3	0.145	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Sudut Geser	f	¹	34.82		
	Kohesi	c	kg/cm4	0.125	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Sudut Geser	f	²	19.65		
	Kohesi	c	kg/cm5	0.190	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Sudut Geser	f	³	30.96		
	Kohesi	c	kg/cm6	0.320	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Sudut Geser	f	⁴	30.96		
	Kohesi	c	kg/cm2	0.190	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Sudut Geser	f	°	41.63		
	7. Kuat Tekan Bebas					
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	8. Konsolidasi					
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	Tanah Pasir	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	Tanah Pasir	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm2	Tanah Pasir	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm2	Tanah Pasir	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

Tabel 12 Rekapan Hasil Penyelidikan Laboratorium Titik BH.04

No	Jenis Pengujian	Parameter/ Simbol	Satuan	Hasil	Kedalaman Sampel (m)	Kode Sampel
I	Borehole 4 (BH 04)					
	1. Kadar Air					
	Kadar air	w	%	11.400	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		w	%	8.890	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		w	%	67.550	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		w	%	19.780	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		w	%	21.280	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		w	%	40.850	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	2. Berat Isi					
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.480	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	12.880		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.320	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	10.200		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.260	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	68.800		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.570	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	21.340		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.700	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	22.970		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	0.670	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	41.520		
	3. Berat Jenis					
	Berat Jenis	Gs		2.655	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		Gs		2.630	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		Gs		2.665	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		Gs		2.615	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		Gs		2.666	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		Gs		2.666	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	4. Analisa Saringan					
	Persentase Tertahan	#200	%	99.80	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Persentase Lolos	#200	%	0.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	95.40	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Persentase Lolos	#200	%	4.60		
	Persentase Tertahan	#200	%	99.80	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Persentase Lolos	#200	%	0.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	99.60	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Persentase Lolos	#200	%	0.40		
	Persentase Tertahan	#200	%	99.80	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Persentase Lolos	#200	%	0.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	98.20	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Persentase Lolos	#200	%	2.80		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

II	5. Batas Batas Atterberg					
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	6. Geser Langsung					
	Kohesi	c	kg/cm2	0.180	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Sudut Geser	f	°	12.53		
	Kohesi	c	kg/cm3	0.185	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Sudut Geser	f	°	26.57		
	Kohesi	c	kg/cm4	0.230	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Sudut Geser	f	°	11.31		
	Kohesi	c	kg/cm5	0.225	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Sudut Geser	f	°	25.20		
	Kohesi	c	kg/cm6	0.370	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Sudut Geser	f	°	36.63		
	Kohesi	c	kg/cm2	0.240	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Sudut Geser	f	°	30.96		
	7. Kuat Tekan Bebas					
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	8. Konsolidasi					
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	Tanah Pasir	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	Tanah Pasir	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm2	Tanah Pasir	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm2	Tanah Pasir	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng Telp (0451) 4736068

Tabel 13 Rekapan Hasil Penyelidikan Laboratorium Titik BH.05

No	Jenis Pengujian	Parameter/ Simbol	Satuan	Hasil	Kedalaman Sampel (m)	Kode Sampel
I	Borehole 5 (BH 05)					
	1. Kadar Air					
	Kadar air	w	%	15.170	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		w	%	18.140	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		w	%	14.170	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		w	%	7.370	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		w	%	17.750	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		w	%	15.050	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	2. Berat Isi					
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.810	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	16.990		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	2.220	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	20.360		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	2.000	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	16.180		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.070	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	8.440		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	1.520	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	19.270		
	Berat isi Basah	gb	gr/cm^3	2.310	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Berat isi Kering	gd	gr/cm^3	17.370		
	3. Berat Jenis					
	Berat Jenis	Gs		2.678	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
		Gs		2.657	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
		Gs		2.658	14,5 - 15 m	BH 01-S3
		Gs		2.658	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
		Gs		2.642	24,5 - 25 m	BH 01-S5
		Gs		2.666	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	4. Analisa Saringan					
	Persentase Tertahan	#200	%	86.00	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Persentase Lolos	#200	%	14.00		
	Persentase Tertahan	#200	%	99.80	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Persentase Lolos	#200	%	0.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	85.60	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Persentase Lolos	#200	%	14.40		
	Persentase Tertahan	#200	%	95.80	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Persentase Lolos	#200	%	4.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	98.80	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Persentase Lolos	#200	%	1.20		
	Persentase Tertahan	#200	%	99.20	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Persentase Lolos	#200	%	0.80		

CV. KALATE KONSULTANT
General Enginering Consultants
Jalan Tangurante No. 05 Petobo, Kota Palu, Sulteng.Telp (0451) 4736068

II	5. Batas Batas Atterberg					
	Batas Cair	LL	%	21.90	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Batas Plastis	PL	%	10.56		
	Indeks Plastis	IP	%	11.34		
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	Batas Cair	LL	%	Non Plastis	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Batas Plastis	PL	%			
	Indeks Plastis	IP	%			
	6. Geser Langsung					
	Kohesi	c	kg/cm2	0.170	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Sudut Geser	f	°	18.44		
	Kohesi	c	kg/cm3	0.200	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Sudut Geser	f	°	24.23		
	Kohesi	c	kg/cm4	0.220	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Sudut Geser	f	°	11.31		
	Kohesi	c	kg/cm5	0.230	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Sudut Geser	f	°	29.75		
	Kohesi	c	kg/cm6	0.270	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Sudut Geser	f	°	39.81		
	Kohesi	c	kg/cm2	0.360	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Sudut Geser	f	°	21.25		
	7. Kuat Tekan Bebas					
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	0.067	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Kuat Tekan	qu maks	kg/cm2	Tanah Pasir	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	8. Konsolidasi					
	Pc	Pc	kg/cm0	1.8	4,5 - 5,0 m	BH 01-S1
	Indeks Kompressibilitas	Cc		0.09		
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det	7.70116E-10		
	Pc	Pc	kg/cm0	Tanah Pasir	9,0 - 9,5 m	BH 01-S2
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	Tanah Pasir	14,5 - 15 m	BH 01-S3
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm1	Tanah Pasir	19,0 - 19,5 m	BH 01-S4
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm2	Tanah Pasir	24,5 - 25 m	BH 01-S5
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			
	Pc	Pc	kg/cm2	Tanah Pasir	29,0 - 29,5	BH 01-S6
	Indeks Kompressibilitas	Cc				
	Koefisien Permeabilitas	K	cm/det			

LAMPIRAN C

Lampiran 3: Data Perhitungan *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γm (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1,06	1	1	Silty Sand	8	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,6204
	2	1	Silty Sand	7	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	37,5	9,221	28,279	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,8155
	3	1	Silty Sand	3	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	57	19,031	37,969	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,9142
	4	1	Silty Sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	76,5	28,841	47,659	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,9667
	5	1	Silty Sand	4	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	96	38,651	57,349	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,9960
	6	1	Silty Sand	10	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	115,5	48,461	67,039	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	1,0118
	7	1	Silty Sand	12	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	135	58,271	76,729	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	1,0188
	8	1	Silty Sand	52	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9556	154,5	68,081	86,419	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	1,0199
	9	1	Gravelly Sand	67	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	175,8	77,891	97,909	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	1,0083
	10	1	Sand	16	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	197,1	87,701	109,399	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,9952
	11	1	Sand	14	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	218,4	97,511	120,889	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,9809
	12	1	Sand	21	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	239,7	107,321	132,379	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,9658
	13	1	Sand	24	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	261	117,131	143,869	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,9501
	14	1	Sand	33	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	282,3	126,941	155,359	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,9340
	15	1	Sand	13	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	303,6	136,751	166,849	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,9177
	16	1	Sand	12	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	324,9	146,561	178,339	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,9013
	17	1	Sand	42	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9556	346,2	156,371	189,829	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,8849
	18	1	Gravelly Sand	51	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	367,5	166,181	201,319	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,8687
	19	1	Gravelly Sand	46	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	388,8	175,991	212,809	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,8527
	20	1	Gravelly Sand	26	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	410,1	185,801	224,299	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,8371
	21	1	Gravelly Sand	23	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	431,4	195,611	235,789	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,8219
	22	1	Gravelly Sand	32	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	452,7	205,421	247,279	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,8072
	23	1	Gravelly Sand	40	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	474	215,231	258,769	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,7932
	24	1	Gravelly Sand	37	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	495,3	225,041	270,259	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,7797
	25	1	Gravelly Sand	37	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	516,6	234,851	281,749	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,7670
	26	1	Gravelly Sand	34	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	537,9	244,661	293,239	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,7550
	27	1	Gravelly Sand	39	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	559,2	254,471	304,729	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,7438
	28	1	Gravelly Sand	45	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	580,5	264,281	316,219	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7335
	29	1	Gravelly Sand	42	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	601,8	274,091	327,709	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,7241
	30	1	Gravelly Sand	49	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9556	623,1	283,901	339,199	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7156

	B-2																	
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
2,1	1	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	19	0	19	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,6674
	2	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	38	0	38	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,6616
	3	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	59,3	8,829	50,471	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,7697
	4	1	Sand	6	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,0280	80,6	18,639	61,961	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,8428
	5	1	Sand	40	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,0280	101,9	28,449	73,451	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,8880
	6	1	Sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,0280	123,2	38,259	84,941	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,9164
	7	1	Sand	30	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,0280	144,5	48,069	96,431	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,9335
	8	1	Gravelly Sand	41	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	165,8	57,879	107,921	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,9429
	9	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	187,1	67,689	119,411	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,9466
	10	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	208,4	77,499	130,901	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,9461
	11	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	229,7	87,309	142,391	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,9423
	12	1	Gravelly Sand	49	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	251	97,119	153,881	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,9360
	13	1	Gravelly Sand	33	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	272,3	106,929	165,371	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,9278
	14	1	Gravelly Sand	36	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	293,6	116,739	176,861	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,9180
	15	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	314,9	126,549	188,351	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,9071
	16	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	336,2	136,359	199,841	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,8954
	17	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	357,5	146,169	211,331	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,8830
	18	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	378,8	155,979	222,821	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,8703
	19	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	400,1	165,789	234,311	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,8574
	20	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	421,4	175,599	245,801	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,8444
	21	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	442,7	185,409	257,291	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,8315
	22	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	464	195,219	268,781	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,8189
	23	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	485,3	205,029	280,271	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,8066
	24	1	Gravelly Sand	56	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	506,6	214,839	291,761	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,7947
	25	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	527,9	224,649	303,251	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,7834
	26	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	549,2	234,459	314,741	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,7727
	27	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	570,5	244,269	326,231	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,7626
	28	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	591,8	254,079	337,721	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7533
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	613,1	263,889	349,211	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,7447
	30	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0280	634,4	273,699	360,701	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7370

B-3

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
0,1	1	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	21,3	8,829	12,471	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	1,1291
	2	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	42,6	18,639	23,961	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	1,1651
	3	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	63,9	28,449	35,451	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	1,1696
	4	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	85,2	38,259	46,941	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	1,1648
	5	1	Gravelly Sand	52	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	106,5	48,069	58,431	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	1,1556
	6	1	Gravelly Sand	54	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	127,8	57,879	69,921	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	1,1438
	7	1	Gravelly Sand	57	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	149,1	67,689	81,411	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	1,1301
	8	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	170,4	77,499	92,901	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	1,1150
	9	1	Gravelly Sand	61	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	191,7	87,309	104,391	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	1,0989
	10	1	Gravelly Sand	56	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	213	97,119	115,881	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	1,0819
	11	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	234,3	106,929	127,371	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	1,0643
	12	1	Gravelly Sand	44	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	255,6	116,739	138,861	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	1,0462
	13	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	276,9	126,549	150,351	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	1,0278
	14	1	Gravelly Sand	6	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	298,2	136,359	161,841	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	1,0092
	15	1	Gravelly Sand	6	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	319,5	146,169	173,331	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,9906
	16	1	silty sand	10	1,539	9,81	15,1	18	19,5	1,0182	339	155,979	183,021	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,9764
	17	1	silty sand	41	1,539	9,81	15,1	18	19,5	1,0182	358,5	165,789	192,711	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,9618
	18	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	379,8	175,599	204,201	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,9431
	19	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	401,1	185,409	215,691	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,9248
	20	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	422,4	195,219	227,181	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,9071
	21	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	443,7	205,029	238,671	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,8899
	22	1	Gravelly Sand	51	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	465	214,839	250,161	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,8734
	23	1	Gravelly Sand	55	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	486,3	224,649	261,651	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,8575
	24	1	sand	55	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,0182	507,6	234,459	273,141	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,8425
	25	1	sand	17	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,0182	528,9	244,269	284,631	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,8283
	26	1	Gravelly Sand	35	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	550,2	254,079	296,121	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,8149
	27	1	Gravelly Sand	56	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	571,5	263,889	307,611	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,8025
	28	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	592,8	273,699	319,101	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7910
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	614,1	283,509	330,591	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,7805
	30	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,0182	635,4	293,319	342,081	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7710

				B-4															
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
0,41	1	1	Sand	3	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	21,3	5,7879	15,5121	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,8746
	2	1	Sand	7	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	42,6	15,5979	27,0021	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,9961
	3	1	Sand	3	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	63,9	25,4079	38,4921	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	1,0378
	4	1	Sand	5	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	85,2	35,2179	49,9821	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	1,0540
	5	1	Sand	6	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	106,5	45,0279	61,4721	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	1,0583
	6	1	Sand	11	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	127,8	54,8379	72,9621	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	1,0561
	7	1	Sand	13	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	149,1	64,6479	84,4521	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	1,0496
	8	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	170,4	74,4579	95,9421	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	1,0402
	9	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	191,7	84,2679	107,4321	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	1,0288
	10	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	213	94,0779	118,9221	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	1,0157
	11	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	234,3	103,8879	130,4121	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	1,0015
	12	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	255,6	113,6979	141,9021	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,9864
	13	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	276,9	123,5079	153,3921	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,9706
	14	1	Sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9811	298,2	133,3179	164,8821	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,9544
	15	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	319,5	143,1279	176,3721	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,9380
	16	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	340,8	152,9379	187,8621	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,9214
	17	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	362,1	162,7479	199,3521	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,9048
	18	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	383,4	172,5579	210,8421	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,8884
	19	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	404,7	182,3679	222,3321	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,8722
	20	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	426	192,1779	233,8221	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,8564
	21	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	447,3	201,9879	245,3121	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,8409
	22	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	468,6	211,7979	256,8021	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,8260
	23	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	489,9	221,6079	268,2921	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,8117
	24	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	511,2	231,4179	279,7821	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,7981
	25	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	532,5	241,2279	291,2721	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,7851
	26	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	553,8	251,0379	302,7621	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,7730
	27	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	575,1	260,8479	314,2521	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,7616
	28	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	596,4	270,6579	325,7421	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7511
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	617,7	280,4679	337,2321	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,7415
	30	1	Gravelly Sand	30	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9811	639	290,2779	348,7221	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7328

B-5

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	σ'v (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1	1	1	sand	3	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9419	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,6115
	2	1	silty	4	1,539	9,81	15,1	17	19,5	0,9419	37,5	9,81	27,69	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,8209
	3	1	Sand	7	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9419	58,8	19,62	39,18	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,9007
	4	1	silty sand	3	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	78,3	29,43	48,87	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,9511
	5	1	silty sand	10	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	97,8	39,24	58,56	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,9794
	6	1	silty sand	13	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	117,3	49,05	68,25	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,9948
	7	1	silty sand	19	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	136,8	58,86	77,94	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	1,0018
	8	1	Sand	16	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9419	158,1	68,67	89,43	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,9940
	9	1	silty sand	14	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	177,6	78,48	99,12	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,9917
	10	1	Gravelly Sand	18	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	198,9	88,29	110,61	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,9790
	11	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	220,2	98,1	122,1	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,9651
	12	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	241,5	107,91	133,59	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,9504
	13	1	Gravelly Sand	43	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	262,8	117,72	145,08	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,9351
	14	1	Gravelly Sand	40	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	284,1	127,53	156,57	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,9193
	15	1	Gravelly Sand	37	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	305,4	137,34	168,06	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,9033
	16	1	Gravelly Sand	28	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	326,7	147,15	179,55	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,8872
	17	1	Gravelly Sand	39	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	348	156,96	191,04	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,8712
	18	1	Gravelly Sand	31	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	369,3	166,77	202,53	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,8552
	19	1	Gravelly Sand	21	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	390,6	176,58	214,02	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,8396
	20	1	Gravelly Sand	32	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	411,9	186,39	225,51	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,8242
	21	1	Gravelly Sand	38	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	433,2	196,2	237	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,8093
	22	1	Gravelly Sand	47	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	454,5	206,01	248,49	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,7949
	23	1	Gravelly Sand	46	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,9419	475,8	215,82	259,98	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,7811
	24	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9419	497,1	225,63	271,47	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,7679
	25	1	silty sand	48	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	516,6	235,44	281,16	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,7576
	26	1	sand	36	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,9419	537,9	245,25	292,65	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,7457
	27	1	silty sand	22	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	557,4	255,06	302,34	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,7366
	28	1	silty sand	29	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	576,9	264,87	312,03	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7281
	29	1	silty sand	32	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	596,4	274,68	321,72	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,7204
	30	1	silty sand	45	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,9419	615,9	284,49	331,41	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7135

B-6

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
17,26	1	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	19	0	19	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,6706
	2	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	38	0	38	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,6648
	3	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	57	0	57	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,6582
	4	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	76	0	76	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,6510
	5	1	Gravelly Sand	70	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	95	0	95	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,6432
	6	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	114	0	114	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,6348
	7	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	1,033	132	0	132	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,6259
	8	1	Gravelly Sand	14	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	151	0	151	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,6166
	9	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	170	0	170	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,6070
	10	1	Gravelly Sand	28	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	189	0	189	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,5971
	11	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	208	0	208	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,5869
	12	1	Gravelly Sand	53	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	227	0	227	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,5766
	13	1	Gravelly Sand	51	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	246	0	246	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,5661
	14	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	265	0	265	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,5556
	15	1	Gravelly Sand	61	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	284	0	284	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,5452
	16	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	303	0	303	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,5348
	17	1	Gravelly Sand	68	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	322	0	322	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,5245
	18	1	Gravelly Sand	72	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	343,3	7,2594	336,0406	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,5255
	19	1	Gravelly Sand	85	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	364,6	17,0694	347,5306	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,5293
	20	1	Gravelly Sand	17	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	385,9	26,8794	359,0206	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,5319
	21	1	Gravelly Sand	52	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	407,2	36,6894	370,5106	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5337
	22	1	Gravelly Sand	51	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	428,5	46,4994	382,0006	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5346
	23	1	Gravelly Sand	41	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	449,8	56,3094	393,4906	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5350
	24	1	Gravelly Sand	67	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	471,1	66,1194	404,9806	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5350
	25	1	Gravelly Sand	65	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	492,4	75,9294	416,4706	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5346
	26	1	Gravelly Sand	61	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	513,7	85,7394	427,9606	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5340
	27	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	535	95,5494	439,4506	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5334
	28	1	Gravelly Sand	65	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	556,3	105,3594	450,9406	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5328
	29	1	Gravelly Sand	53	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	577,6	115,1694	462,4306	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5324
	30	1	Gravelly Sand	69	1,845	9,81	18,1	19	21,3	1,033	598,9	124,9794	473,9206	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5321

	LP-1																	
	Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	γ_d	γ_w	γ_d	γt	γsat	a_{max}	σ_v	u	$\sigma'v$	Mmax	α(z)	β(z)	r_d	CSR
GWL	(m)	(m)			(t/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(M_w)				
11,22	1	1	Gravelly Sand	4	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	19	0	19	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4470
	2	1	Gravelly Sand	27	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	38	0	38	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4431
	3	1	sand	52	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	56	0	56	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4387
	4	1	sand	54	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	74	0	74	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4339
	5	1	sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	92	0	92	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4287
	6	1	sand	53	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	110	0	110	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4231
	7	1	sand	55	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	128	0	128	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4172
	8	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	146	0	146	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,4110
	9	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	164	0	164	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,4046
	10	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	182	0	182	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,3980
	11	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	200	0	200	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,3912
	12	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	221,3	7,6518	213,6482	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,3981
	13	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6885	240,8	17,4618	223,3382	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,4068
	14	1	silty sand	60	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6885	260,3	27,2718	233,0282	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,4137
	15	1	silty sand	60	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6885	279,8	37,0818	242,7182	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,4189
	16	1	Gravelly Sand	60	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	301,1	46,8918	254,2082	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,4222
	17	1	Gravelly Sand	64	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	322,4	56,7018	265,6982	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,4242
	18	1	Gravelly Sand	52	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	343,7	66,5118	277,1882	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,4251
	19	1	Gravelly Sand	54	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	365	76,3218	288,6782	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,4252
	20	1	Gravelly Sand	57	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	386,3	86,1318	300,1682	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,4245
	21	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	407,6	95,9418	311,6582	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,4233
	22	1	Gravelly Sand	55	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	428,9	105,7518	323,1482	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,4216
	23	1	Gravelly Sand	53	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	450,2	115,5618	334,6382	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,4197
	24	1	Gravelly Sand	51	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	471,5	125,3718	346,1282	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,4175
	25	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	492,8	135,1818	357,6182	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,4153
	26	1	Gravelly Sand	51	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	514,1	144,9918	369,1082	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,4130
	27	1	sand	11	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	535,4	154,8018	380,5982	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,4108
	28	1	sand	39	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6885	556,7	164,6118	392,0882	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,4087
	29	1	Gravelly Sand	56	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	578	174,4218	403,5782	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,4068
	30	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6885	599,3	184,2318	415,0682	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4052

	LP-2																	
	Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	γ_d	γ_w	γ_d	γt	γsat	a_{max}	σ_v	u	$\sigma'v$	Mmax	α(z)	β(z)	r_d	CSR
GWL	(m)	(m)			(t/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(M_w)				
2,62	1	1	silty sand	3	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4460
	2	1	silty sand	3	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4421
	3	1	silty sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	55,5	3,7278	51,7722	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4693
	4	1	silty sand	4	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	75	13,5378	61,4622	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,5283
	5	1	silty sand	7	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	94,5	23,3478	71,1522	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,5681
	6	1	silty sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	114	33,1578	80,8422	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,5953
	7	1	Sand	3	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	135,3	42,9678	92,3322	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,6100
	8	1	silty sand	4	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	154,8	52,7778	102,0222	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,6223
	9	1	silty sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	174,3	62,5878	111,7122	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,6299
	10	1	silty sand	7	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	193,8	72,3978	121,4022	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,6339
	11	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	215,1	82,2078	132,8922	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,6318
	12	1	sand	48	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	236,4	92,0178	144,3822	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,6278
	13	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	257,7	101,8278	155,8722	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,6225
	14	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	279	111,6378	167,3622	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,6160
	15	1	sand	43	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	300,3	121,4478	178,8522	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,6088
	16	1	sand	42	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	321,6	131,2578	190,3422	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,6009
	17	1	sand	20	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	342,9	141,0678	201,8322	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,5926
	18	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	364,2	150,8778	213,3222	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,5841
	19	1	sand	44	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	385,5	160,6878	224,8122	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,5753
	20	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	406,8	170,4978	236,3022	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,5666
	21	1	sand	45	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	428,1	180,3078	247,7922	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5579
	22	1	sand	47	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	449,4	190,1178	259,2822	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5494
	23	1	Gravelly Sand	42	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,6870	470,7	199,9278	270,7722	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5411
	24	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	492	209,7378	282,2622	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5331
	25	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	513,3	219,5478	293,7522	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5255
	26	1	silty sand	25	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	532,8	229,3578	303,4422	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5195
	27	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	554,1	239,1678	314,9322	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5127
	28	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	573,6	248,9778	324,6222	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5076
	29	1	silty sand	42	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6870	593,1	258,7878	334,3122	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5029
	30	1	sand	54	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6870	614,4	268,5978	345,8022	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4975

	LP-3																	
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
0,13	1	1	silty sand	6	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	19,5	8,5347	10,9653	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,8902
	2	1	silty sand	6	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	39	18,3447	20,6553	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,9369
	3	1	silty sand	15	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	58,5	28,1547	30,3453	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,9471
	4	1	silty sand	27	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	78	37,9647	40,0353	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,9467
	5	1	silty sand	34	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	97,5	47,7747	49,7253	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,9413
	6	1	silty sand	34	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	117	57,5847	59,4153	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,9330
	7	1	silty sand	33	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	136,5	67,3947	69,1053	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,9228
	8	1	silty sand	36	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	156	77,2047	78,7953	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,9113
	9	1	sand	55	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	177,3	87,0147	90,2853	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,8897
	10	1	sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	198,6	96,8247	101,7753	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,8696
	11	1	sand	65	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	219,9	106,6347	113,2653	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,8505
	12	1	sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	241,2	116,4447	124,7553	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,8320
	13	1	sand	67	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	262,5	126,2547	136,2453	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,8141
	14	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	283,8	136,0647	147,7353	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,7967
	15	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	305,1	145,8747	159,2253	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,7797
	16	1	sand	36	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	326,4	155,6847	170,7153	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,7632
	17	1	silty sand	36	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	345,9	165,4947	180,4053	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,7506
	18	1	silty sand	34	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	365,4	175,3047	190,0953	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,7380
	19	1	silty sand	35	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7710	384,9	185,1147	199,7853	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,7255
	20	1	sand	40	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	406,2	194,9247	211,2753	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,7102
	21	1	sand	33	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	427,5	204,7347	222,7653	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,6955
	22	1	sand	32	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	448,8	214,5447	234,2553	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6816
	23	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	470,1	224,3547	245,7453	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,6683
	24	1	sand	33	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	491,4	234,1647	257,2353	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,6557
	25	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	512,7	243,9747	268,7253	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,6439
	26	1	sand	32	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	534	253,7847	280,2153	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,6328
	27	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	555,3	263,5947	291,7053	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,6226
	28	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	576,6	273,4047	303,1953	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,6131
	29	1	sand	37	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	597,9	283,2147	314,6853	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,6044
	30	1	sand	31	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7710	619,2	293,0247	326,1753	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5966

LP-4

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	$\alpha(z)$	$\beta(z)$	r_d	CSR
0,8	1	1	silty sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7115	19,5	1,962	17,538	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5136
	2	1	silty sand	17	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7115	39	11,772	27,228	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,6559
	3	1	silty sand	12	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7115	58,5	21,582	36,918	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,7184
	4	1	silty sand	8	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7115	78	31,392	46,608	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,7504
	5	1	Sand	3	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	99,3	41,202	58,098	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,7572
	6	1	silty sand	28	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7115	118,8	51,012	67,788	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,7663
	7	1	Sand	5	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	140,1	60,822	79,278	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,7619
	8	1	Gravelly Sand	42	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	161,4	70,632	90,768	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,7553
	9	1	Gravelly Sand	33	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	182,7	80,442	102,258	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,7470
	10	1	Gravelly Sand	37	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	204	90,252	113,748	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,7376
	11	1	Sand	20	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	225,3	100,062	125,238	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,7273
	12	1	Sand	11	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	246,6	109,872	136,728	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,7163
	13	1	Gravelly Sand	57	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	267,9	119,682	148,218	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,7048
	14	1	Gravelly Sand	65	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	289,2	129,492	159,708	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,6930
	15	1	Gravelly Sand	63	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	310,5	139,302	171,198	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,6811
	16	1	Gravelly Sand	61	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	331,8	149,112	182,688	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,6690
	17	1	Gravelly Sand	60	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	353,1	158,922	194,178	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,6569
	18	1	silty sand	35	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7115	372,6	168,732	203,868	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,6476
	19	1	Gravelly Sand	57	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7115	393,9	178,542	215,358	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,6356
	20	1	Sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	415,2	188,352	226,848	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,6239
	21	1	Sand	59	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	436,5	198,162	238,338	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,6126
	22	1	Sand	62	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	457,8	207,972	249,828	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6016
	23	1	Sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	479,1	217,782	261,318	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5911
	24	1	Sand	59	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	500,4	227,592	272,808	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5810
	25	1	Sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	521,7	237,402	284,298	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5715
	26	1	Sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	543	247,212	295,788	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5626
	27	1	Sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	564,3	257,022	307,278	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5543
	28	1	Sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	585,6	266,832	318,768	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5465
	29	1	Sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	606,9	276,642	330,258	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5395
	30	1	Sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7115	628,2	286,452	341,748	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5331

LP-5

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	$\alpha(z)$	$\beta(z)$	r_d	CSR
5,5	1	1	silty sand	17	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7185	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4665
	2	1	sand	21	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4624
	3	1	silty sand	21	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7185	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4578
	4	1	silty sand	19	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7185	72	0	72	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4528
	5	1	sand	20	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	90	0	90	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4474
	6	1	sand	54	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	111,3	4,905	106,395	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4619
	7	1	sand	31	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	132,6	14,715	117,885	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4897
	8	1	sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	153,9	24,525	129,375	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,5102
	9	1	sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	175,2	34,335	140,865	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,5251
	10	1	sand	19	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	196,5	44,145	152,355	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,5356
	11	1	sand	20	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	217,8	53,955	163,845	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,5427
	12	1	sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	239,1	63,765	175,335	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,5469
	13	1	sand	44	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	260,4	73,575	186,825	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,5488
	14	1	silty sand	18	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7185	279,9	83,385	196,515	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,5505
	15	1	sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	301,2	93,195	208,005	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,5491
	16	1	sand	49	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	322,5	103,005	219,495	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,5465
	17	1	sand	43	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	343,8	112,815	230,985	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,5430
	18	1	sand	59	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	365,1	122,625	242,475	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,5387
	19	1	sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	386,4	132,435	253,965	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,5339
	20	1	sand	70	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	407,7	142,245	265,455	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,5287
	21	1	silty sand	32	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7185	427,2	152,055	275,145	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5244
	22	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7185	446,7	161,865	284,835	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5199
	23	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	468	171,675	296,325	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5142
	24	1	sand	72	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7185	489,3	181,485	307,815	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5085
	25	1	Gravelly Sand	79	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7185	510,6	191,295	319,305	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5029
	26	1	Gravelly Sand	77	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7185	531,9	201,105	330,795	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,4976
	27	1	Gravelly Sand	60	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7185	553,2	210,915	342,285	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,4926
	28	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7185	574,5	220,725	353,775	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,4879
	29	1	Gravelly Sand	67	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7185	595,8	230,535	365,265	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,4836
	30	1	Gravelly Sand	73	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7185	617,1	240,345	376,755	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4797

LP-6

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	$\alpha(z)$	$\beta(z)$	r_d	CSR
20	1	1	sand	29	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4471
	2	1	sand	36	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4432
	3	1	sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4388
	4	1	sand	62	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	72	0	72	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4340
	5	1	sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	90	0	90	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4288
	6	1	sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	108	0	108	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4232
	7	1	Silty Sand	27	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,689	126	0	126	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4173
	8	1	Silty Sand	24	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,689	144	0	144	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,4111
	9	1	Silty Sand	25	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,689	162	0	162	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,4047
	10	1	sand	62	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	180	0	180	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,3981
	11	1	sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	198	0	198	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,3913
	12	1	sand	61	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	216	0	216	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,3844
	13	1	sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	234	0	234	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,3774
	14	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,689	253	0	253	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,3704
	15	1	Gravelly Sand	60	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,689	272	0	272	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,3635
	16	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,689	291	0	291	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,3565
	17	1	sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	309	0	309	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,3497
	18	1	sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	327	0	327	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,3429
	19	1	sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	345	0	345	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,3363
	20	1	sand	55	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	363	0	363	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,3299
	21	1	sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	384,3	9,81	374,49	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,3322
	22	1	sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	405,6	19,62	385,98	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,3339
	23	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	426,9	29,43	397,47	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,3351
	24	1	sand	67	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	448,2	39,24	408,96	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,3360
	25	1	sand	68	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	469,5	49,05	420,45	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,3366
	26	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	490,8	58,86	431,94	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,3370
	27	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	512,1	68,67	443,43	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,3373
	28	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	533,4	78,48	454,92	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,3376
	29	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	554,7	88,29	466,41	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,3379
	30	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,689	576	98,1	477,9	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,3383

				J-1														
	Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	γ_d	γ_w	γ_d	γt	γsat	a_{max}	σ_v	u	$\sigma'v$	Mmax	α(z)	β(z)	r_d	CSR
GWL	(m)	(m)			(t/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(M_w)				
14,08	1	1	Silty Sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4494
	2	1	Silty Sand	19	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4455
	3	1	Sand	4	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4411
	4	1	Sand	10	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	72	0	72	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4363
	5	1	Sand	18	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	90	0	90	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4310
	6	1	Sand	19	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	108	0	108	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4254
	7	1	Sand	73	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	126	0	126	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4195
	8	1	Sand	86	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	144	0	144	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,4133
	9	1	Sand	61	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	162	0	162	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,4068
	10	1	Sand	18	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	180	0	180	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,4001
	11	1	Sand	19	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	198	0	198	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,3933
	12	1	Silty Sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	216	0	216	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,3864
	13	1	Silty Sand	66	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	234	0	234	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,3794
	14	1	Silty Sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	252	0	252	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,3724
	15	1	Silty Sand	37	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	271,5	9,0252	262,4748	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,3779
	16	1	Silty Sand	44	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	291	18,8352	272,1648	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,3832
	17	1	Silty Sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	310,5	28,6452	281,8548	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,3872
	18	1	Silty Sand	53	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	330	38,4552	291,5448	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,3902
	19	1	Silty Sand	75	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	349,5	48,2652	301,2348	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,3923
	20	1	Silty Sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	369	58,0752	310,9248	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,3936
	21	1	Silty Sand	80	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	388,5	67,8852	320,6148	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,3943
	22	1	Silty Sand	83	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,6922	408	77,6952	330,3048	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,3946
	23	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	429,3	87,5052	341,7948	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,3940
	24	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	450,6	97,3152	353,2848	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,3931
	25	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	471,9	107,1252	364,7748	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,3920
	26	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	493,2	116,9352	376,2648	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,3908
	27	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	514,5	126,7452	387,7548	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,3896
	28	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	535,8	136,5552	399,2448	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,3885
	29	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	557,1	146,3652	410,7348	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,3874
	30	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,6922	578,4	156,1752	422,2248	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,3866

J-2

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
3,2	1	1	Silty Sand	5	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7074	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4593
	2	1	sand	17	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4553
	3	1	Silty Sand	12	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7074	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4508
	4	1	Silty Sand	8	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7074	73,5	7,848	65,652	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4991
	5	1	sand	3	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	94,8	17,658	77,142	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,5413
	6	1	Gravelly Sand	28	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	116,1	27,468	88,632	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,5695
	7	1	sand	5	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	137,4	37,278	100,122	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,5883
	8	1	sand	42	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	158,7	47,088	111,612	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,6005
	9	1	Gravelly Sand	33	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	180	56,898	123,102	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,6079
	10	1	Gravelly Sand	37	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	201,3	66,708	134,592	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,6116
	11	1	Gravelly Sand	20	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	222,6	76,518	146,082	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,6125
	12	1	Gravelly Sand	11	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	243,9	86,328	157,572	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,6112
	13	1	Gravelly Sand	57	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	265,2	96,138	169,062	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,6082
	14	1	Gravelly Sand	65	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	286,5	105,948	180,552	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,6038
	15	1	Gravelly Sand	63	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	307,8	115,758	192,042	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,5984
	16	1	sand	61	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	329,1	125,568	203,532	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,5922
	17	1	sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	350,4	135,378	215,022	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,5854
	18	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	371,7	145,188	226,512	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,5781
	19	1	sand	57	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	393	154,998	238,002	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,5705
	20	1	sand	34	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7074	414,3	164,808	249,492	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,5628
	21	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	435,6	174,618	260,982	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5551
	22	1	Gravelly Sand	62	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	456,9	184,428	272,472	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5474
	23	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	478,2	194,238	283,962	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5398
	24	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	499,5	204,048	295,452	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5325
	25	1	Gravelly Sand	66	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	520,8	213,858	306,942	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5254
	26	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	542,1	223,668	318,432	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5187
	27	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	563,4	233,478	329,922	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5124
	28	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	584,7	243,288	341,412	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5066
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	606	253,098	352,902	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5013
	30	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7074	627,3	262,908	364,392	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4964

			J-3																
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
0,7	1	1	silty sand	8	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7632	19,5	2,943	16,557	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5836
	2	1	sand	13	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	40,8	12,753	28,047	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,7145
	3	1	sand	16	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	62,1	22,563	39,537	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,7639
	4	1	sand	18	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	83,4	32,373	51,027	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,7862
	5	1	sand	20	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	104,7	42,183	62,517	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,7959
	6	1	sand	22	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	126	51,993	74,007	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,7985
	7	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	147,3	61,803	85,497	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,7968
	8	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	168,6	71,613	96,987	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,7920
	9	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	189,9	81,423	108,477	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,7851
	10	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	211,2	91,233	119,967	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,7766
	11	1	sand	53	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	232,5	101,043	131,457	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,7670
	12	1	sand	54	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	253,8	110,853	142,947	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,7564
	13	1	sand	54	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	275,1	120,663	154,437	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,7451
	14	1	sand	59	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	296,4	130,473	165,927	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,7334
	15	1	sand	17	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	317,7	140,283	177,417	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,7213
	16	1	sand	30	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	339	150,093	188,907	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,7090
	17	1	sand	31	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	360,3	159,903	200,397	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,6967
	18	1	sand	31	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	381,6	169,713	211,887	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,6845
	19	1	sand	32	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	402,9	179,523	223,377	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,6723
	20	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	424,2	189,333	234,867	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,6604
	21	1	sand	33	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	445,5	199,143	246,357	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,6488
	22	1	sand	38	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	466,8	208,953	257,847	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6375
	23	1	sand	40	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	488,1	218,763	269,337	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,6267
	24	1	sand	45	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	509,4	228,573	280,827	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,6164
	25	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	530,7	238,383	292,317	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,6065
	26	1	sand	51	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	552	248,193	303,807	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5973
	27	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	573,3	258,003	315,297	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5886
	28	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	594,6	267,813	326,787	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5807
	29	1	sand	51	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	615,9	277,623	338,277	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5734
	30	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7632	637,2	287,433	349,767	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5668

				J-4														
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1,23	1	1	Sand	39	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5420
	2	1	Sand	48	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	39,3	7,5537	31,7463	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,6651
	3	1	Sand	54	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	60,6	17,3637	43,2363	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,7456
	4	1	silty sand	45	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,8348	80,1	27,1737	52,9263	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,7963
	5	1	silty sand	46	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,8348	99,6	36,9837	62,6163	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,8268
	6	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8348	120,9	46,7937	74,1063	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,8370
	7	1	Sand	56	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	142,2	56,6037	85,5963	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,8404
	8	1	Sand	56	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	163,5	66,4137	97,0863	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,8393
	9	1	Gravelly Sand	56	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8348	184,8	76,2237	108,5763	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,8350
	10	1	Sand	72	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	206,1	86,0337	120,0663	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,8283
	11	1	Sand	62	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	227,4	95,8437	131,5563	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,8199
	12	1	Sand	59	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	248,7	105,6537	143,0463	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,8102
	13	1	Sand	61	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	270	115,4637	154,5363	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,7994
	14	1	Sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	291,3	125,2737	166,0263	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,7879
	15	1	Sand	73	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	312,6	135,0837	177,5163	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,7759
	16	1	Sand	71	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	333,9	144,8937	189,0063	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,7635
	17	1	Sand	80	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	355,2	154,7037	200,4963	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,7510
	18	1	Sand	73	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	376,5	164,5137	211,9863	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,7384
	19	1	Sand	78	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	397,8	174,3237	223,4763	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,7258
	20	1	Sand	76	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	419,1	184,1337	234,9663	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,7134
	21	1	Sand	80	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	440,4	193,9437	246,4563	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,7013
	22	1	Sand	70	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	461,7	203,7537	257,9463	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6895
	23	1	Sand	76	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	483	213,5637	269,4363	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,6781
	24	1	Sand	74	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	504,3	223,3737	280,9263	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,6672
	25	1	Sand	72	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	525,6	233,1837	292,4163	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,6569
	26	1	Sand	72	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	546,9	242,9937	303,9063	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,6471
	27	1	Sand	68	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	568,2	252,8037	315,3963	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,6380
	28	1	Sand	67	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	589,5	262,6137	326,8863	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,6295
	29	1	Sand	76	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	610,8	272,4237	338,3763	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,6218
	30	1	Sand	70	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8348	632,1	282,2337	349,8663	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,6148

