TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT DARI MERAPI DAN PROGO TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK BETON NORMAL

(THE EFFECT OF THE USE OF MERAPI AND PROGO'S AGGREGATE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NORMAL CONCRETE)

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

Maulana Ikhsan Ahmad

17511128

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT DARI MERAPI DAN PROGO TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK BETON NORMAL

(THE EFFECT OF THE USE OF MERAPI AND PROGO'S AGGREGATE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NORMAL CONCRETE)

Disusun Oleh

Maulana Ikhsan Ahmad
17511128

Telah ditetima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 01 02 2023

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng.	Ir. Helmy Akbar B., M.T.	Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.
NIK: 155111306	NIK: 885110105	NIK: 185111302

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 095110101

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebaik – baiknya. Shalawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta pengikutnya yang telah membawa zaman kegelapan menjadi zaman yang terang benderang seperti sekarang ini.

Tugas akhir ini disusun dengan tujuan memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Rintangan dan halangan yang penulis hadapi dalam penyusunan laporan ini dapat diatasi berkat kritik, saran dan dorongan dari berbagai pihak sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Rasa syukur dan terima kasih kepada pihak yang terlibat selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat mengucapkan banyak terima kasih dan mendoakan semoga Allah SWT, membalas kebaikan terbaik kepada:

1. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., Eng selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ibu Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat, serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing serta memberikan saran dan motivasi selama masah kuliah.
4. Seluruh dosen, pengajar, asisten dosen, serta staf dan karyawan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah memberikan ilmu, arahan dan fasilitas selama masa kuliah berlangsung.

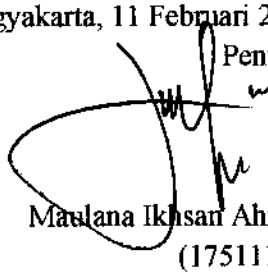
5. Bapak Drs. Ahmad Suryani dan Ibu Dewi Wijayanti yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi serta kasih sayang kepada penulis hingga selesainya Tugas Akhir ini.
6. Semua sahabat dan teman yang tidak dapat disebut satu per satu dalam memberikan bantuan dan dukungan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini berlangsung.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan ridho-NYA kepada kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 11 Februari 2023

Penulis,



Maulana Ikhsan Ahmad

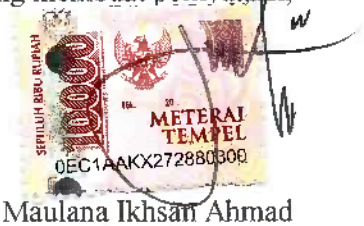
(17511128)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi tingkat Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi termasuk pencabutan gelar akademik yang penulis sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 11 Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



Maulana Ikhsan Ahmad

(17511128)

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR i
LEMBAR PENGESAHAN ii
KATA PENGANTAR iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xvii
ABSTRAKSI xix
ABSTRACT xx
BAB I 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II 6
2.1 Tinjauan Umum 6
2.2 Penelitian Terdahulu 6
2.3 Keaslian Penelitian 16
BAB III 17
3.1 Beton 17
3.2 Bahan Penyusun Beton 18
3.2.1 Agregat 18
3.2.2 Semen *Portland* 23
3.2.3 Air 24

3.3 *Workability* 25
3.4 *Slump* 25
3.5 Kuat Tekan Beton 26
3.6 Kuat Tarik Belah Beton 27
3.7 Modulus Elastisitas Beton 28
3.8 Berat Volume Beton 30
3.9 Kadar Udara Beton Segar 31
BAB IV 33
4.1 Jenis Penelitian 33
4.2 Metode Pengambilan Data 33
4.2.1 Data Primer 33
4.2.2 Data Sekunder 33
4.3 Variabel Penelitian 34
4.4 Bahan Pembuatan Benda Uji 34
4.5 Peralatan 34
4.6 Benda Uji 35
4.7 Tahapan Penelitian 36
4.7.1 Persiapan 36
4.7.2 Pemeriksaan Agregat Kasar 36
4.7.3 Pemeriksaan Agregat Halus 38
4.7.4 Perencanaan *Mix Design* 40
4.7.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji 41
4.7.6 Pengujian Benda Uji 42
4.7.7 Pengolahan Data 45
4.7.8 Analisis Data 46
4.7.9 Pembahasan 46
4.7.10 Kesimpulan dan Saran 46
4.8 Diagram Alir Penelitian 47
BAB V 50
5.1 Umum 50
5.2 Pengujian Agregat Halus 50

5.2.1 Hasil Pengujian Agregat Halus Merapi 51
5.2.2 Hasil Pengujian Agregat Halus Progo 59
5.3 Pengujian Agregat Kasar 65
5.3.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar Clereng 66
5.3.2 Pengujian Agregat Kasar Merapi 74
5.4 Perencanaan Campuran Beton 80
5.4.1 Hasil Perencanaan Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG) 81
5.4.2 Hasil Perencanaan Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG) 89
5.4.3 Hasil Perencanaan Merapi-Progo Dengan FAS 0,43 (BMP TG) 99
5.4.4 Hasil Perencanaan Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG) 100
5.4.5 Hasil Perencanaan Clereng-Merapi Dengan FAS 0,43 (BCM TG) 102
5.4.6 Hasil Perencanaan Clereng-Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG) 103
5.4.7 Hasil Perencanaan Clereng-Progo Dengan FAS 0,43 (BCP TG) 105
5.4.8 Hasil Perencanaan Clereng-Progo Dengan FAS 0,5 (BCM DG) 106
5.4.9 Hasil Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton 107
5.5 Hasil Pengujian *Slump* 108
5.6 Hasil Pengujian Kadar Udara Beton Segar 110
5.7 Hasil Pengujian Berat Volume Beton Normal 113
5.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal 118
5.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal 127
5.10 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Normal 135
BAB VI 145
6.1 Kesimpulan 145

6.2 Saran 149
DAFTAR PUSTAKA 151
LAMPIRAN 155

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Oleh Andi Nanda Pratama 7
Tabel 2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variansi Faktor Granular dan Modulus Halus Butir Agregat Halus 8
Tabel 2.3 Hasil Pengujian Beton Dengan Ukuran Maksimum Agregat 20 mm, Fas 0.5 dan Fas 0.6 9
Tabel 2.4 Hasil Pengujian Beton Dengan Ukuran Maksimum Agregat 40 mm, Fas 0.5 dan Fas 0.6 10
Tabel 2.5 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang 12
Tabel 3.1 Tabel Gradasi Agregat Kasar 19
Tabel 3.2 Tabel Gradasi Agregat Halus 21
Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji 34
Tabel 4.2 Peralatan Pengujian Benda Uji 35
Tabel 4.3 Perincian Benda Uji 36
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Merapi 52
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Merapi 53
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 1 54
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 2 55
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus Merapi 58
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus Merapi 58
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Progo 59
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Progo 60
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Progo Sampel 1 61

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Progo Sampel 2 61
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus Progo 64
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus Progo 64
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Clereng 67
Tabel 5.14 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Clereng Sampel 1 68
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Anlisis Saringan Agregat Kasar Clereng Sampel 2 68
Tabel 5.16 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Clereng 71
Tabel 5.17 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Clereng 72
Tabel 5.18 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji Abrasi 73
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Clereng 73
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Merapi 75
Tabel 5.21 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 1 76
Tabel 5.22 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 2 76
Tabel 5.23 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Merapi 78
Tabel 5.24 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Clereng 79
Tabel 5.25 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Merapi 79
Tabel 5. 26 Hasil Rekapitulasi Pengujian Propertis Agregat 80
Tabel 5.27 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton BMM TG 82
Tabel 5.28 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus BMM TG 83
Tabel 5.29 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG) 88

Tabel 5.30 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG) 89
Tabel 5.31 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan FAS 0,5 Untuk BMM DG 90
Tabel 5.32 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton BMM DG 92
Tabel 5.33 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus BMM DG 92
Tabel 5.34 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG) 97
Tabel 5.35 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG) 98
Tabel 5.36 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAs 0,43 (BMP TG) 99
Tabel 5.37 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,43 (BMP TG) 100
Tabel 5.38 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG) 100
Tabel 5.39 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG) 101
Tabel 5.40 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,43 (BCM TG) 102
Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,43 (BCM TG) 103
Tabel 5.42 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG) 103
Tabel 5.43 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG) 104
Tabel 5.44 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,43 (BCP TG) 105

Tabel 5.45 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,43 (BCP TG) 106
Tabel 5.46 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,5 (BCP DG) 106
Tabel 5.47 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,5 (BCP DG) 107
Tabel 5.48 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton 107
Tabel 5.49 Hasil Pengujian Slump 108
Tabel 5.50 Rekapitulasi Hasil Kadar Udara Beton Segar 112
Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Berat Volume Beton 115
Tabel 5.52 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 120
Tabel 5. 53 Perbandingan Kuat Tekan Beton 123
Tabel 5.54 Rekapitulasi Hasil Kuat Tarik Belah Beton 130
Tabel 5.55 Rekapitulasi Regangan dan Tegangan Beton BCM DG Sampel 1 136
Tabel 5.56 Rekapitulasi Hasil Modulus Elastisitas Beton 140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Sketsa Pengujian Slump Pada Beton Segar 26
Gambar 3.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton 26
Gambar 3.3 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Beton 27
Gambar 3.4 Sketsa Pengujian Modulus Elastisitas Beton 29
Gambar 3.5 Sketsa Benda Uji 30
Gambar 3.6 Sketsa Alat Pengujian Kadar Udara Beton Segar 31
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian 47
Gambar 5.1 Agregat Halus Merapi 51
Gambar 5.2 Agregat Halus Progo 51
Gambar 5.3 Proses Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Merapi 52
Gambar 5.4 Proses Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Merapi 54
Gambar 5.5 Kurva Gradasi Agregat Halus Merapi Sampel 1 56
Gambar 5.6 Kurva Gradasi Agregat Halus Merapi Sampel 2 57
Gambar 5.7 Proses Pengujian Berat Volume Agregat Halus Merapi 57
Gambar 5.8 Kurva Gradasi Agregat Halus Progo Sampel 1 63
Gambar 5.9 Kurva Gradasi Agregat Halus Progo Sampel 2 63
Gambar 5.10 Agregat Kasar Clereng 65
Gambar 5.11 Agregat Kasar Merapi 65
Gambar 5.12 Proses Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Clereng 66
Gambar 5.13 Proses Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Clereng 68
Gambar 5.14 Kuarva Gradasi Agregat Kasar Clereng Sampel 1 70
Gambar 5.15 Kurva Gradasi Agregat Kasar Clereng Sampel 2 70
Gambar 5.16 Proses Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Clereng 71
Gambar 5.17 Proses Pengujian Abrasi Agregat Kasar Clereng 73
Gambar 5.18 Kurva Gradasi Agregat Kasar Merapi Sampel 1 77

Gambar 5.19 Kurva Gradasi Agregat Kasar Merapi Sampel 2 78
Gambar 5.20 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm BMM TG 84
Gambar 5.21 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan Untuk BMM TG 85
Gambar 5.22 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm) Untuk BMM DG 91
Gambar 5.23 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm 93
Gambar 5.24 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan BMM DG 95
Gambar 5.25 Pengujian Nilai Slump Untuk Setiap Variansi Beton 109
Gambar 5.26 Pengujian Nilai Slump 110
Gambar 5.27 Proses Pengujian Kadar Udara Beton Segar 111
Gambar 5.28 Pengujian Kadar Udara Beton Segar Untuk Setiap Variansi Beton 113
Gambar 5.29 Hasil Pengujian Berat Volume Beton Untuk Setiap Variansi 117
Gambar 5.30 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Setiap Variansi 124
Gambar 5.31 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Untuk Setiap Variansi 132
Gambar 5.32 Grafik Teganan Regangan Beton BCM DG Sampel 1 139
Gambar 5. 33 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Untuk Setiap Variansi 142

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat-Alat yang Digunakan 155
Lampiran 2 Bahan-bahan yang Digunakan 162
Lampiran 3 Proses Pembuatan Benda Uji 164
Lampiran 4 Data Hasil Pengujian Bahan Penyusun Beton 170
Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 210
Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton 212
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton 213
Lampiran 8 Grafik Modulus Elastisitas Beton 294

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	=	Luas Penampang Benda Uji
A_1	=	Kandungan Udara Beton Segar dari Pembacaan *Dial Gauge*
ACI	=	*American Concrete Institute*
ASTM	=	*American Standard Testing and Material*
B	=	Berat Benda Uji Kondisi Jenuh Kering Permukaan Di Udara
Bj	=	Berat Jenis
$Bj_{agregat\ gabungan}$	=	Berat Jenis Agregat Gabungan
$Bj_{agregat\ halus}$	=	Berat Jenis Agregat Halus
$Bj_{agregat\ kasar}$	=	Berat Jenis Agregat Kasar
BMP DG	=	Beton Merapi Progo Dengan Fas 0,5
BCP DG	=	Beton Clereng Progo Dengan Fas 0,5
BMM DG	=	Beton Merapi Merapi Dengan Fas 0,5
BCM DG	=	Beton Clereng Merapi Dengan Fas 0,5
BMP TG	=	Beton Merapi Progo Dengan Fas 0,43
BCP TG	=	Beton Clereng Progo Dengan Fas 0,43
BMM TG	=	Beton Merapi Merapi Dengan Fas 0,43
BCM TG	=	Beton Clereng Merapi Dengan Fas 0,43
C	=	Berat Benda Uji Dalam Air
C_b	=	Berat Agregat Kasar Untuk Satu Campuran
C_s	=	Berat Agregat Kasar Setelah Koreksi
CF	=	Faktor Koreksi yang Diperoleh dari Pembacaan Kandungan Udara Agregat
CTM	=	*Compressive Test Machine*
Ec	=	Modulus Elastisitas

ε_2	=	Regangan Longitudinal yang Dihasilkan pada Saat S_2
d	=	Diameter Benda Uji Silinder
π	=	Phi
FAS	=	Faktor Air Semen
F_b	=	Berat Agregat Halus Untuk Satu Campuran
Fs	=	Berat Agregat Halus Setelah Koreksi
$f`c$	=	Kuat Tekan Beton
$f`cr$	=	Kuat Tekan Beton Rencana
f_{ct}	=	Kuat Tarik Belah Beton
l	=	Panjang Benda Uji pada Bagian Tertekan
M	=	Nilai Tambah
M_c	=	Berat Wadah Ukur yang Diisi Beton
M_m	=	Berat Wadah Ukur
MHB	=	Modulus Halus Butir
P	=	Beban Maksimum
PCC	=	*Portland Composite Cement*
SSD	=	*Saturated Surface Dry*
S_1	=	Kuat Tekan pada saat 40% dari Beban Maksimum
S_2	=	Kuat Tekan pada saat Regangan Longitudinal Mencapai 0,00005
S_d	=	Deviasi Standar Rencana
W_c	=	Berat Isi Beton
W_b	=	Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus
W_k	=	Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar
V_m	=	Volume Wadah Ukur
%AH	=	Persentase Agregat Halus
%AK	=	Persentase Agregat Kasar
ΔL	=	Deformasi Longitudinal
L_o	=	Tinggi Efektif Pengukuran

ABSTRAKSI

Perkembangan ekonomi di dunia terus tumbuh cepat dari hari ke hari yang mengakibatkan kebutuhan manusia terhadap prasarana dan sarana semakin tinggi. Peningkatan kebutuhan manusia terhadap prasarana dan sarana mengakibatkan perkembangan teknologi konstruksi terutama teknologi beton. Keberadaan sumber daya alam yang melimpah di wilayah Yogyakarta membuat banyaknya depo-depo pasir dan kerikil yang tersebar di seluruh wilayah Yogyakarta. Karakteristik dan sifat agregat yang tersedia di setiap depo pasir tentunya berbeda-beda terutama pada kekerasan dan kehalusan butir agregat. Dalam penelitian ini perbedaan varian agregat kasar dan agregat halus bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekerasan agregat kasar dan kehalusan butir agregat halus terhadap sifat fisik dan sifat mekanik beton. Varian agregat kasar yang digunakan yaitu agregat kasar Clereng dan agregat kasar Merapi, sedangkan varian agregat halus yang digunakan yaitu agregat halus Kali Progo dan agregat halus Merapi. Nilai fas yang digunakan sebesar 0,5 dan 0,43. Benda uji yang digunakan beton silinder yang sudah berumur lebih dari 28 hari. Peraturan perencanaan campuran beton yang digunakan yaitu SNI 03-2834-2000 dengan nilai kuat tekan rencana 25 Mpa.

Hasil penelitian menunjukan bahwa pengaruh kekerasan agregat kasar Clereng memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan agregat kasar Merapi terhadap sifat mekanik beton tetapi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sifat fisik beton. Sementara itu, kehalusan butir agregat halus Kali Progo maupun agregat halus Merapi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sifat mekanik maupun sifat fisik beton. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *slump* yang memenuhi syarat 60 mm-180 mm. Hasil berat volume beton yang memenuhi syarat 2155 kg/m^3 - 2560 kg/m^3. Hasil kadar udara beton segar yang berada dibawah 6,0%. Kuat tekan beton tertinggi berada pada BCM DG 30,962 MPa, BCM TG 33,656 Mpa. Kuat tarik belah tertinggi berada pada BCM DG 2,809 MPa, BCM TG 5,136 Mpa. Modulus elastisitas beton tertinggi berada pada BCM DG 25416,4 MPa, BCM TG 24253 Mpa.

Kata Kunci: Kekerasan, Kehalusan, Fisik, Mekanik

ABSTRACT

The world's economic development rapidly grows daily, increasing human needs for infrastructure and facilities. That, in turn, will trigger the development of construction technology, especially concrete technology. The abundant natural resources around the Yogyakarta area offer various sands and gravel depot sources. Of course, the characteristics and properties of the aggregate available in each sand depot are different, Thus, this study aims to describe, differentiate, and point out the effect of coarse aggregate and the fine aggregate variant on the physical properties and mechanical properties of concrete. The coarse aggregate variant used is Clereng and Merapi coarse aggregate, while the fine aggregate variant used Kali Progo and Merapi fine aggregate. The fas values used are 0,5 and 0,43. In addition, the specimens used were cylindrical concrete that was more than 28 days old. Thus, the planning regulations for the concrete mix used are SNI 03-2834-2000 with a design compressive strength value of 25 MPa.

The results showed that, compared to Merapi coarse aggregate, the hardness effect of Clereng coarse aggregate had a positive influence on the mechanical properties of concrete. Although, it did not significantly affect the physical properties of concrete. Meanwhile, the grain fineness of Kali Progo and Merapi fine aggregate did not significantly affect the mechanical and physical properties of concrete. This outcome can be based on the fact that the slump value meets the requirements of 60 mm-180 mm. Also, the yield concrete volume weight that meets the requirements is 2155 kg/m3 - 2560 kg/m3. Not only that, the air content of fresh concrete is below 6.0%. While the highest concrete compressive strength is at BCM DG 30.962 MPa, BCM TG 33.656 Mpa and the highest splitting tensile strength is at BCM DG 2.809 MPa, BCM TG 5.136 Mpa. Moreover, The highest concrete elastic modulus is at BCM DG 25416.4 MPa, BCM TG 24253 Mpa.

Keywords: *Hardness, Smoothness, Physical, Mechanical*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ekonomi di dunia terus tumbuh cepat dari hari ke hari yang mengakibatkan kebutuhan manusia terhadap prasarana dan sarana semakin tinggi. Peningkatan kebutuhan manusia terhadap prasarana dan sarana mengakibatkan perkembangan teknologi konstruksi terutama teknologi beton. Penerapan beton sebagai bahan konstruksi hampir di semua bangunan prasarana dan sarana baik itu gedung bertingkat, jembatan, jalan, bendungan dan lain sebagainya.

Beton adalah campuran material yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) sedangkan beton normal menurut SNI 03-2847-2019 merupakan beton yang memiliki berat jenis (kepadatan) antara 2155 kg/m^3 sampai 2560 kg/m^3 dan di ambil nilai sebesar 2320 kg/m^3 hingga 2400 kg/ m^3.

Penggunaan beton sebagai bahan dasar konstruksi sudah membudaya baik itu untuk proyek besar atau proyek kecil sekalipun. Penggunaan beton yang sudah membudaya didasarkan pada kelebihan yang dimiliki beton itu sendiri. Beton memiliki kelebihan dalam menahan kuat tekan yang tinggi, namun memiliki kuat tarik yang lebih lemah, kemudahan dalam proses perawatan beton, tahan terhadap api pada kurun waktu tertentu, kemudahan dalam pencarian bahan penyusun serta proses pembuatan beton. Dalam mendapatkan beton dengan nilai kekuatan yang tinggi penggunaan material dalam campuran beton harus sesuai dengan spesifikasi yang ada.

Agregat menurut SNI 03-2847-2019 adalah bahan berbutir seperti batu pecah, pasir, kerikil dan slag tanur yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis. Berdasarkan perbandingan volume bahan pembuatan beton agregat mengisi 60% sampai dengan 80% dari total volume beton sehingga sifat dan karakteristik beton ditentukan oleh kualitas agregat itu sendiri. Sifat beton terdiri dari sifat mekanik dan sifat fisik. Sifat mekanik adalah

respon suatu material terhadap gaya yang diterimanya. Sifat mekanik beton yaitu kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas beton. Sifat fisik adalah sifat yang ditunjukan material secara fisik (Mulyono, 2021). Sifat fisik yang ditinjau pada beton yaitu *workability*, daya serap air, densitas, porositas dan permeabilitas beton.

Klasifikasi agregat berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat Kasar adalah butiran yang memiliki ukuran dari 4.75 mm sampai dengan 50 mm atau butiran yang tertahan di saringan No.4, sedangkan agregat halus adalah butiran yang memiliki ukuran lebih kecil antara 75 µm sampai 4.75 mm (Aji dan Purwono,2011).

Agregat sangat mudah didapatkan terutama untuk di wilayah Yogyakarta, dimana Provinsi Yogyakarta memiliki geologis yang mendukung berupa terdapatnya Gunung Merapi dan adanya sungai sungai besar seperti Sungai Opak, Sungai Code dan Sungai Progo yang dapat di gunakan sebagai sumber material konstruksi. Mayoritas agregat yang digunakan dalam konstruksi di wilayah Yogyakarta berasal dari Gunung Merapi, Kali Progo dan Clereng. Agregat-agregat yang berasal dari Gunung Merapi, Kali Progo dan Clereng berupa batuan alami yang diolah sedemikian rupa sehingga memiliki ukuran yang sesuai dengan ketentuan yang ada.

Keberadaan sumber daya alam yang melimpah di wilayah Yogyakarta membuat banyaknya depo-depo pasir dan kerikil yang tersebar di seluruh wilayah Yogyakarta. Karakteristik dan sifat agregat yang tersedia di setiap depo pasir tentunya berbeda-beda terutama pada kekerasan dan kehalusan butir agregat. Semakin tinggi kekerasan agregat maka nilai kuat tekan beton akan semakin besar sedangkan semakin rendah kekerasan agregat maka nilai kuat tekan beton akan semakin kecil. Untuk mengetahui kekerasan agregat dilakukan pengujian abrasi agregat. Abrasi adalah nilai yang menunjukan kemampuan agregat kasar untuk menahan atau menerima gesekan atau kikisan yang menyebabkan terjadinya perubahan ukuran butiran agregat (bertambah kecil atau aus) dengan alat Mesin Los Angeles (Damayanti,2015).

Kehalusan butir agregat atau modulus kehalusan adalah angka yang menunjukan kehalusan atau kekasaran suatu agregat. Semakin besar nilai modulus kehalusan agregat maka semakin kasar butiran agregat sedangkan semakin halus nilai modulus agregat maka semakin halus butiran agregat. Modulus kehalusan digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar ataupun agregat halus. Untuk mengetahui modulus kehalusan butir dilakukan pengujian analisis saringan. Anilisis saringan agregat adalah penentuan persen lolos butir agregat di setiap ukuran saringan yang berbeda.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat dari Merapi dan Progo terhadap sifat mekanik dan sifat fisik beton normal yang didasarkan atas banyaknya ketersediaan dan sumber agregat yang berada di wilayah Yogyakarta yang dimana karakteristik tiap jenisnya berbeda-beda. Sifat mekanik yang ditinjau berupa kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton, sedangkan sifat fisik yang ditinjau berupa *workability*, berat volume beton dan kadar udara beton segar. Penggunaan variansi mutu beton pada penelitian ini sebesar 25 MPa dengan mengacu pada peraturan SNI 03-2847-2019 yaitu batas minimum nilai fc` untuk beton normal sebesar 21 MPa untuk beton struktural, sedangkan di Indonesia penggunaan minimum nilai mutu beton struktural biasanya antara 25 MPa dan 30 MPa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang timbul di masyarakat dapat dirumuskan bagaimana pengaruh penggunaan agregat kasar dari Clereng dan Gunung Merapi agregat halus dari Kali Progo dan Gunung Merapi dengan melihat nilai kekerasan dan kehalausan agregat terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, *workability*, berat volume beton dan kadar udara beton segar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah disebutkan, maka didapatkan tujuan dari penelitan yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat dari

Merapi dan Progo terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton, *workability*, berat volume beton normal dan kadar udara beton segar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang ingin dicapai sebagai berikut.

1. Dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu teknologi bahan konstruksi terkait pengunaan agregat kasar asal Yogyakarta sebagai bahan penyusun campuran beton yang baik telah memenuhi standar campuran beton sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Dapat memberikan informasi terkait pengaruh kekerasan agregat kasar dan kehalusan butir agregat halus terhadap karakteristik beton normal.
3. Dapat menjadi salah satu sumber dalam pertimbangan penggunaan agregat sebagai bahan campuran beton.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang timbul di masyarakat didapat rumusan masalah

1. Sifat mekanik yang diamati yaitu kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton normal.
2. Sifat fisik yang diamati yaitu *workability*, berat volume beton dan kadar udara beton segar.
3. Jenis semen yang digunakan berupa Semen PCC Tiga Roda.
4. Agregat kasar yang digunakan sebanyak 2 jenis yaitu agregat kasar dari Clereng dan agregat kasar dari Gunung Merapi.
5. Agregat halus yang digunakan sebanyak 2 jenis yaitu agregat halus dari Kali Progo dan agregat halus dari Gunung Merapi.
6. Air yang digunakan berasal dari Labolatorium Teknik Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Penggunaan mutu beton normal menggunakan 25 MPa.
8. Metode yang digunakan dalam proses campuran adukan beton adalah SNI 03-2834-2000.

9. Benda uji kuat tekan dan kuat tarik berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang diuji pada umur setelah 28 hari sebanyak 64 buah.
10. Pengujian sifat mekanik beton dilakukan setelah 28 hari.
11. Sampel yang digunakan sebanyak 5 buah untuk kuat tekan pada setiap variansi mutu beton dan jenis agregat kecuali pengujian kuat tarik belah beton yang menggunakan 3 buah benda uji pada setiap variansi mutu beton dan jenis agregat.
12. Pengujian kuat tekan beton menggunakan metode dengan ketentuan sesuai SNI 03-1974-2011 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
13. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan metode dengan ketentuan sesuai SNI 03-2491-2002 tentang Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
14. Pengujian modulus elastisitas menggunakan metode dengan ketentuan sesuai SNI 03-4169-1996 tentang Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton Dengan Kompresor Ekstensometer.
15. Lokasi pengujian dilakukan di Labolatorium Teknik Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan masyarakat dibandingkan bahan konstruksi lainnya seperti kayu dan baja. Beton merupakan campuran yang bahan utamanya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air tetapi salah satu bahan konstruksi yang lebih banyak mengkonsumsi sumber daya alam.

Beton memiliki sifat mekanik berupa tahan terhadap gaya tekan tetapi lemah terhadap gaya tarik. Aji dan Purwono (2011) menyebutkan kuat tekan beton ditentukan pada nilai rasio air terhadap semen tidak hanya rasio air terhadap semen tetapi juga karakteristik agregat mengambil peran dalam seberapa kuat beton menahan gaya tekan. Agregat kasar menempati 60% sampai 80% volume beton sehingga karakteristik agregat kasar memiliki pengaruh terhadap kualitas beton. Kekuatan yang tinggi pada beton dapat dihasilkan dengan agregat yang digunakan pada campuran harus keras, stabil, tahan lama dan memiliki ketahanan abrasi yang tinggi. Karakteristik agregat kasar yang penting yaitu kekuatan hancur agregat atau ketahanan agregat terhadap benturan. Ketahanan agregat terhadap benturan dapat diketahui dengan mengetahui nilai abrasi agregat dengan beberapa metode yaitu uji abrasi Los Angeles, Uji abrasi mikro deval dan uji Nordic ball mill. Abrasi adalah penurunan berat yang terjadi secara tepat waktu berdasarkan sifat fisik dan mekanik suatu material (Alyamac dan Tunc,2020).

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan dengan pengaruh karakteristik agregat terhadap sifat mekanik dan sifat fisik beton sudah pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penilitian sebelumnya perlu untuk dipahami sebelumnya sebagai bahan referensi dalam penelitian penulis. Perbandingan penelitian yang dilakukan dengan

penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.5. Penelitian sejenis yang digunakan sebagai bahan referensi sebagai berikut.

1. Andi Nanda Pratama (2016) melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Dari Yogyakarta Terhadap Kuat Tekan Beton". Penelitian ini dilakukan dengan menguji pengaruh variansi agregat kasar berdasarkan sumber pengambilannya terhadap nilai kuat tekan beton. Agregat kasar yang digunakan berasal dari 3 tempat yaitu Clereng, Gunung Merapi dan Kali Progo. Pengujian dilakukan dengan melihat nilai kuat tekan yang ditimbulkan dengan variansi agregat kasar berdasarkan sumber pengambilannya. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Total benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 9 buah dengan rincian 3 benda uji setiap variansi sumber agregat kasar dan menggunakan mutu beton dengan fc' sebesar 19 MPa. Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan agregat kasar yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Oleh Andi Nanda Pratama

No	Pengujian Bahan	Clereng	Kali Progo	Gunung Merapi
1	Berat Jenis	2,87	2,64	2,63
2	Kadar Air	0,15%	0,2%	0,25%
3	Daya serap air	1,2%	3,2%	3,4%
4	Kadar Lumpur	1,55%	2,15%	3,5%
5	Keausan	21,36%	48,94%	50,3%
6	Berat Satuan	1,55 gr/cm^3	1,47 gr/cm^3	1,36 gr/cm^3

Sumber: Pratama, (2016)

Dari hasil penelitian tersebut didapatkan nilai kuat tekan beton dengan variansi agregat Clereng sebesar 21,06 MPa, 22,97 MPa dan 19,82 MPa sehingga didapatkan rerata kuat tekan sebesar 21,3 MPa. Nilai kuat tekan beton dengan variansi agregat Gunung Merapi sebesar 20,76 MPa, 14,91 MPa dan 12,06

MPa sehingga didapatkan rerata kuat tekan sebesar 15,9 MPa. Nilai kuat tekan beton dengan variansi agregat Kali Progo sebesar 20,76 MPa, 21,57 MPa dan 10,15 MPa sehingga didapatkan rerata kuat tekan sebesar 17,49 MPa. Beton yang menggunakan agregat Clereng memiliki kuat tekan rerata terbesar dengan nilai 21,3 MPa dan nilai keausan 21,36% sedangkan beton dengan agregat Gunung Merapi memiliki kuat tekan rerata terkecil sebesar 15,9 MPa dan nilai keausan agregat 50,3%. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah semakin kecil nilai keausan agregat maka semakin besar nilai kuat tekan beton.

2. Dimalouw dan Saelan (2016) melakukan penelitian dengan judul "Tinjauan Kembali Mengenai Pengaruh Modulus Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Beton". Penelitian ini dilakukan dengan menguji pengaruh tingkat kehalusan butir agregat halus terhadap kuat tekan beton normal dengan variansi nilai faktor granular sebesar 0,40, 0,45, 0,50 serta variansi nilai MHB sebesar 1,50, 2,00, 2,50, 3,00 dan 3,50. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Hasil penelitian ini didapatkan nilai kuat tekan yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variansi Faktor Granular dan Modulus Halus Butir Agregat Halus

Nilai Granular	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)					Kuat Tekan Prediksi (MPa)
	MHB 1,5	MHB 2,0	MHB 2,5	MHB 3,0	MHB 3,5	
0,40	34,27	33,93	33,17	36,56	38,66	33,90
0,45	27,73	30,96	28,32	29,82	28,19	30,60
0,50	27,16	28,70	31,79	30,99	31,58	28,20

Sumber: Dimalouw dan Saelan, (2016)

Kesimpulan dari penelitian ini didapatkan nilai kuat tekan rata-rata untuk nilai granular 0,40 sebesar 33,17 MPa sampai 38,66 Mpa dengan nilai *slump* sebesar 25 mm – 30 mm. Nilai kuat tekan rata-rata untuk nilai granular 0,45 sebesar 27,73 Mpa sampai 30,96 Mpa dengan nilai *slump* sebesar 15 mm – 30 mm. Nilai kuat tekan rata-rata untuk nilai granular 0,50 sebesar 27,16 Mpa sampai 31,79 Mpa dengan nilai *slump* 10 mm – 30 mm. Hal ini menunjukan bahwa

nilai kuat tekan prediksi masih berada dalam rentang kuat tekan rata-rata aktual sehingga variansi modulus halus pasir tidak mempengaruhi nilai kuat tekan beton secara signifikan.

3. Silvia Rahmawati (2017) memalakukan penelitian dengan judul "Pengaruh Ukuran Maksimum Dan Nilai Kekerasan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal". Penelitian ini dilakukan dengan menguji pengaruh ukuran maksimum agregat kasar dan nilai kekerasan agregat kasar terhadap kuat tekan beton normal dengan agregat kasar berasal dari Sragen, Wonogiri dan Kulon Progo. Ukuran agregat kasar yang digunakan sebesar 20 mm dan 40 mm. Penelitian ini menggunakan fas 0,5 dan 0,6. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan panjang 30 cm. Total benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 60 buah dengan rincian 5 buah setiap variansi faktor air semen, ukuran maksimum agregat dan sumber agregat kasar yang digunakan. Hasil penelitian ini didapatkan nilai keausan agregat kasar dari Sragen, Wonogiri dan Kulon Progo secara berurutan sebesar 23,5%, 25,5% dan 31,4%. Nilai kuat tekan rerata beton yang menggunakan agregat kasar berasal dari Sragen, Wonogiri dan Kulon Progo dengan ukuran maksimum agregat 20 mm, fas 0,5 dan fas 0,6 dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Hasil Pengujian Beton Dengan Ukuran Maksimum Agregat 20 mm, Fas 0.5 dan Fas 0.6

Nilai Fas	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)		
	Sragen	Wonogiri	Kulon Progo
0,5	24,83	29,07	36,90
0,6	22,43	25,24	28,43

Sumber: Rahmawati, (2017)

Nilai kuat tekan rerata beton yang menggunakan agregat kasar berasal dari Sragen, Wonogiri dan Kulon Progo dengan ukuran maksimum agregat 40 mm, fas 0,5 dan fas 0,6 dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Hasil Pengujian Beton Dengan Ukuran Maksimum Agregat 40 mm, Fas 0.5 dan Fas 0.6

Nilai Fas	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)		
	Sragen	**Wonogiri**	**Kulon Progo**
0,5	19,74	22,00	27,32
0,6	18,99	20,28	21,28

Sumber: Rahmawati, (2017)

Kesimpulan dari penelitian ini adalah beton yang menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 20 mm memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 36,9 MPa pada beton dengan fas 0,5 dan agregat asal Kulon Progo, sedangkan agregat dengan ukuran maksimum 40 mm memiliki nilai kuat tekan sebesar 27,32 MPa pada beton dengan spesifikas yang sama. Hal ini menunjukan kepadatan dan porositas pada beton mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan beton dengan ukuran agregat maksimum 20 mm mampu menghasilkan kepadatan (*density)* yang maksimum dan porositas yang kecil daripada beton dengan ukuran agregat maksimum 40 mm.

4. Tayeh (2018) melakukan penelitian dengan judul "*Effect of Aerbeton On The Mechanical and Physical Properties of Concrete"*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh penggunaan aerbeton terhadap sifat mekanik dan sifat fisik beton. Sifat mekanik yang di uji adalah kuat tekan sedangkan sifat fisik yang diuji meliputi pengujian *slump test*, daya serap air dan densitas beton. Metode pengujian saat umur 7 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran sisi 15 cm dan total benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 60 buah. Pembuatan benda uji digunakan variansi aerbeton 0% *admixture*, 5% *admixture*, 10% *admixture*, 15% *admixture*, 5% *admixture* – 15% air, 10% *admixture* – 15% air, 15% *admixture* – 15% air, 5% *admixture* – 15% air – 15% pasir, 10% *admixture* – 15% air – 15% pasir, 15% *admixture* – 15% air – 15% pasir. Pada penelitian ini didapatkan nilai kuat tekan beton umur 7 hari tertinggi pada variansi 10% *admixture* – 15% air – 15% pasir sebesar 265 kg/cm^2 dan yang terendah pada variansi 15% *admixture* – 15% air – 15% pasir sebesar 176 kg/cm^2. Nilai kuat

tekan beton umur 28 hari tertinggi pada variansi 5% *admixture* – 15% air – 15% pasir sebesar 377 kg/cm^2 dan yang terendah pada variansi 15% *admixture* sebesar 283 kg/cm^2. Daya serap beton tertinggi pada variansi 0% aerbeton dengan nilai 5,7%. Nilai *slump test* tertinggi didapatkan pada variansi 5% *admixture* sebesar 8,5 cm. Nilai densitas beton umur 7 hari tertinggi pada variansi 0% *admixture* sebesar 2,47 sedangkan nilai densitas beton umur 28 hari tertinggi pada variansi 10% *admixture* – 15% air – 15% pasir sebesar 2,52.

