

TESIS

**ANALISIS BIAYA, MUTU, DAN WAKTU PADA PEKERJAAN
PEMBORAN UNTUK LUBANG GROUTING,
PERBANDINGAN ANTARA MESIN ROTARI DAN MESIN PERKUSI
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Tugu, Trenggalek)**



DIKA PRASETYO

20914007

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

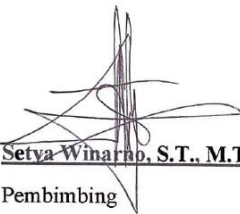
HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

**ANALISIS BIAYA, MUTU, DAN WAKTU PADA PEKERJAAN
PEMBORAN UNTUK LUBANG GROUTING,
PERBANDINGAN ANTARA MESIN ROTARI DAN MESIN PERKUSI
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Tugu, Trenggalek)**



Diperiksa dan disetujui oleh


Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D
Pembimbing

Tanggal

الجامعة الإسلامية
الاستاذ الدكتور

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS BIAYA, MUTU, DAN WAKTU PADA PEKERJAAN
PEMBORAN UNTUK LUBANG GROUTING
PERBANDINGAN ANTARA MESIN ROTARI DAN MESIN PERKUSI
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Tugu, Trenggalek)



Telah diuji di Dewan Penguji

Pada tanggal 23 FEB 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D.

Penguji I

Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.

Penguji II

Ir. Faisol, A.M., MS

Yogyakarta, 30 Maret 2023

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil – Program Magister

Ketua Program,



Dr. H. M. Amini Yuni Astuti, MT



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program "software" komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah saya diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 27 Maret 2023

Yang membuat pernyataan



DIKA PRASETYO

NIM : 20914007

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tesis dengan judul *Analisis Biaya, Mutu, dan Waktu pada Pekerjaan Pemboran untuk Lubang Grouting; Perbandingan antara Mesin Rotari dan Mesin Perkusi*. Tesis ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini saya sampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, MT selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Sipil UII
2. Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing untuk penulisan Tesis ini.
3. Dr.Ir Lalu Makrup, M.T. dan Ir Faisol, A.M.,MS selaku Dosen Penguji yang telah membantu dalam pengembangan penulisan Tesis ini.
4. Bapak Slamet Adi Susilo selaku Manajer Proyek Bendungan Tugu yang telah mendukung dan membiayai kuliah penulis untuk memperoleh gelar S2 di UII.
5. Tim Proyek Bendungan Tugu yang telah membimbing dan mendukung penulis dalam bekerja dan melaksanakan penelitian ini
6. Orangtua saya yang telah mendukung penulis dalam melaksanakan penelitian ini.
7. Keluarga saya yang telah mendukung penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

Yogyakarta, 27 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Persetujuan.....	II
Halaman Pengesahan.....	III
Lembar Pernyataan.....	III
Kata Pengantar.....	V
Daftar Isi.....	VI
Bab I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
Bab II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Kesimpulan Penelitian Terdahulu.....	8
2.3 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya.....	8
BAB III Landasan Teori.....	9
3.1 Grouting.....	9
3.2 Hubungan Antar Durasi dan Biaya.....	16
Bab IV Metode Penelitian.....	19
4.1 Uraian Umum.....	19
4.2 Deskripsi Proyek.....	19
4.3 Metode Pengumpulan Data.....	21
4.4 Analisis Data.....	21
4.5 Tahapan Penelitian.....	23
BAB V Data, Analisis, dan Pembahasan.....	24
5.1 Pengumpulan Data.....	24
5.2 Analisis Metode Kerja Pemboran Lubang Grouting.....	30
5.3 Analisis Waktu, Biaya, dan Mutu.....	32

5.4 Pembahasan Hasil Analisis.....	55
BAB VI Kesimpulan dan Saran.....	60
6.1 Kesimpulan.....	60
6.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Efektifitas Grouting dan Pengaruhnya.....	16
Tabel 4.1	Data Proyek Pembangunan Bendungan Tugu.....	19
Tabel 5.1	Kode Titik Pemboran Blanket Sandaran Kanan Dengan Metode Rotari.....	25
Tabel 5.2	Kode Titik Pemboran Blanket Sandaran Kiri Dengan Metode Perkusi.....	26
Tabel 5.3	Hasil Nilai Lugeon Trial Pemboran.....	30
Tabel 5.4	Data <i>Cycle Time</i> Pemboran dengan Metode Rotari	33
Tabel 5.5	Analisis Koefisien Pemboran Blanket dengan Metode Rotari Per Meter.....	35
Tabel 5.6	Analisis Harga Dasar Alat Rotari	36
Tabel 5.7	Analisis Harga Satuan Pemboran Blanket dengan Metode Rorati.....	38
Tabel 5.8	Nilai Lugeon Pada Blanket Sandaran Kanan Dengan Metode Rotari.....	40
Tabel 5.9	Nilai Lugeon Pada <i>Check Hole</i> Blanket Sandaran Kanan Dengan Metode.....	40
Tabel 5.10	Data <i>Cycle Time</i> Pemboran Dengan Metode Perkusi.....	42
Tabel 5.11	Analisis Koefisien Pemboran Blanket dengan Metode Perkusi Per Meter	44
Tabel 5.12	Analisis Harga Dasar Alat Perkusi	45
Tabel 5.13	Analisis Harga Dasar Alat Kompresor.....	47
Tabel 5.14	Analisis Harga Dasar Alat Generator Set.....	49
Tabel 5.15	Analisis Harga Satuan Pemboran Blanket Dengan Metode Perkusi ...	51
Tabel 5.16	Nilai Lugeon Pada Blanket Sandaran Kiri Dengan Metode Perkusi	53
Tabel 5.17	Nilai Lugeon Pada <i>Check Hole</i> Blanket Sandaran Kiri Dengan Metode Rotari	54
Tabel 5.18	Rincian Pengeluaran Biaya Tidak Langsung	55

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pembahasan Analisis.....	57
Tabel 5.20 Rekapitulasi Biaya Total Per Hari.....	58
Tabel 5.21 Total Penghematan Biaya Tidak Langsung Akibat Percepatan Pekerjaan.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Mesin Bor Rotari.....	11
Gambar 3.2 Mesin Bor Perkusi.....	12
Gambar 3.3 Skema Urutan Pekerjaan Grouting.....	13
Gambar 3.4 Ilustrasi Tes Tekanan.....	14
Gambar 4.1 Lokasi Proyek.....	20
Gambar 4.2 Situasi Proyek.....	20
Gambar 4.3 Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 5.1 Lokasi Grouting Sandaran Kiri.....	24
Gambar 5.2 Lokasi Grouting Sandaran Kanan.....	25
Gambar 5.3 Pemboran Lubang Blanket dengan Metode Lompat Katak (<i>Skip and Loop</i>).....	26
Gambar 5.4 Tampak Atas Titik Grouting pada Sandaran Kiri.....	27
Gambar 5.5 Tampak Atas Titik Grouting pada Sandaran Kanan	28
Gambar 5.6 Denah Tampak Atas Titik Grouting.....	29
Gambar 5.7 Titik Grouting Trial Pemboran.....	30
Gambar 5.8 Titik Pemboran <i>Check Hole</i> Pada Sandaran kanan.....	39
Gambar 5.9 Titik Pemboran <i>Check Hole</i> Pada Sandaran Kiri.....	52
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Biaya dan Waktu.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Data Tes Lugeon Blanket Sandaran Kiri Dan Sandaran Kanan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fondasi suatu bendungan (Sosrodarsono, 2016) harus memenuhi 3 persyaratan penting, yaitu:

1. Mempunyai daya dukung yang mampu menahan beban tubuh bendungan.
2. Mempunyai kemampuan menghambat filtrasi air yang memadai.
3. Mempunyai ketahanan terhadap gejala erosi akibat rembesan air yang disebabkan oleh filtrasi air yang melalui lapisan-lapisan fondasi tersebut.

Untuk memenuhi ketiga persyaratan di atas, maka diperlukan perkuatan fondasi. Khususnya untuk syarat yang berhubungan dengan filtrasi air, maka perkuatan pada fondasi dapat dilakukan dengan cara menyuntikkan material fluida pengisi ke dalam lapisan tanah dengan tekanan tertentu, yang biasa disebut grouting. Metode grouting telah banyak diterapkan untuk perbaikan tanah secara umum dalam bidang geologi teknik (Park & Oh, 2018). Dalam kaitan dengan fondasi bendungan, metode grouting merupakan salah satu teknik yang paling penting dalam anti rembesan dan perkuatan bendungan (Jiang & Qiu, 2021).

Teknologi grouting menerapkan sistem dengan memberikan tekanan tertentu ke bahan grouting yang berupa cairan melalui pompa grouting ke dalam lubang tanah yang dibor atau retakan pada batuan. Pada akhirnya, percampuran antara cairan bahan grouting dan partikel batuan atau tanah akan dapat meningkatkan integritas masa batuan dan tanah sehingga meningkatkan daya dukung dan ketahanan terhadap rembesan fondasi. Dengan demikian, efektifitas injeksi bahan grouting ke dalam batuan dan massa tanah merupakan prasyarat penting untuk mencapai standar yang diinginkan dari efek grouting. Saat ini, bahan grouting berbahan dasar semen yang umum digunakan adalah semen biasa, semen dengan tanah liat, campuran semen prima (SCS), dan butiran tanah basah dengan semen (WFCS) (Jiang & Qiu, 2021). Pekerjaan grouting pada fondasi bendungan

juga terdapat pada pekerjaan Bendungan Tugu di Kabupaten Trenggalek yang merupakan salah satu dari 65 bendungan rencana strategis Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) dalam lima tahun terakhir. Kontraktor pekerjaan ini adalah PT Wijaya Karya-APTA KSO. Ada berbagai metode grouting yang dapat digunakan untuk menangani permasalahan rembesan pada bendungan. Namun demikian, terdapat banyak aspek yang harus diperhatikan dengan seksama dan diperlukan keahlian dalam pelaksanaan pekerjaan grouting ini.

Pekerjaan grouting untuk perkuatan fondasi diawali dengan pekerjaan pemboran lubang grouting yang menyerap energi terbesar dalam keseluruhan pekerjaan grouting. Metode pemboran dapat dilakukan dengan Mesin Rotari atau Mesin Perkusi. Metode mesin Rotari mempergunakan mesin putar hidrolis dengan kapasitas mencapai kedalaman mencapai 100 meter dengan mutu pekerjaan yang masih baik karena kemampuan dalam membuang slime (butiran tanah bekas pemboran) yang dibantu dengan sistem sirkulasi air. Mesin Rotari berpengerak diesel yang menempel pada mesin bor Rotari sehingga perlu dirakit saat mesin akan digunakan dan dibongkar saat akan bergeser ke titik bor yang lain. Proses pekerjaan ini memerlukan waktu yang cukup lama. Mesin Bor Rotari juga memerlukan 4-5 orang tenaga kerja saat beroperasi. Selain mesin Rotary, terdapat mesin Perkusi untuk membor lubang grouting.

Metode mesin Perkusi mempergunakan mesin bertekanan angin dengan cara kerja menumbuk dan memutar dalam pemboran. Mesin Perkusi ini mempunyai kemampuan dalam membuang slime (sisa-sisa tanah hasil pemboran) dengan dorongan angin bertekanan/kompresor optimal dengan kedalaman 5 meter. Mesin bor Perkusi menggunakan tenaga dari kompresor dan generator set yang diletakkan di dasar/di atas lokasi kerja, sehingga memiliki ukuran yang lebih kecil dari mesin Rotari, sehingga dalam proses pindah dari satu titik lokasi pekerjaan ke titik yang lain tidak terlalu memerlukan waktu dan tenaga orang yang banyak.

Pada musim kemarau tahun 2019, pekerjaan di Bendungan Tugu yaitu khusus pekerjaan timbunan inti (lempung) ditarget selesai atau mencapai elevasi 195 m sebelum memasuki musim hujan yang diprediksi akan jatuh pada bulan Oktober. Sebelum dilakukan pekerjaan timbunan inti, terdapat pekerjaan fondasi

bendungan termasuk pekerjaan grouting untuk perkuatan fondasinya. Pekerjaan fondasi, grouting, dan timbunan inti merupakan pekerjaan kritis karena apabila realisasi jadwal pekerjaan memasuki periode musim hujan, pekerjaan timbunan inti di atas fondasi tidak dapat dilaksanakan.

Berangkat dari kenyataan bahwa waktu proyek yang tersedia adalah sangat terbatas, penyusunan jadwal pekerjaan harus ditarik mundur dengan tolak ukur di penghujung adalah waktu musim penghujan. Sedemikian rupa, sehingga pekerjaan grouting fondasi, terutama pekerjaan pemboran, harus dapat dikerjakan dengan cepat sehingga pelaksana proyek memiliki waktu yang memadai pada pekerjaan selanjutnya, yaitu pekerjaan timbunan inti. Metode pemboran lubang grouting yang efisien dan efektif adalah kunci utama agar pekerjaan timbunan inti dapat terlaksana dengan baik sehingga rencana target elevasi 195 m pada timbunan inti bisa dicapai sebelum musim hujan.

Untuk memenuhi waktu yang terbatas, pekerjaan pemboran di Bendungan Tugu dilaksanakan dengan 2 metode, yaitu antara mesin Rotari (untuk pemboran bagian blanket pada sandaran kanan) dan mesin Perkusi (untuk pemboran bagian blanket pada sandaran kanan). Kedua metode ini diyakini dapat memenuhi tiga sasaran proyek: biaya, mutu, dan waktu. Untuk itu, perlu dikaji tentang analisis biaya, mutu, dan waktu pada pekerjaan pemboran untuk grouting dengan metode mesin Rotari yang kemudian dibandingkan dengan metode dengan mesin Perkusi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dirangkum dari latar belakang di atas adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana analisis metode kerja pada pekerjaan pemboran lubang grouting antara (a) metode mesin Rotari dan (b) metode mesin Perkusi?
2. Bagaimana analisis biaya, mutu, dan waktu pada pekerjaan pemboran lubang grouting antara (a) metode dengan mesin Rotari dan (b) metode dengan mesin Perkusi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis metode kerja pada pekerjaan pemboran lubang grouting antara (a) metode dengan mesin Rotari dan (b) metode dengan mesin Perkusi.
2. Menganalisis biaya, mutu, dan waktu pada pekerjaan pemboran lubang grouting antara (a) metode dengan mesin Rotari dan (b) metode dengan mesin Perkusi.

1.4 Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada pekerjaan grouting fondasi bendungan di proyek Pembangunan Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek (MYC) (Tahap II).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Para pelaksana pekerjaan grouting dapat melakukan efisiensi dalam pemilihan metode pada pekerjaan pemboran lubang grouting.
2. Sebagai bahan referensi bagi PT Wijaya Karya (Persero) Tbk untuk pekerjaan pemboran lubang grouting pada proyek lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian yang telah banyak dilakukan pada umumnya menggunakan metode konvensional, yaitu menggunakan mesin Rotari saja. Asy'ari et al., (2021) melakukan penelitian dengan pengamatan di proyek pembangunan Bendungan Tapin tentang pengaruh injeksi semen bertekanan (grouting) terhadap nilai Lugeon. Pemboran dilakukan dengan metode konvensional dengan cara putar (*Rotari method*) menggunakan mesin bor putar berhidrolis (*hydraulic feed Rotari drilling machine*) model Koken. Pengambilan contoh inti pemboran (*core sampling*) diperlukan untuk *Pilot hole* dan *Check Hole*, sedangkan untuk lubang grouting lainnya tidak diperlukan pengambilan contoh inti. Setelah dilakukan test grouting kemudian dilakukan perhitungan nilai Lugeon untuk mengetahui efektifitas grouting yang dinyatakan dalam %. Pekerjaan pemboran dan grouting pada area main dam Bendungan Tapin dilaksanakan dengan jumlah titik sebanyak 1350 yang dibagi ke dalam 12 blok. Dari hasil pekerjaan cek hole untuk pekerjaan grouting main dam kiri untuk 6 blok memiliki angka Lugeon rerata 2.46. Pada pekerjaan grouting di dam utama sisi kanan, setelah dilakukan pekerjaan cek hole 6 blok didapatkan angka Lugeon rerata 1.18. Hasil perhitungan efektifitas grouting pada zona inti di area main dam didapatkan nilai efektifitas grouting yang diperoleh pada angka 74.38. Angka tersebut dimasukkan ke dalam tabel pengaruh efektifitas grouting masuk ke dalam kategori baik. Kategori tersebut telah menunjukkan bahwa grouting telah berhasil dilaksanakan.

Alchaq (2021) melakukan penelitian pada Proyek Bendungan Beringin Sila. Sesuai dengan salah satu syarat dalam perencanaan pembangunan sebuah bendungan maka angka permeabilitas atau nilai Lugeon menjadi acuan dalam menentukan kelayakan sebuah bendungan. Nilai Lugeon yang bagus untuk bendungan normal berkisar 1 hingga 3. Untuk memenuhi syarat tersebut salah satunya dilakukan perbaikan fondasi dengan metode grouting. Berdasarkan

observasi pekerjaan grouting, metode kerja grouting diawali dengan pekerjaan grouting tes untuk menentukan pola, jarak dan kedalaman lubang grouting sehingga dapat dibuat gambar kerja. Pekerjaan grouting di lapangan diawali dengan pekerjaan drilling menggunakan metode Rotari drilling pekerjaan pemboran menggunakan mata bor diameter 66 mm. Pemboran dilakukan pada titik curtain dan sub-curtain. Pada pemboran ini tidak dilakukan pengambilan sampel batuan, setelah pemboran dapat diteruskan proses WPT dan Grouting. dan dilanjutkan pekerjaan water pressure test (WPT) untuk mencari nilai Lugeon, nilai Lugeon ini yang menentukan pekerjaan injeksi semen atau grouting. Apabila nilai Lugeon < 3 , maka tidak perlu dilakukan injeksi semen grouting dan apabila nilai Lugeon > 3 maka dilakukan injeksi semen dengan perbandingan rasio semen dan air sesuai dengan nilai Lugeon tersebut. Setelah proses pekerjaan grouting selesai, maka dilakukan penutupan lubang grouting yang dinamakan plugging. Hasil dari tingkat efektivitas perbaikan fondasi dengan metode grouting pada proyek pembangunan Bendungan Beringin Sila dapat dikategorikan Baik dengan nilai perbaikan pada Blok 112C-S = 87,3% dan Blok 112B1-S = 75,96%.

Udiana (2013) melakukan penelitian desain campuran semen dan air pada pekerjaan grouting proyek bendungan/waduk Nipah Madura, Jawa Timur Mesin pemboran (drilling machine) yang digunakan, yaitu mesin pemboran putaran (Rotari drilling machine) dan mesin pemboran pukulan (percussion drilling machine). Pada penelitian ini menggunakan mesin bor tipe rotasi (Rotari type drills) di mana ujungnya dipasang suatu mata bor dengan diameter sekitar 46,0 mm. Tujuan dari penelitian ini, adalah untuk mendapatkan desain perbandingan campuran semen dan air serta volume cairan injeksi (grout) yang diperlukan dalam pekerjaan grouting berdasarkan besarnya angka Lugeon (Lv). Berdasarkan hasil perhitungan pada lubang grouting P.1 stage pertama didapat $L_v = 31,534$ lt/menit/m (Lugeon), pada P.2 stage kedua didapat $L_v = 31,822$ lt/menit/m, pada S.1 stage pertama didapat $L_v = 31,373$ lt/menit/m, pada S.2 stage kedua didapat $L_v = 31,525$ lt/menit/m, pada T.1 stage pertama didapat $L_v = 53,644$ lt/menit/m dan pada T.2 stage kedua didapat $L_v = 51,955$ lt/menit/m. Berdasarkan hasil perhitungan didapat besarnya angka Lugeon (Lv) rata-rata untuk semua stage > 15 lt/menit/m (Lugeon),

maka dapat disimpulkan bahwa desain perbandingan campuran semen dan air untuk grouting adalah 1 : 6. Dari angka Lugeon > 15 Lugeon dipakai perbandingan campuran semen dan air 1 : 6, maka berat jenis campuran 1 : 6 didapat sebesar 19,90 t/m³ dengan memakai campuran dalam volume mixer sebesar 200 liter, maka didapat berat semen sebesar 31,66 kg. Jadi volume cairan injeksi (grout) yang diperlukan dengan komposisi volume semen sebesar 10,05 liter dan volume air sebesar 189,95 liter.