				J-5															
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
0	1	1	silty sand	8	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	19,5	9,81	9,69	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,9525
	2	1	Gravelly Sand	13	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	40,8	19,62	21,18	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,9038
	3	1	Gravelly Sand	16	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	62,1	29,43	32,67	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,8830
	4	1	Gravelly Sand	18	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	83,4	39,24	44,16	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,8677
	5	1	Gravelly Sand	20	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	104,7	49,05	55,65	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,8540
	6	1	Gravelly Sand	22	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	126	58,86	67,14	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,8408
	7	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	147,3	68,67	78,63	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,8276
	8	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	168,6	78,48	90,12	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,8142
	9	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	189,9	88,29	101,61	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,8007
	10	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	211,2	98,1	113,1	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,7869
	11	1	Gravelly Sand	53	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	232,5	107,91	124,59	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,7730
	12	1	Gravelly Sand	54	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	253,8	117,72	136,08	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,7589
	13	1	Gravelly Sand	54	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	275,1	127,53	147,57	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,7449
	14	1	silty sand	59	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	294,6	137,34	157,26	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,7346
	15	1	Gravelly Sand	17	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	315,9	147,15	168,75	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,7203
	16	1	Gravelly Sand	30	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	337,2	156,96	180,24	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,7061
	17	1	Gravelly Sand	31	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	358,5	166,77	191,73	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,6921
	18	1	silty sand	31	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	378	176,58	201,42	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,6813
	19	1	Gravelly Sand	32	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	399,3	186,39	212,91	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,6678
	20	1	Gravelly Sand	35	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	420,6	196,2	224,4	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,6547
	21	1	silty sand	33	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	440,1	206,01	234,09	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,6443
	22	1	Gravelly Sand	38	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	461,4	215,82	245,58	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6320
	23	1	Gravelly Sand	40	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7290	482,7	225,63	257,07	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,6203
	24	1	sand	45	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7290	504	235,44	268,56	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,6091
	25	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	523,5	245,25	278,25	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,6004
	26	1	sand	51	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7290	544,8	255,06	289,74	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5904
	27	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	564,3	264,87	299,43	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5828
	28	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	583,8	274,68	309,12	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5757
	29	1	silty sand	51	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	603,3	284,49	318,81	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5692
	30	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7290	622,8	294,3	328,5	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5634

J-6

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	$\alpha(z)$	$\beta(z)$	r_d	CSR
1,07	1	1	Silty Sand	51	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,8135	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5282
	2	1	Gravelly Sand	45	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	39,3	9,1233	30,1767	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,6819
	3	1	Silty Sand	29	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,8135	58,8	18,9333	39,8667	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,7646
	4	1	sand	32	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	80,1	28,7433	51,3567	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,7997
	5	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	101,4	38,5533	62,8467	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,8173
	6	1	sand	25	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	122,7	48,3633	74,3367	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,8252
	7	1	sand	18	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	144	58,1733	85,8267	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,8271
	8	1	Silty Sand	20	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,8135	163,5	67,9833	95,5167	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,8313
	9	1	sand	25	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	184,8	77,7933	107,0067	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,8256
	10	1	sand	29	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	206,1	87,6033	118,4967	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,8179
	11	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	227,4	97,4133	129,9867	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,8086
	12	1	sand	38	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	248,7	107,2233	141,4767	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,7982
	13	1	sand	41	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	270	117,0333	152,9667	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,7870
	14	1	sand	45	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	291,3	126,8433	164,4567	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,7751
	15	1	sand	47	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	312,6	136,6533	175,9467	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,7628
	16	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	333,9	146,4633	187,4367	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,7503
	17	1	sand	56	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	355,2	156,2733	198,9267	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,7376
	18	1	sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	376,5	166,0833	210,4167	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,7249
	19	1	sand	63	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	397,8	175,8933	221,9067	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,7123
	20	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	419,1	185,7033	233,3967	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,6999
	21	1	sand	71	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	440,4	195,5133	244,8867	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,6878
	22	1	sand	69	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	461,7	205,3233	256,3767	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6760
	23	1	sand	49	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	483	215,1333	267,8667	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,6647
	24	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,8135	504,3	224,9433	279,3567	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,6538
	25	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	525,6	234,7533	290,8467	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,6436
	26	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	546,9	244,5633	302,3367	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,6339
	27	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	568,2	254,3733	313,8267	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,6248
	28	1	Gravelly Sand	52	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	589,5	264,1833	325,3167	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,6164
	29	1	Gravelly Sand	74	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	610,8	273,9933	336,8067	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,6087
	30	1	Gravelly Sand	81	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,8135	632,1	283,8033	348,2967	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,6018

				J-7															
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
3,71	1	1	Silty Sand	18	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4744
	2	1	sand	9	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4702
	3	1	Silty Sand	19	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4656
	4	1	Gravelly Sand	21	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	75,3	2,8449	72,4551	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4786
	5	1	Gravelly Sand	19	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	96,6	12,6549	83,9451	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,5235
	6	1	sand	23	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	117,9	22,4649	95,4351	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,5547
	7	1	sand	27	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	139,2	32,2749	106,9251	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,5764
	8	1	sand	30	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	160,5	42,0849	118,4151	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,5912
	9	1	sand	32	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	181,8	51,8949	129,9051	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,6009
	10	1	sand	27	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	203,1	61,7049	141,3951	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,6066
	11	1	sand	25	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	224,4	71,5149	152,8851	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,6093
	12	1	Gravelly Sand	35	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	245,7	81,3249	164,3751	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,6096
	13	1	Gravelly Sand	42	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	267	91,1349	175,8651	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,6080
	14	1	Gravelly Sand	37	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	288,3	100,9449	187,3551	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,6048
	15	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	309,6	110,7549	198,8451	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,6004
	16	1	Gravelly Sand	38	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	330,9	120,5649	210,3351	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,5951
	17	1	Gravelly Sand	47	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	352,2	130,3749	221,8251	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,5890
	18	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	373,5	140,1849	233,3151	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,5825
	19	1	Gravelly Sand	48	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	394,8	149,9949	244,8051	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,5755
	20	1	Silty Sand	38	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	414,3	159,8049	254,4951	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,5699
	21	1	sand	27	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7306	435,6	169,6149	265,9851	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5625
	22	1	Silty Sand	39	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	455,1	179,4249	275,6751	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5566
	23	1	Silty Sand	39	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	474,6	189,2349	285,3651	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5506
	24	1	Silty Sand	40	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	494,1	199,0449	295,0551	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5447
	25	1	Silty Sand	45	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7306	513,6	208,8549	304,7451	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5390
	26	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	534,9	218,6649	316,2351	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5323
	27	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	556,2	228,4749	327,7251	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5260
	28	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	577,5	238,2849	339,2151	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5201
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	598,8	248,0949	350,7051	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5148
	30	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7306	620,1	257,9049	362,1951	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5099

				J-8															
	Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	γ_d	γ_w	γ_d	γt	γsat	a_{max}	σ_v	u	$\sigma'v$	Mmax	α(z)	β(z)	r_d	CSR
GWL	(m)	(m)			(t/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(M_w)				
1,05	1	1	silty sand	14	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5119
	2	1	silty sand	15	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	37,5	9,3195	28,1805	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,6753
	3	1	sand	53	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	58,8	19,1295	39,6705	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,7448
	4	1	silty sand	13	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	78,3	28,9395	49,3605	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,7883
	5	1	Sand	52	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	99,6	38,7495	60,8505	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,8037
	6	1	Sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	120,9	48,5595	72,3405	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,8099
	7	1	Sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	142,2	58,3695	83,8305	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,8105
	8	1	Sand	65	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	163,5	68,1795	95,3205	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,8075
	9	1	Sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	184,8	77,9895	106,8105	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,8017
	10	1	Sand	25	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	206,1	87,7995	118,3005	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,7941
	11	1	Sand	56	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	227,4	97,6095	129,7905	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,7850
	12	1	Sand	68	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	248,7	107,4195	141,2805	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,7748
	13	1	Sand	65	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	270	117,2295	152,7705	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,7638
	14	1	Sand	68	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	291,3	127,0395	164,2605	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,7522
	15	1	Sand	66	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	312,6	136,8495	175,7505	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,7402
	16	1	Sand	61	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	333,9	146,6595	187,2405	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,7280
	17	1	Sand	67	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	355,2	156,4695	198,7305	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,7156
	18	1	Sand	15	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	376,5	166,2795	210,2205	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,7033
	19	1	silty sand	58	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	396	176,0895	219,9105	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,6935
	20	1	sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	417,3	185,8995	231,4005	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,6813
	21	1	silty sand	66	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	436,8	195,7095	241,0905	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,6716
	22	1	silty sand	53	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	456,3	205,5195	250,7805	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,6620
	23	1	silty sand	14	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	475,8	215,3295	260,4705	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,6527
	24	1	silty sand	59	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	495,3	225,1395	270,1605	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,6436
	25	1	silty sand	11	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7885	514,8	234,9495	279,8505	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,6350
	26	1	sand	52	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	536,1	244,7595	291,3405	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,6250
	27	1	sand	64	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	557,4	254,5695	302,8305	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,6157
	28	1	sand	62	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	578,7	264,3795	314,3205	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,6071
	29	1	sand	53	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	600	274,1895	325,8105	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5992
	30	1	sand	67	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7885	621,3	283,9995	337,3005	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5921

J-9

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
8,3	1	1	silty sand	14	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7066	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4587
	2	1	silty sand	13	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7066	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4547
	3	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7066	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4503
	4	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	73	0	73	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4453
	5	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	92	0	92	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4400
	6	1	Gravelly Sand	25	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	111	0	111	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4342
	7	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	130	0	130	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4282
	8	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	149	0	149	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,4218
	9	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	170,3	6,867	163,433	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,4327
	10	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	191,6	16,677	174,923	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,4474
	11	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	212,9	26,487	186,413	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,4585
	12	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	234,2	36,297	197,903	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,4667
	13	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	255,5	46,107	209,393	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,4725
	14	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	276,8	55,917	220,883	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,4763
	15	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	298,1	65,727	232,373	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,4784
	16	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	319,4	75,537	243,863	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,4791
	17	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	340,7	85,347	255,353	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,4787
	18	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	362	95,157	266,843	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,4773
	19	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	383,3	104,967	278,333	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,4753
	20	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	404,6	114,777	289,823	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,4726
	21	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	425,9	124,587	301,313	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,4695
	22	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	447,2	134,397	312,803	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,4661
	23	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	468,5	144,207	324,293	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,4625
	24	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	489,8	154,017	335,783	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,4589
	25	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	511,1	163,827	347,273	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,4552
	26	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	532,4	173,637	358,763	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,4516
	27	1	Gravelly Sand	48	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	553,7	183,447	370,253	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,4482
	28	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	575	193,257	381,743	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,4450
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	596,3	203,067	393,233	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,4421
	30	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7066	617,6	212,877	404,723	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4395

				J-10														
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
5,8	1	1	Sand	13	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5039
	2	1	Gravelly Sand	56	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	37	0	37	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4995
	3	1	Sand	16	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	55	0	55	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4946
	4	1	Sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	73	0	73	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4892
	5	1	Gravelly Sand	64	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	92	0	92	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4833
	6	1	Sand	53	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	113,3	1,962	111,338	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4854
	7	1	Sand	61	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	134,6	11,772	122,828	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,5154
	8	1	Sand	57	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	155,9	21,582	134,318	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,5378
	9	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	175,4	31,392	144,008	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,5555
	10	1	silty sand	15	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	194,9	41,202	153,698	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,5689
	11	1	silty sand	32	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	214,4	51,012	163,388	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,5787
	12	1	silty sand	13	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	233,9	60,822	173,078	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,5855
	13	1	Sand	60	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7761	255,2	70,632	184,568	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,5882
	14	1	silty sand	53	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	274,7	80,442	194,258	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,5904
	15	1	silty sand	19	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	294,2	90,252	203,948	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,5909
	16	1	silty sand	17	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7761	313,7	100,062	213,638	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,5900
	17	1	Gravelly Sand	59	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	335	109,872	225,128	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,5864
	18	1	Gravelly Sand	67	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	356,3	119,682	236,618	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,5820
	19	1	Gravelly Sand	71	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	377,6	129,492	248,108	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,5769
	20	1	Gravelly Sand	61	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	398,9	139,302	259,598	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,5714
	21	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	420,2	149,112	271,088	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5656
	22	1	Gravelly Sand	61	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	441,5	158,922	282,578	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5595
	23	1	Gravelly Sand	65	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	462,8	168,732	294,068	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5535
	24	1	Gravelly Sand	65	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	484,1	178,542	305,558	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5475
	25	1	Gravelly Sand	68	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	505,4	188,352	317,048	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5416
	26	1	Gravelly Sand	63	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	526,7	198,162	328,538	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5359
	27	1	Gravelly Sand	60	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	548	207,972	340,028	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5306
	28	1	Gravelly Sand	58	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	569,3	217,782	351,518	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5256
	29	1	Gravelly Sand	62	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	590,6	227,592	363,008	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5210
	30	1	Gravelly Sand	67	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7761	611,9	237,402	374,498	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5169

J-11

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
8,49	1	1	sand	20	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4632
	2	1	silty sand	7	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4592
	3	1	silty sand	34	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4547
	4	1	silty sand	22	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	72	0	72	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4497
	5	1	silty sand	31	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	90	0	90	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4443
	6	1	silty sand	36	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	108	0	108	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4385
	7	1	sand	29	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	126	0	126	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4324
	8	1	sand	25	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	144	0	144	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,4260
	9	1	sand	28	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	165,3	5,0031	160,2969	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,4324
	10	1	Gravelly Sand	33	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7135	186,6	14,8131	171,7869	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,4480
	11	1	Gravelly Sand	23	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7135	207,9	24,6231	183,2769	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,4599
	12	1	silty sand	32	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	227,4	34,4331	192,9669	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,4693
	13	1	sand	32	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	248,7	44,2431	204,4569	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,4757
	14	1	sand	35	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	270	54,0531	215,9469	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,4799
	15	1	sand	38	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	291,3	63,8631	227,4369	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,4823
	16	1	sand	41	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	312,6	73,6731	238,9269	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,4833
	17	1	sand	44	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	333,9	83,4831	250,4169	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,4831
	18	1	sand	45	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	355,2	93,2931	261,9069	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,4819
	19	1	sand	39	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	376,5	103,1031	273,3969	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,4799
	20	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	397,8	112,9131	284,8869	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,4773
	21	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	419,1	122,7231	296,3769	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,4743
	22	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	440,4	132,5331	307,8669	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,4710
	23	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	459,9	142,3431	317,5569	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,4682
	24	1	silty sand	50	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7135	479,4	152,1531	327,2469	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,4654
	25	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	500,7	161,9631	338,7369	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,4617
	26	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	522	171,7731	350,2269	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,4581
	27	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	543,3	181,5831	361,7169	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,4546
	28	1	sand	58	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	564,6	191,3931	373,2069	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,4513
	29	1	sand	52	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	585,9	201,2031	384,6969	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,4484
	30	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7135	607,2	211,0131	396,1869	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4458

				J-12														
GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	γt (kN/m^3)	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
3,63	1	1	sand	21	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	18	0	18	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,5030
	2	1	silty sand	7	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7747	36	0	36	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4986
	3	1	sand	8	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	54	0	54	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4937
	4	1	sand	9	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	75,3	3,6297	71,6703	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,5130
	5	1	sand	12	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	96,6	13,4397	83,1603	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,5603
	6	1	sand	10	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	117,9	23,2497	94,6503	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,5930
	7	1	silty sand	11	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7747	137,4	33,0597	104,3403	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,6182
	8	1	silty sand	11	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7747	156,9	42,8697	114,0303	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,6364
	9	1	sand	19	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	178,2	52,6797	125,5203	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,6463
	10	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	199,5	62,4897	137,0103	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,6520
	11	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	220,8	72,2997	148,5003	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,6545
	12	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	242,1	82,1097	159,9903	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,6543
	13	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	263,4	91,9197	171,4803	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,6522
	14	1	sand	52	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	284,7	101,7297	182,9703	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,6484
	15	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	306	111,5397	194,4603	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,6434
	16	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	327,3	121,3497	205,9503	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,6374
	17	1	sand	45	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	348,6	131,1597	217,4403	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,6306
	18	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	369,9	140,9697	228,9303	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,6233
	19	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	391,2	150,7797	240,4203	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,6157
	20	1	sand	48	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	412,5	160,5897	251,9103	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,6078
	21	1	sand	48	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	433,8	170,3997	263,4003	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,5998
	22	1	sand	36	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	455,1	180,2097	274,8903	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,5918
	23	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	476,4	190,0197	286,3803	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,5839
	24	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	497,7	199,8297	297,8703	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,5763
	25	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	519	209,6397	309,3603	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,5689
	26	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	540,3	219,4497	320,8503	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,5619
	27	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	561,6	229,2597	332,3403	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,5553
	28	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	582,9	239,0697	343,8303	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,5492
	29	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	604,2	248,8797	355,3203	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,5435
	30	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7747	625,5	258,6897	366,8103	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,5385

				J-13															
	Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	γ_d	γ_w	γ_d	γt	γsat	a_{max}	σ_v	u	$\sigma'v$	Mmax	α(z)	β(z)	r_d	CSR
GWL	(m)	(m)			(t/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^3)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(M_w)				
10,66	1	1	Gravelly Sand	12	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	19	0	19	7,4	-0,0270	0,0035	0,9988	0,4587
	2	1	Gravelly Sand	8	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	38	0	38	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,4547
	3	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	57	0	57	7,4	-0,1339	0,0154	0,9804	0,4502
	4	1	Gravelly Sand	32	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	76	0	76	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,4453
	5	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	95	0	95	7,4	-0,2662	0,0302	0,9580	0,4399
	6	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	114	0	114	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,4342
	7	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	133	0	133	7,4	-0,4202	0,0473	0,9323	0,4281
	8	1	Gravelly Sand	20	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	152	0	152	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,4218
	9	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	171	0	171	7,4	-0,5913	0,0663	0,9041	0,4152
	10	1	Gravelly Sand	43	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	190	0	190	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,4084
	11	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	211,3	3,3354	207,9646	7,4	-0,7746	0,0865	0,8741	0,4079
	12	1	Gravelly Sand	45	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	232,6	13,1454	219,4546	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,4180
	13	1	Gravelly Sand	47	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	253,9	22,9554	230,9446	7,4	-0,9648	0,1073	0,8432	0,4257
	14	1	silty sand	29	1,539	9,81	15,1	18	19,5	0,7065	273,4	32,7654	240,6346	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,4318
	15	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	294,7	42,5754	252,1246	7,4	-1,1564	0,1281	0,8120	0,4358
	16	1	Gravelly Sand	38	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	316	52,3854	263,6146	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,4384
	17	1	Gravelly Sand	78	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	337,3	62,1954	275,1046	7,4	-1,3438	0,1482	0,7812	0,4398
	18	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	358,6	72,0054	286,5946	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,4402
	19	1	sand	51	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7065	379,9	81,8154	298,0846	7,4	-1,5215	0,1670	0,7514	0,4398
	20	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7065	401,2	91,6254	309,5746	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,4387
	21	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7065	422,5	101,4354	321,0646	7,4	-1,6845	0,1839	0,7232	0,4370
	22	1	sand	50	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7065	443,8	111,2454	332,5546	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,4350
	23	1	Gravelly Sand	66	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	465,1	121,0554	344,0446	7,4	-1,8280	0,1983	0,6971	0,4328
	24	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	486,4	130,8654	355,5346	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,4303
	25	1	Gravelly Sand	48	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	507,7	140,6754	367,0246	7,4	-1,9478	0,2098	0,6735	0,4278
	26	1	sand	53	1,845	9,81	18,1	18	21,3	0,7065	529	150,4854	378,5146	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,4253
	27	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	550,3	160,2954	390,0046	7,4	-2,0405	0,2181	0,6526	0,4229
	28	1	Gravelly Sand	64	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	571,6	170,1054	401,4946	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,4206
	29	1	Gravelly Sand	50	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	592,9	179,9154	412,9846	7,4	-2,1034	0,2228	0,6348	0,4185
	30	1	Gravelly Sand	66	1,845	9,81	18,1	19	21,3	0,7065	614,2	189,7254	424,4746	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,4167

IAIN-1

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	w (%)	γ_m (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_m (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	e	Gs	ysat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	σ'v (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1,2	2	2	pasr halus berbatu	4	11,37	1,58	1,42	9,81	15,50	13,92	0,89	2,68	18,53	0,8799	37,0609	7,8480	29,2129	7,4	-0,077	0,009	0,9901	0,718
	4	2	pasir kasar	5	11,37	1,58	1,42	9,81	15,50	13,92	0,89	2,68	18,53	0,8799	74,1218	27,4680	46,6538	7,4	-0,197	0,022	0,9696	0,881
	6	2	pasir kasar	9	11,37	1,58	1,42	9,81	15,50	13,92	0,89	2,68	18,53	0,8799	111,1827	47,0880	64,0947	7,4	-0,341	0,038	0,9455	0,938
	8	2	lempung berpasir halus sampai kasar	5	10,31	1,93	1,75	9,81	18,93	17,16	0,58	2,76	20,75	0,8799	152,6882	66,7080	85,9802	7,4	-0,504	0,057	0,9185	0,933
	10	2	lempung berpasir halus sampai kasar	8	10,31	1,93	1,75	9,81	18,93	17,16	0,58	2,76	20,75	0,8799	194,1937	86,3280	107,8657	7,4	-0,682	0,076	0,8893	0,916
	12	2	lempung berpasir halus sampai kasar	5	10,31	1,93	1,75	9,81	18,93	17,16	0,58	2,76	20,75	0,8799	235,6991	105,9480	129,7511	7,4	-0,869	0,097	0,8588	0,892
	14	2	pasir lempung	4	53,97	1,71	1,11	9,81	16,78	10,90	1,39	2,66	16,61	0,8799	268,9144	125,5680	143,3464	7,4	-1,061	0,118	0,8276	0,888
	16	2	pasir lempung	7	53,97	1,71	1,11	9,81	16,78	10,90	1,39	2,66	16,61	0,8799	302,1296	145,1880	156,9416	7,4	-1,251	0,138	0,7965	0,877
	18	2	pasir lempung	39	20,85	1,67	1,38	9,81	16,38	13,56	0,92	2,65	18,25	0,8799	338,6348	164,8080	173,8268	7,4	-1,434	0,158	0,7661	0,854
	20	2	pasir lempung	42	20,85	1,67	1,38	9,81	16,38	13,56	0,92	2,65	18,25	0,8799	375,1400	184,4280	190,7120	7,4	-1,605	0,176	0,7371	0,829
	22	2	pasir lempung	43	15,46	1,71	1,48	9,81	16,78	14,53	0,73	2,56	18,67	0,8799	412,4848	204,0480	208,4368	7,4	-1,759	0,191	0,7099	0,804
	24	2	pasir lempung	43	15,46	1,71	1,48	9,81	16,78	14,53	0,73	2,56	18,67	0,8799	449,8297	223,6680	226,1617	7,4	-1,891	0,204	0,6850	0,779
	26	2	pasir lempung	46	15,46	1,71	1,48	9,81	16,78	14,53	0,73	2,56	18,67	0,8799	487,1745	243,2880	243,8865	7,4	-1,998	0,214	0,6627	0,757
	28	2	pasir lempung	48	17,79	1,71	1,45	9,81	16,78	14,24	0,62	2,35	17,98	0,8799	523,1416	262,9080	260,2336	7,4	-2,076	0,221	0,6433	0,740
	30	2	pasir lempung	61	17,79	1,71	1,45	9,81	16,78	14,24	0,62	2,35	17,98	0,8799	559,1087	282,5280	276,5807	7,4	-2,123	0,224	0,6271	0,725

IAIN-2

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	w (%)	γ_m (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_m (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	e	Gs	ysat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	σ'v (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1,2	2	2	Pasir lempung berbatu	7	17,59	1,83	1,56	9,81	17,95	15,27	0,61	2,51	19,00	0,9116	38,0034	7,8480	30,1554	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,7394
	4	2	pasir lempung berbatu	11	17,59	1,83	1,56	9,81	17,95	15,27	0,61	2,51	19,00	0,9116	76,0068	27,4680	48,5388	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,8997
	6	2	lempung berpasir	14	17,59	1,83	1,56	9,81	17,95	15,27	0,61	2,51	19,00	0,9116	114,0102	47,0880	66,9222	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,9545
	8	2	lempung berpasir	14	8,48	1,95	1,80	9,81	19,13	17,63	0,41	2,54	20,49	0,9116	154,9860	66,7080	88,2780	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,9555
	10	2	lempung berpasir	10	8,48	1,95	1,80	9,81	19,13	17,63	0,41	2,54	20,49	0,9116	195,9617	86,3280	109,6337	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,9419
	12	2	lempung berpasir	11	8,48	1,95	1,80	9,81	19,13	17,63	0,41	2,54	20,49	0,9116	236,9374	105,9480	130,9894	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,9204
	14	2	lempung berpasir	11	13,40	1,71	1,51	9,81	16,78	14,79	0,55	2,34	18,28	0,9116	273,5051	125,5680	147,9371	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,9066
	16	2	lempung berpasir	15	13,40	1,71	1,51	9,81	16,78	14,79	0,55	2,34	18,28	0,9116	310,0727	145,1880	164,8847	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,8875
	18	2	lempung berpasir	15	34,62	1,67	1,24	9,81	16,38	12,17	1,00	2,49	17,09	0,9116	344,2453	164,8080	179,4373	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,8709
	20	2	lempung berpasir	29	34,62	1,67	1,24	9,81	16,38	12,17	1,00	2,49	17,09	0,9116	378,4179	184,4280	193,9899	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,8520
	22	2	lempung berpasir	24	19,12	1,71	1,44	9,81	16,78	14,08	0,69	2,42	18,08	0,9116	414,5837	204,0480	210,5357	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,8283
	24	2	lempung	27	19,12	1,71	1,44	9,81	16,78	14,08	0,69	2,42	18,08	0,9116	450,7495	223,6680	227,0815	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,8057
	26	2	lempung	29	19,12	1,71	1,44	9,81	16,78	14,08	0,69	2,42	18,08	0,9116	486,9153	243,2880	243,6273	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,7848
	28	2	lempung	29	13,08	1,71	1,51	9,81	16,78	14,83	0,57	2,37	18,39	0,9116	523,6966	262,9080	260,7886	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,7655
	30	2	lempung	37	13,08	1,71	1,51	9,81	16,78	14,83	0,57	2,37	18,39	0,9116	560,4778	282,5280	277,9498	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,7493

IAIN-3

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	w (%)	γ_m (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_m (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	e	Gs	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1,2	2	2	kerikil	11	9,51	1,74	1,59	9,81	17,07	15,59	0,63	2,59	19,37	0,8350	184,1826	7,8480	176,3346	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,5613
	4	2	kerikil	9	9,51	1,74	1,59	9,81	17,07	15,59	0,63	2,59	19,37	0,8350	368,3652	27,4680	340,8972	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,5687
	6	2	lempung berpasir	6	9,51	1,74	1,59	9,81	17,07	15,59	0,60	2,55	19,28	0,8350	551,7607	47,0880	504,6727	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,5611
	8	2	lempung berpasir	7	8,18	1,23	1,14	9,81	12,07	11,15	1,26	2,57	16,62	0,8350	687,7025	66,7080	620,9945	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,5521
	10	2	lempung berpasir	10	8,18	1,23	1,14	9,81	12,07	11,15	1,26	2,57	16,62	0,8350	823,6442	86,3280	737,3162	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,5392
	12	2	lempung berpasir	13	8,18	1,23	1,14	9,81	12,07	11,15	1,26	2,57	16,62	0,8350	959,5860	105,9480	853,6380	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,5239
	14	2	lempung berpasir	13	3,45	1,17	1,13	9,81	11,48	11,09	1,41	2,73	16,84	0,8350	1017,6869	125,5680	892,1189	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,5124
	16	2	lempung berpasir	13	3,45	1,17	1,13	9,81	11,48	11,09	1,41	2,73	16,84	0,8350	1075,7878	145,1880	930,5998	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,4998
	18	2	lempung berpasir	13	9,70	1,71	1,56	9,81	16,78	15,29	0,68	2,62	19,26	0,8350	1262,6173	164,8080	1097,8093	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,4783
	20	2	lempung	12	9,70	1,71	1,56	9,81	16,78	15,29	0,68	2,62	19,26	0,8350	1449,4468	184,4280	1265,0188	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,4584
	22	2	lempung	8	11,81	1,48	1,32	9,81	14,52	12,99	0,97	2,61	17,82	0,8350	1659,9467	204,0480	1455,8987	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,4393
	24	2	lempung	6	11,81	1,48	1,32	9,81	14,52	12,99	0,97	2,61	17,82	0,8350	1870,4465	223,6680	1646,7785	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,4223
	26	2	lempung	4	11,81	1,48	1,32	9,81	14,52	12,99	0,97	2,61	17,82	0,8350	2080,9463	243,2880	1837,6583	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,4073
	28	2	lempung	11	20,51	1,40	1,16	9,81	13,73	11,40	1,17	2,52	16,69	0,8350	2423,1744	262,9080	2160,2664	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,3917
	30	2	lempung	12	20,51	1,40	1,16	9,81	13,73	11,40	1,17	2,52	16,69	0,8350	2765,4024	282,5280	2482,8744	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,3791

IAIN-4

GWL	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	w (%)	γ_m (t/m^3)	γ_d (t/m^3)	γ_w (kN/m^3)	γ_m (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)	e	Gs	γsat (kN/m^3)	a_{max} (kN/m^2)	σ_v (kN/m^2)	u (kN/m^2)	$\sigma'v$ (kN/m^2)	Mmax (M_w)	α(z)	β(z)	r_d	CSR
1,1	2	2	Pasir lempung berbatu	11	11,40	1,48	1,33	9,81	14,52	13,03	1,00	2,66	17,93	0,8349	204,4495	7,8480	196,6015	7,4	-0,0771	0,0091	0,9901	0,5588
	4	2	lempung berpasir halus sampai kasar	9	11,40	1,48	1,33	9,81	14,52	13,03	1,00	2,66	17,93	0,8349	408,8991	27,4680	381,4311	7,4	-0,1971	0,0225	0,9696	0,5641
	6	2	pasir kasar	6	11,40	1,48	1,33	9,81	14,52	13,03	1,00	2,66	17,93	0,8349	613,3486	47,0880	566,2606	7,4	-0,3408	0,0385	0,9455	0,5558
	8	2	pasir kasar	7	8,89	1,32	1,21	9,81	12,95	11,89	1,17	2,63	17,18	0,8349	766,0817	66,7080	699,3737	7,4	-0,5039	0,0566	0,9185	0,5460
	10	2	pasir kasar	10	8,89	1,32	1,21	9,81	12,95	11,89	1,17	2,63	17,18	0,8349	918,8148	86,3280	832,4868	7,4	-0,6818	0,0763	0,8893	0,5327
	12	2	pasir kasar	13	8,89	1,32	1,21	9,81	12,95	11,89	1,17	2,63	17,18	0,8349	1071,5480	105,9480	965,6000	7,4	-0,8692	0,0969	0,8588	0,5172
	14	2	pasir kasar	13	67,55	1,26	0,75	9,81	12,36	7,38	2,54	2,67	14,42	0,8349	2045,5553	125,5680	1919,9873	7,4	-1,0608	0,1178	0,8276	0,4785
	16	2	pasir kasar	13	67,55	1,26	0,75	9,81	12,36	7,38	2,54	2,67	14,42	0,8349	3019,5626	145,1880	2874,3746	7,4	-1,2510	0,1383	0,7965	0,4541
	18	2	pasir kasar	13	19,78	1,57	1,31	9,81	15,40	12,86	1,00	2,62	17,75	0,8349	3370,6810	164,8080	3205,8730	7,4	-1,4342	0,1578	0,7661	0,4372
	20	2	pasir kasar	12	19,78	1,57	1,31	9,81	15,40	12,86	1,00	2,62	17,75	0,8349	3721,7994	184,4280	3537,3714	7,4	-1,6052	0,1757	0,7371	0,4209
	22	2	pasir kasar	8	21,28	1,70	1,40	9,81	16,68	13,75	0,90	2,67	18,40	0,8349	4113,4148	204,0480	3909,3668	7,4	-1,7590	0,1914	0,7099	0,4054
	24	2	lempung	6	21,28	1,70	1,40	9,81	16,68	13,75	0,90	2,67	18,40	0,8349	4505,0301	223,6680	4281,3621	7,4	-1,8911	0,2044	0,6850	0,3912
	26	2	lempung	4	21,28	1,70	1,40	9,81	16,68	13,75	0,90	2,67	18,40	0,8349	4896,6454	243,2880	4653,3574	7,4	-1,9977	0,2144	0,6627	0,3784
	28	2	lempung	11	40,85	1,67	1,19	9,81	16,38	11,63	1,25	2,67	17,08	0,8349	5594,3012	262,9080	5331,3932	7,4	-2,0758	0,2209	0,6433	0,3663
	30	2	lempung	12	40,85	1,67	1,19	9,81	16,38	11,63	1,25	2,67	17,08	0,8349	6291,9571	282,5280	6009,4291	7,4	-2,1230	0,2238	0,6271	0,3564

LAMPIRAN D

Lampiran D: Data Perhitungan *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

B-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Silty Sand	8	100	18,0000	0,5513	1,7000	0,9	1	0,75	1	5,4	9,1800	0	0,0000	9,1800	0,1124	7,40	1,0269	0,0895	1,1000	0,1270	0,6204	0,2047
2	1	Silty Sand	7	100	28,2786	0,5663	1,7000	0,9	1	0,75	1	4,7	8,0325	28,5	5,2961	13,3286	0,1426	7,40	1,0269	0,0857	1,1000	0,1611	0,8155	0,1975
3	1	Silty Sand	3	100	37,9686	0,6368	1,7000	0,9	1	0,8	1	2,2	3,6720	36,1	5,5267	9,1987	0,1126	7,40	1,0269	0,0714	1,0691	0,1236	0,9142	0,1352
4	1	Silty Sand	5	100	47,6586	0,6019	1,5621	0,9	1	0,8	1	3,6	5,6237	32,8	5,4557	11,0794	0,1257	7,40	1,0269	0,0778	1,0577	0,1365	0,9667	0,1412
5	1	Silty Sand	4	100	57,3486	0,6242	1,4149	0,9	1	0,85	1	3,1	4,3296	24,4	5,0214	9,3510	0,1136	7,40	1,0269	0,0736	1,0409	0,1214	0,9960	0,1219
6	1	Silty Sand	10	100	67,0386	0,5470	1,2445	0,9	1	0,85	1	7,7	9,5207	26,2	5,1618	14,6824	0,1535	7,40	1,0269	0,0906	1,0362	0,1633	1,0118	0,1614
7	1	Silty Sand	12	100	76,7286	0,5204	1,1478	0,9	1	0,95	1	10,3	11,7766	27,1	5,2196	16,9962	0,1739	7,40	1,0269	0,0985	1,0261	0,1832	1,0188	0,1798
8	1	Silty Sand	52	100	86,4186	0,2620	1,0390	0,9	1	0,95	1	44,5	46,1934	12,5	2,2942	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0438	1,8755	1,0199	1,8388
9	1	Gravelly Sand	67	100	97,9086	0,2015	1,0043	0,9	1	0,95	1	57,3	57,5295	22	4,7678	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-2,2661	0,9521	1,7107	1,0083	1,6966
10	1	Sand	16	100	109,3986	0,5063	0,9555	0,9	1	0,95	1	13,7	13,0717	0	0,0000	13,0717	0,1406	7,40	1,0269	0,1033	0,9907	0,1430	0,9952	0,1437
11	1	Sand	14	100	120,8886	0,5246	0,9053	0,9	1	1	1	12,6	11,4064	0	0,0000	11,4064	0,1281	7,40	1,0269	0,0972	0,9816	0,1291	0,9809	0,1316
12	1	Sand	21	100	132,3786	0,4715	0,8761	0,9	1	1	1	18,9	16,5587	20,5	4,5584	21,1172	0,2203	7,40	1,0269	0,1173	0,9671	0,2188	0,9658	0,2265
13	1	Sand	24	100	143,8686	0,4554	0,8473	0,9	1	1	1	21,6	18,3025	0	0,0000	18,3025	0,1868	7,40	1,0269	0,1251	0,9545	0,1831	0,9501	0,1927
14	1	Sand	33	100	155,3586	0,4008	0,8381	0,9	1	1	1	29,7	24,8922	0	0,0000	24,8922	0,2875	7,40	1,0269	0,1619	0,9287	0,2742	0,9340	0,2935
15	1	Sand	13	100	166,8486	0,5562	0,7522	0,9	1	1	1	11,7	8,8011	0	0,0000	8,8011	0,1099	7,40	1,0269	0,0882	0,9548	0,1077	0,9177	0,1174
16	1	Sand	12	100	178,3386	0,5700	0,7191	0,9	1	1	1	10,8	7,7664	22,9	4,8733	12,6397	0,1373	7,40	1,0269	0,0848	0,9509	0,1341	0,9013	0,1487
17	1	Sand	42	100	189,8286	0,3638	0,7920	0,9	1	1	1	37,8	29,9384	0	0,0000	29,9384	0,4811	7,40	1,0269	0,2021	0,8704	0,4301	0,8849	0,4860
18	1	Gravelly Sand	51	100	201,3186	0,3186	0,8002	0,9	1	1	1	45,9	36,7289	0	0,0000	36,7289	1,6364	7,40	1,0269	0,2902	0,7969	1,3392	0,8687	1,5417
19	1	Gravelly Sand	46	100	212,8086	0,3512	0,7670	0,9	1	1	1	41,4	31,7543	24,9	5,0640	36,8183	1,6726	7,40	1,0269	0,2207	0,8333	1,4313	0,8527	1,6786
20	1	Gravelly Sand	26	100	224,2986	0,4777	0,6799	0,9	1	1	1	23,4	15,9087	0	0,0000	15,9087	0,1639	7,40	1,0269	0,1146	0,9075	0,1528	0,8371	0,1825
21	1	Gravelly Sand	23	100	235,7886	0,5023	0,6500	0,9	1	1	1	20,7	13,4540	0	0,0000	13,4540	0,1436	7,40	1,0269	0,1047	0,9102	0,1342	0,8219	0,1633
22	1	Gravelly Sand	32	100	247,2786	0,4474	0,6669	0,9	1	1	1	28,8	19,2077	0	0,0000	19,2077	0,1966	7,40	1,0269	0,1295	0,8828	0,1782	0,8072	0,2208
23	1	Gravelly Sand	40	100	258,7686	0,4037	0,6813	0,9	1	1	1	36,0	24,5261	13,7	2,7903	27,3163	0,3575	7,40	1,0269	0,1595	0,8484	0,3114	0,7932	0,3927
24	1	Gravelly Sand	37	100	270,2586	0,4253	0,6552	0,9	1	1	1	33,3	21,8184	0	0,0000	21,8184	0,2303	7,40	1,0269	0,1431	0,8577	0,2029	0,7797	0,2602
25	1	Gravelly Sand	37	100	281,7486	0,4291	0,6411	0,9	1	1	1	33,3	21,3496	0	0,0000	21,3496	0,2235	7,40	1,0269	0,1405	0,8545	0,1961	0,7670	0,2557
26	1	Gravelly Sand	34	100	293,2386	0,4506	0,6158	0,9	1	1	1	30,6	18,8446	0	0,0000	18,8446	0,1926	7,40	1,0269	0,1277	0,8626	0,1706	0,7550	0,2259
27	1	Gravelly Sand	39	100	304,7286	0,4249	0,6228	0,9	1	1	1	35,1	21,8619	0	0,0000	21,8619	0,2310	7,40	1,0269	0,1433	0,8403	0,1993	0,7438	0,2679
28	1	Gravelly Sand	45	100	316,2186	0,3945	0,6349	0,9	1	1	1	40,5	25,7150	14,1	2,9429	28,6578	0,4123	7,40	1,0269	0,1675	0,8071	0,3418	0,7335	0,4659
29	1	Gravelly Sand	42	100	327,7086	0,4149	0,6111	0,9	1	1	1	37,8	23,1010	0	0,0000	23,1010	0,2511	7,40	1,0269	0,1505	0,8213	0,2118	0,7241	0,2926
30	1	Gravelly Sand	49	100	339,1986	0,3795	0,6291	0,9	1	1	1	44,1	27,7419	0	0,0000	27,7419	0,3733	7,40	1,0269	0,1828	0,7767	0,2978	0,7156	0,4161