5. Alyamac dan Tunc (2020) melakukan penelitian dengan judul "*Determination of The Relationship Between The Los Angeles Abrasion Values of Aggregates and Concrete Strenght Using Response Surface*". Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai abrasi agregat terhadap kekuatan beton dengan mempertimbangkan rasio air untuk semen dan agregat untuk semen. Agregat kasar yang digunakan yaitu basal, marmer, batu kapur dan agregat alam sedangkan variansi rasio air semen yang digunakan yaitu 0,38, 0,40, 0,42, 0,45, 0,50, 0,55 dan 0,60. Pengujian ini melakukan test kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran sisi 15 cm dan total benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 42 buah. Pada penelitian ini didapatkan bahwa nilai abrasi terkecil oleh agregat basal 9,2% sedangkan nilai abrasi terbesar oleh batu kapur 46,2% Nilai kuat tekan maksimum diperoleh dari beton AC sebesar 54,6 MPa dengan nilai kuat tekan rerata sampel beton AC sebesar 43,68 MPa yang diproduksi dengan agregat basal meskipun memiliki kandungan agregat yang sama sampel AC dan BC memilik perbedaan nilai kuat tekan sebesar 12%. Beton dengan agregat marbel dan agregat batu kapur memiliki nilai kuat tekan yang hampir sama yaitu memiliki perbedaan kuat tekan sebesar 1,7%. Nilai rerata kuat tekan minimum diperoleh beton DC sebesar 30 MPa yang diproduksi dengan agregat alam.

Tabel 2.5 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Penelitian Terdahulu						**Remcana Penelitian**
Keterangan	Andi Nanda Pratama (2016)	Dimalouw dan Saelan (2016)	Silvia Rahmawati (2017)	Tayeh (2018)	Alyamac dan Tunc (2020)	Maulana Ikhsan Ahmad (2023)
Judul Penelitian	Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Dari Yogyakarta Terhadap Kuat Tekan Beton	Tinjauan Kembali Mengenai Pengaruh Modulus Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Beton	Pengaruh Ukuran Maksimum Dan Nilai Kekerasan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	*Effect of Aerbeton On The Mechanical and Physical Properties of Concrete*	*Determination of The Relationship Between The Los Angeles Abrasion Values of Aggregates and Concrete Strenght Using Response Surface*	Pengaruh Penggunaan Agregat Dari Merapi dan Progo Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Beton Normal
Tujuan	Untuk mengetahui pengaruh variansi agregat kasar berdasarkan sumber pengambilannya terhadap nilai kuat tekan beton.	Untuk mengetahui pengaruh variansi modulus kehalusan terhadap kuat tekan beton normal.	Untuk mengetahui pengaruh ukuran maksimum agregat kasar dan nilai kekerasan agregat kasar terhadap kuat tekan beton normal dengan agregat kasar berasal dari Sragen.	Untuk mengetahui pengaruh penggunaan aerbeton terhadap sifat mekanik dan sifat fisik beton.	untuk mengetahui hubungan antara nilai abrasi agregat terhadap kekuatan beton dengan mempertimbangkan rasio air untuk semen dan agregat untuk semen.	Untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat dari Merapi dan Progo terhadap sifat fisik dan sifat mekanik beton normal.

Lanjutan Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Penelitian Terdahulu						**Remcana Penelitian**
Keterangan	Andi Nanda Pratama (2016)	Dimalouw dan Saelan (2016)	Silvia Rahmawati (2017)	Tayeh (2018)	Alyamac dan Tunc (2020)	Maulana Ikhsan Ahmad (2023)
Parameter yang diuji	Kuat tekan beton	Kuat tekan beton dan *Slump*	Kuat tekan beton	kuat tekan, *slump test*, daya serap air dan densitas beton	Kuat tekan dan kuat tarik belah beton	Kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, workability, berat volume beton dan kadar udara beton segar
Varian Penelitian	Agregat kasar yang digunakan berasal dari 3 tempat yaitu Clereng, Gunung Merapi dan Kali Progo. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan panjang 30 cm. Total benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 9 buah.	Tingkat kehalusan butir agregat halus terhadap kuat tekan beton normal dengan variansi nilai faktor granular sebesar 0,40, 0,45, 0,50 serta variansi nilai MHB sebesar 1,50, 2,00, 2,50, 3,00 dan 3,50.	Agregat kasar berasal dari Sragen, Wonogiri dan Kulon Progo. Ukuran agregat kasar yang digunakan sebesar 20 mm dan 40 mm. Penelitian ini menggunakan fas 0.5 dan 0.6 dengan benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan panjang 30 cm. Total benda uji yang digunakan sebanyak 60 buah.	Pembuatan benda uji digunakan variansi aerbeton 0% *admixture*, 5% *admixture*, 10% *admixture*, 15% *admixture*, 5% *admixture – 15%* air, 10% *admixture – 15%* air, 15% *admixture – 15%* air, 5% *admixture – 15%* air – 15% pasir, 10% *admixture – 15%* air – 15% pasir, 15% *admixture – 15%* air – 15% pasir. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran sisi 15 cm dan total benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 60 buah	variansi rasio air semen yang digunakan yaitu 0.38, 0.40, 0.42, 0.45, 0.50, 0.55 dan 0.60 dengan Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran sisi 15 cm dan total benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 42 buah.	variansi yang digunakan berupa agregat kasar Merapi dan Clereng sedangkan Agregat halus yang digunakan berasal dari Merapi dan Kali Progo. Benda uji yang digunakan pada kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan panjang 30 cm.

Lanjutan Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Penelitian Terdahulu						**Remcana Penelitian**
Keterangan	Andi Nanda Pratama (2016)	Dimalouw dan Saelan (2016)	Silvia Rahmawati (2017)	Tayeh (2018)	Alyamac dan Tunc (2020)	Maulana Ikhsan Ahmad (2023)
Metode Penelitian	Metode penelitian yang digunakan dengan pengujian agregat, perencanaan *mix design* dengan kuat tekan rencana 19 MPa. Pembuatan benda uji denga komposisi yang ditentukan, perawatan beton dan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari	Metode penelitian yang digunakan dengan pengujian agregat, perencanaan *mix design* dengan metode Dreux Gorrisse, pengujian nilai *slump* dan pengujian nilai kuat tekan beton setiap variansi	Metode penelitian yang digunakan dengan pengujian gradasi agregat, pengujian keausan agregat, pengujian nilai *slump* dan pengujian nilai kuat tekan beton pada setiap variansi fas dan ukuran maksimum agregat pada beton umur 28 hari	Metode penelitian yang digunakan dengan pengujian agregat, pembuatan benda uji kubus dan pengujian sifat fisik beton yaitu *slump*, daya serap dan densitas sedangkan pengujian sifat mekanik beton berupa kuat tekan.	Metode penelitian yang digunakan dengan pengujian agregat, pembuatan benda uji kubus dan pengujian sifat mekanik beton berupa kuat tekan dan kuat tarik beton dilakukan dengan du acara yaitu metode ekperimen dan metode *response surface metodelogy*	Pada penelitian ini dilakukan proses perencanaan campuran dengan standar SNI 03-2834-2000, Proses pengujian sifat mekanik beton berupa kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton dilakukan dengan metode eksperimen sedangkan pengujian sifat fisik beton berupa workability, berat volume beton dan kadar udara beton segar dilakukan dengan metode eksperimen terhadap beton dengan kuat rencana beton 25 MPa pada umur setelah 28 hari

Lanjutan Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Keterangan	Andi Nanda Pratama (2016)	Dimalouw dan Saelan (2016)	Silvia Rahmawati (2017)	Tayeh (2018)	Alyamac dan Tunc (2020)	Maulana Ikhsan Ahmad (2023)
Hasil Penelitian	Beton yang menggunakan agregat Clereng memiliki kuat tekan rerata terbesar dengan nilai 21.3 MPa dan nilai keausan 21.36 % sedangkan beton dengan agregat Gunung Merapi memiliki kuat tekan rerata terkecil sebesar 15.9 MPa dan nilai keausan agregat 50.3 %.	Hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan rata-rata untuk nilai granular 0,40 sebesar 33,17 MPa sampai 38,66 Mpa dengan nilai *slump* sebesar 25 mm – 30 mm. Nilai kuat tekan rata-rata untuk nilai granular 0,45 sebesar 27,73 Mpa sampai 30,96 Mpa dengan nilai *slump* sebesar 15 mm – 30 mm. Nilai kuat tekan rata-rata untuk nilai granular 0,50 sebesar 27,16 Mpa sampai 31,79 Mpa dengan nilai *slump* 10 mm – 30 mm	Hasil penelitian beton yang menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 20 mm memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi sebesar 36.9 MPa pada beton dengan fas 0.5 dan agregat asal Kulon Progo, sedangkan agregat dengan ukuran maksimum 40 mm memiliki nilai kuat tekan sebesar 27.32 MPa pada beton dengan spesifikas yang masa.	Hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton umur 7 hari tertinggi pada variansi 10% *admixture – 15%* air – 15% pasir sebesar 265 kg/cm^2 dan yang terendah pada variansi 15% *admixture – 15%* air – 15% pasir sebesar 176 kg/cm^2. Nilai kuat tekan beton umur 28 hari tertinggi pada variansi 5% *admixture – 15%* air – 15% pasir sebesar 377 kg/cm^2 dan yang terendah pada variansi 15% *admixture* sebesar 283 kg/cm^2. Daya serap beton tertinggi pada variansi 0% aerbeton dengan nilai 5.7%. Nilai *slump test* tertinggi didapatkan pada variansi 5% *admixture* sebesar 8,5 cm. Nilai densitas beton umur 7 hari tertinggi pada variansi 0% *admixture* sebesar 2,47 sedangkan nilai densitas beton umur 28 hari tertinggi pada variansi 10% *admixture – 15%* air – 15% pasir sebesar 2,52.	Pada penelitian ini didapatkan bahwa nilai abrasi terkecil oleh agregat basal 9.2% sedangkan nilai abrasi terbesar oleh batu kapur 46.2% Nilai kuat tekan maksimum diperoleh dari beton AC sebesar 54.6 MPa dengan nilai kuat tekan rerata sampel beton AC sebesar 43.68 MPa yang diproduksi dengan agregat basal.	

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian berjudul Pengaruh Pengunaan Agregat Dari Merapi dan Progo Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Beton Normal belum pernah dilakukan sebelumnya. Adapun penelitian mengenai kekerasan dan kehalusan agregat yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya mengenai kuat tekan beton menggunakan asal agregat yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan meneliti tentang sifat fisik dan sifat mekanik beton dengan variansi agregat kasar yang memiliki nilai abrasi dibawah 40% dan diatas 40%, sedangkan variansi agregat halus yang memiliki zona gradasi berbeda. Sifat mekanik yang diteliti yaitu kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton sedangkan sifat fisik yang diteliti yaitu *workability*, berat volume beton dan kadar udara beton segar.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton adalah batu buatan yang dibuat menggunakan campuran semen *portland*, pasir, batu dan air sedangkan pengertian beton berdasarkan SNI 03-2847-2019 adalah campuran material yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*).

Bahar dkk (2005) menjelaskan beton adalah material komposit yang terdiri dari agregat halus berupa pasir, agregat kasar berupa kerikil dan medium pengikat berupa campuran semen hidrolis dan air dengan atau tanpa bahan tambahan/*additives*.

Jenis-jenis beton berdasarkan berat jenisnya dikelompokan dalam tiga jenis yaitu beton ringan, beton normal dan beton berat. Menurut SNI 03-2847-2019 beton ringan adalah beton yang memuat densitas agregat ringan dan densitas setimbang sebesar 1140 kg/ m^3 dan 1840 kg/ m^3 dipakai untuk elemen non-struktural. Beton normal merupakan beton yang memiliki berat jenis (kepadatan) antara 2155 kg/m^3 sampai 2560 kg/ m^3 dan di ambil nilai sebesar 2320 kg/m^3 hingga 2400 kg/ m^3 yang dipakai hampir semua elemen struktur bangunan sedangkan beton berat adalah beton yang memiliki berat jenis lebih dari 2500 kg/m^3 yang digunakan untuk struktur tertentu seperti struktur yang tahan terhadap radiasi atom.

Penggunaan beton sebagai bahan dasar konstruksi sudah membudaya baik itu untuk proyek besar atau proyek kecil sekalipun. Penggunaan beton yang sudah membudaya didasarkan pada kelebihan yang dimiliki beton itu sendiri. Berikut kelebihan dan kekurangan yang dimiliki beton.

1. Kelebihan
   a. Ketersediaan material bahan baku yang melimpah berupa agregat kasar dan agregat halus dapat di ambil atau didapatkan dari lokal setempat sedangkan bahan termahal yaitu semen yang telah banyak diproduksi mudah didapatkan didalam negeri.

b. Kemudahan beton dalam proses pembuatan (*workability*) yaitu beton mampu diproses tanpa ada alat penyambung dan beton dapat dibentuk sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
c. Kemudahan dalam proses perawatan yaitu beton merupakan bahan yang tahan karat, tahan aus dan tahan panas terhadap lingkungan sekitar sehingga biaya perawatan jauh lebih rendah.
d. Beton mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.

2. Kekurangan
   a. Beton mempunyai kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan sekitar 9% sampai 15% dari nilai kuat tekan beton. Kuat tarik yang kecil dapat diatasi dengan mengkombinasikan beton dan baja tulangan atau baja prategang yang memiliki kuat tarik yang tinggi sehingga didapatkan beton bertulang atau beton prategang.
   b. Proses pelaksanaan beton dilapangan sangat mempengaruhi kualitas beton. Untuk menghindari kesalahan pelaksanaan dilakukan pengawasan dan kualiti kontrol yang sesuai dengan peraturan yang berlaku.

3.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 2 bahan yaitu bahan pasif dan bahan aktif. Bahan pasif berupa agregat kasar dan agregat halus yang memiliki fungsi sebagai bahan pengisi beton, sedangkan bahan aktif berupa semen dan air yang berfungsi sebagai bahan pengikat antar bahan pasif. Peran dan fungsi bahan penyusun beton berbeda-beda.

3.2.1 Agregat

Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi pada beton. Berdasarkan perbandingan volume bahan pembuatan beton agregat mengisi 60% sampai dengan 80% dari total volume beton sehingga sifat dan karakteristik beton ditentukan oleh kualitas agregat itu sendiri. Wisnu (2007) menyebutkan sifat agregat yang sangat berpengaruh pada kekuatan beton yaitu kekasaran permukaan agregat dan ukuran maksimum agregat.

Kekasaran permukaan agregat berpengaruh pada luas lekatan pasta yang dapat menempel pada agregat dan besar tegangan saat retak beton mulai muncul. Ukuran maksimum agregat berpengaruh pada kekuatan beton semakin besar ukuran agregat yang digunakan menyebabkan pori yang tersedia atau luasan permukaan untuk pasta menempel pada agregat semakin sedikit sehingga lekatan antar agregat dan pasta semen kurang kuat (Wisnu, 2007).

Klasifikasi agregat berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat Kasar

   Agregat kasar secara umum adalah adalah batuan/kerikil yang memiliki ukuran dari 4,75 mm sampai dengan 50 mm. Menurut SNI 03-1969-2008 agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm sampai 40 mm. Gradasi pada agregat berpengaruh pada *workability*, kepadatan dan biaya (Aji dan Purwono, 2011). Persyaratan gradasi agregat kasar berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Tabel Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	35-70	95-100
10	10-40	30-60
4,8	0-5	0-10

Sifat dan karakteristik agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) terdapat beberapa pemeriksaan agregat kasar yang akan digunakan. Pemeriksaan yang digunakan sebagai berikut.

a. Pemeriksaan berat jenis

Berdasarkan SNI 03-1969-2008 pemeriksaan berat jenis agregat kasar digunakan untuk mencari berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat kasar. Penentuan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat kasar berdasarkan SNI 03-1969-2008 dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut.

Penentuan berat jenis curah = $\frac{A}{(B-C)}$ (3.1)

Penentuan berat jenis jenuh kering permukaan = $\frac{B}{(B-C)}$ (3.2)

Penentuan berat jenis semu = $\frac{A}{(A-C)}$ (3.3)

Penyerapan air = $\left[\frac{B-A}{A}\right]$ x 100% (3.4)

dengan:

A = Berat benda uji kering oven (gram),

B = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram), dan

C = Berat benda uji dalam air (gram).

b. Pemeriksaan modulus kasar butiran

Modulus kasar butiran adalah suatur indikator untuk mengetahui kehalusan dan kekasaran suatu agregat. Modulus kasar butiran dapat digunakan sebagai gambaran tentang jumlah persentase butiran agregat. Nilai modulus kasar butir yang semakin kecil menunjukan butir-butir agregat semakin kecil dan sebaliknya. Nilai modulus kasar butir secara umum sebesar 5,0 sampai 8,0. Penentuan nilai modulus kasar butiran menurut SNI 03-1968-1990 menggunakan persamaan 3.5 sebagai berikut.

Modulus kasar butiran = $\frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$ (3.5)

c. Pemeriksaan Keausan

Keausan adalah perbandingan berat agregat yang terkikis/tergerus terhadap berat agregat semula. Berdasarkan SNI 03-2417-2008 pengujian keausan berfungsi untuk mengetahui nilai ketahanan agregat terhadap keausan. Pengujian keausan agregat menurut SNI 03-2417-2008 menggunakan persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$\text{Keausan} = \frac{(A-B)}{A} \text{ x } 100\% \qquad (3.6)$$

dengan:

A = Berat benda uji semula (gram), dan

B = Berat benda uji tertahan No.12 (gram).

2. Agregat Halus

Agregat halus secara umum adalah butiran yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,75 mm. Menurut SNI 03-1970-2008 agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm. Gradasi pada agregat berpengaruh pada *workability*, kepadatan dan biaya (Aji dan Purwono, 2011). Persyaratan gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 2.6 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Tabel Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) terdapat beberapa pemeriksaan agregat halus yang akan digunakan. Pemeriksaan yang digunakan sebagai berikut.

a. Pemeriksaan berat jenis

Berdasarkan SNI 03-1970-2008 pemeriksaan berat jenis agregat halus digunakan untuk mencari berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus. Penentuan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus berdasarkan SNI 03-1970-2008 dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut.

Penentuan berat jenis curah = $\frac{A}{(B+S-C)}$ (3.7)

Penentuan berat jenis jenuh kering permukaan = $\frac{S}{(B+S-C)}$ (3.8)

Penentuan berat jenis semu = $\frac{A}{(B+A-C)}$ (3.9)

Penyerapan air = $\left[\frac{S-A}{A}\right]$ x 100% (3.10)

dengan:

A = Berat benda uji kering oven (gram),

B = Berat piknometer yang berisi air (gram),

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram), dan

S = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram).

b. Pemeriksaan modulus halus butir

Modulus halus butiran adalah suatur indikator untuk mengetahui kehalusan dan kekasaran suatu agregat. Nilai modulus halus butir yang semakin kecil menunjukan butir-butir agregat semakin kecil dan sebaliknya. Nilai modulus halus butir secara umum sebesar 1,5 sampai 3,8. Penentuan nilai modulus kasar butiran menurut SNI 03-1968-1990 menggunakan persamaan 3.11 sebagai berikut.

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \quad (3.11)$$

c. Pemeriksaan kadar lumpur

Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang menempel pada agregat halus dengan membandingkan berat agregat awal terhadap berat agregat setelah dicuci. Kadar lumpur yang diizinkan pada agregat menurut PUBI di Indonesia 1982 maksimal 5 %. Menurut SNI 03-4142-1996 penentuan kadar lumpur agregat halus menggunakan persamaan 3.12 sebagai berikut.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{A-B}{A} \text{ x } 100\% \quad (3.12)$$

dengan:

A = Berat kering benda uji awal (gram), dan

B = Berat benda kering benda uji setelah pencucian (gram).

3.2.2 Semen *Portland*

Semen merupakan material yang memiliki sifat adhesif dan sifat kohesif yang dapat terjadinya pelekatan antar butiran mineral menjadi suatu material yang padat (Kristiandono, 2019). Menurut SNI 15-2049-2004 semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambahkan dengan bahan tambah lain. Teknologi semen sudah banyak digunakan sebelumnya sejak zaman Mesir kuno, Yunani dan Romawi dengan menggunakan media perekat sederhana berupa gypsum, batu kapur, gamping dan abu vulkanik. Bahan baku utama semen terdiri dari bahan yang mengandung mineral kapur (CaO), silika (SiO_2), alumunia (AI_2O_3) dan besi oksida (Fe_2O_3). Industri semen di Indonesia menggunakan tanah liat, batu kapur, pasir silika dan pasir besi. Menurut SNI 15-2049-2004 semen *portland* dibedakan

berdasarkan jenis dan penggunaanya menjadi lima jenis semen *portland* sebagai berikut.

1. Jenis I adalah semen *portland* yang secara umum tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang dipersyaratkan pada jenis-jenis semen lainnya.
2. Jenis II adalah semen *portland* yang dalam proses penggunaanya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III adalah semen *portland* yang dalam proses penggunaanya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV adalah semen *portland* yang dalam proses penggunaanya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V adalah semen *portland* yang dalam proses penggunaanya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.3 Air

Air adalah salah satu dari empat bahan penyusun beton. Air memiliki dua fungsi dalam campuran beton yaitu diperlukan untuk bereaksi kimia dengan semen sehingga terjadi proses pengikatan antar mineral dan pengerasan, dan sebagai bahan pelumas pada campuran beton agar mudah dilakukan proses pencetakan (Wisnu, 2007). Menurut Sentani (2007) menyatakan bahwa air sebanyak 0,4 dari berat semen sudah cukup untuk membuat semen berhidrasi. Penggunaan jumlah air pada campuran beton sangat mempengaruh kekuatan beton. Penggunan jumlah air yang terlalu sedikit pada campuran mengakibatkan menurunnya tingkat *workability* dan tingkat kepadatan beton sedangkan semakin banyak jumlah air yang digunakan mengakibatkan terjadi reduksi kekuatan beton, segregasi dan *bleeding*.

Menurut PBI 1971 pemakaian air dalam proses pembuatan dan perawatan beton mensyaratkan yaitu air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Menurut Tjokrodimuljo (1992) air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

1. Air tidak boleh mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.

2. Air tidak boleh mengandung garam-garam berupa asam, zat organic dan sebagagainya yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
3. Air tidak boleh mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.3 *Workability*

Workability adalah tingkat kemudahan beton segar dalam proses pengerjaanya. Tingkat *workability* semakin tinggi nilainya maka semakin cair adukan beton, sedangkan semakin rendah tingkat *workability* beton segar maka semakin kental adukan beton. *Workability* dapat diketahui melalui nilai *slump* beton segar. Menurut Mulyono (2004) tingkat kemudahan pengerjaan dipengaruhi yaitu jumlah kadar air adukan beton, jumlah semen yang digunakan dantingkat gradasi agregat yang digunakan

Workability memiliki 3 sifat terpisah menurut Newman (1964) dalam Sentani (2007) sebagai berikut.

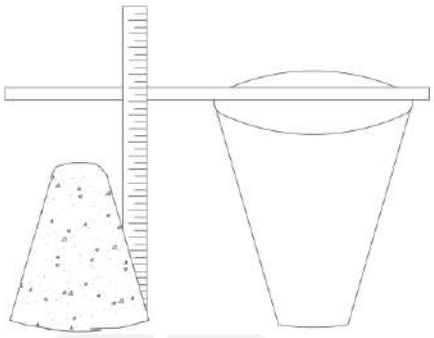
1. Kompakbilitas yaitu kemudahan beton segar dalam pemadatan dan rongga udara diambil.
2. Mobilitas yaitu kemudahan beton segar dalam mengalir dan memenuhi ruang cetakan.
3. Stabilitas yaitu kemampuan beton untuk memiliki massa yang massa yang homogeny dan stabil selama proses pengerjaan.

3.4 *Slump*

Slump adalah nilai yang menunjukan tingkat kemudahan pengerjaan beton segar. Nilai *slump* yang semakin tinggi maka semakin cair adukan beton, sedangkan semakin rendah nilai *slump* maka semakin kental adukan beton. Pengujian *slump* dilakukan dengan membandingkan tinggi kerucut abrams dengan tinggi beton segar yang mengalami penurunan pada saat proses pelepasan kerucut abrams yang sudah diisi beton segar.

Slump dan faktor air semen (fas) memiliki kaitan satu sama lain. Berdasarkan grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dalam SNI 03-2834-2000

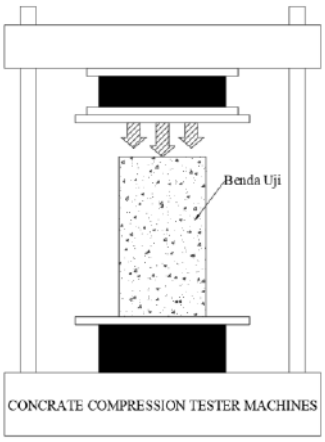
semakin tinggi nilai fas maka semakin kecil nilai kuat tekan beton, sedangkan semakin rendah nilai fas maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton. Sketsa pengujian *slump* dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Sketsa Pengujian *Slump* Pada Beton Segar

3.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan menurut SNI 03-1974-2011 adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji akan hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan beton. Beton memiliki nilai kuat yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tarik belah. Sketsa pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton

Penentuan nilai kuat tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-2011 dengan menggunakan persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$fc' = \frac{P}{A} \quad (3.13)$$

dengan:

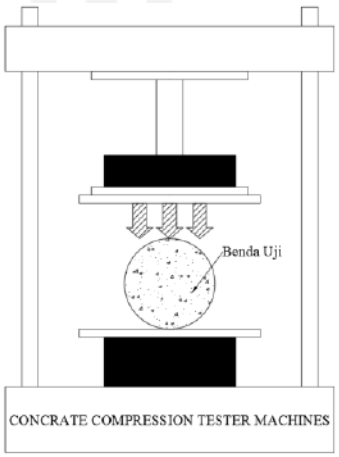
fc' = Nilai kuat tekan (N/mm^2),

P = Beban maksimum (N), dan

A = Luas penampang benda uji (mm^2).

3.6 Kuat Tarik Belah Beton

Beton adalah bahan yang memiliki sifat daktil sehingga nilai kuat tarik beton tidak berbanding lurus dengan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tarik belah beton sekitar 9-15% dari nilai kuat tekan beton. Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan (SNI-03-2491-2011). Nilai kuat tarik beton didapatkan dengan melakukan pembelahan benda uji silinder yang menerima gaya desakan searah dengan diameternya. Sketsa pengujian kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Beton

Penentuan nilai kuat tarik belah beton secara ekperimen berdasarkan SNI-03-2491-2011 dengan menggunakan persamaan 3.14 sebagai berikut.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.14)$$

dengan:

f_{ct} = Nilai kuat tarik belah (N/mm^2),

P = Beban maksimum (N),

L = Panjang benda uji silinder (mm), dan

D = Diameter benda uji silinder (mm).

Penentuan nilai kuat tarik belah beton secara teoritis menurut Cahyanto dkk (2000) berdasarkan SNI 03-2847-1992 dengan menggunakan persamaan 3.15 sedangkan menurut ACI 318 nilai kuat tarik belah secara teoritis menggunakan persamaan 3.16 sebagai berikut.

$f_{ct} = 0{,}5 - 0{,}6 \sqrt{f'c}$ Menurut SNI 03-2847-1992 (3.15)

$f_{ct} = 0{,}56 \sqrt{f'c}$ Menurut ACI 318 (3.16)

dengan:

f_{ct} = Nilai kuat tarik belah beton (N/mm^2),

fc' = Nilai kuat tekan beton (N/mm^2), dan

3.7 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton adalah nilai yang menunjukan tingkat elastisitas beton. Nilai modulus elastisitas beton didapatkan dengan membandingkan nilai tegangan terhadap regangan, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum (SNI 03-4169-1996). Nilai modulus elastisitas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut.

1. Agregat

   Komposisi dan modulus agregat dalam campuran beton sangat mempengaruhi nilai modulus elastisitas beton. Semakin besar komposisi dan tinggi modulus agregat akan membuat modulus elastisitas beton makin tinggi.

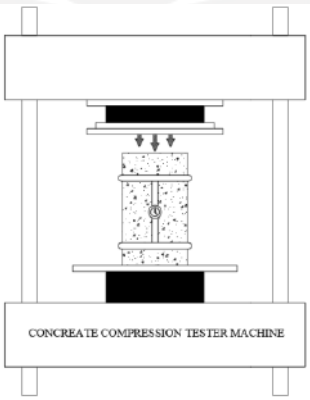
2. Umur Beton

   Nilai modulus elastisitas beton berbanding lurus dengan umur beton, hal tersebut disebabkan seiring bertambahnya umur beton maka nilai kuat tekan akan semakin besar.

3. Jenis Beton

   Penggunaan jenis semen berbeda-beda setiap jenis beton. Kandungan semen yang berada pada campuran beton sangat mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton berbanding lurus dengan nilai modulus elastisitas beton. Semakin besar nilai kuat tekan beton maka semakin besar modulus elastisitas beton sendiri.

Sketsa pengujian kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Sketsa Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Penentuan nilai modulus elastisitas beton secara ekperimen berdasarkan SNI 03-4169-1996 dengan menggunakan persamaan 3.17 sebagai berikut.

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\varepsilon_2 - 0{,}00005} \qquad (3.17)$$

dengan:

E_c = Modulus elastisitas (MPa),

S_1 = Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (MPa),

S_2 = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai 0,00005 (MPa),

ε_2 = Regangan longitudinal yang dihasilakan pada saat S_2.

sedangkan menurut SNI 03-2847-2019 nilai modulus elastisitas secara teoritis menggunakan persamaan 3.18 sebagai berikut.

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c} \quad (3.18)$$

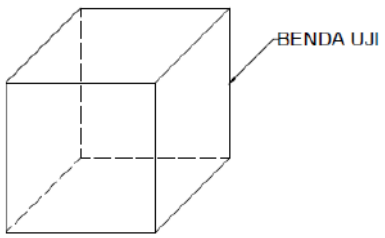
dengan;

E_c = Modulus elastisitas (MPa), dan

fc = Nilai kuat tekan beton (N/mm^2).

3.8 Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan berat beton terhadap volume beton. Sketsa benda uji beton dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Sketsa Benda Uji

Nilai berat volume beton menurut SNI 03-1973-2008 menggunakan persamaan 3.19 sebagai berikut.

$$\text{Berat Volume} = \frac{M_c - M_m}{V_m} \quad (3.19)$$

dengan:

M_c : Berat wadah ukur yang diisi beton (gram),

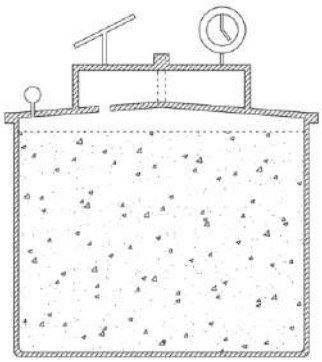
M_m : Berat wadah ukur (mm), dan

V_m : Volume wadah ukur(mm).

3.9 Kadar Udara Beton Segar

Kadar udara pada beton segar bertujuan untuk mengetahui kandungan udara pada beton segar sehingga dapat mengetahui hubungan antara kadar udara pada beton segar terhadap permeabilitas dan daya serap beton normal. Jumlah kadar udara yang tinggi menunjukan banyaknya ruang atau pori-pori pada beton. Dampak banyaknya pori-pori pada beton mengakibatkan mudahnya air untuk meresap ke dalam beton yang berakibat terjadinya kebocoran pada struktur beton. Nilai batas maksimal kadar udara pada beton segar berdasarkan ACI C94 sebesar 4,5% sampai 6% untuk ukuran maksimum agregat kasar 20mm.

Sketsa alat pengujian kadar udara beton segar dapat dilihat pada Gambar 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Sketsa Alat Pengujian Kadar Udara Beton Segar

Penentuan nilai kadar udara beton segar menurut SNI 03-3418-2011 menggunakan persamaan 3.20, 3.21 dan 3.22 sebagai berikut.

$$F_s = \frac{S}{B} F_b \quad (3.20)$$

$$C_s = \frac{S}{B} C_b \quad (3.21)$$

$$A = A_1 - CF \quad (3.22)$$

dengan:

F_s = Berat agregat halus setelah koreksi,

C_s = Berat agregat kasar setelah koreksi,

S = Volume Adukan beton segar dalam bejana,

B = Volume satu adukan beton segar,

F_b = Berat agregat halus untuk satu campuran,

C_b = Berat agregat kasar untuk satu campuran,

A = Nilai kandungan udara dalam beton segar,

A_1 = Kandungan udara beton segar dari pembacaan *dial gauge*, dan

CF = Faktor koreksi yang diperoleh dari pembacaan kandungan udara agregat.

BAB IV
METODELOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan dengan cara mendapatkan data dari benda uji yang diolah sehingga mencapai tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan masalah yang ditentukan pada penelitian ini maka jenis penelitian yang digunakaan adalah penelitian ekperimental atau percobaan benda uji yang telah dibuat dan didesain sebelumnya dengan kriteria dan persyaratan yang berlaku di Indonesia.

4.2 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data ekperimental menggunakan data primer dan data sekunder sesuai dengan data yang diperlukan terhadap benda uji.

4.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari penelitian atau pengujian benda uji secara langsung di laboratorium. Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan data primer sebagai berikut.

1. Pengujian berat jenis, analisis saringan dan kadar lumpur yang lolos saringan No. 200 agregat halus dan agregat kasar.
2. Pengujian abrasi agregat kasar menggunakan mesin Los Angeles.
3. Pembuatan *mix design.*
4. Melakukan pembuatan dan perawatan benda uji beton.
5. Melakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas, berat volume beton dan kadar udara beton segar.

4.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dan digunakan penguji sebagai pendukung data primer. Data sekunder didapatkan melalui literatur berupa buku atau jurnal terdahulu yang dapat diakses melalui internet.

4.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan sebagai berikut.

1. Variabel bebas, meliputi sumber agregat yang berbeda yaitu agregat kasar dari Merapi dan Clereng sedangkan agregat halus dari Merapi dan Kali Progo.
2. Variavel tetap, meliputi ukuran maksimum agregat kasar, tipe semen, bentuk dan dimensi benda uji, kuat tekan rencana beton (fc') = 25 MPa.
3. Variabel terikat, meliputi kuat tekan beton, kuat tarik beton, modulus elastisitas beton, *workability*, berat volume beton dan kadar udara beton segar.

4.4 Bahan Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan yang digunakan dalam bahan penyusun benda uji sebagai berikut.

1. Semen *Portland* merek Tiga Roda.
2. Agregat halus berasal dari Gunung Merapi dengan diameter maksimum 4,8 mm.
3. Agregat kasar berasal dari Gunung Merapi dan Clereng dengan diameter maksimum 20 mm.
4. Air dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia.

4.5 Peralatan

Penelitian ini menggunakan peralatan yang dapat memudahkan dalam proses pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Alat tulis	Menulis dan menandai benda uji.
2	Saringan agregat halus	Mengayak agregat halus.
3	Saringan agregat kasar	Mengayak agregat kasar.
4	Cetakan silinder	Mencetak benda uji silinder beton.
5	Cetakan Balok	Mencetak benda uji balok beton.
6	Ember	Menampung agregat halus maupun kasar.
7	Palu karet	Memadatkan adukan pada cetakan silinder.
8	Kerucut abrams	Pengujian *slump test.*

Lanjutan Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Gerobak dorong	Memudahkan saat mengangkut material
2	*Mixer* beton	Pembuatan campuran beton
3	Sekop	Mengaduk dan memasukkan adonan ke dalam cetakan
4	Cetok (sendok semen)	Meratakan campuran beton saat dimasukkan ke dalam cetakan.
5	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji.
6	Penggaris	Mengukur tinggi dalam pengujian *slump test.*
7	Timbangan	Menimbang material dan benda uji.

Tabel 4.2 Peralatan Pengujian Benda Uji

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Oven	Mengeringkan benda uji dari kadar air.
2	Cetakan *capping*	*Capping* benda uji.
3	*Compressing Test Machine (CTM)*	Menguji kuat tekan dan kuat tarik
4	Satu set alat peletakan balok	Menguji kuat lentu beton dengan dua titik pembebanan
5	Mesin *Los Angeles*	Menguji abrasi agregat kasar
6	*Air Meter Concrete*	Menguji kadar udara beton segar

4.6 Benda Uji

Penelitian ini menggunakan dua jenis benda uji yaitu silinder sebanyak 64 buah untuk benda uji I dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton, sedangkan benda uji II dialukan pengujian kuat tarik. Pengujian benda uji dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Pada penelitian ini variansi benda uji yang digunakan berupa jenis agregat kasar, agregat halus dan jenis fas. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng dan Merapi, sedangkan agregat halus yang digunakan berasar dari Kali Progo dan Merapi. Sementara itu nilai fas yang digunakan pada penelitian ini dibagi dalam 2 jenis yaitu beton dengan nilai fas 0,5 sedangkan beton dengan nilai fas sebesar 0,43. Rincian benda uji yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Perincian Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Jenis Agregat Kasar	Jenis Agregat Halus	Nilai FAS	Pengujian (Jumlah)	
					I	II
1	BCM DG	Clereng	Merapi	0,5	5	3
2	BCP DG		Progo		5	3
3	BMM DG	Merapi	Merapi		5	3
4	BMP DG		Progo		5	3
5	BCM TG	Clereng	Merapi	0,43	5	3
6	BCP TG		Progo		5	3
7	BMM TG	Merapi	Merapi		5	3
8	BMP TG		Progo		5	3
Sub Total					40	24
Total					64	

4.7 Tahapan Penelitian

Pada penelitian Tugas Akhir ini tahapan penelitian menunjukkan langkah-langkah selama proses penelitian sehingga dapat memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagia berikut ini.

4.7.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian meliputi persiapan studi pustaka, literatur, persiapan bahan dan alat yang akan digunakan, serta persiapan laboraturium. Tahapan ini dilakukan agar proses penelitian berjalan dengan lancar dan teratur sehingga mengurangi kemungkinan terjadi kesalahan dalam proses penelitian.

4.7.2 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat halus yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar

   Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis agregat kasar sebagai berikut.

   a. Mempersiapkan peralatan dan bahan pengujian.

b. Mengambil dan menimbang agregat kasar sebanyak 5000 gram yang sudah dicuci untuk menghilangkan debu yang menempel pada permukaan agregat.
c. Memasukan agregat kedalam wadah dan memasukan agregat dalam oven selama 24 jam pada suhu (110 ± 5)^{o} C.
d. Mengeluarkan agregat dari oven dan dinginkan pada suhu ruangan, kemudian rendam agregat didalam air selama (24 ± 4) jam.
e. Mengeluatkan agregat dari air dan mengelap dengan kain penyerap sampai lapisan air pada permukaan agregat hilang (agregat dalam keadaan kering jennuh permukaan atau SSD).
f. Menimbang agregat dalam keadaan kering permukaan atau SSD.
g. Menimbang berat agregat yang sudah diletakan dalam keranjang air.
h. Memasukan agregat kedalam wadah dan memasukan agregat dalam oven selama 24 jam pada suhu (110 ± 5)^{o} C, kemudian menibang benda uji (Bk).
i. Menentukan berat jenis agregat dengan persamaan (3.1).