Prayogo (2020) melakukan penelitian di lokasi Proyek Pembangunan Bendungan Beringin Sila Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat. Berdasarkan pengamatan pekerjaan grouting, metode kerja pekerjaan drilling menggunakan mesin bor putar tipe Spindle Hidrolik, dilanjutkan pekerjaan *water pressure test (WPT)* untuk mencari nilai Lugeon, nilai Lugeon ini menentukan pekerjaan injeksi semen atau grouting. Apabila nilai Lugeon < 3, maka tidak perlu dilakukan injeksi semen grouting dan apabila nilai Lugeon > 3 maka dilakukan injeksi semen. Hasil dari tingkat efektifitas perbaikan fondasi dengan metode grouting pada proyek Pembangunan Bendungan Beringin Sila dapat dikategorikan sangat baik dengan nilai perbaikan pada Blok 97C-S sebesar 91,2 % dan Blok 98B-S sebesar 90,15 %.

Hardiyanti et al. (2021) melakukan studi Fondasi Plinth yang merupakan fondasi yang didesain untuk bendungan Tipe Urugan Batu dengan Beton Membran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efektivitas Grouting serta bagaimana kaitannya dalam mencegah rembesan pada Bendungan Karalloe. Untuk mendapatkan nilai efektivitas pekerjaan grouting maka diperlukan nilai Lugeon sebelum dan setelah pekerjaan grouting. Nilai Lugeon sebelum dilakukan grouting didapatkan dari data pengujian air bertekanan. Untuk menguatkan analisis ini maka efektivitas pekerjaan grouting dilakukan dengan membandingkan tiga variasi kedalaman dari dua lubang cek yaitu CH – MD 1 stage 1 sebesar 45,9% (Sedang), stage 3 sebesar 98,75% (Sangat Baik) serta stage 4 sebesar 98,29% (Sangat Baik) dengan rata-rata efektivitas grouting 80,98% dengan klasifikasi grouting “Baik”. Sedangkan CH – MD 3 stage 2 sebesar 99,68% (Sangat Baik), stage 4 sebesar 93,72% (Sangat Baik) serta stage 5 sebesar 97,77% (Sangat Baik) dengan rata-rata efektivitas grouting 97,05% dengan klasifikasi grouting “Sangat Baik”. Lalu

kaitannya dengan reduksi rembesan dihitung dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Geostudio SEEP/W dengan debit rembesan yang diizinkan sebesar 0,2823 didapatkan debit rembesan sebelum dilakukan grouting sebesar $6,632 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{dt}$ lalu untuk analisis rembesan setelah adanya grouting maka rembesan berkurang menjadi $2,944 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{dt}$ mengalami reduksi rembesan sebesar 4,44%.

2.2 Kesimpulan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian di atas, metode pemboran dengan metode Rotari menghasilkan nilai efektivitas grouting kategori baik dengan rata-rata nilai efektivitas grouting bernilai 90 % ke atas.

2.3 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan penelitian di atas pemboran lubang grouting menggunakan mesin bor Rotari. Pada penelitian ini akan membahas perbandingan mesin Rotari dan mesin Perkusi untuk pengerjaan pemboran lubang grouting untuk percepatan Proyek Pembangunan Bendungan Tugu Kab Trenggalek, selain dilihat dari hasil efektivitas grouting penelitian ini juga akan membahas mengenai analisis biaya dan waktu sehingga metode Perkusi ini akan menghasilkan metode kerja yang efisien dan tepat.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Grouting

Grouting adalah penyuntikan bahan cairan semi kental (*slurry material*) ke dalam lubang pemboran di tanah atau batuan dengan tujuan menutup diskontinuitas terbuka, rongga-rongga dan lubang-lubang pada lapisan/strata yang dituju. Tujuan dari grouting sendiri antara lain sebagai berikut :

1. Menurunkan permeabilitas.
2. Meningkatkan kuat geser.
3. Mengurangi kompresibilitas.
4. Mengurangi potensi erosi internal, terutama pada fondasi alluvial.

Berdasarkan dari fungsinya, grouting dibedakan menjadi :

1. Penetrasi atau penembusan, dimana grouting mengalir ke dalam rongga tanah dan lapisan tipis batuan dengan pengaruh minimum terhadap struktur asli. Berfungsi untuk menurunkan permeabilitas dan meningkatkan kuat geser.
2. Kompaksi atau pemadatan, dimana massa grout dengan konsistensi sangat kental dipompakan ke dalam tanah yang berfungsi memadatkan tanah berbutir halus dan meningkatkan daya dukung.
3. Rekah hidrolik, apabila tekanan grouting lebih besar dari kuat tarik batuan atau tanah yang digrouting, akhirnya material pecah dan grouting dengan cepat menembus zona rekahan.

3.1.1 Jenis Grouting Pada Bendungan

Adapun jenis grouting yang perlu dikerjakan untuk pekerjaan *sub-struktur* atau fondasi bendungan utama meliputi fondasi bawah permukaan (*sub-surface foundation*) dan atas permukaan (*surface foundation*). Pekerjaan grouting untuk bawah permukaan meliputi:

1. Grouting tirai (curtain)
2. Grouting konsolidasi (sub-curtain)
3. Grouting selimut (blanket)
4. *Pilot Hole* dan *Chek Hole*

Secara rinci jenis grouting dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Grouting Tirai

Sesuai dengan namanya sebagai penyekat atau tabir, berfungsi penghalang (cut-off atau barrier) dari rembesan air dalam fondasi bendungan yang cenderung membesar atau bocor setelah pengisian waduk. Biasanya memiliki kedalaman di atas 25 m.

2. Grouting Konsolidasi

Grouting konsolidasi dalam fondasi bendungan utama dipergunakan untuk menutup lubang, celah dan rekahan yang ada di bawah fondasi bendungan sehingga menjadi lebih kuat dan menambah modulus deformasi batuan. Fondasi yang mengalami pecah-pecah akibat digali, baik dengan alat berat maupun dengan peledakan perlu direkondisi seperti sebelum digali dengan grouting konsolidasi. Kedalaman grouting konsolidasi berkisar 5-15 meter.

3. Grouting Blanket

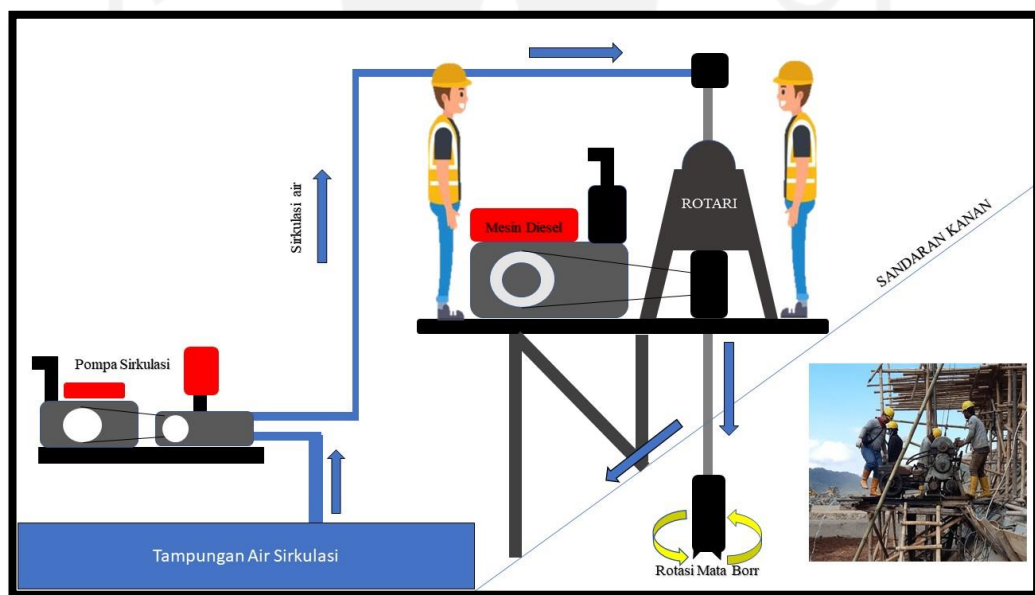
Grouting blanket, mempunyai kemampuan sama dengan grouting konsolidasi, hanya berbeda dalam fungsinya yakni mereduksi gaya angkat di bawah atau di belakang struktur karena tekanan hidrostatik. Kedalaman untuk grouting blanket berkisar 5 meter.

4. *Pilot hole* dan *chek hole*

Pilot hole merupakan lubang awalan yang berada pada area curtain untuk melihat kondisi batuan di bawah sebelum dilakukan grouting. Sedangkan *chek hole* merupakan lubang yang dikerjakan diakhir untuk melihat pengaruh setelah terjadi grouting.

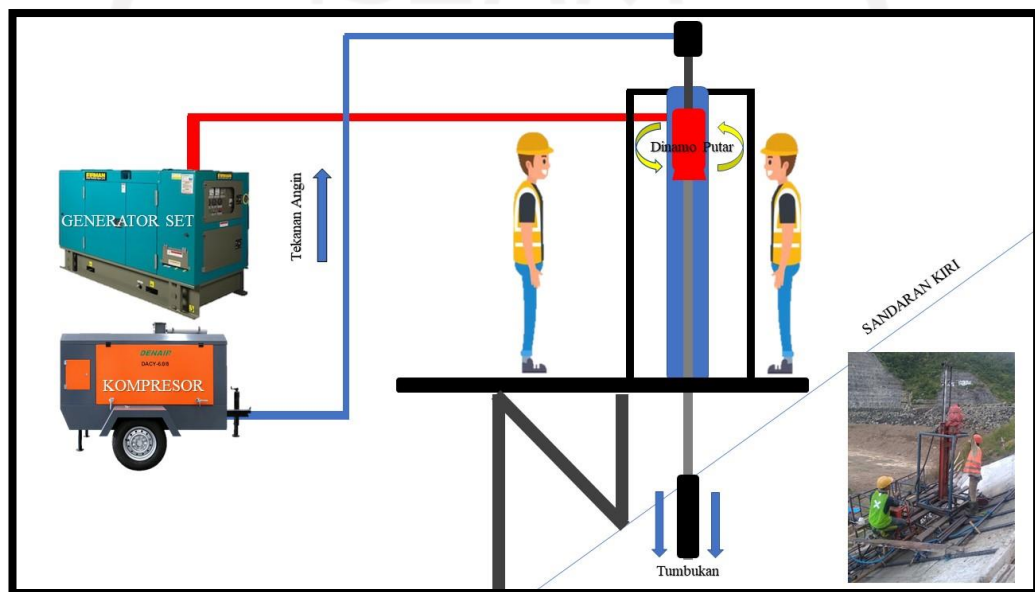
3.1.2 Metode Pemboran Rotari Dan Perkusi

Metode pemboran dapat dilakukan dengan mesin Rotari dan mesin Perkusi. Secara konvensional, mesin Rotari lebih banyak digunakan. Pemboran dengan metode Rotari menggunakan mesin putar hidrolis dengan kapasitas mencapai 100 meter. Mesin bor Rotari menggunakan daya penggerak dari diesel dengan bahan bakar solar. Mesin bor Rotari memiliki prinsip kerja dengan melubangi batuan mengadakan ketajaman dari bit/mata bor yang dihasilkan dari kecepatan rotasi. Mesin bor Rotari dilengkapi dengan alat pemutar air (*water swivel*) untuk sirkulasi air dengan jumlah minimum air *outflow* sebesar 0,5 liter/ detik, yang berfungsi untuk membuang sisa-sisa pemboran/slime ke atas lubang.



Gambar 3.1 Mesin Bor Rotari

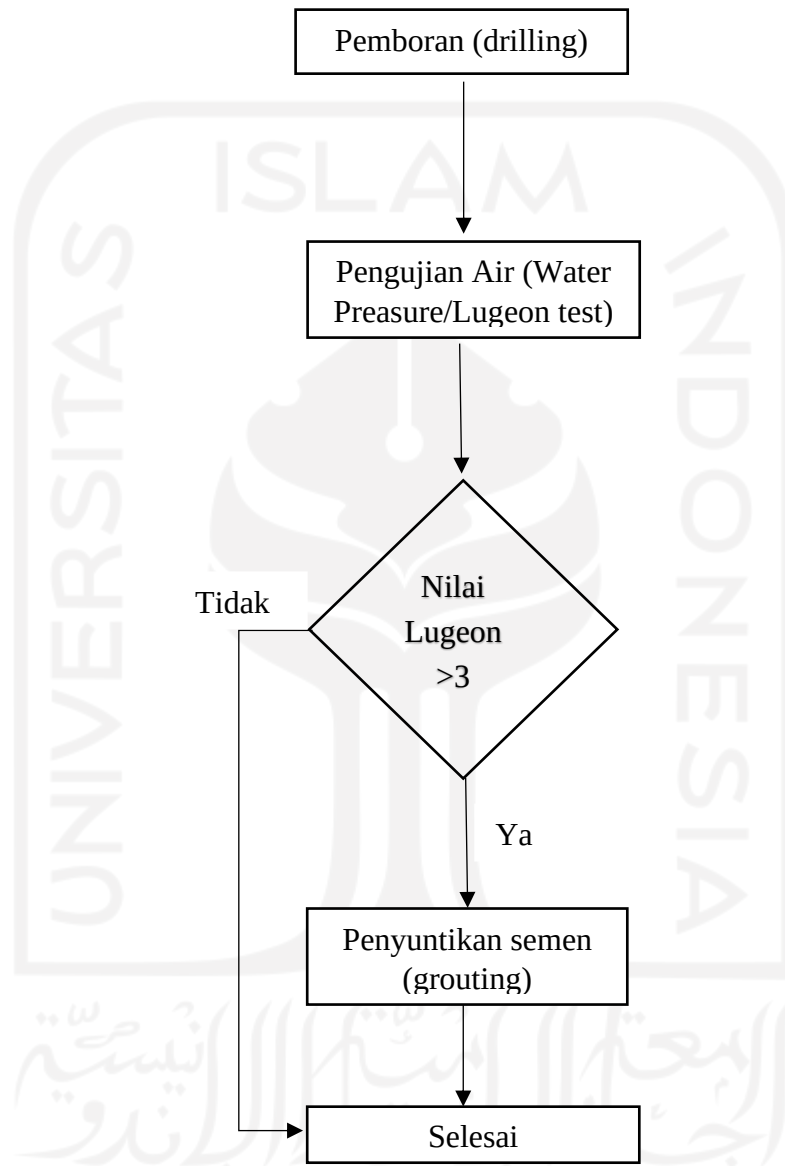
Mesin bor Perkusi dapat dipakai untuk pemboran dangkal 5 meter. Mesin bor Perkusi menggunakan daya penggerak dari kompresor sebagai penghasil angin bertekanan dan Generator Set untuk tenaga dinamo putar. Pinsip kerja dari mesin bor Perkusi adalah dengan menggabungkan kekuatan rotasi dan tumbukan dari bit/mata bor. Mesin bor Perkusi memiliki sistem pembuangan slime/sisa-sisa pemboran dengan menggunakan angin bertekanan yang ditembakkan secara periodik



Gambar 3.2 Mesin Bor Perkusi

3.1.3 Urutan Kerja Pelaksanaan Grouting

Dalam pelaksanaan grouting memiliki tahapan seperti di Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Skema Urutan Pekerjaan Grouting

$$Lu = \frac{10 \times Q}{L \times p} \dots\dots\dots(3.1)$$

Q = Volume Injeksi (L/mnt)
L = Kedalaman yang di tes (m)
P = Test Pressure (kg/m³)

Apabila $h_1 > h_3$: $P = P_o + (h_2 + h_3)/10 \text{ kg/m}^2$

Apabila $h_1 < h_3$: $P = P_o + (h_2 + h_1)/10 \text{ kg/m}^2$

P_o = Pressure at Manometer (kg/cm^2)

h_1 = Depth of Test (m)

h_2 = Manometer Gauge Height (m)

h_3 = Ground Water Level (m).

3.1.5 Evaluasi Efektivitas Pekerjaan Grouting

Besarnya efektivitas grouting ditunjukkan oleh besarnya pengaruh grouting terhadap kelulusan air batuan sebelum dilakukan grouting, dinyatakan dalam persen (%). SDA PUPR (2005) menyebutkan bahwa efektivitas grouting 90 % apabila kelulusan air sebelum digroutting (K) adalah 100 berubah menjadi kelulusan air sesudah digroutting (KG) sebesar 10, atau $KG = 0,1 K$. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat dituliskan sebuah Persamaan 3.2 tentang efektivitas grouting sebagai berikut.

$$Efs = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

Efs = Efektivitas Grouting dalam persen (%)

KG = Kelulusan air sesudah grouting

K = Kelulusan air sebelum grouting

Kelulusan air dapat diambil dari besarnya koefisien kelulusan air (K) atau koefisien Lugeon (Lu). Dalam penentuan besarnya efektivitas grouting digolongkan dalam Tabe 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Efektifitas Grouting Dan Pengaruhnya

Efektifitas Grouting (%)	Pengaruh Grouting
>90	Sangat Baik
60-90	Baik
30-60	Sedang
10-30	Kurang
< 10	Buruk

3.2 Hubungan Antar Durasi Dan Biaya

3.2.1 Produksi Pemboran Dan Durasi Pekerjaan

Pengertian produktivitas filosofi tentang produktivitas sudah ada sejak awal peradaban manusia karena makna produktivitas adalah keinginan (the will) dan upaya (effort) manusia untuk selalu meningkatkan kualitas kehidupan dan penghidupan di segala bidang. Produktivitas adalah bagaimana menghasilkan atau meningkatkan hasil barang dan jasa setinggi mungkin dengan memanfaatkan sumber daya secara efisien. Oleh karena itu, produktivitas sering diartikan sebagai rasio antara keluaran dan masukan dalam satuan tertentu. Produktivitas pada hakekatnya merupakan nilai banding antara hasil produksi dan faktor-faktor produksi yang dalam hal ini adalah peralatan dan tenaga kerja disamping modal dan sistem manajemennya sendiri. Perhitungan produktifitas pekerjaan dapat dirumuskan dalam Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$\text{Produktifitas pekerjaan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Sebelum memperoleh produktifitas, maka harus mengetahui kecepatan produksi pemboran. Kecepatan produksi pemboran merupakan perbandingan kedalaman (H) pemboran dalam satu siklus dengan *cycle time*. Perhitungan kecepatan pemboran dapat menggunakan Persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$V = \frac{H}{Ct} \times 60 \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

V = Kecepatan Pemboran (m/detik)

H = Kedalaman (m)

Ct = *Cycle Time* (menit)

Dengan cycle time adalah waktu daur bor yang dibutuhkan dalam satu siklus pemboran yang dapat dirumuskan menggunakan Persaman 3.5 sebagai berikut.

$$Ct = Pt + Bt + At + St + Dt \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan

Ct = *Cycle Time* (detik)

Pt = Waktu untuk mengambil posisi mesin bor ke titik pemboran (detik)

Bt = Waktu untuk pemboran (detik)

At = Waktu mengangkat *drilling root*/batang bor (detik)

St = Waktu untuk sambung *drilling root*/batang bor (detik)

Dt = Waktu untuk mengatasi hambatan (detik)

3.2.2 Pengertian Biaya Proyek dan Harga Satuan Pekerjaan

Menurut Callahan et al., (1992) biaya total dari sebuah proyek terdiri dari biaya langsung (*direct costs*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). *Direct cost* adalah biaya yang dibutuhkan oleh kegiatan-kegiatan untuk menyelesaikan pekerjaan fisik di lapangan. *Direct cost* ini meliputi biaya untuk material, tenaga kerja dan peralatan, biaya-biaya langsung tersebut dapat saling berhubungan dalam penyelesaian sebuah kegiatan. Jadi *direct cost* dan sebuah proyek adalah jumlah dan seluruh biaya langsung dari kegiatan-kegiatan. *Indirect cost* adalah biaya-biaya yang dibutuhkan untuk jalannya perusahaan (kontraktor) dan biaya-biaya ini tidak memiliki hubungan langsung dengan kegiatan kegiatan tertentu dalam proyek. *Indirect cost* dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengeluaran umum (*general overhead*) dan pengeluaran proyek (*project overhead*). *General overhead* adalah biaya-biaya yang dibutuhkan dalam menjalankan perusahaan dan tidak memiliki

hubungan dengan proyek tertentu, misalnya biaya operasi kantor pusat seperti : biaya utilitas kantor, biaya sewa gedung, pembelanjaan kantor dan gaji pegawai. *Project overhead* adalah biaya-biaya yang berhubungan dengan proyek tertentu tetapi tidak dapat menentukan biaya dan kegiatan, seperti biaya asuransi proyek, biaya pengawasan dan utilitas di lokasi proyek. Biaya total proyek tersebut mempunyai hubungan dengan durasi. Dimana *direct cost* mempunyai hubungan yang terbalik dengan durasi, sedangkan *indirect cost* akan meningkat seiring dengan bertambahnya durasi proyek.