B-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Gravelly Sand	50	100	19,0000	0,2396	1,4887	0,9	1	0,75	1	33,8	50,2451	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6674	2,9612
2	1	Gravelly Sand	50	100	38,0000	0,2745	1,3042	0,9	1	0,75	1	33,8	44,0161	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6616	2,9873
3	1	Gravelly Sand	50	100	50,4710	0,2774	1,2088	0,9	1	0,8	1	36,0	43,5179	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,7697	2,5678
4	1	Sand	6	100	61,9610	0,5997	1,3325	0,9	1	0,8	1	4,3	5,7565	38,6	5,5616	11,3181	0,1274	7,40	1,0269	0,0782	1,0374	0,1358	0,8428	0,1611
5	1	Sand	40	100	73,4510	0,3365	1,1094	0,9	1	0,85	1	30,6	33,9482	0	0,0000	33,9482	0,9001	7,40	1,0269	0,2474	1,0763	0,9949	0,8880	1,1203
6	1	Sand	35	100	84,9410	0,3743	1,0630	0,9	1	0,85	1	26,8	28,4616	0	0,0000	28,4616	0,4034	7,40	1,0269	0,1888	1,0308	0,4270	0,9164	0,4660
7	1	Sand	30	100	96,4310	0,3923	1,0144	0,9	1	0,95	1	25,7	26,0183	29,9	5,3590	31,3773	0,5862	7,40	1,0269	0,1697	1,0062	0,6057	0,9335	0,6488
8	1	Gravelly Sand	41	100	107,9210	0,3351	0,9748	0,9	1	0,95	1	35,1	34,1710	17,3	3,9265	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2504	0,9809	1,7625	0,9429	1,8693
9	1	Gravelly Sand	50	100	119,4110	0,2948	0,9490	0,9	1	0,95	1	42,8	40,5716	28,3	5,2861	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9468	1,7011	0,9466	1,7971
10	1	Gravelly Sand	50	100	130,9010	0,3019	0,9219	0,9	1	0,95	1	42,8	39,4127	27,1	5,2196	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9192	1,6516	0,9461	1,7458
11	1	Gravelly Sand	50	100	142,3910	0,2950	0,9010	0,9	1	1	1	45,0	40,5452	42,8	5,5962	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8940	1,6063	0,9423	1,7047
12	1	Gravelly Sand	49	100	153,8810	0,3066	0,8762	0,9	1	1	1	44,1	38,6410	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8707	1,5644	0,9360	1,6714
13	1	Gravelly Sand	33	100	165,3710	0,4061	0,8152	0,9	1	1	1	29,7	24,2126	25,1	5,0803	29,2928	0,4441	7,40	1,0269	0,1574	0,9208	0,4199	0,9278	0,4526
14	1	Gravelly Sand	36	100	176,8610	0,3932	0,7992	0,9	1	1	1	32,4	25,8925	0	0,0000	25,8925	0,3128	7,40	1,0269	0,1688	0,9038	0,2903	0,9180	0,3162
15	1	Gravelly Sand	50	100	188,3510	0,3182	0,8175	0,9	1	1	1	45,0	36,7896	0	0,0000	36,7896	1,6608	7,40	1,0269	0,2913	0,8156	1,3910	0,9071	1,5335
16	1	Gravelly Sand	50	100	199,8410	0,3234	0,7994	0,9	1	1	1	45,0	35,9733	43,1	5,5978	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2773	0,8080	1,4518	0,8954	1,6214
17	1	Gravelly Sand	50	100	211,3310	0,3284	0,7822	0,9	1	1	1	45,0	35,1969	0	0,0000	35,1969	1,1550	7,40	1,0269	0,2651	0,8016	0,9508	0,8830	1,0767
18	1	Gravelly Sand	50	100	222,8210	0,3332	0,7657	0,9	1	1	1	45,0	34,4572	0	0,0000	34,4572	0,9929	7,40	1,0269	0,2544	0,7962	0,8118	0,8703	0,9328
19	1	Gravelly Sand	50	100	234,3110	0,3378	0,7500	0,9	1	1	1	45,0	33,7510	13,9	2,8674	36,6185	1,5931	7,40	1,0269	0,2448	0,7916	1,2951	0,8574	1,5105
20	1	Gravelly Sand	50	100	245,8010	0,3423	0,7350	0,9	1	1	1	45,0	33,0759	0	0,0000	33,0759	0,7689	7,40	1,0269	0,2362	0,7876	0,6219	0,8444	0,7365
21	1	Gravelly Sand	50	100	257,2910	0,3466	0,7207	0,9	1	1	1	45,0	32,4295	0	0,0000	32,4295	0,6899	7,40	1,0269	0,2284	0,7842	0,5555	0,8315	0,6681
22	1	Gravelly Sand	50	100	268,7810	0,3508	0,7069	0,9	1	1	1	45,0	31,8097	26,4	5,1753	36,9849	1,7431	7,40	1,0269	0,2213	0,7812	1,3983	0,8189	1,7075
23	1	Gravelly Sand	50	100	280,2710	0,3549	0,6937	0,9	1	1	1	45,0	31,2147	0	0,0000	31,2147	0,5725	7,40	1,0269	0,2149	0,7785	0,4577	0,8066	0,5674
24	1	Gravelly Sand	56	100	291,7610	0,3261	0,7053	0,9	1	1	1	50,4	35,5446	0	0,0000	35,5446	1,2447	7,40	1,0269	0,2705	0,7104	0,9080	0,7947	1,1426
25	1	Gravelly Sand	50	100	303,2510	0,3627	0,6687	0,9	1	1	1	45,0	30,0929	0	0,0000	30,0929	0,4908	7,40	1,0269	0,2036	0,7741	0,3902	0,7834	0,4980
26	1	Gravelly Sand	50	100	314,7410	0,3664	0,6570	0,9	1	1	1	45,0	29,5632	0	0,0000	29,5632	0,4589	7,40	1,0269	0,1986	0,7723	0,3640	0,7727	0,4711
27	1	Gravelly Sand	50	100	326,2310	0,3700	0,6456	0,9	1	1	1	45,0	29,0526	0	0,0000	29,0526	0,4316	7,40	1,0269	0,1940	0,7706	0,3415	0,7626	0,4479
28	1	Gravelly Sand	50	100	337,7210	0,3736	0,6347	0,9	1	1	1	45,0	28,5601	23,9	4,9755	33,5356	0,8341	7,40	1,0269	0,1897	0,7692	0,6589	0,7533	0,8747
29	1	Gravelly Sand	50	100	349,2110	0,3770	0,6241	0,9	1	1	1	45,0	28,0847	0	0,0000	28,0847	0,3871	7,40	1,0269	0,1857	0,7678	0,3052	0,7447	0,4098
30	1	Gravelly Sand	50	100	360,7010	0,3803	0,6139	0,9	1	1	1	45,0	27,6253	0	0,0000	27,6253	0,3688	7,40	1,0269	0,1819	0,7666	0,2904	0,7370	0,3940

B-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Gravelly Sand	50	100	12,4710	0,2219	1,5872	0,9	1	0,75	1	33,8	53,5670	57,5	5,6077	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1291	1,7504
2	1	Gravelly Sand	50	100	12,4710	0,2219	1,5872	0,9	1	0,75	1	33,8	53,5670	22,7	4,8510	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1651	1,6964
3	1	Gravelly Sand	50	100	23,9610	0,2379	1,4047	0,9	1	0,8	1	36,0	50,5698	21,2	4,6618	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1696	1,6899
4	1	Gravelly Sand	50	100	35,4510	0,2574	1,3060	0,9	1	0,8	1	36,0	47,0144	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1648	1,6968
5	1	Gravelly Sand	52	100	46,9410	0,2513	1,2093	0,9	1	0,85	1	39,8	48,1072	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1556	1,7103
6	1	Gravelly Sand	54	100	58,4310	0,2553	1,1471	0,9	1	0,85	1	41,3	47,3848	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1438	1,7280
7	1	Gravelly Sand	57	100	69,9210	0,2258	1,0841	0,9	1	0,95	1	48,7	52,8350	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	1,1301	1,7489
8	1	Gravelly Sand	59	100	81,4110	0,2257	1,0475	0,9	1	0,95	1	50,4	52,8420	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0617	1,9076	1,1150	1,7109
9	1	Gravelly Sand	61	100	92,9010	0,2248	1,0167	0,9	1	0,95	1	52,2	53,0253	21,3	4,6758	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0221	1,8365	1,0989	1,6713
10	1	Gravelly Sand	56	100	104,3910	0,2555	0,9891	0,9	1	0,95	1	47,9	47,3572	17,3	3,9265	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9871	1,7736	1,0819	1,6394
11	1	Gravelly Sand	50	100	115,8810	0,2793	0,9597	0,9	1	1	1	45,0	43,1851	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9558	1,7173	1,0643	1,6136
12	1	Gravelly Sand	44	100	127,3710	0,3190	0,9257	0,9	1	1	1	39,6	36,6587	26,9	5,2074	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2890	0,9301	1,6712	1,0462	1,5974
13	1	Gravelly Sand	50	100	138,8610	0,2930	0,9083	0,9	1	1	1	45,0	40,8730	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9015	1,6198	1,0278	1,5760
14	1	Gravelly Sand	6	100	150,3510	0,6269	0,7744	0,9	1	1	1	5,4	4,1817	26,9	5,2074	9,3891	0,1139	7,40	1,0269	0,0731	0,9702	0,1134	1,0092	0,1124
15	1	Gravelly Sand	6	100	161,8410	0,6307	0,7381	0,9	1	1	1	5,4	3,9859	34,1	5,4878	9,4737	0,1144	7,40	1,0269	0,0724	0,9651	0,1134	0,9906	0,1145
16	1	silty sand	10	100	173,3310	0,5880	0,7237	0,9	1	1	1	9,0	6,5130	0	0,0000	6,5130	0,0952	7,40	1,0269	0,0807	0,9556	0,0934	0,9764	0,0956
17	1	silty sand	41	100	183,0210	0,3664	0,8014	0,9	1	1	1	36,9	29,5701	0	0,0000	29,5701	0,4593	7,40	1,0269	0,1987	0,8799	0,4151	0,9618	0,4315
18	1	Gravelly Sand	50	100	192,7110	0,3202	0,8106	0,9	1	1	1	45,0	36,4749	0	0,0000	36,4749	1,5392	7,40	1,0269	0,2858	0,8125	1,2844	0,9431	1,3618
19	1	Gravelly Sand	50	100	204,2010	0,3253	0,7928	0,9	1	1	1	45,0	35,6742	0	0,0000	35,6742	1,2807	7,40	1,0269	0,2725	0,8054	1,0593	0,9248	1,1454
20	1	Gravelly Sand	50	100	215,6910	0,3302	0,7758	0,9	1	1	1	45,0	34,9121	0	0,0000	34,9121	1,0883	7,40	1,0269	0,2609	0,7995	0,8935	0,9071	0,9850
21	1	Gravelly Sand	50	100	227,1810	0,3350	0,7597	0,9	1	1	1	45,0	34,1854	0	0,0000	34,1854	0,9417	7,40	1,0269	0,2506	0,7944	0,7682	0,8899	0,8632
22	1	Gravelly Sand	51	100	238,6710	0,3340	0,7478	0,9	1	1	1	45,9	34,3249	0	0,0000	34,3249	0,9674	7,40	1,0269	0,2525	0,7803	0,7753	0,8734	0,8877
23	1	Gravelly Sand	55	100	250,1610	0,3167	0,7480	0,9	1	1	1	49,5	37,0250	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2955	0,7290	1,3099	0,8575	1,5275
24	1	sand	55	100	261,6510	0,3209	0,7344	0,9	1	1	1	49,5	36,3528	0	0,0000	36,3528	1,4954	7,40	1,0269	0,2837	0,7272	1,1166	0,8425	1,3254
25	1	sand	17	100	273,1410	0,5569	0,5714	0,9	1	1	1	15,3	8,7430	39,3	5,5692	14,3122	0,1504	7,40	1,0269	0,0880	0,9115	0,1408	0,8283	0,1700
26	1	Gravelly Sand	35	100	284,6310	0,4419	0,6299	0,9	1	1	1	31,5	19,8408	57,9	5,6069	25,4477	0,3010	7,40	1,0269	0,1326	0,8613	0,2662	0,8149	0,3267
27	1	Gravelly Sand	56	100	296,1210	0,3276	0,7007	0,9	1	1	1	50,4	35,3167	0	0,0000	35,3167	1,1848	7,40	1,0269	0,2670	0,7102	0,8641	0,8025	1,0768
28	1	Gravelly Sand	50	100	307,6110	0,3641	0,6642	0,9	1	1	1	45,0	29,8895	0	0,0000	29,8895	0,4781	7,40	1,0269	0,2017	0,7734	0,3797	0,7910	0,4801
29	1	Gravelly Sand	50	100	319,1010	0,3678	0,6526	0,9	1	1	1	45,0	29,3673	0	0,0000	29,3673	0,4481	7,40	1,0269	0,1968	0,7716	0,3551	0,7805	0,4549
30	1	Gravelly Sand	50	100	330,5910	0,3714	0,6414	0,9	1	1	1	45,0	28,8637	0	0,0000	28,8637	0,4222	7,40	1,0269	0,1923	0,7701	0,3338	0,7710	0,4330

B-4

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Sand	3	100	15,5121	0,6415	1,7000	0,9	1	0,75	1	2,0	3,4425	63,2	5,5944	9,0369	0,1115	7,40	1,0269	0,0706	1,1000	0,1259	0,8746	0,1440
2	1	Sand	7	100	27,0021	0,5663	1,7000	0,9	1	0,75	1	4,7	8,0325	50,86	5,6149	13,6474	0,1451	7,40	1,0269	0,0857	1,1000	0,1639	0,9961	0,1645
3	1	Sand	3	100	38,4921	0,6368	1,7000	0,9	1	0,8	1	2,2	3,6720	30,75	5,3916	9,0636	0,1116	7,40	1,0269	0,0714	1,0681	0,1225	1,0378	0,1180
4	1	Sand	5	100	49,9821	0,6043	1,5206	0,9	1	0,8	1	3,6	5,4741	66,9	5,5840	11,0581	0,1256	7,40	1,0269	0,0773	1,0536	0,1359	1,0540	0,1289
5	1	Sand	6	100	61,4721	0,5939	1,3351	0,9	1	0,85	1	4,6	6,1279	58,51	5,6057	11,7336	0,1305	7,40	1,0269	0,0794	1,0387	0,1392	1,0583	0,1315
6	1	Sand	11	100	72,9621	0,5414	1,1861	0,9	1	0,85	1	8,4	9,9809	48,77	5,6140	15,5949	0,1612	7,40	1,0269	0,0922	1,0291	0,1704	1,0561	0,1613
7	1	Sand	13	100	84,4521	0,5165	1,0912	0,9	1	0,95	1	11,1	12,1288	48,29	5,6135	17,7423	0,1811	7,40	1,0269	0,0998	1,0169	0,1891	1,0496	0,1802
8	1	Sand	50	100	95,9421	0,2789	1,0116	0,9	1	0,95	1	42,8	43,2469	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0124	1,8191	1,0402	1,7488
9	1	Sand	50	100	107,4321	0,2870	0,9796	0,9	1	0,95	1	42,8	41,8794	25,12	5,0819	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9785	1,7581	1,0288	1,7090
10	1	Sand	50	100	118,9221	0,2945	0,9502	0,9	1	0,95	1	42,8	40,6229	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9480	1,7034	1,0157	1,6770
11	1	Sand	50	100	130,4121	0,2881	0,9263	0,9	1	1	1	45,0	41,6854	14,69	3,1556	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9203	1,6536	1,0015	1,6512
12	1	Sand	50	100	141,9021	0,2947	0,9020	0,9	1	1	1	45,0	40,5902	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8950	1,6081	0,9864	1,6303
13	1	Sand	50	100	153,3921	0,3009	0,8792	0,9	1	1	1	45,0	39,5639	23,63	4,9493	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8717	1,5662	0,9706	1,6135
14	1	Sand	50	100	164,8821	0,3069	0,8577	0,9	1	1	1	45,0	38,5985	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8500	1,5272	0,9544	1,6001
15	1	Gravelly Sand	50	100	176,3721	0,3125	0,8375	0,9	1	1	1	45,0	37,6875	17,83	4,0521	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8298	1,4909	0,9380	1,5895
16	1	Gravelly Sand	50	100	187,8621	0,3179	0,8183	0,9	1	1	1	45,0	36,8253	0	0,0000	36,8253	1,6755	7,40	1,0269	0,2919	0,8159	1,4039	0,9214	1,5237
17	1	Gravelly Sand	50	100	199,3521	0,3232	0,8002	0,9	1	1	1	45,0	36,0072	0	0,0000	36,0072	1,3802	7,40	1,0269	0,2779	0,8083	1,1456	0,9048	1,2661
18	1	Gravelly Sand	50	100	210,8421	0,3282	0,7829	0,9	1	1	1	45,0	35,2292	0	0,0000	35,2292	1,1629	7,40	1,0269	0,2656	0,8019	0,9576	0,8884	1,0779
19	1	Gravelly Sand	50	100	222,3321	0,3330	0,7664	0,9	1	1	1	45,0	34,4880	10,99	1,6075	36,0955	1,4084	7,40	1,0269	0,2548	0,7964	1,1519	0,8722	1,3207
20	1	Gravelly Sand	50	100	233,8221	0,3376	0,7507	0,9	1	1	1	45,0	33,7804	0	0,0000	33,7804	0,8723	7,40	1,0269	0,2451	0,7918	0,7093	0,8564	0,8283
21	1	Gravelly Sand	50	100	245,3121	0,3421	0,7356	0,9	1	1	1	45,0	33,1040	0	0,0000	33,1040	0,7727	7,40	1,0269	0,2365	0,7878	0,6251	0,8409	0,7433
22	1	Gravelly Sand	50	100	256,8021	0,3465	0,7213	0,9	1	1	1	45,0	32,4564	0	0,0000	32,4564	0,6929	7,40	1,0269	0,2287	0,7843	0,5581	0,8260	0,6756
23	1	Gravelly Sand	50	100	268,2921	0,3507	0,7075	0,9	1	1	1	45,0	31,8355	32,67	5,4522	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2216	0,7813	1,4038	0,8117	1,7294
24	1	Gravelly Sand	50	100	279,7821	0,3547	0,6942	0,9	1	1	1	45,0	31,2395	0	0,0000	31,2395	0,5745	7,40	1,0269	0,2152	0,7786	0,4594	0,7981	0,5756
25	1	Gravelly Sand	50	100	291,2721	0,3587	0,6815	0,9	1	1	1	45,0	30,6668	0	0,0000	30,6668	0,5299	7,40	1,0269	0,2093	0,7763	0,4224	0,7851	0,5380
26	1	Gravelly Sand	50	100	302,7621	0,3625	0,6692	0,9	1	1	1	45,0	30,1158	0	0,0000	30,1158	0,4923	7,40	1,0269	0,2038	0,7742	0,3914	0,7730	0,5063
27	1	Gravelly Sand	50	100	314,2521	0,3663	0,6575	0,9	1	1	1	45,0	29,5853	0	0,0000	29,5853	0,4602	7,40	1,0269	0,1988	0,7724	0,3650	0,7616	0,4793
28	1	Gravelly Sand	50	100	325,7421	0,3699	0,6461	0,9	1	1	1	45,0	29,0740	16,89	3,8226	32,8966	0,7456	7,40	1,0269	0,1942	0,7707	0,5901	0,7511	0,7857
29	1	Gravelly Sand	50	100	337,2321	0,3734	0,6351	0,9	1	1	1	45,0	28,5807	0	0,0000	28,5807	0,4088	7,40	1,0269	0,1898	0,7692	0,3229	0,7415	0,4355
30	1	Gravelly Sand	30	100	348,7221	0,4902	0,5421	0,9	1	1	1	27,0	14,6371	19,84	4,4508	19,0879	0,1953	7,40	1,0269	0,1094	0,8634	0,1731	0,7328	0,2362

B-5

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	sand	3	100	18,0000	0,6415	1,7000	0,9	1	0,75	1	2,0	3,4425	86,33	5,5250	8,9675	0,1110	7,40	1,0269	0,0706	1,1000	0,1254	0,6115	0,2050
2	1	silty	4	100	27,6900	0,6195	1,7000	0,9	1	0,75	1	2,7	4,5900	85,44	5,5276	10,1176	0,1189	7,40	1,0269	0,0744	1,0956	0,1338	0,8209	0,1629
3	1	Sand	7	100	39,1800	0,5599	1,6898	0,9	1	0,8	1	5,0	8,5165	31,08	5,4032	13,9197	0,1473	7,40	1,0269	0,0873	1,0818	0,1636	0,9007	0,1816
4	1	silty sand	3	100	48,8700	0,6420	1,5835	0,9	1	0,8	1	2,2	3,4204	69,39	5,5767	8,9971	0,1112	7,40	1,0269	0,0705	1,0505	0,1200	0,9511	0,1261
5	1	silty sand	10	100	58,5600	0,5387	1,3341	0,9	1	0,85	1	7,7	10,2057	86,26	5,5252	15,7309	0,1624	7,40	1,0269	0,0930	1,0498	0,1751	0,9794	0,1787
6	1	silty sand	13	100	68,2500	0,5167	1,2182	0,9	1	0,85	1	9,9	12,1149	86,39	5,5248	17,6398	0,1801	7,40	1,0269	0,0998	1,0381	0,1920	0,9948	0,1930
7	1	silty sand	19	100	77,9400	0,4563	1,1205	0,9	1	0,95	1	16,2	18,2018	84,15	5,5315	23,7333	0,2629	7,40	1,0269	0,1247	1,0311	0,2783	1,0018	0,2778
8	1	Sand	16	100	89,4300	0,4920	1,0565	0,9	1	0,95	1	13,7	14,4530	68,65	5,5789	20,0319	0,2062	7,40	1,0269	0,1086	1,0121	0,2144	0,9940	0,2157
9	1	silty sand	14	100	99,1200	0,5177	1,0046	0,9	1	0,95	1	12,0	12,0249	54,27	5,6128	17,6377	0,1801	7,40	1,0269	0,0994	1,0009	0,1851	0,9917	0,1866
10	1	Gravelly Sand	18	100	110,6100	0,4901	0,9518	0,9	1	0,95	1	15,4	14,6479	89,95	5,5144	20,1624	0,2078	7,40	1,0269	0,1094	0,9890	0,2111	0,9790	0,2156
11	1	Gravelly Sand	50	100	122,1000	0,2832	0,9450	0,9	1	1	1	45,0	42,5263	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9401	1,6891	0,9651	1,7502
12	1	Gravelly Sand	50	100	133,5900	0,2900	0,9194	0,9	1	1	1	45,0	41,3751	82,81	5,5355	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9131	1,6407	0,9504	1,7263
13	1	Gravelly Sand	43	100	145,0800	0,3351	0,8828	0,9	1	1	1	38,7	34,1629	0	0,0000	34,1629	0,9376	7,40	1,0269	0,2503	0,9069	0,8732	0,9351	0,9338
14	1	Gravelly Sand	40	100	156,5700	0,3588	0,8514	0,9	1	1	1	36,0	30,6506	0	0,0000	30,6506	0,5287	7,40	1,0269	0,2091	0,9063	0,4921	0,9193	0,5352
15	1	Gravelly Sand	37	100	168,0600	0,3827	0,8198	0,9	1	1	1	33,3	27,2994	0	0,0000	27,2994	0,3569	7,40	1,0269	0,1793	0,9069	0,3324	0,9033	0,3679
16	1	Gravelly Sand	28	100	179,5500	0,4456	0,7704	0,9	1	1	1	25,2	19,4149	38,94	5,5654	24,9803	0,2895	7,40	1,0269	0,1305	0,9236	0,2746	0,8872	0,3095
17	1	Gravelly Sand	39	100	191,0400	0,3819	0,7810	0,9	1	1	1	35,1	27,4123	0	0,0000	27,4123	0,3609	7,40	1,0269	0,1802	0,8833	0,3274	0,8712	0,3758
18	1	Gravelly Sand	31	100	202,5300	0,4362	0,7350	0,9	1	1	1	27,9	20,5074	0	0,0000	20,5074	0,2122	7,40	1,0269	0,1360	0,9040	0,1970	0,8552	0,2303
19	1	Gravelly Sand	21	100	214,0200	0,5089	0,6789	0,9	1	1	1	18,9	12,8321	0	0,0000	12,8321	0,1387	7,40	1,0269	0,1024	0,9221	0,1314	0,8396	0,1565
20	1	Gravelly Sand	32	100	225,5100	0,4393	0,6996	0,9	1	1	1	28,8	20,1493	89,89	5,5146	25,6639	0,3066	7,40	1,0269	0,1342	0,8909	0,2805	0,8242	0,3404
21	1	Gravelly Sand	38	100	237,0000	0,4072	0,7037	0,9	1	1	1	34,2	24,0666	0	0,0000	24,0666	0,2695	7,40	1,0269	0,1565	0,8650	0,2394	0,8093	0,2958
22	1	Gravelly Sand	47	100	248,4900	0,3600	0,7206	0,9	1	1	1	42,3	30,4813	0	0,0000	30,4813	0,5167	7,40	1,0269	0,2074	0,8112	0,4304	0,7949	0,5415
23	1	Gravelly Sand	46	100	259,9800	0,3699	0,7023	0,9	1	1	1	41,4	29,0751	0	0,0000	29,0751	0,4327	7,40	1,0269	0,1942	0,8145	0,3619	0,7811	0,4634
24	1	sand	35	100	271,4700	0,4376	0,6460	0,9	1	1	1	31,5	20,3484	88,86	5,5176	25,8660	0,3121	7,40	1,0269	0,1352	0,8650	0,2772	0,7679	0,3610
25	1	silty sand	48	100	281,1600	0,3663	0,6848	0,9	1	1	1	43,2	29,5828	0	0,0000	29,5828	0,4601	7,40	1,0269	0,1988	0,7945	0,3754	0,7576	0,4955
26	1	sand	36	100	292,6500	0,4386	0,6244	0,9	1	1	1	32,4	20,2313	0	0,0000	20,2313	0,2087	7,40	1,0269	0,1346	0,8555	0,1833	0,7457	0,2459
27	1	silty sand	22	100	302,3400	0,5290	0,5570	0,9	1	1	1	19,8	11,0282	0	0,0000	11,0282	0,1253	7,40	1,0269	0,0959	0,8939	0,1151	0,7366	0,1562
28	1	silty sand	29	100	312,0300	0,4865	0,5749	0,9	1	1	1	26,1	15,0040	90,15	5,5139	20,5178	0,2123	7,40	1,0269	0,1108	0,8739	0,1905	0,7281	0,2617
29	1	silty sand	32	100	321,7200	0,4710	0,5767	0,9	1	1	1	28,8	16,6101	0	0,0000	16,6101	0,1703	7,40	1,0269	0,1175	0,8626	0,1508	0,7204	0,2094
30	1	silty sand	45	100	331,4100	0,3992	0,6198	0,9	1	1	1	40,5	25,1026	0	0,0000	25,1026	0,2925	7,40	1,0269	0,1633	0,8043	0,2416	0,7135	0,3386

B-6

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Gravelly Sand	50	100	19,0000	0,2396	1,4887	0,9	1	0,75	1	33,8	50,2451	14,79	3,1902	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6706	2,9472
2	1	Gravelly Sand	50	100	38,0000	0,2745	1,3042	0,9	1	0,75	1	33,8	44,0161	27,65	5,2515	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6648	2,9731
3	1	Gravelly Sand	50	100	57,0000	0,2848	1,1736	0,9	1	0,8	1	36,0	42,2502	32,94	5,4595	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6582	3,0028
4	1	Gravelly Sand	50	100	76,0000	0,3036	1,0869	0,9	1	0,8	1	36,0	39,1280	41,12	5,5853	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0823	1,9447	0,6510	2,9873
5	1	Gravelly Sand	70	100	95,0000	0,2188	1,0113	0,9	1	0,85	1	53,6	54,1545	15,92	3,5523	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0154	1,8244	0,6432	2,8366
6	1	Gravelly Sand	50	100	114,0000	0,3188	0,9591	0,9	1	0,85	1	38,3	36,6850	14,33	3,0276	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2894	0,9621	1,7286	0,6348	2,7232
7	1	sand	50	100	132,0000	0,3025	0,9194	0,9	1	0,95	1	42,8	39,3063	26,44	5,1779	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9167	1,6471	0,6259	2,6315
8	1	Gravelly Sand	14	100	151,0000	0,5466	0,7983	0,9	1	0,95	1	12,0	9,5558	65,06	5,5893	15,1451	0,1573	7,40	1,0269	0,0908	0,9626	0,1555	0,6166	0,2522
9	1	Gravelly Sand	50	100	170,0000	0,3231	0,8424	0,9	1	0,95	1	42,8	36,0144	26,34	5,1712	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2780	0,8525	1,5317	0,6070	2,5234
10	1	Gravelly Sand	28	100	189,0000	0,4593	0,7465	0,9	1	0,95	1	23,9	17,8704	0	0,0000	17,8704	0,1824	7,40	1,0269	0,1231	0,9216	0,1726	0,5971	0,2891
11	1	Gravelly Sand	50	100	208,0000	0,3269	0,7871	0,9	1	1	1	45,0	35,4181	0	0,0000	35,4181	1,2109	7,40	1,0269	0,2685	0,8033	0,9990	0,5869	1,7022
12	1	Gravelly Sand	53	100	227,0000	0,3185	0,7702	0,9	1	1	1	47,7	36,7389	16,93	3,8330	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2904	0,7620	1,3691	0,5766	2,3745
13	1	Gravelly Sand	51	100	246,0000	0,3369	0,7384	0,9	1	1	1	45,9	33,8931	0	0,0000	33,8931	0,8908	7,40	1,0269	0,2466	0,7780	0,7117	0,5661	1,2572
14	1	Gravelly Sand	50	100	265,0000	0,3495	0,7114	0,9	1	1	1	45,0	32,0108	0	0,0000	32,0108	0,6453	7,40	1,0269	0,2236	0,7821	0,5183	0,5556	0,9328
15	1	Gravelly Sand	61	100	284,0000	0,2965	0,7338	0,9	1	1	1	54,9	40,2849	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6869	1,2341	0,5452	2,2638
16	1	Gravelly Sand	50	100	303,0000	0,3626	0,6690	0,9	1	1	1	45,0	30,1047	39,24	5,5685	35,6732	1,2804	7,40	1,0269	0,2037	0,7742	1,0179	0,5348	1,9036
17	1	Gravelly Sand	68	100	322,0000	0,2713	0,7281	0,9	1	1	1	61,2	44,5611	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6492	1,1664	0,5245	2,2240
18	1	Gravelly Sand	72	100	336,0406	0,2540	0,7350	0,9	1	1	1	64,8	47,6312	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6364	1,1434	0,5255	2,1759
19	1	Gravelly Sand	85	100	347,5306	0,1856	0,7936	0,9	1	1	1	76,5	60,7084	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-1,0326	1,1000	1,9764	0,5293	3,7343
20	1	Gravelly Sand	17	100	359,0206	0,5761	0,4788	0,9	1	1	1	15,3	7,3261	0	0,0000	7,3261	0,1003	7,40	1,0269	0,0833	0,8935	0,0920	0,5319	0,1729
21	1	Gravelly Sand	52	100	370,5106	0,3723	0,6141	0,9	1	1	1	46,8	28,7407	0	0,0000	28,7407	0,4162	7,40	1,0269	0,1912	0,7495	0,3204	0,5337	0,6004
22	1	Gravelly Sand	51	100	382,0006	0,3809	0,6002	0,9	1	1	1	45,9	27,5489	17,1	3,8765	31,4255	0,5904	7,40	1,0269	0,1813	0,7570	0,4590	0,5346	0,8585
23	1	Gravelly Sand	41	100	393,4906	0,4385	0,5484	0,9	1	1	1	36,9	20,2367	0	0,0000	20,2367	0,2088	7,40	1,0269	0,1346	0,8156	0,1749	0,5350	0,3268
24	1	Gravelly Sand	67	100	404,9806	0,3007	0,6566	0,9	1	1	1	60,3	39,5947	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5804	1,0428	0,5350	1,9494
25	1	Gravelly Sand	65	100	416,4706	0,3147	0,6383	0,9	1	1	1	58,5	37,3396	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5720	1,0278	0,5346	1,9225
26	1	Gravelly Sand	61	100	427,9606	0,3394	0,6106	0,9	1	1	1	54,9	33,5198	0	0,0000	33,5198	0,8317	7,40	1,0269	0,2418	0,6485	0,5539	0,5340	1,0372
27	1	Gravelly Sand	50	100	439,4506	0,4012	0,5522	0,9	1	1	1	45,0	24,8484	15,9	3,5463	28,3947	0,4004	7,40	1,0269	0,1616	0,7608	0,3128	0,5334	0,5864
28	1	Gravelly Sand	65	100	450,9406	0,3237	0,6142	0,9	1	1	1	58,5	35,9293	0	0,0000	35,9293	1,3560	7,40	1,0269	0,2766	0,5834	0,8123	0,5328	1,5245
29	1	Gravelly Sand	53	100	462,4306	0,3907	0,5497	0,9	1	1	1	47,7	26,2221	0	0,0000	26,2221	0,3221	7,40	1,0269	0,1712	0,7379	0,2441	0,5324	0,4585
30	1	Gravelly Sand	69	100	473,9206	0,3076	0,6197	0,9	1	1	1	62,1	38,4821	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5332	0,9581	0,5321	1,8006

LP-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Gravelly Sand	4	100	19,0000	0,6195	1,7000	0,9	1	0,75	1	2,7	4,5900	39,07	5,5668	10,1568	0,1192	7,40	1,0269	0,0744	1,1000	0,1346	0,4470	0,3011
2	1	Gravelly Sand	27	100	38,0000	0,3884	1,4561	0,9	1	0,75	1	18,2	26,5378	11,08	1,6495	28,1873	0,3914	7,40	1,0269	0,1735	1,1000	0,4421	0,4431	0,9979
3	1	sand	52	100	56,0000	0,2751	1,1729	0,9	1	0,8	1	37,4	43,9138	21,12	4,6505	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,4387	4,5052
4	1	sand	54	100	74,0000	0,2842	1,0893	0,9	1	0,8	1	38,9	42,3535	19,44	4,3804	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0903	1,9591	0,4339	4,5151
5	1	sand	58	100	92,0000	0,2667	1,0225	0,9	1	0,85	1	44,4	45,3678	27,36	5,2350	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0250	1,8417	0,4287	4,2963
6	1	sand	53	100	110,0000	0,3020	0,9716	0,9	1	0,85	1	40,5	39,3947	23,29	4,9149	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9714	1,7454	0,4231	4,1253
7	1	sand	55	100	128,0000	0,2749	0,9344	0,9	1	0,95	1	47,0	43,9395	21,93	4,7591	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9259	1,6637	0,4172	3,9879
8	1	sand	50	100	146,0000	0,3105	0,8891	0,9	1	0,95	1	42,8	38,0105	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8865	1,5928	0,4110	3,8753
9	1	sand	50	100	164,0000	0,3201	0,8536	0,9	1	0,95	1	42,8	36,4896	0	0,0000	36,4896	1,5446	7,40	1,0269	0,2860	0,8585	1,3618	0,4046	3,3660
10	1	sand	50	100	182,0000	0,3290	0,8212	0,9	1	0,95	1	42,8	35,1062	0	0,0000	35,1062	1,1331	7,40	1,0269	0,2638	0,8420	0,9799	0,3980	2,4622
11	1	sand	50	100	200,0000	0,3234	0,7992	0,9	1	1	1	45,0	35,9623	48,7	5,6139	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2772	0,8079	1,4516	0,3912	3,7108
12	1	sand	50	100	213,6482	0,3294	0,7788	0,9	1	1	1	45,0	35,0449	47,39	5,6121	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2629	0,8004	1,4382	0,3981	3,6132
13	1	silty sand	50	100	223,3382	0,3334	0,7650	0,9	1	1	1	45,0	34,4247	0	0,0000	34,4247	0,9865	7,40	1,0269	0,2539	0,7960	0,8064	0,4068	1,9822
14	1	silty sand	60	100	233,0282	0,2834	0,7868	0,9	1	1	1	54,0	42,4887	35,68	5,5194	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7462	1,3408	0,4137	3,2411
15	1	silty sand	60	100	242,7182	0,2871	0,7752	0,9	1	1	1	54,0	41,8635	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7340	1,3188	0,4189	3,1485
16	1	Gravelly Sand	60	100	254,2082	0,2914	0,7620	0,9	1	1	1	54,0	41,1470	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7201	1,2939	0,4222	3,0648
17	1	Gravelly Sand	64	100	265,6982	0,2742	0,7649	0,9	1	1	1	57,6	44,0603	31,43	5,4149	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7068	1,2700	0,4242	2,9941
18	1	Gravelly Sand	52	100	277,1882	0,3429	0,7050	0,9	1	1	1	46,8	32,9942	0	0,0000	32,9942	0,7582	7,40	1,0269	0,2351	0,7603	0,5919	0,4251	1,3925
19	1	Gravelly Sand	54	100	288,6782	0,3359	0,7004	0,9	1	1	1	48,6	34,0384	25,71	5,1270	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2486	0,7365	1,3232	0,4252	3,1124
20	1	Gravelly Sand	57	100	300,1682	0,3235	0,7007	0,9	1	1	1	51,3	35,9479	0	0,0000	35,9479	1,3617	7,40	1,0269	0,2769	0,6956	0,9727	0,4245	2,2915
21	1	Gravelly Sand	59	100	311,6582	0,3165	0,6978	0,9	1	1	1	53,1	37,0550	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2961	0,6634	1,1920	0,4233	2,8162
22	1	Gravelly Sand	55	100	323,1482	0,3418	0,6697	0,9	1	1	1	49,5	33,1500	21,4	4,6895	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2371	0,7219	1,2971	0,4216	3,0764
23	1	Gravelly Sand	53	100	334,6382	0,3563	0,6503	0,9	1	1	1	47,7	31,0193	0	0,0000	31,0193	0,5566	7,40	1,0269	0,2129	0,7429	0,4247	0,4197	1,0118
24	1	Gravelly Sand	51	100	346,1282	0,3706	0,6312	0,9	1	1	1	45,9	28,9704	0	0,0000	28,9704	0,4274	7,40	1,0269	0,1932	0,7601	0,3336	0,4175	0,7990
25	1	Gravelly Sand	59	100	357,6182	0,3307	0,6561	0,9	1	1	1	53,1	34,8410	0	0,0000	34,8410	1,0725	7,40	1,0269	0,2599	0,6689	0,7367	0,4153	1,7740
26	1	Gravelly Sand	51	100	369,1082	0,3773	0,6110	0,9	1	1	1	45,9	28,0431	0	0,0000	28,0431	0,3854	7,40	1,0269	0,1853	0,7580	0,3000	0,4130	0,7263
27	1	sand	11	100	380,5982	0,6248	0,4338	0,9	1	1	1	9,9	4,2947	47,97	5,6131	9,9078	0,1174	7,40	1,0269	0,0734	0,9018	0,1087	0,4108	0,2647
28	1	sand	39	100	392,0882	0,4492	0,5413	0,9	1	1	1	35,1	18,9991	0	0,0000	18,9991	0,1943	7,40	1,0269	0,1285	0,8245	0,1645	0,4087	0,4024
29	1	Gravelly Sand	56	100	403,5782	0,3598	0,6053	0,9	1	1	1	50,4	30,5082	0	0,0000	30,5082	0,5186	7,40	1,0269	0,2077	0,7103	0,3782	0,4068	0,9297
30	1	Gravelly Sand	58	100	415,0682	0,3521	0,6058	0,9	1	1	1	52,2	31,6246	20,46	4,5522	36,1768	1,4351	7,40	1,0269	0,2193	0,6879	1,0137	0,4052	2,5018