2. Pemeriksaan analisis saringan dan modulus kasar butiran

Langkah-langkah pemeriksaan analisis saringan dan modulus kasar butiran agregat kasar sebagai berikut.

a. Memasukan agregat kedalam wadah dan memasukan agregat dalam oven selama 24 jam pada suhu (110 ± 5)^{o} C.
b. Mengeluatkan agregat dari oven dan dinginkan pada suhu ruangan.
c. Menimbang agregat kasar sebesar 5000 gram.
d. Menuangkan agregat uji pada saringan yang sudah disusun sesuai dengan ukuran yaitu 38 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm dan pan.
e. Menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang atau tangan selama 10-15 menit.
f. Mencatat dan menimbang berat agregat yang tertahan pada setiap saringan.

3. Pemeriksaan keausan agregat kasar

Langkah-langkah pemeriksaan keausan agregat kasar sebagai berikut.

a. Menimbang agregat kasar sebanyak 5000 gram.
b. Menuangkan agregat kasar kedalam mesin *Los Angeles*.
c. Memasukan 11 bola baja yang sudah disiapkan kedalam mesin *Los Angeles*.

d. Kunci penutup mesin dan hidupkan mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, proses pengujian dilakukan selama 15 menit atau 500 putaran.
g. Agregat dikeluarkan dari mesin *Los Angeles*, kemudian menuangkan agregat uji pada saringan No.4 dan No. 12.
h. Menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang atau tangan selama 10-15 menit.
i. Mencuci agregat yang tertahan pada setiap saringan, kemudian keringkan agregat dalam oven selama 24 jam pada suhu $(110 \pm 5)^{o}$ C.
j. Mencatat dan menimbang berat agregat yang sudah kering.

4.7.3 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Pemeriksaan berat jenis agregat halus

Langkah-langkah pemeriksaan analisis saringan dan modulus kasar butiran agregat kasar sebagai berikut.

a. Menyiapkan agregat halus yang akan dikeringkan kedalam oven selama 24 jam pada suhu $(110 \pm 5)^{o}$ C.
b. Mengeluarkan agregat dari oven dan dinginkan pada suhu ruangan, kemudian rendam agregat didalam air selama (24 ± 4) jam.
c. Membuang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang. Menebarkan agregat halus diatas talam, kemudian keringkan di udara panas dengan membalik-balikan agregat halus. Proses dilakukan hingga agregat halus SSD.
d. Memeriksa keaadaan SSD agregat dengan memasukan agregat halus kedalam kerucut terpancung, kemudian menumbuk kedalam kerucut terpancung sebanyak 25 kali dengan tujuan memadatkan agregat halus. Keadaan SSD agregat tercapai pada saat kerucut terpancung diangkat agregat halus runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
e. Ketika keadaan agregat SSD, mengambil sampel sebanyak 500 gram dan memasukannya kedalam piknometer, kemudian memasukan air suling

sampai 90% isi piknometer, putar dan guncangkan piknometer sampai tidak ada gelembung udara yang terperangkap didalamnya.

f. Merendam piknometer untuk menyesuaikan suhu air didalam piknometer sebesar 25º C.
g. Menambahkan air sampai tanda batas piknometer.
h. Menimbang piknometer berisi air dan benda uji dengan kode Bt.
i. Mengeluarkan dan mengeringkan agregat halus.
j. Mendinginkan dan menimbang berat agregat halus dengan kode Bk.
k. Menentukan berat jenis agregat halus dengan persamaan (3.7).

2. Pemeriksaan analisis saringan dan modulus halus butiran

Langkah-langkah pemeriksaan analisis saringan dan modulus kasar butiran agregat kasar sebagai berikut.

a. Memasukan agregat kedalam wadah dan memasukan agregat dalam oven selama 24 jam pada suhu (110 ± 5)º C.
b. Mengeluatkan agregat dari oven dan dinginkan pada suhu ruangan.
c. Menimbang agregat kasar sebesar 2000 gram.
d. Menuangkan agregat uji pada saringan yang sudah disusun sesuai dengan ukuran yaitu 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm dan pan.
e. Menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang atau tangan selama 10-15 menit.
f. Mencatat dan menimbang berat agregat yang tertahan pada setiap saringan.

3. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat lolos saringan 200

Langkah-langkah pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus lolos saringan 200 sebagai berikut.

a. Menyiapkan agregat halus lolos saringan No. 4 dalam keaadaan kering oven sebanyak 500 gram kedalam saringan.
b. Mengalirkan air kedalam saringan sehingga agregat halus terendam.
c. Menggerakan agregat yang terkena aliran air sehingga bagian halus yang menempel pada agregat terlepas dan lolos saringan No. 200 dan bagian kasar tertinggal di saringan.

d. Mengulangi pekerjaan pada poin a, b dan c hingga air pencucia terlihat jernih.
e. Mengeringkan agregat halus kedalam oven selama 24 jam pada suhu (110 ± 5)^{o} C.
f. Mencatat dan menimbang berat agregat yang sudah kering, kemudian hitung kadar lumpur dengan persamaan (3.12).

4.7.4 Perencanaan *Mix Design*

Perencanaan campuran (*mix design*) mengacu pada SNI 03-2834-2000. Proses perencanaan campuran menggunakan data yang didapatkan pada pemeriksaan bahan penyusun beton sebelumnya. Perencanaan campuran bertujuan untuk menentukan jumlah bahan penyusun beton sehingga memperoleh keseimbangan antara nilai ekonomis dan syarat-syarat kelecakan, kekuatan, durabilitas dan densitas (Aji dan Purwono, 2011). Langkah-langkah perencanaan campuran secara garis besar sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan rencana (fc') yang diinginkan.
2. Menentukan jenis semen *portland* yang digunakan.
3. Menentukan jenis agregat yang digunakan meliputi agregat halus dan agregat kasar.
4. Menentukan tinggi *slump* yang diinginkan.
5. Menentukan faktor air semen.
6. Menentukan nilai deviasi standar.
7. Menentukan nilai tambah (M).
8. Menentukan nilai kuat tekan rerata (f'cr).
9. Menentukan kebutuhan kadar air bebas berdasarkan ukuran dan jenis agregat.
10. Menentukan berat semen yang digunakan.
11. Menentukan persentase agregat halus yang digunakan.
12. Menentukan berat jenis agregat total.
13. Menentukan berat isi beton.
14. Menentukan berat agregat gabungan.
15. Menentukan berat setiap bahan penyusun beton.
16. Menentukan proporsi campuran.

4.7.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Tahapan pembuatan dan perawatan benda uji mengacu pada SNI 03-2493-2011 tentang Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Laboratorium. Pada penelitian ini dibuat beton normal dengan variansi jenis agregat yang digunakan yaitu Clereng dan Gunung Merapi. Digunakan 5 variansi benda uji pada setiap jenis pengujian yang berbeda. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji sebagai berikut.

1. Mempersiapkan cetakan silinder dan balok yang sudah dibersihkan dari kerak sisa beton, kemudian mengolesi cetakan dengan oli.
2. Mempersiapkan bahan penyusun benda uji sesuai dengan berat yang sudah ditentukan dalam proses perencanaan campuran.
3. Memasukkan agregat kasar, air dan sebagian air pencampur kedalam molen, kemudian menghidupkan molen.
4. Memasukkan agregat halus, semen dan air kedalam molen yang masih berputar.
5. Proses pencampuran dilakukan selama ± 3 menit diikuti dengan ± 3 menit berhenti, kemudian dilakukan pencampuran terakhir selama ± 2 menit.
6. Melakukan pengujian *slump test* sesuai tinggi rencana dengan acuan pengujian SNI 03-1972-2008.
7. Melakukan pembuatan benda uji dengan memasukan beton segar kedalam cetakan yang sudah disiapkan sebelumnya setiap 1/3 dari tinggi cetakan, kemudian melakukan pemadatan dengan menusuk sebanyak 25 kali secara merata dan penggetaran menggunakan palu karet, proses ini dilakukan hingga cetak penuh.
8. Meratakan dan melicinkan permukaan benda uji dengan cetok dan diamkan beton hingga mengeras selama ± 24 jam.
9. Melakukan pelepasan cetakan benda uji yang sudah mengeras dan memberi kodefikasi pada benda uji.
10. Benda uji yang sudah terkodefikasi direndam dalam air selama 28 hari.

4.7.6 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji yang telah dibuat meliputi sebagai berikut.

1. Pengujian kuat tekan beton

   Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui besaran beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Secara umum rasio air/semen sangat mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Peletakan benda uji terhadap mesin tekan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-2011 sebagai berikut.

   a. Mempersiapkan benda uji silinder yang masih terendam didalam air.
   b. Membersihkan permukaan benda uji dari kotoran yang menempel, kemudian keringkan benda uji ± 24 jam sebelum pengujian kuat tekan.
   c. Menimbang berat dan mengukur dimensi benda uji.
   d. Melapisi permukaan atas dan bawah benda uji dengan belereng sehingga beban yang diterima benda uji merata diseluruh permukaan benda uji.
   e. Meletakkan benda uji secara sentris terhadap mesin tekan.
   f. Menjalankan mesih tekan dengan penambahan beban yang tetap setiap detiknya sebesar 2 - 4 kg/cm^2.
   g. Pembeban dilakukan sampai benda uji runtuh/hancur, dan mencatat beban maksimum yang didapatkan selama pengujian.
   h. Mencatat bentuk pecahan yang terjadi pada benda uji.

2. Pengujian kuat tarik belah beton

   Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan dengan pemberian beban sepanjang diameter benda uji. Pengujian kuat tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui kuat geser tidak langsung yang dihasilkan oleh benda uji. Peletakan benda uji terhadap mesin tekan dapat dilihat pada Gambar 3.2. Langkah-langkah pengujian kuat tarik belah beton berdasarkan SNI 03-2491-2011 sebagai berikut.

   a. Mempersiapkan benda uji silinder yang masih terendam didalam air.
   b. Membersihkan permukaan benda uji dari kotoran yang menempel, kemudian keringkan benda uji ± 24 jam sebelum pengujian kuat tarik belah beton.
   c. Menimbang berat dan mengukur dimensi benda uji.

d. Memberikan tanda garis diameter pada setiap ujung benda uji.
e. Memasang alat bantu peletakan benda uji pada posisi uji.
f. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang tetap setiap detiknya sebesar 2 - 4 kg/cm^2.
g. Pembeban dilakukan sampai benda uji runtuh/hancur, dan mencatat beban maksimum yang didapatkan selama pengujian.

3. Pengujian modulus elastisitas beton

Modulus elastisitas beton adalah nilai yang menunjukan tingkat elastisitas beton. Nilai modulus elastisitas beton didapatkan dengan membandingkan nilai tegangan terhadap regangan, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum (SNI 03-4169-1996). Pengujian modulus elastisitas beton digunakan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas dan rasio poison yang beguna dalam perencanaan struktur. Peletakan benda uji terhadap mesin tekan dapat dilihat pada Gambar 3.3. Langkah-langkah pengujian modulus elastisitas beton berdasarkan SNI 03-4169-1996 sebagai berikut.

a. Mempersiapkan benda uji silinder yang masih terendam didalam air.
b. Membersihkan permukaan benda uji dari kotoran yang menempel, kemudian keringkan benda uji ± 24 jam sebelum pengujian modulus elastisitas beton.
c. Menimbang berat dan mengukur dimensi benda uji.
d. Meletakan alat pengukur deformasi pada posisi yang tepat pada permukaan beton silinder.
e. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang tetap setiap detiknya sebesar 2 - 4 kg/cm^2 sesuai dengan SNI 03-1974-2011.
f. Mencatat regangan yang terjadi pada *dial gauge* hingga pembebanan selesai.

4. Pengujian berat volume beton.

Pengujian berat volume beton digunakan untuk mengetahui berat per satuan volume beton. Langkah-langkah pengujian berat volume beton berdasarkan SNI 03-1973-2008 sebagai berikut.

a. Mempersiapkan cetakan silinder dan balok yang sudah dibersihkan dari kerak sisa beton, kemudian mengolesi cetakan dengan oli.
b. Menimbang berat cetakan silinder.

c. Membuat beton segar yang dilakukan pada proses pembuatan benda uji.
d. Melakukan pengujian *slump test* sesuai tinggi rencana dengan acuan pengujian SNI 03-1972-2008.
e. Melakukan pembuatan benda uji dengan memasukan beton segar kedalam cetakan yang sudah disiapkan sebelumnya setiap 1/3 dari tinggi cetakan, kemudian melakukan pemadatan dengan menusuk sebanyak 25 kali secara merata dan penggetaran menggunakan palu karet, proses ini dilakukan hingga cetak penuh.
f. Meratakan dan melicinkan permukaan benda uji dengan cetok dan diamkan beton hingga mengeras selama ± 24 jam.
g. Menimbang centakan silinder yang terisi beton segar.

5. Pengujian kadar udara beton segar.

   Pengujian kadar udara beton segar bertujuan untuk mengetahui kandungan udara pada beton segar. Tahapan-tahapan pengujian kadar udara beton segar BerdasarkanSNI 03-3418-2011 sebagai berikut.

   a. Tahapan pengujian kadar udara agregat sebagai berikut.
      1) Mempersiapkan campuran agregat sesuai dengan *mix design* yang sudah ditentukan.
      2) Merendam campuran agregat pada bak yang tersedia selama 5 menit.
      3) Memasukan campuran agregat pada bejana yang sudah terisi air setiap 1/3 bagian.
      4) Memadatkan campuran agregat dalam bejana menggunakan palu karet yang bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang masih terperangkap.
      5) Menutup dan mengencangkan tutup bejana dengan memutar baut untuk menghindari kebocoran pada bejana.
      6) Memompa bejana untuk memberikan tekanan udara pada bejana, kemudian baca dan catat angka pada *dial gauge*.
   b. Tahapan pengujian beton segar sebagai berikut.
      1) Mempersiapkan campuran beton segar yang sudah disiapkan.
      2) Memasukan campuran beton segar pada bejana setiap 1/3 bagian.

3) Memadatkan campuran beton setiap lapisannya dengan menumbuk menggunakan alat tumbuk sebanyak 25 kali, kemudian memukul mengunakan palu karet sebanyak 10 kali pada permukaan bejana.
4) Menutup dan mengencangkan tutup bejana dengan memutar baut untuk menghindari kebocoran pada bejana.
5) Memberikan tekanan udara pada bejana dengan pompa, kemudian baca dan catat angka pada *dial gauge*.

4.7.7 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data-data yang didapatkan pada pengujian di laboratorium sebelumnya. Proses pengolahan data menggunakan bantuan program *Microsoft Excel* dengan persamaan yang didapatkan dari teori dan peraturan-peraturan di Indonesia. Pengolahan data dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut.

1. Kuat tekan beton

   Data-data yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton diolah menggunakan persamaan (3.14) untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton.

2. Kuat tarik belah beton

   Data-data yang didapatkan pada pengujian kuat tarik belah beton diolah menggunakan persamaan (3.14) untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton.

3. Modulus elastisitas beton

   Data-data yang didapatkan pada pengujian modulus elastisitas beton diolah menggunakan persamaan (3.17) untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas beton.

4. Berat Volume Beton

   Data-data yang didapatkan pada pengujian berat volume beton diolah menggunakan persamaan (3.19) untuk mendapatkan berat volume beton.

5. Kadar udara beton segar

   Data-data yang didapatkan pada pengujian kadar udara beton segar diolah menggunakan persamaan (3.20), (3.21) dan (3.22) untuk mendapatkan nilai kadar udara beton segar.

4.7.8 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data yang sudah diolah dengan persamaan yang didapatkan dari teori dan peraturan-peraturan di Indonesia dengan melihat perubahan-perubahan kekuatan beton yang diakibatkan perbedaan kekerasan agregat yaitu agregat kasar Clereng dan Gunung Merapi dan kehalusan butir agregat halus yaitu agregat halus Kali Progo dan Gunung Merapi. Data hasil pengolahan yang dilakukan analisis data yaitu nilai kuat tekan, kuat tarik belah beton, modulus elastisitas beton, berat volume beton dan kadar udara beton segar.

4.7.9 Pembahasan

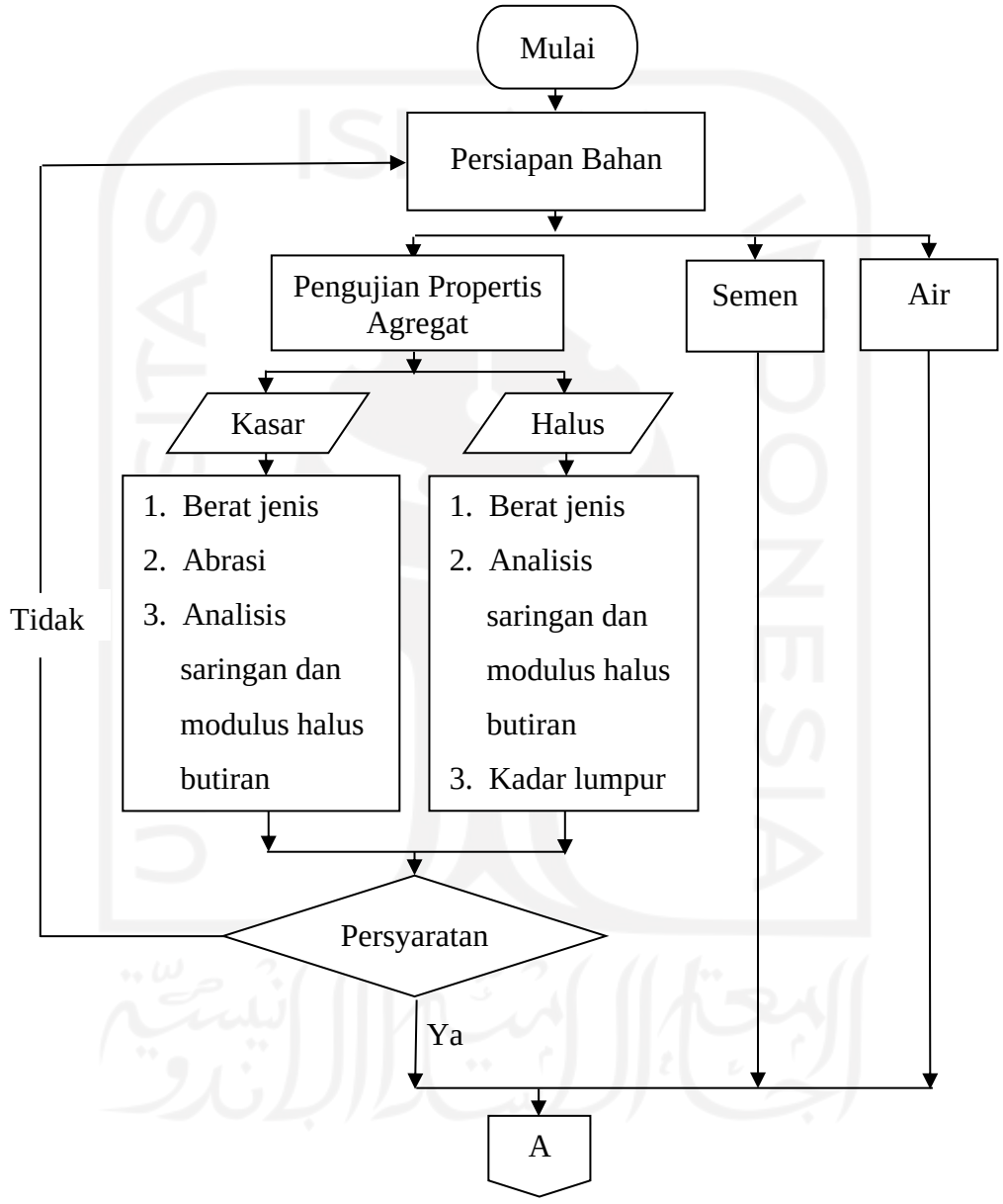
Setelah dilakukan analisis antara beton normal dengan penggunaan jenis agregat kasar dan agregat halus yang berbeda sumber, kemudian dilakukan pembahasan untuk mengetahui pengaruh kekerasan dan kehalusan butir agregat terhadap kekuatan beton. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kekerasan dan kehalusan butir agregat terhadap nilai kuat tekan, kuat tarik belah beton, modulus elastisitas beton, berat volume beton dan kadar udara beton segar.

4.7.10 Kesimpulan dan Saran

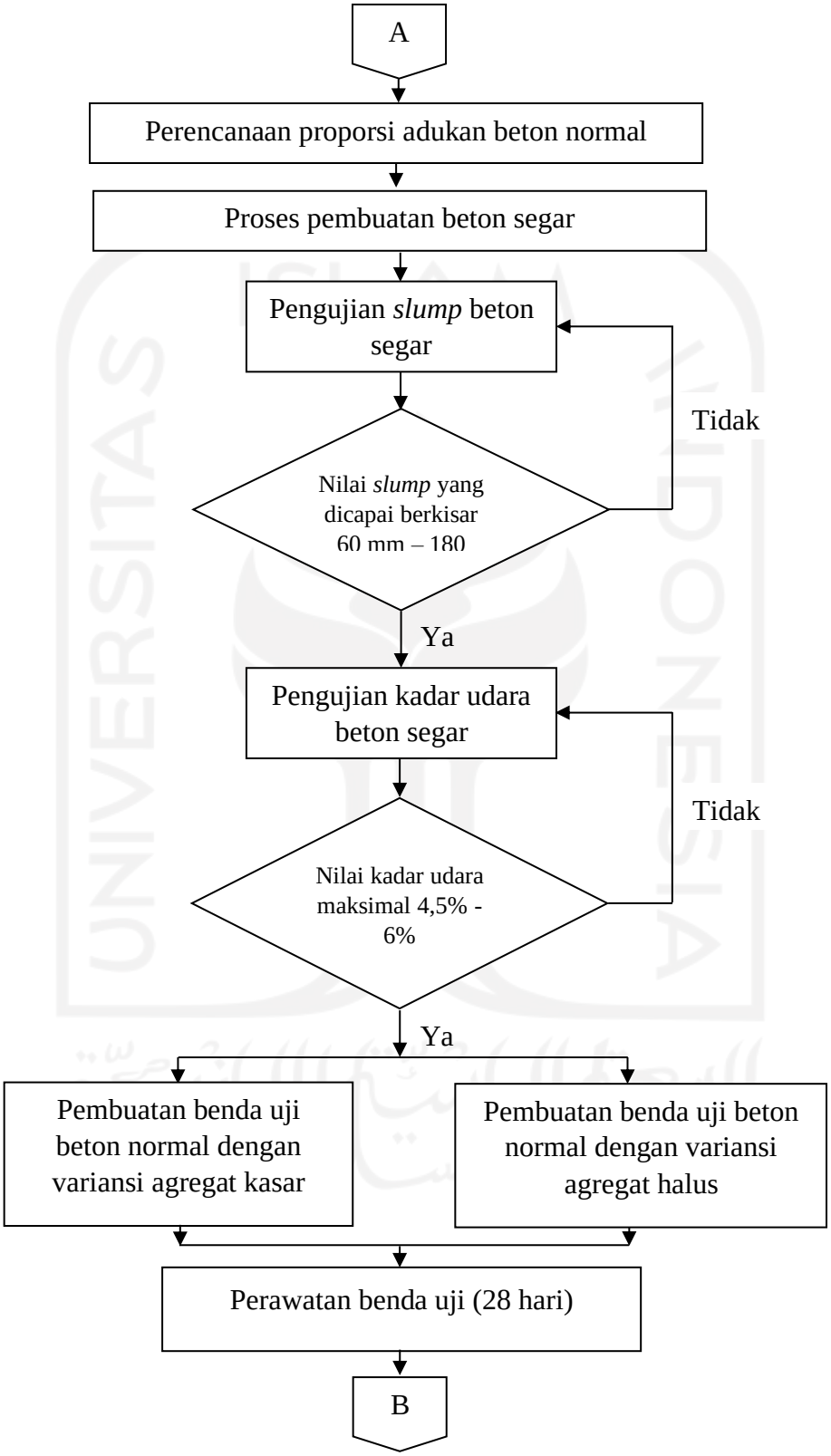
Tahapan ini merupakan tahapan terakhir pada penelitian ini. Pada tahapan ini data yang didapatkan dari pengolahan dan analisis data dilakukan dengan teori dan peraturan-peraturan dibuat kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

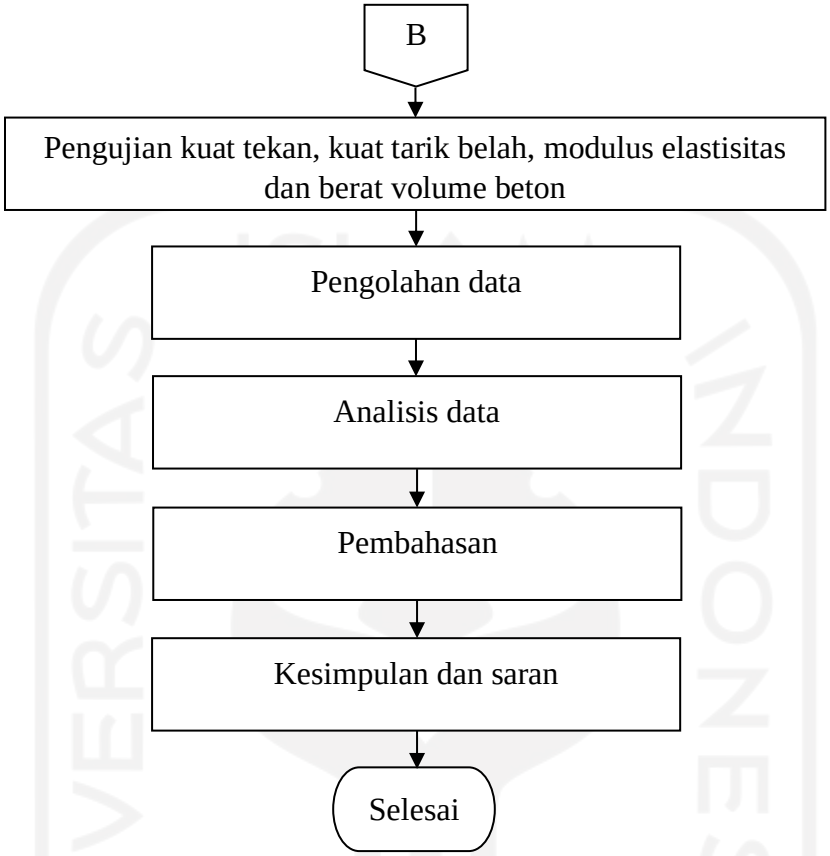
4.8 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat secara keseluruhan pada bentuk bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian


A
Perencanaan proporsi adukan beton normal
Proses pembuatan beton segar
Pengujian *slump* beton segar
Nilai *slump* yang dicapai berkisar 60 mm – 180
Tidak
Ya
Pengujian kadar udara beton segar
Nilai kadar udara maksimal 4,5% - 6%
Tidak
Ya
Pembuatan benda uji beton normal dengan variansi agregat kasar
Pembuatan benda uji beton normal dengan variansi agregat halus
Perawatan benda uji (28 hari)
B


B
Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas dan berat volume beton
Pengolahan data
Analisis data
Pembahasan
Kesimpulan dan saran
Selesai

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada penelitian ini dilakukan proses-proses yang meliputi pengujian bahan penyusun beton, *mix design*, pengujian sifat fisik beton dan pengujian sifat mekanik beton. Pengujian sifat mekanik beton meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik dan modulus elastisitas beton, sedangkan sifat fisik beton meliputi *workability*, berat volume beton dan kadar udara beton segar. Pengujian bahan penyusun beton bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik material. Pengujian sifat fisik bertujuan untuk mengetahui sifat dan perilaku yang ditunjukan beton, sedangkan pengujian sifat mekanik beton bertujuan untuk mengetahui kekuatan yang dimiliki beton itu sendiri dengan memberikan beban tertentu. Seluruh proses penelitian yang dilakukan oleh peniliti dalam Tugas Akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia.

5.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus pada penelitian ini menggunakan dua jenis agregat halus yang berasal dari Merapi dan Progo. Agregat halus Merapi dan Progo adalah jenis pasir sungai yang didapatkan dari Sungai Krasak dan Kali Progo. Pemeriksaan agregat halus bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Hasil yang didapatkan pada proses pengujian agregat halus harus memenuhi persyaratan yang berlaku di Indonesia sehingga dapat dilakukan *mix design*. Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan Penyerapan air, pengujian kadar lumpur, pengujian analisa saringan agregat halus. Penampakan agregat halus Merapi dan Progo yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.1 Agregat Halus Merapi



Gambar 5.2 Agregat Halus Progo

5.2.1 Hasil Pengujian Agregat Halus Merapi

Pengujian agregat halus Merapi meliputi pengujian berat jenis dan Penyerapan air, pengujian kadar lumpur, pengujian analisis saringan dan pengujian berat volume agregat halus. Hasil pengujian sifat dan karakteristik agregat halus Merapi sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Merapi

   Penentuan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008. Proses pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus Merapi dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut.



Gambar 5.3 Proses Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Merapi

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus Merapi dapat dilihat Pada Tabel 5.1 sebagai berikut

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Merapi

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir mutlak, gram (Bk)	488	487	487.5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1148	1152	1150
Berat piknometer berisi air, gram (B)	839	839	839
Berat jenis curah (Bk/(B+500-Bt))	2,555	2,604	2,580
Berat jenis kering muka (500/(B+500-Bt))	2,618	2,674	2,646
Berat jenis semu (Bk/(B+Bk-Bt))	2,726	2,799	2,763
Penyerapan air ((500-Bk)/(Bk x 100%))	2,459%	2,669%	2,564%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 didapatkan nilai untuk berat jenis curah rata-rata sebesar 2,580, berat jenis kering muka sebesar 2,646, berat jenis semu sebesar 2,763 dan penyerapan air sebesar 2,564%. Menurut Tjokrodimuljo (2021) berat jenis agregat yang diizinkan yaitu antara 2,5-2,7. Berdasarkan syarat-syarat tersebut

berat jenis agregat halus Merapi memenuhi syarat sebagai agregat normal. Nilai berat jenis suatu agregat mempengaruhi kebutuhan agregat dalam suatu campuran. Semakin tinggi nilai berat jenis agregat semakin berat pula berat beton yang dihasilkan, sedangkan nilai penyerapan air yang melebihi 3% dapat mempengaruhi jumlah air yang digunakan dalam campuran dan mempengaruhi nilai *slump* suatu campuran.

2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Merapi

   Penentuan kadar lumpur agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-4142-1996. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Merapi

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	493	492	492.5
Persentasi yang lolos ayakan No.200	1,4	1,6	1,5

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur Merapi didapatkan nilai rata-rata sebesar 1,5%. Menurut PUBI di Indonesia 1982 dalam buku Panduan Pratikum Teknologi Bahan Konstruksi dan menurut ASTM C33 menyebutkan kadar lumpur pada agregat halus lebih kurang dari 5% sehingga agregat halus Merapi memenuhi syarat kadar lumpur.

3. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Merapi

   Pengujian analisis saringan agregat halus bertujuan untuk mengetahui modulus halus butir (MHB). Nilai modulus halus butir dapat digunakan sebagai gambaran tentang jumlah persentase butiran agregat. Penentuan nilai modulus halus butir agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Proses pengujian analisis saringan agregat halus Merapi dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Proses Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Merapi

Hasil pengujian modulus halus agregat halus Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	11	0,550	0,550	99,450
2,4	158	7,900	8,450	91,550
1,2	443	22,150	30,600	69,400
0,6	652	32,600	63,200	36,800
0,3	446	22,300	85,500	14,500
0,15	212	10,600	96,100	3,900
Pan	78	3,900		
Jumlah	2000	100,000	284.400	

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0.000	0.000	100.000
20		0.000	0.000	100.000
10		0.000	0.000	100.000
4,8	3	0.150	0.150	99.850
2,4	152	7.600	7.750	92.250
1,2	520	26.000	33.750	66.250
0,6	618	30.900	64.650	35.350
0,3	401	20.050	84.700	15.300
0,15	239	11.950	96.650	3.350
Pan	67	3.350		
Jumlah	2000	100.000	287.650	

Berdasarkan Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut.

MHB Sampel 1

$$= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

$$= \frac{284,4}{100}$$

$$= 2,844$$

MHB Sampel 2

$$= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

$$= \frac{287,65}{100}$$

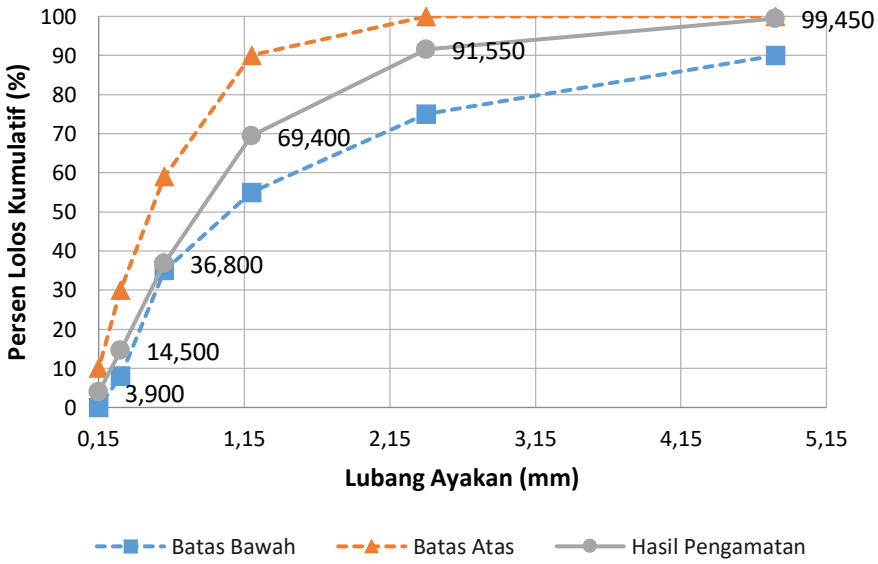
$$= 2,876$$

MHB Rata-Rata

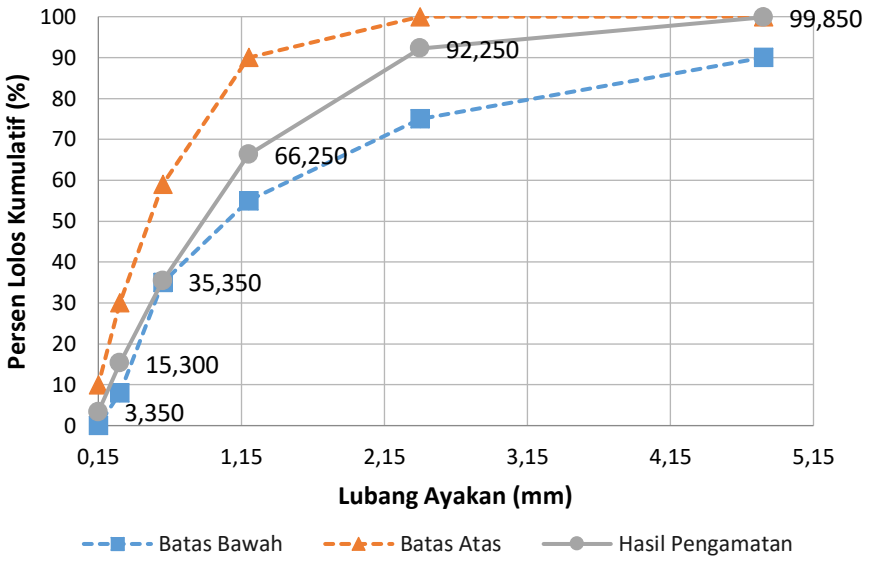
$$= \frac{2,844 + 2,876}{2}$$

$$= 2,860$$

Nilai Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata agregat halus Merapi sebesar 2,860. Menurut Mulyono (2004) nilai modulus halus butir untuk agregat halus sebesar 1,5 - 3,8. Berdasarkan nilai MHB yang didapatkan agregat halus merapi memenuhi persyaratan dan termasuk agregat halus agak kasar. Penentuan gradasi suatu agregat didasarkan atas persentase berat butir agregat lolos ayakan. Persyaratan gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 2.6. Hasil pengujian agregat halus Merapi masuk kedalam gradasi daerah II yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6 sebagai berikut.



Gambar 5.5 Kurva Gradasi Agregat Halus Merapi Sampel 1



Gambar 5.6 Kurva Gradasi Agregat Halus Merapi Sampel 2

4. Pengujian Berat Volume Agregat Halus Merapi

   Berat volume adalah perbandingan berat agregat baik itu dipadatkan atau tidak terhadap volume. Pengujian berat volume pada penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu kondisi gembur dan kondisi padat. Proses pengujian dilakukan mengacu pada SNI 03-4804-1998 dapat dilihat pada Gambar 5.7 sebagai berikut.



Gambar 5.7 Proses Pengujian Berat Volume Agregat Halus Merapi

Hasil pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Isi Gembur Agregat Halus Merapi

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	13052	gram
Berat agregat (W3)	6465	gram
Volume tabung (V)	5301,437	cm^3
Berat Volume gembur (W3/V)	1,219	$gram/cm^3$
	1219,480	Kg/m^3

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus Merapi

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	14618	gram
Berat agregat (W3)	8031	gram
Volume tabung (V)	5301,437	cm^3
Berat Volume padat (W3/V)	1,515	$gram/cm^3$
	1514,872	Kg/m^3

Berdasarkan Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 didapatkan berat volume gembur sebesar 1,219 $gram/cm^3$ dan berat volume padat sebesar 1,515 $gram/cm^3$ untuk agregat halus Merapi. Hasil berat volume menunjukan perbedaan berat volume agregat setelah dipadatkan sebesar 0,295 $gram/cm^3$ sehingga semakin kecil selisih berat volume setelah dipadatkan menunjukan semakin baik gradasi yang dimiliki agregat halus tersebut dan sebaliknya semakin besar selisih berat volume setelah dipadatkan menunjukan semakin burut gradasi yang dimiliki agregat halus.