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah dari upah tenaga kerja, harga bahan dan harga sewa peralatan berdasarkan hasil perhitungan analisis koefisien. Harga satuan ini merupakan harga per satuan unit kegiatan. Harga satuan adalah salah satu faktor penting dalam menentukan biaya proyek, setelah kuantitas pekerjaan. Dalam proses menghitung biaya proyek, maka kuantitas pekerjaan yang telah selesai dihitung akan ditransfer ke dalam nilai uang melalui harga satuan. Harga satuan pekerjaan konstruksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : *time schedule* (waktu pelaksanaan yang ditetapkan), metode pelaksanaan yang dipilih, produktivitas sumber daya yang digunakan. Produktivitas suatu kegiatan sangat berkaitan dengan biaya kegiatan tersebut. Karena produktivitas menunjukkan berapa output atau hasil pekerjaan per satuan waktu untuk setiap sumber daya digunakan. Dengan demikian bila produktivitasnya tinggi, maka akan menjamin turunnya biaya per satuan output yang dihasilkan. Harga satuan suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa unsur yaitu :

1. Upah tenaga kerja (Labors)
2. Bahan (material)
3. Alat (equipments)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Uraian Umum

Tujuan dari adanya metodologi ini untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penyusunan penelitian, guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur dan tertib sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

4.2 Deskripsi Proyek

Data proyek sebagai acuan dalam penulisan penelitian ini disajikan dalam Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Proyek Pembangunan Bendungan Tugu

1. Nama Proyek :	Proyek Pembangunan Bendungan Tugu di Kabupaten Trenggalek (MYC) (Tahap 2)
2. Lokasi Proyek :	Desa Nglinggis, Kecamatan Tugu, Kabupaten Trenggalek lokasi terletak di KM 15 Jalan Raya Trenggalek-Ponorogo
3. Pemilik Proyek :	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Sungai Brantas
4. Sumber Dana :	APBN
5. Nilai Kontrak :	Rp 764.517.000.080
6. Waktu Pelaksanaan :	1104 hari



Gambar 4.1 Lokasi Proyek



Gambar 4.2 Situasi Proyek

4.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. *Observasi* (Pengamatan)

Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting situasi objek yang akan dianalisis yaitu dengan cara melakukan tinjauan langsung pada pengerjaan pemboran kondisi lapangan.

2. Pengambilan data yang sudah ada

Pengumpulan data – data primer yang sudah ada dari perencanaan sebelumnya yang berkaitan dengan pengerjaan pemboran grouting berupa :

- a. Gambar rencana pekerjaan proyek
- b. Data – data lain yang mendukung antara lain data volume pekerjaan pemboran grouting, data pengetesan nilai Lugeon pada *pilot hole* dan *chek hole*, data analisis harga satuan, dll

3. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengambil dari publikasi hasil penelitian terdahulu, peraturan yang berlaku, dan buku – buku yang berhubungan dengan tema penelitian ini.

4.4 Analisis Data

Metode analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Analisis metode kerja

Analisis metode kerja dilakukan dengan cara melakukan trial pemboran dengan kedalaman 5 m, dan dilakukan test permeabilitas setiap 5 m. Pada awal trial akan dicoba menggunakan metode Rotari dan Perkusi untuk di lubang yang direncanakan.

2. Analisis mutu

Analisis mutu menggunakan perbandingan nilai Lugeon yang dihasilkan oleh pemboran menggunakan mesin Rotari dan Perkusi setiap 5 m dengan menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2.

3. Analisis biaya

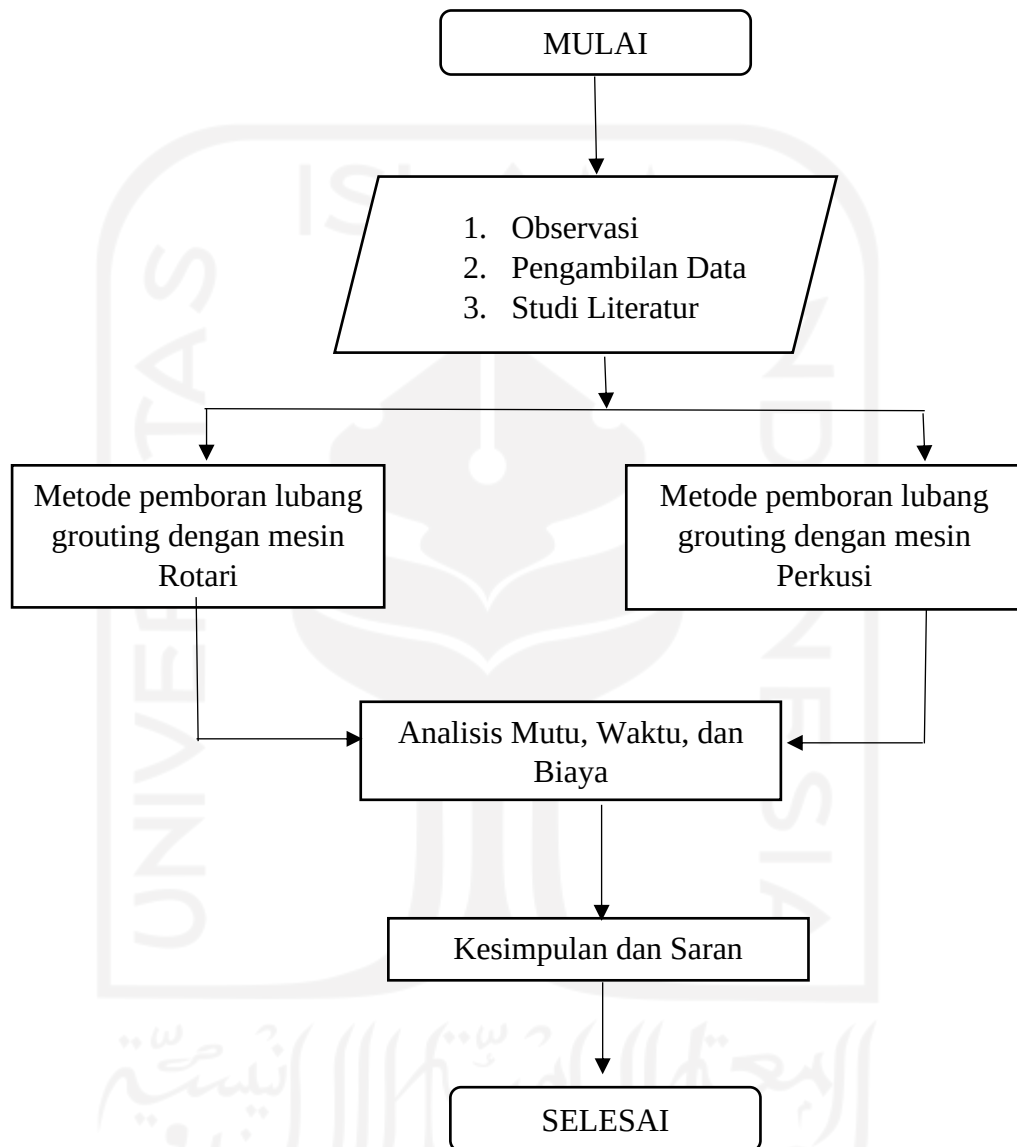
Analisis biaya dilakukan berdasarkan biaya langsung dan biaya tidak langsung. Analisis biaya langsung diperoleh dari nilai volume pekerjaan pemboran dikalikan dengan harga satuan pekerjaan pemboran dan analisis biaya tidak langsung diperoleh dari rencana biaya pengeluaran seperti gaji karyawan, kebutuhan umum, dll.

4. Analisis waktu

Analisis waktu dilakukan dengan mencatat kebutuhan waktu yang diperlukan dalam satu siklus pekerjaan pemboran kemudian di analisis dengan Persamaan 3.4 dan Persamaan 3.5. Kemudian dengan Persamaan 3.3 dapat diperoleh produktifitas yang dihasilkan dari metode Rotari dan metode Perkusi.

4.5 Tahapan Penelitian

Alur dari tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Tahapan Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data

Dalam pekerjaan ini, digunakan data primer yang diperoleh dari lapangan yang ditinjau. Metode yang digunakan adalah survei kondisi dan situasi lapangan sehingga didapatkan sejumlah informasi berdasarkan pengamatan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait. Selain itu juga diperoleh gambar titik bor untuk blanket grouting, sub curtain, dan curtain, dan data elevasi (Gambar 5.1 dan 5.2).



Gambar 5.1 Lokasi Grouting Sandaran Kiri



Gambar 5.2 Lokasi Grouting Sandaran Kanan

Sesuai dengan di Gambar 5.1 dan 5.2, jumlah titik grouting di proyek bendungan Tugu berjumlah 91 titik untuk blanket dengan jumlah kedalaman 455 m untuk masing-masing sandaran kiri dan sandaran kanan. Untuk kedalaman per stage 5 meter. Untuk kemudahan dalam identifikasi, Tabel 5.1 menyajikan kode-kode yang diperlukan.

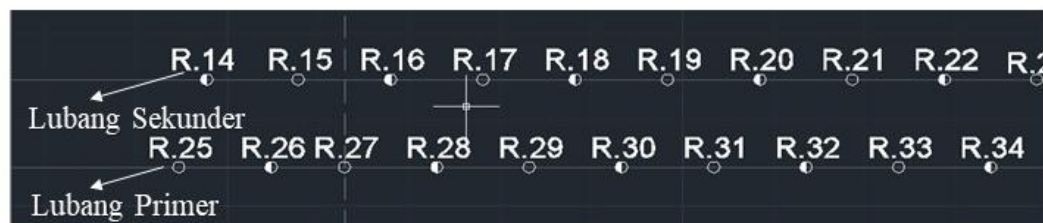
Tabel 5.1 Kode Titik Pemboran Blanket Sandaran Kanan Dengan Metode Rotari

No	Kode	Keterangan
1	R.1 s/d R.91	Titik bor dengan Metode Rotari di Sandaran Kanan
2	R-CH.1	Titik Check-Hole dengan Metode Rotari Sandaran Kanan

Tabel 5.2 Kode Titik Pemboran Blanket Sandaran Kiri Dengan Metode Perkusi

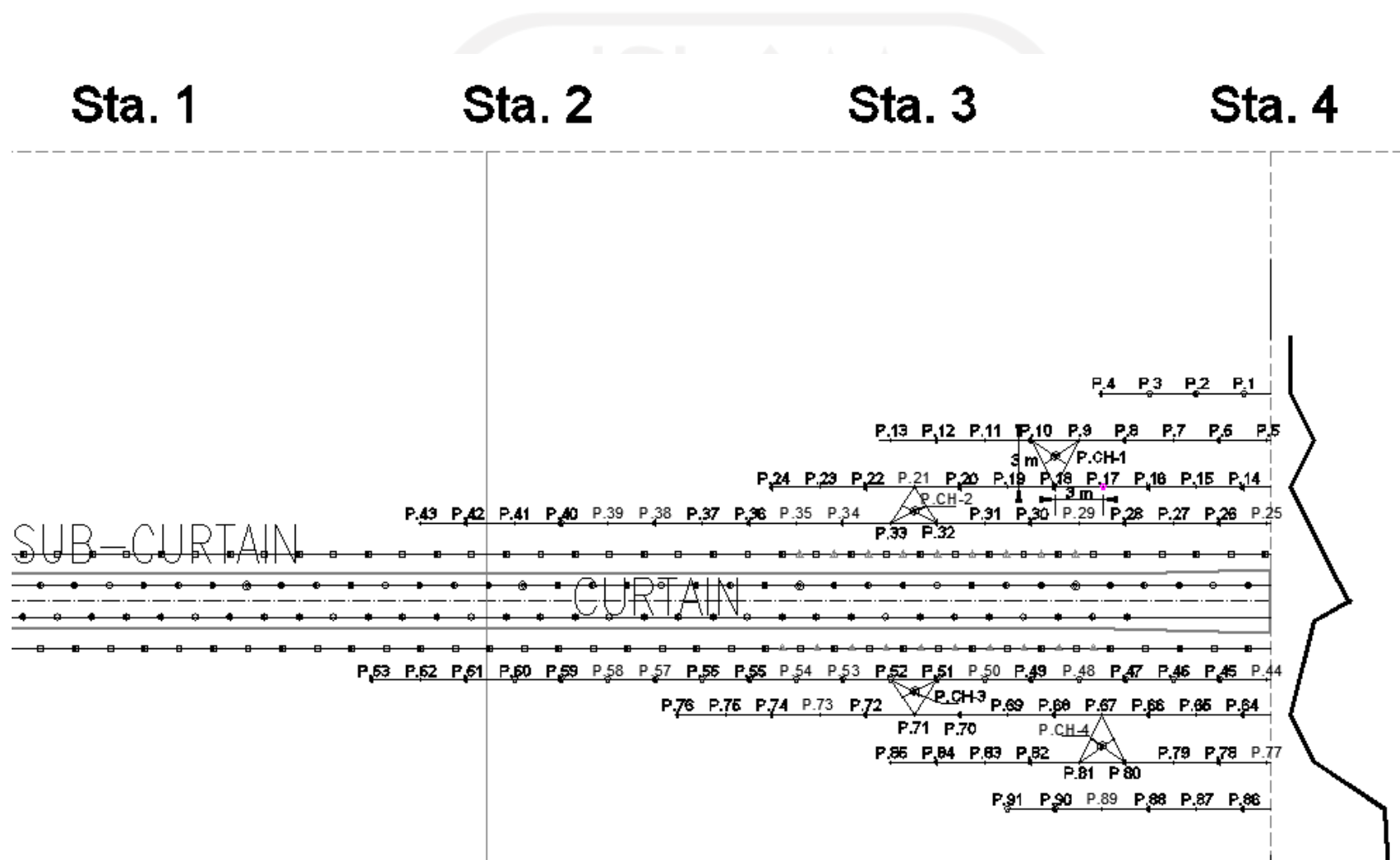
No	Kode	Keterangan
1	P.1 s/d P.91	Titik bor dengan Metode Perkusi di Sandaran Kiri
2	P-CH.1	Titik Check-Hole dengan Metode Perkusi Sandaran Kiri

Pekerjaan pemboran untuk lubang blanket dikerjakan pada lubang primer di ring primer dan diawali lajur paling luar kemudian dilanjutkan kedalam lajur berikutnya dengan metode lompat katak (*skip and loop*). Alur pemboran dengan metode lompat katak (*skip and loop*) dapat dilihat pada Gambar 5.3 di bawah ini.

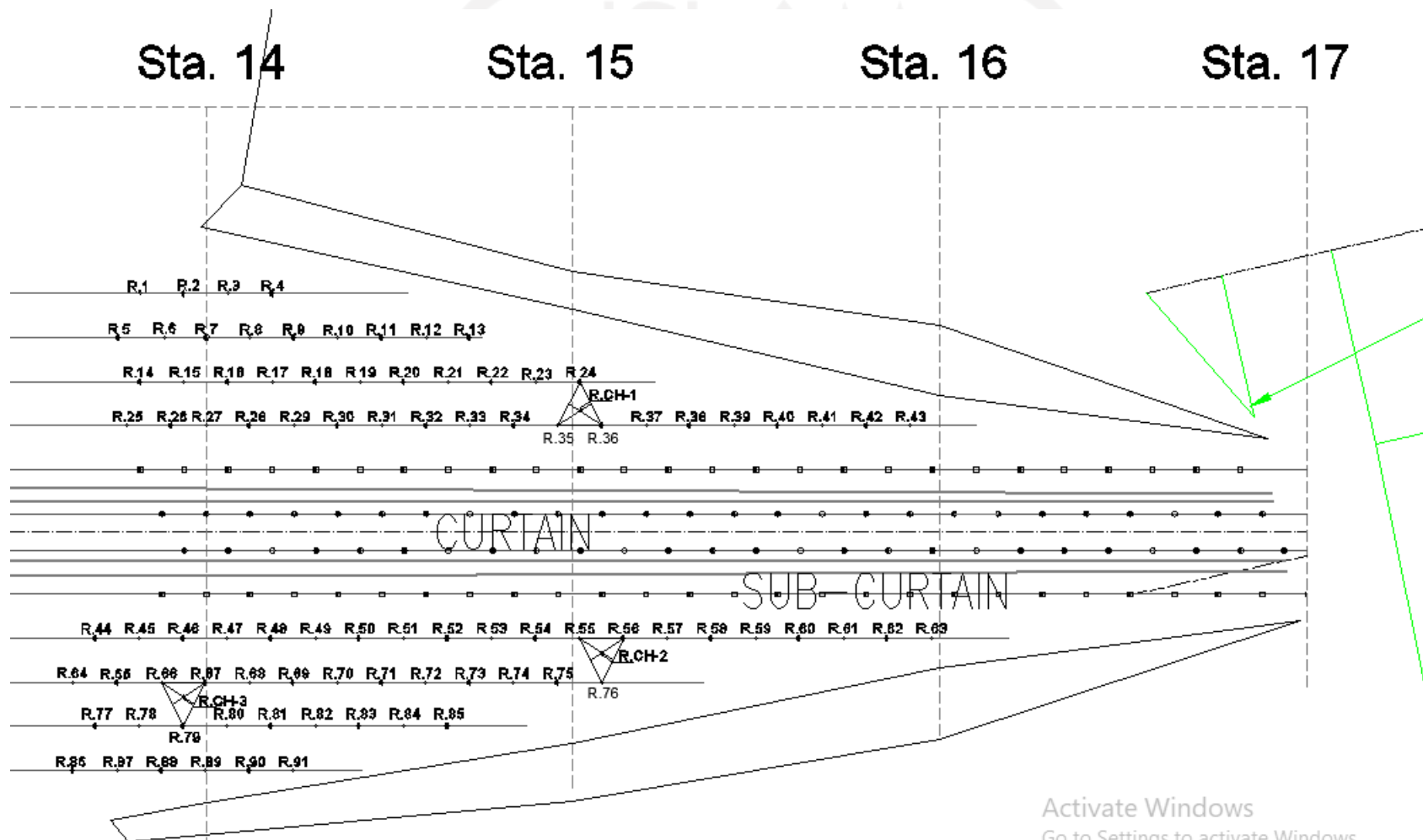


Gambar 5.3 Pemboran Lubang Blanket Dengan Metode Lompat Katak (*Skip and Loop*)

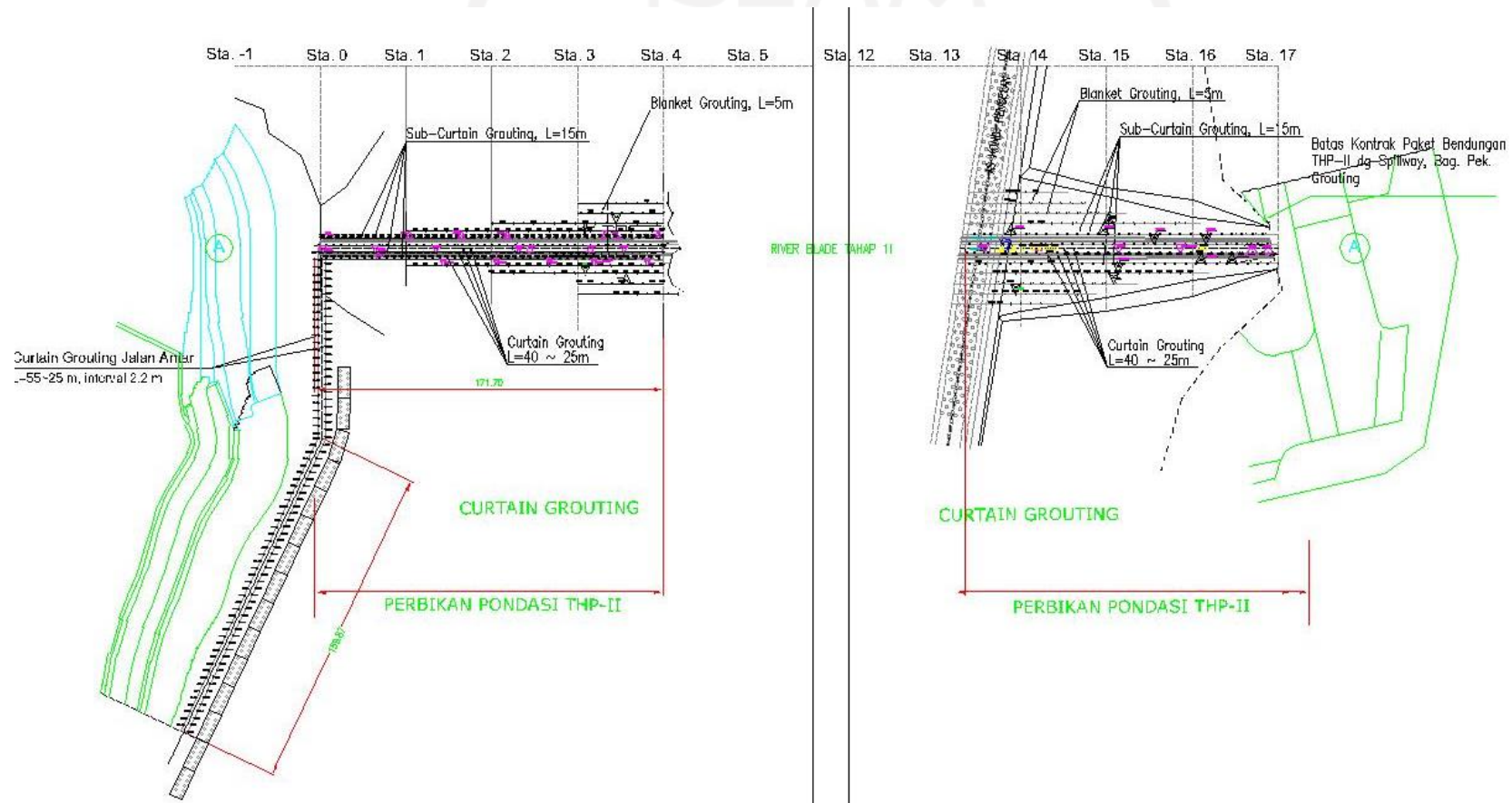
Pemboran pertama diawali pada lubang primer R.25 kemudian ke lubang primer R.27 dan kembali lagi ke lubang sekunder R.26. Setelah itu dilanjutkan lagi ke lubang primer R.29 dan diulangi ke lubang sekunder R.28 kembali dan seterusnya. Untuk pemboran pada sub certain dimulai setelah pekerjaan blanket grouting selesai dengan metode yang sama dengan lubang blanket yaitu lompat katak (*skip and loop*), diawali dengan row downstream apabila row downstream selesai kemudian dilanjutkan ke sisi upstream.