LP-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	3	100	18,0000	0,6415	1,7000	0,9	1	0,75	1	2,0	3,4425	74,55	5,5609	9,0034	0,1112	7,40	1,0269	0,0706	1,1000	0,1257	0,4460	0,2817
2	1	silty sand	3	100	36,0000	0,6415	1,7000	0,9	1	0,75	1	2,0	3,4425	53,79	5,6133	9,0558	0,1116	7,40	1,0269	0,0706	1,0721	0,1229	0,4460	0,2755
3	1	silty sand	5	100	51,7722	0,6061	1,4904	0,9	1	0,8	1	3,6	5,3653	53,32	5,6137	10,9790	0,1250	7,40	1,0269	0,0770	1,0507	0,1349	0,4421	0,3050
4	1	silty sand	4	100	61,4622	0,6320	1,3602	0,9	1	0,8	1	2,9	3,9173	43,86	5,6015	9,5188	0,1147	7,40	1,0269	0,0722	1,0351	0,1220	0,4693	0,2599
5	1	silty sand	7	100	71,1522	0,5876	1,2214	0,9	1	0,85	1	5,4	6,5405	78,13	5,5498	12,0903	0,1331	7,40	1,0269	0,0808	1,0275	0,1405	0,5283	0,2659
6	1	silty sand	5	100	80,8422	0,6235	1,1418	0,9	1	0,85	1	3,8	4,3674	58,16	5,6064	9,9738	0,1179	7,40	1,0269	0,0737	1,0157	0,1230	0,5681	0,2164
7	1	Sand	3	100	92,3322	0,6577	1,0539	0,9	1	0,95	1	2,6	2,7032	70,61	5,5730	8,2762	0,1064	7,40	1,0269	0,0680	1,0054	0,1099	0,5953	0,1845
8	1	silty sand	4	100	102,0222	0,6429	0,9872	0,9	1	0,95	1	3,4	3,3763	79,51	5,5456	8,9218	0,1107	7,40	1,0269	0,0704	0,9986	0,1135	0,6100	0,1861
9	1	silty sand	5	100	111,7122	0,6307	0,9325	0,9	1	0,95	1	4,3	3,9866	81,54	5,5394	9,5260	0,1148	7,40	1,0269	0,0724	0,9920	0,1169	0,6223	0,1879
10	1	silty sand	7	100	121,4022	0,6069	0,8890	0,9	1	0,95	1	6,0	5,3205	76,28	5,5555	10,8760	0,1242	7,40	1,0269	0,0768	0,9851	0,1257	0,6299	0,1996
11	1	sand	50	100	132,8922	0,2896	0,9209	0,9	1	1	1	45,0	41,4427	27,95	5,2679	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9147	1,6435	0,6339	2,5927
12	1	sand	48	100	144,3822	0,3069	0,8934	0,9	1	1	1	43,2	38,5951	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8898	1,5988	0,6318	2,5306
13	1	sand	50	100	155,8722	0,3022	0,8745	0,9	1	1	1	45,0	39,3506	33,59	5,4759	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8668	1,5575	0,6278	2,4808
14	1	sand	35	100	167,3622	0,3946	0,8161	0,9	1	1	1	31,5	25,7071	0	0,0000	25,7071	0,3078	7,40	1,0269	0,1675	0,9138	0,2888	0,6225	0,4640
15	1	sand	43	100	178,8522	0,3528	0,8146	0,9	1	1	1	38,7	31,5232	0	0,0000	31,5232	0,5990	7,40	1,0269	0,2182	0,8731	0,5371	0,6160	0,8719
16	1	sand	42	100	190,3422	0,3640	0,7911	0,9	1	1	1	37,8	29,9044	30,58	5,3853	35,2898	1,1780	7,40	1,0269	0,2018	0,8701	1,0526	0,6088	1,7291
17	1	sand	20	100	201,8322	0,5118	0,6981	0,9	1	1	1	18,0	12,5658	0	0,0000	12,5658	0,1367	7,40	1,0269	0,1014	0,9288	0,1304	0,6009	0,2170
18	1	sand	34	100	213,3222	0,4219	0,7264	0,9	1	1	1	30,6	22,2278	0	0,0000	22,2278	0,2366	7,40	1,0269	0,1454	0,8898	0,2162	0,5926	0,3648
19	1	sand	44	100	224,8122	0,3676	0,7425	0,9	1	1	1	39,6	29,4022	0	0,0000	29,4022	0,4500	7,40	1,0269	0,1971	0,8403	0,3883	0,5841	0,6649
20	1	sand	34	100	236,3022	0,4310	0,6903	0,9	1	1	1	30,6	21,1224	0	0,0000	21,1224	0,2203	7,40	1,0269	0,1393	0,8802	0,1992	0,5753	0,3462
21	1	sand	45	100	247,7922	0,3710	0,7142	0,9	1	1	1	40,5	28,9244	26,91	5,2080	34,1324	0,9321	7,40	1,0269	0,1928	0,8250	0,7897	0,5666	1,3938
22	1	sand	47	100	259,2822	0,3640	0,7069	0,9	1	1	1	42,3	29,9030	0	0,0000	29,9030	0,4789	7,40	1,0269	0,2018	0,8077	0,3973	0,5579	0,7121
23	1	Gravelly Sand	42	100	270,7722	0,3964	0,6738	0,9	1	1	1	37,8	25,4682	0	0,0000	25,4682	0,3015	7,40	1,0269	0,1658	0,8348	0,2585	0,5494	0,4705
24	1	sand	50	100	282,2622	0,3556	0,6914	0,9	1	1	1	45,0	31,1140	0	0,0000	31,1140	0,5642	7,40	1,0269	0,2139	0,7781	0,4508	0,5411	0,8332
25	1	sand	50	100	293,7522	0,3595	0,6788	0,9	1	1	1	45,0	30,5461	0	0,0000	30,5461	0,5212	7,40	1,0269	0,2081	0,7758	0,4153	0,5331	0,7790
26	1	silty sand	25	100	303,4422	0,5094	0,5681	0,9	1	1	1	22,5	12,7821	0	0,0000	12,7821	0,1384	7,40	1,0269	0,1022	0,8865	0,1260	0,5255	0,2397
27	1	sand	50	100	314,9322	0,3665	0,6568	0,9	1	1	1	45,0	29,5545	31,4	5,4139	34,9685	1,1011	7,40	1,0269	0,1985	0,7723	0,8732	0,5195	1,6807
28	1	silty sand	50	100	324,6222	0,3695	0,6472	0,9	1	1	1	45,0	29,1230	0	0,0000	29,1230	0,4352	7,40	1,0269	0,1946	0,7709	0,3445	0,5127	0,6719
29	1	silty sand	42	100	334,3122	0,4168	0,6047	0,9	1	1	1	37,8	22,8564	0	0,0000	22,8564	0,2469	7,40	1,0269	0,1491	0,8201	0,2079	0,5076	0,4097
30	1	sand	54	100	345,8022	0,3542	0,6444	0,9	1	1	1	48,6	31,3165	41,15	5,5855	36,9020	1,7075	7,40	1,0269	0,2160	0,7320	1,2836	0,5029	2,5525

LP-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	6	100	10,9653	0,5825	1,7000	0,9	1	0,75	1	4,1	6,8850	93,51	5,5043	12,3893	0,1354	7,40	1,0269	0,0819	1,1000	0,1529	0,8902	0,1718
2	1	silty sand	6	100	20,6553	0,5825	1,7000	0,9	1	0,75	1	4,1	6,8850	72,49	5,5672	12,4522	0,1358	7,40	1,0269	0,0819	1,1000	0,1535	0,9369	0,1638
3	1	silty sand	15	100	30,3453	0,4549	1,7000	0,9	1	0,8	1	10,8	18,3600	88,72	5,5180	23,8780	0,2657	7,40	1,0269	0,1254	1,1000	0,3002	0,9471	0,3169
4	1	silty sand	27	100	40,0353	0,3809	1,4172	0,9	1	0,8	1	19,4	27,5500	80,74	5,5418	33,0919	0,7711	7,40	1,0269	0,1813	1,1000	0,8710	0,9467	0,9201
5	1	silty sand	34	100	49,7253	0,3425	1,2704	0,9	1	0,85	1	26,0	33,0425	80,24	5,5433	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2357	1,1000	1,9764	0,9413	2,0997
6	1	silty sand	34	100	59,4153	0,3545	1,2027	0,9	1	0,85	1	26,0	31,2813	82,93	5,5352	36,8164	1,6718	7,40	1,0269	0,2156	1,1000	1,8885	0,9330	2,0241
7	1	silty sand	33	100	69,1053	0,3489	1,1376	0,9	1	0,95	1	28,2	32,0976	0	0,0000	32,0976	0,6542	7,40	1,0269	0,2246	1,0830	0,7275	0,9228	0,7884
8	1	silty sand	36	100	78,7953	0,3403	1,0845	0,9	1	0,95	1	30,8	33,3801	80,2	5,5435	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2400	1,0572	1,8995	0,9113	2,0845
9	1	sand	55	100	90,2853	0,2506	1,0259	0,9	1	0,95	1	47,0	48,2447	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0307	1,8519	0,8897	2,0814
10	1	sand	64	100	101,7753	0,2170	0,9962	0,9	1	0,95	1	54,7	54,5115	5,68	0,0139	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9947	1,7873	0,8696	2,0552
11	1	sand	65	100	113,2653	0,2040	0,9749	0,9	1	1	1	58,5	57,0321	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-2,7972	1,1000	1,9764	0,8505	2,3239
12	1	sand	66	100	124,7553	0,2054	0,9556	0,9	1	1	1	59,4	56,7620	7,86	0,3272	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-3,2068	1,1000	1,9764	0,8320	2,3755
13	1	sand	67	100	136,2453	0,2064	0,9382	0,9	1	1	1	60,3	56,5717	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-3,5764	1,1000	1,9764	0,8141	2,4277
14	1	sand	50	100	147,7353	0,2979	0,8902	0,9	1	1	1	45,0	40,0611	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8829	1,5864	0,7967	1,9912
15	1	sand	34	100	159,2253	0,3966	0,8315	0,9	1	1	1	30,6	25,4451	77,97	5,5503	30,9954	0,5548	7,40	1,0269	0,1656	0,9230	0,5258	0,7797	0,6744
16	1	sand	36	100	170,7153	0,3902	0,8117	0,9	1	1	1	32,4	26,2980	0	0,0000	26,2980	0,3244	7,40	1,0269	0,1717	0,9082	0,3025	0,7632	0,3964
17	1	silty sand	36	100	180,4053	0,3949	0,7921	0,9	1	1	1	32,4	25,6653	0	0,0000	25,6653	0,3067	7,40	1,0269	0,1672	0,9014	0,2839	0,7506	0,3782
18	1	silty sand	34	100	190,0953	0,4118	0,7676	0,9	1	1	1	30,6	23,4878	84	5,5319	29,0197	0,4299	7,40	1,0269	0,1529	0,9018	0,3981	0,7380	0,5395
19	1	silty sand	35	100	199,7853	0,4100	0,7530	0,9	1	1	1	31,5	23,7186	0	0,0000	23,7186	0,2626	7,40	1,0269	0,1543	0,8932	0,2409	0,7255	0,3320
20	1	sand	40	100	211,2753	0,3850	0,7498	0,9	1	1	1	36,0	26,9922	0	0,0000	26,9922	0,3462	7,40	1,0269	0,1769	0,8677	0,3085	0,7102	0,4344
21	1	sand	33	100	222,7653	0,4319	0,7075	0,9	1	1	1	29,7	21,0139	77,92	5,5505	26,5644	0,3324	7,40	1,0269	0,1387	0,8889	0,3035	0,6955	0,4363
22	1	sand	32	100	234,2553	0,4426	0,6861	0,9	1	1	1	28,8	19,7589	0	0,0000	19,7589	0,2030	7,40	1,0269	0,1322	0,8875	0,1850	0,6816	0,2714
23	1	sand	35	100	245,7453	0,4285	0,6803	0,9	1	1	1	31,5	21,4286	0	0,0000	21,4286	0,2246	7,40	1,0269	0,1409	0,8733	0,2014	0,6683	0,3014
24	1	sand	33	100	257,2353	0,4448	0,6569	0,9	1	1	1	29,7	19,5097	76,55	5,5547	25,0644	0,2915	7,40	1,0269	0,1309	0,8763	0,2624	0,6557	0,4001
25	1	sand	34	100	268,7253	0,4426	0,6456	0,9	1	1	1	30,6	19,7556	0	0,0000	19,7556	0,2029	7,40	1,0269	0,1322	0,8693	0,1812	0,6439	0,2813
26	1	sand	32	100	280,2153	0,4586	0,6234	0,9	1	1	1	28,8	17,9550	0	0,0000	17,9550	0,1832	7,40	1,0269	0,1235	0,8727	0,1642	0,6328	0,2595
27	1	sand	34	100	291,7053	0,4501	0,6176	0,9	1	1	1	30,6	18,8989	83,65	5,5330	24,4319	0,2772	7,40	1,0269	0,1280	0,8630	0,2456	0,6226	0,3946
28	1	sand	34	100	303,1953	0,4537	0,6046	0,9	1	1	1	30,6	18,5003	0	0,0000	18,5003	0,1889	7,40	1,0269	0,1261	0,8602	0,1668	0,6131	0,2721
29	1	sand	37	100	314,6853	0,4395	0,6042	0,9	1	1	1	33,3	20,1197	0	0,0000	20,1197	0,2073	7,40	1,0269	0,1340	0,8464	0,1802	0,6044	0,2981
30	1	sand	31	100	326,1753	0,4782	0,5681	0,9	1	1	1	27,9	15,8509	69,23	5,5772	21,4281	0,2246	7,40	1,0269	0,1143	0,8648	0,1995	0,5966	0,3344

LP-4

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	5	100	17,5380	0,6000	1,7000	0,9	1	0,75	1	3,4	5,7375	68	5,5808	11,3183	0,1274	7,40	1,0269	0,0782	1,1000	0,1440	0,5136	0,2803
2	1	silty sand	17	100	27,2280	0,4448	1,7000	0,9	1	0,75	1	11,5	19,5075	59	5,6046	25,1121	0,2927	7,40	1,0269	0,1309	1,1000	0,3306	0,6559	0,5041
3	1	silty sand	12	100	36,9180	0,4951	1,6378	0,9	1	0,8	1	8,6	14,1506	57,88	5,6070	19,7575	0,2029	7,40	1,0269	0,1074	1,1000	0,2292	0,7184	0,3191
4	1	silty sand	8	100	46,6080	0,5561	1,5289	0,9	1	0,8	1	5,8	8,8062	40,25	5,5782	14,3844	0,1510	7,40	1,0269	0,0882	1,0674	0,1655	0,7504	0,2206
5	1	Sand	3	100	58,0980	0,6454	1,4197	0,9	1	0,85	1	2,3	3,2583	61,94	5,5977	8,8559	0,1102	7,40	1,0269	0,0699	1,0380	0,1175	0,7572	0,1552
6	1	silty sand	28	100	67,7880	0,3998	1,1682	0,9	1	0,85	1	21,4	25,0224	34,08	5,4873	30,5097	0,5187	7,40	1,0269	0,1628	1,0633	0,5663	0,7663	0,7391
7	1	Sand	5	100	79,2780	0,6135	1,1531	0,9	1	0,95	1	4,3	4,9295	62,16	5,5971	10,5266	0,1218	7,40	1,0269	0,0755	1,0175	0,1272	0,7619	0,1670
8	1	Gravelly Sand	42	100	90,7680	0,3167	1,0311	0,9	1	0,95	1	35,9	37,0285	39,02	5,5662	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2956	1,0286	1,8482	0,7553	2,4470
9	1	Gravelly Sand	33	100	102,2580	0,3778	0,9916	0,9	1	0,95	1	28,2	27,9780	60,01	5,6024	33,5804	0,8409	7,40	1,0269	0,1848	0,9959	0,8600	0,7470	1,1512
10	1	Gravelly Sand	37	100	113,7480	0,3620	0,9544	0,9	1	0,95	1	31,6	30,1937	37,43	5,5469	35,7406	1,2997	7,40	1,0269	0,2046	0,9736	1,2995	0,7376	1,7619
11	1	Sand	20	100	125,2380	0,4751	0,8986	0,9	1	1	1	18,0	16,1747	23,39	4,9252	21,0999	0,2200	7,40	1,0269	0,1157	0,9740	0,2201	0,7273	0,3026
12	1	Sand	11	100	136,7280	0,5627	0,8386	0,9	1	1	1	9,9	8,3021	47,36	5,6121	13,9142	0,1472	7,40	1,0269	0,0866	0,9729	0,1471	0,7163	0,2053
13	1	Gravelly Sand	57	100	148,2180	0,2615	0,9022	0,9	1	1	1	51,3	46,2833	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8819	1,5847	0,7048	2,2483
14	1	Gravelly Sand	65	100	159,7080	0,2270	0,8992	0,9	1	1	1	58,5	52,6020	11,21	1,7101	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8595	1,5444	0,6930	2,2284
15	1	Gravelly Sand	63	100	171,1980	0,2421	0,8779	0,9	1	1	1	56,7	49,7786	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8387	1,5070	0,6811	2,2126
16	1	Gravelly Sand	61	100	182,6880	0,2574	0,8563	0,9	1	1	1	54,9	47,0113	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8192	1,4719	0,6690	2,2002
17	1	Gravelly Sand	60	100	194,1780	0,2676	0,8373	0,9	1	1	1	54,0	45,2143	22,97	4,8810	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8009	1,4391	0,6569	2,1905
18	1	silty sand	35	100	203,8680	0,4118	0,7458	0,9	1	1	1	31,5	23,4928	0	0,0000	23,4928	0,2583	7,40	1,0269	0,1529	0,8911	0,2364	0,6476	0,3650
19	1	Gravelly Sand	57	100	215,3580	0,2923	0,7992	0,9	1	1	1	51,3	40,9966	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7699	1,3833	0,6356	2,1763
20	1	Sand	34	100	226,8480	0,4274	0,7046	0,9	1	1	1	30,6	21,5619	65,32	5,5886	27,1505	0,3516	7,40	1,0269	0,1417	0,8840	0,3192	0,6239	0,5116
21	1	Sand	59	100	238,3380	0,2907	0,7768	0,9	1	1	1	53,1	41,2505	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7394	1,3286	0,6126	2,1689
22	1	Sand	62	100	249,8280	0,2791	0,7745	0,9	1	1	1	55,8	43,2157	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7253	1,3032	0,6016	2,1663
23	1	Sand	58	100	261,3180	0,3047	0,7463	0,9	1	1	1	52,2	38,9564	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7118	1,2790	0,5911	2,1638
24	1	Sand	59	100	272,8080	0,3034	0,7375	0,9	1	1	1	53,1	39,1615	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6989	1,2558	0,5810	2,1613
25	1	Sand	66	100	284,2980	0,2699	0,7542	0,9	1	1	1	59,4	44,8013	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6865	1,2336	0,5715	2,1583
26	1	Sand	63	100	295,7880	0,2898	0,7303	0,9	1	1	1	56,7	41,4092	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6747	1,2122	0,5626	2,1547
27	1	Sand	66	100	307,2780	0,2775	0,7324	0,9	1	1	1	59,4	43,5031	20,13	4,4994	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6632	1,1917	0,5543	2,1500
28	1	Sand	66	100	318,7680	0,2811	0,7219	0,9	1	1	1	59,4	42,8813	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6522	1,1719	0,5465	2,1442
29	1	Sand	63	100	330,2580	0,3008	0,6981	0,9	1	1	1	56,7	39,5826	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6416	1,1528	0,5395	2,1368
30	1	Sand	64	100	341,7480	0,2989	0,6926	0,9	1	1	1	57,6	39,8914	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6313	1,1344	0,5331	2,1277

LP-5

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	17	100	18,0000	0,4448	1,7000	0,9	1	0,75	1	11,5	19,5075	0	0,0000	19,5075	0,2000	7,40	1,0269	0,1309	1,1000	0,2259	0,4665	0,4844
2	1	sand	21	100	36,0000	0,4248	1,5434	0,9	1	0,75	1	14,2	21,8775	39,68	5,5729	27,4504	0,3623	7,40	1,0269	0,1434	1,1000	0,4093	0,4624	0,8852
3	1	silty sand	21	100	54,0000	0,4418	1,3129	0,9	1	0,8	1	15,1	19,8512	70,26	5,5740	25,4252	0,3004	7,40	1,0269	0,1327	1,0817	0,3337	0,4578	0,7290
4	1	silty sand	19	100	72,0000	0,4768	1,1696	0,9	1	0,8	1	13,7	15,9996	80,19	5,5435	21,5431	0,2263	7,40	1,0269	0,1149	1,0378	0,2411	0,4528	0,5325
5	1	sand	20	100	90,0000	0,4760	1,0514	0,9	1	0,85	1	15,3	16,0868	70,45	5,5735	21,6603	0,2280	7,40	1,0269	0,1153	1,0121	0,2370	0,4474	0,5297
6	1	sand	54	100	106,3950	0,2949	0,9819	0,9	1	0,85	1	41,3	40,5618	28,1	5,2758	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9814	1,7634	0,4619	3,8177
7	1	sand	31	100	117,8850	0,4015	0,9361	0,9	1	0,95	1	26,5	24,8108	39,19	5,5680	30,3788	0,5096	7,40	1,0269	0,1613	0,9735	0,5095	0,4897	1,0403
8	1	sand	58	100	129,3750	0,2611	0,9350	0,9	1	0,95	1	49,6	46,3655	28,65	5,3035	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9227	1,6579	0,5102	3,2495
9	1	sand	58	100	140,8650	0,2674	0,9125	0,9	1	0,95	1	49,6	45,2487	25,88	5,1394	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8972	1,6121	0,5251	3,0699
10	1	sand	19	100	152,3550	0,5057	0,8082	0,9	1	0,95	1	16,2	13,1294	0	0,0000	13,1294	0,1410	7,40	1,0269	0,1035	0,9564	0,1385	0,5356	0,2586
11	1	sand	20	100	163,8450	0,4957	0,7829	0,9	1	1	1	18,0	14,0922	30,75	5,3916	19,4838	0,1997	7,40	1,0269	0,1072	0,9471	0,1943	0,5427	0,3580
12	1	sand	63	100	175,3350	0,2440	0,8720	0,9	1	1	1	56,7	49,4404	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8315	1,4941	0,5469	2,7320
13	1	sand	44	100	186,8250	0,3509	0,8031	0,9	1	1	1	39,6	31,8015	0	0,0000	31,8015	0,6247	7,40	1,0269	0,2212	0,8617	0,5528	0,5488	1,0073
14	1	silty sand	18	100	196,5150	0,5251	0,7013	0,9	1	1	1	16,2	11,3617	78,54	5,5486	16,9103	0,1731	7,40	1,0269	0,0970	0,9344	0,1661	0,5505	0,3017
15	1	sand	63	100	208,0050	0,2578	0,8279	0,9	1	1	1	56,7	46,9445	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7803	1,4020	0,5491	2,5533
16	1	sand	49	100	219,4950	0,3373	0,7671	0,9	1	1	1	44,1	33,8274	0	0,0000	33,8274	0,8800	7,40	1,0269	0,2458	0,8068	0,7291	0,5465	1,3341
17	1	sand	43	100	230,9850	0,3758	0,7301	0,9	1	1	1	38,7	28,2545	30,61	5,3865	33,6409	0,8502	7,40	1,0269	0,1871	0,8434	0,7364	0,5430	1,3562
18	1	sand	59	100	242,4750	0,2923	0,7719	0,9	1	1	1	53,1	40,9874	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7343	1,3193	0,5387	2,4490
19	1	sand	58	100	253,9650	0,3020	0,7547	0,9	1	1	1	52,2	39,3954	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7204	1,2944	0,5339	2,4244
20	1	sand	70	100	265,4550	0,2425	0,7892	0,9	1	1	1	63,0	49,7210	16,03	3,5847	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7071	1,2705	0,5287	2,4032
21	1	silty sand	32	100	275,1450	0,4569	0,6297	0,9	1	1	1	28,8	18,1360	0	0,0000	18,1360	0,1851	7,40	1,0269	0,1244	0,8741	0,1661	0,5244	0,3168
22	1	silty sand	50	100	284,8350	0,3565	0,6886	0,9	1	1	1	45,0	30,9849	0	0,0000	30,9849	0,5539	7,40	1,0269	0,2125	0,7776	0,4423	0,5199	0,8507
23	1	sand	69	100	296,3250	0,2579	0,7557	0,9	1	1	1	62,1	46,9273	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6741	1,2112	0,5142	2,3557
24	1	sand	72	100	307,8150	0,2455	0,7588	0,9	1	1	1	64,8	49,1725	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6627	1,1907	0,5085	2,3418
25	1	Gravelly Sand	79	100	319,3050	0,2111	0,7826	0,9	1	1	1	71,1	55,6455	13,5	2,7115	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-8,1996	1,1000	1,9764	0,5029	3,9299
26	1	Gravelly Sand	77	100	330,7950	0,2253	0,7638	0,9	1	1	1	69,3	52,9295	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6411	1,1519	0,4976	2,3150
27	1	Gravelly Sand	60	100	342,2850	0,3207	0,6739	0,9	1	1	1	54,0	36,3933	0	0,0000	36,3933	1,5097	7,40	1,0269	0,2844	0,6501	1,0079	0,4926	2,0462
28	1	Gravelly Sand	58	100	353,7750	0,3349	0,6549	0,9	1	1	1	52,2	34,1883	0	0,0000	34,1883	0,9422	7,40	1,0269	0,2506	0,6833	0,6612	0,4879	1,3552
29	1	Gravelly Sand	67	100	365,2650	0,2896	0,6871	0,9	1	1	1	60,3	41,4346	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6114	1,0985	0,4836	2,2717
29	1	Gravelly Sand	67	100	376,7550	0,2929	0,6780	0,9	1	1	1	60,3	40,8861	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6021	1,0818	0,4797	2,2551

LP-6

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	sand	29	100	18,0000	0,3410	1,7000	0,9	1	0,75	1	19,6	33,2775	31,5	5,4172	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2387	1,1000	1,9764	0,4471	4,4206
2	1	sand	36	100	36,0000	0,3348	1,4078	0,9	1	0,75	1	24,3	34,2103	28,86	5,3135	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2509	1,1000	1,9764	0,4432	4,4595
3	1	sand	60	100	54,0000	0,2404	1,1597	0,9	1	0,8	1	43,2	50,0979	22,29	4,8033	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,4388	4,5040
4	1	sand	62	100	72,0000	0,2494	1,0854	0,9	1	0,8	1	44,6	48,4516	22,78	4,8600	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0986	1,9738	0,4340	4,5479
5	1	sand	64	100	90,0000	0,2398	1,0256	0,9	1	0,85	1	49,0	50,2127	23,24	4,9097	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0316	1,8536	0,4288	4,3228
6	1	sand	60	100	108,0000	0,2690	0,9795	0,9	1	0,85	1	45,9	44,9594	34,55	5,4975	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9769	1,7553	0,4232	4,1476
7	1	Silty Sand	27	100	126,0000	0,4330	0,9048	0,9	1	0,95	1	23,1	20,8866	53,02	5,6140	26,5006	0,3305	7,40	1,0269	0,1380	0,9681	0,3285	0,4173	0,7873
8	1	Silty Sand	24	100	144,0000	0,4643	0,8442	0,9	1	0,95	1	20,5	17,3238	55,37	5,6113	22,9351	0,2482	7,40	1,0269	0,1207	0,9560	0,2437	0,4111	0,5928
9	1	Silty Sand	25	100	162,0000	0,4667	0,7984	0,9	1	0,95	1	21,4	17,0655	56,61	5,6093	22,6748	0,2438	7,40	1,0269	0,1195	0,9423	0,2360	0,4047	0,5830
10	1	sand	62	100	180,0000	0,2670	0,8547	0,9	1	0,95	1	53,0	45,3095	34,37	5,4937	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8237	1,4799	0,3981	3,7179
11	1	sand	60	100	198,0000	0,2692	0,8320	0,9	1	1	1	54,0	44,9290	30,1	5,3670	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7951	1,4286	0,3913	3,6510
12	1	sand	61	100	216,0000	0,2714	0,8114	0,9	1	1	1	54,9	44,5444	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7690	1,3817	0,3844	3,5944
13	1	sand	64	100	234,0000	0,2627	0,7998	0,9	1	1	1	57,6	46,0705	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7450	1,3385	0,3774	3,5464
14	1	Gravelly Sand	59	100	253,0000	0,2963	0,7596	0,9	1	1	1	53,1	40,3338	32,46	5,4463	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7215	1,2964	0,3704	3,4998
15	1	Gravelly Sand	60	100	272,0000	0,2977	0,7423	0,9	1	1	1	54,0	40,0869	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6998	1,2574	0,3635	3,4596
16	1	Gravelly Sand	50	100	291,0000	0,3586	0,6818	0,9	1	1	1	45,0	30,6801	0	0,0000	30,6801	0,5309	7,40	1,0269	0,2094	0,7763	0,4232	0,3565	1,1871
17	1	sand	63	100	309,0000	0,2941	0,7176	0,9	1	1	1	56,7	40,6896	40,96	5,5840	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6615	1,1887	0,3497	3,3994
18	1	sand	64	100	327,0000	0,2944	0,7055	0,9	1	1	1	57,6	40,6379	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6446	1,1581	0,3429	3,3772
19	1	sand	60	100	345,0000	0,3215	0,6716	0,9	1	1	1	54,0	36,2642	29,1	5,3246	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2822	0,6506	1,1689	0,3363	3,4754
20	1	sand	55	100	363,0000	0,3539	0,6337	0,9	1	1	1	49,5	31,3667	0	0,0000	31,3667	0,5853	7,40	1,0269	0,2165	0,7209	0,4333	0,3299	1,3132
21	1	sand	66	100	374,4900	0,2977	0,6750	0,9	1	1	1	59,4	40,0929	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6039	1,0850	0,3322	3,2661
22	1	sand	66	100	385,9800	0,3010	0,6660	0,9	1	1	1	59,4	39,5602	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5948	1,0687	0,3339	3,2007
23	1	sand	69	100	397,4700	0,2878	0,6723	0,9	1	1	1	62,1	41,7467	27,73	5,2559	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5860	1,0529	0,3351	3,1417
24	1	sand	67	100	408,9600	0,3018	0,6537	0,9	1	1	1	60,3	39,4187	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5775	1,0376	0,3360	3,0879
25	1	sand	68	100	420,4500	0,2994	0,6505	0,9	1	1	1	61,2	39,8101	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5692	1,0226	0,3366	3,0380
26	1	sand	69	100	431,9400	0,2970	0,6476	0,9	1	1	1	62,1	40,2152	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5611	1,0081	0,3370	2,9911
27	1	sand	69	100	443,4300	0,2999	0,6397	0,9	1	1	1	62,1	39,7271	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5532	0,9940	0,3373	2,9464
28	1	sand	69	100	454,9200	0,3029	0,6320	0,9	1	1	1	62,1	39,2495	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5455	0,9802	0,3376	2,9031
29	1	sand	69	100	466,4100	0,3057	0,6245	0,9	1	1	1	62,1	38,7822	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5380	0,9667	0,3379	2,8607
30	1	sand	69	100	477,9000	0,3086	0,6171	0,9	1	1	1	62,1	38,3247	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5307	0,9536	0,3383	2,8185

J-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Silty Sand	5	100	18,0000	0,6000	1,7000	0,9	1	0,75	1	3,4	5,7375	0	0,0000	5,7375	0,0905	7,40	1,0269	0,0782	1,1000	0,1022	0,4494	0,2274
2	1	Silty Sand	19	100	36,0000	0,4397	1,5671	0,9	1	0,75	1	12,8	20,0979	73,37	5,5645	25,6625	0,3066	7,40	1,0269	0,1339	1,1000	0,3463	0,4455	0,7774
3	1	Sand	4	100	54,0000	0,6259	1,4706	0,9	1	0,8	1	2,9	4,2354	29,39	5,3375	9,5730	0,1151	7,40	1,0269	0,0732	1,0451	0,1235	0,4411	0,2801
4	1	Sand	10	100	72,0000	0,5581	1,2012	0,9	1	0,8	1	7,2	8,6489	65,1	5,5892	14,2381	0,1498	7,40	1,0269	0,0877	1,0288	0,1583	0,4363	0,3628
5	1	Sand	18	100	90,0000	0,4915	1,0532	0,9	1	0,85	1	13,8	14,5019	49,33	5,6145	20,1164	0,2073	7,40	1,0269	0,1088	1,0115	0,2153	0,4310	0,4995
6	1	Sand	19	100	108,0000	0,4967	0,9625	0,9	1	0,85	1	14,5	13,9898	48,68	5,6139	19,6037	0,2011	7,40	1,0269	0,1068	0,9918	0,2049	0,4254	0,4815
7	1	Sand	73	100	126,0000	0,1905	0,9569	0,9	1	0,95	1	62,4	59,7272	12,49	2,2898	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-1,2388	1,1000	1,9764	0,4195	4,7116
8	1	Sand	86	100	144,0000	0,1423	0,9494	0,9	1	0,95	1	73,5	69,8117	23,72	4,9582	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-0,4156	1,1000	1,9764	0,4133	4,7825
9	1	Sand	61	100	162,0000	0,2635	0,8806	0,9	1	0,95	1	52,2	45,9287	21,42	4,6922	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8553	1,5367	0,4068	3,7776
10	1	Sand	18	100	180,0000	0,5259	0,7341	0,9	1	0,95	1	15,4	11,2980	42,64	5,5953	16,8933	0,1729	7,40	1,0269	0,0968	0,9431	0,1675	0,4001	0,4185
11	1	Sand	19	100	198,0000	0,5179	0,7020	0,9	1	1	1	17,1	12,0047	0	0,0000	12,0047	0,1325	7,40	1,0269	0,0994	0,9321	0,1268	0,3933	0,3224
12	1	Silty Sand	50	100	216,0000	0,3303	0,7754	0,9	1	1	1	45,0	34,8921	0	0,0000	34,8921	1,0838	7,40	1,0269	0,2606	0,7993	0,8897	0,3864	2,3024
13	1	Silty Sand	66	100	234,0000	0,2523	0,8070	0,9	1	1	1	59,4	47,9336	73,37	5,5645	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7450	1,3385	0,3794	3,5280
14	1	Silty Sand	50	100	252,0000	0,3447	0,7272	0,9	1	1	1	45,0	32,7237	0	0,0000	32,7237	0,7242	7,40	1,0269	0,2319	0,7857	0,5843	0,3724	1,5692
15	1	Silty Sand	37	100	262,4748	0,4226	0,6651	0,9	1	1	1	33,3	22,1491	0	0,0000	22,1491	0,2353	7,40	1,0269	0,1449	0,8601	0,2079	0,3779	0,5501
16	1	Silty Sand	44	100	272,1648	0,3855	0,6798	0,9	1	1	1	39,6	26,9185	46,8	5,6110	32,5295	0,7012	7,40	1,0269	0,1764	0,8234	0,5930	0,3832	1,5474
17	1	Silty Sand	50	100	281,8548	0,3555	0,6919	0,9	1	1	1	45,0	31,1345	0	0,0000	31,1345	0,5659	7,40	1,0269	0,2141	0,7782	0,4522	0,3872	1,1679
18	1	Silty Sand	53	100	291,5448	0,3424	0,6933	0,9	1	1	1	47,7	33,0692	0	0,0000	33,0692	0,7681	7,40	1,0269	0,2361	0,7474	0,5895	0,3902	1,5108
19	1	Silty Sand	75	100	301,2348	0,2274	0,7782	0,9	1	1	1	67,5	52,5312	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6692	1,2024	0,3923	3,0651
20	1	Silty Sand	50	100	310,9248	0,3652	0,6608	0,9	1	1	1	45,0	29,7369	0	0,0000	29,7369	0,4690	7,40	1,0269	0,2002	0,7729	0,3722	0,3936	0,9457
21	1	Silty Sand	80	100	320,6148	0,2060	0,7866	0,9	1	1	1	72,0	56,6347	42,93	5,5969	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-3,4448	1,1000	1,9764	0,3943	5,0122
22	1	Silty Sand	83	100	330,3048	0,1922	0,7948	0,9	1	1	1	74,7	59,3693	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-1,3367	1,1000	1,9764	0,3946	5,0093
23	1	sand	50	100	341,7948	0,3748	0,6309	0,9	1	1	1	45,0	28,3897	0	0,0000	28,3897	0,4002	7,40	1,0269	0,1882	0,7687	0,3159	0,3940	0,8018
24	1	sand	69	100	353,2848	0,2753	0,7065	0,9	1	1	1	62,1	43,8721	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6214	1,1165	0,3931	2,8402
25	1	sand	50	100	364,7748	0,3815	0,6104	0,9	1	1	1	45,0	27,4661	0	0,0000	27,4661	0,3629	7,40	1,0269	0,1806	0,7662	0,2856	0,3920	0,7284
26	1	sand	50	100	376,2648	0,3847	0,6006	0,9	1	1	1	45,0	27,0271	0	0,0000	27,0271	0,3474	7,40	1,0269	0,1772	0,7652	0,2730	0,3908	0,6985
27	1	sand	50	100	387,7548	0,3879	0,5912	0,9	1	1	1	45,0	26,6023	13,62	2,7590	29,3613	0,4478	7,40	1,0269	0,1740	0,7642	0,3514	0,3896	0,9019
28	1	sand	50	100	399,2448	0,3910	0,5820	0,9	1	1	1	45,0	26,1910	0	0,0000	26,1910	0,3212	7,40	1,0269	0,1709	0,7633	0,2518	0,3885	0,6482
29	1	sand	50	100	410,7348	0,3940	0,5732	0,9	1	1	1	45,0	25,7925	0	0,0000	25,7925	0,3101	7,40	1,0269	0,1681	0,7625	0,2428	0,3874	0,6267
2	10	#REF!	18	100	422,2248	0,5798	0,4338	0,9	1	1	1	16,3	7,0665	0	0,0000	7,0665	0,0986	7,40	1,0269	0,0825	0,8812	0,0892	0,3866	0,2309