5.2.2 Hasil Pengujian Agregat Halus Progo

Pengujian agregat halus Progo meliputi pengujian berat jenis dan Penyerapan air, pengujian kadar lumpur, pengujian analisa saringan dan pengujian berat volume agregat halus Progo. Hasil pengujian sifat dan karakteristik agregat halus Progo sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Progo

   Penentuan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus Progo dapat dilihat Pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Progo

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir mutlak, gram (Bk)	490	488	489
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1148	1154	1151
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836
Berat jenis curah (Bk/(B+500-Bt))	2.606	2.681	2.644
Berat jenis kering muka (500/(B+500-Bt))	2.660	2.747	2.703
Berat jenis semu (Bk/(B+Bk-Bt))	2.753	2.871	2.812
Penyerapan air ((500-Bk)/(Bk x 100%))	2.041%	2.459%	2.250%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 didapatkan nilai untuk berat jenis curah rata-rata sebesar 2,644, berat jenis kering muka sebesar 2,703, berat jenis semu sebesar 2,812 dan penyerapan air sebesar 2,250%. Menurut Tjokrodimuljo (2021) berat jenis agregat yang diizinkan yaitu antara 2,5-2,7. Berdasarkan syarat-syarat tersebut berat jenis agregat halus Progo memenuhi syarat sebagai agregat normal. Nilai berat jenis suatu agregat mempengaruhi kebutuhan agregat dalam suatu campuran. Semakin tinggi nilai berat jenis agregat semakin berat pula berat

beton yang dihasilkan, sedangkan nilai penyerapan air yang melebihi 3% dapat mempengaruhi jumlah air yang digunakan dalam campuran dan mempengaruhi nilai *slump* suatu campuran.

2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Progo

   Penentuan kadar lumpur agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-4142-1996. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus Progo dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Progo

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	488	488	488
Persentasi yang lolos ayakan No.200	2.4	2.4	2.4

   Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur Merapi didapatkan nilai rata-rata sebesar 2,4%. Menurut PUBI di Indonesia 1982 dalam buku Panduan Pratikum Teknologi Bahan Konstruksi dan menurut ASTM C33 menyebutkan kadar lumpur pada agregat halus lebih kurang dari 5% sehingga agregat halus Progo memenuhi syarat kadar lumpur.

3. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Progo

   Pengujian analisis saringan agregat halus bertujuan untuk mengetahui modulus halus butir (MHB). Nilai modulus halus butir dapat digunakan sebagai gambaran tentang jumlah persentase butiran agregat. Penentuan nilai modulus halus butir agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus Progo dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Progo Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	2	0,100	0,100	99,900
2,4	42	2,100	2,200	97,800
1,2	127	6,350	8,550	91,450
0,6	483	24,150	32,700	67,300
0,3	800	40,000	72,700	27,300
0,15	407	20,350	93,050	6,950
Pan	139	6,950		
Jumlah	2000	100,000	209,300	

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Progo Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	1	0,050	0,050	99,950
2,4	56	2,800	2,850	97,150
1,2	204	10,200	13,050	86,950
0,6	571	28,550	41,600	58,400
0,3	699	34,950	76,550	23,450
0,15	380	19,000	95,550	4,450
Pan	89	4,450		
Jumlah	2000	100,000	229,650	

Berdasarkan Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut.

MHB Sampel 1 $= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$

$= \frac{209,3}{100}$

$= 2,093$

MHB Sampel 2 $= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$

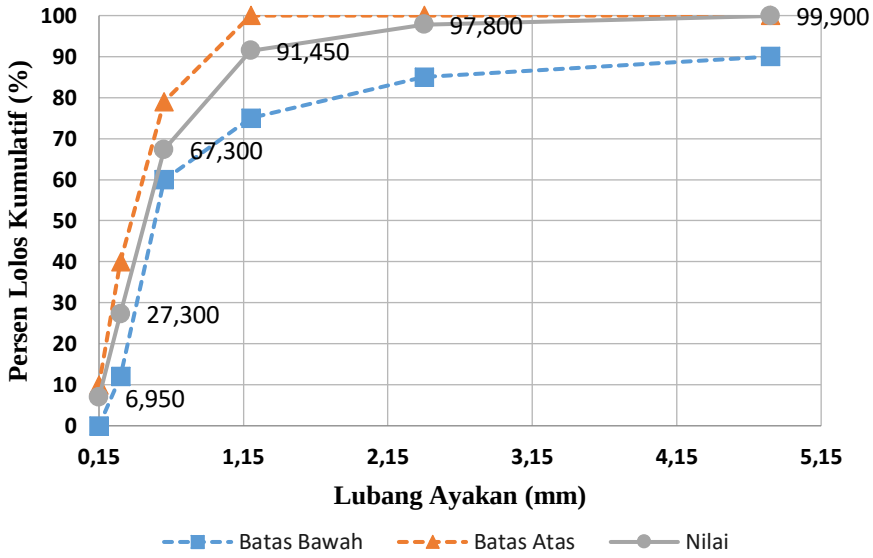
$= \frac{229,65}{100}$

$= 2,297$

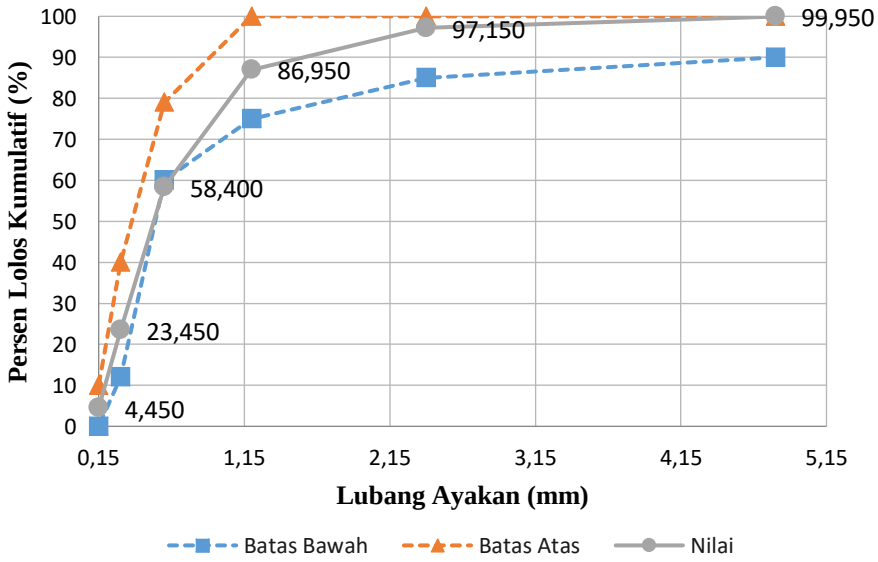
MHB Rata-Rata $= \frac{2,093 + 2,297}{2}$

$= 2,195$

Nilai Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata agregat halus Progo sebesar 2,195. Menurut Mulyono (2004) nilai modulus halus butir untuk agregat halus sebesar 1,5 - 3,8. Berdasarkan nilai MHB yang didapatkan agregat halus Progo memenuhi persyaratan dan termasuk agregat halus agak halus. Penentuan gradasi suatu agregat didasarkan atas persentase berat butir agregat lolos ayakan. Persyaratan gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 2.6. Hasil pengujian agregat halus Progo masuk kedalam gradasi daerah III yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 sebagai berikut.



Gambar 5.8 Kurva Gradasi Agregat Halus Progo Sampel 1



Gambar 5.9 Kurva Gradasi Agregat Halus Progo Sampel 2

4. Pengujian Berat Volume Agregat Halus Progo

   Berat volume adalah perbandingan berat agregat baik itu dipadatkan atau tidak terhadap volume. Pengujian berat volume pada penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu kondisi gembur dan kondisi padat. Proses pengujian dilakukan mengacu pada SNI 03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume gembur dan

berat volume padat agregat halus Progo dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus Progo

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	14215	gram
Berat agregat (W3)	7628	gram
Volume tabung (V)	5301.437	cm^3
Berat Volume gembur (W3/V)	1.438	$gram/cm^3$
	1438.8	Kg/m^3

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus Progo

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	15562	gram
Berat agregat (W3)	8975	gram
Volume tabung (V)	5301.437	cm^3
Berat Volume padat (W3/V)	1.692	$gram/cm^3$
	1692.9	Kg/m^3

Berdasarkan Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 didapatkan berat volume gembur sebesar 1,438 $gram/cm^3$ dan berat volume padat sebesar 1,692 $gram/cm^3$ untuk agregat halus Progo. Hasil berat volume menunjukan perbedaan berat volume agregat setelah dipadatkan sebesar 0,254 $gram/cm^3$ sehingga semakin kecil selisih berat volume setelah dipadatkan menunjukan semakin baik gradasi yang dimiliki agregat halus tersebut.

5.3 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar pada penelitian ini menggunakan dua jenis agregat kasar yang berasal dari Clereng dan Merapi. Agregat kasar Clereng adalah batuan yang berasal dari daerah Clereng, Kulon Progo, sedangkan agregat kasar Merapi adalah batuan yang berasal dari Sungai Krasak. Agregat kasar yang digunakan berupa batuan yang dipecah dengan alat *stone crusher* menjadi ukuran-ukuran tertentu sesuai spesifikasi yang digunakan. Pemeriksaan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik agregat kasar yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Hasil yang didapatkan pada proses pengujian agregat kasar harus memenuhi persyaratan yang berlaku di Indonesia sehingga dapat dilakukan *mix design*. Pengujian agregat kasar meliputi pengujian berat jenis dan Penyerapan air, pengujian analisis saringan agregat kasar, pengujian berat volume agregat dan pengujian abrasi. Penampakan agregat kasar Clereng dan Merapi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 sebagai berikut.



Gambar 5.10 Agregat Kasar Clereng



Gambar 5.11 Agregat Kasar Merapi

5.3.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar Clereng

Pengujian agregat kasar Clereng meliputi pengujian berat jenis dan Penyerapan air, pengujian analisa saringan, pengujian berat volume dan pengujian abrasi agregat kasar Clereng. Hasil pengujian sifat dan karakteristik agregat halus Merapi sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Clereng

   Penentuan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008. Proses pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar Clereng dapat dilihat pada Gambar 5.12 sebagai berikut.



Gambar 5.12 Proses Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Clereng

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar Clereng dapat dilihat Pada Tabel 5.13 sebagai berikut

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Clereng

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4956	4992	4974
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3073	3085	3079
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,572	2,607	2,589
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,595	2,611	2,603
Berat jenis semu (Bk/(Bk-Ba))	2,632	2,618	2,625
Penyerapan air ((Bj-Bk)/(Bk x 100%))	0,888%	0,160%	0,524%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 didapatkan nilai rata-rata untuk berat jenis curah sebesar 2,589, berat jenis kering muka sebesar 2,603, berat jenis semu sebesar 2,625 dan penyerapan air sebesar 0,524%. Menurut Tjokrodimuljo (2021), berat jenis agregat yang diizinkan yaitu antara 2,5-2,7. Berdasarkan syarat-syarat tersebut berat jenis agregat kasar Clereng memenuhi syarat sebagai agregat normal. Nilai berat jenis suatu agregat mempengaruhi kebutuhan agregat dalam suatu campuran. Semakin tinggi nilai berat jenis agregat semakin berat pula berat beton yang dihasilkan, sedangkan nilai penyerapan air yang melebihi 3% dapat mempengaruhi jumlah air yang digunakan dalam campuran dan mempengaruhi nilai *slump* suatu campuran.

2. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Clereng

   Pengujian analisis saringan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui modulus halus butir (MHB). Nilai modulus halus butir dapat digunakan sebagai gambaran tentang jumlah persentase butiran agregat. Penentuan nilai modulus halus butir agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Proses pengujian analisis saringan agregat kasar Clereng dapat dilihat pada Gambar 5.13 sebagai berikut



Gambar 5.13 Proses Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Clereng

Hasil pengujian analisis saringan agregat kasar Clereng dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 sebagai berikut.

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Clereng Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	74	1,480	1,480	98,520
10	3541	70,820	72,300	27,700
4,8	1349	26,980	99,280	0,720
2.4	0	0,000	99,280	0,720
1.2	0	0,000	99,280	0,720
0.6	0	0,000	99,280	0,720
0.3	0	0,000	99,280	0,720
0.15	0	0,000	99,280	0,720
Pan	36	0,720		
Jumlah	5000	100,000	669,460	

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Anlisis Saringan Agregat Kasar Clereng Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0.000	0.000	100,000
20	83	1,660	1,660	98,340
10	3617	72,340	74,000	26,000
4,8	1211	24,220	98,220	1,780
2.4	0	0,000	98,220	1,780
1.2	0	0,000	98,220	1,780

Lanjutan Tabel 5.15 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar Clereng Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
0.6	0	0,000	98,220	1,780
0.3	0	0,000	98,220	1,780
0.15	0	0,000	98,220	1,780
Pan	89	1,780		
Jumlah	5000	100,000	664,980	

Berdasarkan Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut.

MHB Sampel 1 $= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$

$= \frac{669{,}46}{100}$

$= 6{,}695$

MHB Sampel 2 $= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$

$= \frac{664{,}980}{100}$

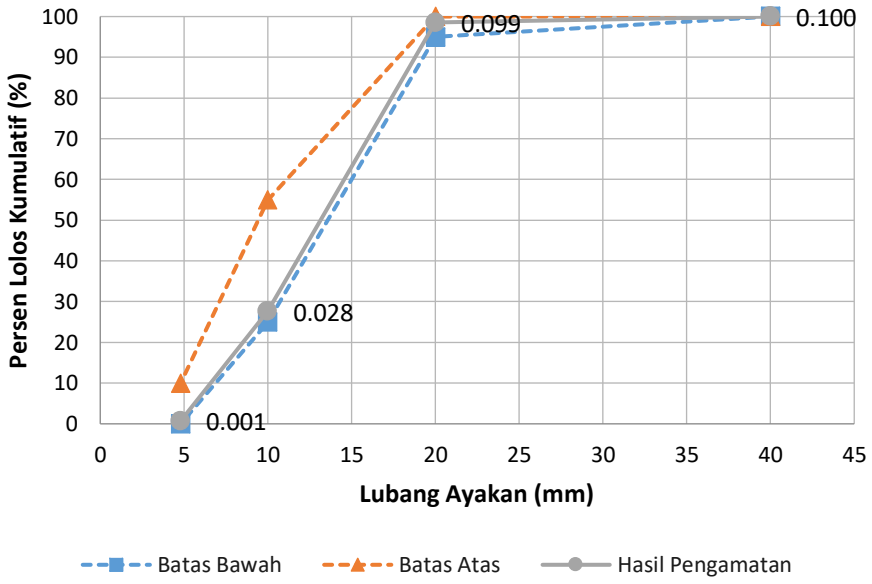
$= 6{,}649$

MHB Rata-Rata $= \frac{6{,}695 + 6{,}649}{2}$

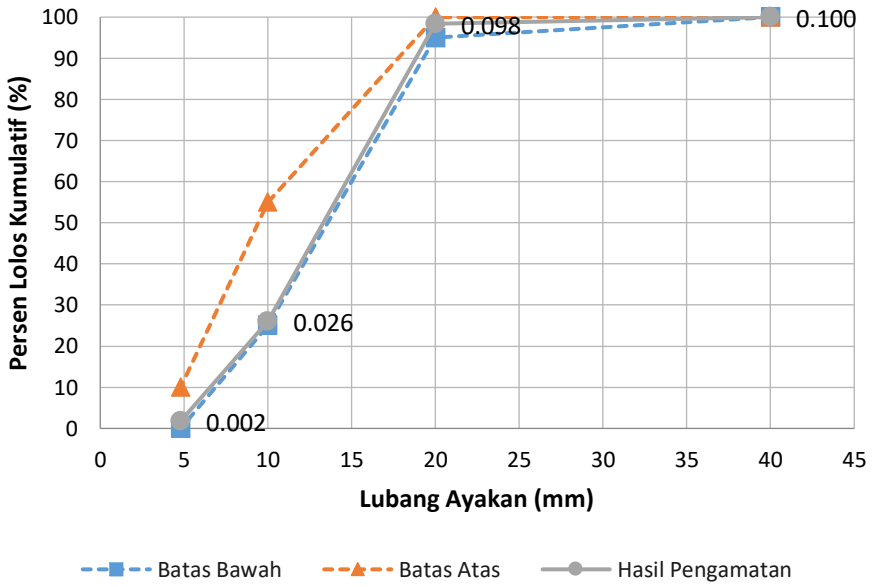
$= 6{,}672$

Nilai Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata agregat kasar Clereng sebesar 6,672. Menurut SK SNI S-04-1989-F nilai modulus halus butir untuk agregat kasar sebesar 5-8. Berdasarkan nilai MHB yang didapatkan agregat kasar Clereng memenuhi persyaratan dan termasuk agregat halus agak halus. Penentuan gradasi suatu agregat didasarkan atas persentase berat butir agregat lolos ayakan. Persyaratan gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat

pada Tabel 3.1. Hasil perbandingan persentase lolos kumulatif terhadap persen butiran yang lewat lubang ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 sebagai berikut.



Gambar 5.14 Kuarva Gradasi Agregat Kasar Clereng Sampel 1



Gambar 5.15 Kurva Gradasi Agregat Kasar Clereng Sampel 2

3. Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Clereng

Berat volume adalah perbandingan berat agregat baik itu dipadatkan atau tidak terhadap volume. Pengujian berat volume pada penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu kondisi gembur dan kondisi padat. Proses pengujian dilakukan mengacu pada SNI 03-4804-1998 dapat dilihat pada Gambar 5.16 sebagai berikut.



Gambar 5.16 Proses Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Clereng

Hasil pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat kasar Clereng dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Clereng

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	6579	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	13692	gram
Berat agregat (W3)	7113	gram
Volume tabung (V)	5301,437	cm^3
Berat Volume gembur (W3/V)	1,341	$gram/cm^3$
	1341,7	Kg/m^3

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Clereng

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	6579	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	14445	gram
Berat agregat (W3)	7866	gram
Volume tabung (V)	5301,437	cm^3
Berat Volume padat (W3/V)	1,483	$gram/cm^3$
	1483,7	Kg/m^3

Berdasarkan Tabel 5.16 dan Tabel 5.17 didapatkan berat volume gembur sebesar 1,341 $gram/cm^3$ dan berat volume padat sebesar 1,483 $gram/cm^3$ untuk agregat kasar Clereng. Hasil berat volume menunjukan perbedaan berat volume agregat setelah dipadatkan sebesar 0,142 $gram/cm^3$ sehingga semakin kecil selisih berat volume setelah dipadatkan menunjukan semakin baik gradasi yang dimiliki agregat kasar tersebut.

4. Pengujian Abrasi Agregat Kasar Clereng

   Pengujian abrasi agregat kasar dilakukan untuk mengetahui nilai keausan suatu agregat menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*. Pengujian dilakukan dengan agregat kasar yang memiliki gradasi dan berat tertentu sesuai dengan Tabel 5.18. Proses pengujian abrasi agregat kasar Clereng yang mengacu pada SNI 03-2417-2008 dapat dilihat pada Gambar 5.17 sebagai berikut.



Gambar 5.17 Proses Pengujian Abrasi Agregat Kasar Clereng

Tabel 5.18 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji Abrasi

Ukuran saringan				Gradasi dan berat benda uji (gram)						
Lolos saringan		Tertahan saringan		A	B	C	D	E	F	G
mm	inci	mm	inci							
75	3,0	63	2 1/2	-	-	-	-	2500±50	-	-
63	2 1/2	50	2,0	-	-	-	-	2500 ± 50	-	-
50	2,0	37,5	1 1/2	-	-	-	-	5000 ± 50	5000 ± 50	-
37,5	11/2	25	1	1250± 25	-	-	---	-	5000 ± 25	5000 ± 25
25	1	19	3/4	1250±25	-	-	-	-	-	5000 ± 25
19	3/4	12,5	1/2	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-
12,5	1/2	9,5	3/8	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-
9,5	3/8	6,3	¼	-	-	2500±10	-	-	-	-
6,3	1/4	4,75	No.4	-	-	2500±10	2500±10	-	-	-
4,75	No. 4	2,36	No. 8	-	-	-	2500±10	-	-	-
Total				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±10	10000±10	10000±10
Jumlah bola				12	11	8	6	12	12	12
Berat bola (gram)				5000±25	4584±25	3330±20	2500±15	5000±25	5000±25	5000±25

(Sumber: SNI 03-2417-2008)

Hasil pengujian abrasi agregat kasar Clereng dapat dilihat pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Clereng

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Sampel 1	Sampel 2
mm	inci	mm	inci	gram	gram
75	3	63	2 1/2		
63	2 1/2	50	2		
50	2	37,5	1 1/2		
37,5	1 1/2	25	1		
25	1	19	3/4		
19	3/4	12,5	1/2	2500	2500
12,5	1/2	9,5	3/8	2500	2500

Lanjutan Tabel 5.19 Hasil Pengujian Agregat Kasar Clereng

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Sampel 1	Sampel 2
mm	inci	mm	inci	gram	gram
9,5	3/8	6,3	1/4		
6,3	1/4	4,75	No. 4		
4,75	No. 4	2,36	No. 8		
Jumlah berat (A)				5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan (B)				4037	4132
Keausan [(A-B)/A]X100				19,26	17,36
Keausan Rata-Rata (%)				18,31	

Berdasarkan Tabel 5.19 didapatkan nilai keausan sampel 1 sebesar 19,26% dan nilai keausan sampel 2 sebesar 17,36% sehingga didapatkan nilai keausan rata-rata sebesai 18,31%. Berdasarkan SII.0052-08 memberikan batas nilai keausan agregat sebesar 40-50%, sedangkan ASTM C33 mensyaratkan nilai maksimum keausan suatu agregat sebesar 50%. Dari hasil pengujian kedua sampel menunjukan agregat kasar Clereng memenuhi syarat batas keausan agregat kasar kurang dari 40%.

5.3.2 Pengujian Agregat Kasar Merapi

Pengujian agregat kasar Merapi meliputi pengujian berat jenis dan Penyerapan air, pengujian analisa saringan, pengujian berat volume dan pengujian abrasi agregat kasar Merapi. Hasil pengujian sifat dan karakteristik agregat halus Merapi sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Merapi

   Penentuan berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu dan penyerapan air agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar Merapi dapat dilihat Pada Tabel 5.20 sebagai berikut

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Merapi

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4849	4817	4833
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	2954	2944	2949
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2.370	2.343	2.356
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2.444	2.432	2.438
Berat jenis semu (Bk/(Bk-Ba))	2.559	2.572	2.565
Penyerapan air ((Bj-Bk)/(Bk x 100%))	3.114%	3.799%	3.457%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air yang dapat dilihat pada Tabel 5.20 didapatkan nilai rata-rata untuk berat jenis curah sebesar 2,589, berat jenis kering muka sebesar 2,603, berat jenis semu sebesar 2,625 dan penyerapan air sebesar 0,524%. Menurut Tjokrodimuljo (2021), berat jenis agregat yang diizinkan yaitu antara 2,5-2,7. Berdasarkan syarat-syarat tersebut berat jenis agregat kasar Merapi belum memenuhi syarat sebagai agregat normal namun penggunaan agregat kasar Merapi merupakah salah satu variabel penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekerasan agregat kasar terhadap sifat fisik dan sifat mekanik pada beton.

2. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Merapi

   Pengujian analisis saringan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui modulus halus butir (MHB). Nilai modulus halus butir dapat digunakan sebagai gambaran tentang jumlah persentase butiran agregat. Penentuan nilai modulus halus butir agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990. Hasil pengujian analisis saringan agregat kasar Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0.000	0.000	100.000
20	185	3.701	3.701	96.299
10	3556	71.148	74.850	25.150
4.8	1034	20.688	95.538	4.462
2.4	0	0.000	95.538	4.462
1.2	0	0.000	95.538	4.462
0.6	0	0.000	95.538	4.462
0.3	0	0.000	95.538	4.462
0.15	0	0.000	95.538	4.462
Pan	223	4.462		
Jumlah	4998	100.000	651.781	

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Halus Merapi Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0.000	0.000	100.000
20	272	5.442	5.442	94.558
10	3488	69.788	75.230	24.770
4.8	900	18.007	93.237	6.763
2.4	0	0.000	93.237	6.763
1.2	0	0.000	93.237	6.763
0.6	0	0.000	93.237	6.763
0.3	0	0.000	93.237	6.763
0.15	0	0.000	93.237	6.763
Pan	338	6.763		
Jumlah	4998	100.000	640.096	

Berdasarkan Tabel 5.21 dan Tabel 5.22 diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut.

MHB Sampel 1 $= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$

$= \frac{651{,}78}{100}$

$= 6{,}517$

MHB Sampel 2 $= \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$

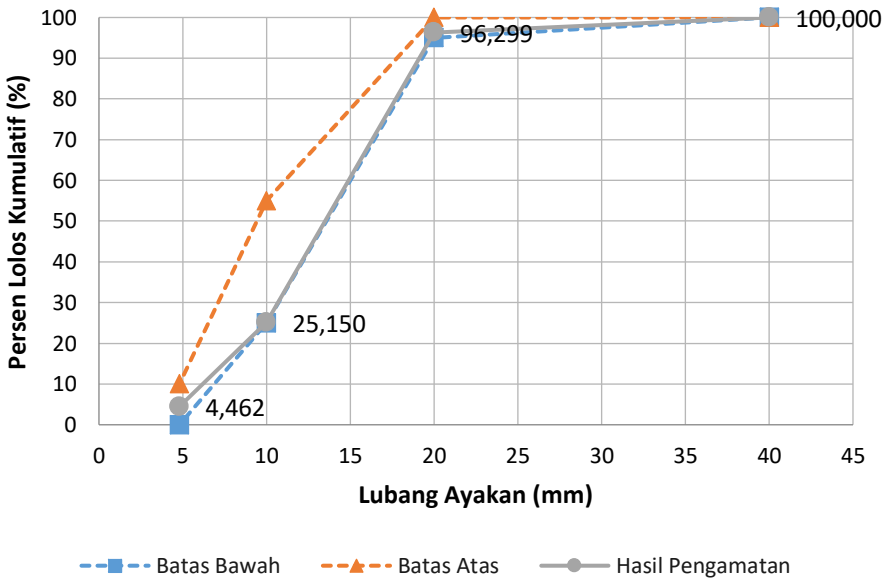
$= \frac{640{,}096}{100}$

$= 6{,}401$

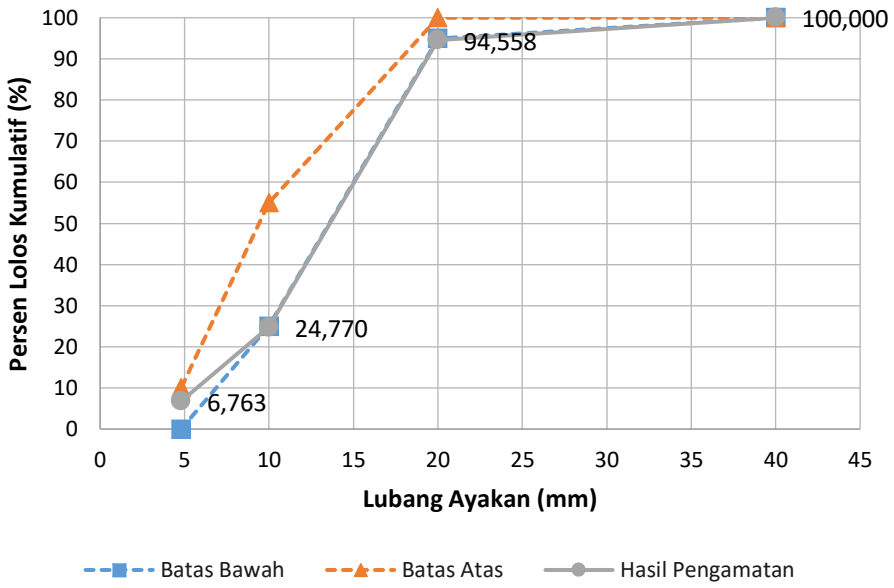
MHB Rata-Rata $= \frac{6{,}517 + 6{,}401}{2}$

$= 6{,}459$

Nilai Modulus Halus Butir (MHB) rata-rata agregat kasar Merapi sebesar 6,672. Menurut SK SNI S-04-1989-F nilai modulus halus butir untuk agregat kasar sebesar 5-8. Berdasarkan nilai MHB yang didapatkan agregat kasar Clereng memenuhi persyaratan dan termasuk agregat halus agak halus. Penentuan gradasi suatu agregat didasarkan atas persentase berat butir agregat lolos ayakan. Persyaratan gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.1. Hasil perbandingan persentase lolos kumulatif terhadap persen butiran yang lewat lubang ayakan dapat dilihat pada Gambar 5.18 dan Gambar 5.19 sebagai berikut.



Gambar 5.18 Kurva Gradasi Agregat Kasar Merapi Sampel 1



Gambar 5.19 Kurva Gradasi Agregat Kasar Merapi Sampel 2

3. Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Merapi

Berat volume adalah perbandingan berat agregat baik itu dipadatkan atau tidak terhadap volume. Pengujian berat volume pada penelitian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu kondisi gembur dan kondisi padat. Proses pengujian dilakukan mengacu pada SNI 03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat kasar Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5.23 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar Merapi

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	5906	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	12211	gram
Berat agregat (W3)	6305	gram
Volume tabung (V)	5301,437	cm^3
Berat Volume gembur (W3/V)	1,189	$gram/cm^3$
	1189,3	Kg/m^3

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar Clereng

Uraian	Nilai	Satuan
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (W1)	5906	gram
Berat tabung + agregat SSd (W2)	13211	gram
Berat agregat (W3)	7305	gram
Volume tabung (V)	5301,437	cm^3
Berat Volume gembur (W3/V)	1,377	$gram/cm^3$
	1377,9	Kg/m^3

Berdasarkan Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 didapatkan berat volume gembur sebesar 1,189 $gram/cm^3$ dan berat volume padat sebesar 1,377 $gram/cm^3$ untuk agregat kasar Merapi. Hasil berat volume menunjukan perbedaan berat volume agregat setelah dipadatkan sebesar 0,188 $gram/cm^3$ sehingga semakin kecil selisih berat volume setelah dipadatkan menunjukan semakin baik gradasi yang dimiliki agregat kasar tersebut.

4. Pengujian Abrasi Agregat Kasar Merapi

   Pengujian abrasi agregat kasar dilakukan untuk mengetahui nilai keausan suatu agregat menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*. Pengujian dilakukan dengan agregat kasar yang memiliki gradasi dan berat tertentu sesuai dengan Tabel 5.18. Hasil pengujian abrasi agregat kasar Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.25 sebagai berikut.

Tabel 5.25 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Merapi

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Sampel 1	Sampel 2
mm	inci	mm	inci	gram	gram
75	3	63	2 1/2		
63	2 1/2	50	2		
50	2	37,5	1 1/2		
37,5	1 1/2	25	1		
25	1	19	3/4		
19	3/4	12,5	1/2	2500	2500
12,5	1/2	9,5	3/8	2500	2500

Lanjutan Tabel 5.25 Hasil Pengujian Agregat Kasar Merapi

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Sampel 1	Sampel 2
mm	inci	mm	inci	gram	gram
9,5	3/8	6,3	1/4		
6,3	1/4	4,75	No. 4		
4,75	No. 4	2,36	No. 8		
Jumlah berat (A)				5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan (B)				2172	2347
Keausan [(A-B)/A]X100				56,56	53,06
Keausan Rata-Rata (%)				54,81	

Berdasarkan Tabel 5.25 didapatkan nilai keausan sampel 1 sebesar 56,56% dan nilai keausan sampel 2 sebesar 53,06% sehingga didapatkan nilai keausan rata-rata sebesai 54,81%. Berdasarkan SII.0052-08 memberikan batas nilai keausan agregat sebesar 40-50%, sedangkan ASTM C33 mensyaratkan nilai maksimum keausan suatu agregat sebesar 50%. Dari hasil pengujian kedua sampel menunjukan agregat kasar Merapi tidak memenuhi syarat batas keausan agregat kasar kurang dari 40%. Pada penelitian meninjau pengaruh kekesaran agregat terhadap sifat mekanik dan sifat fisik beton normal sehinnga agregat kasar Merapi memenuhi syarat untuk digunakan dalam penelitian ini.

5.4 Rekapitulasi Pengujian Propertis Agregat

Pengujian yang sudah dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus di rekapitulasi. Hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.26 sebagai berikut.

Tabel 5. 26 Hasil Rekapitulasi Pengujian Propertis Agregat

No	Pengujian Bahan	Agregat Kasar Clereng	Agregat Kasar Merapi	Agregat Halus Progo	Agregat Halus Merapi
1	Berat Jenis	2,603	2,438	2,703	2,646
2	Daya serap air	0,524%	3,457%	2,510%	2,564%
3	Kadar Lumpur	-	-	2,4%	1,5%
4	Keausan	18,31%	54,81%	-	-
5	Berat Gembur	1,341 gr/cm^3	1,189 gr/cm^3	1,438 gr/cm^3	1,219 gr/cm^3
6	Berat Padat	1,483 gr/cm^3	1,377 gr/cm^3	1,692 gr/cm^3	1,514 gr/cm^3
7	MHB	6,695	6,518	2,093	2,844

5.5 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini menggunakan SNI 03-2834-2000 sebagai acuan dalam menentukan proporsi campuran yang diinginkan sesuai dengan kuat tekan rencana. Kuat tekan rencana yang digunakan sebesar 25 MPa dengan variansi penggunaan agregat berupa kerikil Clereng dan Merapi sebagai agregat kasar, sedangkan pasir Merapi dan Progo sebagai agregat halus. Berikut langkah-langkah dan hasil perhitungan *mix design* untuk setiap variansi agregat yang digunakan.

5.4.1 Hasil Perencanaan Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG)

Prosedur perencanaan campuran beton dengan agregat kasar dan agregat halus berasal dari Merapi sebagai berikut.

1. Kuat tekan rencana (*f'c*) yang digunakan sebesar 25 MPa dan proses pengujian dilakukan pada umur setelah 28 hari dengan kegagalan/cacat maksimum sebesar 5%.
2. Nilai Margin (*M*) yang digunakan sebesar 12 MPa dimana jumlah sampel yang rencanakan kurang dari 15 buah.
3. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (*f'cr*) sebesar 37 Mpa menggunakan persamaan sebagai berikut.

   $f'cr = f'c + M$
   $= 25 + 12$
   $= 37$ MPa

4. Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen PCC Tiga Roda yang mememiliki hasil kekuatan pada beton setara dengan semen *portland* tipe I. Penggunaan semen PCC Tiga Roda disebabkan terbatasnya ketersediaan semen *Portland* tipe I dipasaran.
5. Jenis agregat yang digunakan pada penelitian ini yaitu.
   a. Agregat halus alami berasal dari Merapi.
   b. Agregat kasar batu pecah berasal dari Merapi.
6. Nilai faktor air semen (fas) pada sampel beton ini ditentukan secara langsung sebesar 0,43

7. Nilai *slump* rencana yang digunakan pada penelitian ini sebesar 60 – 180 mm.
8. Ukuran maksimum butir agregat kasar yang digunakan sebesar 20 mm.
9. Nilai kadar air bebas yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada tabel perkiraan kadar air bebas (Kg/m3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton yang dapat dilihat pada Tabel 5.26 dengan mempertimbangkan nilai *slump* rencana, ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan. Nilai *slump rencana* sebesar 60 – 180 mm dan agregat kasar dengan ukuran maksimum 20 mm didapatkan nilai kadar air untuk agregat halus (W*h*) sebesar 195 kg/m^3 dan untuk agregat kasar (W*k*) sebesar 225 kg/m^3 sehingga nilai kebutuhan dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}\,\text{Wh} + \frac{1}{3}\,\text{Wk}$$
$$= \frac{2}{3}\,195 + \frac{1}{3}\,225$$
$$= 205\ \text{kg/m}^3$$

Tabel 5.27 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton BMM TG

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

10. Penentuan nilai kadar semen ditentukan dengan membandingkan nilai kadar semen minium pada Tabel 5.27 terhadap kebutuhan asli kadar semen.

Tabel 5.28 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus BMM TG

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m^3 beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Berdasarkan Tabel 5.27 untuk beton yang direncanakan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung di luar ruang bangunan mempunyai nilai fas maksimum 0,6 dan kadar semen minimum sebesar 325 kg/m^3, sedangkan nilai asli kadar semen ditentukan dengan membagi kadar air bebas terhadap faktor air semen. Perhitungan nilai kadar semen menggunakan persamaan sebagai berikut.

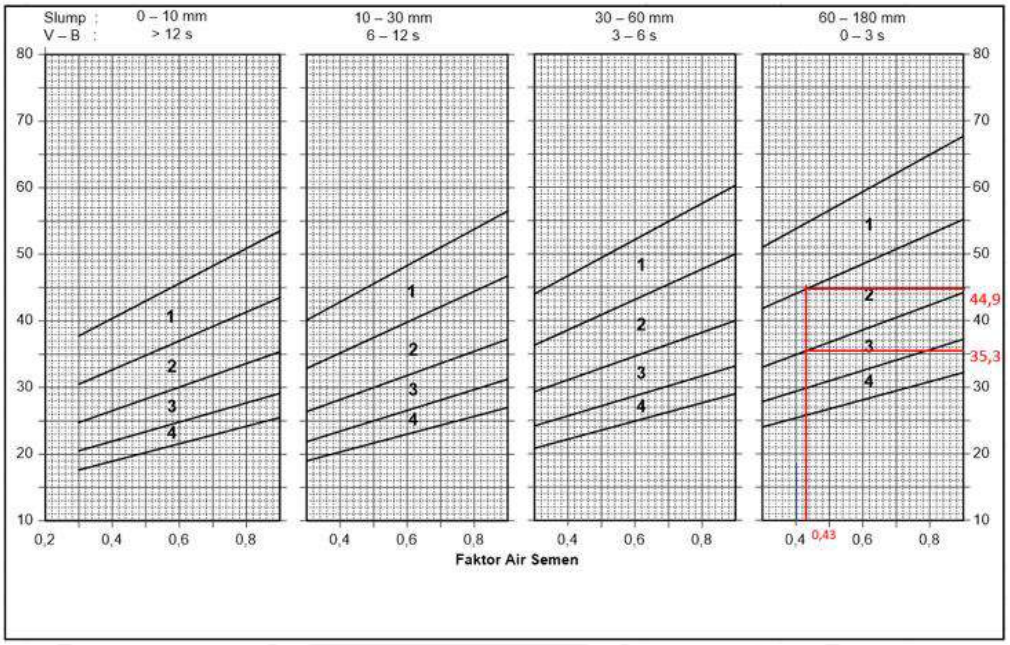
$$\text{Nilai kadar semen} = \frac{\text{Nilai kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}}$$

$$= \frac{205}{0,43}$$

$$= 476,744 \text{ kg/m}^3$$

dimana nilai kadar semen minimum sebesar 325 kg/m^3 < nilai asli kadar semen sebesar 476,744 kg/m^3 sehingga digunakan nilai kadar semen sebesar 476,744 kg/m^3.