Gambar 5.4 Tampak Atas Titik Grouting pada Sandaran Kiri



Gambar 5.5 Tampak Atas Titik Grouting pada Sandaran Kanan



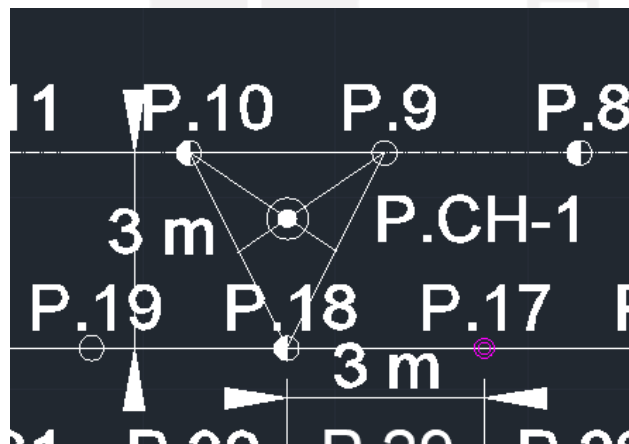
Gambar 5.6 Denah Tampak Atas Titik Groutig

5.2 Analisis Metode Kerja Pemboran Lubang Grouting

Analisis metode kerja dilakukan dengan cara melakukan trial pemboran dengan kedalaman 5 m, dan dilakukan test permeabilitas setiap 5 m. Trial pemboran dilakukan di area blanket dengan kedalaman 5 m.

1. Trial pemboran

Trial pemboran dilakukan untuk menentukan jarak antar titik sehingga diperoleh jarak titik yang ideal. Pemboran dilakukan di area blanket dengan kedalaman 5 meter dengan jarak antar titik 3 meter. Lokasi titik trial pemboran dapat dilihat pada Gambar 5.7 sebagai berikut.



Gambar 5.7 Titik Grouting Trial Pemboran

Berdasarkan hasil dari trial pemboran didapatkan hasil nilai Lugeon dalam Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Hasil Nilai Lugeon Trial Pemboran

Titik Lubang	Nilai Lugeon	Keterangan
P.17	64,26	<i>Pilot Hole</i>
P.18	23,33	
P.10	30,91	
P.9	52,31	
P.CH-1	4,9	Chek Hole

Dari data di lapangan diperoleh data untuk pengetesan nilai Lugeon di titik P.17 yaitu, Q (volume injeksi) sebesar 77,30 L/menit, P (Test Pressure) = 2,406 kg/m³, dan L (kedalaman yang dites) adalah 5 m, maka dengan Persamaan 3.1 dihitung sebagai berikut.

$$Lu = \frac{10 \times Q}{L \times p} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$Lu = \frac{10 \times 77,30}{5 \times 2,406} = 64,26$$

Berdasarkan hasil dari trial pemboran kemudian dianalisis menggunakan Persamaan 3.2 tentang efektifitas grouting sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Efs &= 100 - (KG/K) \times 100 \dots\dots\dots(3.2) \\ &= 100 - (P.CH-1 / P.17) \times 100 \\ &= 100 - (4,9/64,26) \times 100 \\ &= 92,37 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka dengan jarak antar titik 3 m diperoleh efektifitas grouting sebesar 92,37 % sehingga berdasarkan Tabel 3.1 termasuk dalam kategori sangat baik karena di atas 90%.

2. Metode Kerja Pemboran Perkusi dan Rotari

Pemboran menggunakan sistem Perkusi dilakukan pada area blanket di sandaran kiri sedangkan untuk area blanket pada sandaran kanan menggunakan mesin Rotari, untuk sub curtain dan curtain pada kedua sandaran menggunakan Rotari. Untuk pemboran metode Rotari mampu membuang slime menggunakan sirkulasi air sehingga mampu untuk kedalaman mencapai 100 m, untuk pemboran metode Perkusi menggunakan sistem tekanan angin untuk membuang slime sehingga optimal di kedalaman 5 m.

5.3 Analisis Waktu, Biaya, dan Mutu

Setelah dilakukan trial pemboran maka untuk selanjutnya dilakukan analisis waktu, biaya, dan mutu pada metode pemboran dengan metode Rotari dan metode Perkusi di bawah ini.

5.3.1 Analisis Waktu, Biaya, dan Mutu Pemboran Metode Rotari

Dalam subbab ini akan membahas tentang analisis waktu, biaya, dan mutu dari pemboran dengan metode Rotari pada 91 titik pemboran dengan kedalaman 5 m masing-masing, sehingga diperoleh volume kedalaman bor total 455 m. Metode ini dilaksanakan pada area blanket di sandaran kanan seperti di Gambar 5.6 di atas. Di bawah ini hasil dari analisis sebagai berikut.

1. Analisis Waktu

Analisis waktu pada pemboran lubang grouting dengan Metode Rotari dihitung dengan Persamaan 3.4 dan Persamaan 3.5. Terdapat 20 titik pemboran dan berdasarkan data pencatatan di lapangan diperoleh perhitungan *cycle time* rata-rata pemboran dengan Rotari pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Data Cycle Time Pemboran Dengan Metode Rotari

Titik No	Pt (detik)	Bt (detik)	At (detik)	St (detik)	Dt (detik)
R.1	5420	18100	1830	3610	1830
R.8	5500	17800	1860	3580	1765
R.12	5480	17900	1780	3540	1750
R.15	5520	18000	1765	3590	1790
R.19	5535	18300	1750	3610	1810
R.23	5450	18400	1850	3605	1820
R.27	5540	18250	1835	3750	1850
R.31	5510	17200	1800	3740	1890
R.37	5570	17350	1790	3800	1920
R.43	5400	18500	1785	3570	1760
R.45	5120	18450	1810	3700	1830
R.49	5355	17400	1840	3125	1815
R.55	5190	17980	1805	3555	1795
R.61	5200	18310	1815	3640	1530
R.64	5210	18060	1685	3585	1845
R.70	5200	18090	1732	3600	1890
R.76	5390	18350	1880	3630	1740
R.78	5380	18200	1734	3670	1830
R.82	5290	18500	1750	3510	1820
R.87	5740	16860	1904	3590	1720
Rata-Rata	5400	18000	1800	3600	1800

Pt = Waktu untuk mengambil posisi mesin bor ke titik pemboran (detik)

Bt = Waktu untuk pemboran (detik)

At = Waktu mengangkat *drilling root*/batang bor (detik)

St = Waktu untuk sambung *drilling root*/batang bor (detik)

Dt = Waktu untuk mengatasi hambatan (detik)

Dari perhitungan data-data di atas kemudian dihitung dengan Persamaan 3.5 diperoleh sebagai berikut.

$$Ct = Pt + Bt + At + St + Dt \dots\dots\dots(3.5)$$

$$Ct = 5400 + 18000 + 1800 + 3600 + 1800 = 30600 \text{ detik}$$

Diperoleh *cycle time* 30600 detik untuk kedalaman 5 meter. Kemudian dengan Persamaan 3.4 diperoleh kecepatan pemboran sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{H}{Ct} \times 3600 \dots\dots\dots(3.4) \\
 &= \frac{5}{30600} \times 3600 \\
 &= 0,58 \text{ m/jam}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan kecepatan pemboran diperoleh kecepatan 0,58 m/jam. Kemudian dengan menggunakan 5 mesin bor Rotari, berdasarkan Persamaan 3.3, diperoleh durasi pekerjaan sebesar sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Produktifitas pekerjaan} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \dots\dots\dots(3.3) \\
 \text{Durasi pekerjaan} &= \frac{455 \text{ m}}{(5 \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 0,58 \frac{\text{m}}{\text{jam}})} \\
 &= 19,34 \text{ hari} \approx 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pemboran pada area blanket di sandaran kanan menggunakan metode Rotari adalah 20 hari dengan jumlah mesin bor Rotari 5, sehingga untuk kecepatan pemboran dengan metode Rotari diperoleh 0,58 m/jam.

2. Analisi Biaya

Berikut ini merupakan analisis biaya pemboran dengan metode Rotari dimulai dengan melakukan analisis keofisien pekerjaan pada Tabel 5.5 pada blanket, analisis harga dasar alat pada Tabel 5.6 dan analisis harga satuan pada Tabel 5.7 untuk blanket.

Tabel 5.5 Analisis Koefisien Pemboran Blanket Dengan Metode Rotari per Meter

No	Uraian	Koef	Satuan
I	Asumsi		
	Jam Kerja Afektif	8,000	jam
II	Pemakaian bahan, alat dan tenaga		
1	Bahan		
	Mata bor	0,033	bh
	solar	1,600	liter
	oli	0,053	liter
	oli hidrolis	0,102	liter
	grace	0,092	kg
	air	1,000	ls
2	Alat		
a	Rotari		
	Kapasitas Alat	150,000	m
	Faktor efisiensi alat	0,850	
	Kecepatan pemboran (T1)	1,000	jam/m
	Kecepatan Pasang dan angkat rood, dll (T2)	0,600	jam/m
	Kcepatan total pemboran (T1+T2)	1,600	jam/m
	Kapasitas Q1	1,600	jam/meter
b	Diesel		
	Kapasitas alat	8,000	pk
	Faktor efisiensi alat (mengikuti kap. Rotari)	1,600	
3	Tenaga		
	Produksi menentukan : Rotari	1,600	jam/m
	Produksi pemboran / hari	5,000	m
	mandor	0,200	orang
	operator	1,000	orang
	pembantu operator	1,000	orang
	Pekerja	2,000	orang
	Koefisien Tenaga / m :		
	mandor	0,040	orang
	operator	0,200	orang
	pembantu operator	0,200	orang
	Pekerja	0,600	orang

Tabel 5.6 Analisis Harga Dasar Alat Rotari

NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
A	URAIAN PERALATAN				
	1. Jenis Peralatan	ROTARI DRILL			
	2. Tenaga	Pw	8	HP	
	3. Kapasitas	Cp	5	Meter	
	4. Alat Baru				
	a. Umur Ekonomis	A	4	Tahun	
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W	2.000	Jam	
	c. Harga Alat	B	23.000.000	Rupiah	
	5. Alat Yang Dipakai				
	a. Umur Ekonomis	A'	3	Tahun	80 % A
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W'	1.600	Jam	80 % W
	c. Harga Alat	B'	18.400.000	Rupiah	80 % B
B	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
	1. Nilai Sisa Alat	C	2.300.000	Rupiah	10% * B
	2. Faktor Angsuran Modal	D	0,47		$\frac{i \times (1 + i) \wedge A'}{(1 + i) \wedge A' - 1}$
	3. Biaya Pasti Per Jam				
	a. Biaya Pengembalaian Modal	E	4.776,92	Rupiah	$\frac{(B' - C) \times D}{W'}$
	b. Asuransi	F	23	Rupiah	$\frac{0,002 \times B'}{W'}$
	BIAYA PASTI PER JAM	G	4.799,92	Rupiah	(E + F)
C	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
	1. Bahan Bakar	H	15.260	Rupiah	(0,125-0,175 Liter/Hp/Jam)x Pw x Ms
	2. Pelumas	I	1.744	Rupiah	(0,01-0,02 Liter/Hp/Jam)x Pw x Mp

	3. Perawatan Dan Perbaikan	K	1.946,08	Rupiah	$\frac{(12,5 \% - 17,5 \%) \times B'}{W'}$
	4. Operator	L	25.000	Rupiah	(1 orang/jam) x U1
	5. Pembantu Operator	M	18.750	Rupiah	(1 orang/jam) x U2
	BIAYA OPERASI PER JAM	P	62.700,08	Rupiah	(H+I+K+L+M)
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM	S	67.500	Rupiah	(G+P)
E	LAIN-LAIN				
	1. Tingkat Suku Bung	I	0,20	% / Tahum	
	2. Upah Operator	U1	25.000	Rupiah	
	3. Upah Pembantu Operator	U2	18.750	Rupiah	
	4. Bahan Bakar Solar	Ms	10.900	Rupiah	
	5. Pelumas	Mp	25.000	Rupiah	

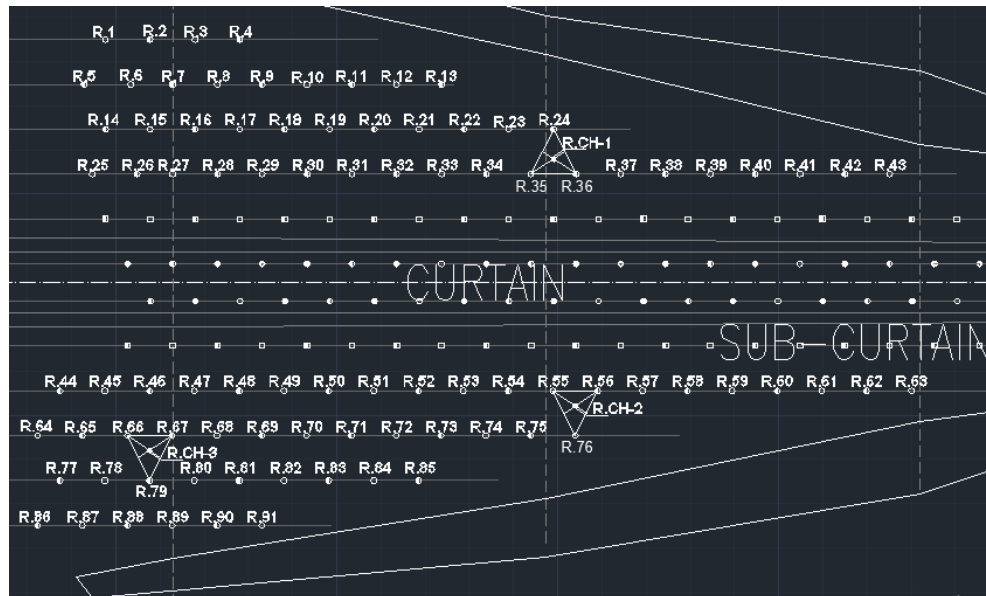
Tabel 5.7 Analisis Harga Satuan Pemboran Blanket Dengan Metode Rotari

no	Uraian	satuan	kuantitas/ koefisien	harga satuan	jumlah
	1	2	3	4	5
1	<u>Upah tenaga</u>				
	mandor	org/hr	0,04	Rp 85.000,00	Rp 3.400,00
	operator	org/hr	0,20	Rp 75.000,00	Rp 15.000,00
	pembantu operator	org/hr	0,20	Rp 72.500,00	Rp 14.500,00
	Pekerja	org/hr	0,60	Rp 72.500,00	Rp 43.500,00
Sub Jumlah I					Rp 76.400,00
2	<u>Bahan dan material</u>				
	mata bor	bh	0,03	Rp 450.000,00	Rp 15.000,00
	solar	liter	1,60	Rp 10.900,00	Rp 17.440,00
	oli	liter	0,05	Rp 25.000,00	Rp 1.333,33
	oli hidrolis	liter	0,10	Rp 25.000,00	Rp 2.550,00
	grase	kg	0,09	Rp 22.000,00	Rp 2.024,00
Sub Jumlah II					Rp 38.347,33
3	<u>Peralatan</u>				
	Rotari	jam	1,60	Rp 67.500,00	Rp 108.000,00
Sub Jumlah III					Rp 108.000,00
Sub Jumlah I+II+III					Rp 222.747,33
4	<u>Lain-lain</u>				
	Keuntungan		10% Sub Jumlah I+II+III		Rp 22.274,73
Sub Jumlah IV					Rp 22.274,73
Jumlah Harga Sub Jumlah I+II+III+IV					Rp 245.022,07

Berdasarkan analisis harga satuan pada Tabel 5.7, maka total biaya dari metode pemboran dengan metode Rotari adalah sebesar 455 m dikalikan dengan harga satuan per meter Rp 245.022,07 yaitu Rp 111.485.040,00

3. Analisis Mutu

Analisis dilakukan dengan mengambil nilai lugeon pada lubang blanket kemudian dibandingkan dengan hasil dari lubang *check hole*. Lubang *check hole* diambil 3 titik pada sandaran kanan yaitu R.CH-1, R.CH-2, dan R.CH-3 dapat dilihat pada Gambar 5.8 di bawah ini.



Gambar 5.8 Titik Pemboran *Check Hole* Pada Sandaran Kanan

Hasil dari pengujian lugeon lubang blanket di sandaran kanan dapat dilihat pada Tabel 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.8 Nilai Lugeon Pada Blanket Sandaran Kanan Dengan Metode Rotari

No	Titik	Lugeon	No	Titik	Lugeon	No	Titik	Lugeon
1	R.1	0,77	32	R.32	1,26	63	R.63	23,55
2	R.2	0,68	33	R.33	2,03	64	R.64	0,47
3	R.3	41,22	34	R.34	1,68	65	R.65	2,19
4	R.4	1,82	35	R.35	8,84	66	R.66	7,51
5	R.5	1,54	36	R.36	9,23	67	R.67	34,28
6	R.6	1,2	37	R.37	14,4	68	R.68	2,66
7	R.7	0,83	38	R.38	33,16	69	R.69	0,89
8	R.8	9,88	39	R.39	46,75	70	R.70	22,47
9	R.9	0,98	40	R.40	10	71	R.71	1,48
10	R.10	1,47	41	R.41	25,16	72	R.72	1,98
11	R.11	0,45	42	R.42	8,31	73	R.73	10,47
12	R.12	5,5	43	R.43	20	74	R.74	9,5
13	R.13	15,1	44	R.44	2,52	75	R.75	5,52
14	R.14	0,25	45	R.45	2,92	76	R.76	7,1
15	R.15	2,71	46	R.46	1,38	77	R.77	3,69
16	R.16	2,23	47	R.47	2,62	78	R.78	24,43
17	R.17	1,96	48	R.48	0,75	79	R.79	1,31
18	R.18	0,27	49	R.49	0,47	80	R.80	0,84
19	R.19	5,21	50	R.50	3,32	81	R.81	2,07
20	R.20	1,71	51	R.51	1,6	82	R.82	19,27
21	R.21	1,03	52	R.52	1,75	83	R.83	23,06
22	R.22	1,08	53	R.53	7,78	84	R.84	52,95
23	R.23	6,11	54	R.54	1,77	85	R.85	5,06
24	R.24	6,5	55	R.55	15,49	86	R.86	1,3
25	R.25	1,82	56	R.56	11,27	87	R.87	6,67
26	R.26	1,64	57	R.57	48,97	88	R.88	0,89
27	R.27	1,02	58	R.58	2,01	89	R.89	10,93
28	R.28	1,54	59	R.59	19,63	90	R.90	0,75
29	R.29	46,69	60	R.60	22,86	91	R.91	1,36
30	R.30	0,9	61	R.61	10,75	Standar deviasi = 12,46		
31	R.31	32,13	62	R.62	20,87			

Untuk nilai lugeon dibawah nilai 3 sebesar 53 % dan diatas 3 sebesar 43 % dengan standar deviasi 12,46.