J-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Silty Sand	5	100	18,0000	0,6000	1,7000	0,9	1	0,75	1	3,4	5,7375	50,08	5,6148	11,3523	0,1277	7,40	1,0269	0,0782	1,1000	0,1442	0,4593	0,3140
2	1	sand	17	100	36,0000	0,4557	1,5928	0,9	1	0,75	1	11,5	18,2780	39,42	5,5704	23,8483	0,2651	7,40	1,0269	0,1250	1,1000	0,2995	0,4553	0,6578
3	1	Silty Sand	12	100	54,0000	0,5191	1,3769	0,9	1	0,8	1	8,6	11,8968	86,72	5,5238	17,4206	0,1779	7,40	1,0269	0,0990	1,0610	0,1939	0,4508	0,4301
4	1	Silty Sand	8	100	65,6520	0,5759	1,2742	0,9	1	0,8	1	5,8	7,3397	67,47	5,5824	12,9220	0,1394	7,40	1,0269	0,0834	1,0351	0,1482	0,4991	0,2969
5	1	sand	3	100	77,1420	0,6573	1,1860	0,9	1	0,85	1	2,3	2,7219	12,39	2,2461	4,9679	0,0860	7,40	1,0269	0,0681	1,0177	0,0898	0,5413	0,1659
6	1	Gravelly Sand	28	100	88,6320	0,4194	1,0519	0,9	1	0,85	1	21,4	22,5321	8,86	0,6641	23,1962	0,2528	7,40	1,0269	0,1472	1,0178	0,2643	0,5695	0,4640
7	1	sand	5	100	100,1220	0,6253	0,9992	0,9	1	0,95	1	4,3	4,2717	0	0,0000	4,2717	0,0820	7,40	1,0269	0,0734	0,9999	0,0842	0,5883	0,1431
8	1	sand	42	100	111,6120	0,3321	0,9642	0,9	1	0,95	1	35,9	34,6235	29,08	5,3237	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2567	0,9718	1,7461	0,6005	2,9077
9	1	Gravelly Sand	33	100	123,1020	0,3924	0,9217	0,9	1	0,95	1	28,2	26,0054	12,03	2,0860	28,0915	0,3874	7,40	1,0269	0,1696	0,9647	0,3838	0,6079	0,6313
10	1	Gravelly Sand	37	100	134,5920	0,3755	0,8945	0,9	1	0,95	1	31,6	28,2960	7,52	0,2395	28,5355	0,4067	7,40	1,0269	0,1874	0,9443	0,3944	0,6116	0,6449
11	1	Gravelly Sand	20	100	146,0820	0,4869	0,8315	0,9	1	1	1	18,0	14,9669	10,94	1,5842	16,5512	0,1697	7,40	1,0269	0,1107	0,9581	0,1670	0,6125	0,2726
12	1	Gravelly Sand	11	100	157,5720	0,5718	0,7710	0,9	1	1	1	9,9	7,6333	0	0,0000	7,6333	0,1022	7,40	1,0269	0,0844	0,9616	0,1009	0,6112	0,1652
13	1	Gravelly Sand	57	100	169,0620	0,2718	0,8670	0,9	1	1	1	51,3	44,4765	14,3	3,0166	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8425	1,5137	0,6082	2,4888
14	1	Gravelly Sand	65	100	180,5520	0,2362	0,8698	0,9	1	1	1	58,5	50,8805	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8227	1,4783	0,6038	2,4481
15	1	Gravelly Sand	63	100	192,0420	0,2512	0,8488	0,9	1	1	1	56,7	48,1273	14,36	3,0384	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8042	1,4450	0,5984	2,4147
16	1	sand	61	100	203,5320	0,2663	0,8276	0,9	1	1	1	54,9	45,4331	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7868	1,4137	0,5922	2,3872
17	1	sand	60	100	215,0220	0,2763	0,8094	0,9	1	1	1	54,0	43,7057	13,57	2,7393	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7703	1,3841	0,5854	2,3645
18	1	sand	35	100	226,5120	0,4211	0,7087	0,9	1	1	1	31,5	22,3239	0	0,0000	22,3239	0,2381	7,40	1,0269	0,1459	0,8807	0,2153	0,5781	0,3725
19	1	sand	57	100	238,0020	0,3013	0,7701	0,9	1	1	1	51,3	39,5057	8,69	0,5995	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7399	1,3294	0,5705	2,3300
20	1	sand	34	100	249,4920	0,4359	0,6713	0,9	1	1	1	30,6	20,5417	0	0,0000	20,5417	0,2126	7,40	1,0269	0,1362	0,8755	0,1912	0,5628	0,3396
21	1	Gravelly Sand	59	100	260,9820	0,2992	0,7505	0,9	1	1	1	53,1	39,8527	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7122	1,2797	0,5551	2,3054
22	1	Gravelly Sand	62	100	272,4720	0,2872	0,7498	0,9	1	1	1	55,8	41,8408	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6993	1,2565	0,5474	2,2954
23	1	Gravelly Sand	58	100	283,9620	0,3127	0,7216	0,9	1	1	1	52,2	37,6666	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6869	1,2342	0,5398	2,2863
24	1	Gravelly Sand	59	100	295,4520	0,3112	0,7138	0,9	1	1	1	53,1	37,9049	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6750	1,2128	0,5325	2,2776
25	1	Gravelly Sand	66	100	306,9420	0,2773	0,7327	0,9	1	1	1	59,4	43,5216	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6636	1,1923	0,5254	2,2691
26	1	Gravelly Sand	50	100	318,4320	0,3676	0,6533	0,9	1	1	1	45,0	29,3971	0	0,0000	29,3971	0,4497	7,40	1,0269	0,1971	0,7717	0,3564	0,5187	0,6870
27	1	Gravelly Sand	50	100	329,9220	0,3712	0,6421	0,9	1	1	1	45,0	28,8925	0	0,0000	28,8925	0,4236	7,40	1,0269	0,1926	0,7701	0,3350	0,5124	0,6537
28	1	Gravelly Sand	50	100	341,4120	0,3747	0,6312	0,9	1	1	1	45,0	28,4056	0	0,0000	28,4056	0,4009	7,40	1,0269	0,1883	0,7687	0,3164	0,5066	0,6246
29	1	Gravelly Sand	50	100	352,9020	0,3781	0,6208	0,9	1	1	1	45,0	27,9354	0	0,0000	27,9354	0,3810	7,40	1,0269	0,1844	0,7674	0,3002	0,5013	0,5990
30	1	Gravelly Sand	50	100	364,3920	0,3814	0,6107	0,9	1	1	1	45,0	27,4810	0	0,0000	27,4810	0,3634	7,40	1,0269	0,1808	0,7663	0,2860	0,4964	0,5761

J-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	8	100	16,5570	0,5513	1,7000	0,9	1	0,75	1	5,4	9,1800	0	0,0000	9,1800	0,1124	7,40	1,0269	0,0895	1,1000	0,1270	0,5836	0,2176
2	1	sand	13	100	28,0470	0,4874	1,7000	0,9	1	0,75	1	8,8	14,9175	21,17	4,6576	19,5751	0,2008	7,40	1,0269	0,1105	1,1000	0,2268	0,7145	0,3175
3	1	sand	16	100	39,5370	0,4611	1,5341	0,9	1	0,8	1	11,5	17,6723	13,4	2,6715	20,3438	0,2101	7,40	1,0269	0,1222	1,1000	0,2373	0,7639	0,3107
4	1	sand	18	100	51,0270	0,4611	1,3638	0,9	1	0,8	1	13,0	17,6744	16,97	3,8433	21,5178	0,2259	7,40	1,0269	0,1223	1,0823	0,2511	0,7862	0,3194
5	1	sand	20	100	62,5170	0,4501	1,2354	0,9	1	0,85	1	15,3	18,9022	14,35	3,0348	21,9370	0,2321	7,40	1,0269	0,1280	1,0601	0,2527	0,7959	0,3175
6	1	sand	22	100	74,0070	0,4470	1,1440	0,9	1	0,85	1	16,8	19,2540	10,66	1,4536	20,7075	0,2148	7,40	1,0269	0,1297	1,0390	0,2292	0,7985	0,2870
7	1	sand	50	100	85,4970	0,2711	1,0434	0,9	1	0,95	1	42,8	44,6049	14,08	2,9354	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0470	1,8812	0,7968	2,3610
8	1	sand	50	100	96,9870	0,2797	1,0086	0,9	1	0,95	1	42,8	43,1174	15,4	3,3922	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0092	1,8133	0,7920	2,2893
9	1	sand	50	100	108,4770	0,2877	0,9769	0,9	1	0,95	1	42,8	41,7609	14,17	2,9689	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9756	1,7529	0,7851	2,2326
10	1	sand	50	100	119,9670	0,2952	0,9477	0,9	1	0,95	1	42,8	40,5135	17,06	3,8664	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9454	1,6986	0,7766	2,1871
11	1	sand	53	100	131,4570	0,2730	0,9280	0,9	1	1	1	47,7	44,2678	7,13	0,1578	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9179	1,6493	0,7670	2,1505
12	1	sand	54	100	142,9470	0,2742	0,9067	0,9	1	1	1	48,6	44,0644	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8928	1,6042	0,7564	2,1209
13	1	sand	54	100	154,4370	0,2802	0,8853	0,9	1	1	1	48,6	43,0271	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8696	1,5625	0,7451	2,0970
14	1	sand	59	100	165,9270	0,2600	0,8766	0,9	1	1	1	53,1	46,5492	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8481	1,5238	0,7334	2,0779
15	1	sand	17	100	177,4170	0,5256	0,7398	0,9	1	1	1	15,3	11,3192	0	0,0000	11,3192	0,1274	7,40	1,0269	0,0969	0,9444	0,1236	0,7213	0,1714
16	1	sand	30	100	188,9070	0,4367	0,7575	0,9	1	1	1	27,0	20,4518	8,47	0,5200	20,9718	0,2183	7,40	1,0269	0,1357	0,9137	0,2048	0,7090	0,2889
17	1	sand	31	100	200,3970	0,4353	0,7389	0,9	1	1	1	27,9	20,6154	0	0,0000	20,6154	0,2136	7,40	1,0269	0,1366	0,9051	0,1985	0,6967	0,2849
18	1	sand	31	100	211,8870	0,4401	0,7186	0,9	1	1	1	27,9	20,0483	0	0,0000	20,0483	0,2064	7,40	1,0269	0,1336	0,8996	0,1907	0,6845	0,2786
19	1	sand	32	100	223,3770	0,4384	0,7030	0,9	1	1	1	28,8	20,2472	0	0,0000	20,2472	0,2089	7,40	1,0269	0,1347	0,8918	0,1913	0,6723	0,2845
20	1	sand	35	100	234,8670	0,4244	0,6960	0,9	1	1	1	31,5	21,9249	0	0,0000	21,9249	0,2319	7,40	1,0269	0,1437	0,8773	0,2089	0,6604	0,3164
21	1	sand	33	100	246,3570	0,4409	0,6720	0,9	1	1	1	29,7	19,9579	15,13	3,3047	23,2626	0,2540	7,40	1,0269	0,1332	0,8799	0,2296	0,6488	0,3538
22	1	sand	38	100	257,8470	0,4150	0,6750	0,9	1	1	1	34,2	23,0838	0	0,0000	23,0838	0,2508	7,40	1,0269	0,1504	0,8575	0,2209	0,6375	0,3465
23	1	sand	40	100	269,3370	0,4074	0,6679	0,9	1	1	1	36,0	24,0431	0	0,0000	24,0431	0,2690	7,40	1,0269	0,1563	0,8451	0,2335	0,6267	0,3725
24	1	sand	45	100	280,8270	0,3829	0,6734	0,9	1	1	1	40,5	27,2734	0	0,0000	27,2734	0,3559	7,40	1,0269	0,1791	0,8150	0,2979	0,6164	0,4834
25	1	sand	50	100	292,3170	0,3591	0,6804	0,9	1	1	1	45,0	30,6158	0	0,0000	30,6158	0,5262	7,40	1,0269	0,2087	0,7761	0,4194	0,6065	0,6914
26	1	sand	51	100	303,8070	0,3574	0,6722	0,9	1	1	1	45,9	30,8558	35,37	5,5138	36,3695	1,5013	7,40	1,0269	0,2112	0,7653	1,1799	0,5973	1,9754
27	1	sand	50	100	315,2970	0,3666	0,6564	0,9	1	1	1	45,0	29,5380	0	0,0000	29,5380	0,4575	7,40	1,0269	0,1984	0,7722	0,3628	0,5886	0,6164
28	1	sand	50	100	326,7870	0,3702	0,6451	0,9	1	1	1	45,0	29,0284	0	0,0000	29,0284	0,4303	7,40	1,0269	0,1938	0,7706	0,3405	0,5807	0,5865
29	1	sand	51	100	338,2770	0,3683	0,6384	0,9	1	1	1	45,9	29,3020	0	0,0000	29,3020	0,4446	7,40	1,0269	0,1962	0,7609	0,3474	0,5734	0,6058
30	1	sand	50	100	349,7670	0,3772	0,6236	0,9	1	1	1	45,0	28,0621	0	0,0000	28,0621	0,3861	7,40	1,0269	0,1855	0,7678	0,3045	0,5668	0,5372

J-4

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Sand	39	100	18,0000	0,2821	1,6222	0,9	1	0,75	1	26,3	42,7044	30,8	5,3933	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,5420	3,6466
2	1	Sand	48	100	31,7463	0,2728	1,3675	0,9	1	0,75	1	32,4	44,3075	28,12	5,2768	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6651	2,9716
3	1	Sand	54	100	43,2363	0,2518	1,2351	0,9	1	0,8	1	38,9	48,0199	26,37	5,1733	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,7456	2,6508
4	1	silty sand	45	100	52,9263	0,3027	1,2124	0,9	1	0,8	1	32,4	39,2807	48,06	5,6132	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,7963	2,4821
5	1	silty sand	46	100	62,6163	0,2958	1,1485	0,9	1	0,85	1	35,2	40,4157	25,88	5,1394	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,8268	2,3904
6	1	Gravelly Sand	58	100	74,1063	0,2527	1,0787	0,9	1	0,85	1	44,4	47,8603	27,71	5,2548	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0899	1,9583	0,8370	2,3397
7	1	Sand	56	100	85,5963	0,2425	1,0384	0,9	1	0,95	1	47,9	49,7200	9,33	0,8547	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0467	1,8806	0,8404	2,2377
8	1	Sand	56	100	97,0863	0,2506	1,0074	0,9	1	0,95	1	47,9	48,2361	34,95	5,5057	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0089	1,8127	0,8393	2,1598
9	1	Gravelly Sand	56	100	108,5763	0,2582	0,9790	0,9	1	0,95	1	47,9	46,8735	31,66	5,4223	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9753	1,7524	0,8350	2,0987
10	1	Sand	72	100	120,0663	0,1919	0,9655	0,9	1	0,95	1	61,6	59,4370	29,54	5,3440	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-1,3169	1,1000	1,9764	0,8283	2,3860
11	1	Sand	62	100	131,5563	0,2280	0,9394	0,9	1	1	1	55,8	52,4180	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9177	1,6489	0,8199	2,0111
12	1	Sand	59	100	143,0463	0,2487	0,9148	0,9	1	1	1	53,1	48,5761	45,47	5,6075	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8926	1,6038	0,8102	1,9796
13	1	Sand	61	100	154,5363	0,2444	0,8991	0,9	1	1	1	54,9	49,3591	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8694	1,5622	0,7994	1,9541
14	1	Sand	63	100	166,0263	0,2398	0,8855	0,9	1	1	1	56,7	50,2092	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8479	1,5235	0,7879	1,9336
15	1	Sand	73	100	177,5163	0,1954	0,8939	0,9	1	1	1	65,7	58,7291	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-1,5579	1,1000	1,9764	0,7759	2,5473
16	1	Sand	71	100	189,0063	0,2097	0,8750	0,9	1	1	1	63,9	55,9135	24,64	5,0422	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-5,9626	1,1000	1,9764	0,7635	2,5886
17	1	Sand	80	100	200,4963	0,1697	0,8887	0,9	1	1	1	72,0	63,9841	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-0,6678	1,1000	1,9764	0,7510	2,6319
18	1	Sand	73	100	211,9863	0,2084	0,8551	0,9	1	1	1	65,7	56,1791	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-4,6960	1,1000	1,9764	0,7384	2,6768
19	1	Sand	78	100	223,4763	0,1872	0,8603	0,9	1	1	1	70,2	60,3906	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-1,0912	1,1000	1,9764	0,7258	2,7231
20	1	Sand	76	100	234,9663	0,2011	0,8421	0,9	1	1	1	68,4	57,6024	17,2	3,9017	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-2,2049	1,1000	1,9764	0,7134	2,7704
21	1	Sand	80	100	246,4563	0,1843	0,8468	0,9	1	1	1	72,0	60,9721	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-0,9886	1,1000	1,9764	0,7013	2,8183
22	1	Sand	70	100	257,9463	0,2399	0,7966	0,9	1	1	1	63,0	50,1889	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7157	1,2860	0,6895	1,8651
23	1	Sand	76	100	269,4363	0,2122	0,8103	0,9	1	1	1	68,4	55,4233	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-11,9127	1,1000	1,9764	0,6781	2,9146
24	1	Sand	74	100	280,9263	0,2264	0,7915	0,9	1	1	1	66,6	52,7119	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6901	1,2400	0,6672	1,8585
25	1	Sand	72	100	292,4163	0,2407	0,7724	0,9	1	1	1	64,8	50,0529	26,08	5,1535	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6781	1,2184	0,6569	1,8549
26	1	Sand	72	100	303,9063	0,2442	0,7622	0,9	1	1	1	64,8	49,3932	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6665	1,1976	0,6471	1,8508
27	1	Sand	68	100	315,3963	0,2693	0,7340	0,9	1	1	1	61,2	44,9179	30,73	5,3908	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6554	1,1776	0,6380	1,8459
28	1	Sand	67	100	326,8863	0,2782	0,7193	0,9	1	1	1	60,3	43,3713	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6447	1,1583	0,6295	1,8400
29	1	Sand	76	100	338,3763	0,2329	0,7529	0,9	1	1	1	68,4	51,4955	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6343	1,1397	0,6218	1,8329
30	1	Sand	70	100	349,8663	0,2689	0,7141	0,9	1	1	1	63,0	44,9880	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6243	1,1217	0,6148	1,8244

J-5

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	8	100	9,6900	0,5513	1,7000	0,9	1	0,75	1	5,4	9,1800	0	0,0000	9,1800	0,1124	7,40	1,0269	0,0895	1,1000	0,1270	0,9525	0,1333
2	1	Gravelly Sand	13	100	21,1800	0,4874	1,7000	0,9	1	0,75	1	8,8	14,9175	56,78	5,6090	20,5265	0,2124	7,40	1,0269	0,1105	1,1000	0,2400	0,9038	0,2655
3	1	Gravelly Sand	16	100	32,6700	0,4489	1,6524	0,9	1	0,8	1	11,5	19,0354	22,21	4,7937	23,8291	0,2647	7,40	1,0269	0,1286	1,1000	0,2991	0,8830	0,3387
4	1	Gravelly Sand	18	100	44,1600	0,4515	1,4463	0,9	1	0,8	1	13,0	18,7445	27,5	5,2430	23,9875	0,2679	7,40	1,0269	0,1272	1,1000	0,3026	0,8677	0,3488
5	1	Gravelly Sand	20	100	55,6500	0,4420	1,2957	0,9	1	0,85	1	15,3	19,8248	30,06	5,3654	25,1902	0,2946	7,40	1,0269	0,1325	1,0777	0,3260	0,8540	0,3817
6	1	Gravelly Sand	22	100	67,1400	0,4401	1,1916	0,9	1	0,85	1	16,8	20,0551	32,04	5,4341	25,4891	0,3021	7,40	1,0269	0,1337	1,0533	0,3267	0,8408	0,3886
7	1	Gravelly Sand	50	100	78,6300	0,2656	1,0659	0,9	1	0,95	1	42,8	45,5685	32,23	5,4397	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0721	1,9264	0,8276	2,3277
8	1	Gravelly Sand	50	100	90,1200	0,2746	1,0290	0,9	1	0,95	1	42,8	43,9890	40,24	5,5781	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0312	1,8528	0,8142	2,2756
9	1	Gravelly Sand	50	100	101,6100	0,2830	0,9955	0,9	1	0,95	1	42,8	42,5572	31,41	5,4143	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9952	1,7882	0,8007	2,2333
10	1	Gravelly Sand	50	100	113,1000	0,2908	0,9648	0,9	1	0,95	1	42,8	41,2469	56,32	5,6098	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9631	1,7304	0,7869	2,1990
11	1	Gravelly Sand	53	100	124,5900	0,2690	0,9426	0,9	1	1	1	47,7	44,9604	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9340	1,6783	0,7730	2,1711
12	1	Gravelly Sand	54	100	136,0800	0,2704	0,9201	0,9	1	1	1	48,6	44,7149	28,38	5,2902	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9076	1,6307	0,7589	2,1486
13	1	Gravelly Sand	54	100	147,5700	0,2767	0,8979	0,9	1	1	1	48,6	43,6397	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8833	1,5870	0,7449	2,1306
14	1	silty sand	59	100	157,2600	0,2559	0,8906	0,9	1	1	1	53,1	47,2922	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8642	1,5527	0,7346	2,1136
15	1	Gravelly Sand	17	100	168,7500	0,5219	0,7610	0,9	1	1	1	15,3	11,6435	0	0,0000	11,6435	0,1298	7,40	1,0269	0,0981	0,9487	0,1265	0,7203	0,1756
16	1	Gravelly Sand	30	100	180,2400	0,4327	0,7750	0,9	1	1	1	27,0	20,9247	55,99	5,6104	26,5351	0,3315	7,40	1,0269	0,1382	0,9186	0,3127	0,7061	0,4429
17	1	Gravelly Sand	31	100	191,7300	0,4315	0,7551	0,9	1	1	1	27,9	21,0682	0	0,0000	21,0682	0,2196	7,40	1,0269	0,1390	0,9095	0,2051	0,6921	0,2963
18	1	silty sand	31	100	201,4200	0,4357	0,7370	0,9	1	1	1	27,9	20,5634	0	0,0000	20,5634	0,2129	7,40	1,0269	0,1363	0,9046	0,1978	0,6813	0,2903
19	1	Gravelly Sand	32	100	212,9100	0,4342	0,7203	0,9	1	1	1	28,8	20,7437	39,11	5,5672	26,3109	0,3247	7,40	1,0269	0,1373	0,8963	0,2989	0,6678	0,4476
20	1	Gravelly Sand	35	100	224,4000	0,4203	0,7120	0,9	1	1	1	31,5	22,4273	0	0,0000	22,4273	0,2398	7,40	1,0269	0,1465	0,8816	0,2171	0,6547	0,3315
21	1	silty sand	33	100	234,0900	0,4363	0,6900	0,9	1	1	1	29,7	20,4917	0	0,0000	20,4917	0,2120	7,40	1,0269	0,1359	0,8844	0,1925	0,6443	0,2988
22	1	Gravelly Sand	38	100	245,5800	0,4105	0,6916	0,9	1	1	1	34,2	23,6511	0	0,0000	23,6511	0,2613	7,40	1,0269	0,1539	0,8617	0,2312	0,6320	0,3659
23	1	Gravelly Sand	40	100	257,0700	0,4030	0,6835	0,9	1	1	1	36,0	24,6057	34,82	5,5031	30,1088	0,4918	7,40	1,0269	0,1600	0,8490	0,4288	0,6203	0,6913
24	1	sand	45	100	268,5600	0,3786	0,6880	0,9	1	1	1	40,5	27,8621	0	0,0000	27,8621	0,3780	7,40	1,0269	0,1838	0,8184	0,3177	0,6091	0,5216
25	1	silty sand	50	100	278,2500	0,3542	0,6959	0,9	1	1	1	45,0	31,3176	0	0,0000	31,3176	0,5811	7,40	1,0269	0,2160	0,7790	0,4648	0,6004	0,7742
26	1	sand	51	100	289,7400	0,3527	0,6872	0,9	1	1	1	45,9	31,5406	40,94	5,5839	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2184	0,7677	1,3793	0,5904	2,3361
27	1	silty sand	50	100	299,4300	0,3614	0,6727	0,9	1	1	1	45,0	30,2735	0	0,0000	30,2735	0,5025	7,40	1,0269	0,2054	0,7748	0,3999	0,5828	0,6861
28	1	silty sand	50	100	309,1200	0,3646	0,6627	0,9	1	1	1	45,0	29,8198	0	0,0000	29,8198	0,4739	7,40	1,0269	0,2010	0,7732	0,3763	0,5757	0,6536
29	1	silty sand	51	100	318,8100	0,3622	0,6571	0,9	1	1	1	45,9	30,1589	0	0,0000	30,1589	0,4950	7,40	1,0269	0,2042	0,7632	0,3880	0,5692	0,6816
30	1	silty sand	50	100	328,5000	0,3707	0,6434	0,9	1	1	1	45,0	28,9540	0	0,0000	28,9540	0,4266	7,40	1,0269	0,1931	0,7703	0,3375	0,5634	0,5990

J-6

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Silty Sand	51	100	18,0000	0,2335	1,4925	0,9	1	0,75	1	34,4	51,3778	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,5282	3,7421
2	1	Gravelly Sand	45	100	30,1767	0,2826	1,4030	0,9	1	0,75	1	30,4	42,6168	25,61	5,1196	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,6819	2,8986
3	1	Silty Sand	29	100	39,8667	0,3683	1,4031	0,9	1	0,8	1	20,9	29,2973	42,99	5,5972	34,8945	1,0844	7,40	1,0269	0,1962	1,1000	1,2249	0,7646	1,6021
4	1	sand	32	100	51,3567	0,3674	1,2774	0,9	1	0,8	1	23,0	29,4305	47,1	5,6116	35,0421	1,1180	7,40	1,0269	0,1974	1,1000	1,2630	0,7997	1,5794
5	1	sand	50	100	62,8467	0,2774	1,1375	0,9	1	0,85	1	38,3	43,5101	44,16	5,6028	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,8173	2,4183
6	1	sand	25	100	74,3367	0,4262	1,1347	0,9	1	0,85	1	19,1	21,7019	48,54	5,6138	27,3157	0,3574	7,40	1,0269	0,1424	1,0422	0,3826	0,8252	0,4636
7	1	sand	18	100	85,8267	0,4717	1,0747	0,9	1	0,95	1	15,4	16,5404	47,02	5,6115	22,1518	0,2354	7,40	1,0269	0,1172	1,0179	0,2461	0,8271	0,2975
8	1	Silty Sand	20	100	95,5167	0,4630	1,0215	0,9	1	0,95	1	17,1	17,4671	50,34	5,6149	23,0819	0,2508	7,40	1,0269	0,1213	1,0056	0,2590	0,8313	0,3115
9	1	sand	25	100	107,0067	0,4341	0,9710	0,9	1	0,95	1	21,4	20,7558	44,77	5,6052	26,3609	0,3262	7,40	1,0269	0,1373	0,9907	0,3319	0,8256	0,4020
10	1	sand	29	100	118,4967	0,4148	0,9320	0,9	1	0,95	1	24,8	23,1095	21,48	4,7003	27,8098	0,3760	7,40	1,0269	0,1506	0,9744	0,3762	0,8179	0,4600
11	1	sand	35	100	129,9867	0,3736	0,9067	0,9	1	1	1	31,5	28,5602	18,81	4,2609	32,8212	0,7362	7,40	1,0269	0,1897	0,9503	0,7184	0,8086	0,8884
12	1	sand	38	100	141,4767	0,3622	0,8819	0,9	1	1	1	34,2	30,1609	16,46	3,7072	33,8681	0,8867	7,40	1,0269	0,2043	0,9291	0,8460	0,7982	1,0599
13	1	sand	41	100	152,9667	0,3510	0,8614	0,9	1	1	1	36,9	31,7856	0	0,0000	31,7856	0,6232	7,40	1,0269	0,2211	0,9060	0,5799	0,7870	0,7368
14	1	sand	45	100	164,4567	0,3342	0,8468	0,9	1	1	1	40,5	34,2959	0	0,0000	34,2959	0,9620	7,40	1,0269	0,2521	0,8746	0,8640	0,7751	1,1147
15	1	sand	47	100	175,9467	0,3288	0,8305	0,9	1	1	1	42,3	35,1282	0	0,0000	35,1282	1,1384	7,40	1,0269	0,2641	0,8508	0,9946	0,7628	1,3038
16	1	sand	50	100	187,4367	0,3178	0,8190	0,9	1	1	1	45,0	36,8564	23,63	4,9493	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2925	0,8162	1,4666	0,7503	1,9548
17	1	sand	56	100	198,9267	0,2906	0,8188	0,9	1	1	1	50,4	41,2687	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7937	1,4260	0,7376	1,9334
18	1	sand	58	100	210,4167	0,2849	0,8090	0,9	1	1	1	52,2	42,2298	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7768	1,3958	0,7249	1,9255
19	1	sand	63	100	221,9067	0,2633	0,8107	0,9	1	1	1	56,7	45,9655	22,75	4,8567	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7609	1,3671	0,7123	1,9193
20	1	sand	69	100	233,3967	0,2365	0,8184	0,9	1	1	1	62,1	50,8200	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7457	1,3399	0,6999	1,9145
21	1	sand	71	100	244,8867	0,2302	0,8137	0,9	1	1	1	63,9	51,9941	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7313	1,3140	0,6878	1,9105
22	1	sand	69	100	256,3767	0,2446	0,7943	0,9	1	1	1	62,1	49,3257	21,42	4,6922	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7176	1,2893	0,6760	1,9072
23	1	sand	49	100	267,8667	0,3560	0,7041	0,9	1	1	1	44,1	31,0515	0	0,0000	31,0515	0,5592	7,40	1,0269	0,2132	0,7899	0,4536	0,6647	0,6825
24	1	sand	50	100	279,3567	0,3546	0,6947	0,9	1	1	1	45,0	31,2612	0	0,0000	31,2612	0,5763	7,40	1,0269	0,2154	0,7787	0,4609	0,6538	0,7049
25	1	Gravelly Sand	50	100	290,8467	0,3586	0,6819	0,9	1	1	1	45,0	30,6876	0	0,0000	30,6876	0,5314	7,40	1,0269	0,2095	0,7764	0,4237	0,6436	0,6584
26	1	Gravelly Sand	50	100	302,3367	0,3624	0,6697	0,9	1	1	1	45,0	30,1359	37,33	5,5455	35,6814	1,2827	7,40	1,0269	0,2040	0,7743	1,0199	0,6339	1,6091
27	1	Gravelly Sand	50	100	313,8267	0,3661	0,6579	0,9	1	1	1	45,0	29,6046	0	0,0000	29,6046	0,4613	7,40	1,0269	0,1990	0,7724	0,3659	0,6248	0,5857
28	1	Gravelly Sand	52	100	325,3167	0,3588	0,6549	0,9	1	1	1	46,8	30,6492	0	0,0000	30,6492	0,5286	7,40	1,0269	0,2091	0,7534	0,4090	0,6164	0,6635
29	1	Gravelly Sand	74	100	336,8067	0,2433	0,7442	0,9	1	1	1	66,6	49,5620	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6357	1,1422	0,6087	1,8763
30	1	Gravelly Sand	81	100	348,2967	0,2081	0,7713	0,9	1	1	1	72,9	56,2257	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-4,5278	1,1000	1,9764	0,6018	3,2841

J-7

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Silty Sand	18	100	18,0000	0,4350	1,7000	0,9	1	0,75	1	12,2	20,6550	0	0,0000	20,6550	0,2141	7,40	1,0269	0,1368	1,1000	0,2418	0,4744	0,5098
2	1	sand	9	100	36,0000	0,5372	1,7000	0,9	1	0,75	1	6,1	10,3275	33,42	5,4718	15,7993	0,1630	7,40	1,0269	0,0934	1,0954	0,1833	0,4702	0,3899
3	1	Silty Sand	19	100	54,0000	0,4570	1,3252	0,9	1	0,8	1	13,7	18,1293	29,13	5,3260	23,4553	0,2576	7,40	1,0269	0,1243	1,0766	0,2848	0,4656	0,6117
4	1	Gravelly Sand	21	100	72,4551	0,4623	1,1606	0,9	1	0,8	1	15,1	17,5485	46,36	5,6100	23,1584	0,2522	7,40	1,0269	0,1217	1,0392	0,2691	0,4786	0,5623
5	1	Gravelly Sand	19	100	83,9451	0,4787	1,0874	0,9	1	0,85	1	14,5	15,8051	65,86	5,5870	21,3921	0,2241	7,40	1,0269	0,1141	1,0200	0,2347	0,5235	0,4484
6	1	sand	23	100	95,4351	0,4584	1,0216	0,9	1	0,85	1	17,6	17,9759	57,39	5,6079	23,5838	0,2600	7,40	1,0269	0,1236	1,0058	0,2685	0,5547	0,4841
7	1	sand	27	100	106,9251	0,4202	0,9723	0,9	1	0,95	1	23,1	22,4446	36,69	5,5361	27,9807	0,3828	7,40	1,0269	0,1466	0,9902	0,3893	0,5764	0,6753
8	1	sand	30	100	118,4151	0,4082	0,9333	0,9	1	0,95	1	25,7	23,9398	24,37	5,0187	28,9585	0,4268	7,40	1,0269	0,1557	0,9737	0,4268	0,5912	0,7219
9	1	sand	32	100	129,9051	0,4029	0,9000	0,9	1	0,95	1	27,4	24,6227	37,99	5,5543	30,1769	0,4962	7,40	1,0269	0,1601	0,9581	0,4882	0,6009	0,8125
10	1	sand	27	100	141,3951	0,4422	0,8580	0,9	1	0,95	1	23,1	19,8065	49,57	5,6146	25,4211	0,3003	7,40	1,0269	0,1324	0,9541	0,2943	0,6066	0,4851
11	1	sand	25	100	152,8851	0,4531	0,8250	0,9	1	1	1	22,5	18,5629	50,73	5,6149	24,1778	0,2718	7,40	1,0269	0,1264	0,9464	0,2641	0,6093	0,4335
12	1	Gravelly Sand	35	100	164,3751	0,3931	0,8225	0,9	1	1	1	31,5	25,9102	0	0,0000	25,9102	0,3133	7,40	1,0269	0,1689	0,9161	0,2947	0,6096	0,4834
13	1	Gravelly Sand	42	100	175,8651	0,3571	0,8174	0,9	1	1	1	37,8	30,8986	0	0,0000	30,8986	0,5472	7,40	1,0269	0,2116	0,8805	0,4948	0,6080	0,8139
14	1	Gravelly Sand	37	100	187,3551	0,3921	0,7818	0,9	1	1	1	33,3	26,0327	36,95	5,5401	31,5727	0,6034	7,40	1,0269	0,1698	0,8934	0,5536	0,6048	0,9154
15	1	Gravelly Sand	50	100	198,8451	0,3229	0,8009	0,9	1	1	1	45,0	36,0424	0	0,0000	36,0424	1,3913	7,40	1,0269	0,2785	0,8086	1,1553	0,6004	1,9242
16	1	Gravelly Sand	38	100	210,3351	0,3964	0,7447	0,9	1	1	1	34,2	25,4695	0	0,0000	25,4695	0,3016	7,40	1,0269	0,1658	0,8767	0,2715	0,5951	0,4562
17	1	Gravelly Sand	47	100	221,8251	0,3494	0,7570	0,9	1	1	1	42,3	32,0215	29,59	5,3461	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2237	0,8218	1,4765	0,5890	2,5067
18	1	Gravelly Sand	50	100	233,3151	0,3374	0,7514	0,9	1	1	1	45,0	33,8110	0	0,0000	33,8110	0,8773	7,40	1,0269	0,2456	0,7920	0,7135	0,5825	1,2250
19	1	Gravelly Sand	48	100	244,8051	0,3530	0,7290	0,9	1	1	1	43,2	31,4941	0	0,0000	31,4941	0,5964	7,40	1,0269	0,2179	0,8049	0,4930	0,5755	0,8566
20	1	Silty Sand	38	100	254,4951	0,4138	0,6794	0,9	1	1	1	34,2	23,2358	0	0,0000	23,2358	0,2536	7,40	1,0269	0,1513	0,8586	0,2236	0,5699	0,3923
21	1	sand	27	100	265,9851	0,4854	0,6220	0,9	1	1	1	24,3	15,1136	0	0,0000	15,1136	0,1571	7,40	1,0269	0,1113	0,8911	0,1437	0,5625	0,2555
22	1	Silty Sand	39	100	275,6751	0,4154	0,6562	0,9	1	1	1	35,1	23,0335	40,95	5,5840	28,6175	0,4105	7,40	1,0269	0,1501	0,8478	0,3574	0,5566	0,6421
23	1	Silty Sand	39	100	285,3651	0,4187	0,6447	0,9	1	1	1	35,1	22,6279	0	0,0000	22,6279	0,2430	7,40	1,0269	0,1477	0,8451	0,2109	0,5506	0,3831
24	1	Silty Sand	40	100	295,0551	0,4161	0,6375	0,9	1	1	1	36,0	22,9501	0	0,0000	22,9501	0,2485	7,40	1,0269	0,1496	0,8381	0,2139	0,5447	0,3926
25	1	Silty Sand	45	100	304,7451	0,3909	0,6469	0,9	1	1	1	40,5	26,1990	0	0,0000	26,1990	0,3215	7,40	1,0269	0,1710	0,8095	0,2672	0,5390	0,4957
26	1	Gravelly Sand	50	100	316,2351	0,3669	0,6555	0,9	1	1	1	45,0	29,4957	0	0,0000	29,4957	0,4551	7,40	1,0269	0,1980	0,7721	0,3609	0,5323	0,6779
27	1	Gravelly Sand	58	100	327,7251	0,3270	0,6783	0,9	1	1	1	52,2	35,4075	0	0,0000	35,4075	1,2082	7,40	1,0269	0,2684	0,6815	0,8455	0,5260	1,6074
28	1	Gravelly Sand	50	100	339,2151	0,3740	0,6333	0,9	1	1	1	45,0	28,4974	28	5,2705	33,7679	0,8703	7,40	1,0269	0,1891	0,7690	0,6873	0,5201	1,3214
29	1	Gravelly Sand	50	100	350,7051	0,3774	0,6228	0,9	1	1	1	45,0	28,0240	0	0,0000	28,0240	0,3846	7,40	1,0269	0,1852	0,7677	0,3032	0,5148	0,5890
30	1	Gravelly Sand	50	100	362,1951	0,3808	0,6126	0,9	1	1	1	45,0	27,5667	0	0,0000	27,5667	0,3666	7,40	1,0269	0,1814	0,7665	0,2886	0,5099	0,5660

J-8

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	14	100	18,0000	0,4762	1,7000	0,9	1	0,75	1	9,5	16,0650	0	0,0000	16,0650	0,1653	7,40	1,0269	0,1152	1,1000	0,1868	0,5119	0,3648
2	1	silty sand	15	100	28,1805	0,4654	1,7000	0,9	1	0,75	1	10,1	17,2125	61,24	5,5994	22,8119	0,2461	7,40	1,0269	0,1202	1,1000	0,2780	0,6753	0,4117
3	1	sand	53	100	39,6705	0,2512	1,2614	0,9	1	0,8	1	38,2	48,1349	37,33	5,5455	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,7448	2,6537
4	1	silty sand	13	100	49,3605	0,5033	1,4267	0,9	1	0,8	1	9,4	13,3540	62,09	5,5973	18,9513	0,1937	7,40	1,0269	0,1044	1,0737	0,2136	0,7883	0,2710
5	1	Sand	52	100	60,8505	0,2665	1,1415	0,9	1	0,85	1	39,8	45,4100	28,89	5,3149	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,8037	2,4593
6	1	Sand	64	100	72,3405	0,2265	1,0761	0,9	1	0,85	1	49,0	52,6863	22,38	4,8141	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0971	1,9713	0,8099	2,4340
7	1	Sand	64	100	83,8305	0,2055	1,0369	0,9	1	0,95	1	54,7	56,7397	28,99	5,3196	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-3,2461	0,4275	0,7681	0,8105	0,9476
8	1	Sand	65	100	95,3205	0,2086	1,0100	0,9	1	0,95	1	55,6	56,1334	28,69	5,3054	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-4,8742	0,7664	1,3771	0,8075	1,7054
9	1	Sand	60	100	106,8105	0,2382	0,9844	0,9	1	0,95	1	51,3	50,5011	38,09	5,5555	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9802	1,7613	0,8017	2,1968
10	1	Sand	25	100	118,3005	0,4419	0,9284	0,9	1	0,95	1	21,4	19,8452	48,83	5,6141	25,4592	0,3013	7,40	1,0269	0,1326	0,9777	0,3025	0,7941	0,3810
11	1	Sand	56	100	129,7905	0,2567	0,9353	0,9	1	1	1	50,4	47,1367	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9218	1,6562	0,7850	2,1099
12	1	Sand	68	100	141,2805	0,2040	0,9319	0,9	1	1	1	61,2	57,0341	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-2,7945	1,1000	1,9764	0,7748	2,5509
13	1	Sand	65	100	152,7705	0,2238	0,9095	0,9	1	1	1	58,5	53,2070	13,22	2,5985	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8729	1,5683	0,7638	2,0533
14	1	Sand	68	100	164,2605	0,2143	0,8991	0,9	1	1	1	61,2	55,0252	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-63,9614	1,1000	1,9764	0,7522	2,6275
15	1	Sand	66	100	175,7505	0,2291	0,8788	0,9	1	1	1	59,4	52,2006	32,94	5,4595	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8308	1,4928	0,7402	2,0167
16	1	Sand	61	100	187,2405	0,2594	0,8498	0,9	1	1	1	54,9	46,6560	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8118	1,4587	0,7280	2,0037
17	1	Sand	67	100	198,7305	0,2336	0,8518	0,9	1	1	1	60,3	51,3623	88,22	5,5194	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7940	1,4266	0,7156	1,9935
18	1	Sand	15	100	210,2205	0,5543	0,6624	0,9	1	1	1	13,5	8,9426	0	0,0000	8,9426	0,1108	7,40	1,0269	0,0887	0,9341	0,1063	0,7033	0,1512
19	1	silty sand	58	100	219,9105	0,2888	0,7964	0,9	1	1	1	52,2	41,5746	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7636	1,3720	0,6935	1,9783
20	1	sand	64	100	231,4005	0,2617	0,8028	0,9	1	1	1	57,6	46,2439	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7483	1,3445	0,6813	1,9735
21	1	silty sand	66	100	241,0905	0,2549	0,7991	0,9	1	1	1	59,4	47,4650	19,05	4,3077	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7360	1,3224	0,6716	1,9690
22	1	silty sand	53	100	250,7805	0,3278	0,7398	0,9	1	1	1	47,7	35,2891	0	0,0000	35,2891	1,1779	7,40	1,0269	0,2665	0,7549	0,9132	0,6620	1,3793
23	1	silty sand	14	100	260,4705	0,5772	0,5755	0,9	1	1	1	12,6	7,2510	0	0,0000	7,2510	0,0998	7,40	1,0269	0,0831	0,9204	0,0943	0,6527	0,1445
24	1	silty sand	59	100	270,1605	0,3025	0,7404	0,9	1	1	1	53,1	39,3140	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7018	1,2611	0,6436	1,9593
25	1	silty sand	11	100	279,8505	0,6072	0,5353	0,9	1	1	1	9,9	5,2999	0	0,0000	5,2999	0,0879	7,40	1,0269	0,0767	0,9210	0,0831	0,6350	0,1309
26	1	sand	52	100	291,3405	0,3477	0,6895	0,9	1	1	1	46,8	32,2664	21,21	4,6632	36,9297	1,7193	7,40	1,0269	0,2265	0,7578	1,3380	0,6250	2,1408
27	1	sand	64	100	302,8305	0,2867	0,7278	0,9	1	1	1	57,6	41,9221	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6676	1,1995	0,6157	1,9483
28	1	sand	62	100	314,3205	0,3012	0,7083	0,9	1	1	1	55,8	39,5213	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6564	1,1794	0,6071	1,9429
29	1	sand	53	100	325,8105	0,3535	0,6586	0,9	1	1	1	47,7	31,4175	0	0,0000	31,4175	0,5897	7,40	1,0269	0,2171	0,7436	0,4503	0,5992	0,7515
30	1	sand	67	100	337,3005	0,2814	0,7103	0,9	1	1	1	60,3	42,8290	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6353	1,1414	0,5921	1,9278