11. Nilai persentase agregat halus berdasarkan Gambar 5.21 dengan melihat ukuran maksimum butir agregat kasar, nilai *slump* dan gradasi agregat halus.



Gambar 5.20 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm BMM TG

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Penentuan nilai persentase agregat halus dilakukan dengan menarik garis vertikal ke atas pada nilai faktor air semen sebesar 0,43 hingga memotong garis batas gradasi 2. Kemudian menarik garis horizontal ke kanan hingga menyentuh nilai persentase agregat halus untuk batas atas dan batas bawah. Pada penelitian ini didapatkan nilai persentase agregat halus berdasarkan Gambar 5.21 untuk batas atas dan batas bawah sebesar 44,9% dan 35,3%. Nilai rata-rata persentase agregat halus sebesar 40,1%.

12. Nilai persentase agregat kasar didapatkan dengan mengurangi persentase maksimum dengan persentase agregat halus. Perhitungan persentase agregat kasar menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Nilai persentase agregat kasar = 100% - persentase agregat halus
    = 100%−40,1%
    = 59,9%

13. Penentuan berat jenis gabungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.
    Berat jenis agregat halus ($bj_{agregat\ halus}$) = 2,646

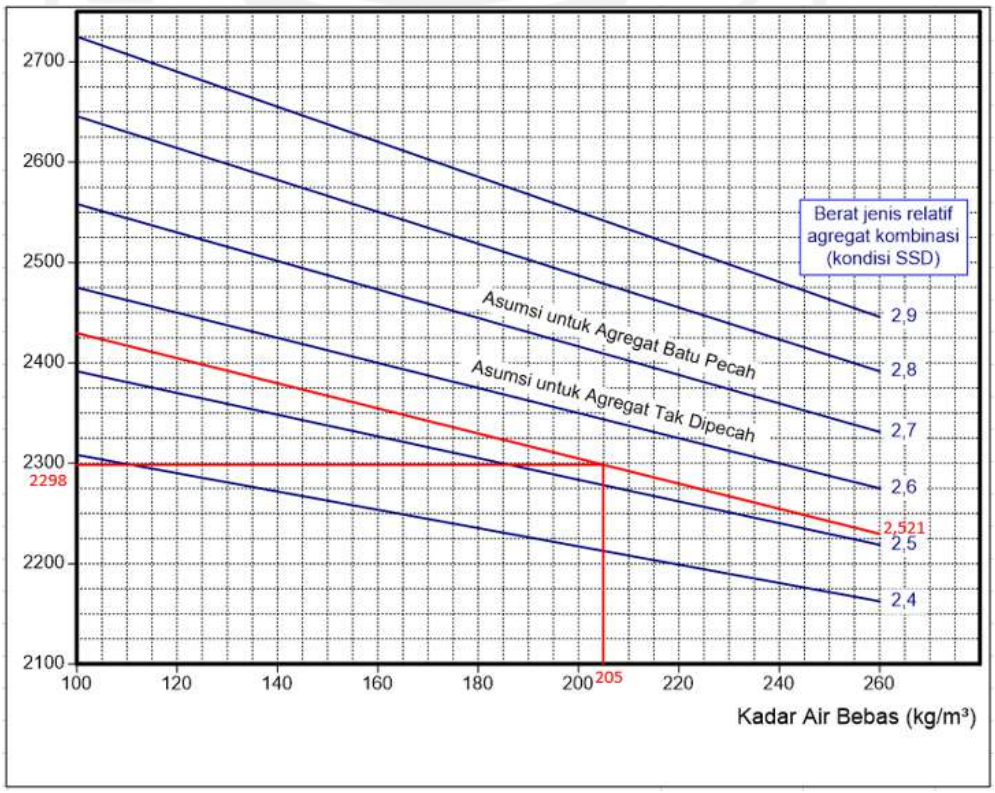
Berat jenis agregat kasar ($bj_{agregat\ kasar}$) = 2,438

Berat jenis agregat gabungan ($bj_{agregat\ gabungan}$) $= \frac{p}{100} bj_{agregat\ halus} + \frac{K}{100} bj_{agregat\ kasar}$

$= \frac{40,1}{100}\ 2,646 + \frac{59,9}{100}\ 2,438$

= 2,521

14. Nilai berat isi beton basah ditentukan berdasarkan Gambar 5.22 dengan melihat nilai kadar air bebas dan berat jenis agregat gabungan. Penentuan berat isi beton basah dilakukan dengan membuat garis bantu untuk nilai berat jenis agregat gabungan sebesar 2,521 sehingga dapat menarik garis vertikal pada nilai kadar air semen 205 kg/cm^3 ke atas hingga menyentuh garis bantu. Kemudian menarik garis horizontal ke kiri hingga menyentuh nilai berat isi beton basah. Berdasarkan Gambar 5.22 didapatkan nilai berat isi beton basah sebesar 2298 kg/m^3.



Gambar 5.21 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan Untuk BMM TG

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

15. Nilai proporsi agregat gabungan adalah proporsi campuran agregat halus dan kasar yang ditentukan dengan mengurangi nilai berat isi beton terhadap kadar semen dan kadar air. Perhitungan nilai proposi agregat gabungan menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Proporsi agregat gabungan = berat isi beton - kadar semen - kadar air
    = 2298 - 476,744 – 205
    = 1616,256 kg/m^3

16. Nilai proporsi agregat halus ditentukan dengan mengalikan persetase agregat halus terhadap proporsi agregat gabungan. Perhitungan nilai proporsi agregat halus menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Proporsi agregat halus = persentase agregat halus ×proporsi agregat gabungan
    = 40,1% × 1616,256
    = 648,119 kg/m^3

17. Nilai proporsi agregat kasar ditentukan dengan mengurangi proporsi agregat gabungan terhadap proporsi agregat halus. Perhitungan nilai proporsi agregat kasar menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Proporsi agregat kasar = proporsi agregat gabungan-proporsi agregat halus
    = 1616,256 − 648,119
    = 968,137 kg/m^3

18. Rekapitulasi proporsi campuran setiap 1 m^3

    Rekapitulasi proporsi campuran setiap 1 m^3 sebagai berikut.

    a. Agregat kasar = 968,137 kg
    b. Agregat halus = 648,119 kg
    c. Semen = 476,744 kg
    d. Air = 205 kg

19. Nilai proporsi campuran dengan angka penyusutan dilakukan untuk menghindari kekurangan campuran beton oleh beberapa sebab. Nilai penyusutan yang digunakan sebesar 35%, maka didapatkan proporsi campuran setiap 1m^3 sebagai berikut.
    a. Agregat kasar = 1306,985 Kg
    b. Agregat halus = 874,750 Kg
    c. Semen = 643,605 Kg
    d. Air = 276,750 Kg
20. Jumlah benda uji pada setiap varian sebanyak 8 buah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sehingga volume setiap varian sebagai beikut.

    Volume 8 buah Silinder $= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$

    $= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

    $= 0{,}04241\ m^3$

    Selain dari pembuatan benda uji dilakukan juga pengujian kadar udara beton segar dengan kebutuhan volume benda uji sebesar 0,006 m^3 sehingga total volume kebutuhan campuran sebesar 0,04841 m^3. Total proporsi campuran pada setiap variansi sebagai berikut.
    a. Agregat kasar = 63,273 Kg
    b. Agregat halus = 42,358 Kg
    c. Semen = 31,158 Kg
    d. Air = 13,398 Kg
21. Hasil rekapitulasi perhitungan *mix design* (campuran beton) untuk beton Merapi-Merapi dengan fas 0,43 (BMM TG) dapat dilihat pada Tabel

Tabel 5.29 Perencanaan *Mix Design* Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691		

Lanjutan Tabel 5.28 Perencanaan *Mix Design* Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG)

No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
19	Persen Agregat Halus	40,1	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,521		
21	Berat Isi Beton	2298	kg/m3	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1616,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	648,119	kg/m3	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	968,137	kg/m3	(22)-(23)

22. Rekapitulasi perencanaan *mix design* untuk beton Merapi-Merapi dengan fas 0,43.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,43 (BMM TG)

No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	648,119	968,137
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	31,376	46,869
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	874,960	1306,985
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	42,358	63,273
	Perbandingan	1	0,43	1,359	2,031

5.4.2 Hasil Perencanaan Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG)

Prosedur perencanaan campuran beton dengan agregat kasar dan agregat halus berasal dari Merapi sebagai berikut.

1. Kuat tekan rencana (*f'c*) yang digunakan sebesar 25 MPa dan proses pengujian dilakukan pada umur setelah 28 hari dengan kegagalan/cacat maksimum sebesar 5%.
2. Nilai Margin (*M*) yang digunakan sebesar 12 MPa dimana jumlah sampel yang rencanakan kurang dari 15 buah.
3. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (*f'cr*) sebesar 37 Mpa menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$f'cr = f'c + M$$
$$= 25 + 12$$
$$= 37 \text{ MPa}$$

4. Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen PCC Tiga Roda yang mememiliki hasil kekuatan pada beton setara dengan semen *portland* tipe I. Penggunaan semen PCC Tiga Roda disebabkan terbatasnya ketersediaan semen *Portland* tipe I dipasaran.
5. Jenis agregat yang digunakan pada penelitian ini yaitu.

c. Agregat halus alami berasal dari Merapi.

d. Agregat kasar batu pecah berasal dari Merapi.

6. Nilai faktor air semen (fas)

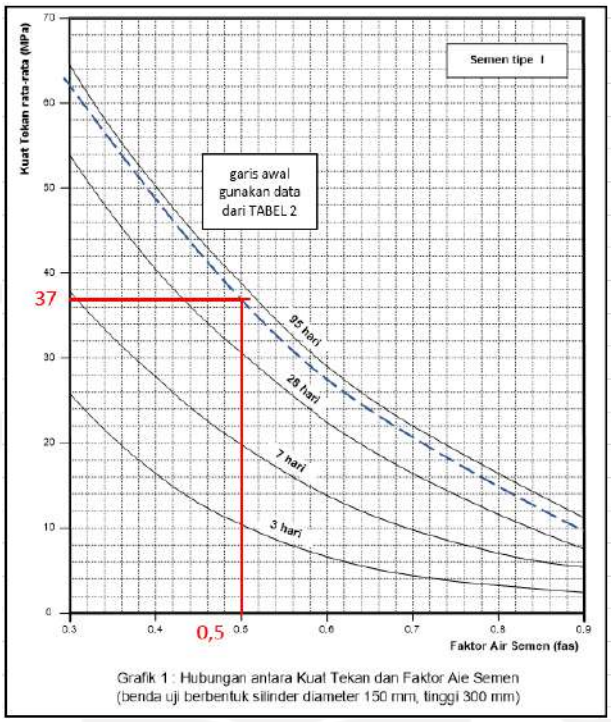
Berdasarkan Tabel 5.30 untuk tipe I semen *portland*, jenis agregat kasar batu pecah dan bentuk benda uji silinder didapatkan kuat tekan beton dengan fas 0,5 dan umur beton 28 hari sebesar 37 Mpa.

Tabel 5.31 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan FAS 0,5 Untuk BMM DG

Jenis semen … …	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen Portland Tipe 1	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Selanjutnya penentuan nilai fas dilakukan dengan membuat garis bantu putus-putus dengan acuan nilai kuat tekan 37 Mpa dan fas 0,5 pada Gambar 5.23. Kemudian menarik garis lurus pada nilai *f'cr* sebesar 37 MPa sampai menyentuh garis bantu putus-putus, setelah itu ditarik garis vertikal kebawah hingga menyentuh nilai faktor air semen. Berdasarkan grafik hubungan kuat tekan dan faktor air semen didapatkan nilai fas untuk *f'cr* 37 Mpa sebesar 0,5. Penentuan nilai fas berdasarkan grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen yang dapat dilihat pada Gambar 5.23.



Gambar 5.22 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (Benda Uji Berbentuk Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm) Untuk BMM DG

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

7. Nilai *slump* rencana yang digunakan pada penelitian ini sebesar 60 – 180 mm.
8. Ukuran maksimum butir agregat kasar yang digunakan sebesar 20 mm.
9. Nilai kadar air bebas yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Tabel perkiraan kadar air bebas (Kg/m3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton yang dapat dilihat pada Tabel 5.31 dengan mempertimbangkan nilai *slump* rencana, ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan. Nilai *slump rencana* sebesar 60 – 180 mm dan agregat kasar dengan ukuran maksimum 20 mm didapatkan nilai kadar air untuk agregat halus (W*h*) sebesar 195 kg/m^3 dan untuk agregat kasar (W*k*) sebesar 225 kg/m^3 sehingga nilai kebutuhan dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}\,\text{Wh} + \frac{1}{3}\,\text{Wk}$$

$$= \frac{2}{3}\,195 + \frac{1}{3}\,225$$

$$= 205 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 5.32 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton BMM DG

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

10. Penentuan nilai kadar semen ditentukan dengan membandingkan nilai kadar semen minium pada Tabel 5.32 terhadap kebutuhan asli kadar semen.

Tabel 5.33 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus BMM DG

Lokasi ---	**Jumlah Semen minimum Per m^3 beton (kg)**	**Nilai Faktor Air-Semen Maksimum**
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

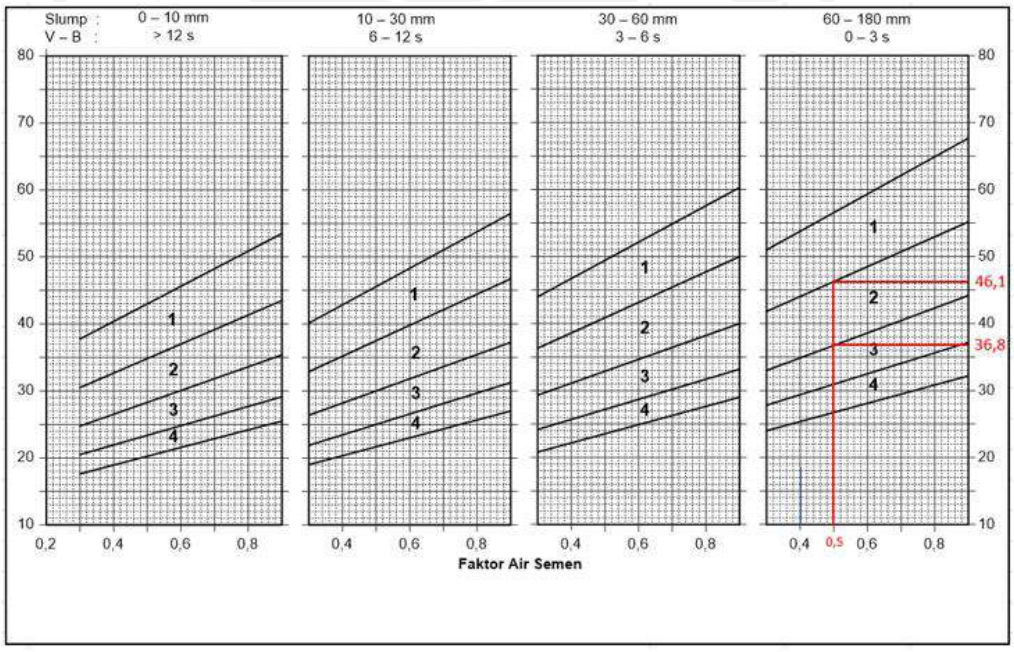
Berdasarkan Tabel 5.32 untuk beton yang direncanakan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung di luar ruang bangunan mempunyai nilai fas maksimum 0,6 dan kadar semen minimum sebesar 325 kg/m^3, sedangkan nilai

asli kadar semen ditentukan dengan membagi kadar air bebas terhadap faktor air semen. Perhitungan nilai kadar semen menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Nilai kadar semen} = \frac{\text{Nilai kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}}$$
$$= \frac{205}{0{,}5}$$
$$= 410{,}00 \text{ kg/m}^3$$

dimana nilai kadar semen minimum sebesar 325 kg/m^3 < nilai asli kadar semen sebesar 410,00 kg/m^3 sehingga digunakan nilai kadar semen sebesar 410,00 kg/m^3.

11. Nilai persentase agregat halus berdasarkan Gambar 5.24 dengan melihat ukuran maksimum butir agregat kasar, nilai *slump* dan gradasi agregat halus.



Gambar 5.23 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Penentuan nilai persentase agregat halus dilakukan dengan menarik garis vertikal ke atas pada nilai faktor air semen sebesar 0,5 hingga memotong garis batas gradasi 2. Kemudian menarik garis horizontal ke kanan hingga

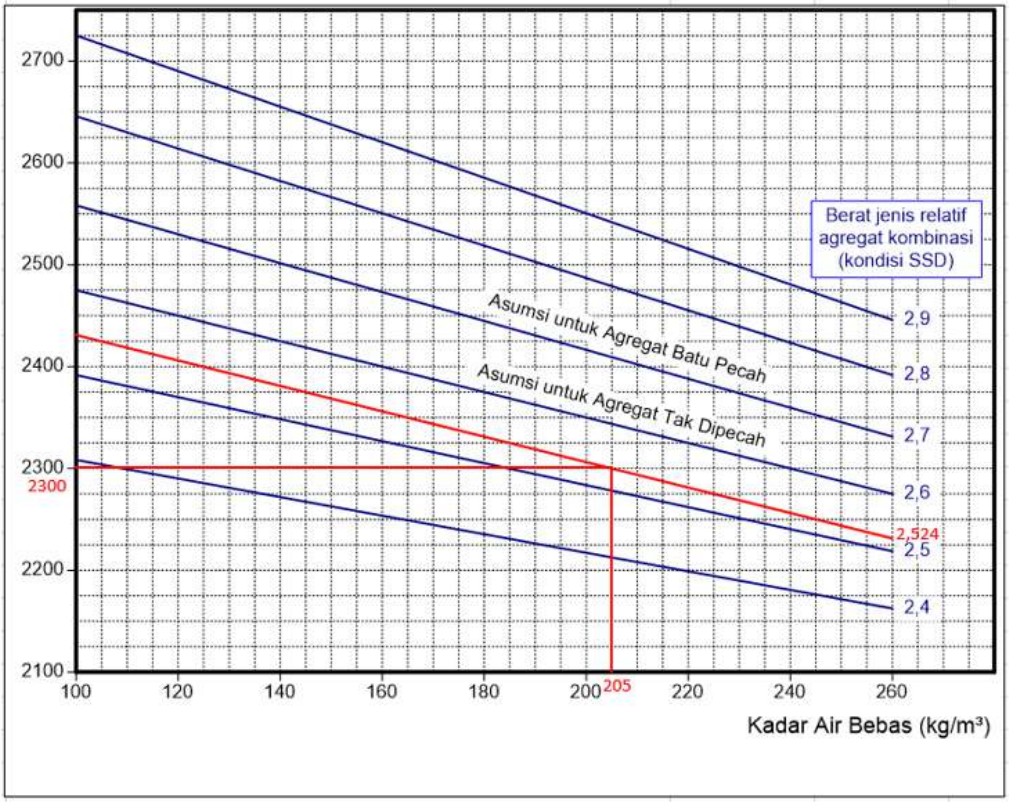
menyentuh nilai persentase agregat halus untuk batas atas dan batas bawah. Pada penelitian ini didapatkan nilai persentase agregat halus berdasarkan Gambar 5.24 untuk batas atas dan batas bawah sebesar 46,1% dan 36,8%. Nilai rata-rata persentase agregat halus sebesar 41,45%.

12. Nilai persentase agregat kasar didapatkan dengan mengurangi persentase maksimum dengan persentase agregat halus. Perhitungan persentase agregat kasar menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Nilai persentase agregat kasar = 100% - persentase agregat halus
    = 100% − 41,45%
    = 58,55%

13. Penentuan berat jenis gabungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.
    Berat jenis agregat halus ($bj_{agregat\ halus}$) = 2,646
    Berat jenis agregat kasar ($bj_{agregat\ kasar}$) = 2,438
    Berat jenis agregat gabungan ($bj_{agregat\ gabungan}$) $= \frac{p}{100} bj_{agregat\ halus} + \frac{K}{100} bj_{agregat\ kasar}$
    $= \frac{41,45}{100}\ 2,646 + \frac{58,55}{100}\ 2,438$
    = 2,524

14. Nilai berat isi beton basah ditentukan berdasarkan Gambar 5.25 dengan melihat nilai kadar air bebas dan berat jenis agregat gabungan. Penentuan berat isi beton basah dilakukan dengan membuat garis bantu untuk nilai berat jenis agregat gabungan sebesar 2,524 sehingga dapat menarik garis vertikal pada nilai kadar air semen 205 kg/cm^3 ke atas hingga menyentuh garis bantu. Kemudian menarik garis horizontal ke kiri hingga menyentuh nilai berat isi beton basah. Berdasarkan Gambar 5.22 didapatkan nilai berat isi beton basah sebesar 2300 kg/m^3.



Gambar 5.24 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan BMM DG

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

15. Nilai proporsi agregat gabungan adalah proporsi campuran agregat halus dan kasar yang ditentukan dengan mengurangi nilai berat isi beton terhadap kadar semen dan kadar air. Perhitungan nilai proposi agregat gabungan menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Proporsi agregat gabungan = berat isi beton - kadar semen - kadar air
    = 2300 - 410,00 – 205
    = 1685,00 kg/m^3

16. Nilai proporsi agregat halus ditentukan dengan mengalikan persetase agregat halus terhadap proporsi agregat gabungan. Perhitungan nilai proporsi agregat halus menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Proporsi agregat halus = persentase agregat halus ×proporsi agregat gabungan

$= 41{,}45\% \times 1685{,}00$

$= 698{,}433 \text{ kg/m}^3$

17. Nilai proporsi agregat kasar ditentukan dengan mengurangi proporsi agregat gabungan terhadap proporsi agregat halus. Perhitungan nilai proporsi agregat kasar menggunakan persamaan sebagai berikut.

    Proporsi agregat kasar = proporsi agregat gabungan-proporsi agregat halus

    $= 1685{,}00 - 698{,}433$

    $= 986{,}568 \text{ kg/m}^3$

18. Rekapitulasi proporsi campuran setiap 1 m^3

    Rekapitulasi proporsi campuran setiap 1 m^3 sebagai berikut.

    e. Agregat kasar = 986,568 kg
    f. Agregat halus = 698,433 kg
    g. Semen = 410,000 kg
    h. Air = 205 kg

19. Nilai proporsi campuran dengan angka penyusutan dilakukan untuk menghindari kekurangan campuran beton oleh beberapa sebab. Nilai penyusutan yang digunakan sebesar 35%, maka didapatkan proporsi campuran setiap $1m^3$ sebagai berikut.

    e. Agregat kasar = 1331,866 Kg
    f. Agregat halus = 942,884 Kg
    g. Semen = 26,796 Kg
    h. Air = 276,750 Kg

20. Jumlah benda uji pada setiap varian sebanyak 8 buah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka didapatkan volume setiap varian sebagai beikut.

    Volume 8 buah Silinder $= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$

    $= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

    $= 0{,}04241 \text{ m}^3$

Selain dari pembuatan benda uji dilakukan juga pengujian kadar udara beton segar dengan kebutuhan volume benda uji sebesar 0,006 m^3 maka total volume kebutuhan campuran sebesar 0,04841 m^3. Total proporsi campuran pada setiap variansi sebagai berikut.

e. Agregat kasar = 64,478 Kg
f. Agregat halus = 45,646 Kg
g. Semen = 26,796 Kg
h. Air = 45,646 Kg

21. Hasil rekapitulasi perhitungan *mix design* (campuran beton) untuk beton Merapi-Merapi dengan fas 0,5 (BMM DG) dapat dilihat pada Tabel

Tabel 5.34 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi

Lanjutan Tabel 5.33 Perencanaan *Mix Design* Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG)

No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691		
19	Persen Agregat Halus	41,45	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,524		
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m3	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1685,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	698,433	kg/m3	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	986,568	kg/m3	(22)-(23)

22. Rekapitulasi perencanaan *mix design* untuk beton Merapi-Merapi dengan fas 0,5.

Tabel 5.35 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Merapi Dengan FAS 0,5 (BMM DG)

No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	698,433	986,568
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	33,812	47,761
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	942,884	1331,866
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	45,646	64,478
	Perbandingan	1	0,5	1,703	2,406

5.4.3 Hasil Perencanaan Merapi-Progo Dengan FAS 0,43 (BMP TG)

Hasil perencanaan dan rekapitulasi campuran beton Merapi Progo dengan fas 0,43 dapat dilihat pada Tabel 5.35 dan Tabel 5.36 sebagai berikut.

Tabel 5.36 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAs 0,43 (BMP TG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691		
19	Persen Agregat Halus	32,6	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,524		
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m3	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1618,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	527,551	kg/m3	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	1090,704	kg/m3	(22)-(23)

Tabel 5.37 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,43 (BMP TG)

No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	527,551	1090,704
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	25,540	52,803
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	712,194	1472,451
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	34,478	71,284
	Perbandingan	1	0,43	1,107	2,288

5.4.4 Hasil Perencanaan Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG)

Hasil perencanaan dan rekapitulasi campuran beton Merapi Progo dengan FAS 0,5 dapat dilihat pada Tabel 5.37 dan Tabel 5.38 sebagai berikut.

Tabel 5.38 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		

Lanjutan Tabel 5.38 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
2	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3	
3	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
4	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
5	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691		
6	Persen Agregat Halus	33,95	%	grafik 13 / 14 / 15
7	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,528		
8	Berat Isi Beton	2305	kg/m3	grafik 16
9	Kadar Agregat Gabungan	1690,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)
10	Kadar Agregat Halus	573,755	kg/m3	(19)*(22)
11	Kadar Agregat Kasar	1116,245	kg/m3	(22)-(23)

Tabel 5.39 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Merapi-Progo Dengan FAS 0,5 (BMP DG)

No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	573,755	1116,245
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	27,776	54,039
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	774,569	1506,931
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	37,498	72,953
	Perbandingan	1	0,5	1,399	2,723

5.4.5 Hasil Perencanaan Clereng-Merapi Dengan FAS 0,43 (BCM TG)

Hasil perencanaan dan rekapitulasi campuran beton Clereng Merapi dengan fas 0,43 dapat dilihat pada Tabel 5.39 dan Tabel 5.40 sebagai berikut.

Tabel 5.40 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,43 (BCM TG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428		
19	Persen Agregat Halus	40,1	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,620		
21	Berat Isi Beton	2355	kg/m3	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1673,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	670,976	kg/m3	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	1002,280	kg/m3	(22)-(23)

Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,43 (BCM TG)

No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	670,976	1002,280
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	32,483	48,522
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	905,817	1353,078
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	43,852	65,505
	Perbandingan	1	0,43	1,407	2,102

5.4.6 Hasil Perencanaan Clereng-Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG)

Hasil perencanaan dan rekapitulasi campuran beton Clereng Merapi dengan fas 0,5 dapat dilihat pada Tabel 5.41 dan Tabel 5.42 sebagai berikut.

Tabel 5.42 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4

Lanjutan Tabel 5.41 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3	
2	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
3	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
4	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428		
5	Persen Agregat Halus	41,45	%	grafik 13 / 14 / 15
6	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,621		
7	Berat Isi Beton	2357	kg/m3	grafik 16
8	Kadar Agregat Gabungan	1742,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)
9	Kadar Agregat Halus	722,059	kg/m3	(19)*(22)
10	Kadar Agregat Kasar	1019,941	kg/m3	(22)-(23)

Tabel 5.43 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Merapi Dengan FAS 0,5 (BCM DG)

No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	722,059	1019,941
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	34,956	49,377
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	974,780	1376,920
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	47,191	66,659
	Perbandingan	1	0,5	1,761	2,488

5.4.7 Hasil Perencanaan Clereng-Progo Dengan FAS 0,43 (BCP TG)

Hasil perencanaan dan rekapitulasi campuran beton Clereng Progo dengan fas 0,43 dapat dilihat pada Tabel 5.43 dan Tabel 5.44 sebagai berikut.

Tabel 5.44 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,43 (BCP TG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428		
19	Persen Agregat Halus	32,6	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,636		
21	Berat Isi Beton	2360	kg/m3	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1678,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	547,111	kg/m3	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	1131,144	kg/m3	(22)-(23)

Tabel 5.45 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,43 (BCP TG)

No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	547,111	1131,144
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	26,486	54,760
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	738,600	1527,045
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	35,757	73,927
	Perbandingan	1	0,43	1,148	2,373

5.4.8 Hasil Perencanaan Clereng-Progo Dengan FAS 0,5 (BCM DG)

Hasil perencanaan dan rekapitulasi campuran beton Clereng Progo dengan fas 0,5 dapat dilihat pada Tabel 5.45 dan Tabel 5.46 sebagai berikut.

Tabel 5.46 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,5 (BCP DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3	

Lanjutan Tabel 5.45 Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,5 (BCP DG)

Formulir Rencana Campuran Beton Untuk Silinder (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
2	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
3	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428		
4	Persen Agregat Halus	33,95	%	grafik 13 / 14 / 15
5	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,637		
6	Berat Isi Beton	2360	kg/m3	grafik 16
7	Kadar Agregat Gabungan	1745,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)
8	Kadar Agregat Halus	592,428	kg/m3	(19)*(22)
9	Kadar Agregat Kasar	1152,573	kg/m3	(22)-(23)

Tabel 5.47 Rekapitulasi Perencanaan Mix Design Untuk Beton Clereng Progo Dengan FAS 0,5 (BCP DG)

No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
1	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	592,428	1152,573
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	28,680	55,798
2	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	799,777	1555,973
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	38,718	75,327
	Perbandingan	1	0,5	1,445	2,811

5.4.9 Hasil Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton

Hasil rekapitulasi perencanaan campuran beton setiap variansi agregat kasar, agregat halus dan nilai fas dapat dilihat pada Tabel 5.47 sebagai berikut.

Tabel 5.48 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton

Kodefikasi Beton	**FAS**	**Agregat Halus (kg)**	**Agregat Kasar (kg)**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**
BMM	0,5	45,646	64,478	26,796	13,398
	0,43	42,358	63,273	31,158	13,398
BCM	0,5	47,191	66,659	26,796	13,398

Lanjutan Tabel 5.47 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton

Kodefikasi Beton	FAS	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Semen (kg)	Air (kg)
BCM	0,43	43,852	65,505	31,158	13,398
BMP	0,5	37,498	72,953	26,796	13,398
	0,43	34,478	71,284	31,158	13,398
BCP	0,5	38,718	75,327	26,796	13,398
	0,43	35,757	73,927	31,158	13,398

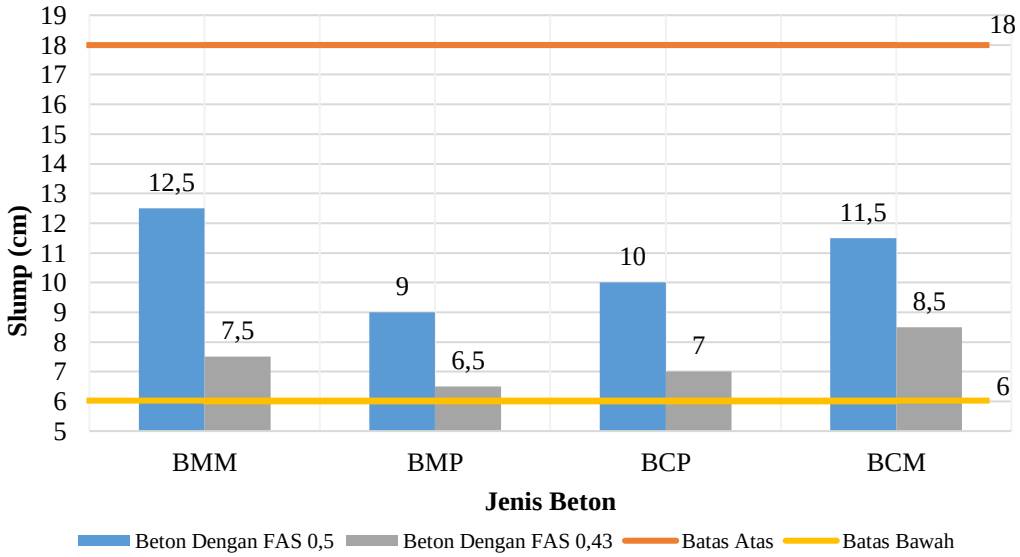
5.6 Hasil Pengujian *Slump*

Slump adalah nilai yang menunjukan tingkat kemudahan pengerjaan beton segar. *Slump* dan faktor air semen (fas) memiliki kaitan satu sama lain. Berdasarkan grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dalam SNI 03-2834-2000 semakin tinggi nilai fas maka semakin kecil nilai kuat tekan beton dan sebaliknya. Penelitian ini menggunakan dua jenis agregat halus yaitu pasir Kali Progo dan pasir Gunung Merapi, sedangkan agregat kasar yaitu kerikil Clereng dan kerikil Gunung Merapi. Perbedaan pengunaan jenis agregat halus dan agregat kasar berakibat tingkat *workability*-nya berbeda-beda. Hasil pengujian nilai *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.48 sebagai berikut.

Tabel 5.49 Hasil Pengujian Slump

No	Kode Benda Uji	Jenis Agregat Kasar	Jenis Agregat Halus	Nilai FAS	*Slump* (cm)
1	BCM DG	Clereng	Merapi	0,5	11,5
2	BCP DG		Progo		10
3	BMM DG	Merapi	Merapi		12,5
4	BMP DG		Progo		9
5	BCM TG	Clereng	Merapi	0,43	8,5
6	BCP TG		Progo		7
7	BMM TG	Merapi	Merapi		7,5
8	BMP TG		Progo		6,5

Berdasarkandata pada Tabel 5.48 diperoleh grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.26 sebagai berikut.



Gambar 5.25 Pengujian Nilai Slump Untuk Setiap Variansi Beton

Berdasarkan Gambar 5.26 hasil pengujian *slump* pada penelitian ini untuk jenis beton dengan fas 0,5 dan 0,43 memiliki nilai *slump* yang berbeda disebabkan fas pada setiap variansi campuran beton berbeda-beda. Semakin rendah kadar air maka semakin kecil nilai *slump* dan kental adukan beton, sedangkan semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi nilai *slump* dan encer adukan beton. Perbedaan ini terjadi disebabkan fungsi air dalam campuran beton bukan hanya sebagai pengaktif ikatan semen, melainkan juga sebagai pelumas antar ikatan semen, pasir dan kerikil dalam adukan beton.

Pengaruh jenis agregat kasar antara kerikil Clereng dan kerikil Merapi terhadap nilai *slump* tidak berpengaruh secara ekstrim terhadap nilai *slump*. Perbedaan ini terjadi disebabkan ukuran maksimum dan gradasi pada tiap variasi agregat kasar sama yang mengakibatkan ikatan atau *interlock* antar agregat kasar lebih stabil. Selain itu, jenis agregat kasar yang digunakan baik itu agregat kasar Clereng atau agregat kasar Merapi berupa batu pecah, dimana batu pecah memiliki gaya gesek permukaan yang sangat tinggi dibandingkan batu kali.

Pengaruh kehalusan butir agregat halus antara agregat halus Kali Progo dan Merapi terhadap nilai *slump* dapat dilihat pada Gambar 5.26 didapatkan beton dengan campuran pasir Kali Progo memiliki nilai *slump* yang lebih kecil dibandingkan campuran beton menggunakan pasir Merapi dikarenan zona gradasi

tiap varian agregat halus berbeda. Semakin halus butiran agregat halus maka semakin sedikit proporsi agregat halus dalam campuran beton yang mengakibatkan bertambanya proporsi agregat kasar dalam campuran, dimana dalam campuran beton agregat kasar mengisi sekitar 60% sampai 80% dari komposisi campuran beton. Akibatnya campuran mortar pada adukan beton lebih sedikit sehingga minimnya terjadi slip pada ikatan agregat, dimana mortar memiliki sifat sebagai pelumas. Proses pengujian *slump* pada beton segar dapat dilihat pada Gambar 5.28 sebagai berikut.



Gambar 5.26 Pengujian Nilai *Slump*

5.7 Hasil Pengujian Kadar Udara Beton Segar

Kadar udara pada beton segar bertujuan untuk mengetahui kandungan udara pada beton segar sehingga dapat mengetahui hubungan antara kadar udara pada beton segar terhadap permeabilitas dan daya serap beton normal. Hasil pengujian kadar udara beton segar dapat dilihat pada Tabel 5.26. Proses pengujian kadar udara beton segar dapat dilihat pada Gambar 5.29 sebagai berikut.



Gambar 5.27 Proses Pengujian Kadar Udara Beton Segar

Adapun perhitungan kadar udara beton segar pada jenis beton BMP DG sebagai berikut.