Tabel 5.9 Nilai Lugeon Pada *Check Hole* Blanket Sandaran Kanan Dengan Metode Rotari

No	Titik <i>Check Hole</i>	Lugeon
1	R.CH-1	1,2
2	R.CH-2	1,5
3	R.CH-3	2,77

Nilai KG diperoleh dari nilai *check hole* di Tabel 5.7 dan nilai K diperoleh di Tabel 5.6 berdasarkan 3 titik segitiga di Gambar 5.9 di atas. Berikut perhitungan keefektifitas grouting dengan Persamaan 3.2 sebagai berikut

$$a. Efs = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

$$= 100 - (R.CH-1/((R.24 + R.35 + R.36)/3) \times 100$$

$$= 100 - (1,22 / ((6,5 + 8,84 + 9,23)/3) \times 100$$

$$= 85,35 \%$$

$$b. Efs = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

$$= 100 - (R.CH-2/((R.76 + R.55 + R.56)/3) \times 100$$

$$= 100 - (1,5 / ((7,1 + 15,49 + 11,27)/3) \times 100$$

$$= 86,71 \%$$

$$b. Efs = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

$$= 100 - (R.CH-3/((R.66 + R.67 + R.79)/3) \times 100$$

$$= 100 - (2,77 / ((7,51 + 34,28 + 1,31)/3) \times 100$$

$$= 80,72 \%$$

Dari hasil analisis keefektifan grouting di atas maka sesuai dengan Tabel 5.6 maka efektifitas dari grouting berada pada 60 - 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik berdasarkan pada Tabel 3.1 Efektifitas Grouting dan Pengaruhnya.

5.3.2 Analisis Waktu, Biaya, dan Mutu Pemboran Metode Perkusi

Dalam subbab ini akan membahas tentang analisis waktu, biaya, dan mutu dari pemboran dengan metode Perkusi. Metode Perkusi ini dilaksanakan pada area sandaran kiri seperti di Gambar 5.5. Di bawah ini hasil dari analisis sebagai berikut.

1. Analisis Waktu

Analisis waktu pada pemboran lubang grouting dengan metode Perkusi dihitung dengan Persamaan 3.4 dan Persamaan 3.5. Terdapat pada 91 titik pemboran dengan kedalaman 5 m masing-masing, sehingga diperoleh volume kedalaman bor total 455 m. Berdasarkan hasil pencatatan data di lapangan

diperoleh *cycle time* rata-rata pemboran dengan Metode Perkusi pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Data *Cycle Time* Pemboran Dengan Metode Perkusi

Titik No	Pt (detik)	Bt (detik)	At (detik)	St (detik)	Dt (detik)
L.1	600	3650	30	60	530
L.7	650	3580	25	60	531
L.11	620	3570	30	65	534
L.15	560	3590	30	65	527
L.19	570	3620	35	55	529
L.23	610	3610	35	55	528
L.27	605	3630	25	70	521
L.33	620	3625	32	50	522
L.37	580	3630	28	60	524
L.41	590	3615	29	60	526
L.46	550	3655	36	50	523
L.50	585	3700	30	70	528
L.56	630	3710	25	60	529
L.62	625	3645	35	60	549
L.65	605	3170	25	60	528
L.69	602	3740	31	60	530
L.73	601	3615	35	50	548
L.79	623	3783	36	50	525
L.83	606	3690	32	70	521
L.87	568	3172	16	70	519
Rata-rata	600	3600	30	60	528,6

Pt = Waktu untuk mengambil posisi mesin bor ke titik pemboran (detik)

Bt = Waktu untuk pemboran (detik)

At = Waktu mengangkat *drilling root*/batang bor (detik)

St = Waktu untuk sambung *drilling root*/batang bor (detik)

Dt = Waktu untuk mengatasi hambatan (detik)

Dari perhitungan data-data di atas kemudian dihitung dengan Persamaan 3.5 diperoleh sebagai berikut.

$$Ct = Pt + Bt + At + St + Dt \dots \dots \dots (3.5)$$

$$Ct = 600 + 3600 + 30 + 60 + 528,6 = 4818,6 \text{ detik}$$

Dari perhitungan *cycle time* dengan Persamaan 3.5 diperoleh 4818,6 detik untuk kedalaman 5 meter. Kemudian dengan Persamaan 3.4 diperoleh kecepatan pemboran sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V &= \frac{H}{Ct} \times 3600 \dots \dots \dots (3.4) \\ &= \frac{5}{4818,6} \times 3600 \\ &= 3,73 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

Dari perhitungan kecepatan pemboran diperoleh kecepatan 3,73 m/jam. Kemudian dengan menggunakan 5 mesin bor Perkusi dengan Persamaan 3.2 diperoleh durasi pekerjaan pemboran lubang blanket di sandaran kiri sebesar sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas pekerjaan} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \dots \dots \dots (3.3) \\ \text{Durasi pekerjaan} &= \frac{455 \text{ m}}{(5 \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 3,73 \frac{\text{m}}{\text{jam}})} \\ &= 3,05 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pemboran lubang blanket di sandaran kiri menggunakan metode Perkusi adalah 3 hari dengan jumlah mesin Perkusi 5 buah dengan kecepatan pemboran 3,73 m/jam.

2. Analisa Biaya

Berikut ini merupakan analisis biaya pemboran dengan metode Perkusi dimulai dengan melakukan analisis keefisien pekerjaan pada Tabel 5.11 pada blanket. Analisis harga dasar alat Perkusi pada Tabel 5.12, analisis harga dasar kompresor pada Tabel 5.13, dan analisis harga dasar generator set pada Tabel 5.14 dan analisis harga satuan pada Tabel 5.15.

Tabel 5.11 Analisis Koefisien Pemboran Blanket Dengan Metode Perkusi Per Meter

No	Uraian	Koef	Satuan
I	Asumsi		
	Jam Kerja Afektif	8	jam
II	Pemakaian bahan, alat dan tenaga		
1	Bahan		
	solar	1,33	liter
	oli	0,03	liter
	grace	0,03	Kg
	Bor	0,05	Bh
2	Alat		
a	Rotari		
	Kapasitas Alat	15	m
	Faktor efisiensi alat	0,83	
	Kecepatan pemboran (T1)	0,2	jam/m
	Kecepatan Pasang dan angkat rood, dll (T2)	0,067	jam/m
	Kacepatan total pemboran (T1+T2)	0,267	jam/m
b	Generator set		
	Kapasitas alat	24	pk
	Faktor efisiensi alat (mengikuti kap. Perkusi)	0,83	
	Kapasitas Produksi (mengikuti kap. Perkusi)	0,267	Jam/m
c	Kompresor		
	Kapasitas alat	24	pk
	Faktor efisiensi alat (mengikuti kap. Perkusi)	0,83	
	Kapasitas Produksi (mengikuti kap. Perkusi)	0,267	Jam/m
3	Tenaga		
	Produksi menentukan : Perkusi	0,267	jam/m
	Produksi pemboran / hari	30	m
	mandor	0,5	orang
	operator	1,000	orang
	pembantu operator	3,000	orang
	Pekerja	5,000	orang
	Koefisien Tenaga / m :		
	mandor	0,02	orang
	operator	0,03	orang
	pembantu operator	0,1	orang
	Pekerja	0,17	orang

Tabel 5.12 Analisis Harga Dasar Alat Perkusi

NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
A	URAIAN PERALATAN				
	6. Jenis Peralatan	PERKUSI DRILL			
	7. Tenaga	Pw	-	HP	
	8. Kapasitas	Cp	15	Meter	
	9. Alat Baru				
	a. Umur Ekonomis	A	4	Tahun	
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W	2.000	Jam	
	c. Harga Alat	B	166.000.000	Rupiah	
	10. Alat Yang Dipakai				
	a. Umur Ekonomis	A'	3	Tahun	80 % A
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W'	1.600	Jam	80 % W
	c. Harga Alat	B'	132.800.000	Rupiah	80 % B
B	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
	1. Nilai Sisa Alat	C	16.600.000	Rupiah	10% * B
	2. Faktor Angsuran Modal	D	0,45		$\frac{i \times (1 + i) \wedge A'}{(1 + i) \wedge A' - 1}$
NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
	3. Biaya Pasti Per Jam				
	a. Biaya Pengembalaian Modal	E	32.860,64	Rupiah	$\frac{(B' - C) \times D}{W'}$
	b. Asuransi	F	160	Rupiah	$\frac{0,002 \times B'}{W'}$
	BIAYA PASTI PER JAM	G	33.026,64	Rupiah	(E + F)
C	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
	1. Bahan Bakar	H	-	Rupiah	(0,125-0,175 Liter/Hp/Jam)x Pw x Ms

	2. Pelumas	I	-	Rupiah	$(0,01-0,02 \text{ Liter/Hp/Jam}) \times P_w \times M_p$
	3. Perawatan Dan Perbaikan	K	14.712,03	Rupiah	$\frac{(12,5 \% - 17,5 \%) \times B'}{W'}$
	4. Operator	L	25.000	Rupiah	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$
	5. Pembantu Operator	M	18.750	Rupiah	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$
	BIAYA OPERASI PER JAM	P	58.462,03	Rupiah	$(H+I+K+L+M)$
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM	S	91.480	Rupiah	$(G+P)$
E	LAIN-LAIN				
	1. Tingkat Suku Bung	I	0,20	% / Tahun	
	2. Upah Operator	U1	25.000	Rupiah	
NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
	3. Upah Pembantu Operator	U2	18.750	Rupiah	
	4. Bahan Bakar Solar	Ms	10.900	Rupiah	
	5. Pelumas	Mp	25.000	Rupiah	

Tabel 5.13 Analisis Harga Dasar Alat Kompresor

NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
A	URAIAN PERALATAN				
	1. Jenis Peralatan	Kompresor			
	2. Tenaga	Pw	60	HP	
	3. Kapasitas	Cp	10	Bar	
	4. Alat Baru				
	a. Umur Ekonomis	A	5	Tahun	
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W	2.000	Jam	
	c. Harga Alat	B	350.000.000	Rupiah	
	5. Alat yang Dipakai				
	a. Umur Ekonomis	A'	4	Tahun	80 % A
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W'	1.600	Jam	80 % W
	c. Harga Alat	B'	280.000.000	Rupiah	80 % B
B	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
	1. Nilai Sisa Alat	C	35.000.000	Rupiah	10% * B
	2. Faktor Angsuran Modal	D	0,38		$\frac{i \times (1 + i) \wedge A'}{(1 + i) \wedge A' - 1}$
NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
	3. Biaya Pasti Per Jam				
	a. Biaya Pengembalaian Modal	E	59.150,52	Rupiah	$\frac{(B' - C) \times D}{W'}$
	b. Asuransi	F	350	Rupiah	$\frac{0,002 \times B'}{W'}$
	BIAYA PASTI PER JAM	G	59.500,52	Rupiah	(E + F)
C	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
	1. Bahan Bakar	H	81.750,00	Rupiah	(0,125-0,175 Liter/Hp/Jam)x Pw x Ms

	2. Pelumas	I	6.540,00	Rupiah	$(0,01-0,02 \text{ Liter/Hp/Jam}) \times P_w \times M_p$
	3. Perawatan Dan Perbaikan	K	26.250,00	Rupiah	$\frac{(12,5 \% - 17,5 \%) \times B'}{W'}$
	4. Operator	L	25.000	Rupiah	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$
	5. Pembantu Operator	M	18.750	Rupiah	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$
	BIAYA OPERASI PER JAM	P	158.290,00	Rupiah	$(H+I+K+L+M)$
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM	S	217.790,52	Rupiah	$(G+P)$
E	LAIN-LAIN				
	1. Tingkat Suku Bung	I	0,20	% / Tahun	
	2. Upah Operator	U1	25.000	Rupiah	
NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
	3. Upah Pembantu Operator	U2	18.750	Rupiah	
	4. Bahan Bakar Solar	Ms	10.900	Rupiah	
	5. Pelumas	Mp	25.000	Rupiah	

Tabel 5.14 Analisis Harga Dasar Alat Generator Set

NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
A	URAIAN PERALATAN				
	1. Jenis Peralatan	Generator Set			
	2. Tenaga	Pw	75	HP	
	3. Kapasitas	Cp	100	KVA	
	4. Alat Baru				
	a. Umur Ekonomis	A	5	Tahun	
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W	2.000	Jam	
	c. Harga Alat	B	350.000.000	Rupiah	
	5. Alat yang Dipakai				
	a. Umur Ekonomis	A'	4	Tahun	80 % A
	b. Jam Kerja dalam 1 tahun	W'	1.600	Jam	80 % W
	c. Harga Alat	B'	280.000.000	Rupiah	80 % B
B	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
	1. Nilai Sisa Alat	C	35.000.000	Rupiah	10% * B
	2. Faktor Angsuran Modal	D	0,47		$\frac{i \times (1 + i) \wedge A'}{(1 + i) \wedge A' - 1}$
NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
	3. Biaya Pasti Per Jam				
	a. Biaya Pengembalaian Modal	E	72.692,31	Rupiah	$\frac{(B' - C) \times D}{W'}$
	b. Asuransi	F	350	Rupiah	$\frac{0,002 \times B'}{W'}$
	BIAYA PASTI PER JAM	G	73.041,93	Rupiah	(E + F)
C	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
	1. Bahan Bakar	H	143.062,50	Rupiah	(0,125-0,175 Liter/Hp/Jam)x Pw x Ms

	2. Pelumas	I	8,175,00	Rupiah	$(0,01-0,02 \text{ Liter/Hp/Jam}) \times P_w \times M_p$
	3. Perawatan Dan Perbaikan	K	26.250,00	Rupiah	$\frac{(12,5 \% - 17,5 \%) \times B'}{W'}$
	4. Operator	L	25.000	Rupiah	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$
	5. Pembantu Operator	M	18.750	Rupiah	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$
	BIAYA OPERASI PER JAM	P	221.237,50	Rupiah	$(H+I+K+L+M)$
D	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM	S	294.279,43	Rupiah	$(G+P)$
E	LAIN-LAIN				
	1. Tingkat Suku Bung	I	0,20	% / Tahun	
	2. Upah Operator	U1	25.000	Rupiah	
NO	Uraian	Kode	Koef	Satuan	Keterangan
	3. Upah Pembantu Operator	U2	18.750	Rupiah	
	4. Bahan Bakar Solar	Ms	10.900	Rupiah	
	5. Pelumas	Mp	25.000	Rupiah	

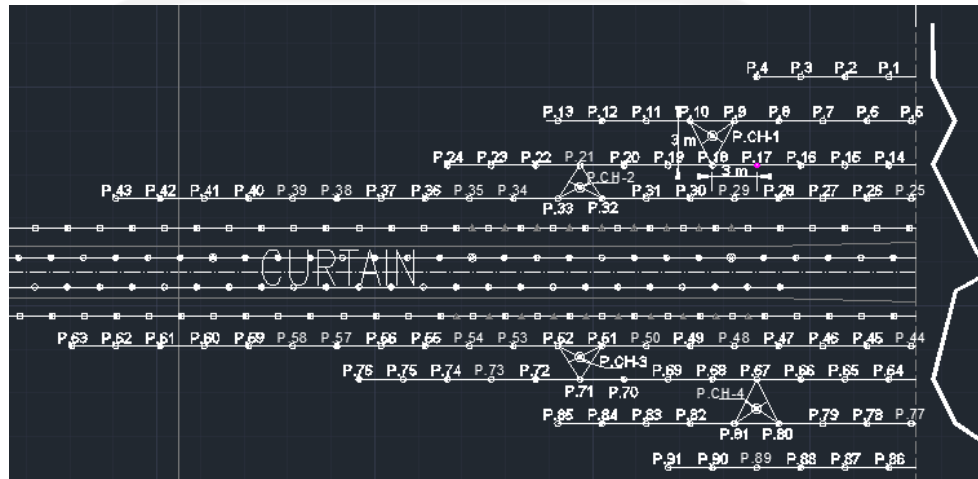
Tabel 5.15 Analisis Harga Satuan Pemboran Blanket Dengan Metode Perkusi

No	Uraian	Satuan	Kuantitas/ Koefisien	Harga Satuan	Jumlah
	1	2	3	4	5
1	<u>Upah tenaga</u>				
	mandor	org/hr	0,02	Rp 85.000,00	Rp 1.416,67
	operator	org/hr	0,03	Rp 75.000,00	Rp 2.500,00
	pembantu operator	org/hr	0,10	Rp 72.500,00	Rp 7.250,00
	Pekerja	org/hr	0,17	Rp 72.500,00	Rp 12.083,33
Sub Jumlah I					Rp 23.250,00
2	<u>Bahan dan material</u>				
	Mata Bor	bh	0,05	Rp 450.000,00	Rp 22.500,00
	solar	liter	1,33	Rp 10.900,00	Rp 14.533,33
	oli	liter	0,03	Rp 25.000,00	Rp 833,33
	grase	kg	0,03	Rp 22.000,00	Rp 733,33
Sub Jumlah II					Rp 38.600,00
3	<u>Peralatan</u>				
	Perkusi	jam	0,27	Rp 91.480,00	Rp 24.394,67
	Generator set	jam	0,27	Rp 294.279,00	Rp 78.474,40
	Kompresor	jam	0,27	Rp 217.791,00	Rp 58.077,60
Sub Jumlah III					Rp 160.946,67
Sub Jumlah I+II+III					Rp 222.796,67
4	<u>Lain-lain</u>				
	Keuntungan		10% Sub Jumlah I+II+III		Rp 22.279,67
Sub Jumlah IV					Rp 22.279,67
Jumlah Harga Sub Jumlah I+II+III+IV					Rp 245.076,33

Berdasarkan analisis harga satuan pada Tabel 5.15, maka total biaya dari metode pemboran dengan Metode Perkusi adalah sebesar 455 m dikalikan dengan harga satuan per meter Rp 245.076,33 yaitu Rp 111.509.731,67.

3. Analisis Mutu

Analisis dilakukan dengan mengambil nilai lugeon pada lubang blanket kemudian dibandingkan dengan hasil dari lubang *check hole*. Lubang *check hole* diambil 3 titik pada sandaran kanan yaitu P.CH-2, P.CH-3, dan P.CH-4 dapat dilihat pada Gambar 5.9 di bawah ini.



Gambar 5.9 Titik Pemboran *Check Hole* Pada Sandaran Kiri

Hasil dari pengujian lugeon lubang blanket di sandaran kanan dapat dilihat pada Tabel 5.16 di bawah ini.

Tabel 5.16 Nilai Lugeon Pada Blanket Sandaran Kiri Dengan Metode Perkusi

No	Titik	Lugeon	No	Titik	Lugeon	No	Titik	Lugeon
1	P.1	33,2	32	P.32	34,79	63	P.63	13,56
2	P.2	21,58	33	P.33	21,28	64	P.64	0,54
3	P.3	28,51	34	P.34	21,98	65	P.65	2,96
4	P.4	62,46	35	P.35	23,5	66	P.66	14,15
5	P.5	15,82	36	P.36	8,82	67	P.67	7,58
6	P.6	21,22	37	P.37	1,79	68	P.68	1,35
7	P.7	25,51	38	P.38	1,8	69	P.69	0,35
8	P.8	24,42	39	P.39	0,96	70	P.70	1,15
9	P.9	52,31	40	P.40	18,57	71	P.71	18,3
10	P.10	30,91	41	P.41	9,31	72	P.72	1,42
11	P.11	13,2	42	P.42	4,01	73	P.73	24,17
12	P.12	17,17	43	P.43	24,58	74	P.74	11,26
13	P.13	35,94	44	P.44	26,7	75	P.75	19,78
14	P.14	14,08	45	P.45	1,52	76	P.76	12,37
15	P.15	25,33	46	P.46	16,43	77	P.77	39,13
16	P.16	56,88	47	P.47	16,42	78	P.78	18,51
17	P.17	64,26	48	P.48	0,51	79	P.79	4,97
18	P.18	23,33	49	P.49	1,49	80	P.80	24,18
19	P.19	47,01	50	P.50	61,97	81	P.81	11,82
20	P.20	3,07	51	P.51	21,23	82	P.82	1,53
21	P.21	47,71	52	P.52	30,86	83	P.83	1,52
22	P.22	14,42	53	P.53	10,42	84	P.84	18,66
23	P.23	33,61	54	P.54	21,82	85	P.85	13,68
24	P.24	20,36	55	P.55	18,88	86	P.86	14,52
25	P.25	3,06	56	P.56	17,91	87	P.87	28,49
26	P.26	1,15	57	P.57	7,29	88	P.88	7,36
27	P.27	11,6	58	P.58	1,87	89	P.89	27,95
28	P.28	1,02	59	P.59	5,99	90	P.90	8,01
29	P.29	1,79	60	P.60	15,66	91	P.91	4,43
30	P.30	32,42	61	P.61	2,06	STANDAR DEVIASI = 15,25		
31	P.31	27,77	62	P.62	4,88			

untuk nilai lugeon dibawah nilai 3 sebesar 31 % dan diatas 3 sebesar 79 % dengan standar deviasi 15,25.