J-9

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	silty sand	14	100	18,0000	0,4762	1,7000	0,9	1	0,75	1	9,5	16,0650	0	0,0000	16,0650	0,1653	7,40	1,0269	0,1152	1,1000	0,1868	0,4587	0,4071
2	1	silty sand	13	100	36,0000	0,4916	1,6524	0,9	1	0,75	1	8,8	14,4994	32,07	5,4350	19,9344	0,2051	7,40	1,0269	0,1088	1,1000	0,2316	0,4547	0,5094
3	1	silty sand	50	100	54,0000	0,2815	1,1894	0,9	1	0,8	1	36,0	42,8176	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,4503	4,3896
4	1	Gravelly Sand	50	100	73,0000	0,3009	1,0993	0,9	1	0,8	1	36,0	39,5752	29,81	5,3553	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0944	1,9664	0,4453	4,4157
5	1	Gravelly Sand	50	100	92,0000	0,3030	1,0256	0,9	1	0,85	1	38,3	39,2286	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0250	1,8417	0,4400	4,1860
6	1	Gravelly Sand	25	100	111,0000	0,4560	0,9535	0,9	1	0,85	1	19,1	18,2361	29,73	5,3520	23,5881	0,2601	7,40	1,0269	0,1248	0,9870	0,2636	0,4342	0,6071
7	1	Gravelly Sand	50	100	130,0000	0,3013	0,9240	0,9	1	0,95	1	42,8	39,5006	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9213	1,6553	0,4282	3,8660
8	1	Gravelly Sand	50	100	149,0000	0,3122	0,8830	0,9	1	0,95	1	42,8	37,7464	13,65	2,7707	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8804	1,5818	0,4218	3,7499
9	1	Gravelly Sand	50	100	163,4330	0,3198	0,8546	0,9	1	0,95	1	42,8	36,5353	0	0,0000	36,5353	1,5616	7,40	1,0269	0,2868	0,8591	1,3777	0,4327	3,1842
10	1	Gravelly Sand	50	100	174,9230	0,3255	0,8336	0,9	1	0,95	1	42,8	35,6352	0	0,0000	35,6352	1,2697	7,40	1,0269	0,2719	0,8480	1,1057	0,4474	2,4715
11	1	Gravelly Sand	50	100	186,4130	0,3173	0,8207	0,9	1	1	1	45,0	36,9315	0	0,0000	36,9315	1,7200	7,40	1,0269	0,2938	0,8170	1,4431	0,4585	3,1473
12	1	Gravelly Sand	50	100	197,9030	0,3225	0,8024	0,9	1	1	1	45,0	36,1080	11,33	1,7658	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2796	0,8092	1,4539	0,4667	3,1150
13	1	Gravelly Sand	50	100	209,3930	0,3275	0,7850	0,9	1	1	1	45,0	35,3252	0	0,0000	35,3252	1,1870	7,40	1,0269	0,2671	0,8026	0,9784	0,4725	2,0704
14	1	Gravelly Sand	50	100	220,8830	0,3324	0,7684	0,9	1	1	1	45,0	34,5795	0	0,0000	34,5795	1,0173	7,40	1,0269	0,2561	0,7971	0,8327	0,4763	1,7482
15	1	Gravelly Sand	50	100	232,3730	0,3371	0,7526	0,9	1	1	1	45,0	33,8679	0	0,0000	33,8679	0,8867	7,40	1,0269	0,2463	0,7923	0,7214	0,4784	1,5080
16	1	Gravelly Sand	50	100	243,8630	0,3416	0,7375	0,9	1	1	1	45,0	33,1877	16	3,5759	36,7636	1,6503	7,40	1,0269	0,2375	0,7882	1,3359	0,4791	2,7882
17	1	Gravelly Sand	50	100	255,3530	0,3459	0,7230	0,9	1	1	1	45,0	32,5366	0	0,0000	32,5366	0,7020	7,40	1,0269	0,2296	0,7847	0,5657	0,4787	1,1819
18	1	Gravelly Sand	50	100	266,8430	0,3501	0,7092	0,9	1	1	1	45,0	31,9124	0	0,0000	31,9124	0,6355	7,40	1,0269	0,2225	0,7816	0,5101	0,4773	1,0686
19	1	Gravelly Sand	50	100	278,3330	0,3542	0,6959	0,9	1	1	1	45,0	31,3134	0	0,0000	31,3134	0,5807	7,40	1,0269	0,2160	0,7789	0,4645	0,4753	0,9774
20	1	Gravelly Sand	50	100	289,8230	0,3582	0,6831	0,9	1	1	1	45,0	30,7378	0	0,0000	30,7378	0,5351	7,40	1,0269	0,2100	0,7766	0,4267	0,4726	0,9029
21	1	Gravelly Sand	50	100	301,3130	0,3621	0,6708	0,9	1	1	1	45,0	30,1842	0	0,0000	30,1842	0,4967	7,40	1,0269	0,2045	0,7745	0,3950	0,4695	0,8413
22	1	Gravelly Sand	50	100	312,8030	0,3658	0,6589	0,9	1	1	1	45,0	29,6511	0	0,0000	29,6511	0,4640	7,40	1,0269	0,1994	0,7726	0,3681	0,4661	0,7897
23	1	Gravelly Sand	50	100	324,2930	0,3694	0,6475	0,9	1	1	1	45,0	29,1374	0	0,0000	29,1374	0,4359	7,40	1,0269	0,1947	0,7709	0,3451	0,4625	0,7461
24	1	Gravelly Sand	50	100	335,7830	0,3730	0,6365	0,9	1	1	1	45,0	28,6420	0	0,0000	28,6420	0,4116	7,40	1,0269	0,1904	0,7694	0,3252	0,4589	0,7087
25	1	Gravelly Sand	50	100	347,2730	0,3764	0,6259	0,9	1	1	1	45,0	28,1637	0	0,0000	28,1637	0,3904	7,40	1,0269	0,1863	0,7681	0,3079	0,4552	0,6764
26	1	Gravelly Sand	50	100	358,7630	0,3798	0,6156	0,9	1	1	1	45,0	27,7017	0	0,0000	27,7017	0,3718	7,40	1,0269	0,1825	0,7668	0,2928	0,4516	0,6482
27	1	Gravelly Sand	48	100	370,2530	0,3939	0,5971	0,9	1	1	1	43,2	25,7944	13,45	2,6916	28,4860	0,4044	7,40	1,0269	0,1681	0,7800	0,3240	0,4482	0,7227
28	1	Gravelly Sand	50	100	381,7430	0,3862	0,5961	0,9	1	1	1	45,0	26,8229	0	0,0000	26,8229	0,3406	7,40	1,0269	0,1756	0,7647	0,2675	0,4450	0,6011
29	1	Gravelly Sand	50	100	393,2330	0,3894	0,5868	0,9	1	1	1	45,0	26,4046	0	0,0000	26,4046	0,3275	7,40	1,0269	0,1725	0,7638	0,2569	0,4421	0,5811
30	1	Gravelly Sand	50	100	404,7230	0,3924	0,5778	0,9	1	1	1	45,0	25,9994	0	0,0000	25,9994	0,3158	7,40	1,0269	0,1696	0,7630	0,2474	0,4395	0,5629

J-10

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Sand	13	100	18,0000	0,4874	1,7000	0,9	1	0,75	1	8,8	14,9175	18,43	4,1834	19,1009	0,1954	7,40	1,0269	0,1105	1,1000	0,2207	0,5039	0,4380
2	1	Gravelly Sand	56	100	37,0000	0,2495	1,2815	0,9	1	0,75	1	37,8	48,4412	7,76	0,2999	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,4995	3,9568
3	1	Sand	16	100	55,0000	0,4829	1,3347	0,9	1	0,8	1	11,5	15,3752	13,76	2,8136	18,1888	0,1856	7,40	1,0269	0,1123	1,0672	0,2034	0,4946	0,4113
4	1	Sand	58	100	73,0000	0,2665	1,0875	0,9	1	0,8	1	41,8	45,4128	11,11	1,6635	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0944	1,9664	0,4892	4,0200
5	1	Gravelly Sand	64	100	92,0000	0,2412	1,0203	0,9	1	0,85	1	49,0	49,9546	24,82	5,0574	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0250	1,8417	0,4833	3,8109
6	1	Sand	53	100	111,3380	0,3029	0,9680	0,9	1	0,85	1	40,5	39,2474	34,12	5,4882	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9678	1,7389	0,4854	3,5825
7	1	Sand	61	100	122,8280	0,2430	0,9513	0,9	1	0,95	1	52,2	49,6126	34,32	5,4926	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9383	1,6859	0,5154	3,2711
8	1	Sand	57	100	134,3180	0,2687	0,9238	0,9	1	0,95	1	48,7	45,0207	15,48	3,4175	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9115	1,6377	0,5378	3,0452
9	1	silty sand	50	100	144,0080	0,3094	0,8933	0,9	1	0,95	1	42,8	38,1884	15,8	3,5163	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8906	1,6002	0,5555	2,8805
10	1	silty sand	15	100	153,6980	0,5390	0,7932	0,9	1	0,95	1	12,8	10,1726	56,51	5,6095	15,7821	0,1628	7,40	1,0269	0,0929	0,9601	0,1605	0,5689	0,2822
11	1	silty sand	32	100	163,3880	0,4114	0,8171	0,9	1	1	1	28,8	23,5323	0	0,0000	23,5323	0,2590	7,40	1,0269	0,1531	0,9248	0,2460	0,5787	0,4251
12	1	silty sand	13	100	173,0780	0,5586	0,7361	0,9	1	1	1	11,7	8,6119	0	0,0000	8,6119	0,1086	7,40	1,0269	0,0876	0,9520	0,1062	0,5855	0,1814
13	1	Sand	60	100	184,5680	0,2634	0,8509	0,9	1	1	1	54,0	45,9503	24,25	5,0079	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8161	1,4664	0,5882	2,4932
14	1	silty sand	53	100	194,2580	0,3046	0,8169	0,9	1	1	1	47,7	38,9654	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8008	1,4388	0,5904	2,4371
15	1	silty sand	19	100	203,9480	0,5201	0,6902	0,9	1	1	1	17,1	11,8032	0	0,0000	11,8032	0,1310	7,40	1,0269	0,0986	0,9297	0,1251	0,5909	0,2117
16	1	silty sand	17	100	213,6380	0,5392	0,6641	0,9	1	1	1	15,3	10,1609	60,66	5,6008	15,7617	0,1627	7,40	1,0269	0,0928	0,9295	0,1553	0,5900	0,2632
17	1	Gravelly Sand	59	100	225,1280	0,2856	0,7931	0,9	1	1	1	53,1	42,1155	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7566	1,3593	0,5864	2,3180
18	1	Gravelly Sand	67	100	236,6180	0,2480	0,8076	0,9	1	1	1	60,3	48,7009	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7416	1,3325	0,5820	2,2896
19	1	Gravelly Sand	71	100	248,1080	0,2313	0,8104	0,9	1	1	1	63,9	51,7855	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7274	1,3070	0,5769	2,2654
20	1	Gravelly Sand	61	100	259,5980	0,2880	0,7598	0,9	1	1	1	54,9	41,7117	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7138	1,2826	0,5714	2,2446
21	1	Gravelly Sand	58	100	271,0880	0,3082	0,7354	0,9	1	1	1	52,2	38,3888	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,7008	1,2592	0,5656	2,2265
22	1	Gravelly Sand	61	100	282,5780	0,2961	0,7353	0,9	1	1	1	54,9	40,3652	13,25	2,6108	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6884	1,2368	0,5595	2,2104
23	1	Gravelly Sand	65	100	294,0680	0,2785	0,7405	0,9	1	1	1	58,5	43,3195	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6764	1,2154	0,5535	2,1958
24	1	Gravelly Sand	65	100	305,5580	0,2823	0,7296	0,9	1	1	1	58,5	42,6808	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6649	1,1947	0,5475	2,1822
25	1	Gravelly Sand	68	100	317,0480	0,2698	0,7325	0,9	1	1	1	61,2	44,8281	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6538	1,1748	0,5416	2,1691
26	1	Gravelly Sand	63	100	328,5380	0,3003	0,6996	0,9	1	1	1	56,7	39,6699	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6432	1,1556	0,5359	2,1562
27	1	Gravelly Sand	60	100	340,0280	0,3200	0,6759	0,9	1	1	1	54,0	36,5012	17,88	4,0635	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2862	0,6497	1,1674	0,5306	2,2001
28	1	Gravelly Sand	58	100	351,5180	0,3343	0,6569	0,9	1	1	1	52,2	34,2906	0	0,0000	34,2906	0,9610	7,40	1,0269	0,2520	0,6832	0,6742	0,5256	1,2827
29	1	Gravelly Sand	62	100	363,0080	0,3161	0,6653	0,9	1	1	1	55,8	37,1254	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2974	0,6166	1,1079	0,5210	2,1263
30	1	Gravelly Sand	67	100	374,4980	0,2923	0,6798	0,9	1	1	1	60,3	40,9928	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6039	1,0850	0,5169	2,0989

J-11

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	sand	20	100	18,0000	0,4161	1,7000	0,9	1	0,75	1	13,5	22,9500	0	0,0000	22,9500	0,2485	7,40	1,0269	0,1496	1,1000	0,2807	0,4632	0,6060
2	1	silty sand	7	100	36,0000	0,5663	1,7000	0,9	1	0,75	1	4,7	8,0325	42,97	5,5971	13,6296	0,1449	7,40	1,0269	0,0857	1,0875	0,1619	0,4592	0,3525
3	1	silty sand	34	100	54,0000	0,3595	1,2480	0,9	1	0,8	1	24,5	30,5505	70,01	5,5748	36,1253	1,4181	7,40	1,0269	0,2081	1,1000	1,6019	0,4547	3,5233
4	1	silty sand	22	100	72,0000	0,4546	1,1611	0,9	1	0,8	1	15,8	18,3915	71,57	5,5701	23,9616	0,2674	7,40	1,0269	0,1256	1,0412	0,2859	0,4497	0,6358
5	1	silty sand	31	100	90,0000	0,4020	1,0433	0,9	1	0,85	1	23,7	24,7410	41,22	5,5860	30,3270	0,5061	7,40	1,0269	0,1609	1,0169	0,5286	0,4443	1,1897
6	1	silty sand	36	100	108,0000	0,3869	0,9707	0,9	1	0,85	1	27,5	26,7320	49,26	5,6144	32,3464	0,6806	7,40	1,0269	0,1750	0,9865	0,6896	0,4385	1,5726
7	1	sand	29	100	126,0000	0,4197	0,9076	0,9	1	0,95	1	24,8	22,5030	36,46	5,5326	28,0356	0,3851	7,40	1,0269	0,1470	0,9660	0,3820	0,4324	0,8835
8	1	sand	25	100	144,0000	0,4573	0,8464	0,9	1	0,95	1	21,4	18,0918	27,77	5,2581	23,3499	0,2556	7,40	1,0269	0,1242	0,9547	0,2506	0,4260	0,5884
9	1	sand	28	100	160,2969	0,4457	0,8103	0,9	1	0,95	1	23,9	19,3991	28,94	5,3172	24,7163	0,2835	7,40	1,0269	0,1304	0,9385	0,2732	0,4324	0,6318
10	1	Gravelly Sand	33	100	171,7869	0,4199	0,7968	0,9	1	0,95	1	28,2	22,4811	55,22	5,6115	28,0926	0,3874	7,40	1,0269	0,1469	0,9205	0,3662	0,4480	0,8175
11	1	Gravelly Sand	23	100	183,2769	0,4821	0,7467	0,9	1	1	1	20,7	15,4575	0	0,0000	15,4575	0,1600	7,40	1,0269	0,1127	0,9317	0,1531	0,4599	0,3329
12	1	silty sand	32	100	192,9669	0,4257	0,7559	0,9	1	1	1	28,8	21,7708	0	0,0000	21,7708	0,2296	7,40	1,0269	0,1428	0,9061	0,2136	0,4693	0,4552
13	1	sand	32	100	204,4569	0,4307	0,7349	0,9	1	1	1	28,8	21,1653	0	0,0000	21,1653	0,2209	7,40	1,0269	0,1395	0,9002	0,2042	0,4757	0,4294
14	1	sand	35	100	215,9469	0,4169	0,7255	0,9	1	1	1	31,5	22,8525	32,29	5,4415	28,2940	0,3960	7,40	1,0269	0,1490	0,8853	0,3600	0,4799	0,7501
15	1	sand	38	100	227,4369	0,4035	0,7178	0,9	1	1	1	34,2	24,5494	0	0,0000	24,5494	0,2797	7,40	1,0269	0,1596	0,8689	0,2496	0,4823	0,5175
16	1	sand	41	100	238,9269	0,3904	0,7117	0,9	1	1	1	36,9	26,2630	0	0,0000	26,2630	0,3233	7,40	1,0269	0,1715	0,8507	0,2824	0,4833	0,5844
17	1	sand	44	100	250,4169	0,3776	0,7071	0,9	1	1	1	39,6	27,9997	0	0,0000	27,9997	0,3836	7,40	1,0269	0,1850	0,8302	0,3270	0,4831	0,6770
18	1	sand	45	100	261,9069	0,3762	0,6961	0,9	1	1	1	40,5	28,1931	40,51	5,5804	33,7735	0,8712	7,40	1,0269	0,1866	0,8204	0,7340	0,4819	1,5232
19	1	sand	39	100	273,3969	0,4146	0,6590	0,9	1	1	1	35,1	23,1312	0	0,0000	23,1312	0,2517	7,40	1,0269	0,1507	0,8484	0,2193	0,4799	0,4569
20	1	sand	50	100	284,8869	0,3565	0,6885	0,9	1	1	1	45,0	30,9823	0	0,0000	30,9823	0,5537	7,40	1,0269	0,2125	0,7775	0,4421	0,4773	0,9263
21	1	sand	50	100	296,3769	0,3604	0,6760	0,9	1	1	1	45,0	30,4194	0	0,0000	30,4194	0,5124	7,40	1,0269	0,2068	0,7753	0,4080	0,4743	0,8602
22	1	sand	50	100	307,8669	0,3642	0,6639	0,9	1	1	1	45,0	29,8777	17,96	4,0815	33,9592	0,9020	7,40	1,0269	0,2015	0,7734	0,7163	0,4710	1,5210
23	1	silty sand	50	100	317,5569	0,3673	0,6541	0,9	1	1	1	45,0	29,4363	0	0,0000	29,4363	0,4519	7,40	1,0269	0,1974	0,7719	0,3582	0,4682	0,7649
24	1	silty sand	50	100	327,2469	0,3704	0,6446	0,9	1	1	1	45,0	29,0084	0	0,0000	29,0084	0,4293	7,40	1,0269	0,1936	0,7705	0,3397	0,4654	0,7300
25	1	sand	50	100	338,7369	0,3739	0,6337	0,9	1	1	1	45,0	28,5174	0	0,0000	28,5174	0,4059	7,40	1,0269	0,1893	0,7690	0,3205	0,4617	0,6943
26	1	sand	50	100	350,2269	0,3773	0,6232	0,9	1	1	1	45,0	28,0434	0	0,0000	28,0434	0,3854	7,40	1,0269	0,1853	0,7677	0,3038	0,4581	0,6633
27	1	sand	50	100	361,7169	0,3806	0,6130	0,9	1	1	1	45,0	27,5854	0	0,0000	27,5854	0,3673	7,40	1,0269	0,1816	0,7665	0,2892	0,4546	0,6361
28	1	sand	58	100	373,2069	0,3406	0,6385	0,9	1	1	1	52,2	33,3321	25,96	5,1450	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2394	0,6848	1,2304	0,4513	2,7260
29	1	sand	52	100	384,6969	0,3762	0,6024	0,9	1	1	1	46,8	28,1907	0	0,0000	28,1907	0,3915	7,40	1,0269	0,1865	0,7487	0,3010	0,4484	0,6714
30	1	sand	50	100	396,1869	0,3901	0,5844	0,9	1	1	1	45,0	26,2992	0	0,0000	26,2992	0,3244	7,40	1,0269	0,1717	0,7636	0,2544	0,4458	0,5706

J-12

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	sand	21	100	18,0000	0,4070	1,7000	0,9	1	0,75	1	14,2	24,0975	48,34	5,6135	29,7110	0,4675	7,40	1,0269	0,1567	1,1000	0,5281	0,5030	1,0499
2	1	silty sand	7	100	36,0000	0,5663	1,7000	0,9	1	0,75	1	4,7	8,0325	61,09	5,5998	13,6323	0,1450	7,40	1,0269	0,0857	1,0875	0,1619	0,4986	0,3247
3	1	sand	8	100	54,0000	0,5647	1,4161	0,9	1	0,8	1	5,8	8,1570	0	0,0000	8,1570	0,1056	7,40	1,0269	0,0861	1,0530	0,1142	0,4937	0,2314
4	1	sand	9	100	71,6703	0,5691	1,2087	0,9	1	0,8	1	6,5	7,8324	59,65	5,6032	13,4356	0,1434	7,40	1,0269	0,0850	1,0283	0,1515	0,5130	0,2953
5	1	sand	12	100	83,1603	0,5394	1,1046	0,9	1	0,85	1	9,2	10,1401	46,7	5,6108	15,7509	0,1626	7,40	1,0269	0,0928	1,0171	0,1698	0,5603	0,3030
6	1	sand	10	100	94,6503	0,5682	1,0317	0,9	1	0,85	1	7,7	7,8928	54,9	5,6120	13,5047	0,1440	7,40	1,0269	0,0852	1,0047	0,1485	0,5930	0,2505
7	1	silty sand	11	100	104,3403	0,5512	0,9769	0,9	1	0,95	1	9,4	9,1873	45,67	5,6081	14,7954	0,1544	7,40	1,0269	0,0895	0,9962	0,1580	0,6182	0,2555
8	1	silty sand	11	100	114,0303	0,5569	0,9295	0,9	1	0,95	1	9,4	8,7418	45,1	5,6063	14,3482	0,1507	7,40	1,0269	0,0880	0,9884	0,1530	0,6364	0,2404
9	1	sand	19	100	125,5203	0,4913	0,8943	0,9	1	0,95	1	16,2	14,5286	70,42	5,5736	20,1022	0,2071	7,40	1,0269	0,1089	0,9752	0,2074	0,6463	0,3209
10	1	sand	50	100	137,0103	0,3054	0,9083	0,9	1	0,95	1	42,8	38,8300	5,15	0,0032	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9055	1,6270	0,6520	2,4953
11	1	sand	50	100	148,5003	0,2983	0,8887	0,9	1	1	1	45,0	39,9929	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8814	1,5836	0,6545	2,4197
12	1	sand	50	100	159,9903	0,3044	0,8667	0,9	1	1	1	45,0	39,0025	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8590	1,5435	0,6543	2,3588
13	1	sand	50	100	171,4803	0,3101	0,8460	0,9	1	1	1	45,0	38,0691	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8382	1,5061	0,6522	2,3093
14	1	sand	52	100	182,9703	0,3048	0,8318	0,9	1	1	1	46,8	38,9283	29,46	5,3406	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,8188	1,4711	0,6484	2,2688
15	1	sand	50	100	194,4603	0,3210	0,8078	0,9	1	1	1	45,0	36,3503	0	0,0000	36,3503	1,4945	7,40	1,0269	0,2836	0,8114	1,2452	0,6434	1,9354
16	1	sand	50	100	205,9503	0,3261	0,7901	0,9	1	1	1	45,0	35,5557	0	0,0000	35,5557	1,2477	7,40	1,0269	0,2707	0,8045	1,0308	0,6374	1,6172
17	1	sand	45	100	217,4403	0,3588	0,7568	0,9	1	1	1	40,5	30,6484	45,61	5,6080	36,2564	1,4619	7,40	1,0269	0,2091	0,8376	1,2575	0,6306	1,9940
18	1	sand	50	100	228,9303	0,3357	0,7573	0,9	1	1	1	45,0	34,0777	0	0,0000	34,0777	0,9224	7,40	1,0269	0,2491	0,7937	0,7518	0,6233	1,2061
19	1	sand	50	100	240,4203	0,3402	0,7420	0,9	1	1	1	45,0	33,3884	0	0,0000	33,3884	0,8123	7,40	1,0269	0,2401	0,7894	0,6585	0,6157	1,0696
20	1	sand	48	100	251,9103	0,3557	0,7199	0,9	1	1	1	43,2	31,0998	0	0,0000	31,0998	0,5631	7,40	1,0269	0,2137	0,8026	0,4641	0,6078	0,7636
21	1	sand	48	100	263,4003	0,3600	0,7057	0,9	1	1	1	43,2	30,4842	48,12	5,6133	36,0975	1,4091	7,40	1,0269	0,2074	0,7991	1,1563	0,5998	1,9279
22	1	sand	36	100	274,8903	0,4328	0,6456	0,9	1	1	1	32,4	20,9169	0	0,0000	20,9169	0,2176	7,40	1,0269	0,1382	0,8603	0,1922	0,5918	0,3248
23	1	sand	50	100	286,3803	0,3570	0,6868	0,9	1	1	1	45,0	30,9079	0	0,0000	30,9079	0,5479	7,40	1,0269	0,2117	0,7772	0,4374	0,5839	0,7490
24	1	sand	50	100	297,8703	0,3609	0,6744	0,9	1	1	1	45,0	30,3478	0	0,0000	30,3478	0,5075	7,40	1,0269	0,2061	0,7751	0,4040	0,5763	0,7010
25	1	sand	50	100	309,3603	0,3647	0,6624	0,9	1	1	1	45,0	29,8088	0	0,0000	29,8088	0,4732	7,40	1,0269	0,2009	0,7731	0,3757	0,5689	0,6604
26	1	sand	50	100	320,8503	0,3684	0,6509	0,9	1	1	1	45,0	29,2894	0	0,0000	29,2894	0,4439	7,40	1,0269	0,1961	0,7714	0,3516	0,5619	0,6258
27	1	sand	50	100	332,3403	0,3719	0,6397	0,9	1	1	1	45,0	28,7886	38,17	5,5565	34,3451	0,9713	7,40	1,0269	0,1916	0,7698	0,7679	0,5553	1,3828
28	1	sand	50	100	343,8303	0,3754	0,6290	0,9	1	1	1	45,0	28,3053	0	0,0000	28,3053	0,3965	7,40	1,0269	0,1875	0,7684	0,3129	0,5492	0,5697
29	1	sand	50	100	355,3203	0,3788	0,6186	0,9	1	1	1	45,0	27,8384	0	0,0000	27,8384	0,3771	7,40	1,0269	0,1836	0,7672	0,2971	0,5435	0,5466
30	1	sand	50	100	366,8103	0,3821	0,6086	0,9	1	1	1	45,0	27,3873	0	0,0000	27,3873	0,3600	7,40	1,0269	0,1800	0,7660	0,2832	0,5385	0,5260

J-13

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Description Borlog	N-SPT	P_a	σ'v (kN/m^2)	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC (%)	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max} (Mw)	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
1	1	Gravelly Sand	12	100	19,0000	0,4990	1,7000	0,9	1	0,75	1	8,1	13,7700	11,55	1,8675	15,6375	0,1616	7,40	1,0269	0,1060	1,1000	0,1825	0,4587	0,3979
2	1	Gravelly Sand	8	100	38,0000	0,5513	1,7000	0,9	1	0,75	1	5,4	9,1800	44,22	5,6030	14,7830	0,1543	7,40	1,0269	0,0895	1,0866	0,1722	0,4547	0,3787
3	1	Gravelly Sand	50	100	57,0000	0,2848	1,1736	0,9	1	0,8	1	36,0	42,2502	13,14	2,5656	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,1000	1,9764	0,4502	4,3903
4	1	Gravelly Sand	32	100	76,0000	0,3948	1,1144	0,9	1	0,8	1	23,0	25,6768	32,8	5,4557	31,1326	0,5657	7,40	1,0269	0,1673	1,0459	0,6076	0,4453	1,3647
5	1	Gravelly Sand	50	100	95,0000	0,3053	1,0158	0,9	1	0,85	1	38,3	38,8537	28,15	5,2784	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	1,0154	1,8244	0,4399	4,1474
6	1	Gravelly Sand	50	100	114,0000	0,3188	0,9591	0,9	1	0,85	1	38,3	36,6850	32,14	5,4371	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2894	0,9621	1,7286	0,4342	3,9814
7	1	Gravelly Sand	50	100	133,0000	0,3031	0,9172	0,9	1	0,95	1	42,8	39,2100	27,86	5,2630	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,9144	1,6431	0,4281	3,8379
8	1	Gravelly Sand	20	100	152,0000	0,4978	0,8118	0,9	1	0,95	1	17,1	13,8824	36,07	5,5262	19,4086	0,1989	7,40	1,0269	0,1064	0,9555	0,1951	0,4218	0,4627
9	1	Gravelly Sand	50	100	171,0000	0,3236	0,8406	0,9	1	0,95	1	42,8	35,9366	12,48	2,2854	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2767	0,8515	1,5300	0,4152	3,6853
10	1	Gravelly Sand	43	100	190,0000	0,3705	0,7883	0,9	1	0,95	1	36,8	28,9831	37,52	5,5481	34,5312	1,0076	7,40	1,0269	0,1934	0,8759	0,9063	0,4084	2,2193
11	1	Gravelly Sand	50	100	207,9646	0,3269	0,7871	0,9	1	1	1	45,0	35,4205	0	0,0000	35,4205	1,2116	7,40	1,0269	0,2686	0,8034	0,9995	0,4079	2,4508
12	1	Gravelly Sand	45	100	219,4546	0,3597	0,7538	0,9	1	1	1	40,5	30,5269	0	0,0000	30,5269	0,5199	7,40	1,0269	0,2079	0,8366	0,4467	0,4180	1,0687
13	1	Gravelly Sand	47	100	230,9446	0,3531	0,7441	0,9	1	1	1	42,3	31,4757	0	0,0000	31,4757	0,5948	7,40	1,0269	0,2177	0,8178	0,4995	0,4257	1,1734
14	1	silty sand	29	100	240,6346	0,4640	0,6654	0,9	1	1	1	26,1	17,3664	0	0,0000	17,3664	0,1774	7,40	1,0269	0,1209	0,8939	0,1629	0,4318	0,3772
15	1	Gravelly Sand	50	100	252,1246	0,3447	0,7270	0,9	1	1	1	45,0	32,7167	0	0,0000	32,7167	0,7233	7,40	1,0269	0,2318	0,7857	0,5836	0,4358	1,3391
16	1	Gravelly Sand	38	100	263,6146	0,4171	0,6675	0,9	1	1	1	34,2	22,8273	23,82	4,9679	27,7951	0,3754	7,40	1,0269	0,1489	0,8557	0,3299	0,4384	0,7524
17	1	Gravelly Sand	78	100	275,1046	0,2035	0,8139	0,9	1	1	1	70,2	57,1356	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	-2,6670	1,1000	1,9764	0,4398	4,4937
18	1	Gravelly Sand	50	100	286,5946	0,3571	0,6866	0,9	1	1	1	45,0	30,8973	0	0,0000	30,8973	0,5471	7,40	1,0269	0,2116	0,7772	0,4367	0,4402	0,9920
19	1	sand	51	100	298,0846	0,3555	0,6782	0,9	1	1	1	45,9	31,1305	0	0,0000	31,1305	0,5655	7,40	1,0269	0,2140	0,7662	0,4450	0,4398	1,0120
20	1	sand	50	100	309,5746	0,3648	0,6622	0,9	1	1	1	45,0	29,7989	25,81	5,1343	34,9332	1,0931	7,40	1,0269	0,2008	0,7731	0,8678	0,4387	1,9783
21	1	sand	50	100	321,0646	0,3684	0,6507	0,9	1	1	1	45,0	29,2799	0	0,0000	29,2799	0,4434	7,40	1,0269	0,1960	0,7714	0,3512	0,4370	0,8036
22	1	sand	50	100	332,5546	0,3720	0,6395	0,9	1	1	1	45,0	28,7794	0	0,0000	28,7794	0,4181	7,40	1,0269	0,1916	0,7698	0,3305	0,4350	0,7597
23	1	Gravelly Sand	66	100	344,0446	0,2888	0,6999	0,9	1	1	1	59,4	41,5719	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6293	1,1307	0,4328	2,6129
24	1	Gravelly Sand	50	100	355,5346	0,3788	0,6184	0,9	1	1	1	45,0	27,8299	10,69	1,4676	29,2975	0,4443	7,40	1,0269	0,1836	0,7672	0,3500	0,4303	0,8134
25	1	Gravelly Sand	48	100	367,0246	0,3930	0,5999	0,9	1	1	1	43,2	25,9140	0	0,0000	25,9140	0,3134	7,40	1,0269	0,1689	0,7803	0,2511	0,4278	0,5870
26	1	sand	53	100	378,5146	0,3691	0,6118	0,9	1	1	1	47,7	29,1838	0	0,0000	29,1838	0,4383	7,40	1,0269	0,1951	0,7402	0,3332	0,4253	0,7835
27	1	Gravelly Sand	50	100	390,0046	0,3885	0,5894	0,9	1	1	1	45,0	26,5208	0	0,0000	26,5208	0,3311	7,40	1,0269	0,1734	0,7640	0,2598	0,4229	0,6143
28	1	Gravelly Sand	64	100	401,4946	0,3161	0,6444	0,9	1	1	1	57,6	37,1199	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,2973	0,5868	1,0543	0,4206	2,5068
29	1	Gravelly Sand	50	100	412,9846	0,3945	0,5715	0,9	1	1	1	45,0	25,7159	0	0,0000	25,7159	0,3080	7,40	1,0269	0,1675	0,7624	0,2411	0,4185	0,5762
30	1	Gravelly Sand	66	100	424,4746	0,3114	0,6375	0,9	1	1	1	59,4	37,8685	0	0,0000	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,5663	1,0175	0,4167	2,4418

IAIN-1

Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	Er_m	P_a	σ'v	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max}	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
(m)	(m)			(%)		(kN/m^2)									(%)				(Mw)						
2	2	pasr halus berbatu	4	55	100	29,2129	0,6179	1,7000	0,916666667	1	0,75	1	2,8	4,6750	0,2	0,0000	4,6750	0,0843	7,40	1,0269	0,0747	1,0919	0,0945	0,7185	0,1315
4	2	pasir kasar	5	55	100	46,6538	0,5992	1,5791	0,916666667	1	0,8	1	3,7	5,7899	0,2	0,0000	5,7899	0,0908	7,40	1,0269	0,0783	1,0597	0,0988	0,8811	0,1121
6	2	pasir kasar	9	55	100	64,0947	0,5540	1,2794	0,916666667	1	0,85	1	7,0	8,9719	0,2	0,0000	8,9719	0,1110	7,40	1,0269	0,0888	1,0395	0,1185	0,9381	0,1263
8	2	lempung berpasir halus sampai kasar	5	55	100	85,9802	0,6161	1,0975	0,916666667	1	0,95	1	4,4	4,7788	21,8	4,7425	9,5213	0,1148	7,40	1,0269	0,0750	1,0113	0,1192	0,9329	0,1278
10	2	lempung berpasir halus sampai kasar	8	55	100	107,8657	0,5857	0,9566	0,916666667	1	0,95	1	7,0	6,6644	21,8	4,7425	11,4069	0,1281	7,40	1,0269	0,0812	0,9939	0,1307	0,9157	0,1428
12	2	lempung berpasir halus sampai kasar	5	55	100	129,7511	0,6326	0,8481	0,916666667	1	1	1	4,6	3,8871	21,8	4,7425	8,6296	0,1087	7,40	1,0269	0,0721	0,9812	0,1096	0,8922	0,1228
14	2	pasir lempung	4	55	100	143,3464	0,6533	0,7904	0,916666667	1	1	1	3,7	2,8981	3,4	0,0000	2,8981	0,0746	7,40	1,0269	0,0687	0,9753	0,0747	0,8880	0,0841
16	2	pasir lempung	7	55	100	156,9416	0,6146	0,7580	0,916666667	1	1	1	6,4	4,8641	3,4	0,0000	4,8641	0,0854	7,40	1,0269	0,0753	0,9661	0,0847	0,8770	0,0966
18	2	pasir lempung	39	55	100	173,8268	0,3694	0,8153	0,916666667	1	1	1	35,8	29,1462	40,8	5,5828	34,7290	1,0483	7,40	1,0269	0,1948	0,8923	0,9606	0,8537	1,1253
20	2	pasir lempung	42	55	100	190,7120	0,3597	0,7928	0,916666667	1	1	1	38,5	30,5215	40,8	5,5828	36,1043	1,4113	7,40	1,0269	0,2078	0,8658	1,2548	0,8293	1,5132
22	2	pasir lempung	43	55	100	208,4368	0,3618	0,7666	0,916666667	1	1	1	39,4	30,2181	34,2	5,4900	35,7081	1,2904	7,40	1,0269	0,2048	0,8496	1,1258	0,8035	1,4011
24	2	pasir lempung	43	55	100	226,1617	0,3693	0,7398	0,916666667	1	1	1	39,4	29,1610	34,2	5,4900	34,6510	1,0320	7,40	1,0269	0,1949	0,8409	0,8912	0,7792	1,1437
26	2	pasir lempung	46	55	100	243,8865	0,3591	0,7261	0,916666667	1	1	1	42,2	30,6160	34,2	5,4900	36,1060	1,4118	7,40	1,0269	0,2088	0,8139	1,1800	0,7571	1,5586
28	2	pasir lempung	48	55	100	260,2336	0,3539	0,7129	0,916666667	1	1	1	44,0	31,3665	27,4	5,2373	36,6038	1,5875	7,40	1,0269	0,2165	0,7929	1,2927	0,7397	1,7476
30	2	pasir lempung	61	55	100	276,5807	0,2880	0,7461	0,916666667	1	1	1	55,9	41,7172	27,4	5,2373	37,0000	1,7496	7,40	1,0269	0,3000	0,6948	1,2484	0,7251	1,7217