1. Volume adukan beton dalam Bejana (S)

Volume Bejana (S) $= \frac{1}{4} \pi d^2 t$

$= \frac{1}{4} \pi \times 0{,}1944^2 \times 0{,}1911$

$= 0{,}00567\ m^3$

2. Volume satu adukan beton segar (B)

Volume adukan beton (B) = 1,5 x volume bejana

= 1,5 x 0,00567

$= 0{,}008508\ m^3$

3. Berat agregat halus setelah koreksi (F_S)

Berat agregat halus koreksi (F_S) $= \frac{S}{B} F_b$

$= \frac{0{,}00567}{0{,}008508}$ x 36,72

= 24,48 kg

4. Berat agregat kasar setelah koreksi (C_S)

Berat agregat kasar koreksi (C_S) $= \frac{S}{B} C_b$

$= \frac{0,00567}{0,008508}$ x 71,45

= 47,63 kg

5. Kadar udara dalam beton segar (A)

Kadar udara (A) $= A_1 - CF$

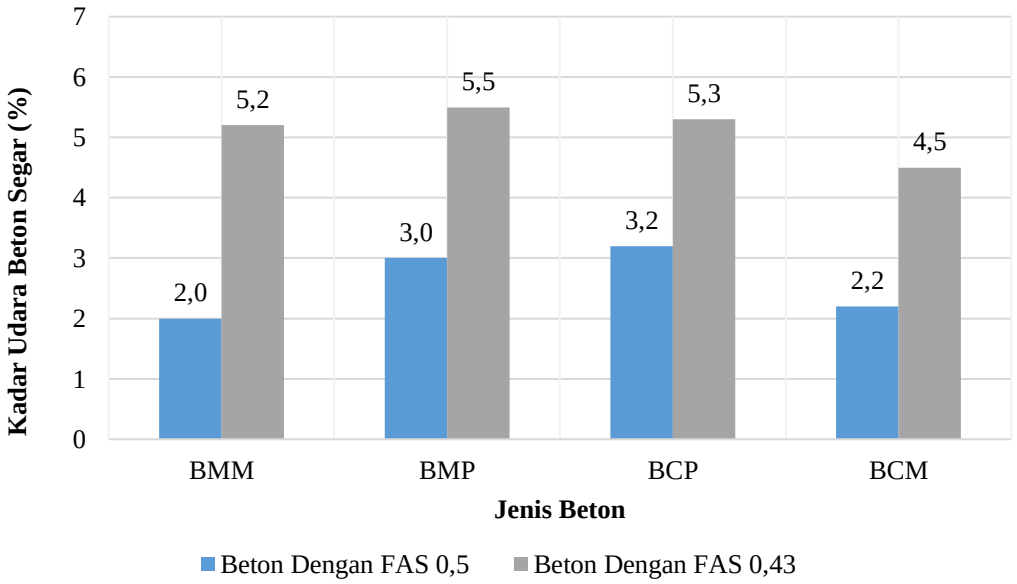
$= 4,0 - 1,0$

= 3,0%

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan pada beton BMP DG dilakukan untuk setiap variansi beton sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian kadar udara beton segar yang dapat dilihat pada Tabel 5.49 sebagai berikut.

Tabel 5.50 Rekapitulasi Hasil Kadar Udara Beton Segar

Jenis Beton	**F_b (kg)**	**C_b (kg)**	**F_s (kg)**	**C_s (kg)**	**CF (%)**	**A_1 (%)**	**A (%)**
BMP DG	36,72	71,45	24,48	47,63	1,0	4,0	3,0
BCP DG	37,92	73,77	25,28	49,18	1,2	4,4	3,2
BMP TG	33,77	69,81	22,51	46,54	1,5	7,0	5,5
BCP TG	35,02	72,40	23,35	48,27	1,6	6,9	5,3
BMM DG	45,65	64,48	30,43	42,99	1,1	3,1	2,0
BCM DG	46,22	65,28	30,81	43,52	1,3	3,5	2,2
BMM TG	39,22	58,59	26,15	39,06	1,4	6,6	5,2
BCM TG	42,95	64,15	28,63	42,77	1,5	6,0	4,5



Gambar 5.28 Pengujian Kadar Udara Beton Segar Untuk Setiap Variansi Beton

Berdasarkan Tabel 5.49 didapatkan nilai kadar udara tertinggi sebesar 5,5% pada beton BMP TG, sedangkan nilai kadar terendah sebesar 2,0% pada beton BMM DG. Nilai kadar udara beton segar pada setiap variansi beton telah memenuhi batasan yang tercantum pada ACI C94 yaitu nilai maksimum kadar udara beton segar sebesar 4,5% sampai 6,0%. Perbedaan nilai kadar udara pada setiap variansi beton disebabkan tingkat kelecakan pada setiap variansi berbeda-beda yang berakibat pada berkurangnya kemampuan campuran beton segar dalam mengalir (*flow ability*) dan memenuhi ruangan (*passing ability*) sehingga banyaknya ruang-ruang yang tercipta pada proses pemadatan beton segar. Berdasarkan hasil pengujian kadar udara beton segar dapat disimpulkan bahwa tingkat kelecakan beton mempengaruhi kadar udara pada beton segar.

5.8 Hasil Pengujian Berat Volume Beton Normal

Berat volume beton adalah perbandingan berat beton terhadap volume beton itu sendiri. Pengujian berat volume beton normal pada penelitian ini dilakukan pada beton silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm saat umur beton 28

hari. Adapun perhitungan berat volume beton normal pada jenis beton BMP DG sampel 1 sebagai berikut.

1. Data yang diketahui

   Berat = 12,345 kg

   Diameter = 15,097 cm

   Tinggi = 30.323 cm

2. Luas Penampang

   Luas penampang $= \frac{1}{4} \pi d^2$

   $= \frac{1}{4} \pi 15{,}097^2$

   $= 178{,}996 \text{ cm}^2$

3. Volume

   Volume = luas penampang x tinggi

   $= 178{,}996 \times 30{,}323$

   $= 5427{,}863 \text{ cm}^3$

   $= 0{,}005427 \text{ m}^3$

4. Berat Volume Beton

   Berat Volume $= \frac{\text{berat}}{\text{volume}}$

   $= \frac{12{,}435}{0{,}005427}$

   $= 2290{,}956 \text{ kg/m}^3$

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan pada beton BMP DG sampel 1 dilakukan untuk setiap variansi beton sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian berat volume beton normal dapat dilihat pada Tabel 5.50 sebagai berikut.

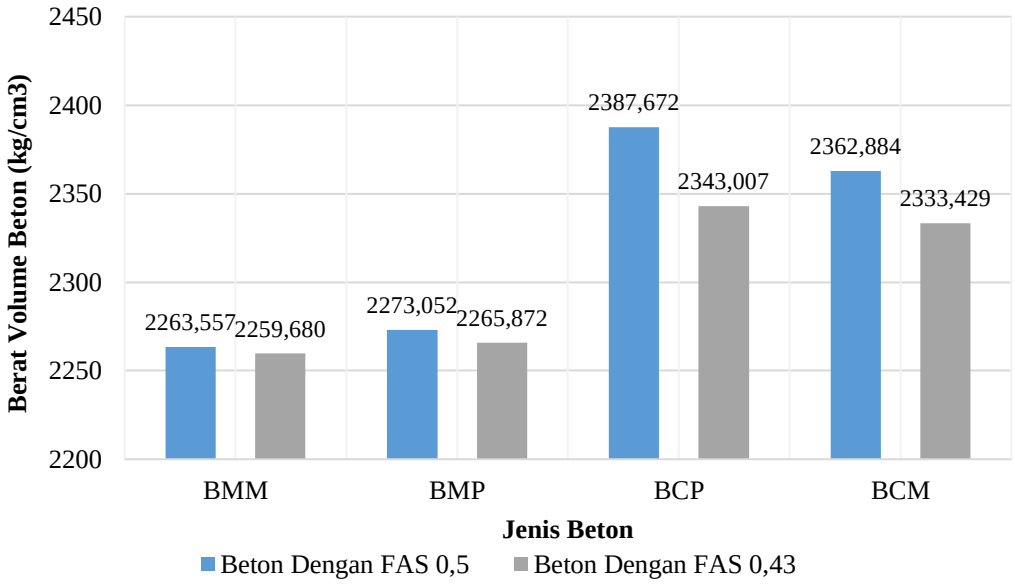
Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Berat Volume Beton

Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Volume (cm^3)	Berat Volume (kg/m^3)	Rata-Rata Berat Volume (kg/m^3)
BMP DG	1	12,435	15,097	30,323	178,999	5427,863	2290,956	2273,052
	2	12,103	14,907	30,230	174,522	5275,809	2294,056	
	3	12,34	15,163	30,440	180,584	5496,976	2244,870	
	4	12,286	15,143	30,378	180,107	5471,378	2245,503	
	5	12,332	15,047	30,287	177,815	5385,449	2289,874	
BCP DG	1	12,832	15,047	30,375	177,815	5401,156	2375,787	2387,672
	2	12,926	15,062	30,340	178,170	5405,694	2391,182	
	3	12,87	15,063	30,275	178,210	5395,307	2385,406	
	4	12,989	15,063	30,510	178,210	5437,186	2388,919	
	5	12,959	15,047	30,403	177,815	5406,194	2397,065	
BMP TG	1	11,935	14,930	29,850	175,069	5225,812	2283,855	2265,872
	2	12,321	15,180	30,445	180,981	5509,972	2236,127	
	3	12,251	15,080	30,423	178,604	5433,746	2254,614	
	4	12,28	15,057	30,303	178,052	5395,577	2275,938	
	5	12,209	15,043	30,143	177,737	5357,588	2278,824	
BCP TG	1	12,623	15,053	30,283	177,973	5389,629	2342,090	2343,007
	2	12,794	15,040	30,490	177,658	5416,802	2361,910	
	3	12,512	15,065	30,213	178,249	5385,509	2323,271	
	4	12,696	15,033	30,220	177,500	5364,075	2366,857	
	5	12,737	15,185	30,303	181,100	5487,946	2320,905	
BMM DG	1	12,331	15,137	30,320	179,949	5456,065	2260,054	2263,557
	2	12,226	15,083	30,180	178,683	5392,669	2267,152	
	3	12,341	15,137	30,558	179,949	5498,953	2244,245	
	4	12,298	15,030	30,447	177,422	5401,913	2276,601	
	5	12,233	15,050	30,297	177,894	5389,614	2269,735	
BCM DG	1	12,691	15,087	30,292	178,762	5415,014	2343,669	2350,532
	2	12,781	14,973	30,217	176,086	5320,756	2402,102	
	3	12,46	14,983	30,133	176,322	5313,172	2345,115	
	4	12,774	15,042	30,293	177,697	5383,055	2373,002	
	5	12,635	15,048	30,223	177,855	5375,378	2350,532	

Lanjutan Tabel 5.50 Rekapitulasi Berat Volume Beton

Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm^2)	Volume (cm^3)	Berat Volume (kg/m^3)	Rata-Rata Berat Volume (kg/m^3)
BMM TG	1	12,057	14,980	30,263	176,243	5333,720	2260,523	2259,680
	2	11,981	14,980	30,147	176,243	5313,158	2254,967	
	3	12,382	15,217	30,307	181,856	5511,465	2246,589	
	4	12,237	15,017	30,337	177,107	5372,851	2277,562	
	5	12,24	15,095	30,280	178,960	5418,910	2258,757	
BCM TG	1	12,545	15,275	30,263	183,253	5545,862	2262,047	2333,429
	2	12,731	14,980	30,147	176,243	5313,158	2396,126	
	3	12,703	15,217	30,307	181,856	5511,465	2304,832	
	4	12,636	15,017	30,337	177,107	5372,851	2351,824	
	5	12,747	15,095	30,280	178,960	5418,910	2352,318	

BerdasarkanTabel 5.50 dapat dilihat nilai berat volume beton rata-rata pada setiap variansi agregat halus, agregat kasar dan jenis fas dengan kodefikasi yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut 2273,052 kg/m^3, 2387,672 kg/m^3, 2265,872 kg/m^3, 2362,884 kg/m^3, 2263,557 kg/m^3, 2343,007 kg/m^3, 2259,680 kg/m^3 dan 2326,041 kg/m^3. Nilai berat volume beton tertinggi didapatkan pada beton BCP DG sebesar 2387,672 kg/m^3, sedangkan berat volume terendah didapatkan pada beton BMM TG dengan nilai 2259,680 kg/m^3. Hasil perhitungan berat volume beton normal pada Tabel 5.50 dapat dilihat dalam bentuk grafik hubungan berat volume beton untuk masing-masing jenis beton yang dapat dilihat pada Gambar 5.30 sebagai berikut.



Gambar 5.29 Hasil Pengujian Berat Volume Beton Untuk Setiap Variansi

Pada Gambar 5.30 dapat disimpulkan bahwa nilai berat volume beton antara beton dengan fas 0,5 (BMP DG, BCP DG, BMM DG dan BCM DG) dan beton dengan fas 0,43 (BMP TG, BCP TG, BMM TG dan BCM TG) berbeda walaupun tidak signifikan. Berdasarkan Tabel 5.47 beton dengan fas 0,5 yang memiliki rata-rata nilai *slump* sebesar 10,75 cm mempunyai tingkat kelecakan lebih baik daripada jenis beton dengan fas 0,43 memiliki rata-rata nilai *slump* sebesar 7,375 cm sehingga Kelecakan yang baik mempengaruhi kemampuan alir beton (*flow ability*) segar untuk dapat memenuhi ruangan (*passing ability*).

Selanjutnya variansi agregat kasar pada nilai berat volume beton berpengaruh sangat signifikan. Penggunaan kerikil Clereng pada campuran beton memiliki nilai berat volume yang lebih tinggi dibandingkan campuran beton menggunakan kerikil Merapi. Perbedaan nilai berat volume yang sangat signifikan ini diakibatkan kerikil Merapi memiliki berat jenis yang lebih kecil daripada kerikil Clereng yang disebabkan kerikil merapi memiliki pori-pori yang lebih besar daripada kerikil Clereng sehingga beton dengan campuran kerikil merapi memiliki nilai berat volume beton yang lebih kecil dibandingan beton dengan campuran kerikil Clereng.

Pengaruh variansi agregat halus pada nilai berat volume beton tidak terlalu signifikan walaupun tetap terdapat perbedaan. Perbedaan tersebut dikarenakan

penggunaan pasir Kali Progo pada campuran beton memiliki kehalusan butir yang lebih halus daripada pasir Merapi dimana campuran beton dengan pasir Kali progo lebih rapat saat dipadatkan, dibandingkan dengan pasir Merapi yang memiliki kehalusan butiran yang lebih kasar daripada pasir Kali Progo. kehalusan pasir juga berakibat pada banyaknya rongga antar butiran, dikarenakan ruang yang kecil tidak dapat mengisi dengan butiran yang lebih besar sehingga berat volume relatif lebih kecil. Sebagai kesimpulan, beton dengan campuran pasir Kali Progo memiliki nilai berat volume beton yang lebih besar daripada beton dengan campuran pasir Merapi.

5.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban yang diterimanya. Nilai kuat tekan beton didapatkan dengan melakukan pengujian eksperimental terhadap benda uji beton yang diletakan pada alat *compression machine*. Benda uji yang sudah diletakan pada alat *compression machine* akan diberikan beban secara vertikal terhadap benda uji, dimana benda uji sebelumnya sudah dilapisi *capping* menggunakan belerang yang bertujuan untuk meratakan permukaan bidang tekan.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan pada setiap variansi agregat kasar, agregat halus dan jenis beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah umur 28 hari. Tiap variansi beton diwakili 5 buah benda uji, dengan bentuk benda uji berupa silinder beton dengan ukuran diameter sebesar 15 cm dan tinggi 30 cm. Adapun perhitungan kuat tekan beton BMM DG sampel 1 sebagai berikut.

Diameter = 1513,7 mm

Tinggi = 3032,0 mm

Luas penampang $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

$= \frac{1}{4} \times \pi \times 1513{,}7^2$

$= 179949{,}0 \text{ mm}^2$

$$f_c'_{\text{actual}} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{465000}{179949,0}$$

$$= 25,841 \text{ MPa}$$

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan juga pada setiap variansi beton, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Tabel 5.51 sebagai berikut.

Tabel 5.52 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm^2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BMP DG	1	12.435	15.097	30.323	179.000	370000	20.670	23.712
	2	12.103	14.907	30.230	174.522	445000	25.498	
	3	12.34	15.163	30.440	180.584	485000	26.857	
	4	12.286	15.143	30.378	180.108	420000	23.319	
	5	12.332	15.047	30.287	177.816	395000	22.214	
BCP DG	1	12.832	15.047	30.375	177.816	590000	33.180	29.713
	2	12.926	15.062	30.340	178.171	580000	32.553	
	3	12.87	15.063	30.275	178.210	520000	29.179	
	4	12.989	15.063	30.510	178.210	425000	23.848	
	5	12.959	15.047	30.403	177.816	530000	29.806	
BMP TG	1	11.935	14.930	29.850	175.069	515000	29.417	26.954
	2	12.321	15.180	30.445	180.981	510000	28.180	
	3	12.251	15.080	30.423	178.605	535000	29.954	
	4	12.28	15.057	30.303	178.052	420000	23.589	
	5	12.209	15.043	30.143	177.737	420000	23.630	

Lanjutan Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm^2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BCP TG	1	12.623	15.053	30.283	177.973	635000	35.679	30.874
	2	12.794	15.040	30.490	177.658	460000	25.892	
	3	12.512	15.065	30.213	178.249	600000	33.661	
	4	12.696	15.033	30.220	177.501	540000	30.422	
	5	12.737	15.185	30.303	181.100	520000	28.713	
BMM DG	1	12.331	15.137	30.320	179.949	465000	25.841	27.027
	2	12.226	15.083	30.180	178.684	515000	28.822	
	3	12.341	15.137	30.558	179.949	415000	23.062	
	4	12.298	15.030	30.447	177.422	500000	28.181	
	5	12.233	15.050	30.297	177.895	520000	29.231	
BCM DG	1	12.691	15.087	30.292	178.763	520000	29.089	30.962
	2	12.781	14.973	30.217	176.087	565000	32.086	
	3	12.46	14.983	30.133	176.322	555000	31.476	
	4	12.774	15.042	30.293	177.698	555000	31.233	
	5	12.635	15.048	30.223	177.855	550000	30.924	

Lanjutan Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

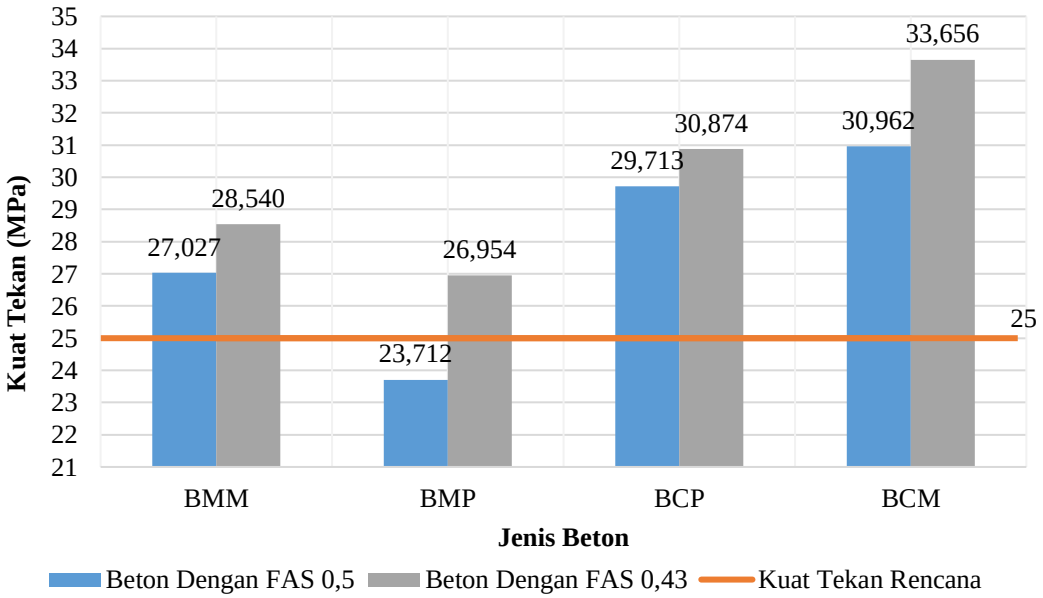
Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm^2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BMM TG	1	12.057	14.980	30.263	176.244	555000	31.490	28.540
	2	11.981	14.980	30.147	176.244	525000	29.788	
	3	12.382	15.217	30.307	181.857	490000	26.944	
	4	12.237	15.017	30.337	177.108	470000	26.538	
	5	12.24	15.095	30.280	178.960	500000	27.939	
BCM TG	1	12.545	15.275	30.263	183.254	550000	30.013	33.656
	2	12.731	14.980	30.147	176.244	575000	32.625	
	3	12.703	15.217	30.307	181.857	670000	36.842	
	4	12.636	15.017	30.337	177.108	595000	33.595	
	5	12.747	15.095	30.280	178.960	630000	35.203	

BerdasarkanTabel 5.51 diatas didapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut sebesar 23,712 MPa, 29,713 MPa, 26,954 MPa, 30,874 MPa, 27,027 MPa, 30,962 MPa, 28,540 dan 33,656 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi didapatkan pada beton BCM TG sebesar 33,656 MPa, sedangkan nilai kuat tekan terendah didapatkan pada beton BMP DG sebesar 23,712 MPa. Hasil pengujian kuat tekan dapat dibandingkan terhadap kuat tekan rencana sehingga dapat mengetahui persentase kenaikan kuat tekan beton. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 5.52 sebagai berikut.

Tabel 5. 53 Perbandingan Kuat Tekan Beton

Kodefikasi Benda Uji	Kuat Tekan Rencana	Kuat Tekan Pengujian	*f*c`uji / *f*c`rencana
	(MPa)	(MPa)	(%)
BMP DG	25	23,712	-5,153
BCP DG		29,713	18,854
BMP TG		26,954	7,816
BCP TG		30,874	23,495
BMM DG		27,027	8,109
BCM DG		30,962	23,847
BMM TG		28,540	14,160
BCM TG		33,656	34,624

Hasil perhitungan kuat tekan beton normal pada Tabel 5.51 dapat dilihat dalam bentuk grafik hubungan kuat tekan beton terhadap kekerasan agregat kasar, kehalusan agregat halus dan nilai fas untuk masing-masing jenis beton yang telah diuji dapat dilihat pada Gambar 5.31 sebagai berikut.



Gambar 5.30 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Setiap Variansi

Berdasarkan Gambar 5.31 pengaruh kekerasan agregat kasar pada hubungan kuat tekan beton terhadap agregat kasar pada beton menggunakan pasir Kali Progo yaitu BMP DG, BMP TG, BCP DG dan BCP TG didapatkan kuat tekan beton tertinggi pada jenis beton BCP TG sebesar 30,874 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton terendah yaitu BMP DG sebesar 23,712 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BMP DG ke BCP DG sebesar 25,310%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BMP TG ke BCP TG sebesar 14,542%. Semantara itu, hubungan kuat tekan beton terhadap varian agregat kasar pada beton menggunakan pasir Merapi yaitu BMM DG, BMM TG, BCM DG dan BCM TG didapatkan nilai kuat tekan tertinggi pada jenis beton BCM TG sebesar 33,656 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton terendah yaitu BMM DG sebesar 27,027 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BMM DG ke BCM DG sebesar 14,557%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BMM TG ke BCM TG sebesar 17,925%.

Pada Gambar 5.31 dapat disimpulkan bahwa variansi agregat kasar pada nilai kuat tekan beton berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Perbedaan nilai kuat

tekan beton dikarenakan agregat kasar mengisi 60% sampai 80% volume beton sehingga jenis dan kualitas mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang dimiliki beton itu sendiri. Pada penelitian ini penggunaan kerikil Merapi pada campuran beton memiliki nilai keausan yang lebih tinggi sebesar 54,81% dibandingkan campuran beton menggunakan kerikil Clereng sebesar 18,31%. Berdasarkan SII.0052-08 memberikan batas nilai keausan agregat sebesar 40-50%, sedangkan ASTM C33 mensyaratkan nilai maksimum keausan suatu agregat sebesar 50%. Oleh karena itu beton dengan campuran Kerikil Clereng memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton dengan campuran kerikil Merapi.

Berdasarkan tinjauan pustaka menurut hasil Andi Nanda (2016) selaras terhadap hasil penelitian ini yaitu nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran beton menggunakan agregat kasar Clereng dan nilai kuat tekan terkecil berada pada campuran beton menggunakan agregat kasar Merapi. Sedangkan, menurut hasil Alyamac dan Tunc (2020) nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran beton yang memiliki nilai abrasi terkecil. Berdasarkan tinjauan tersebut selaras terhadap penelitian ini, dimana hasil nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran beton menggunakan agregat kasar clereng yang memiliki nilai abrasi terkecil sebesar 18,31%.

Berdasarkan Gambar 5.31 pengaruh kehalusan agregat halus pada hubungan kuat tekan beton terhadap agregat halus pada beton menggunakan kerikil Merapi yaitu BMM DG, BMM TG, BMP DG dan BMP TG didapatkan kuat tekan beton tertinggi pada jenis beton BMM TG sebesar 28,540 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton terendah yaitu BMP DG sebesar 23,712 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BMP DG ke BMM DG sebesar 13,982%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BMP TG ke BMM TG sebesar 5,884%. Sementara itu, hubungan kuat tekan beton terhadap varian agregat halus pada beton menggunakan kerikil Clereng yaitu BCM DG, BCM TG, BCP DG dan BCP TG didapatkan nilai kuat tekan tertinggi pada jenis beton BCM TG sebesar 33,656 MPa, sedangkan nilai kuat tekan terendah yaitu BCP DG sebesar 29,713 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BCP DG ke BCM DG sebesar 4,201%,

sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton dari BCP TG ke BCM TG sebesar 9,012%.

Pada Gambar 5.31 dapat disimpulkan bahwa variansi agregat halus pada nilai kuat tekan beton berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kuat tekan beton. Perbedaan nilai kuat tekan beton dikarenakan pasir Merapi memiliki butiran yang lebih kasar sehingga luas permukaan yang dimiliki pasir merapi lebih luas. Akibatnya pasta semen dapat mengikat antar butiran pasir lebih kuat dan bagus dibandingkan pasir Kali progo yang memiliki butiran yang lebih halus dan luas permukaan yang kecil. Oleh sebab itu, beton dengan campuran pasir Merapi memiliki nilai kuat tekan beton yang lebih besar dibandingkan beton dengan campuran pasir Kali Progo. Selain itu, kadar lumpur pasir Kali Progo relative lebih tinggi dibandingkan pasir Merapi yang mengakibatkan ikatan semen akan terhalangi oleh lapisan lumpur yang tersebar di campuran beton.

Menurut Pertiwi (2014) kepadatan beton segar didapatkan pada pasir yang berada pada zona 1 dan zona 2 dengan tingkat kepadatan lebih dari 93%. Berdasarkan penelitian ini didapatkan rata-rata nilai kuat tekan paling tinggi berada pada campuran beton menggunakan pasir Merapi yang berdasarkan Tabel 5.3 dan 5.4 pasir Merapi berada pada zona 2, sedangkan pasir Kali Progo berdasarkan Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 pasir Kali Progo berada pada zona 1. Berdasarkan tinjauan pustaka menurut hasil Dimalouw dan Saelan (2016) selaras terhadap hasil penelitian ini yaitu kehalusan agregat halus tidak berpengaruh secara signifikan atau secara ekstrim terhadap kuat tekan beton.

nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran beton menggunakan agregat kasar Clereng dan nilai kuat tekan terkecil berada pada campuran beton menggunakan agregat kasar Merapi. Sedangkan, menurut hasil Alyamac dan Tunc (2020) nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran beton yang memiliki nilai abrasi terkecil. Berdasarkan tinjauan tersebut selaras terhadap penelitian ini, dimana hasil nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran beton menggunakan agregat kasar clereng yang memiliki nilai abrasi terkecil sebesar 18,31%.

Di samping itu, jenis beton dengan fas 0,5 dan fas 0,43 memiliki nilai kuat tekan beton yang sangat signifikan berbeda. Perbedaan ini terjadi dikarenakan kadar

semen yang digunakan antara beton dengan fas 0,5 dan beton dengan 0,43 berbeda. Beton dengan fas 0,5 memiliki kadar semen sedikit yang mengakibatkan ikatan antara partikel kerikil dan semen lebih lemah, sedangkan beton dengan fas 0,43 memiliki kadar semen yang lebih banyak sehingga ikatan antara antara partikel kerikil dan semen lebih kuat.

Selain itu, terdapat nilai kuat tekan yang tidak sesuai dengan kuat tekan rencana baik itu hanya beberapa sampel atau 1 varian beton. Hal ini disebabkan tingkat pemadatan beton yang tidak bisa konsisten untuk setiap variansi beton. Menurut Murdock dan Brook (1999) metode pemadatan dengan tangan hanya digunakan untuk beton dengan tingkat *workability* yang cukup, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 memiliki nilai *slump* yang rendah. Di lain pihak sulitnya pengkondisian SSD agregat kasar dilapangan mempengaruhi nilai fas pada campuran. Pengaruh perbedaan nilai fas ini dikarenakan besarnya pori-pori permukaan kerikil Merapi yang mengakibatkan cepatnya penguapan air yang terkandung didalam kerikil Merapi atau kerikil dapat dengan mudah menyerap kelembapan udara. Berbeda dengan kerikil Clereng yang memiliki pori-pori yang lebih kecil sehingga proses penguapan dan penyerapann air relatif lebih lambat. Perbedaan fas yang terjadi mengakibatkan kandungan air pada campuran akar berbeda dari rencana sehingga terjadinya perbedaan hasil kuat tekan beton dari rencana. Jadi pemadatan yang kurang baik dan pengkondisian SSD agregat yang kurang ini dikarenakan faktor *human eror* sehingga terjadi perbedaan nilai kuat tekan yang tidak sesuai dengan kuat tekan rencana.

5.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal

Pengujian kuat tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan tegangan tarik secara tidak langsung. Nilai kuat tarik belah beton didapatkan dengan melakukan pengujian eksperimental terhadap benda uji beton yang diletakan secara melintang terhadap alat *compression machine*. Benda uji silinder yang diletakan melintang searah selimut silinder pada alat *compression machine*, dimana benda uji silinder sebelumnya sudah dipasang penjepit pada tiap

sisi silinder yang bertujuan untuk tidak terjadi pergeseran letak benda uji pada waktu pengujian berlangsung.

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton pada setiap variansi agregat kasar, agregat halus dan jenis beton. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan setelah umur beton berumur 28 hari. Tiap variansi beton diwakili 3 buah silinder, dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Adapun perhitungan kuat tarik belah beton pada jenis beton BMP DG sampel 6 menggunakan persamaan 3.14 sebagai berikut.

Diameter (D) = 1506,0 mm

Tinggi (L) = 3022,3 mm

Beban Maksimum (P) = 199000 N

Kuat Tekan BMP DG (*f*c`) = 23,712 MPa

Kuat Tarik Belah (f_{ct}) $= \frac{2P}{\pi LD}$

$= \frac{2 \times 199000}{\pi \times 3022{,}3 \times 1506}$

= 2,797 MPa

Adapun perhitungan kuat tarik belah beton normal teoritis menurut SNI 03-2847-1992 dan ACI 318 pada jenis beton BMP DG sampel 6 menggunakan persamaan 3.15 dan 3.16 sebagai berikut.

Kuat Tarik Belah Teoritis SNI $= 0{,}6\sqrt{f'c_{rencana}}$

$= 0{,}6 \times \sqrt{25}$

= 3,00 MPa

Kuat Tarik Belah Teoritis ACI $= 0{,}56\sqrt{f'c_{rencana}}$

$= 0{,}56 \times \sqrt{25}$

= 2,800 MPa

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan juga pada setiap variansi beton, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Tabel 5.53 sebagai berikut.

Tabel 5.54 Rekapitulasi Hasil Kuat Tarik Belah Beton

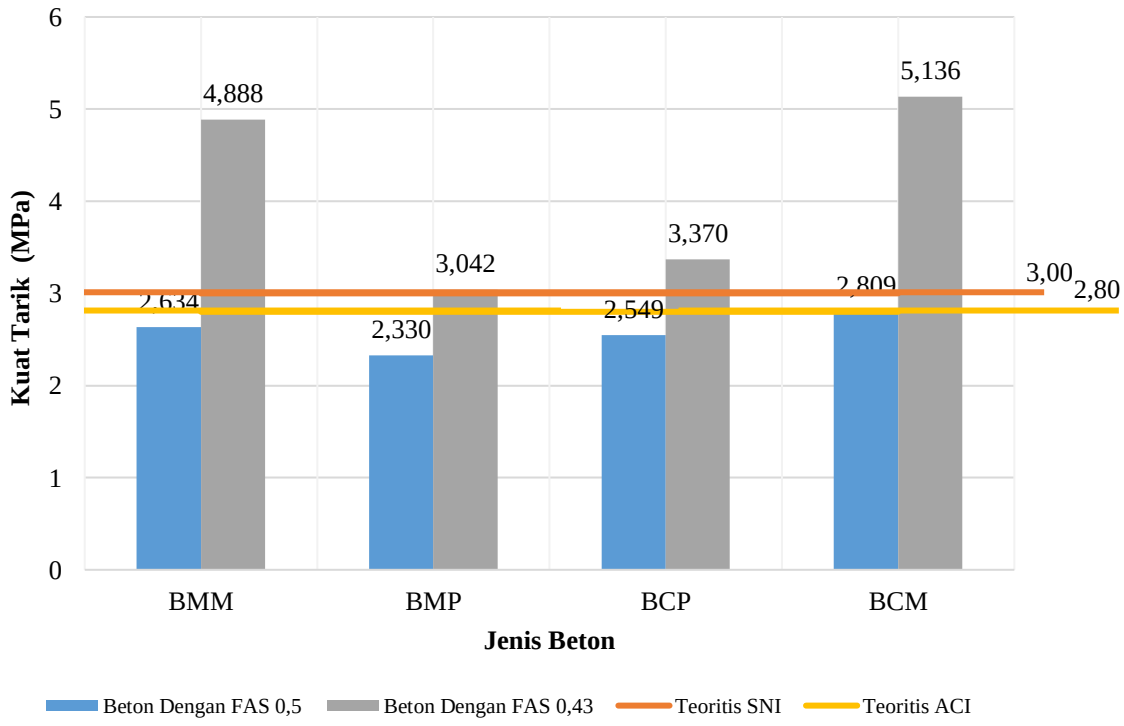
Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban	Kuat Tarik Beton	Kuat Tarik Rata-Rata	Kuat Tarik Teoritis SNI	Tarik Uji/Tarik SNI	Kuat Tarik Teoritis ACI	Tarik Uji/Tarik ACI
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm2)	(N)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(MPa)	(%)
BMP DG	6	12,234	150,600	302,233	17813,113	199000	2,783	2,330	3,000	22,340	2,800	16,793
	7	12,410	151,800	303,867	18098,118	149000	2,056					
	8	12,367	151,800	302,400	18098,118	155000	2,150					
BCP DG	6	12,832	150,833	304,700	17868,354	200000	2,770	2,549	3,000	15,037	2,800	8,969
	7	12,719	150,367	301,133	17757,958	140000	1,968					
	8	12,823	150,700	302,167	17836,777	208000	2,908					
BMP TG	6	12,354	151,417	304,667	18006,829	242000	3,340	3,042	3,000	1,386	2,800	8,628
	7	12,240	150,600	301,300	17813,113	224000	3,143					
	8	12,102	149,667	302,633	17593,006	188000	2,642					
BCP TG	6	12,715	149,650	302,633	17589,088	227000	3,191	3,370	3,000	12,343	2,800	20,368
	7	12,794	151,173	301,700	17949,000	244000	3,406					
	8	12,742	150,200	302,733	17718,614	251000	3,514					

Lanjutan Tabel 5.53 Rekapitulasi Hasil Kuat Tarik Belah Beton

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban	Kuat Tarik Beton	Kuat Tarik Rata-Rata	Kuat Tarik Teoritis SNI	Tarik Uji/Tarik SNI	Kuat Tarik Teoritis ACI	Tarik Uji/Tarik ACI
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm2)	(N)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(MPa)	(%)
BMM DG	6	12,220	151,567	302,400	18042,524	209000	2,903	2,634	3,119	12,205	2,800	5,934
	7	12,223	150,333	303,033	17750,086	191000	2,669					
	8	12,332	150,733	304,600	17844,669	168000	2,329					
BCM DG	6	12,415	14,938	30,263	17526,459	181000	2,549	2,809	3,339	6,383	2,800	0,304
	7	12,598	14,930	30,013	17506,910	204000	2,898					
	8	12,376	15,070	30,210	17836,777	213000	2,978					
BMM TG	6	12,230	15,000	15,200	17671,459	132000	3,686	4,888	3,205	62,939	2,800	74,577
	7	12,436	15,160	15,170	18050,460	190000	5,260					
	8	12,095	15,000	14,990	17671,459	202000	5,719					
BCM TG	6	12,787	14,985	15,190	17636,133	197000	5,510	5,136	3,481	71,207	2,800	83,436
	7	12,689	14,935	15,085	17518,638	183000	5,171					
	8	12,787	15,200	15,060	18145,839	170000	4,728					

Berdasarkan Tabel 5.53 diatas didapatkan nilai kuat tarik belah beton rata-rata pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut sebesar 2,330 MPa, 2,549 Mpa, 3,042 MPa, 3,370 MPa, 2,634 MPa, 2,809 MPa, 4,888 MPa dan 5,136 MPa. Nilai kuat tarik belah tertinggi didapatkan pada beton BCM TG sebesar 5,136 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah terendah didapatkan pada beton BMP DG sebesar 2,330 MPa.

Hasil perhitungan kuat tarik belah beton pada table 5.53 dapat dilihat dalam bentuk grafik hubungan kuat tarik belah beton terhadap kekerasan agregat kasar, kehalusan agregat halus dan nilai fas untuk masing-masing jenis beton yang telah diuji dapat dilihat pada Gambar 5.32 sebagai berikut.



Gambar 5.31 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Untuk Setiap Variansi

Berdasarkan Gambar 5.32 pengaruh hubungan kuat tarik belah beton terhadap agregat kasar pada beton menggunakan pasir Kali Progo yaitu BMP DG, BMP TG, BCP DG dan BCP TG didapatkan kuat tarik belah beton tertinggi pada jenis beton BCP TG sebesar 3,370 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah beton

terendah yaitu BMP DG sebesar 2,330 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BMP DG ke BCP DG sebesar 9,404%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BMP TG ke BCP TG sebesar 10,808%. Sementara itu, hubungan kuat tarik belah beton terhadap varian agregat kasar pada beton menggunakan pasir Merapi yaitu BMM DG, BMM TG, BCM DG dan BCM TG didapatkan nilai kuat tarik belah tertinggi pada jenis beton BCM TG sebesar 5,136 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah terendah yaitu BMM DG sebesar 2,634 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BMM DG ke BCM DG sebesar 6,632%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BMM TG ke BCM TG sebesar 65,331%.