Tabel 5.17 Nilai Lugeon Pada *Check Hole* Blanket Sandaran Kiri Dengan Metode Perkusi

No	Titik <i>Check Hole</i>	Lugeon
1	P.CH-2	0,87
2	P.CH-3	2,04
3	P.CH-4	2,34

Nilai KG diperoleh dari nilai *check hole* di Tabel 5.17 dan nilai K diperoleh di Tabel 5.14 berdasarkan 3 titik segitiga di Gambar 5.10 di atas. Berikut perhitungan keefektifitas grouting dengan Persamaan 3.2 sebagai berikut

$$\text{a. Efs} = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

$$= 100 - (P.CH-2 / ((P.21 + P.32 + P.33) / 3))$$

$$= 100 - (0,87 / ((47,71 + 34,79 + 21,28) / 3)) \times 100$$

$$= 97,49 \%$$

$$\text{b. Efs} = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

$$= 100 - (P.CH-3 / ((P.71 + P.51 + P.52) / 3))$$

$$= 100 - (2,04 / ((18,3 + 21,23 + 30,86) / 3)) \times 100$$

$$= 91,31 \%$$

$$\text{b. Efs} = 100 - (KG/K) \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$

$$= 100 - (P.CH-4 / ((P.67 + P.80 + P.81) / 3))$$

$$= 100 - (2,34 / ((7,58 + 24,18 + 11,82) / 3)) \times 100$$

$$= 83,89 \%$$

Dari hasil analisis keefektifan grouting di atas maka sesuai dengan Tabel 3.1 maka efektifitas dari grouting berada pada 60 - 90 % dan di atas 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik dan sangat baik.

5.3.3 Pengeluaran Biaya Tidak Langsung

Berdasarkan biaya tidak langsung yang diperoleh dari data Rencana Kerja Proyek (RKP) didapat perincian pada Tabel 5.18 di bawah ini.

Tabel 5.18 Rincian Pengeluaran Biaya Tidak Langsung

No	Rincian	Bobot
1	Sekretariat	0,10 %
2	Fasilitas Kantor	0,91 %
3	Personalia	1,41 %
4	Keuangan	0,98 %
5	Kendaraan	0,22 %
6	Umum	0,58 %
Total		4,20 %

Berdasarkan Tabel 5.18 diperoleh biaya tidak langsung sebesar 4,20% dari nilai pagu proyek sebesar Rp 764.517.000.800 yaitu Rp 32.109.711.003. Dengan waktu pekerjaan 1104 hari maka biaya tidak langsung yang dikeluarkan tiap hari sebesar Rp 31.666.384.

5.4 Pembahasan Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis maka dari Subbab 5.2 hingga Subbab 5.3 maka dapat ditunjukkan pembahasan hasil analisis sebagai berikut.

a. **Pembahasan Analisis Waktu**

Berdasarkan hasil analisis waktu untuk metode Rotari pada sandaran kanan menghasilkan perhitungan *cycle time* 30600 detik untuk kedalaman 5 meter. Kecepatan pemboran 0,58 m/jam dan durasi pekerjaan 20 hari dengan jumlah mesin 5 unit. Sedangkan untuk metode Perkusi pada sandaran kiri menghasilkan perhitungan *cycle time* 4818,6 detik untuk kedalaman 5 meter. Kecepatan pemboran 3,73 m/jam dan durasi pekerjaan 3 hari dengan jumlah mesin 5 unit

b. **Pembahasan Analisis Biaya**

Hasil analisis biaya untuk metode Rotari pada sandaran kanan menghasilkan perhitungan harga satuan sebesar Rp 245.022,07 per meter, sehingga dikalikan dengan volume pemboran blanket pada sandaran kanan sebesar 455 m diperoleh biaya langsung sebesar Rp 111.485.040,00 dan biaya tidak langsung diperoleh dari durasi pekerjaan 20 hari dikalikan dengan pengeluaran biaya tidak langsung per hari sebesar Rp 31.666.384 maka

diperoleh Rp 633.327.692, sehingga total biaya dari penjumlahan antara biaya langsung dan tidak langsung sebesar Rp 744.812.732.

Hasil analisis biaya untuk metode Perkusi pada sandaran kiri menghasilkan perhitungan harga satuan sebesar Rp 245.076,33 per meter, sehingga dikalikan dengan volume pemboran blanket pada sandaran kiri sebesar 455 m diperoleh biaya langsung sebesar Rp 111.509.731,67 dan biaya tidak langsung diperoleh dari durasi pekerjaan 3 hari dikalikan dengan pengeluaran biaya tidak langsung per hari sebesar Rp 31.666.384 maka diperoleh Rp 94.999.154, sehingga total biaya dari penjumlahan antara biaya langsung dan tidak langsung sebesar Rp 206.508.885.

c. Pembahasan Analisis Mutu

Hasil analisis untuk Metode Rotari pada sandaran kanan menghasilkan mutu hasil efektifitas grouting berada pada 60 - 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik. Sedangkan untuk nilai lugeon dibawah nilai 3 sebesar 53 % dan diatas 3 sebesar 43 % dengan standar deviasi 12,46.

Hasil analisis Metode Perkusi pada sandaran kiri menghasilkan mutu hasil efektifitas grouting berada pada 60 - 90 % dan di atas 90 % maka pengaruh grouting termasuk dalam kategori baik dan sangat baik. Sedangkan untuk nilai lugeon dibawah nilai 3 sebesar 31 % dan diatas 3 sebesar 79 % dengan standar deviasi 15,25. Berdasarkan nilai standar deviasi yang tinggi di sandaran kiri menunjukkan bahwa bentuk formasi batuan di dasar sandaran kiri lebih bervariasi dibandingkan formasi batuan di dasar sandaran kanan.

Dari hasil pembahasan analisis waktu, biaya, dan mutu di atas, diperoleh Tabel 5.19 sebagai rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pembahasan Analisis

Uraian	Metode Rotari	Metode Perkusi	Selisih & keterangan
Mutu	Hasil efektifitas grouting berada pada 60 - 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik	Hasil efektifitas grouting berada pada 60 - 90 % dan di atas 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik dan sangat baik	Tidak memiliki perbedaan yang jauh
Waktu	20 hari dengan kecepatan pemboran 0,588 m/jam	3 hari dengan kecepatan pemboran 3,74 m/jam	7 hari dengan kecepatan pemboran 3,15 m/jam
Biaya Total	Biaya Langsung (1)	Biaya Langsung	Rp 538.303.847
	Rp 111.485.040	Rp 111.509.731	
	Biaya Tidak Langsung (2)	Biaya Tidak Langsung	
	20 hari x Rp 31.666.384 = Rp 633.327.692	3 hari x Rp31.666.384 = Rp 94.999.154	
	(1) + (2) = Rp 744.812.732	Rp 206.508.885	

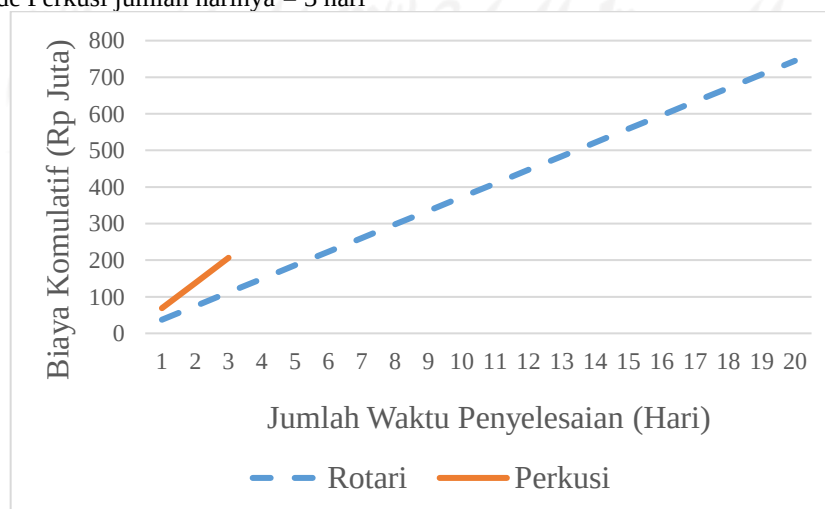
Hubungan antara biaya dan waktu dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan dalam grafik Gambar 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Biaya Total Per Hari

Jumlah Hari	Biaya kumulatif	
	Metode Rotari *	Metode Perkusi **
1	Rp 37.240.636,64	Rp 68.836.295,17
2	Rp 74.481.273,27	Rp 137.672.590,35
3	Rp 111.721.909,91	Rp 206.508.885,52
4	Rp 148.962.546,54	
5	Rp 186.203.183,18	
6	Rp 223.443.819,81	
7	Rp 260.684.456,45	
8	Rp 297.925.093,08	
9	Rp 335.165.729,72	
10	Rp 372.406.366,35	
11	Rp 409.647.002,99	
12	Rp 446.887.639,62	
13	Rp 484.128.276,26	
14	Rp 521.368.912,90	
15	Rp 558.609.549,53	
16	Rp 595.850.186,17	
17	Rp 633.090.822,80	
18	Rp 670.331.459,44	
19	Rp 707.572.096,07	
20	Rp 744.812.732,71	

*) Metode Rotari-jumlah harinya = 20 hari

**) Metode Perkusi jumlah harinya = 3 hari



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Biaya dan Waktu

Tabel 5.21 Total Penghematan Biaya Tidak Langsung Akibat Percepatan Pekerjaan

Selisih Hari	Penghematan BTL/hari	Total Penghematan BTL
(1)	(2)	(1x2)
17	Rp 31.666.384	Rp 538.328.538,52

Berdasarkan selisih waktu antara 2 metode ini menghasilkan penghematan waktu 17 hari jika dikalikan dengan biaya tidak langsung yang dikeluarkan setiap hari maka total penghematan biaya tidak langsung sebesar Rp 538.328.538.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisis yang telah dikerjakan, di Bab 5 maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Berdasarkan metode pada Proyek Pembangunan Bendungan Tugu maka penggunaan mesin bor Rotari diperuntukan untuk blanket di sandaran kanan, sedangkan untuk area blanket pada sandaran kiri menggunakan mesin bor Perkusi dengan kedalaman 5 m.
2. Berdasarkan hasil analisis untuk metode Rotari pada sandaran kanan menghasilkan mutu hasil efektifitas grouting berada pada 60 - 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik, kemudian untuk waktu memerlukan 20 hari dengan kecepatan pemboran 0,588 m/jam. Sedangkan untuk biaya langsung Rp 111.485.040 dan biaya tidak langsung Rp 633.327.692 sehingga biaya total dengan metode Rotari Rp 744.812.732. Metode Perkusi pada sandaran kiri menghasilkan mutu hasil efektifitas grouting berada pada 60 - 90 % dan di atas 90 % maka pengaruh grouting masuk dalam kategori baik dan sangat baik, kemudian untuk waktu memerlukan 3 hari dengan kecepatan pemboran 3,74 m/jam, dan biaya langsung Rp Rp 111.509.731 dan biaya tidak langsung Rp 94.999.154 sehingga biaya total dengan metode Rotari Rp 206.508.885

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian, dianjurkan hal-hal sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis metode Perkusi dapat diterapkan dalam Proyek Pembangunan Bendungan Tugu yang akan memberikam percepatan waktu yang digunakan untuk pekerjaan pemboran lubang grouting.
2. Perlu ditinjau untuk penggunaan pada jenis batuan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Alchaq, I. R. S., Wibawa, I. G. S., & Parwita, I. G. L. M. (2021). Metode Pelaksanaan dan Efektivitas Perbaikan Pondasi dengan Grouting Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Beringin Sila Paket II (Desa Tengah, Kecamatan Utan, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat). *Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan Bidang Vokasional IX*, 9.
- Asy'ari, M. A., Hidayatullah, R., Lestari, D., Kahar, S. B., & Kristiyono, M. (2021). Pengaruh Grouting Terhadap Nilai Lugeon pada Batuan Dasar Pondasi Bendungan Tapin. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 5(2), 103–116.
- Callahan, M. T., Quackenbush, D. G., & Rowings, J. E. (1992). *Construction Project Scheduling*. McGraw-Hill.
- Hardiyanti, M. (2021). *Analisis Efektifitas Grouting Pondasi Plinth Untuk Mencegah Rembesan Pada Bendungan Karalloe Gowa*. Institut Teknologi PLN.
- Jiang, H., & Qiu, X. (2021). Performance Assessment of a Newly Developed and Highly Stable Grouting Material for a Completely Weathered Granite Dam Foundation. *Construction and Building Materials*, 299, 123956. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123956>
- Park, D. S., & Oh, J. (2018). Permeation Grouting for Remediation of Dam Cores. *Engineering Geology*, 233(December 2017), 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2017.12.011>
- Prayogo, B. S. (2020). *Metode Pelaksanaan Efektivitas Perbaikan Pondasi Dengan Metode Grouting (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Bendungan Beringin Sila Paket Ii Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat)*. Universitas Jember.
- SDA PUPR. (2005). *Pedoman Grouting untuk Bendungan*. Direktorat Sungai, Danau, dan Waduk.
- Suyono, S., & Eakeda, K. (2016). *Bendungan Tipe Urugan*. Balai Pustaka.
- Udiana, I. M. (2013). Desain Campuran Semen dan Air pada Pekerjaan Grouting Protek Bendungan/Waduk Nipah Madura Jawa Timur. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(3), 93–104.



LAMPIRAN

HASIL PENGETESAN SANDARAN KANAN





SHEET	1 / 1
HOLE NO	R.CH-1
STAGE FROM	0.00 m
TO	5.00 m

WATER TEST REPORT

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2.0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran Kanan	GAUGE FROM SURFACE	: 1.30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1.00 m
DEPTH OF GWL	: 2.50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 22-Jun-19	SUPERVISED BY	: Umaryono
TIME	: 13.20-14.00	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

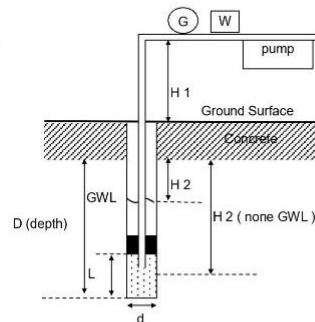
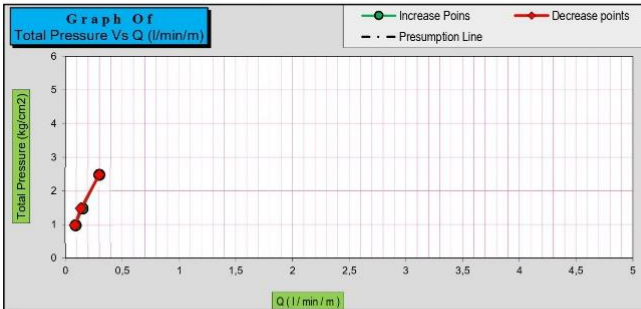
WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0.5 (kg/cm ²)		P ₂ 1.0 (kg/cm ²)		P ₃ 2.0 (kg/cm ²)		P ₄ 1.0 (kg/cm ²)		P ₅ 0.5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
min										
0	4.0		9.0		17.0		32.0		39.0	
1	4.5	0.45	9.8	0.75	18.5	1.50	32.65	0.65	39.4	0.40
2	4.9	0.45	10.6	0.80	20.0	1.50	33.30	0.85	39.8	0.40
3	5.4	0.50	11.4	0.80	21.5	1.50	34.00	0.70	40.2	0.40
4	5.9	0.50	12.2	0.80	23.1	1.60	34.70	0.70	40.6	0.40
5	6.3	0.40	13.0	0.80	24.7	1.60	35.35	0.85	41.1	0.50
6	6.7	0.40	13.7	0.70	26.3	1.60	36.05	0.70	41.6	0.50
7	7.2	0.50	14.4	0.70	27.7	1.40	36.75	0.70	42.1	0.50
8	7.6	0.40	15.1	0.70	29.1	1.40	37.45	0.70	42.4	0.30
9	8.1	0.45	15.8	0.70	30.5	1.40	38.15	0.70	42.7	0.30
10	8.5	0.45	16.5	0.75	31.9	1.40	38.80	0.85	43.1	0.40
Q		0.45		0.75		1.49		0.68		0.41
Average (l/min)										
Q		0.09		0.15		0.30		0.14		0.08
(l/min/m)										
Q		7.50		12.50		24.83		11.33		6.83
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L U)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total kg/cm ²	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.09	7.50	0.92	P= P0 + (0.1(H1+H2+H3))
2	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.15	12.50	1.01	(kg/cm ²)
3	2.00	1.300	2.500	0.0000	2.480	0.30	24.83	1.22	P= Gauge pressure
4	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.14	11.33	0.92	C= Concrete Thick
5	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.08	6.83	0.84	H1= GAUGE from Surface



$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

OAGAS

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 03 April 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.36
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Length of test : 5,00

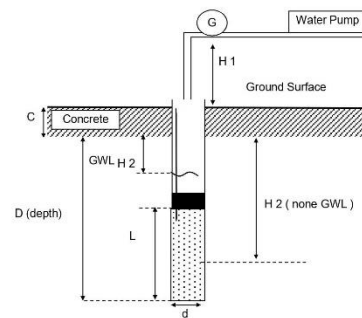
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 14.10 - 14.45

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	66,0									
1	77,2	11,2								
2	88,4	11,2								
3	99,5	11,1								
4	110,7	11,2								
5	121,9	11,2								
6	133,2	11,3								
7	144,4	11,2								
8	155,5	11,1								
9	166,9	11,4								
10	178,1	11,2								
Total		112,1								
Total (L/mnt)		11,21								
Lugeon (Lu)		9,23	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,43$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 19 Oktober 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.35
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Length of test : 5,00

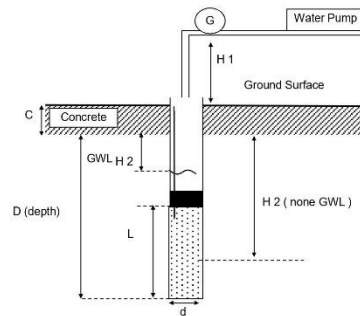
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 13.10 - 13.50

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt
0	43,0									
1	53,7	10,7								
2	64,5	10,8								
3	75,3	10,8								
4	86,0	10,7								
5	96,7	10,7								
6	107,5	10,7								
7	118,0	10,5								
8	128,6	10,6								
9	139,3	10,7								
10	150,4	11,1								
Total		107,4								
Total (L/mt)		10,74								
Lugeon (Lu)		8,84	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,43$
Po : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 01 April 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.24
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Length of test : 5,00

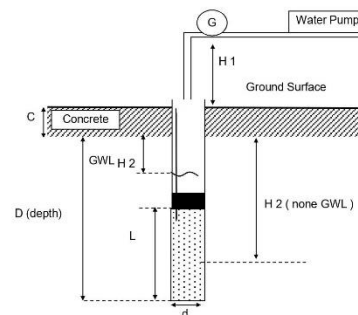
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 11.00 - 11.30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	2,0									
1	9,9	7,9								
2	17,9	8,0								
3	25,8	7,9								
4	33,8	8,0								
5	41,7	7,9								
6	49,5	7,8								
7	57,3	7,8								
8	65,2	7,9								
9	73,1	7,9								
10	81,0	7,9								
Total		79,0								
Total (L/mnt)		7,90								
Lugeon (Lu)		6,50	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,43$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



SHEET	1 / 1
HOLE NO	R.CH-2
STAGE FROM	0.00 m
TO	5.00 m

WATER TEST REPORT

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2.0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran Kanan	GAUGE FROM SURFACE	: 1.30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1.00 m
DEPTH OF GWL	: 2.50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 23-Jun-19	SUPERVISED BY	: Umoryono
TIME	: 13.20-14.20	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