IAIN-2

Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	Er_m	P_a	σ'v	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M=7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max}	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
(m)	(m)			(%)		(kN/m^2)									(%)				(Mw)						
2	2	Pasir lempung berbatu	7	55	100	30,1554	0,5643	1,7000	0,916666667	1	0,75	1	4,8	8,1813	35,4	5,5143	13,6956	0,1455	7,40	1,0269	0,0862	1,1000	0,1643	0,7394	0,2222
4	2	pasir lempung berbatu	11	55	100	48,5388	0,5207	1,4570	0,916666667	1	0,8	1	8,1	11,7530	35,4	5,5143	17,2674	0,1765	7,40	1,0269	0,0984	1,0712	0,1941	0,7394	0,2625
6	2	lempung berpasir	14	55	100	66,9222	0,5034	1,2241	0,916666667	1	0,85	1	10,9	13,3524	35,4	5,5143	18,8668	0,1928	7,40	1,0269	0,1044	1,0419	0,2063	0,8997	0,2293
8	2	lempung berpasir	14	55	100	88,2780	0,5072	1,0653	0,916666667	1	0,95	1	12,2	12,9876	6,4	0,0575	13,0451	0,1404	7,40	1,0269	0,1030	1,0128	0,1460	0,9545	0,1530
10	2	lempung berpasir	10	55	100	109,6337	0,5632	0,9495	0,916666667	1	0,95	1	8,7	8,2688	6,4	0,0575	8,3263	0,1067	7,40	1,0269	0,0865	0,9920	0,1087	0,9555	0,1138
12	2	lempung berpasir	11	55	100	130,9894	0,5578	0,8602	0,916666667	1	1	1	10,1	8,6738	6,4	0,0575	8,7313	0,1094	7,40	1,0269	0,0878	0,9763	0,1097	0,9419	0,1165
14	2	lempung berpasir	11	55	100	147,9371	0,5657	0,8013	0,916666667	1	1	1	10,1	8,0796	26,8	5,2011	13,2808	0,1422	7,40	1,0269	0,0858	0,9664	0,1411	0,9204	0,1533
16	2	lempung berpasir	15	55	100	164,8847	0,5349	0,7653	0,916666667	1	1	1	13,8	10,5230	26,8	5,2011	15,7241	0,1623	7,40	1,0269	0,0941	0,9529	0,1589	0,9066	0,1752
18	2	lempung berpasir	15	55	100	179,4373	0,5409	0,7289	0,916666667	1	1	1	13,8	10,0224	12,4	2,2504	12,2728	0,1345	7,40	1,0269	0,0924	0,9460	0,1307	0,8875	0,1472
20	2	lempung berpasir	29	55	100	193,9899	0,4420	0,7461	0,916666667	1	1	1	26,6	19,8345	12,4	2,2504	22,0850	0,2344	7,40	1,0269	0,1326	0,9122	0,2195	0,8709	0,2521
22	2	lempung berpasir	24	55	100	210,5357	0,4831	0,6979	0,916666667	1	1	1	22,0	15,3545	0,2	0,0000	15,3545	0,1591	7,40	1,0269	0,1123	0,9164	0,1498	0,8520	0,1758
24	2	lempung	27	55	100	227,0815	0,4687	0,6808	0,916666667	1	1	1	24,8	16,8507	0,2	0,0000	16,8507	0,1725	7,40	1,0269	0,1186	0,9027	0,1599	0,8283	0,1931
26	2	lempung	29	55	100	243,6273	0,4616	0,6630	0,916666667	1	1	1	26,6	17,6239	0,2	0,0000	17,6239	0,1799	7,40	1,0269	0,1220	0,8913	0,1647	0,8057	0,2044
28	2	lempung	29	55	100	260,7886	0,4675	0,6388	0,916666667	1	1	1	26,6	16,9820	15,4	3,3922	20,3742	0,2105	7,40	1,0269	0,1192	0,8858	0,1915	0,7848	0,2440
30	2	lempung	37	55	100	277,9498	0,4239	0,6484	0,916666667	1	1	1	33,9	21,9906	15,4	3,3922	25,3827	0,2994	7,40	1,0269	0,1441	0,8527	0,2622	0,7655	0,3425

IAIN-3

Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	Er_m	P_a	σ'v	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M-7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max}	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
(m)	(m)			(%)		(kN/m^2)									(%)				(Mw)						
2	2	kerikil	11	55	100	176,3346	0,6062	0,7091	0,916666667	1	0,75	1	7,6	5,3622	1,8	0,0000	5,3622	0,0882	7,40	1,0269	0,0770	0,9564	0,0867	0,5613	0,1544
4	2	kerikil	9	55	100	340,8972	0,6517	0,4497	0,916666667	1	0,8	1	6,6	2,9678	1,8	0,0000	2,9678	0,0750	7,40	1,0269	0,0689	0,9155	0,0705	0,5687	0,1239
6	2	lempung berpasir	6	55	100	504,6727	0,6889	0,3279	0,916666667	1	0,85	1	4,7	1,5327	1,8	0,0000	1,5327	0,0678	7,40	1,0269	0,0635	0,8972	0,0625	0,5611	0,1113
8	2	lempung berpasir	7	55	100	620,9945	0,6823	0,2877	0,916666667	1	0,95	1	6,1	1,7535	2,8	0,0000	1,7535	0,0688	7,40	1,0269	0,0644	0,8824	0,0624	0,5521	0,1130
10	2	lempung berpasir	10	55	100	737,3162	0,6677	0,2634	0,916666667	1	0,95	1	8,7	2,2942	2,8	0,0000	2,2942	0,0715	7,40	1,0269	0,0665	0,8671	0,0637	0,5392	0,1181
12	2	lempung berpasir	13	55	100	853,6380	0,6523	0,2469	0,916666667	1	1	1	11,9	2,9425	2,8	0,0000	2,9425	0,0748	7,40	1,0269	0,0688	0,8524	0,0655	0,5239	0,1250
14	2	lempung berpasir	13	55	100	892,1189	0,6545	0,2388	0,916666667	1	1	1	11,9	2,8454	6,8	0,1043	2,9497	0,0749	7,40	1,0269	0,0685	0,8501	0,0654	0,5124	0,1276
16	2	lempung berpasir	13	55	100	930,5998	0,6565	0,2312	0,916666667	1	1	1	11,9	2,7551	6,8	0,1043	2,8594	0,0744	7,40	1,0269	0,0682	0,8479	0,0648	0,4998	0,1296
18	2	lempung berpasir	13	55	100	1097,8093	0,6644	0,2036	0,916666667	1	1	1	11,9	2,4257	16,2	3,6340	6,0597	0,0924	7,40	1,0269	0,0670	0,8395	0,0797	0,4783	0,1666
20	2	lempung	12	55	100	1265,0188	0,6760	0,1799	0,916666667	1	1	1	11,0	1,9789	16,2	3,6340	5,6128	0,0897	7,40	1,0269	0,0653	0,8343	0,0769	0,4584	0,1677
22	2	lempung	8	55	100	1455,8987	0,7029	0,1522	0,916666667	1	1	1	7,3	1,1163	12	2,0725	3,1889	0,0761	7,40	1,0269	0,0617	0,8347	0,0653	0,4393	0,1485
24	2	lempung	6	55	100	1646,7785	0,7181	0,1338	0,916666667	1	1	1	5,5	0,7356	12	2,0725	2,8082	0,0741	7,40	1,0269	0,0598	0,8324	0,0634	0,4223	0,1501
26	2	lempung	4	55	100	1837,6583	0,7334	0,1182	0,916666667	1	1	1	3,7	0,4335	12	2,0725	2,5061	0,0726	7,40	1,0269	0,0581	0,8310	0,0619	0,4073	0,1521
28	2	lempung	11	55	100	2160,2664	0,7009	0,1160	0,916666667	1	1	1	10,1	1,1701	2,8	0,0000	1,1701	0,0661	7,40	1,0269	0,0620	0,8096	0,0549	0,3917	0,1403
30	2	lempung	12	55	100	2482,8744	0,7014	0,1051	0,916666667	1	1	1	11,0	1,1559	2,8	0,0000	1,1559	0,0660	7,40	1,0269	0,0619	0,8012	0,0543	0,3791	0,1432

IAIN-4

Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	Er_m	P_a	σ'v	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M-7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max}	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
(m)	(m)			(%)		(kN/m^2)									(%)				(Mw)						
2	2	Pasir lempung berbatu	11	55	100	196,6015	0,6123	0,6611	0,916666667	1	0,75	1	7,6	4,9993	0,2	0,0000	4,9993	0,0861	7,40	1,0269	0,0758	0,9488	0,0839	0,5588	0,1502
4	2	lempung berpasir halus sampai kasar	9	55	100	381,4311	0,6569	0,4150	0,916666667	1	0,8	1	6,6	2,7391	0,2	0,0000	2,7391	0,0738	7,40	1,0269	0,0681	0,9088	0,0689	0,5641	0,1221
6	2	pasir kasar	6	55	100	566,2606	0,6929	0,3008	0,916666667	1	0,85	1	4,7	1,4060	0,2	0,0000	1,4060	0,0672	7,40	1,0269	0,0630	0,8908	0,0615	0,5558	0,1106
8	2	pasir kasar	7	55	100	699,3737	0,6868	0,2630	0,916666667	1	0,95	1	6,1	1,6029	4,6	0,0004	1,6033	0,0681	7,40	1,0269	0,0638	0,8759	0,0613	0,5460	0,1122
10	2	pasir kasar	10	55	100	832,4868	0,6729	0,2403	0,916666667	1	0,95	1	8,7	2,0922	4,6	0,0004	2,0926	0,0705	7,40	1,0269	0,0657	0,8607	0,0623	0,5327	0,1170
12	2	pasir kasar	13	55	100	965,6000	0,6583	0,2247	0,916666667	1	1	1	11,9	2,6782	4,6	0,0004	2,6786	0,0735	7,40	1,0269	0,0679	0,8460	0,0638	0,5172	0,1234
14	2	pasir kasar	13	55	100	1919,9873	0,6881	0,1309	0,916666667	1	1	1	11,9	1,5601	0,2	0,0000	1,5601	0,0679	7,40	1,0269	0,0636	0,8120	0,0566	0,4785	0,1183
16	2	pasir kasar	13	55	100	2874,3746	0,7025	0,0945	0,916666667	1	1	1	11,9	1,1259	0,2	0,0000	1,1259	0,0659	7,40	1,0269	0,0618	0,7926	0,0536	0,4541	0,1181
18	2	pasir kasar	13	55	100	3205,8730	0,7061	0,0864	0,916666667	1	1	1	11,9	1,0301	0,4	0,0000	1,0301	0,0654	7,40	1,0269	0,0613	0,7874	0,0529	0,4372	0,1210
20	2	pasir kasar	12	55	100	3537,3714	0,7125	0,0788	0,916666667	1	1	1	11,0	0,8669	0,4	0,0000	0,8669	0,0647	7,40	1,0269	0,0605	0,7842	0,0521	0,4209	0,1237
22	2	pasir kasar	8	55	100	3909,3668	0,7294	0,0690	0,916666667	1	1	1	7,3	0,5059	0,2	0,0000	0,5059	0,0630	7,40	1,0269	0,0585	0,7854	0,0508	0,4054	0,1254
24	2	lempung	6	55	100	4281,3621	0,7391	0,0623	0,916666667	1	1	1	5,5	0,3424	0,2	0,0000	0,3424	0,0623	7,40	1,0269	0,0574	0,7842	0,0502	0,3912	0,1283
26	2	lempung	4	55	100	4653,3574	0,7491	0,0563	0,916666667	1	1	1	3,7	0,2065	0,2	0,0000	0,2065	0,0617	7,40	1,0269	0,0564	0,7835	0,0497	0,3784	0,1312
28	2	lempung	11	55	100	5331,3932	0,7265	0,0557	0,916666667	1	1	1	10,1	0,5612	2,8	0,0000	0,5612	0,0633	7,40	1,0269	0,0589	0,7660	0,0498	0,3663	0,1359
30	2	lempung	12	55	100	6009,4291	0,7265	0,0510	0,916666667	1	1	1	11,0	0,5612	2,8	0,0000	0,5612	0,0633	7,40	1,0269	0,0589	0,7589	0,0493	0,3564	0,1384

IAIN-5

Kedalaman	Tebal	Description Borlog	N-SPT	Er_m	P_a	σ'v	m	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	$(N)_{60}$	$(N_1)_{60}$	FC	$\Delta(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60cs}$	$CRR_{M-7,5,\sigma v'=1\ atm}$	M_{max}	MSF	C_σ	K_σ	$CRR_{M,\sigma v'}$	CSR	SF
(m)	(m)			(%)		(kN/m^2)									(%)				(Mw)						
2	2	kerikil	6	55	100	287,5161	0,6748	0,4904	0,916666667	1	0,75	1	4,1	2,0227	14	2,9054	4,9281	0,0857	7,40	1,0269	0,0655	0,9309	0,0819	0,5521	0,1484
4	2	kerikil	7	55	100	563,2602	0,6880	0,3045	0,916666667	1	0,8	1	5,1	1,5629	14	2,9054	4,4682	0,0831	7,40	1,0269	0,0636	0,8900	0,0760	0,5519	0,1376
6	2	lempung pasir halus	11	55	100	839,0043	0,6742	0,2383	0,916666667	1	0,85	1	8,6	2,0426	14	2,9054	4,9480	0,0858	7,40	1,0269	0,0655	0,8606	0,0759	0,5420	0,1400
8	2	lempung pasir kasar	11	55	100	1205,8796	0,6823	0,1829	0,916666667	1	0,95	1	9,6	1,7519	0,2	0,0000	1,7519	0,0688	7,40	1,0269	0,0644	0,8396	0,0594	0,5261	0,1128
10	2	lempung pasir kasar	12	55	100	1572,7549	0,6877	0,1503	0,916666667	1	0,95	1	10,5	1,5708	0,2	0,0000	1,5708	0,0680	7,40	1,0269	0,0637	0,8245	0,0576	0,5092	0,1130
12	2	lempung pasir halus	10	55	100	1939,6301	0,7019	0,1248	0,916666667	1	1	1	9,2	1,1440	0,2	0,0000	1,1440	0,0659	7,40	1,0269	0,0618	0,8167	0,0553	0,4916	0,1125
14	2	lempung pasir halus	10	55	100	2210,9138	0,7061	0,1124	0,916666667	1	1	1	9,2	1,0301	14,4	3,0529	4,0830	0,0810	7,40	1,0269	0,0613	0,8102	0,0674	0,4747	0,1419
16	2	lempung pasir halus	10	55	100	2482,1976	0,7096	0,1024	0,916666667	1	1	1	9,2	0,9385	14,4	3,0529	3,9914	0,0804	7,40	1,0269	0,0609	0,8045	0,0665	0,4576	0,1452
18	2	lempung pasir halus	10	55	100	2606,2828	0,7110	0,0984	0,916666667	1	1	1	9,2	0,9023	4,2	0,0000	0,9023	0,0648	7,40	1,0269	0,0607	0,8021	0,0534	0,4421	0,1208
20	2	lempung pasir halus	11	55	100	2730,3681	0,7084	0,0961	0,916666667	1	1	1	10,1	0,9686	4,2	0,0000	0,9687	0,0651	7,40	1,0269	0,0610	0,7982	0,0534	0,4271	0,1250
22	2	lempung berpasir	1	55	100	3024,5736	0,7640	0,0739	0,916666667	1	1	1	0,9	0,0678	1,2	0,0000	0,0678	0,0611	7,40	1,0269	0,0548	0,8130	0,0510	0,4113	0,1240
24	2	lempung berpasir	15	55	100	3318,7792	0,7005	0,0860	0,916666667	1	1	1	13,8	1,1827	1,2	0,0000	1,1827	0,0661	7,40	1,0269	0,0620	0,7828	0,0532	0,3968	0,1340
26	2	lempung pasir kasar	4	55	100	3612,9848	0,7454	0,0690	0,916666667	1	1	1	3,7	0,2530	1,2	0,0000	0,2530	0,0619	7,40	1,0269	0,0568	0,7964	0,0506	0,3839	0,1319
28	2	lempung pasir halus	35	55	100	3926,2499	0,6527	0,0911	0,916666667	1	1	1	32,1	2,9236	0,8	0,0000	2,9236	0,0747	7,40	1,0269	0,0688	0,7476	0,0574	0,3725	0,1540
30	2	lempung berpasir	28	55	100	4239,5151	0,6739	0,0800	0,916666667	1	1	1	25,7	2,0544	0,8	0,0000	2,0544	0,0703	7,40	1,0269	0,0656	0,7542	0,0545	0,3631	0,1500

LAMPIRAN E

Lampiran E: Data Perhitungan *Liquefaciton Potential Index* (LPI)

B-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,3447	0,1270	0,3685	FS < 0,95	0,6315	9,5	5,9995	Tinggi
2	1	0,4874	0,1611	0,3304	FS < 0,95	0,6696	9,0	6,0261	Tinggi
3	1	0,5412	0,1236	0,2284	FS < 0,95	0,7716	8,5	6,5590	Tinggi
4	1	0,5514	0,1365	0,2476	FS < 0,95	0,7524	8,0	6,0189	Tinggi
5	1	0,5454	0,1214	0,2226	FS < 0,95	0,7774	7,5	5,8303	Tinggi
6	1	0,6076	0,1633	0,2688	FS < 0,95	0,7312	7,0	5,1185	Tinggi
7	1	0,4078	0,1832	0,4493	FS < 0,95	0,5507	6,5	3,5797	Sedang
8	1	0,4073	2,1312	5,2320	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,4520	1,9440	4,3013	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,4117	0,1430	0,3475	FS < 0,95	0,6525	5,0	3,2627	Sedang
11	1	0,4097	0,1291	0,3151	FS < 0,95	0,6849	4,5	3,0820	Sedang
12	1	0,3867	0,2188	0,5657	FS < 0,95	0,4343	4,0	1,7370	Rendah
13	1	0,3824	0,1831	0,4788	FS < 0,95	0,5212	3,5	1,8240	Rendah
14	1	0,3842	0,2742	0,7137	FS < 0,95	0,2863	3,0	0,8589	Rendah
15	1	0,4072	0,1077	0,2646	FS < 0,95	0,7354	2,5	1,8385	Rendah
16	1	0,4374	0,1341	0,3064	FS < 0,95	0,6936	2,0	1,3871	Rendah
17	1	0,3751	0,4301	1,1467	0,95 < FS < 1,20	0,0013	1,5	0,0020	Rendah
18	1	0,4108	1,3392	3,2597	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,3622	1,4313	3,9517	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,3837	0,1528	0,3981	FS < 0,95	0,6019	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	53,1241	Potensi Sangat Tinggi

B-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,6674	2,2459	3,3650	FS ≥ 1,20	0,0000	9,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
2	1	0,6616	2,2459	3,3946	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	0,7697	2,2459	2,9180	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,8428	0,1358	0,1611	FS < 0,95	0,8389	8,0	6,7112	Tinggi
5	1	0,8880	0,9949	1,1203	0,95 < FS < 1,20	0,0022	7,5	0,0162	Rendah
6	1	0,9164	0,4270	0,4660	FS < 0,95	0,5340	7,0	3,7383	Sedang
7	1	0,9335	0,6057	0,6488	FS < 0,95	0,3512	6,5	2,2825	Sedang
8	1	0,9429	2,0028	2,1241	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,9466	1,9331	2,0422	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,9461	1,8768	1,9838	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,9423	1,8253	1,9371	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,9360	1,7778	1,8993	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,9278	0,4199	0,4526	FS < 0,95	0,5474	3,5	1,9158	Rendah
14	1	0,9180	0,2903	0,3162	FS < 0,95	0,6838	3,0	2,0513	Sedang
15	1	0,9071	1,3910	1,5335	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,8954	1,6497	1,8425	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,8830	0,9508	1,0767	0,95 < FS < 1,20	0,0048	1,5	0,0072	Rendah
18	1	0,8703	0,8118	0,9328	FS < 0,95	0,0672	1,0	0,0672	Rendah
19	1	0,8574	1,2951	1,5105	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,8444	0,6219	0,7365	FS < 0,95	0,2635	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	16,7899	Potensi Sangat Tinggi

B-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	1,1291	2,2459	1,9891	FS ≥ 1,20	0,0000	9,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
2	1	1,1651	2,2459	1,9277	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	1,1696	2,2459	1,9203	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	1,1648	2,2459	1,9282	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	1,1556	2,2459	1,9435	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	1,1438	2,2459	1,9636	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	1,1301	2,2459	1,9874	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	1,1150	2,1677	1,9442	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	1,0989	2,0869	1,8991	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	1,0819	2,0154	1,8629	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	1,0643	1,9515	1,8336	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	1,0462	1,8990	1,8152	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	1,0278	1,8407	1,7909	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	1,0092	0,1134	0,1124	FS < 0,95	0,8876	3,0	2,6628	Sedang
15	1	0,9906	0,1134	0,1145	FS < 0,95	0,8855	2,5	2,2138	Sedang
16	1	0,9764	0,0934	0,0956	FS < 0,95	0,9044	2,0	1,8087	Rendah
17	1	0,9618	0,4151	0,4315	FS < 0,95	0,5685	1,5	0,8527	Rendah
18	1	0,9431	1,2844	1,3618	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,9248	1,0593	1,1454	0,95 < FS < 1,20	0,0014	0,5	0,0007	Rendah
20	1	0,9071	0,8935	0,9850	0,95 < FS < 1,20	0,0262	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	7,5387	Potensi Tinggi

B-4

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,8746	0,1259	0,1440	FS < 0,95	0,8560	9,5	8,1323	Tinggi
2	1	0,9961	0,1639	0,1645	FS < 0,95	0,8355	9,0	7,5192	Tinggi
3	1	1,0378	0,1225	0,1180	FS < 0,95	0,8820	8,5	7,4970	Tinggi
4	1	1,0540	0,1359	0,1289	FS < 0,95	0,8711	8,0	6,9688	Tinggi
5	1	1,0583	0,1392	0,1315	FS < 0,95	0,8685	7,5	6,5137	Tinggi
6	1	1,0561	0,1704	0,1613	FS < 0,95	0,8387	7,0	5,8708	Tinggi
7	1	1,0496	0,1891	0,1802	FS < 0,95	0,8198	6,5	5,3288	Tinggi
8	1	1,0402	2,0671	1,9872	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	1,0288	1,9979	1,9420	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	1,0157	1,9356	1,9057	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	1,0015	1,8791	1,8763	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,9864	1,8274	1,8526	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,9706	1,7797	1,8336	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,9544	1,7355	1,8183	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,9380	1,6942	1,8062	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,9214	1,4039	1,5237	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,9048	1,1456	1,2661	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,8884	0,9576	1,0779	0,95 < FS < 1,20	0,0047	1,0	0,0047	Rendah
19	1	0,8722	1,1519	1,3207	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,8564	0,7093	0,8283	FS < 0,95	0,1717	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	47,8354	Potensi Sangat Tinggi

B-5

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,6115	0,1254	0,2050	FS < 0,95	0,7950	9,5	7,5521	Tinggi
2	1	0,8209	0,1338	0,1629	FS < 0,95	0,8371	9,0	7,5336	Tinggi
3	1	0,9007	0,1636	0,1816	FS < 0,95	0,8184	8,5	6,9562	Tinggi
4	1	0,9511	0,1200	0,1261	FS < 0,95	0,8739	8,0	6,9910	Tinggi
5	1	0,9794	0,1751	0,1787	FS < 0,95	0,8213	7,5	6,1595	Tinggi
6	1	0,9948	0,1920	0,1930	FS < 0,95	0,8070	7,0	5,6491	Tinggi
7	1	1,0018	0,2783	0,2778	FS < 0,95	0,7222	6,5	4,6940	Sedang
8	1	0,9940	0,2144	0,2157	FS < 0,95	0,7843	6,0	4,7061	Sedang
9	1	0,9917	0,1851	0,1866	FS < 0,95	0,8134	5,5	4,4736	Sedang
10	1	0,9790	0,2111	0,2156	FS < 0,95	0,7844	5,0	3,9219	Sedang
11	1	0,9651	1,9195	1,9888	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,9504	1,8644	1,9617	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,9351	0,8732	0,9338	FS < 0,95	0,0662	3,5	0,2317	Rendah
14	1	0,9193	0,4921	0,5352	FS < 0,95	0,4648	3,0	1,3943	Rendah
15	1	0,9033	0,3324	0,3679	FS < 0,95	0,6321	2,5	1,5802	Rendah
16	1	0,8872	0,2746	0,3095	FS < 0,95	0,6905	2,0	1,3809	Rendah
17	1	0,8712	0,3274	0,3758	FS < 0,95	0,6242	1,5	0,9362	Rendah
18	1	0,8552	0,1970	0,2303	FS < 0,95	0,7697	1,0	0,7697	Rendah
19	1	0,8396	0,1314	0,1565	FS < 0,95	0,8435	0,5	0,4218	Rendah
20	1	0,8242	0,2805	0,3404	FS < 0,95	0,6596	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	65,3520	Potensi Sangat Tinggi

B-6

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,6706	2,2459	3,3491	FS ≥ 1,20	0,0000	9,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
2	1	0,6648	2,2459	3,3785	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	0,6582	2,2459	3,4122	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,6510	2,2099	3,3946	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,6432	2,0732	3,2234	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,6348	1,9643	3,0945	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,6259	1,8717	2,9903	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,6166	0,1555	0,2522	FS < 0,95	0,7478	6,0	4,4866	Sedang
9	1	0,6070	1,7406	2,8675	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,5971	0,1726	0,2891	FS < 0,95	0,7109	5,0	3,5545	Sedang
11	1	0,5869	0,9990	1,7022	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,5766	1,5557	2,6983	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,5661	0,7117	1,2572	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,5556	0,5183	0,9328	FS < 0,95	0,0672	3,0	0,2017	Rendah
15	1	0,5452	1,4024	2,5725	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,5348	1,0179	1,9036	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,5245	1,3255	2,5272	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,5255	1,2993	2,4726	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,5293	2,2459	4,2434	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,5319	0,0920	0,1729	FS < 0,95	0,8271	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	8,2427	Potensi Tinggi

LP-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4470	0,1346	0,3011	FS < 0,95	0,6989	9,5	6,6392	Tinggi
2	1	0,4431	0,4421	0,9979	0,95 < FS < 1,20	0,0207	9,0	0,1861	Rendah
3	1	0,4387	2,2459	5,1195	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,4339	2,2262	5,1308	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,4287	2,0928	4,8821	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,4231	1,9834	4,6878	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,4172	1,8906	4,5316	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,4110	1,8100	4,4037	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,4046	1,3618	3,3660	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,3980	0,9799	2,4622	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,3912	1,6495	4,2168	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,3981	1,6343	4,1058	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,4068	0,8064	1,9822	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,4137	1,5236	3,6830	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,4189	1,4986	3,5778	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,4222	1,4703	3,4827	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,4242	1,4432	3,4024	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,4251	0,5919	1,3925	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,4252	1,5037	3,5368	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,4245	0,9727	2,2915	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	6,8252	Potensi Tinggi

LP-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4460	0,1257	0,2817	FS < 0,95	0,7183	9,5	6,8235	Tinggi
2	1	0,4460	0,1229	0,2755	FS < 0,95	0,7245	9,0	6,5208	Tinggi
3	1	0,4421	0,1349	0,3050	FS < 0,95	0,6950	8,5	5,9072	Tinggi
4	1	0,4693	0,1220	0,2599	FS < 0,95	0,7401	8,0	5,9207	Tinggi
5	1	0,5283	0,1405	0,2659	FS < 0,95	0,7341	7,5	5,5058	Tinggi
6	1	0,5681	0,1230	0,2164	FS < 0,95	0,7836	7,0	5,4850	Tinggi
7	1	0,5953	0,1099	0,1845	FS < 0,95	0,8155	6,5	5,3006	Tinggi
8	1	0,6100	0,1135	0,1861	FS < 0,95	0,8139	6,0	4,8835	Sedang
9	1	0,6223	0,1169	0,1879	FS < 0,95	0,8121	5,5	4,4665	Sedang
10	1	0,6299	0,1257	0,1996	FS < 0,95	0,8004	5,0	4,0022	Sedang
11	1	0,6339	1,8676	2,9462	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,6318	1,8168	2,8757	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,6278	1,7699	2,8190	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,6225	0,2888	0,4640	FS < 0,95	0,5360	3,0	1,6081	Rendah
15	1	0,6160	0,5371	0,8719	FS < 0,95	0,1281	2,5	0,3203	Rendah
16	1	0,6088	1,0526	1,7291	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,6009	0,1304	0,2170	FS < 0,95	0,7830	1,5	1,1745	Rendah
18	1	0,5926	0,2162	0,3648	FS < 0,95	0,6352	1,0	0,6352	Rendah
19	1	0,5841	0,3883	0,6649	FS < 0,95	0,3351	0,5	0,1676	Rendah
20	1	0,5753	0,1992	0,3462	FS < 0,95	0,6538	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	58,7216	Potensi Sangat Tinggi

LP-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,8902	0,1529	0,1718	FS < 0,95	0,8282	9,5	7,8680	Tinggi
2	1	0,9369	0,1535	0,1638	FS < 0,95	0,8362	9,0	7,5258	Tinggi
3	1	0,9471	0,3002	0,3169	FS < 0,95	0,6831	8,5	5,8063	Tinggi
4	1	0,9467	0,8710	0,9201	FS < 0,95	0,0799	8,0	0,6394	Rendah
5	1	0,9413	2,2459	2,3860	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,9330	1,8885	2,0241	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,9228	0,7275	0,7884	FS < 0,95	0,2116	6,5	1,3757	Rendah
8	1	0,9113	2,1585	2,3688	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,8897	2,1044	2,3652	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,8696	2,0310	2,3355	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,8505	2,2459	2,6408	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,8320	2,2459	2,6994	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,8141	2,2459	2,7587	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,7967	1,8027	2,2628	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,7797	0,5258	0,6744	FS < 0,95	0,3256	2,5	0,8141	Rendah
16	1	0,7632	0,3025	0,3964	FS < 0,95	0,6036	2,0	1,2072	Rendah
17	1	0,7506	0,2839	0,3782	FS < 0,95	0,6218	1,5	0,9327	Rendah
18	1	0,7380	0,3981	0,5395	FS < 0,95	0,4605	1,0	0,4605	Rendah
19	1	0,7255	0,2409	0,3320	FS < 0,95	0,6680	0,5	0,3340	Rendah
20	1	0,7102	0,3085	0,4344	FS < 0,95	0,5656	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	26,9638	Potensi Sangat Tinggi

LP-4

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5136	0,1440	0,2803	FS < 0,95	0,7197	9,5	6,8372	Tinggi
2	1	0,6559	0,3306	0,5041	FS < 0,95	0,4959	9,0	4,4631	Sedang
3	1	0,7184	0,2292	0,3191	FS < 0,95	0,6809	8,5	5,7877	Tinggi
4	1	0,7504	0,1655	0,2206	FS < 0,95	0,7794	8,0	6,2354	Tinggi
5	1	0,7572	0,1175	0,1552	FS < 0,95	0,8448	7,5	6,3360	Tinggi
6	1	0,7663	0,5663	0,7391	FS < 0,95	0,2609	7,0	1,8265	Rendah
7	1	0,7619	0,1272	0,1670	FS < 0,95	0,8330	6,5	5,4146	Tinggi
8	1	0,7553	2,1002	2,7807	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,7470	0,8600	1,1512	0,95 < FS < 1,20	0,0012	5,5	0,0067	Rendah
10	1	0,7376	1,2995	1,7619	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,7273	0,2201	0,3026	FS < 0,95	0,6974	4,5	3,1383	Sedang
12	1	0,7163	0,1471	0,2053	FS < 0,95	0,7947	4,0	3,1786	Sedang
13	1	0,7048	1,8007	2,5549	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,6930	1,7550	2,5323	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,6811	1,7124	2,5144	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,6690	1,6727	2,5002	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,6569	1,6353	2,4892	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,6476	0,2364	0,3650	FS < 0,95	0,6350	1,0	0,6350	Rendah
19	1	0,6356	1,5719	2,4730	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,6239	0,3192	0,5116	FS < 0,95	0,4884	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	43,8590	Potensi Sangat Tinggi

LP-5

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4665	0,2259	0,4844	FS < 0,95	0,5156	9,5	4,8984	Sedang
2	1	0,4624	0,4093	0,8852	FS < 0,95	0,1148	9,0	1,0334	Rendah
3	1	0,4578	0,3337	0,7290	FS < 0,95	0,2710	8,5	2,3036	Sedang
4	1	0,4528	0,2411	0,5325	FS < 0,95	0,4675	8,0	3,7397	Sedang
5	1	0,4474	0,2370	0,5297	FS < 0,95	0,4703	7,5	3,5275	Sedang
6	1	0,4619	2,0038	4,3383	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,4897	0,5095	1,0403	0,95 < FS < 1,20	0,0095	6,5	0,0615	Rendah
8	1	0,5102	1,8840	3,6925	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,5251	1,8319	3,4885	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,5356	0,1385	0,2586	FS < 0,95	0,7414	5,0	3,7070	Sedang
11	1	0,5427	0,1943	0,3580	FS < 0,95	0,6420	4,5	2,8891	Sedang
12	1	0,5469	1,6978	3,1046	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,5488	0,5528	1,0073	0,95 < FS < 1,20	0,0174	3,5	0,0608	Rendah
14	1	0,5505	0,1661	0,3017	FS < 0,95	0,6983	3,0	2,0949	Sedang
15	1	0,5491	1,5932	2,9015	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,5465	0,7291	1,3341	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,5430	0,7364	1,3562	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,5387	1,4992	2,7830	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,5339	1,4709	2,7550	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,5287	1,4438	2,7309	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	24,3159	Potensi Sangat Tinggi

LP-6

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4471	2,2459	5,0234	FS ≥ 1,20	0,0000	9,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
2	1	0,4432	2,2459	5,0676	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	0,4388	2,2459	5,1181	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,4340	2,2430	5,1681	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,4288	2,1063	4,9122	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,4232	1,9946	4,7131	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,4173	0,3285	0,7873	FS < 0,95	0,2127	6,5	1,3826	Rendah
8	1	0,4111	0,2437	0,5928	FS < 0,95	0,4072	6,0	2,4431	Sedang
9	1	0,4047	0,2360	0,5830	FS < 0,95	0,4170	5,5	2,2933	Sedang
10	1	0,3981	1,6817	4,2248	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,3913	1,6234	4,1488	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,3844	1,5701	4,0846	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,3774	1,5210	4,0300	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,3704	1,4732	3,9770	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,3635	1,4289	3,9313	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,3565	0,4232	1,1871	0,95 < FS < 1,20	0,0006	2,0	0,0013	Rendah
17	1	0,3497	1,3507	3,8629	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,3429	1,3160	3,8377	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,3363	1,3283	3,9493	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,3299	0,4333	1,3132	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	6,1203	Potensi Tinggi

J-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M,\sigma v'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4494	0,1022	0,2274	FS < 0,95	0,7726	9,5	7,3399	Tinggi
2	1	0,4455	0,3463	0,7774	FS < 0,95	0,2226	9,0	2,0037	Sedang
3	1	0,4411	0,1235	0,2801	FS < 0,95	0,7199	8,5	6,1193	Tinggi
4	1	0,4363	0,1583	0,3628	FS < 0,95	0,6372	8,0	5,0974	Tinggi
5	1	0,4310	0,2153	0,4995	FS < 0,95	0,5005	7,5	3,7538	Sedang
6	1	0,4254	0,2049	0,4815	FS < 0,95	0,5185	7,0	3,6293	Sedang
7	1	0,4195	2,2459	5,3541	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,4133	2,2459	5,4347	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,4068	1,7463	4,2927	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,4001	0,1675	0,4185	FS < 0,95	0,5815	5,0	2,9076	Sedang
11	1	0,3933	0,1268	0,3224	FS < 0,95	0,6776	4,5	3,0490	Sedang
12	1	0,3864	0,8897	2,3024	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,3794	1,5210	4,0090	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,3724	0,5843	1,5692	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,3779	0,2079	0,5501	FS < 0,95	0,4499	2,5	1,1248	Rendah
16	1	0,3832	0,5930	1,5474	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,3872	0,4522	1,1679	0,95 < FS < 1,20	0,0009	1,5	0,0014	Rendah
18	1	0,3902	0,5895	1,5108	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,3923	1,3663	3,4831	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,3936	0,3722	0,9457	FS < 0,95	0,0543	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	35,0262	Potensi Sangat Tinggi

J-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=6.5}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4593	0,1442	0,3140	FS < 0,95	0,6860	9,5	6,5165	Tinggi
2	1	0,4553	0,2995	0,6578	FS < 0,95	0,3422	9,0	3,0798	Sedang
3	1	0,4508	0,1939	0,4301	FS < 0,95	0,5699	8,5	4,8444	Sedang
4	1	0,4991	0,1482	0,2969	FS < 0,95	0,7031	8,0	5,6246	Tinggi
5	1	0,5413	0,0898	0,1659	FS < 0,95	0,8341	7,5	6,2555	Tinggi
6	1	0,5695	0,2643	0,4640	FS < 0,95	0,5360	7,0	3,7517	Sedang
7	1	0,5883	0,0842	0,1431	FS < 0,95	0,8569	6,5	5,5697	Tinggi
8	1	0,6005	1,9842	3,3042	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,6079	0,3838	0,6313	FS < 0,95	0,3687	5,5	2,0276	Sedang
10	1	0,6116	0,3944	0,6449	FS < 0,95	0,3551	5,0	1,7757	Rendah
11	1	0,6125	0,1670	0,2726	FS < 0,95	0,7274	4,5	3,2731	Sedang
12	1	0,6112	0,1009	0,1652	FS < 0,95	0,8348	4,0	3,3394	Sedang
13	1	0,6082	1,7201	2,8282	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,6038	1,6799	2,7819	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,5984	1,6421	2,7440	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,5922	1,6065	2,7127	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,5854	1,5728	2,6869	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,5781	0,2153	0,3725	FS < 0,95	0,6275	1,0	0,6275	Rendah
19	1	0,5705	1,5106	2,6477	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,5628	0,1912	0,3396	FS < 0,95	0,6604	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	46,6856	Potensi Sangat Tinggi

J-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=6.5}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5836	0,1270	0,2176	FS < 0,95	0,7824	9,5	7,4325	Tinggi
2	1	0,7145	0,2268	0,3175	FS < 0,95	0,6825	9,0	6,1429	Tinggi
3	1	0,7639	0,2373	0,3107	FS < 0,95	0,6893	8,5	5,8590	Tinggi
4	1	0,7862	0,2511	0,3194	FS < 0,95	0,6806	8,0	5,4451	Tinggi
5	1	0,7959	0,2527	0,3175	FS < 0,95	0,6825	7,5	5,1189	Tinggi
6	1	0,7985	0,2292	0,2870	FS < 0,95	0,7130	7,0	4,9911	Sedang
7	1	0,7968	2,1377	2,6829	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,7920	2,0605	2,6015	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,7851	1,9919	2,5370	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,7766	1,9303	2,4854	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,7670	1,8742	2,4437	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,7564	1,8229	2,4101	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,7451	1,7756	2,3830	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,7334	1,7316	2,3612	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,7213	0,1236	0,1714	FS < 0,95	0,8286	2,5	2,0716	Sedang
16	1	0,7090	0,2048	0,2889	FS < 0,95	0,7111	2,0	1,4223	Rendah
17	1	0,6967	0,1985	0,2849	FS < 0,95	0,7151	1,5	1,0726	Rendah
18	1	0,6845	0,1907	0,2786	FS < 0,95	0,7214	1,0	0,7214	Rendah
19	1	0,6723	0,1913	0,2845	FS < 0,95	0,7155	0,5	0,3577	Rendah
20	1	0,6604	0,2089	0,3164	FS < 0,95	0,6836	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	40,6351	Potensi Sangat Tinggi

J-4

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=7.5}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5420	2,2459	4,1438	FS ≥ 1,20	0,0000	9,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
2	1	0,6651	2,2459	3,3768	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	0,7456	2,2459	3,0122	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,7963	2,2459	2,8206	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,8268	2,2459	2,7163	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,8370	2,2253	2,6587	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,8404	2,1370	2,5428	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,8393	2,0599	2,4542	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,8350	1,9914	2,3849	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,8283	2,2459	2,7114	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,8199	1,8738	2,2853	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,8102	1,8225	2,2495	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,7994	1,7752	2,2206	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,7879	1,7312	2,1972	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,7759	2,2459	2,8947	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,7635	2,2459	2,9416	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,7510	2,2459	2,9907	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,7384	2,2459	3,0418	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,7258	2,2459	3,0944	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,7134	2,2459	3,1482	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	0,0000	Tidak Berpotensi

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=7.5}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,9525	0,1270	0,1333	FS < 0,95	0,8667	9,5	8,2333	Tinggi
2	1	0,9038	0,2400	0,2655	FS < 0,95	0,7345	9,0	6,6104	Tinggi
3	1	0,8830	0,2991	0,3387	FS < 0,95	0,6613	8,5	5,6213	Tinggi
4	1	0,8677	0,3026	0,3488	FS < 0,95	0,6512	8,0	5,2099	Tinggi
5	1	0,8540	0,3260	0,3817	FS < 0,95	0,6183	7,5	4,6370	Sedang
6	1	0,8408	0,3267	0,3886	FS < 0,95	0,6114	7,0	4,2799	Sedang
7	1	0,8276	2,1890	2,6451	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,8142	2,1055	2,5859	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,8007	2,0320	2,5379	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,7869	1,9664	2,4988	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,7730	1,9071	2,4672	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,7589	1,8531	2,4416	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,7449	1,8034	2,4212	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,7346	1,7645	2,4018	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,7203	0,1265	0,1756	FS < 0,95	0,8244	2,5	2,0610	Sedang
16	1	0,7061	0,3127	0,4429	FS < 0,95	0,5571	2,0	1,1142	Rendah
17	1	0,6921	0,2051	0,2963	FS < 0,95	0,7037	1,5	1,0555	Rendah
18	1	0,6813	0,1978	0,2903	FS < 0,95	0,7097	1,0	0,7097	Rendah
19	1	0,6678	0,2989	0,4476	FS < 0,95	0,5524	0,5	0,2762	Rendah
20	1	0,6547	0,2171	0,3315	FS < 0,95	0,6685	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	39,8084	Potensi Sangat Tinggi