Pada Gambar 5.32 dapat disimpulkan bahwa variansi agregat kasar pada nilai kuat tarik belah beton berpengaruh terhadap nilai kuat tarik belah beton walaupun tidak terlalu signifikan. Perbedaan nilai kuat tarik belah beton dikarenakan agregat kasar mengisi 60% sampai 80% volume beton sehingga jenis dan kualitas mempengaruhi nilai kuat tarik belah beton yang dimiliki beton itu sendiri. Pada penelitian ini penggunaan kerikil Merapi pada campuran beton memiliki nilai keausan yang lebih tinggi sebesar 54,81% dibandingkan campuran beton menggunakan kerikil Clereng sebesar 18,31%. Berdasarkan SII.0052-08 memberikan batas nilai keausan agregat sebesar 40-50%, sedangkan ASTM C33 mensyaratkan nilai maksimum keausan suatu agregat sebesar 50%. Selain itu, beton dengan campuran kerikil Merapi diberikan tegangan akan lebih mudah terbelah dikarenakan ikatan kohesi antara partikel kerikil merapi lebih rendah yang disebabkan banyaknya pori-pori pada permukaan kerikil merapi, sedangkan beton dengan campuran kerikil clereng yang memiliki pori-pori lebih rapat akan mempunyai ikatanyang lebih kuat antara partikel kerikil Clereng.

Berdasarkan Gambar 5.32 pengaruh hubungan kuat tarik belah beton terhadap agregat halus pada beton menggunakan kerikil Merapi yaitu BMM DG, BMM TG, BMP DG dan BMP TG didapatkan kuat tarik belah beton tertinggi pada jenis beton BMM TG sebesar 4,888 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah beton terendah yaitu BMP DG sebesar 2,330 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5

terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BMP DG ke BMM DG sebesar 13,051%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BMP TG ke BMM TG sebesar 60,712%. Sementara itu, pengaruh hubungan kuat tarik belah beton terhadap varian agregat halus pada beton menggunakan kerikil Clereng yaitu BCM DG, BCM TG, BCP DG dan BCP TG didapatkan nilai kuat tarik belah tertinggi pada jenis beton BCM TG sebesar 5,136 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah terendah yaitu BCM DG sebesar 2,549 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BCP DG ke BCM DG sebesar 10,186%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah beton dari BCP TG ke BCM TG sebesar 52,397%.

Pada Gambar 5.32 dapat disimpulkan bahwa variansi agregat halus pada nilai kuat tarik belah beton berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kuat tarik belah beton. Perbedaan nilai kuat tarik belah beton dikarenakan pasir Merapi memiliki butiran yang lebih kasar sehingga luas permukaan yang dimiliki pasir merapi lebih luas. Akibatnya pasta semen dapat mengikat antar butiran pasir lebih kuat dan bagus dibandingkan pasir Kali progo yang memiliki butiran yang lebih halus dan luas permukaan yang kecil. Oleh sebab itu, beton dengan campuran pasir Merapi memiliki nilai kuat tarik belah beton yang lebih besar dibandingkan beton dengan campuran pasir Kali Progo.

Di samping itu, jenis beton dengan fas 0,5 dan fas 0,43 memiliki nilai kuat tarik belah yang sangat signifikan berbeda. Perbedaan ini terjadi dikarenakan kadar semen yang digunakan antara beton dengan fas 0,5 dan fas 0,43 berbeda. Beton dengan fas 0,5 memiliki kadar semen sedikit yang mengakibatkan ikatan antara partikel kerikil dan semen lebih lemah, sedangkan beton dengan fas 0,43 memiliki kadar semen yang lebih banyak sehingga ikatan antara antara partikel kerikil dan semen lebih kuat.

5.11 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Normal

Pengujian modulus elastisitas beton bertujuan untuk mengetahui sifat elastis beton dengan melakukan perbandingan antara beban yang diberikan terhadap perubahan bentuk yang terjadi pada beton. Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton, dimana beton yang akan diuji sebelumnya telah dipasangkan alat ukur deformasi pada permukaan beton. Proses pembacaan *dial gauge* dilakukan setiap kelipatan beban (10 kN) yang diterima beton hingga terjadinya penurunan kemampuan beton dalam menahan beban.

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas pada setiap variansi agregat kasar, agregat halus dan jenis beton. Adapun perhitungan kuat tekan beton BCM DG sampel 1 sebagai berikut.

Beban = 10000 N

Lo = 200 mm

Pembacaan dial = 13×10^{-3}

Diameter (d) = 150,867 mm

Luas penampang = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

= $\frac{1}{4} \times \pi \times 150{,}867^2$

= 17876,252 mm^2

ΔL sebenarnya = $\frac{1}{2} \times \Delta L$

= $\frac{1}{2} \times 13 \times 10^{-3}$

= 0,0065 mm

Regangan = $\frac{\Delta L}{L_o}$

= $\frac{0{,}0065}{200}$

= 0,0000325 mm

Tegangan = $\frac{P}{A}$

$$= \frac{10000}{17876,252}$$

$$= 0,5594 \text{ MPa}$$

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan juga pada setiap data dial, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil regangan dan tegangan pada beton BCM DG sampel 1 yang dapat dilihat pada Tabel 5.54 sebagai berikut.

Tabel 5.55 Rekapitulasi Regangan dan Tegangan Beton BCM DG Sampel 1

Beban		**Pembacaan Dial …….x10^3**	**ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)**	**Regangan (ΔL/Lo)(mm)**	**Tegangan (P/A)(MPa)**
kN	**N**				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	13,0	0,0065	0,0000325	0,5594
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1188
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6782
40	40000	38,0	0,019	0,000095	2,2376
50	50000	45,5	0,02275	0,00011375	2,7970
60	60000	54,5	0,02725	0,00013625	3,3564
70	70000	61,0	0,0305	0,0001525	3,9158
80	80000	70,0	0,035	0,000175	4,4752
90	90000	80,4	0,0402	0,000201	5,0346
100	100000	89,4	0,0447	0,0002235	5,5940
110	110000	97,4	0,0487	0,0002435	6,1534
120	120000	106,9	0,05345	0,00026725	6,7128
130	130000	117,4	0,0587	0,0002935	7,2722
140	140000	127,4	0,0637	0,0003185	7,8316
150	150000	136,9	0,06845	0,00034225	8,3910
160	160000	146,9	0,07345	0,00036725	8,9504
170	170000	151,4	0,0757	0,0003785	9,5098
180	180000	163,4	0,0817	0,0004085	10,0692
190	190000	175,4	0,0877	0,0004385	10,6286

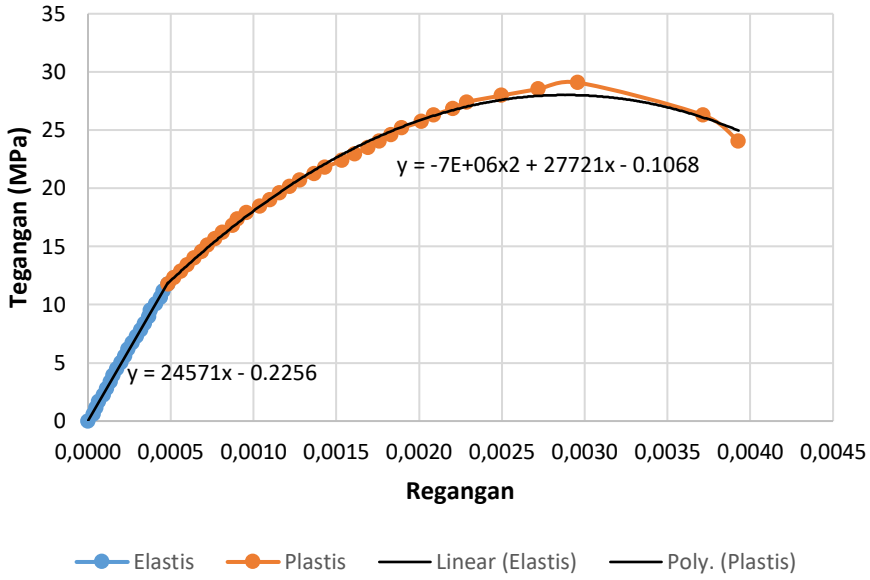
Lanjutan Tabel 5.54 Rekapitulasi Regangan dan Tegangan Beton BCM DG Sampel 1

Beban		Pembacaan Dial …….x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
200	200000	181,4	0,0907	0,0004535	11,1880
210	**210000**	**192,9**	**0,09645**	**0,00048225**	**11,7474**
220	220000	207,4	0,1037	0,0005185	12,3068
230	230000	223,9	0,11195	0,00055975	12,8662
240	240000	239,9	0,11995	0,00059975	13,4256
250	250000	256,9	0,12845	0,00064225	13,9850
260	260000	274,3	0,13715	0,00068575	14,5444
270	270000	288,3	0,14415	0,00072075	15,1038
280	280000	306,8	0,1534	0,000767	15,6632
290	290000	325,3	0,16265	0,00081325	16,2226
300	300000	348,8	0,1744	0,000872	16,7820
310	310000	361,3	0,18065	0,00090325	17,3414
320	320000	383,2	0,1916	0,000958	17,9008
330	330000	415,2	0,2076	0,001038	18,4602
340	340000	439,7	0,21985	0,00109925	19,0196
350	350000	463,2	0,2316	0,001158	19,5790
360	360000	487,7	0,24385	0,00121925	20,1384
370	370000	512,2	0,2561	0,0012805	20,6979
380	380000	546,7	0,27335	0,00136675	21,2573
390	390000	572,7	0,28635	0,00143175	21,8167
400	400000	613,6	0,3068	0,001534	22,3761
410	410000	645,1	0,32255	0,00161275	22,9355
420	420000	676,1	0,33805	0,00169025	23,4949
430	430000	703,3	0,35165	0,00175825	24,0543
440	440000	732,1	0,36605	0,00183025	24,6137
450	450000	758,1	0,37905	0,00189525	25,1731
460	460000	805,5	0,40275	0,00201375	25,7325

Lanjutan Tabel 5.54 Rekapitulasi Regangan dan Tegangan Beton BCM DG Sampel 1

Beban		Pembacaan Dial …….x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
470	470000	835,5	0,41775	0,00208875	26,2919
480	480000	881,0	0,4405	0,0022025	26,8513
490	490000	915,5	0,45775	0,00228875	27,4107
500	500000	998,4	0,4992	0,002496	27,9701
510	510000	1087,9	0,54395	0,00271975	28,5295
520	520000	1182,9	0,59145	0,00295725	29,0889
470	470000	1485,8	0,7429	0,0037145	26,2919
430	430000	1571,7	0,78585	0,00392925	24,0543

Penentuan modulus elastisitas beton dapat ditentukan Berdasarkan tingkat kemiringan pada pembebanan awal atau pada daerah plastis. Untuk daerah elastis menurut Nawy (2000) didapatkan dari tegangan awal hingga 40% dari tegangan maksimum. Nilai modulus elastisitas beton BCM DG sampel 1 dicari menggunakan bantuan *software Microsoft Excel* dimana daerah elastis menggunakan persamaan *linier*, sedangkan daerah plastis menggunakan persamaan regresi polynomial tingkat 2. Grafik tegangan regangan beton BCM DG sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.33 sebagai berikut.



Gambar 5.32 Grafik Teganan Regangan Beton BCM DG Sampel 1

Berdasarkan *software Microsoft Excel* didapatkan nilai modulus elastisitas pengujian BCM DG 1 sebesar 24571 MPa. Berdasarkan SNI 03-2847-2019 nilai modulus elastisitas secara teoritis pada persamaan 3.18 sebagai berikut.

Kuat tekan BCM DG sampel 1 (f_c`) = 29,089 MPa

Modulus elastisitas teoritis BCM DG 1 (E_c) $= 4700 \times \sqrt{fc`}$

$= 4700 \times \sqrt{29,089}$

= 25349,027 MPa

Modulus elastisitas uji rata-rata BCM DG = 25416,400 MPa

Modulus elastisitas teoritis rata-rata BCM DG = 25755,144 MPa

$$\text{Selisih E uji terhadap E teoritis} = \frac{\text{Modulus uji rata-rata BCM DG - Modulus Teoritis BCM DG}}{\text{Modulus Teoritis BCM DG}}$$

$$= \frac{25416,400 - 25755,144}{25755,144}$$

= - 1,32%

Langkah-langkah perhitungan juga dilakukan pada setiap variansi beton sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian modulus elastisitas yang dapat dilihat pada Tabel 5.55 sebagai berikut.

Tabel 5.56 Rekapitulasi Hasil Modulus Elastisitas Beton

Kode Benda Uji		Kuat Tekan	Uji	Uji Rata-Rata	Teoritis	Teoritis Rata-Rata	Selisih E uji dan E teoritis
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)
BMP DG	1	20,670	15325	16016,000	22181,332	24030,137	- 33,35
	2	25,498	15374		25562,899		
	3	26,857	12095		25307,302		
	4	23,319	20631		24003,454		
	5	22,214	16655		23095,696		
BCP DG	1	33,180	24997	22627,400	26612,600	25197,449	- 10,20
	2	32,553	22865		26484,111		
	3	29,179	23498		24695,031		
	4	23,848	22083		22810,102		
	5	29,806	19694		25385,400		
BMP TG	1	29,417	16893	16047,400	25091,100	25114,466	- 36,10
	2	28,180	16548		26773,269		
	3	29,954	14905		26041,012		
	4	23,589	15496		23819,164		
	5	23,630	16395		23847,787		
BCP TG	1	35,679	25340	22511,000	27605,218	25545,190	- 11,88
	2	25,892	20524		23429,606		
	3	33,661	22509		26565,350		
	4	30,422	22901		25390,624		
	5	28,713	21281		24735,149		

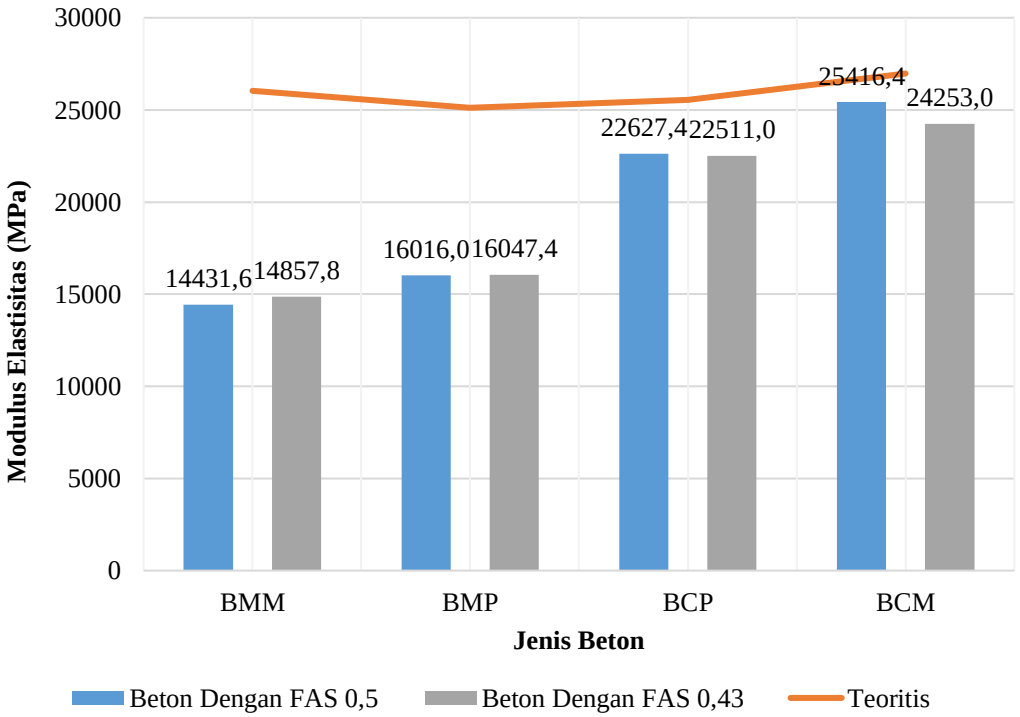
Lanjutan 5.55 Rekapitulasi Hasil Modulus Elastisitas Beton

Kode Benda Uji		Kuat Tekan	Uji	Uji Rata-Rata	Teoritis	Teoritis Rata-Rata	Selisih E uji dan E teoritis
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)
BMM DG	1	25,841	18757	14431,600	25312,271	26028,810	- 44,56
	2	28,822	13812		26895,109		
	3	23,062	13704		24058,072		
	4	28,181	13812		26594,575		
	5	29,231	12073		27284,022		
BCM DG	1	29,089	24571	25416,400	25349,027	25755,144	- 1,32
	2	32,086	29463		26763,021		
	3	31,476	19394		25659,516		
	4	31,233	24999		25570,818		
	5	30,924	28655		25433,338		
BMM TG	1	31,490	17125	14857,800	27350,401	26040,961	- 42,94
	2	29,788	12291		26939,306		
	3	26,944	14199		24994,931		
	4	26,538	13722		25506,854		
	5	27,939	16952		25413,314		
BCM TG	1	30,013	22526	24253,000	25711,448	26973,426	- 10,09
	2	32,625	20909		25971,107		
	3	36,842	25833		28369,168		
	4	33,595	26387		27061,326		
	5	35,203	25610		27754,080		

Berdasarkan Tabel 5.55 diatas didapatkan modulus elastisitas beton rata-rata pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut sebesar 16016,00 MPa, 22749,40 MPa, 16047,40 MPa, 22511,00 MPa, 14431,60 MPa, 25416,40

MPa, 14857,80 MPa dan 24253,60 MPa. Nilai modulus elastisitas beton tertinggi didapatkan pada beton BCM DG sebesar 25416,40 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas terendah didapatkan pada beton BMM DG sebesar 14431,60 MPa.

Hasil perhitungan modulus elastisitas beton pada table 5.55 dapat dilihat dalam bentuk grafik hubungan modulus elastisitas beton terhadap kekerasan agregat kasar, kehalusan agregat halus dan nilai fas untuk masing-masing jenis beton yang telah diuji dapat dilihat pada Gambar 5.34 sebagai berikut.



Gambar 5. 33 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Untuk Setiap Variansi

Berdasarkan Gambar 5.34 pengaruh hubungan modulus elastisitas beton terhadap agregat kasar pada beton menggunakan pasir Kali Progo yaitu BMP DG, BMP TG, BCP DG dan BCP TG didapatkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada jenis beton BCP DG sebesar 22627,400 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas terendah yaitu BMP DG sebesar 16016,0 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai modulus elastisitas beton dari BMP DG ke BCP DG sebesar 41,28%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai modulus

elastisitas beton dari BMP TG ke BCP TG sebesar 40,278%. Sementara itu, hubungan modulus elastisitas beton terhadap varian agregat kasar pada beton menggunakan pasir Merapi yaitu BMM DG, BMM TG, BCM DG dan BCM TG didapatkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada jenis beton BCM DG sebesar 25416,4 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas terendah yaitu BMM DG sebesar 14431,6 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai modulus elastisitas beton dari BMM DG ke BCM DG sebesar 76,116%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai modulus elastisitas beton dari BMM TG ke BCM TG sebesar 63,234%.

Pada Gambar 5.34 dapat disimpulkan bahwa variansi agregat kasar pada nilai modulus elatisitas beton berpengaruh sangat signifikan. Perbedaan nilai modulus elastisitas dikarenakan agregat kasar mengisi 60% sampai 80% volume beton sehingga jenis dan kualitas mempengaruhi nilai modulus elastisitas yang dimiliki beton itu sendiri. Pada penelitian ini penggunaan kerikil Merapi pada campuran beton memiliki nilai keausan yang lebih tinggi sebesar 54,81% dibandingkan campuran beton menggunakan kerikil Clereng sebesar 18,31%. Berdasarkan SII.0052-08 memberikan batas nilai keausan agregat sebesar 40-50%, sedangkan ASTM C33 mensyaratkan nilai maksimum keausan suatu agregat sebesar 50%. Perbedaan nilai keausan yang sangat signifikan ini diakibatkan kerikil Merapi memiliki pori-pori yang lebih besar daripada kerikil Clereng sehingga beton dengan campuran kerikil merapi memiliki nilai modulus elastisitas beton yang lebih kecil dibandingan beton dengan campuran kerikil Clereng.

Berdasarkan Gambar 5.34 pengaruh hubungan modulus elastisitas beton terhadap agregat halus pada beton menggunakan kerikil Merapi yaitu BMM DG, BMM TG, BMP DG dan BMP TG didapatkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada jenis beton BMP TG sebesar 16047,4 MPa, sedangkan nilai modulus terendah yaitu BMM DG sebesar 14431,6 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi penurunan nilai modulus elastisitas beton dari BMP DG ke BMM DG sebesar 9,893%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi penurunan nilai modulus elastisitas beton dari BMP TG ke BMM TG sebesar 7,413%. Sementara itu, pengaruh hubungan modulus elastisitas beton terhadap varian agregat halus pada

beton menggunakan kerikil Clereng yaitu BCM DG, BCM TG, BCP DG dan BCP TG didapatkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada jenis beton BCM DG sebesar 25416,4 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas terendah yaitu BCP TG sebesar 22511,0 MPa. Untuk jenis beton dengan fas 0,5 terjadi kenaikan nilai modulus elastisitas beton dari BCP DG ke BCM DG sebesar 12,326%, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 terjadi kenaikan nilai modulus elastisitas beton dari BCP TG ke BCM TG sebesar 7,738%.

Pada Gambar 5.35 dapat disimpulkan bahwa variansi agregat halus pada nilai modulus elastisitas beton tidak berpengaruh secara signifikan dikarenakan agregat halus pada campuran beton hanya mengisi 20% sampai 40% pada campuran beton. Gradasi pasir yang baik dan teratur (*continuous*) pada agregat halus pada campuran beton akan menghasilkan mutu beton yang tinggi dibandingkan gradasi pasir yang bergradasi seragam atau *gap*. Gradasi agregat halus yang baik dan teratur dapat mengisi ruang-ruang secara padat sehingga ruang udara pada beton semakin kecil. Secara teoritis tingkat kepadatan suatu benda akan mempengaruhi kekuatan atau mutu benda tersebut sehingga pada Gambar 5.34 nilai modulus elastisitas beton memiliki nilai yang bervariasi. Hal ini dikarenakan tingkat kepadatan beton yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat kepadatan yang berbeda-beda ini dikarenakan pelaksanaan pemadatan yang digunakan masih menggunakan cara pemadatan dengan tangan. Menurut Murdock dan Brook (1999) metode pemadatan dengan tangan hanya digunakan untuk beton dengan tingkat *workability* yang cukup, sedangkan jenis beton dengan fas 0,43 memiliki nilai *slump* yang rendah.

Di samping itu, jenis beton dengan fas 0,5 dan fas 0,43 memiliki nilai modulus elastisitas yang tidak signifikan berbeda. Dikarenakan yang mempengaruhi sifat elastis beton ketika diberikan beban adalah kualitas agregat kasar yang digunakan. Komposisi dan modulus agregat dalam campuran beton sangat mempengaruhi nilai modulus elastisitas beton. Semakin besar komposisi dan tinggi modulus agregat akan membuat modulus elastisitas beton makin tinggi.

.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada pengujian yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian abrasi menggunakan mesin *Los Angeles* untuk agregat kasar yaitu kerikil Clereng dan kerikil Merapi secara berurut sebesar 18,31% dan 54,81%.
2. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus untuk pasir Kali Progo didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 2,195 dan berada pada zona gradasi 3 sedangkan untuk pasir Merapi didapatkan modulus halus butir (MHB) sebesar 2,860 dan berada pada zona gradasi 2.
3. Hasil pengujian *slump* untuk beton segar pada penelitian ini pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berurutan sebesar 9 cm, 10 cm, 6,5 cm, 7 cm, 12,5 cm, 11,5 cm, 7,5 cm dan 8,5 cm. Nilai *slump* tertinggi berada pada beton BMM DG sebesar 12,5 cm sedangkan nilai *slump* terendah berada pada beton BMP TG sebesar 6,5 cm. Pengaruh variansi variabel pada penelitian ini sebagai berikut.
   a. Pengaruh variansi agregat kasar terhadap nilai *slump* tidak berpengaruh secara ekstrim disebabkan ukuran maksimum dan gradasi pada tiap variasi agregat kasar sama yang mengakibatkan ikatan atau *interlock* antar agregat kasar lebih stabil.
   b. Pengaruh variansi agregat halus terhadap nilai *slump* dikarenakan zona gradasi pada agregat halus mempengaruhi proporsi campuran beton. Sehingga, campuran mortar pada adukan beton lebih sedikit sehingga

minimnya terjadi slip pada ikatan agregat, dimana mortar memiliki sifat sebagai pelumas.

c. Pengaruh nilai fas terhadap nilai *slump* sangatlah berpengaruh dikarenakan semakin rendah kadar air maka semakin kecil nilai *slump* dan kental adukan beton dan sebaliknya. Perbedaan ini terjadi disebabkan fungsi air dalam campuran beton bukan hanya sebagai pengaktif ikatan semen, melainkan juga sebagai pelumas antar ikatan semen, pasir dan kerikil dalam adukan beton.

4. Hasil pengujian kadar udara beton segar pada penelitian ini pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berurutan sebesar 3,0%, 3,2%, 5,5%, 5,3%, 2,0%, 2,2%, 5,2% dan 4,5%. Nilai kadar udara tertinggi sebesar 5,5% pada beton BMP TG, sedangkan nilai kadar terendah sebesar 2,0% pada beton BMM DG. Pengaruh variansi variabel pada penelitian ini berakibat pada perbedaan nilai kadar udara pada setiap variansi beton yang disebabkan tingkat kelecakan pada setiap variansi berbeda-beda yang berakibat pada berkurangnya kemampuan campuran beton segar dalam mengalir (*flow ability*) dan memenuhi ruangan (*passing ability*).
5. Hasil pengujian berat volume beton pada penelitian ini pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berurutan sebesar 2273 kg/cm^3, 2387,672 kg/cm^3, 2265,872 kg/cm^3, 2343,007 kg/cm^3, 2263,557 kg/cm^3, 2362,884 kg/cm^3, 2259,680 kg/cm^3 dan 2333,429 kg/cm^3. Nilai berat volume beton tertinggi didapatkan pada beton BCP DG sebesar 2387,672 kg/m^3, sedangkan berat volume terendah didapatkan pada beton BMM TG dengan nilai 2259,680 kg/m^3. Pengaruh variansi variabel pada penelitian ini sebagai berikut.
   a. Pengaruh varian agregat kasar terhadap nilai berat volume beton sangat signifikan ini diakibatkan kerikil Merapi memiliki berat jenis yang lebih kecil daripada kerikil Clereng yang disebabkan kerikil merapi memiliki pori-pori yang lebih besar daripada kerikil Clereng.

b. Pengaruh varian agregat halus terhadap nilai berat volume beton dikarenakan penggunaan pasir Kali Progo pada campuran beton memiliki kehalusan butir yang lebih halus daripada pasir Merapi dimana campuran beton dengan pasir Kali progo lebih rapat saat dipadatkan, dibandingkan dengan pasir Merapi yang memiliki kehalusan butiran yang lebih kasar daripada pasir Kali Progo.

6. Hasil pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut sebesar 23,712 MPa, 29,713 MPa, 26,954 MPa, 30,874 MPa, 27,027 MPa, 30,962 MPa, 28,540 dan 33,656 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi didapatkan pada beton BCM TG sebesar 33,656 MPa, sedangkan nilai kuat tekan terendah didapatkan pada beton BMP DG sebesar 23,712 MPa. Pengaruh variansi variabel pada penelitian ini sebagai berikut.
   a. Pengaruh varian agregat kasar terhadap nilai kuat tekan beton sangat signifikan dikarenakan agregat kasar mengisi 60% sampai 80% volume beton sehingga jenis dan kualitas mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang dimiliki beton itu sendiri.
   b. Pengaruh varian agregat halus terhadap nilai kuat tekan beton dikarenakan pasir Merapi memiliki butiran yang lebih kasar sehingga luas permukaan yang dimiliki pasir merapi lebih luas. Akibatnya pasta semen dapat mengikat antar butiran pasir lebih kuat dan bagus dibandingkan pasir Kali progo yang memiliki butiran yang lebih halus dan luas permukaan yang kecil.
   c. Pengaruh nilai fas terhadap nilai kuat tekan beton dikarenakan kadar semen yang digunakan antara beton dengan fas 0,5 dan fas 0,43 berbeda. Beton dengan fas 0,5 memiliki kadar semen sedikit yang mengakibatkan ikatan antara partikel kerikil dan semen lebih lemah, sedangkan beton dengan fas 0,43 memiliki kadar semen yang lebih banyak sehingga ikatan antara antara partikel kerikil dan semen lebih kuat
7. Hasil pengujian kuat tarik belah beton pada penelitian ini pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut sebesar 2,330 MPa, 2,549 Mpa, 3,042 MPa, 3,370 MPa, 2,634 MPa, 2,809 MPa, 4,888 MPa dan 5,136 MPa.

Nilai kuat tarik belah tertinggi didapatkan pada beton BCM TG sebesar 5,136 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah terendah didapatkan pada beton BMP DG sebesar 2,330 MPa. Pengaruh variansi variabel pada penelitian ini sebagai berikut.

a. Pengaruh varian agregat kasar terhadap nilai kuat tarik belah beton walaupun tidak terlalu signifikan dikarenakan agregat kasar mengisi 60% sampai 80% volume beton sehingga jenis dan kualitas mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang dimiliki beton itu sendiri. Selain itu, beton dengan campuran kerikil Merapi diberikan tegangan akan lebih mudah terbelah dikarenakan ikatan kohesi antara partikel kerikil merapi lebih rendah yang disebabkan banyaknya pori-pori pada permukaan kerikil merapi, sedangkan beton dengan campuran kerikil clereng yang memiliki pori-pori lebih rapat akan mempunyai ikatanyang lebih kuat antara partikel kerikil Clereng.
b. Pengaruh varian agregat halus terhadap nilai kuat tarik belah beton dikarenakan pasir Merapi memiliki butiran yang lebih kasar sehingga luas permukaan yang dimiliki pasir merapi lebih luas. Akibatnya pasta semen dapat mengikat antar butiran pasir lebih kuat dan bagus dibandingkan pasir Kali progo yang memiliki butiran yang lebih halus dan luas permukaan yang kecil.
c. Pengaruh nilai fas terhadap nilai kuat tarik belah beton dikarenakan kadar semen yang digunakan antara beton dengan fas 0,5 dan fas 0,43 berbeda. Beton dengan fas 0,5 memiliki kadar semen sedikit yang mengakibatkan ikatan antara partikel kerikil dan semen lebih lemah, sedangkan beton dengan fas 0,43 memiliki kadar semen yang lebih banyak sehingga ikatan antara antara partikel kerikil dan semen lebih kuat

8. Hasil pengujian modulus elastisitas beton pada penelitian ini pada setiap variansi beton yaitu BMP DG, BCP DG, BMP TG, BCP TG, BMM DG, BCM DG, BMM TG dan BCM TG secara berturut-turut sebesar 16016,00 MPa, 22749,40 MPa, 16047,40 MPa, 22511,00 MPa, 14431,60 MPa, 25416,40 MPa, 14857,80 MPa dan 24253,60 MPa. Nilai modulus elastisitas beton tertinggi didapatkan pada beton BCM DG sebesar 25416,40 MPa, sedangkan nilai modulus elastisitas

terendah didapatkan pada beton BMM DG sebesar 14431,60 MPa. Pengaruh variansi variabel pada penelitian ini sebagai berikut.

a. Pengaruh varian agregat kasar terhadap nilai modulus elastisitas beton walaupun tidak terlalu signifikan. dikarenakan agregat kasar mengisi 60% sampai 80% volume beton sehingga jenis dan kualitas mempengaruhi nilai kuat tekan beton yang dimiliki beton itu sendiri. Selain itu, beton dengan campuran kerikil Merapi diberikan tegangan akan lebih mudah terbelah dikarenakan ikatan kohesi antara partikel kerikil merapi lebih rendah yang disebabkan banyaknya pori-pori pada permukaan kerikil merapi, sedangkan beton dengan campuran kerikil clereng yang memiliki pori-pori lebih rapat akan mempunyai ikatanyang lebih kuat antara partikel kerikil Clereng.
b. Pengaruh varian agregat halus terhadap nilai modulus elastisitas beton dikarenakan gradasi pasir yang baik dan teratur (*continuous*) pada agregat halus pada campuran beton akan menghasilkan mutu beton yang tinggi dibandingkan gradasi pasir yang bergradasi seragam atau *gap*. Gradasi agregat halus yang baik dan teratur dapat mengisi ruang-ruang secara padat sehingga ruang udara pada beton semakin kecil.
c. Pengaruh varian nilai fas terhadap nilai modulus elastisitas beton tidak signifikan berbeda. Dikarenakan yang mempengaruhi sifat elastis beton ketika diberikan beban adalah kualitas agregat kasar yang digunakan.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan pada hasil penelitian ini maka dapat diambil saran yang dapat digunakan untuk penelitian-penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran yang dapat diambil pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk Perencanaan campuran beton menggunakan variansi agregat kasar dan agregat halus sebaiknya menggunakan SNI 7656 2012 untuk mendapatkan proporsi agregat halus yang sama tanpa ada perbedaan berdasarkan daerah gradasi agregat halus.

2. Proses pelaksanaan penelitian untuk selanjutnya harus lebih baik dalam pengondisian atau persiapan pada setiap proses peembuatan benda uji baik itu agregat kasar atau agregat halus harus dilakukan sebaik-baiknya.
3. Proses pengujian analisis saringan agregat sebaiknya dilakukan dengan seksama dan teliti baik itu dalam pengambilan sampel, pengondisian dan proses pengujian agregat sehingga hasil analisis saringan sesuai dengan syarat gradasi agregat.
4. Proses pemadatan benda uji beton lebih baiknya tidak menggunakan pemadatan menggunakan tangan tetapi menggunakan mesin *concrete vibration* sehingga mendapatkan hasil pemadatan yang seragam pada setiap benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

Aji dan Purwono. 2011. Pemilihan Proporsi Campuran Beton (*Concrete Mix Design) Sesuai ACI, SNI dan ASTM*. Institute Teknologi Surabaya. Surabaya.

Alyamac dan Tunc. 2020. *Determination of the Relationship between the Los Angeles Abrasion Values of Aggregates and Concrete Strenght Using Response Surface Methodology. Civil Engineering Department, Firat University. Elazig Turkey.*

American Concrete Institute. 1995. *Building Code Requirement for Structural Concrete and Commentary*. ACI 318. Farmington Hills.

American Society for Testing and Materials. 2015. *Standard Specification for Ready-Mixed Concrete*. ASTM designation: C94/C94M – 15a. Pennsylvania.

American Society for Testing and Materials. 2003. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM designation: C 33 - 03. Pennsylvania.

Anonim. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Dirjend Cipta Karya DPU 1971. Jakarta.

Bahar dkk. 2005. Pedoman Pekerjaan Beton. Biro Enjiniring PT. Wijaya Karya. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan bukan logam*. *SK S-04-1989-F* Jakarta.

Cahyanto dkk. 2000. Pengaruh Variasi Geometri Serat Baja Lokal terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Damayanti, Y. 2015. Hubungan Nilai Abrasi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Khairun. Ternate

Dimalouw dan Saelan. 2016. Tinjauan Kembali Mengenai Pengaruh Modulus Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Beton. Institut Teknologi Nasional. Bandung.

Hidayat, S. 2009. Semen Jenis & Penggunaanya. Jagakarsa Jakarta Selatan. PT Kawan Pustaka.

Kristiandono, Y. 2019. Analisis Pengaruh Pencampuran Serat Karbon Terhadap Kekuatan Beton dalam Menahan Beban Desak, Beban Tarik dan Beban Lentur. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Mulyono, T. 2004. Bahan Bangunan dan Konstruksi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.

Mulyono, T. 2021. Bahan Bangunan dan Konstruksi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.

Murdock, L. J., dan Brook, K.M., 1999. Bahan dan Praktek Beton. Erlangga. Jakarta

Nawy, G Edward. 1990. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. PT Eresco, Bandung.

Pratama, A.N. 2016. Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar dari Yogyakarta Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.

Pratama dan Suwardih. 2017. Pengaruh Variasi Ukuran Butir Agregat Kasar (10 mm, 15 mm dan 20 mm) dengan Penambahan *Superplasticizer* 1,5% dan Limbah Las Karbit Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yoygyakarta. Yogyakarta

Pertiwi, N. 2014. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Beton Segar. Universitas Negeri Makassar. Makassar.

Pujianto dan Prayuda. 2018. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi dan Agregat Kali Progo. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.

PUBI 1982 Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia. 1982. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.

Rahmawati, S. 2017. Pengaruh Ukuran Maksimum dan Nilai Kekerasan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Universits Muhammadiyah Surakarta. Jawa Tengah.

Riduan dkk. 2017. Studi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada Perkerasan Kaku Terhadap Variansi Saringan Agregat Kasar. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Sentani, A. 2007. Pengaruh Variasi Panjang Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Kuat Lentur Beton Pasir. Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.1990. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 03-1974-2011 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. 2011. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-1969-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. 2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. 2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-1972-2008 Cara Uji Slump Beton. 2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-1973-2008 Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton. 2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-1974-2011 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. 2011. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-2417-2008 Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. 2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-2491-2011 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. 2002. Badan Standardidasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-2493-2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Laboratorium. 2011. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. 2000. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-2847-1992 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. 1992. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-2847-2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. 2019. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-3418-2011 Cara Uji Kandungan Udara Dalam Beton Segar Dengan Metode Tekan. 2019. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm). Pustran Balitbang Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 03-4169-1996 Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton Dengan Kompresor Ekstensometer. Pustran Balitbang Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 7656-2012 Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. 2012. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI 15-2049-2004 Semen Portland. 2004. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

SNI T-15-1991-03 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. 1991. Yayasan LPMB. Bandung.