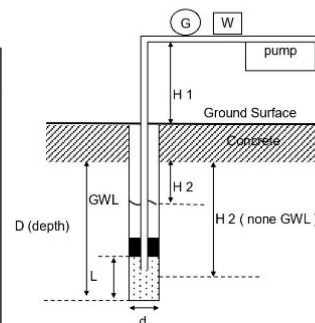
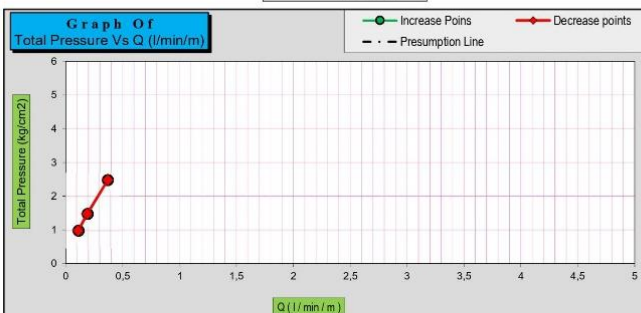
ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0.5 (kg/cm ²)		P ₂ 1.0 (kg/cm ²)		P ₃ 2.0 (kg/cm ²)		P ₄ 1.0 (kg/cm ²)		P ₅ 0.5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
min	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
0	5.0		11.0		21.0		40.0		50.0	
1	5.6	0.55	12.0	0.95	22.9	1.85	40.95	0.95	50.6	0.55
2	6.1	0.55	12.9	0.95	24.7	1.85	41.85	0.90	51.2	0.80
3	6.6	0.50	13.9	1.00	26.6	1.90	42.75	0.90	51.8	0.60
4	7.2	0.60	14.9	1.00	28.5	1.90	43.70	0.95	52.4	0.80
5	7.8	0.55	15.9	1.00	30.4	1.90	44.70	1.00	52.9	0.55
6	8.4	0.60	16.8	0.90	32.2	1.80	45.70	1.00	53.5	0.55
7	9.0	0.60	17.8	0.95	34.0	1.80	46.70	1.00	54.0	0.50
8	9.6	0.60	18.7	0.95	35.8	1.80	47.60	0.90	54.5	0.50
9	10.1	0.55	19.7	0.95	37.7	1.85	48.50	0.90	55.0	0.50
10	10.7	0.55	20.7	1.00	39.5	1.90	49.45	0.95	55.5	0.50
Q		0.57		0.97		1.86		0.95		0.55
Average (l/min)										
Q		0.11		0.19		0.37		0.19		0.11
(l/min/m)										
Q		9.42		16.08		30.92		15.75		9.08
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L.U.)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total kg/cm ²	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.11	9.42	1.15	P= P0 + (0.1(H1+H2+H3))
2	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.19	16.08	1.30	(kg/cm ²)
3	2.00	1.300	2.500	0.0000	2.480	0.37	30.92	1.50	P0= Gauge pressure
4	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.19	15.75	1.28	C= Concrete Thick
5	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.11	9.08	1.11	H1= GAUGE from Surface

Pola Lugeon



$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

ONGAS

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO

LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU



Tanggal : 22 Oktober 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.76
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Lenght of test : 5,00

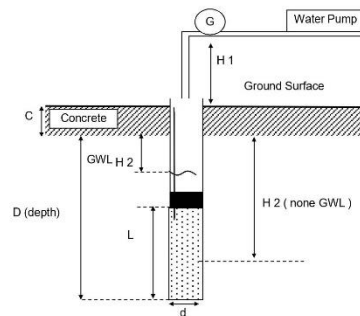
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 10.10 - 10.30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	66,0									
1	74,6	8,6								
2	82,6	7,9								
3	91,3	8,7								
4	100,0	8,7								
5	108,7	8,7								
6	117,5	8,8								
7	126,1	8,6								
8	134,9	8,8								
9	143,6	8,7								
10	152,3	8,7								
Total		86,3								
Total (L/mnt)		8,63								
Lugeon (Lu)		7,10	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C))$ = 2,43
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

ONGAS

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 04 April 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.56
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Length of test : 5,00

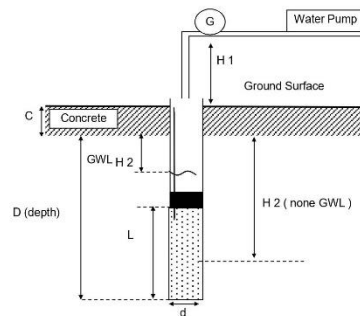
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 10.20 - 10:45

Waktu (menit)	Tekanan									
	P ₀ = 2 Kg/cm ²		P ₀ = Kg/cm ²		P ₀ = Kg/cm ²		P ₀ = Kg/cm ²		P ₀ = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	20,0									
1	33,7	13,7								
2	47,5	13,8								
3	60,8	13,3								
4	74,5	13,7								
5	88,3	13,8								
6	102,0	13,7								
7	115,7	13,7								
8	129,4	13,7								
9	143,2	13,8								
10	156,9	13,7								
Total		136,9								
Total (L/mnt)		13,69								
Lugeon (Lu)		11,27	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : P₀ + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,43
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

ONGAS

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 01 April 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.55
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Lenght of test : 5,00

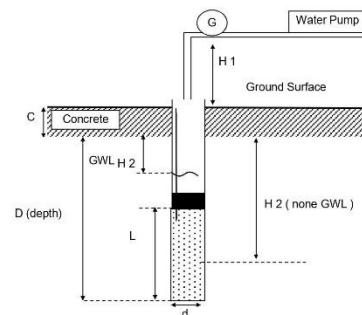
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 13.00 - 13.40

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	4,0									
1	22,8	18,8								
2	41,6	18,8								
3	60,5	18,8								
4	79,3	18,8								
5	98,2	18,9								
6	116,9	18,7								
7	135,6	18,7								
8	154,5	18,9								
9	173,4	18,9								
10	192,2	18,8								
Total		188,2								
Total (L/mnt)		18,82								
Lugeon (Lu)		15,49	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,43$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WATER TEST REPORT

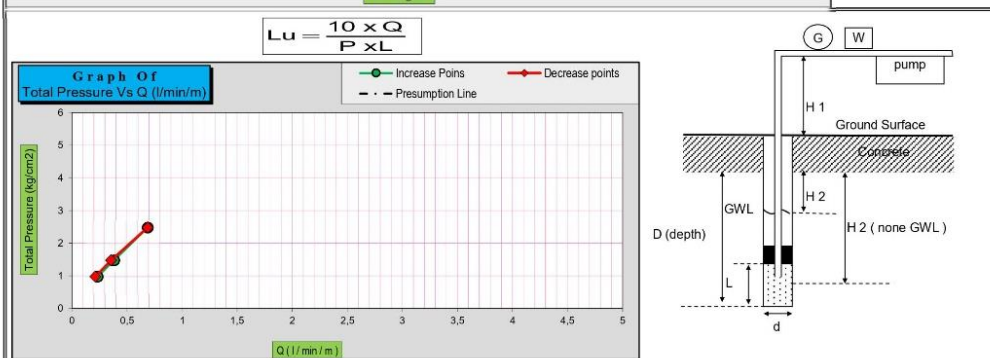
SHEET	1 / 1
HOLE NO	R.CH.3
STAGE FROM	0.00 m
TO	5.00 m

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2.0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran Kanan	GAUGE from SURFACE	: 1.30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1.00 m
DEPTH OF GWL	: 2.50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 17-Jul-19	SUPERVISED BY	: Umaryono
TIME	: 13.10-14.10	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0.5 (kg/cm ²)		P ₂ 1.0 (kg/cm ²)		P ₃ 2.0 (kg/cm ²)		P ₄ 1.0 (kg/cm ²)		P ₅ 0.5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
min	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
0	3.0		15.0		35.0		70.0		89.0	
1	4.2	1.15	16.9	1.90	38.5	3.45	71.80	1.80	90.1	1.10
2	5.4	1.20	18.8	1.90	41.9	3.45	73.60	1.80	91.2	1.10
3	6.5	1.15	20.8	2.00	45.4	3.50	75.40	1.80	92.2	1.00
4	7.7	1.20	22.8	2.00	48.9	3.50	77.10	1.70	93.2	1.00
5	8.9	1.20	24.8	2.00	52.4	3.50	78.80	1.70	94.3	1.10
6	10.1	1.20	26.6	1.80	55.8	3.40	80.50	1.70	95.4	1.10
7	11.3	1.20	28.4	1.80	59.2	3.40	82.30	1.80	96.4	1.00
8	12.5	1.15	30.3	1.90	62.6	3.40	84.20	1.90	97.4	1.00
9	13.6	1.10	32.2	1.90	66.0	3.40	86.00	1.80	98.4	1.00
10	14.7	1.10	34.2	2.00	69.4	3.40	87.80	1.80	99.6	1.20
Q		1.17		1.92		3.44		1.78		1.06
Average (l/min)										
Q		0.23		0.38		0.69		0.36		0.21
(l/min/m)										
Q		19.42		32.00		57.33		29.67		17.67
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L U)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total (kg/cm ²)	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.23	19.42	2.38	P= P0 + (0.1(H1+H2+C))
2	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.38	32.00	2.59	(kg/cm ²)
3	2.00	1.300	2.500	0.0000	2.480	0.69	57.33	2.77	P0= Gauge pressure
4	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.36	29.67	2.41	C= Concrete Thick
5	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.21	17.67	2.16	H1= GAUGE from Surface



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

ONGAS

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 02 Juli 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.79
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Length of test : 5,00

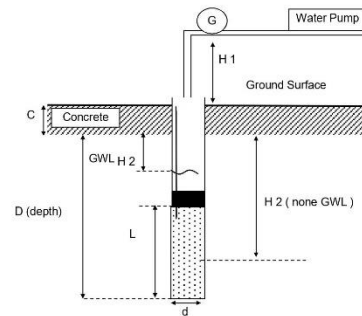
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 14.00 - 14.30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	13,0									
1	54,7	1,6								
2	96,3	1,6								
3	138,0	1,6								
4	179,8	1,7								
5	221,3	1,7								
6	263,0	1,7								
7	304,7	1,6								
8	346,4	1,7								
9	388,1	1,7								
10	429,5	1,0								
Total		15,9								
Total (L/mnt)		1,59								
Lugeon (Lu)		1,31	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,43$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 01 Juli 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.67
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Length of test : 5,00

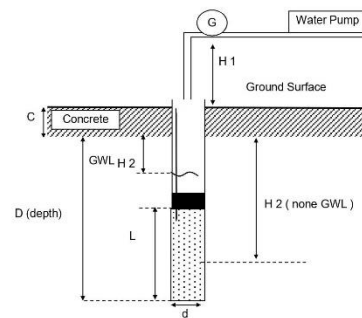
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 13.10 - 13.40

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	13,0									
1	54,7	41,7								
2	96,3	41,6								
3	138,0	41,7								
4	179,8	41,8								
5	221,3	41,5								
6	263,0	41,7								
7	304,7	41,7								
8	346,4	41,7								
9	388,1	41,7								
10	429,5	41,5								
Total		416,5								
Total (L/mnt)		41,65								
Lugeon (Lu)		34,28	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,43$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 29 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KANAN
No. Lubang : R.66
Stg : 1
Depth : 0,50 to 5,50
Lenght of test : 5,00

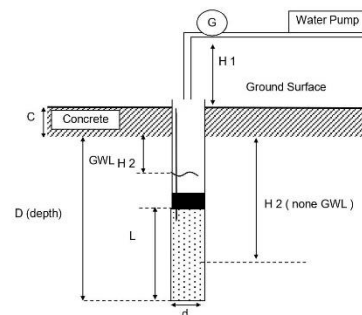
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,30 m
H2 (GWL) = 2,50 m
C (Tebal Concrete) = 0,50 m
Jam = 09.50 - 10.30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt
0	2,0									
1	11,1	9,1								
2	20,2	9,1								
3	29,4	9,2								
4	38,7	9,3								
5	47,8	9,1								
6	56,9	9,1								
7	66,0	9,1								
8	75,2	9,2								
9	84,3	9,1								
10	93,2	8,9								
Total		91,2								
Total (L/mt)		9,12								
Lugeon (Lu)		7,51	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,43$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO

HASIL PENGETESAN SANDARAN KIRI





SHEET	1 / 1
HOLE NO	P.CH-1
STAGE FROM	0,00 m
TO	5,00 m

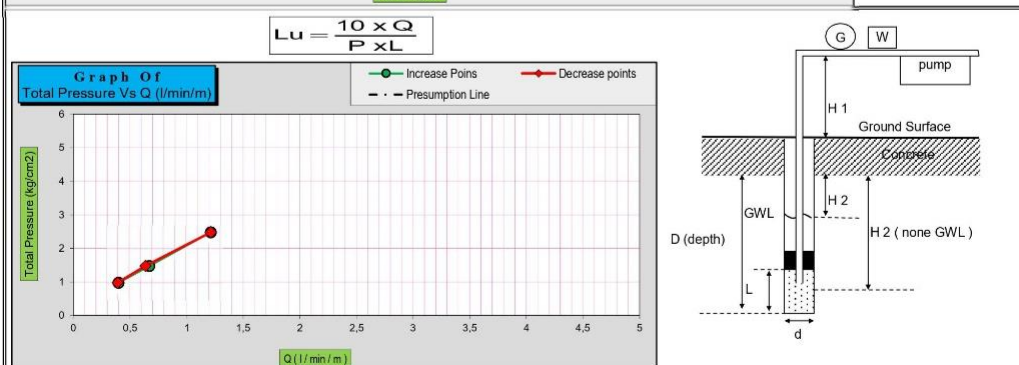
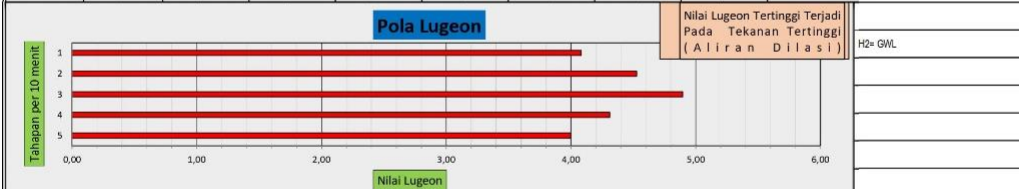
WATER TEST REPORT

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2,0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran kiri	GAUGE from SURFACE	: 1,30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1,00 m
DEPTH OF GWL	: 2,50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 06-Mar-19	SUPERVISED BY	: Umaryono
TIME	: 13.00-14.00	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0,5 (kg/cm ²)		P ₂ 1,0 (kg/cm ²)		P ₃ 2,0 (kg/cm ²)		P ₄ 1,0 (kg/cm ²)		P ₅ 0,5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
min	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
0	3,0		24,0		58,0		119,0		152,0	
1	5,0	2,00	27,4	3,35	64,0	6,00	122,20	3,20	154,0	1,95
2	7,0	2,00	30,7	3,35	70,0	6,00	125,40	3,20	156,0	2,00
3	9,1	2,10	34,1	3,40	76,0	6,00	128,60	3,20	158,0	2,00
4	11,2	2,10	37,5	3,40	82,1	6,10	131,80	3,20	160,0	2,00
5	13,3	2,10	40,9	3,40	88,2	6,10	134,90	3,10	162,0	2,00
6	15,2	1,90	44,3	3,40	94,3	6,10	138,00	3,10	164,0	2,00
7	17,1	1,90	47,6	3,30	100,5	6,20	141,10	3,10	165,9	1,90
8	19,0	1,90	50,9	3,30	106,7	6,20	144,30	3,20	167,8	1,90
9	21,0	2,00	54,2	3,30	112,7	6,00	147,50	3,20	169,7	1,90
10	23,0	2,00	57,5	3,30	118,7	6,00	150,90	3,40	171,6	1,95
Q		2,00		3,35		6,07		3,19		1,96
Average (l / min)										
Q		0,40		0,67		1,21		0,64		0,39
(l/min/m)										
Q		33,33		55,83		101,17		53,17		32,67
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L U)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total kg/cm ²	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0,50	1,300	2,500	0,0000	0,980	0,40	33,33	4,08	P= P0 + (0.1H1+H2+C)
2	1,00	1,300	2,500	0,0000	1,480	0,67	55,83	4,53	
3	2,00	1,300	2,500	0,0000	2,480	1,21	101,17	4,90	P0= Gauge pressure
4	1,00	1,300	2,500	0,0000	1,480	0,64	53,17	4,31	C= Concrete Thick
5	0,50	1,300	2,500	0,0000	0,980	0,39	32,67	4,00	H1= GAUGE from Surface



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

02/6/19

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 03 Maret 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.18
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

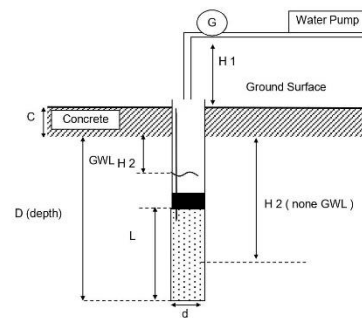
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 15.10 - 15.40

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	50,0									
1	78,1	28,07								
2	106,1	28,07								
3	134,2	28,10								
4	162,3	28,10								
5	190,5	28,20								
6	218,6	28,10								
7	246,7	28,07								
8	274,8	28,07								
9	302,9	28,10								
10	330,7	27,78								
Total		280,66								
Total (L/mnt)		28,07								
Lugeon (Lu)		23,33	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,406$
Po : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 01 Maret 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.17
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

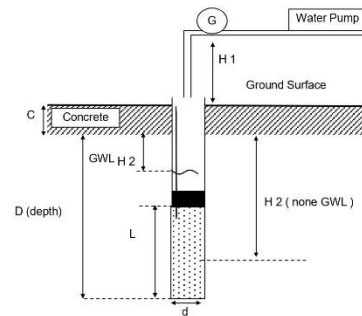
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 13.10 - 13.40

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	2,0									
1	79,3	77,3								
2	156,6	77,3								
3	234,0	77,4								
4	311,4	77,4								
5	388,6	77,2								
6	465,8	77,2								
7	543,1	77,3								
8	620,4	77,3								
9	697,7	77,3								
10	775,0	77,3								
Total		773,0								
Total (L/mnt)		77,30								
Lugeon (Lu)		64,26	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 04 Maret 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.10
Stg : 1
Depth : 0,35 to 5,35
Length of test : 5,00

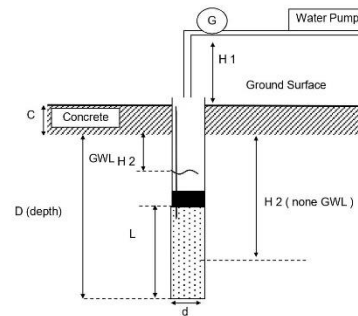
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 13.10 - 13.50

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	12,0									
1	74,9	37,20								
2	137,8	37,20								
3	200,7	37,20								
4	263,7	37,10								
5	326,7	37,10								
6	389,6	37,18								
7	452,6	37,18								
8	515,7	37,20								
9	578,7	37,30								
10	641,3	37,19								
Total		371,85								
Total (L/mnt)		37,18								
Lugeon (Lu)		30,91	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 05 Maret 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.9
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Lenght of test : 5,00

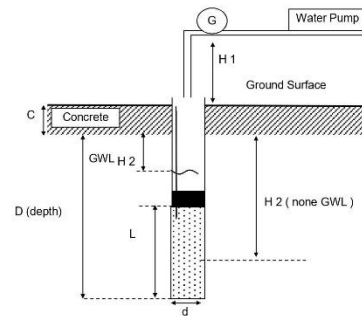
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 10.40 - 11.20

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2		Kg/cm ²		Po =		Kg/cm ²		Po =	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	12,0									
1	74,9	62,93								
2	137,8	62,90								
3	200,7	62,90								
4	263,7	63,00								
5	326,7	63,00								
6	389,6	62,90								
7	452,6	63,00								
8	515,7	63,10								
9	578,7	62,93								
10	641,3	62,63								
Total		629,29								
Total (L/mnt)		62,93								
Lugeon (Lu)		52,31	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
Po : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



SHEET	1 / 1
HOLE NO	P.CH-2
STAGE FROM	0.00 m
TO	5.00 m

WATER TEST REPORT

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2.0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran kiri	GAUGE FROM SURFACE	: 1.30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1.00 m
DEPTH OF GWL	: 2.50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 10/26/19	SUPERVISED BY	: Umaryono
TIME	: 14.20 - 15.16	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