J-6

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=6}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5282	2,2459	4,2523	FS ≥ 1,20	0,0000	9,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
2	1	0,6819	2,2459	3,2939	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	0,7646	1,2249	1,6021	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,7997	1,2630	1,5794	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,8173	2,2459	2,7480	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,8252	0,3826	0,4636	FS < 0,95	0,5364	7,0	3,7547	Sedang
7	1	0,8271	0,2461	0,2975	FS < 0,95	0,7025	6,5	4,5663	Sedang
8	1	0,8313	0,2590	0,3115	FS < 0,95	0,6885	6,0	4,1307	Sedang
9	1	0,8256	0,3319	0,4020	FS < 0,95	0,5980	5,5	3,2890	Sedang
10	1	0,8179	0,3762	0,4600	FS < 0,95	0,5400	5,0	2,7000	Sedang
11	1	0,8086	0,7184	0,8884	FS < 0,95	0,1116	4,5	0,5023	Rendah
12	1	0,7982	0,8460	1,0599	0,95 < FS < 1,20	0,0066	4,0	0,0264	Rendah
13	1	0,7870	0,5799	0,7368	FS < 0,95	0,2632	3,5	0,9212	Rendah
14	1	0,7751	0,8640	1,1147	0,95 < FS < 1,20	0,0024	3,0	0,0072	Rendah
15	1	0,7628	0,9946	1,3038	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,7503	1,6666	2,2213	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,7376	1,6205	2,1970	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,7249	1,5861	2,1881	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,7123	1,5535	2,1811	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,6999	1,5226	2,1755	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	19,8978	Potensi Sangat Tinggi

J-7

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=6.0}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4744	0,2418	0,5098	FS < 0,95	0,4902	9,5	4,6567	Sedang
2	1	0,4702	0,1833	0,3899	FS < 0,95	0,6101	9,0	5,4908	Tinggi
3	1	0,4656	0,2848	0,6117	FS < 0,95	0,3883	8,5	3,3008	Sedang
4	1	0,4786	0,2691	0,5623	FS < 0,95	0,4377	8,0	3,5013	Sedang
5	1	0,5235	0,2347	0,4484	FS < 0,95	0,5516	7,5	4,1372	Sedang
6	1	0,5547	0,2685	0,4841	FS < 0,95	0,5159	7,0	3,6112	Sedang
7	1	0,5764	0,3893	0,6753	FS < 0,95	0,3247	6,5	2,1103	Sedang
8	1	0,5912	0,4268	0,7219	FS < 0,95	0,2781	6,0	1,6687	Rendah
9	1	0,6009	0,4882	0,8125	FS < 0,95	0,1875	5,5	1,0313	Rendah
10	1	0,6066	0,2943	0,4851	FS < 0,95	0,5149	5,0	2,5746	Sedang
11	1	0,6093	0,2641	0,4335	FS < 0,95	0,5665	4,5	2,5493	Sedang
12	1	0,6096	0,2947	0,4834	FS < 0,95	0,5166	4,0	2,0662	Sedang
13	1	0,6080	0,4948	0,8139	FS < 0,95	0,1861	3,5	0,6513	Rendah
14	1	0,6048	0,5536	0,9154	FS < 0,95	0,0846	3,0	0,2537	Rendah
15	1	0,6004	1,1553	1,9242	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,5951	0,2715	0,4562	FS < 0,95	0,5438	2,0	1,0875	Rendah
17	1	0,5890	1,6211	2,7521	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,5825	0,7135	1,2250	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,5755	0,4930	0,8566	FS < 0,95	0,1434	0,5	0,0717	Rendah
20	1	0,5699	0,2236	0,3923	FS < 0,95	0,6077	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	38,7626	Potensi Sangat Tinggi

J-8

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=7.5}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5119	0,1868	0,3648	FS < 0,95	0,6352	9,5	6,0343	Tinggi
2	1	0,6753	0,2780	0,4117	FS < 0,95	0,5883	9,0	5,2945	Tinggi
3	1	0,7448	2,2459	3,0156	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,7883	0,2136	0,2710	FS < 0,95	0,7290	8,0	5,8322	Tinggi
5	1	0,8037	2,2459	2,7947	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,8099	2,2401	2,7659	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,8105	0,8728	1,0768	0,95 < FS < 1,20	0,0048	6,5	0,0314	Rendah
8	1	0,8075	1,5648	1,9380	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,8017	2,0014	2,4963	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,7941	0,3025	0,3810	FS < 0,95	0,6190	5,0	3,0952	Sedang
11	1	0,7850	1,8821	2,3976	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,7748	2,2459	2,8987	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,7638	1,7822	2,3333	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,7522	2,2459	2,9857	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,7402	1,6964	2,2917	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,7280	1,6576	2,2769	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,7156	1,6211	2,2653	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,7033	0,1063	0,1512	FS < 0,95	0,8488	1,0	0,8488	Rendah
19	1	0,6935	1,5591	2,2480	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,6813	1,5279	2,2426	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	21,1364	Potensi Sangat Tinggi

J-9

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=5'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4587	0,1868	0,4071	FS < 0,95	0,5929	9,5	5,6324	Tinggi
2	1	0,4547	0,2316	0,5094	FS < 0,95	0,4906	9,0	4,4156	Sedang
3	1	0,4503	2,2459	4,9881	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,4453	2,2345	5,0178	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,4400	2,0928	4,7568	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,4342	0,2636	0,6071	FS < 0,95	0,3929	7,0	2,7506	Sedang
7	1	0,4282	1,8811	4,3932	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,4218	1,7975	4,2612	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,4327	1,3777	3,1842	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,4474	1,1057	2,4715	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,4585	1,4431	3,1473	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,4667	1,6521	3,5397	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,4725	0,9784	2,0704	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,4763	0,8327	1,7482	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,4784	0,7214	1,5080	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,4791	1,3359	2,7882	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,4787	0,5657	1,1819	0,95 < FS < 1,20	0,0007	1,5	0,0010	Rendah
18	1	0,4773	0,5101	1,0686	0,95 < FS < 1,20	0,0056	1,0	0,0056	Rendah
19	1	0,4753	0,4645	0,9774	0,95 < FS < 1,20	0,0301	0,5	0,0151	Rendah
20	1	0,4726	0,4267	0,9029	FS < 0,95	0,0971	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	12,8202	Potensi Tinggi

J-10

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=6.5}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5039	0,2207	0,4380	FS < 0,95	0,5620	9,5	5,3387	Tinggi
2	1	0,4995	2,2459	4,4963	FS ≥ 1,20	0,0000	9,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
3	1	0,4946	0,2034	0,4113	FS < 0,95	0,5887	8,5	5,0038	Tinggi
4	1	0,4892	2,2345	4,5682	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,4833	2,0928	4,3306	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,4854	1,9760	4,0709	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,5154	1,9158	3,7171	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,5378	1,8610	3,4605	FS ≥ 1,20	0,0000	6,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
9	1	0,5555	1,8184	3,2732	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,5689	0,1605	0,2822	FS < 0,95	0,7178	5,0	3,5890	Sedang
11	1	0,5787	0,2460	0,4251	FS < 0,95	0,5749	4,5	2,5870	Sedang
12	1	0,5855	0,1062	0,1814	FS < 0,95	0,8186	4,0	3,2745	Sedang
13	1	0,5882	1,6664	2,8332	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,5904	1,6350	2,7694	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,5909	0,1251	0,2117	FS < 0,95	0,7883	2,5	1,9709	Rendah
16	1	0,5900	0,1553	0,2632	FS < 0,95	0,7368	2,0	1,4737	Rendah
17	1	0,5864	1,5447	2,6341	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,5820	1,5142	2,6018	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,5769	1,4852	2,5743	FS ≥ 1,20	0,0000	0,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
20	1	0,5714	1,4574	2,5507	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	23,2376	Potensi Sangat Tinggi

J-11

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.o.r'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4632	0,2807	0,6060	FS < 0,95	0,3940	9,5	3,7431	Sedang
2	1	0,4592	0,1619	0,3525	FS < 0,95	0,6475	9,0	5,8272	Tinggi
3	1	0,4547	1,6019	3,5233	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,4497	0,2859	0,6358	FS < 0,95	0,3642	8,0	2,9136	Sedang
5	1	0,4443	0,5286	1,1897	0,95 < FS < 1,20	0,0006	7,5	0,0045	Rendah
6	1	0,4385	0,6896	1,5726	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,4324	0,3820	0,8835	FS < 0,95	0,1165	6,5	0,7573	Rendah
8	1	0,4260	0,2506	0,5884	FS < 0,95	0,4116	6,0	2,4696	Sedang
9	1	0,4324	0,2732	0,6318	FS < 0,95	0,3682	5,5	2,0251	Sedang
10	1	0,4480	0,3662	0,8175	FS < 0,95	0,1825	5,0	0,9125	Rendah
11	1	0,4599	0,1531	0,3329	FS < 0,95	0,6671	4,5	3,0018	Sedang
12	1	0,4693	0,2136	0,4552	FS < 0,95	0,5448	4,0	2,1792	Sedang
13	1	0,4757	0,2042	0,4294	FS < 0,95	0,5706	3,5	1,9972	Rendah
14	1	0,4799	0,3600	0,7501	FS < 0,95	0,2499	3,0	0,7496	Rendah
15	1	0,4823	0,2496	0,5175	FS < 0,95	0,4825	2,5	1,2063	Rendah
16	1	0,4833	0,2824	0,5844	FS < 0,95	0,4156	2,0	0,8311	Rendah
17	1	0,4831	0,3270	0,6770	FS < 0,95	0,3230	1,5	0,4845	Rendah
18	1	0,4819	0,7340	1,5232	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,4799	0,2193	0,4569	FS < 0,95	0,5431	0,5	0,2715	Rendah
20	1	0,4773	0,4421	0,9263	FS < 0,95	0,0737	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	29,3740	Potensi Sangat Tinggi

J-12

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M=6'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,5030	0,5281	1,0499	0,95 < FS < 1,20	0,0079	9,5	0,0753	Rendah
2	1	0,4986	0,1619	0,3247	FS < 0,95	0,6753	9,0	6,0774	Tinggi
3	1	0,4937	0,1142	0,2314	FS < 0,95	0,7686	8,5	6,5334	Tinggi
4	1	0,5130	0,1515	0,2953	FS < 0,95	0,7047	8,0	5,6380	Tinggi
5	1	0,5603	0,1698	0,3030	FS < 0,95	0,6970	7,5	5,2273	Tinggi
6	1	0,5930	0,1485	0,2505	FS < 0,95	0,7495	7,0	5,2467	Tinggi
7	1	0,6182	0,1580	0,2555	FS < 0,95	0,7445	6,5	4,8391	Sedang
8	1	0,6364	0,1530	0,2404	FS < 0,95	0,7596	6,0	4,5575	Sedang
9	1	0,6463	0,2074	0,3209	FS < 0,95	0,6791	5,5	3,7349	Sedang
10	1	0,6520	1,8489	2,8356	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,6545	1,7996	2,7496	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,6543	1,7539	2,6804	FS ≥ 1,20	0,0000	4,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
13	1	0,6522	1,7114	2,6242	FS ≥ 1,20	0,0000	3,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
14	1	0,6484	1,6717	2,5782	FS ≥ 1,20	0,0000	3,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
15	1	0,6434	1,2452	1,9354	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,6374	1,0308	1,6172	FS ≥ 1,20	0,0000	2,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
17	1	0,6306	1,2575	1,9940	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,6233	0,7518	1,2061	FS ≥ 1,20	0,0000	1,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
19	1	0,6157	0,6585	1,0696	0,95 < FS < 1,20	0,0055	0,5	0,0028	Rendah
20	1	0,6078	0,4641	0,7636	FS < 0,95	0,2364	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	41,9323	Potensi Sangat Tinggi

J-13

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.ov'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
1	1	0,4587	0,1825	0,3979	FS < 0,95	0,6021	9,5	5,7198	Tinggi
2	1	0,4547	0,1722	0,3787	FS < 0,95	0,6213	9,0	5,5918	Tinggi
3	1	0,4502	2,2459	4,9889	FS ≥ 1,20	0,0000	8,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
4	1	0,4453	0,6076	1,3647	FS ≥ 1,20	0,0000	8,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
5	1	0,4399	2,0732	4,7129	FS ≥ 1,20	0,0000	7,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
6	1	0,4342	1,9643	4,5243	FS ≥ 1,20	0,0000	7,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
7	1	0,4281	1,8671	4,3612	FS ≥ 1,20	0,0000	6,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
8	1	0,4218	0,1951	0,4627	FS < 0,95	0,5373	6,0	3,2241	Sedang
9	1	0,4152	1,7386	4,1878	FS ≥ 1,20	0,0000	5,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
10	1	0,4084	0,9063	2,2193	FS ≥ 1,20	0,0000	5,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
11	1	0,4079	0,9995	2,4508	FS ≥ 1,20	0,0000	4,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
12	1	0,4180	0,4467	1,0687	0,95 < FS < 1,20	0,0056	4,0	0,0224	Rendah
13	1	0,4257	0,4995	1,1734	0,95 < FS < 1,20	0,0008	3,5	0,0028	Rendah
14	1	0,4318	0,1629	0,3772	FS < 0,95	0,6228	3,0	1,8685	Rendah
15	1	0,4358	0,5836	1,3391	FS ≥ 1,20	0,0000	2,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
16	1	0,4384	0,3299	0,7524	FS < 0,95	0,2476	2,0	0,4952	Rendah
17	1	0,4398	2,2459	5,1065	FS ≥ 1,20	0,0000	1,5	0,0000	Tidak Likuefaksi
18	1	0,4402	0,4367	0,9920	0,95 < FS < 1,20	0,0230	1,0	0,0230	Rendah
19	1	0,4398	0,4450	1,0120	0,95 < FS < 1,20	0,0159	0,5	0,0080	Rendah
20	1	0,4387	0,8678	1,9783	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	16,9557	Potensi Sangat Tinggi

IAIN-1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.ov'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
2	2	0,7185	0,0945	0,1315	FS < 0,95	0,8685	9,0	15,6325	Sangat Tinggi
4	2	0,8811	0,0988	0,1121	FS < 0,95	0,8879	8,0	14,2060	Tinggi
6	2	0,9381	0,1185	0,1263	FS < 0,95	0,8737	7,0	12,2312	Tinggi
8	2	0,9329	0,1192	0,1278	FS < 0,95	0,8722	6,0	10,4669	Tinggi
10	2	0,9157	0,1307	0,1428	FS < 0,95	0,8572	5,0	8,5724	Tinggi
12	2	0,8922	0,1096	0,1228	FS < 0,95	0,8772	4,0	7,0176	Tinggi
14	2	0,8880	0,0747	0,0841	FS < 0,95	0,9159	3,0	5,4952	Tinggi
16	2	0,8770	0,0847	0,0966	FS < 0,95	0,9034	2,0	3,6138	Sedang
18	2	0,8537	0,9606	1,1253	0,95 < FS < 1,20	0,0020	1,0	0,0039	Rendah
20	2	0,8293	1,2548	1,5132	FS ≥ 1,20	0,0000	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	77,2394	Potensi Sangat Tinggi

IAIN-2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.ov'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
2	2	0,7394	0,1643	0,2222	FS < 0,95	0,7778	9,0	13,9996	Tinggi
4	2	0,7394	0,1941	0,2625	FS < 0,95	0,7375	8,0	11,7998	Tinggi
6	2	0,8997	0,2063	0,2293	FS < 0,95	0,7707	7,0	10,7896	Tinggi
8	2	0,9545	0,1460	0,1530	FS < 0,95	0,85	6,0	10,1643	Tinggi
10	2	0,9555	0,1087	0,1138	FS < 0,95	0,89	5,0	8,8621	Tinggi
12	2	0,9419	0,1097	0,1165	FS < 0,95	0,8835	4,0	7,0683	Tinggi
14	2	0,9204	0,1411	0,1533	FS < 0,95	0,85	3,0	5,0800	Tinggi
16	2	0,9066	0,1589	0,1752	FS < 0,95	0,82	2,0	3,2991	Sedang
18	2	0,8875	0,1307	0,1472	FS < 0,95	0,85	1,0	1,7056	Rendah
20	2	0,8709	0,2195	0,2521	FS < 0,95	0,75	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	72,7683	Potensi Sangat Tinggi

IAIN-3

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.o.r'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
2	2	0,5613	0,0867	0,1544	FS < 0,95	0,8456	9,0	15,2209	Sangat Tinggi
4	2	0,5687	0,0705	0,1239	FS < 0,95	0,8761	8,0	14,0172	Tinggi
6	2	0,5611	0,0625	0,1113	FS < 0,95	0,8887	7,0	12,4416	Tinggi
8	2	0,5521	0,0624	0,1130	FS < 0,95	0,89	6,0	10,6439	Tinggi
10	2	0,5392	0,0637	0,1181	FS < 0,95	0,88	5,0	8,8189	Tinggi
12	2	0,5239	0,0655	0,1250	FS < 0,95	0,8750	4,0	6,9999	Tinggi
14	2	0,5124	0,0654	0,1276	FS < 0,95	0,87	3,0	5,2347	Tinggi
16	2	0,4998	0,0648	0,1296	FS < 0,95	0,87	2,0	3,4815	Sedang
18	2	0,4783	0,0797	0,1666	FS < 0,95	0,83	1,0	1,6669	Rendah
20	2	0,4584	0,0769	0,1677	FS < 0,95	0,83	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	78,5252	Potensi Sangat Tinggi

IAIN-4

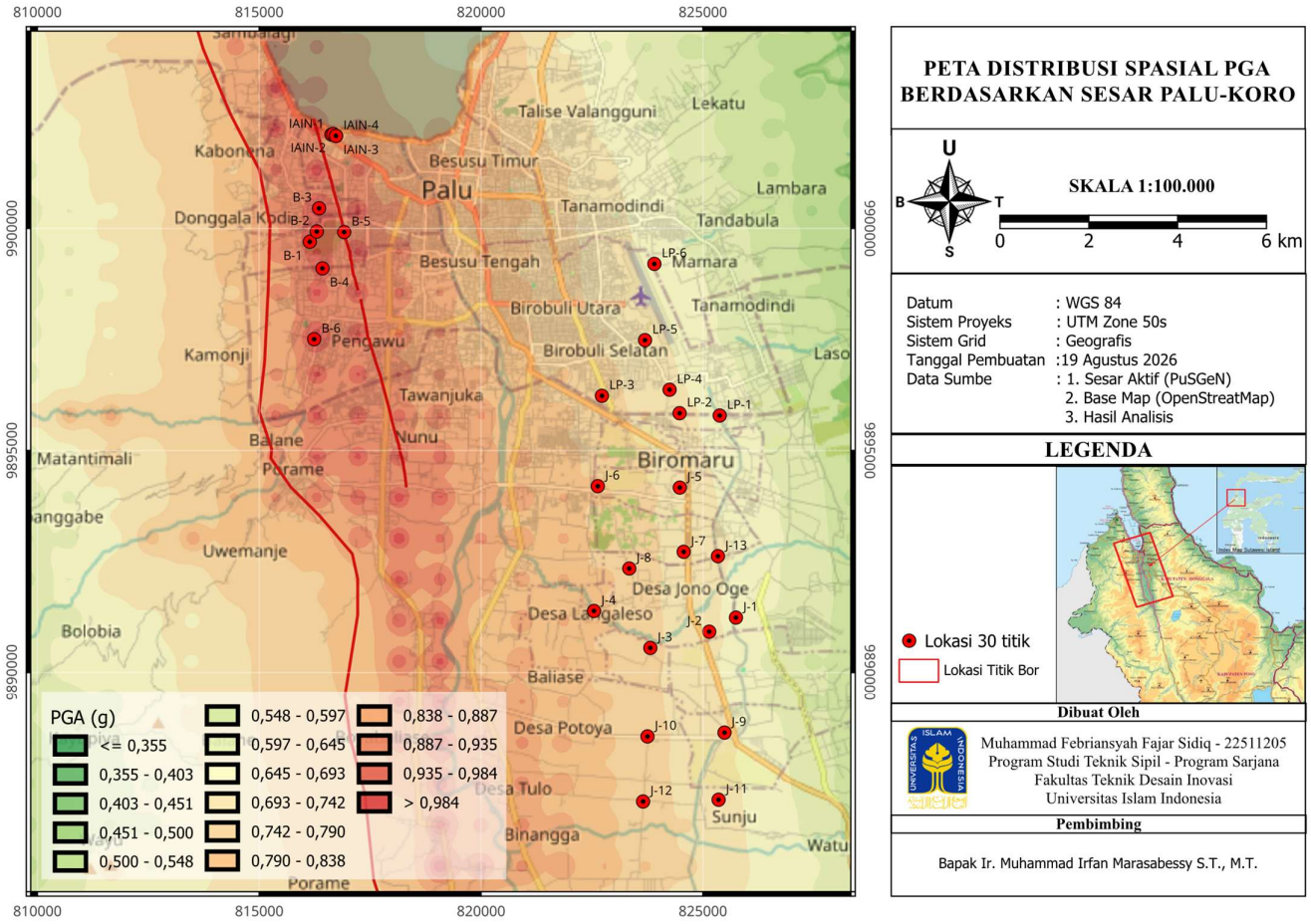
Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.o.r'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
2	2	0,5588	0,0839	0,1502	FS < 0,95	0,8498	9,0	15,2968	Sangat Tinggi
4	2	0,5641	0,0689	0,1221	FS < 0,95	0,8779	8,0	14,0470	Tinggi
6	2	0,5558	0,0615	0,1106	FS < 0,95	0,8894	7,0	12,4520	Tinggi
8	2	0,5460	0,0613	0,1122	FS < 0,95	0,89	6,0	10,6533	Tinggi
10	2	0,5327	0,0623	0,1170	FS < 0,95	0,88	5,0	8,8300	Tinggi
12	2	0,5172	0,0638	0,1234	FS < 0,95	0,8766	4,0	7,0127	Tinggi
14	2	0,4785	0,0566	0,1183	FS < 0,95	0,88	3,0	5,2899	Tinggi
16	2	0,4541	0,0536	0,1181	FS < 0,95	0,88	2,0	3,5278	Sedang
18	2	0,4372	0,0529	0,1210	FS < 0,95	0,88	1,0	1,7580	Rendah
20	2	0,4209	0,0521	0,1237	FS < 0,95	0,88	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	78,8674	Potensi Sangat Tinggi

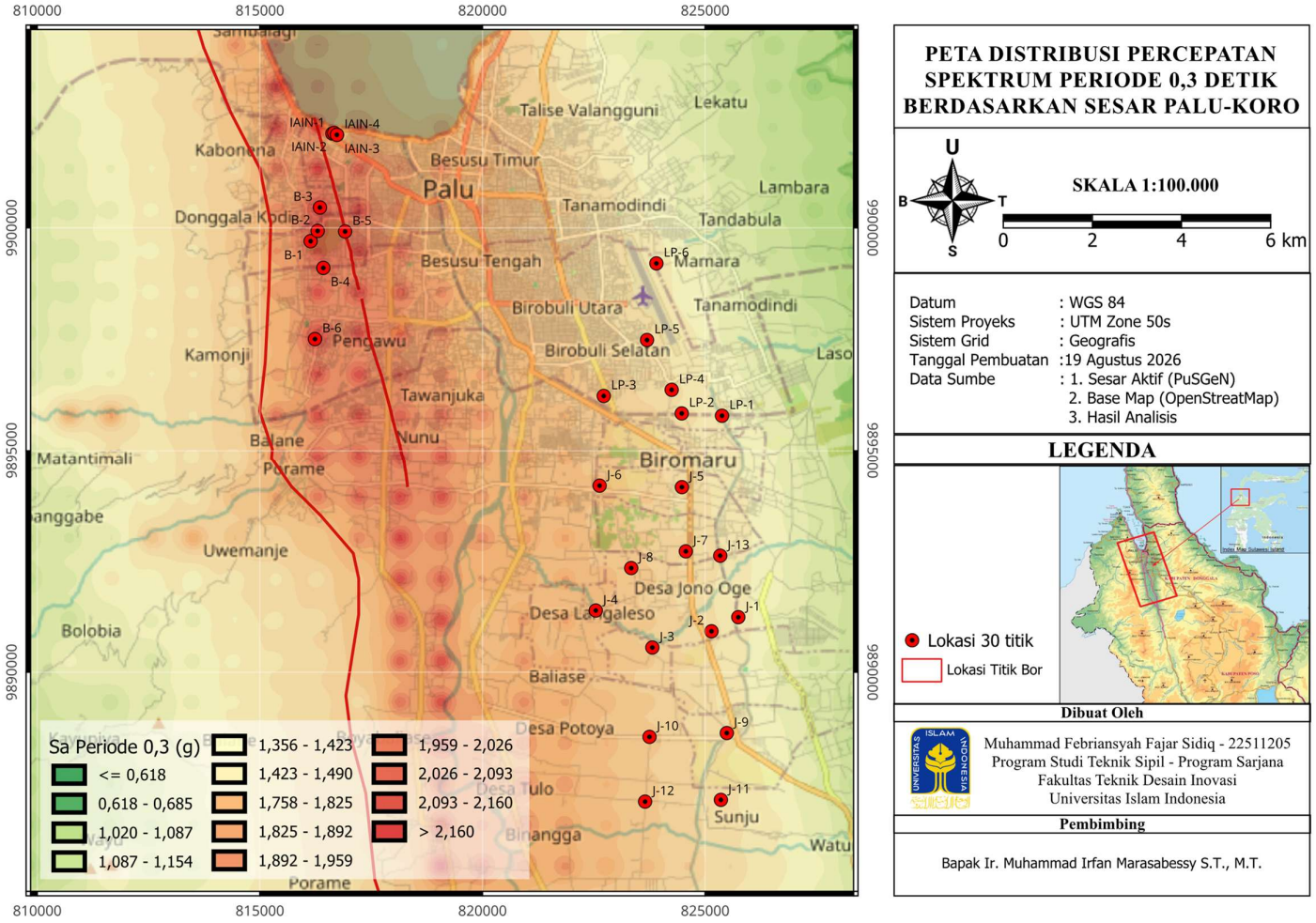
IAIN-5

Kedalaman (m)	Tebal (m)	CSR	$CRR_{M.w'}$	FS	Kriteria FS	FLi	Wi = 10 - 0,5z	LPI	Keterangan
2	2	0,5521	0,0819	0,1484	FS < 0,95	0,8516	9,0	15,3283	Sangat Tinggi
4	2	0,5519	0,0760	0,1376	FS < 0,95	0,8624	8,0	13,7982	Tinggi
6	2	0,5420	0,0759	0,1400	FS < 0,95	0,8600	7,0	12,0405	Tinggi
8	2	0,5261	0,0594	0,1128	FS < 0,95	0,89	6,0	10,6460	Tinggi
10	2	0,5092	0,0576	0,1130	FS < 0,95	0,89	5,0	8,8697	Tinggi
12	2	0,4916	0,0553	0,1125	FS < 0,95	0,8875	4,0	7,0999	Tinggi
14	2	0,4747	0,0674	0,1419	FS < 0,95	0,86	3,0	5,1486	Tinggi
16	2	0,4576	0,0665	0,1452	FS < 0,95	0,85	2,0	3,4190	Sedang
18	2	0,4421	0,0534	0,1208	FS < 0,95	0,88	1,0	1,7584	Rendah
20	2	0,4271	0,0534	0,1250	FS < 0,95	0,87	0,0	0,0000	Tidak Likuefaksi
							Σ	78,1087	Potensi Sangat Tinggi

LAMPIRAN F

Lampiran F: Peta PGA, Sa (0,3), Sa (1,0), dan Zonasi LPI





PETA DISTRIBUSI PERCEPATAN SPEKTRUM PERIODE 0,3 DETIK BERDASARKAN SESAR PALU-KORO

U
B
T
S

SKALA 1:100.000

0 2 4 6 km

Datum	: WGS 84
Sistem Proyeks	: UTM Zone 50s
Sistem Grid	: Geografis
Tanggal Pembuatan	:19 Agustus 2026
Data Sumbe	: 1. Sesar Aktif (PuSGeN)
	2. Base Map (OpenStreatMap)
	3. Hasil Analisis

LEGENDA

Lokasi 30 titik

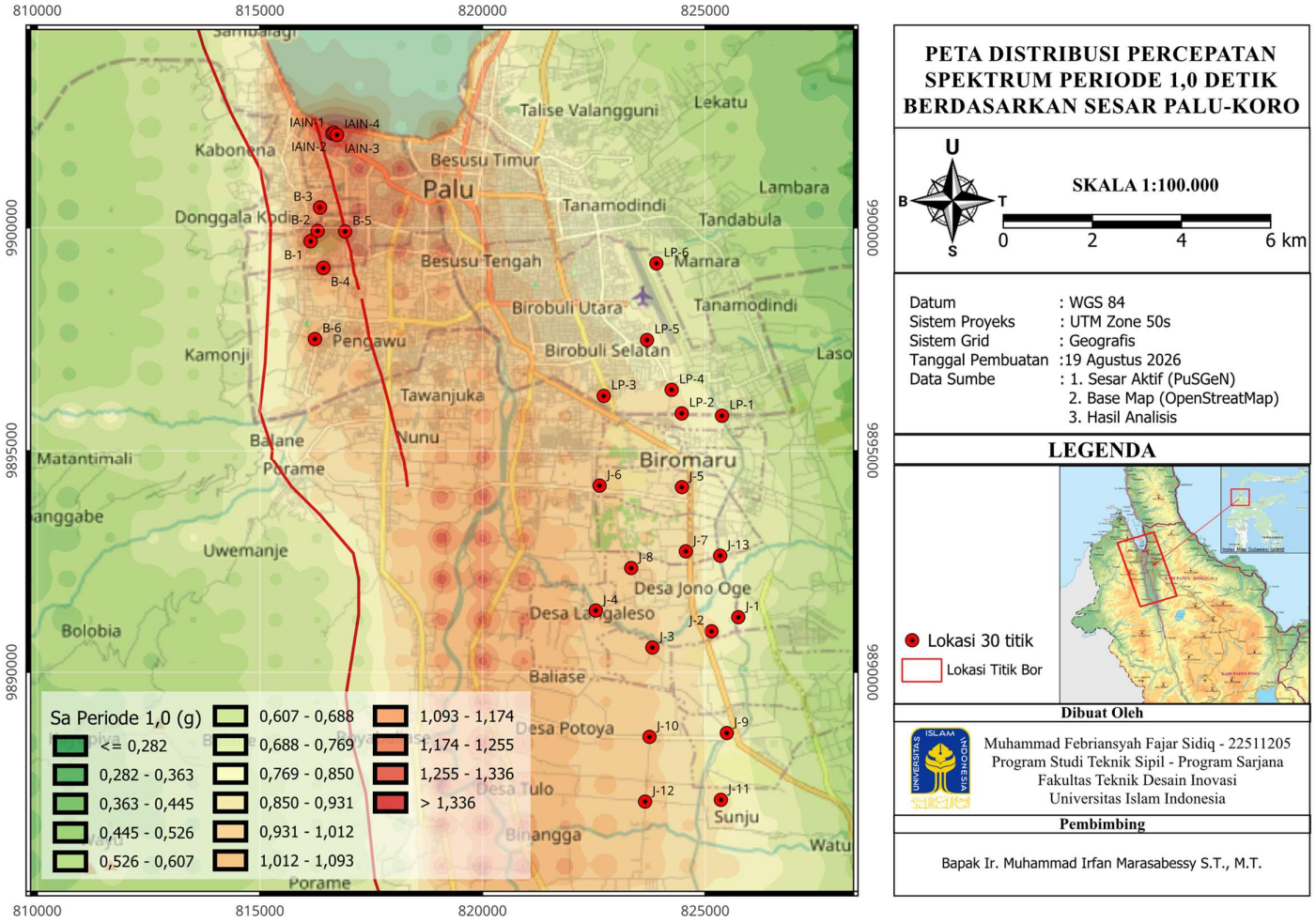
Lokasi Titik Bor

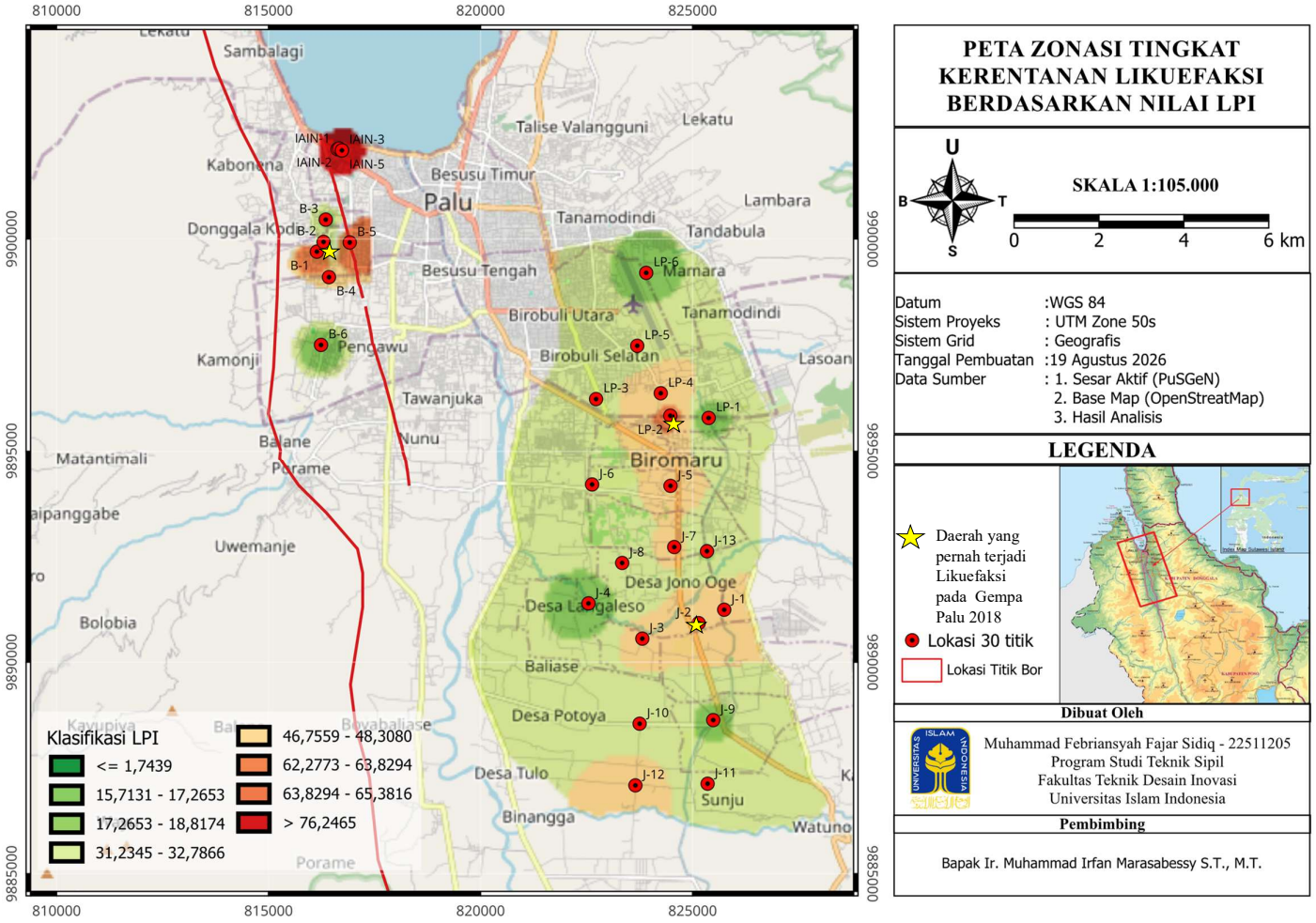
Dibuat Oleh

Muhammad Febriansyah Fajar Sidiq - 22511205
Program Studi Teknik Sipil - Program Sarjana
Fakultas Teknik Desain Inovasi
Universitas Islam Indonesia

Pembimbing

Bapak Ir. Muhammad Irfan Marasabessy S.T., M.T.


PETA DISTRIBUSI PERCEPATAN SPEKTRUM PERIODE 1,0 DETIK BERDASARKAN SESAR PALU-KORO
U
B
T
S
SKALA 1:100.000
0 2 4 6 km
Datum : WGS 84
Sistem Proyeks : UTM Zone 50s
Sistem Grid : Geografis
Tanggal Pembuatan :19 Agustus 2026
Data Sumbe : 1. Sesar Aktif (PuSGeN)
2. Base Map (OpenStreatMap)
3. Hasil Analisis
LEGENDA
Lokasi 30 titik
Lokasi Titik Bor
Dibuat Oleh
Muhammad Febriansyah Fajar Sidiq - 22511205
Program Studi Teknik Sipil - Program Sarjana
Fakultas Teknik Desain Inovasi
Universitas Islam Indonesia
Pembimbing
Bapak Ir. Muhammad Irfan Marasabessy S.T., M.T.
Sa Periode 1,0 (g)
<= 0,282
0,282 - 0,363
0,363 - 0,445
0,445 - 0,526
0,526 - 0,607
0,607 - 0,688
0,688 - 0,769
0,769 - 0,850
0,850 - 0,931
0,931 - 1,012
1,012 - 1,093
1,093 - 1,174
1,174 - 1,255
1,255 - 1,336
> 1,336
Palu
Besusu Timur
Besusu Tengah
Talise Valangguni
Lekatu
Lambara
Tandabula
Tanamodindi
Marmara
Birobuli Utara
Birobuli Selatan
Biromaru
Pengawu
Kamonji
Tawanjuka
Nunu
Balane
Porame
Matantimali
Uwemanje
Bolobia
Desa Jono Oge
Desa Potoya
Baliase
Sunju
Watu
Binangga
IAIN-1
IAIN-2
IAIN-3
IAIN-4
B-1
B-2
B-3
B-4
B-5
B-6
LP-1
LP-2
LP-3
LP-4
LP-5
LP-6
J-1
J-2
J-3
J-4
J-5
J-6
J-7
J-8
J-9
J-10
J-11
J-12
J-13
810000
815000
820000
825000
9900000
9895000
9890000
0000660
0005660
0000660


PETA ZONASI TINGKAT KERENTANAN LIKUEFAKSI BERDASARKAN NILAI LPI
U
B
T
S
SKALA 1:105.000
0 2 4 6 km
Datum :WGS 84
Sistem Proyeks : UTM Zone 50s
Sistem Grid : Geografis
Tanggal Pembuatan :19 Agustus 2026
Data Sumber : 1. Sesar Aktif (PuSGeN)
2. Base Map (OpenStreatMap)
3. Hasil Analisis
LEGENDA
Daerah yang pernah terjadi Likuefaksi pada Gempa Palu 2018
Lokasi 30 titik
Lokasi Titik Bor
Dibuat Oleh
Muhammad Febriansyah Fajar Sidiq - 22511205
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Desain Inovasi
Universitas Islam Indonesia
Pembimbing
Bapak Ir. Muhammad Irfan Marasabessy S.T., M.T.
Klasifikasi LPI
<= 1,7439
15,7131 - 17,2653
17,2653 - 18,8174
31,2345 - 32,7866
46,7559 - 48,3080
62,2773 - 63,8294
63,8294 - 65,3816
> 76,2465
Palu
Sambalagi
Talise Valangguni
Lekatu
Besusu Timur
Besusu Tengah
Tanamodindi
Lambara
Tandabula
Mamara
Birobuli Utara
Birobuli Selatan
Lasoani
Donggala Kodi
Kabonena
Kamonji
Pengawu
Tawanjuka
Nunu
Balane
Porame
Matantimali
Biromaru
Desa Jono Oge
Desa Lolu Galeso
Uwemanje
Bolobia
Baliase
Desa Potoya
Desa Tulo
Binangga
Sunju
Watuno
IAIN-1
IAIN-2
IAIN-3
IAIN-5
B-1
B-2
B-3
B-4
B-5
B-6
LP-1
LP-2
LP-3
LP-4
LP-5
LP-6
J-1
J-2
J-3
J-4
J-5
J-6
J-7
J-8
J-9
J-10
J-11
J-12
J-13
810000
815000
820000
825000
9900000
9895000
9890000
9885000