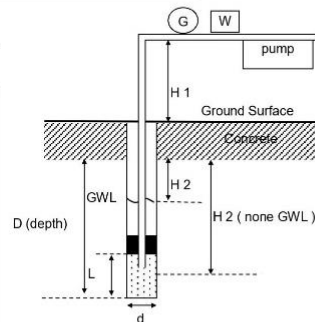
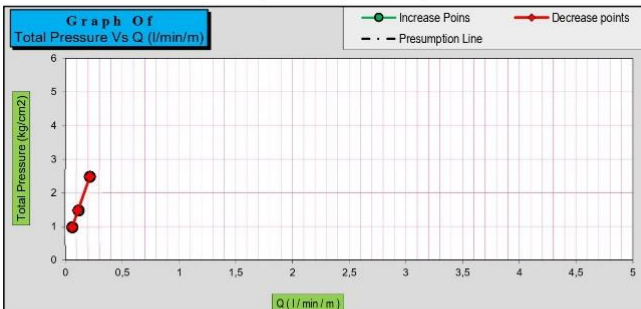
WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0.5 (kg/cm ²)		P ₂ 1.0 (kg/cm ²)		P ₃ 2.0 (kg/cm ²)		P ₄ 1.0 (kg/cm ²)		P ₅ 0.5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
min										
0	3.0		14.0		31.0		61.0		78.0	
1	4.0	0.30	15.7	0.55	33.9	1.00	62.65	0.55	79.0	0.30
2	5.1	0.30	17.3	0.60	36.8	1.00	64.35	0.55	80.0	0.30
3	6.2	0.40	18.9	0.60	39.7	1.20	66.05	0.50	81.0	0.30
4	7.3	0.40	20.5	0.60	42.7	1.20	67.75	0.50	82.1	0.40
5	8.3	0.30	22.1	0.50	45.7	1.10	69.35	0.50	83.1	0.40
6	9.3	0.30	23.8	0.50	48.7	1.10	70.95	0.60	84.1	0.40
7	10.3	0.20	25.5	0.50	51.5	1.10	72.60	0.60	85.1	0.30
8	11.4	0.20	27.2	0.65	54.3	1.00	74.25	0.60	86.2	0.20
9	12.4	0.30	28.9	0.65	57.1	1.10	75.90	0.55	87.3	0.20
10	13.4	0.30	30.5	0.65	60.0	1.00	77.60	0.50	88.3	0.20
Q		0.30		0.58		1.08		0.55		0.30
Average (l/min)										
Q		0.06		0.12		0.22		0.11		0.06
(l/min/m)										
Q		5.00		9.67		18.00		9.08		5.00
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L U)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total (kg/cm ²)	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.06	5.00	0.61	P= P0 + (0.1(H1+H2+H3))
2	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.12	9.67	0.78	(kg/cm ²)
3	2.00	1.300	2.500	0.0000	2.480	0.22	18.00	0.87	P= Gauge pressure
4	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.11	9.08	0.74	C= Concrete Thick
5	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.06	5.00	0.61	H1= GAUGE from Surface



$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

OAGAS

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 23 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.33
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

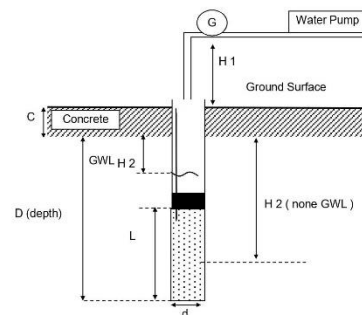
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 10.20 - 10.40

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	50,0									
1	78,1	25,54								
2	106,1	25,54								
3	134,2	25,60								
4	162,3	25,60								
5	190,5	25,60								
6	218,6	25,60								
7	246,7	25,54								
8	274,8	25,54								
9	302,9	25,54								
10	330,7	25,90								
Total		256,00								
Total (L/mnt)		25,60								
Lugeon (Lu)		21,28	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,406$
Po : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : $D - (1/2L)$
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 25 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.32
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

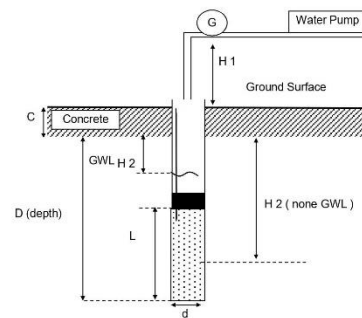
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 10:02 - 10:30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt
0	12,0									
1	74,9	41,85								
2	137,8	41,90								
3	200,7	41,85								
4	263,7	41,85								
5	326,7	41,85								
6	389,6	41,85								
7	452,6	41,90								
8	515,7	41,90								
9	578,7	41,85								
10	641,3	41,72								
Total		418,52								
Total (L/mt)		41,85								
Lugeon (Lu)		34,79	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,406$
Po : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 24 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.21
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

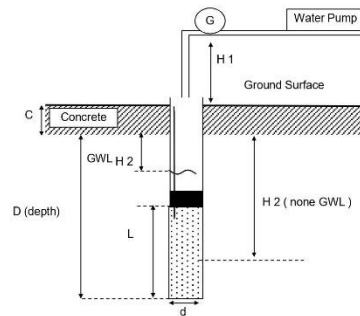
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 08.00 - 08.40

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	5,0									
1	14,1	57,4								
2	23,2	57,3								
3	32,2	57,3								
4	41,2	57,3								
5	50,4	57,4								
6	59,6	57,4								
7	68,8	57,4								
8	77,9	57,4								
9	87,1	57,7								
10	96,2	57,4								
Total		574,0								
Total (L/mnt)		57,40								
Lugeon (Lu)		47,71	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



SHEET	1 / 1
HOLE NO	P.CH-3
STAGE FROM	0.00 m
TO	5.00 m

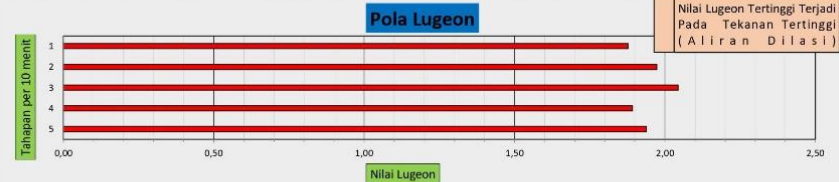
WATER TEST REPORT

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2.0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran kiri	GAUGE from SURFACE	: 1.30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1.00 m
DEPTH OF GWL	: 2.50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 08-Jan-19	SUPERVISED BY	: Umaryono
TIME	: 09:10 - 10:00	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

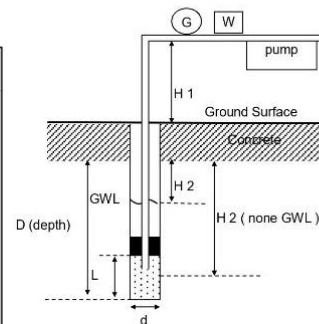
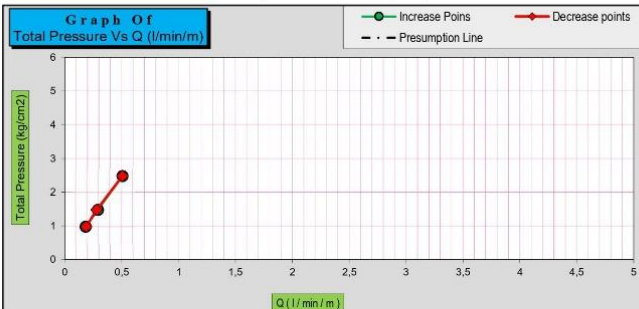
WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0.5 (kg/cm ²)		P ₂ 1.0 (kg/cm ²)		P ₃ 2.0 (kg/cm ²)		P ₄ 1.0 (kg/cm ²)		P ₅ 0.5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
min										
0	3.0		14.0		31.0		61.0		78.0	
1	4.0	0.90	15.7	1.45	33.9	2.55	62.65	1.40	79.0	1.00
2	5.1	0.90	17.3	1.50	36.8	2.60	64.35	1.40	80.0	1.00
3	6.2	1.00	18.9	1.50	39.7	2.60	66.05	1.40	81.0	1.00
4	7.3	1.00	20.5	1.45	42.7	2.60	67.75	1.40	82.1	0.90
5	8.3	1.00	22.1	1.45	45.7	2.50	69.35	1.50	83.1	0.90
6	9.3	1.00	23.8	1.50	48.7	2.50	70.95	1.50	84.1	0.90
7	10.3	0.90	25.5	1.40	51.5	2.50	72.60	1.50	85.1	1.00
8	11.4	0.80	27.2	1.40	54.3	2.50	74.25	1.30	86.2	1.00
9	12.4	0.80	28.9	1.45	57.1	2.50	75.90	1.30	87.3	0.90
10	13.4	0.90	30.5	1.50	60.0	2.50	77.60	1.30	88.3	0.90
Q		0.92		1.46		2.54		1.40		0.95
Average (l/min)										
Q		0.18		0.29		0.51		0.28		0.19
(l/min/m)										
Q		15.33		24.33		42.25		23.33		15.83
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L U)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total kg/cm ²	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.18	15.33	1.88	P= P0 + (0.1H1+H2+C)
2	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.29	24.33	1.97	(kg/cm ²)
3	2.00	1.300	2.500	0.0000	2.480	0.51	42.25	2.04	P0= Gauge pressure
4	1.00	1.300	2.500	0.0000	1.480	0.28	23.33	1.89	C= Concrete Thick
5	0.50	1.300	2.500	0.0000	0.980	0.19	15.83	1.94	H1= GAUGE from Surface



$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

OZGAS

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 27 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.71
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

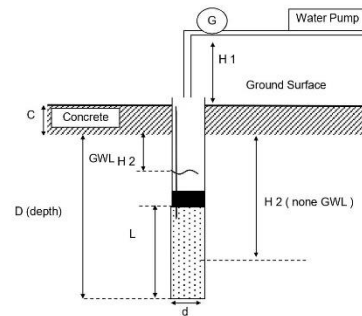
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 14.40 - 15.10

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2		Kg/cm ²		Po =		Kg/cm ²		Po =	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mt
0	12,0									
1	74,9	22,01								
2	137,8	22,00								
3	200,7	22,00								
4	263,7	22,01								
5	326,7	22,00								
6	389,6	22,00								
7	452,6	22,00								
8	515,7	22,00								
9	578,7	22,13								
10	641,3	22,00								
Total		220,15								
Total (L/mt)		22,01								
Lugeon (Lu)		18,30	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 26 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.52
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Lenght of test : 5,00

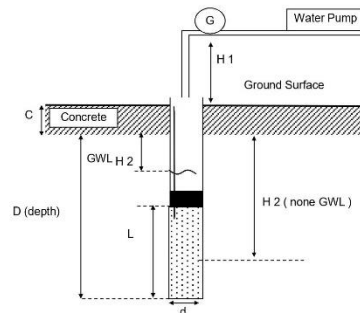
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 09.10 - 09.30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	5,0									
1	14,1	37,1								
2	23,2	37,1								
3	32,2	37,2								
4	41,2	37,1								
5	50,4	37,1								
6	59,6	37,2								
7	68,8	37,2								
8	77,9	37,1								
9	87,1	37,1								
10	96,2	37,0								
Total		371,2								
Total (L/mnt)		37,12								
Lugeon (Lu)		30,86	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 27 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.51
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Lenght of test : 5,00

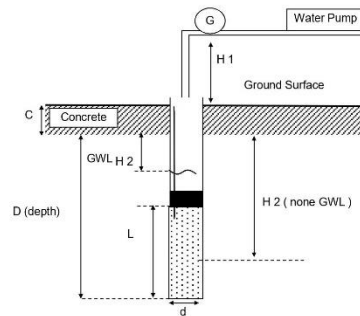
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 10.10 - 10.30

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	50,0									
1	78,1	25,54								
2	106,1	25,54								
3	134,2	25,60								
4	162,3	25,60								
5	190,5	25,60								
6	218,6	25,60								
7	246,7	25,54								
8	274,8	25,54								
9	302,9	25,54								
10	330,7	25,30								
Total		255,40								
Total (L/mnt)		25,54								
Lugeon (Lu)		21,23	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



SHEET	1 / 1
HOLE NO	P.CH-4
STAGE FROM	0,00 m
TO	5,00 m

WATER TEST REPORT

PROJECT	: TUGU DAM PROJECT	ANGLE FROM VERTICAL	: 0 deg.
LOCATION	: Main Dam	DIAMETER OF HOLE (d)	: 73 mm
FEATURE	: Check Hole	HEIGHT OF PRESSURE	: 2,0 kg/cm ²
AREA DESIGNATION	: Sandaran kiri	GAUGE FROM SURFACE	: 1,30 m
GROUND ELEVATION	: - m.s.l	CONCRETE THICKNESS	: 1,00 m
DEPTH OF GWL	: 2,50 meter	TESTED BY	: Subakir Anhar
DATE	: 27-Jun-19	SUPERVISED BY	: Umaryono
TIME	: 11:20-12:20	CALCULATED BY	: Slamet Ramdhani

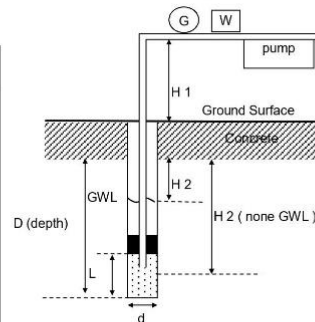
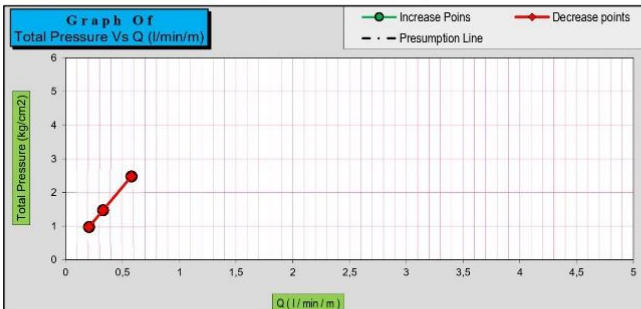
WATER INJECTED INTO HOLE IN TESTING PERIOD (READ FROM WATER METERS IN LITERS)

ELAPSED TIME	PRESSURE									
	P ₁ 0,5 (kg/cm ²)		P ₂ 1,0 (kg/cm ²)		P ₃ 2,0 (kg/cm ²)		P ₄ 1,0 (kg/cm ²)		P ₅ 0,5 (kg/cm ²)	
	Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter		Reading Flow Meter	
	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)	(liter)	(l/min)
min										
0	3,0		14,0		31,0		61,0		78,0	
1	4,0	1,00	15,7	1,65	33,9	2,90	62,65	1,85	79,0	1,00
2	5,1	1,05	17,3	1,85	36,6	2,90	64,35	1,70	80,0	1,00
3	6,2	1,10	18,9	1,60	39,7	2,90	66,05	1,70	81,0	1,00
4	7,3	1,10	20,5	1,60	42,7	3,00	67,75	1,70	82,1	1,05
5	8,3	1,05	22,1	1,60	45,7	3,00	69,35	1,60	83,1	1,01
6	9,3	1,00	23,8	1,70	48,7	3,00	70,95	1,60	84,1	1,05
7	10,3	1,00	25,5	1,70	51,5	2,80	72,80	1,65	85,1	1,00
8	11,4	1,05	27,2	1,70	54,3	2,80	74,25	1,65	86,2	1,10
9	12,4	1,00	28,9	1,65	57,1	2,80	75,90	1,65	87,3	1,10
10	13,4	1,00	30,5	1,65	60,0	2,90	77,60	1,70	88,3	1,00
Q		1,04		1,65		2,90		1,66		1,03
Average (l/min)										
Q		0,21		0,33		0,58		0,33		0,21
(l/min/m)										
Q		17,25		27,50		48,33		27,67		17,18
(cm ³ /sec)										

NO	PRESSURE					DISCHARGE (Q)		LUGEON VALUE (L U)	REMARKS
	P0 (gauge) (kg/cm ²)	H1 (kg/cm ²)	H2 (kg/cm ²)	H3 (kg/cm ²)	P total kg/cm ²	l/min/m	(cm ³ /sec)		
1	0,50	1,300	2,500	0,0000	0,980	0,21	17,25	2,11	P=P0 + (0.1(H1+H2+H3))
2	1,00	1,300	2,500	0,0000	1,480	0,33	27,50	2,23	(kg/cm ²)
3	2,00	1,300	2,500	0,0000	2,480	0,58	48,33	2,34	P0= Gauge pressure
4	1,00	1,300	2,500	0,0000	1,480	0,33	27,67	2,24	C= Concrete Thick
5	0,50	1,300	2,500	0,0000	0,980	0,21	17,18	2,10	H1= GAUGE from Surface



$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTANT

GAS

Approved by,
PENGAWAS UTAMA

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 09 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.81
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

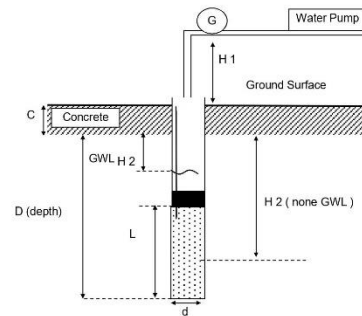
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 13.30 - 13.55

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	50,0									
1	78,1	14,20								
2	106,1	14,30								
3	134,2	14,20								
4	162,3	14,10								
5	190,5	14,10								
6	218,6	14,10								
7	246,7	14,20								
8	274,8	14,59								
9	302,9	14,20								
10	330,7	14,20								
Total		142,19								
Total (L/mnt)		14,22								
Lugeon (Lu)		11,82	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,406$
Po : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 10 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.80
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

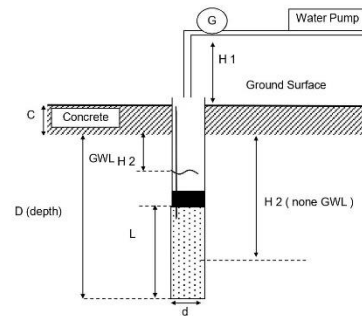
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 08.20 - 09.00

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	12,0									
1	74,9	29,10								
2	137,8	29,30								
3	200,7	29,20								
4	263,7	29,10								
5	326,7	29,20								
6	389,6	29,20								
7	452,6	29,00								
8	515,7	29,00								
9	578,7	29,10								
10	641,3	28,69								
Total		290,89								
Total (L/mnt)		29,09								
Lugeon (Lu)		24,18	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H_1 + H_2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H₁ : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H₂ : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H₂ (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO



WIKA - APTA KSO



LAPORAN HARIAN SINGLE PRESSURE TEST PROYEK BENDUNGAN TUGU

Tanggal : 02 Mei 2019
Lokasi : SANDARAN KIRI
No. Lubang : P.67
Stg : 1
Depth : 0,30 to 5,30
Length of test : 5,00

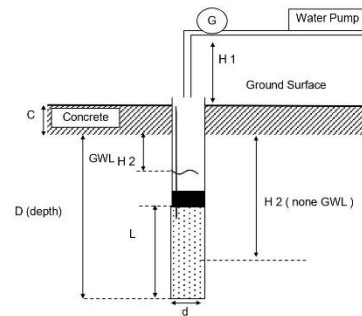
Diameter Lubang = 73 mm
H1 (Tinggi Pressure Gauge) = 1,60 m
H2 (GWL) = 2,16 m
C (Tebal Concrete) = 0,30 m
Jam = 09.00 - 09.20

Waktu (menit)	Tekanan									
	Po = 2 Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²		Po = Kg/cm ²	
	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt	Pembacaan flow meter (liter)	L/mnt
0	5,0									
1	14,1	9,1								
2	23,2	9,1								
3	32,2	9,0								
4	41,2	9,0								
5	50,4	9,2								
6	59,6	9,2								
7	68,8	9,2								
8	77,9	9,1								
9	87,1	9,1								
10	96,2	9,1								
Total		91,2								
Total (L/mnt)		9,12								
Lugeon (Lu)		7,58	Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)		Lugeon (Lu)	

$$Lu = \frac{10 \times Q}{P \times L}$$

KETERANGAN :

Q : Liter/menit
P : $P_0 + (0.1(H1 + H2 + C)) = 2,406$
P₀ : Tekanan yang diizinkan
H1 : Tinggi pressure gauge dari permukaan lubang
H2 : Ground water level (tinggi muka air tanah pada lubang)
H2 (Non GWL) : D - (1/2L)
D : Total kedalaman lubang yang di bor
L : Kedalaman lubang yang dites
C : Tebal concrete
G : Pressure Gauge



Prepared by,
CONTRACTOR

UMARYONO

Checked by,
CONSULTAN

G. N. S.

DISETUJUI OLEH
PENGAWAS BBWS

SUYITNO