Tayeh, A.I. 2018. *Effect of "AERBETON" on the Mechanical and Physical Properties of Concrete. University of Palestina, Gaza, Palestine.*

Tjokrodimuljo, K. 1992. *Bahan Bangunan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Tjokrodimuljo, K. 2021. *Bahan Bangunan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Wisnu. 2007. Pengaruh Penambahan *Superplasticizier* dan Pengaruh Jumlah Air Terhadap Kuat Tarik, Kuat Geser, Kuat Lentur dan Permeabilitas Beton dengan Variansi *f'c* 35 dan 40 MPa. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat-Alat yang Digunakan



Gambar L-1.1 Alat Digital Modulus Elastisitas



Gambar L-1.2 compressing Testing Mechine (CTM)



Gambar L-1.3 Cetakan *Capping* Silinder



Gambar L-1.4 Cetakan Silinder Beton



Gambar L-1.5 Jangka Sorong



Gambar L-1.6 Kerucut Ambras



Gambar L-1.7 Oven



Gambar L-1.8 *Air Meter Concrete*



Gambar L-1.9 Piknometer



Gambar L-1.10 Saringan Agregat



Gambar L-1.11 Timbangan



Gambar L-1.12 Troli Barang



Gambar L-1.13 Mixer Beton

Lampiran 2 Bahan-Bahan yang Digunakan



Gambar L-2.1 Agregat Kasar Clereng



Gambar L-2.2 Agregat Kasar Merapi



Gambar L-2.3 Agregat Halus Merapi



Gambar L-2.4 Agregat Halus Kali Progo



Gambar L-2.5 Semen Tiga Roda

Lampiran 3 Proses Pembuatan Benda Uji



Gambar L-3.1 Persiapan Bahan Pembuatan Beton



Gambar L-3.2 Pengolesan Permukaan Dalam Cetakan Silinder



Gambar L-3.3 pencampuran Bahan Penyusun Beton



Gambar L-3.4 Pengujian *Slump*



Gambar L-3.5 Proses Pemadatan dan Pembuatan Benda Uji



Gambar L-3.6 Pengujian Kadar Udara Beton Segar



Gambar L-3.7 Proses Pelepasan Cetakan Benda Uji



Gambar L-3.8 Proses Pengukuran Dimensi Benda Uji



Gambar L-3.9 Proses *Curring* Benda Uji



Gambar L-3.10 Proses Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar L-3.11 Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Lampiran 4 Data Hasil Pengujian Bahan Penyusun Beton

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (SNI 03-1970-2008)

Asal Pasir	Kali Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	490	488	489
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1148	1154	1151
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836
Berat jenis curah (Bk/(B+500-Bt))	2,606	2,681	2,644
Berat jenis kering muka (500/(B+500-Bt))	2,660	2,747	2,703
Berat jenis semu, (Bk/(B+Bk-Bt))	2,753	2,871	2,812
Penyerapan air, ((500-Bk)/(Bk x 100))	2,041	2,459	2,250

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Asal Pasir	Kali Progo
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	2	0,100	0,100	99,900
2,4	42	2,100	2,200	97,800
1,2	127	6,350	8,550	91,450
0,6	483	24,150	32,700	67,300
0,3	800	40,000	72,700	27,300
0,15	407	20,350	93,050	6,950
Pan	139	6,950		
Jumlah	2000	100,000	209,300	

Modulus Halus Butir $= \frac{209,300}{100}$

= 2,09

Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Agregat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:
Daerah I : Pasir Kasar
Daerah II : Pasir Agak Kasar
Daerah III : Pasir Agak Halus
Daerah IV : Pasir Halus

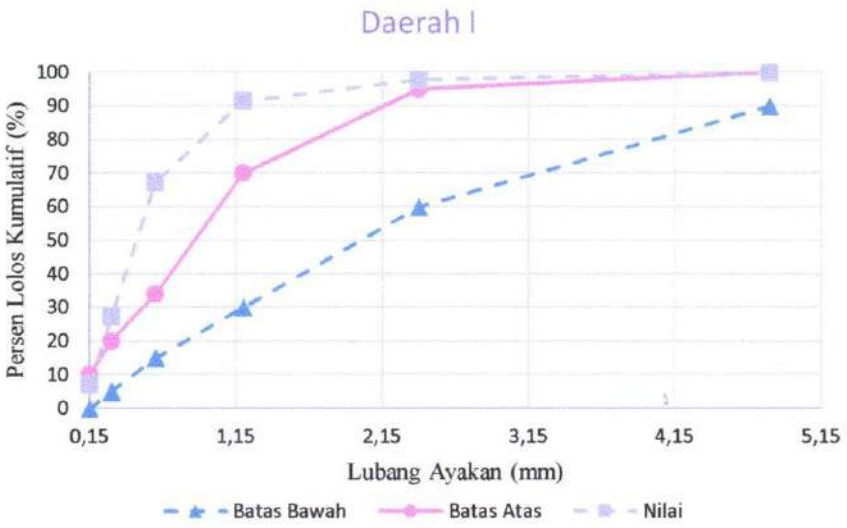
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Hasil Analisis Saringan:

Pasir masuk daerah : Daerah 3
Jenis Pasir : Pasir Agak Halus

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Asal Pasir	Kali Progo
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	1	0,050	0,050	99,950
2,4	56	2,800	2,850	97,150
1,2	204	10,200	13,050	86,950
0,6	571	28,550	41,600	58,400
0,3	699	34,950	76,550	23,450
0,15	380	19,000	95,550	4,450
Pan	89	4,450		
Jumlah	2000	100,000	229,650	

Modulus Halus Butir $= \frac{229,650}{100}$

$= 2,297$

Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Agregat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:
Daerah I : Pasir Kasar
Daerah II : Pasir Agak Kasar
Daerah III : Pasir Agak Halus
Daerah IV : Pasir Halus

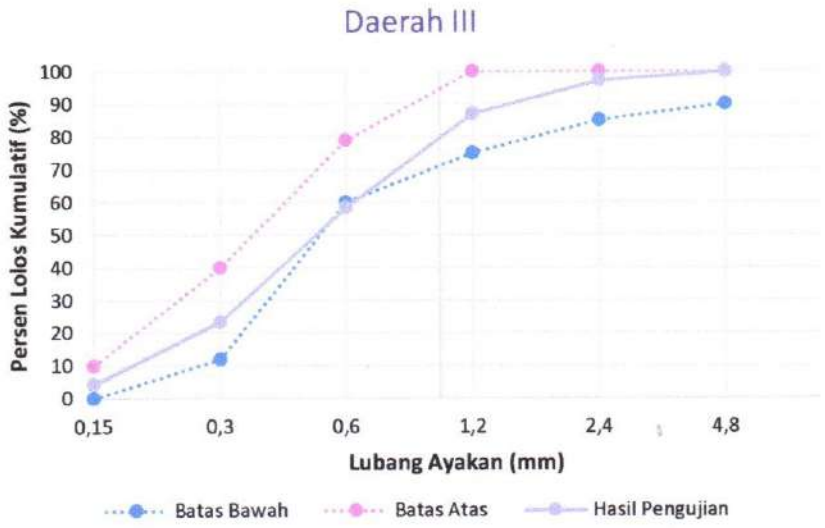
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Hasil Analisis Saringan:

Pasir masuk daerah : Daerah 3
Jenis Pasir : Pasir Agak Halus

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN NO.200 / UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(SNI 03-4142-1996)

Asal Pasir	Kali Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Ukuran Butir Maksimum	Berat Minimum	Keterangan
4,80 mm	500 gram	Pasir
9,60 mm	1000 gram	Kerikil
19,20 mm	1500 gram	Kerikil
38,00 mm	2500 gram	Kerikil

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	488	488	488
Persentase yang lolos ayakan No. 200 [(W1-W2/W1]x100	2,4	2,4	2,4

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Kali Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	14215 gram
Berat agregat (W3)	7628 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm^3
Berat volume gembur (W3/V)	1,438 $gram/cm^3$

Berat Volume Gembur $= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}}$

$= \frac{7628}{5301,438}$

$= 1,438\ gram/cm^3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Kali Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	15562 gram
Berat agregat (W3)	8975 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm^3
Berat volume padat (W3/V)	1,693 $gram/cm^3$

Berat Volume Padat $= \dfrac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}}$

$= \dfrac{8051}{5301,438}$

$= 1,693\ gram/cm^3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS (SNI 03-1970-2008)

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	488	487	487,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1148	1152	1150
Berat piknometer berisi air, gram (B)	839	839	839
Berat jenis curah (Bk/(B+500-Bt))	2,555	2,604	2,580
Berat jenis kering muka (500/(B+500-Bt))	2,618	2,674	2,646
Berat jenis semu, (Bk/(B+Bk-Bt))	2,726	2,799	2,763
Penyerapan air, ((500-Bk)/(Bk x 100))	2,459	2,669	2,564

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	11	0,550	0,550	99,450
2,4	158	7,900	8,450	91,550
1,2	443	22,150	30,600	69,400
0,6	652	32,600	63,200	36,800
0,3	446	22,300	85,500	14,500
0,15	212	10,600	96,100	3,900
Pan	78	3,900		
Jumlah	2000	100,000	284,400	

Modulus Halus Butir $= \frac{284,400}{100}$

$= 2,844$

Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Agregat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:
Daerah I : Pasir Kasar
Daerah II : Pasir Agak Kasar
Daerah III : Pasir Agak Halus
Daerah IV : Pasir Halus

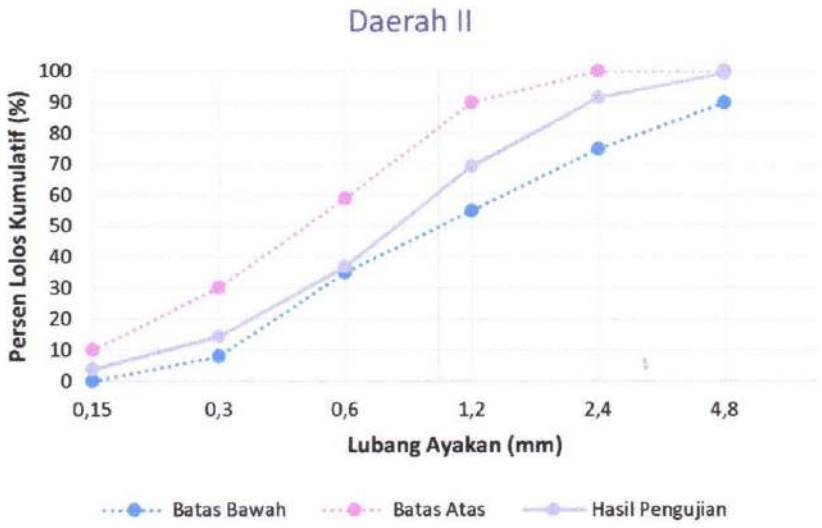
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Hasil Analisis Saringan:

Pasir masuk daerah : Daerah 2
Jenis Pasir : Pasir Agak Kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	3	0,150	0,150	99,850
2,4	152	7,600	7,750	92,250
1,2	520	26,000	33,750	66,250
0,6	618	30,900	64,650	35,350
0,3	401	20,050	84,700	15,300
0,15	239	11,950	96,650	3,350
Pan	67	3,350		
Jumlah	2000	100,000	287,650	

Modulus Halus Butir $= \frac{287,650}{100}$

$= 2,877$

Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Agregat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:
Daerah I : Pasir Kasar
Daerah II : Pasir Agak Kasar
Daerah III : Pasir Agak Halus

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Daerah IV : Pasir Halus

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS (SNI 03-1968-1990)

Hasil Analisis Saringan:

Pasir masuk daerah : Daerah 2
Jenis Pasir : Pasir Agak Kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LOLOS AYAKAN NO.200 / UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR
(SNI 03-4142-1996)

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Ukuran Butir Maksimum	Berat Minimum	Keterangan
4,80 mm	500 gram	Pasir
9,60 mm	1000 gram	Kerikil
19,20 mm	1500 gram	Kerikil
38,00 mm	2500 gram	Kerikil

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	493	492	492,5
Persentase yang lolos ayakan No. 200 [(W1-W2/W1]x100	1,4	1,6	1,5

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13052 gram
Berat agregat (W3)	6465 gram
Volume tabung (V)	5301,48 cm^3
Berat volume gembur (W3/V)	1,219 $gram/cm^3$

Berat Volume Gembur $= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}}$

$= \frac{6465}{5301,438}$

$= 1,219\ gram/cm^3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	14618 gram
Berat agregat (W3)	8031 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm3
Berat volume padat (W3/V)	1,693 gram/cm3

Berat Volume Padat $= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}}$

$= \frac{8031}{5301{,}438}$

$= 1{,}515 \text{ gram/cm}^3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	5906
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	12211
Berat agregat (W3), gram	6305
Volume tabung (V), cm3	5301,437
Berat volume gembur (W3/V), gram/cm3	1,189

Berat Volume Gembur $= \frac{Berat\ agregat}{Volume\ tabung}$

$= \frac{6305}{5301,437}$

$= 1,189\ gram/cm3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	5906
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	13211
Berat agregat (W3), gram	7305
Volume tabung (V), cm3	5301,437
Berat volume gembur (W3/V), gram/cm3	1,378

Berat Volume Padat $= \frac{Berat\ agregat}{Volume\ tabung}$

$= \frac{7305}{5301{,}437}$

$= 1{,}378\ gram/cm3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR (SNI 03-1970-2008)

Asal Kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4956	4992	4974
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3073	3085	3079
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,572	2,607	2,589
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,595	2,611	2,603
Berat jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))	2,632	2,618	2,625
Penyerapan air, ((Bj-Bk)/(Bk x 100))	0,888	0,160	0,524

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

Asal Kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	74	1,480	1,480	98,520
10	3541	70,820	72,300	27,700
4,8	1349	26,980	99,280	0,720
2,4	0	0,000	99,280	0,720
1,2	0	0,000	99,280	0,720
0,6	0	0,000	99,280	0,720
0,3	0	0,000	99,280	0,720
0,15	0	0,000	99,280	0,720
Pan	36	0,720		
Jumlah	5000	100,000	669,460	

Modulus Halus Butir $= \frac{669,460}{100}$

$= 6.695$

Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

Asal Kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	83	1,660	1,660	98,340
10	3617	72,340	74,000	26,000
4,8	1211	24,220	98,220	1,780
2,4	0	0,000	98,220	1,780
1,2	0	0,000	98,220	1,780
0,6	0	0,000	98,220	1,780
0,3	0	0,000	98,220	1,780
0,15	0	0,000	98,220	1,780
Pan	89	1,780		
Jumlah	5000	100,000	664,980	

Modulus Halus Butir $= \frac{664,980}{100}$

$= 6.650$

Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	6579
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	13692
Berat agregat (W3), gram	7113
Volume tabung (V), cm3	5301,437
Berat volume gembur (W3/V), gram/cm3	1,3417

Berat Volume Gembur $= \frac{Berat\ agregat}{Volume\ tabung}$

$= \frac{7113}{5301{,}437}$

$= 1{,}3417\ gram/cm3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	6579
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	14445
Berat agregat (W3), gram	7866
Volume tabung (V), cm3	5301,437
Berat volume gembur (W3/V), gram/cm3	1,483

Berat Volume Padat $= \frac{Berat\ agregat}{Volume\ tabung}$

$= \frac{7866}{5301{,}437}$

$= 1{,}483\ gram/cm3$

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN LOS ANGELES
(SNI 2417-2008)

Asal Breksi Batu Apung	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Sampel 1	Sampel 2
mm	inci	mm	inci	gram	gram
75	3	63	2 1/2		
63	2 1/2	50	2		
50	2	37,5	1 1/2		
37,5	1 1/2	25	1		
25	1	19	3/4		
19	3/4	12,5	1/2	2500	2500
12,5	1/2	9,5	3/8	2500	2500
9,5	3/8	6,3	1/4		
6,3	1/4	4,75	No. 4		
4,75	No. 4	2,36	No. 8		
Jumlah berat (A)				5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan (B)				4037	4132
Keausan [(A-B)/A]X100				19,26	17,36
Keausan Rata-Rata (%)				18,31	

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR (SNI 03-1970-2008)

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4849	4817	4833
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	2954	2944	2949
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,370	2,343	2,356
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,444	2,432	2,438
Berat jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))	2,559	2,572	2,565
Penyerapan air, ((Bj-Bk)/(Bk x 100))	3,114	3,799	3,457

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	185	3,701	3,701	96,299
10	3556	71,148	74,850	25,150
4,8	1034	20,688	95,538	4,462
2,4	0	0,000	95,538	4,462
1,2	0	0,000	95,538	4,462
0,6	0	0,000	95,538	4,462
0,3	0	0,000	95,538	4,462
0,15	0	0,000	95,538	4,462
Pan	223	4,462		
Jumlah	5000	100	657,160	

Modulus Halus Butir $= \frac{657,160}{100}$

$= 6.572$

Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	272	5,442	5,442	94,558
10	3488	69,788	75,230	24,770
4,8	900	18,007	93,237	6,763
2,4	0	0,000	93,237	6,763
1,2	0	0,000	93,237	6,763
0,6	0	0,000	93,237	6,763
0,3	0	0,000	93,237	6,763
0,15	0	0,000	93,237	6,763
Pan	338	6,763		
Jumlah	4998	100,000	640,096	

Modulus Halus Butir $= \frac{640,096}{100}$

$= 6,401$

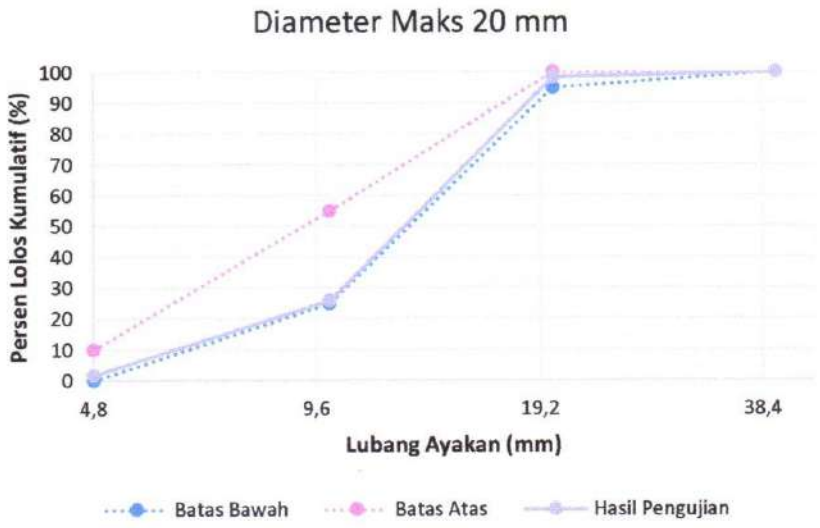
Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR (SNI 03-1968-1990)

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN LOS ANGELES
(SNI 2417-2008)

Asal Breksi Batu Apung	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Sampel 1	Sampel 2
mm	inci	mm	inci	gram	gram
75	3	63	2 1/2		
63	2 1/2	50	2		
50	2	37,5	1 1/2		
37,5	1 1/2	25	1		
25	1	19	3/4		
19	3/4	12,5	1/2	2500	2500
12,5	1/2	9,5	3/8	2500	2500
9,5	3/8	6,3	1/4		
6,3	1/4	4,75	No. 4		
4,75	No. 4	2,36	No. 8		
Jumlah berat (A)				5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan (B)				2172	2347
Keausan [(A-B)/A]X100				56,56	53,06
Keausan Rata-Rata (%)				54,81	

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BMM DG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691			
19	Persen Agregat Halus	41,45	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,524			
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1685,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	698,433	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	986,568	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	527,551	1090,704
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	25,540	52,803
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	712,194	1472,451
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	34,478	71,284
	Perbandingan	1	0,43	1,107	2,288

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BMM TG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691			
19	Persen Agregat Halus	40,1	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,521			
21	Berat Isi Beton	2298	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1616,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	648,119	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	968,137	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	648,119	968,137
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	31,376	46,869
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	874,960	1306,985
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	42,358	63,273
	Perbandingan	1	0,43	1,359	2,031

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BMP DG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691			
19	Persen Agregat Halus	33,95	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,528			
21	Berat Isi Beton	2305	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1690,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	573,755	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1116,245	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	573,755	1116,245
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	27,776	54,039
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	774,569	1506,931
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	37,498	72,953
	Perbandingan	1	0,5	1,399	2,723

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BMP TG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,437849691			
19	Persen Agregat Halus	32,6	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,524			
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1618,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	527,551	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1090,704	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	527,551	1090,704
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	25,540	52,803
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	712,194	1472,451
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	34,478	71,284
	Perbandingan	1	0,43	1,107	2,288

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BCM DG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428			
19	Persen Agregat Halus	41,45	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,621			
21	Berat Isi Beton	2357	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1742,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	722,059	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1019,941	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	722,059	1019,941
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	34,956	49,377
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	974,780	1376,920
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	47,191	66,659
	Perbandingan	1	0,5	1,761	2,488

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BCM TG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,645798919			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428			
19	Persen Agregat Halus	40,1	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,620			
21	Berat Isi Beton	2355	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1673,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	670,976	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1002,280	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	670,976	1002,280
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	32,483	48,522
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	905,817	1353,078
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	43,852	65,505
	Perbandingan	1	0,43	1,407	2,102

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BCP DG (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	410,000	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428			
19	Persen Agregat Halus	33,95	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,637			
21	Berat Isi Beton	2360	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1745,000	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	592,428	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1152,573	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	410,000	205,000	592,428	1152,573
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	19,849	9,924	28,680	55,798
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	553,500	276,750	799,777	1555,973
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	26,796	13,398	38,718	75,327
	Perbandingan	1	0,5	1,445	2,811

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODE SNI (SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton BCP					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	7	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,43		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,43			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	476,744	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	476,744	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,703413608			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,602836428			
19	Persen Agregat Halus	32,6	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,636			
21	Berat Isi Beton	2360	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1678,256	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	547,111	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1131,144	kg/m3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	476,744	205,000	547,111	1131,144
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	23,080	9,924	26,486	54,760
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	643,605	276,750	738,600	1527,045
	* Setiap Campuran Uji (8 silinder) : 0,04841 m3	31,158	13,398	35,757	73,927
	Perbandingan	1	0,43	1,148	2,373

Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON (SNI 03-1974-2011)

Nama : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Kode Benda Uji		Beban	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm2)	(N)	(MPa)
BMP DG	1	12.435	15.097	30.323	179.000	370000	20.670
	2	12.103	14.907	30.230	174.522	445000	25.498
	3	12.34	15.163	30.440	180.584	485000	26.857
	4	12.286	15.143	30.378	180.108	420000	23.319
	5	12.332	15.047	30.287	177.816	395000	22.214
BCP DG	1	12.832	15.047	30.375	177.816	590000	33.180
	2	12.926	15.062	30.340	178.171	580000	32.553
	3	12.87	15.063	30.275	178.210	520000	29.179
	4	12.989	15.063	30.510	178.210	425000	23.848
	5	12.959	15.047	30.403	177.816	530000	29.806
BMP TG	1	11.935	14.930	29.850	175.069	515000	29.417
	2	12.321	15.180	30.445	180.981	510000	28.180
	3	12.251	15.080	30.423	178.605	535000	29.954
	4	12.28	15.057	30.303	178.052	420000	23.589
	5	12.209	15.043	30.143	177.737	420000	23.630
BCP TG	1	12.623	15.053	30.283	177.973	635000	35.679
	2	12.794	15.040	30.490	177.658	460000	25.892
	3	12.512	15.065	30.213	178.249	600000	33.661
	4	12.696	15.033	30.220	177.501	540000	30.422
	5	12.737	15.185	30.303	181.100	520000	28.713
BMM DG	1	12.331	15.137	30.320	179.949	465000	25.841
	2	12.226	15.083	30.180	178.684	515000	28.822
	3	12.341	15.137	30.558	179.949	415000	23.062
	4	12.298	15.030	30.447	177.422	500000	28.181
	5	12.233	15.050	30.297	177.895	520000	29.231
BCM DG	1	12.691	15.087	30.292	178.763	520000	29.089
	2	12.781	14.973	30.217	176.087	565000	32.086
	3	12.46	14.983	30.133	176.322	555000	31.476
	4	12.774	15.042	30.293	177.698	555000	31.233
	5	12.635	15.048	30.223	177.855	550000	30.924

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Kode Benda Uji		Beban	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat tekan Beton
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm2)	(N)	(MPa)
BMM TG	1	12.057	14.980	30.263	176.244	555000	31.490
	2	11.981	14.980	30.147	176.244	525000	29.788
	3	12.382	15.217	30.307	181.857	490000	26.944
	4	12.237	15.017	30.337	177.108	470000	26.538
	5	12.24	15.095	30.280	178.960	500000	27.939
BCM TG	1	12.545	15.275	30.263	183.254	550000	30.013
	2	12.731	14.980	30.147	176.244	575000	32.625
	3	12.703	15.217	30.307	181.857	670000	36.842
	4	12.636	15.017	30.337	177.108	595000	33.595
	5	12.747	15.095	30.280	178.960	630000	35.203

Diperiksa,
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboraturium

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

(Malik Musthofa, S.T., M.Eng.)

Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH SILINDER BETON (SNI 03-1974-2011)

Nama : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Kode Benda Uji		Beban	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tarik Beton
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm2)	(N)	(MPa)
BMP DG	6	12,234	150,600	302,233	17813,113	199000	2,783
	7	12,410	151,800	303,867	18098,118	149000	2,056
	8	12,367	151,800	302,400	18098,118	155000	2,150
BCP DG	6	12,832	150,833	304,700	17868,354	200000	2,770
	7	12,719	150,367	301,133	17757,958	140000	1,968
	8	12,823	150,700	302,167	17836,777	208000	2,908
BMP TG	6	12,354	151,417	304,667	18006,829	242000	3,340
	7	12,240	150,600	301,300	17813,113	224000	3,143
	8	12,102	149,667	302,633	17593,006	188000	2,642
BCP TG	6	12,715	149,650	302,633	17589,088	227000	3,191
	7	12,794	151,173	301,700	17949,000	244000	3,406
	8	12,742	150,200	302,733	17718,614	251000	3,514
BMM DG	6	12,220	151,567	302,400	18042,524	209000	2,903
	7	12,223	150,333	303,033	17750,086	191000	2,669
	8	12,332	150,733	304,600	17844,669	168000	2,329
BCM DG	6	12,415	14,938	30,263	17526,459	181000	2,549
	7	12,598	14,930	30,013	17506,910	204000	2,898
	8	12,376	15,070	30,210	17836,777	213000	2,978
BMM TG	6	12,230	15,000	15,200	17671,459	132000	3,686
	7	12,436	15,160	15,170	18050,460	190000	5,260
	8	12,095	15,000	14,990	17671,459	202000	5,719
BCM TG	6	12,787	14,985	15,190	17636,133	197000	5,510
	7	12,689	14,935	15,085	17518,638	183000	5,171
	8	12,787	15,200	15,060	18145,839	170000	4,728

Diperiksa,
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboraturium

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

(Malik Musthofa, S.T., M.Eng.)

Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP DG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad
NIM : 17511128
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP DG-1	150,967	303,233

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	16,0	0,008	0,00004	0,5587
20	20000	26,0	0,013	0,000065	1,1173
30	30000	38,0	0,019	0,000095	1,6760
40	40000	53,0	0,0265	0,0001325	2,2346
50	50000	62,0	0,031	0,000155	2,7933
60	60000	76,5	0,03825	0,00019125	3,3520
70	70000	91,9	0,04595	0,00022975	3,9106
80	80000	107,9	0,05395	0,00026975	4,4693
90	90000	123,9	0,06195	0,00030975	5,0279
100	100000	137,9	0,06895	0,00034475	5,5866
110	110000	150,9	0,07545	0,00037725	6,1453
120	120000	168,4	0,0842	0,000421	6,7039
130	130000	183,9	0,09195	0,00045975	7,2626
140	140000	198,4	0,0992	0,000496	7,8212
150	150000	215,4	0,1077	0,0005385	8,3799
160	160000	234,9	0,11745	0,00058725	8,9386
170	170000	254,8	0,1274	0,000637	9,4972
180	180000	272,3	0,13615	0,00068075	10,0559
190	190000	291,8	0,1459	0,0007295	10,6146
200	200000	307,3	0,15365	0,00076825	11,1732
210	210000	327,3	0,16365	0,00081825	11,7319
220	220000	345,8	0,1729	0,0008645	12,2905
230	230000	369,8	0,1849	0,0009245	12,8492

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	385,8	0,1929	0,0009645	13,4079
250	250000	399,8	0,1999	0,0009995	13,9665
260	260000	416,7	0,20835	0,00104175	14,5252
270	270000	432,2	0,2161	0,0010805	15,0838
280	280000	446,7	0,22335	0,00111675	15,6425
290	290000	460,2	0,2301	0,0011505	16,2012
300	300000	475,7	0,23785	0,00118925	16,7598
310	310000	492,2	0,2461	0,0012305	17,3185
320	320000	518,7	0,25935	0,00129675	17,8771
330	330000	724,6	0,3623	0,0018115	18,4358
340	340000	812,0	0,406	0,00203	18,9945
350	350000	937,9	0,46895	0,00234475	19,5531
360	360000	1087,3	0,54365	0,00271825	20,1118
370	370000	1254,7	0,62735	0,00313675	20,6704
340	340000	1826,4	0,9132	0,004566	18,9945

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP DG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP DG-2	149,067	302,300

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	15,5	0,00775	0,00003875	0,5730
20	20000	27,0	0,0135	0,0000675	1,1460
30	30000	38,0	0,019	0,000095	1,7190
40	40000	49,5	0,02475	0,00012375	2,2920
50	50000	59,0	0,0295	0,0001475	2,8650
60	60000	73,5	0,03675	0,00018375	3,4380
70	70000	85,4	0,0427	0,0002135	4,0109
80	80000	99,9	0,04995	0,00024975	4,5839
90	90000	113,4	0,0567	0,0002835	5,1569
100	100000	128,4	0,0642	0,000321	5,7299
110	110000	144,9	0,07245	0,00036225	6,3029
120	120000	157,4	0,0787	0,0003935	6,8759
130	130000	175,4	0,0877	0,0004385	7,4489
140	140000	192,9	0,09645	0,00048225	8,0219
150	150000	209,4	0,1047	0,0005235	8,5949
160	160000	229,4	0,1147	0,0005735	9,1679
170	170000	248,3	0,12415	0,00062075	9,7409
180	180000	265,8	0,1329	0,0006645	10,3139
190	190000	280,3	0,14015	0,00070075	10,8869
200	200000	299,3	0,14965	0,00074825	11,4599
210	210000	317,8	0,1589	0,0007945	12,0328
220	220000	334,3	0,16715	0,00083575	12,6058
230	230000	353,8	0,1769	0,0008845	13,1788

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	367,8	0,1839	0,0009195	13,7518
250	250000	382,2	0,1911	0,0009555	14,3248
260	260000	403,7	0,20185	0,00100925	14,8978
270	270000	422,2	0,2111	0,0010555	15,4708
280	280000	442,7	0,22135	0,00110675	16,0438
290	290000	463,7	0,23185	0,00115925	16,6168
300	300000	485,7	0,24285	0,00121425	17,1898
310	310000	499,7	0,24985	0,00124925	17,7628
320	320000	515,7	0,25785	0,00128925	18,3358
330	330000	535,7	0,26785	0,00133925	18,9088
340	340000	555,7	0,27785	0,00138925	19,4817
350	350000	576,7	0,28835	0,00144175	20,0547
360	360000	595,1	0,29755	0,00148775	20,6277
370	370000	615,6	0,3078	0,001539	21,2007
380	380000	633,6	0,3168	0,001584	21,7737
390	390000	664,1	0,33205	0,00166025	22,3467
400	400000	704,6	0,3523	0,0017615	22,9197
410	410000	737,1	0,36855	0,00184275	23,4927
420	420000	780,5	0,39025	0,00195125	24,0657
430	430000	921,9	0,46095	0,00230475	24,6387
440	440000	1032,3	0,51615	0,00258075	25,2117
445	445000	1226,6	0,6133	0,0030665	25,4982
430	430000	1388,4	0,6942	0,003471	24,6387
420	420000	1474,3	0,73715	0,00368575	24,0657

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP DG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP DG-3	151,633	304,400

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	25,0	0,0125	0,0000625	0,5538
20	20000	46,0	0,023	0,000115	1,1075
30	30000	72,5	0,03625	0,00018125	1,6613
40	40000	89,9	0,04495	0,00022475	2,2150
50	50000	108,9	0,05445	0,00027225	2,7688
60	60000	135,4	0,0677	0,0003385	3,3226
70	70000	153,9	0,07695	0,00038475	3,8763
80	80000	175,9	0,08795	0,00043975	4,4301
90	90000	194,9	0,09745	0,00048725	4,9838
100	100000	210,9	0,10545	0,00052725	5,5376
110	110000	226,4	0,1132	0,000566	6,0913
120	120000	241,9	0,12095	0,00060475	6,6451
130	130000	259,3	0,12965	0,00064825	7,1989
140	140000	274,3	0,13715	0,00068575	7,7526
150	150000	291,8	0,1459	0,0007295	8,3064
160	160000	305,8	0,1529	0,0007645	8,8601
170	170000	324,8	0,1624	0,000812	9,4139
180	180000	339,8	0,1699	0,0008495	9,9677
190	190000	357,3	0,17865	0,00089325	10,5214
200	200000	374,8	0,1874	0,000937	11,0752
210	210000	393,3	0,19665	0,00098325	11,6289
220	220000	410,3	0,20515	0,00102575	12,1827
230	230000	430,7	0,21535	0,00107675	12,7365

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	449,2	0,2246	0,001123	13,2902
250	250000	469,2	0,2346	0,001173	13,8440
260	260000	489,2	0,2446	0,001223	14,3977
270	270000	508,2	0,2541	0,0012705	14,9515
280	280000	531,2	0,2656	0,001328	15,5053
290	290000	550,2	0,2751	0,0013755	16,0590
300	300000	571,7	0,28585	0,00142925	16,6128
310	310000	591,2	0,2956	0,001478	17,1665
320	320000	609,2	0,3046	0,001523	17,7203
330	330000	625,7	0,31285	0,00156425	18,2740
340	340000	646,1	0,32305	0,00161525	18,8278
350	350000	671,1	0,33555	0,00167775	19,3816
360	360000	690,6	0,3453	0,0017265	19,9353
370	370000	718,6	0,3593	0,0017965	20,4891
380	380000	740,6	0,3703	0,0018515	21,0428
390	390000	767,1	0,38355	0,00191775	21,5966
400	400000	800,1	0,40005	0,00200025	22,1504
410	410000	829,5	0,41475	0,00207375	22,7041
420	420000	863,5	0,43175	0,00215875	23,2579
430	430000	903,0	0,4515	0,0022575	23,8116
440	440000	950,0	0,475	0,002375	24,3654
450	450000	987,9	0,49395	0,00246975	24,9192
460	460000	1059,9	0,52995	0,00264975	25,4729
470	470000	1132,4	0,5662	0,002831	26,0267
480	480000	1310,7	0,65535	0,00327675	26,5804
460	460000	1553,6	0,7768	0,003884	25,4729
450	450000	1640,0	0,82	0,0041	24,9192
440	440000	1821,9	0,91095	0,00455475	24,3654
390	390000	2024,3	1,01215	0,00506075	21,5966

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP DG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP DG-4	151,433	303,783

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0,0	0	0	0,0000
10	10000	13,5	0,00675	0,00003375	0,5552
20	20000	22,0	0,011	0,000055	1,1104
30	30000	32,5	0,01625	0,00008125	1,6657
40	40000	44,5	0,02225	0,00011125	2,2209
50	50000	59,0	0,0295	0,0001475	2,7761
60	60000	69,0	0,0345	0,0001725	3,3313
70	70000	83,9	0,04195	0,00020975	3,8866
80	80000	96,4	0,0482	0,000241	4,4418
90	90000	105,4	0,0527	0,0002635	4,9970
100	100000	110,4	0,0552	0,000276	5,5522
110	110000	117,9	0,05895	0,00029475	6,1074
120	120000	125,4	0,0627	0,0003135	6,6627
130	130000	135,9	0,06795	0,00033975	7,2179
140	140000	147,9	0,07395	0,00036975	7,7731
150	150000	162,4	0,0812	0,000406	8,3283
160	160000	179,4	0,0897	0,0004485	8,8836
170	170000	195,9	0,09795	0,00048975	9,4388
180	180000	213,9	0,10695	0,00053475	9,9940
190	190000	229,9	0,11495	0,00057475	10,5492
200	200000	249,9	0,12495	0,00062475	11,1045
210	210000	266,3	0,13315	0,00066575	11,6597
220	220000	284,3	0,14215	0,00071075	12,2149
230	230000	307,3	0,15365	0,00076825	12,7701

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	325,8	0,1629	0,0008145	13,3253
250	250000	341,8	0,1709	0,0008545	13,8806
260	260000	364,3	0,18215	0,00091075	14,4358
270	270000	389,8	0,1949	0,0009745	14,9910
280	280000	412,8	0,2064	0,001032	15,5462
290	290000	438,7	0,21935	0,00109675	16,1015
300	300000	459,0	0,2295	0,0011475	16,6567
310	310000	464,2	0,2321	0,0011605	17,2119
320	320000	473,2	0,2366	0,001183	17,7671
330	330000	496,7	0,24835	0,00124175	18,3223
340	340000	520,2	0,2601	0,0013005	18,8776
350	350000	548,7	0,27435	0,00137175	19,4328
360	360000	581,7	0,29085	0,00145425	19,9880
370	370000	613,6	0,3068	0,001534	20,5432
380	380000	640,6	0,3203	0,0016015	21,0985
390	390000	670,6	0,3353	0,0016765	21,6537
400	400000	711,1	0,35555	0,00177775	22,2089
410	410000	758,5	0,37925	0,00189625	22,7641
420	420000	819,5	0,40975	0,00204875	23,3194
430	430000	873,0	0,4365	0,0021825	23,8746
420	420000	939,4	0,4697	0,0023485	23,3194
400	400000	978,9	0,48945	0,00244725	22,2089
370	370000	1429,6	0,7148	0,003574	20,5432

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP DG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP DG-5	150,467	302,867

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5624
20	20000	23,0	0,0115	0,0000575	1,1248
30	30000	37,0	0,0185	0,0000925	1,6871
40	40000	51,0	0,0255	0,0001275	2,2495
50	50000	59,5	0,02975	0,00014875	2,8119
60	60000	75,5	0,03775	0,00018875	3,3743
70	70000	87,9	0,04395	0,00021975	3,9367
80	80000	98,4	0,0492	0,000246	4,4990
90	90000	111,9	0,05595	0,00027975	5,0614
100	100000	127,9	0,06395	0,00031975	5,6238
110	110000	140,9	0,07045	0,00035225	6,1862
120	120000	154,9	0,07745	0,00038725	6,7486
130	130000	169,4	0,0847	0,0004235	7,3109
140	140000	181,9	0,09095	0,00045475	7,8733
150	150000	195,4	0,0977	0,0004885	8,4357
160	160000	214,4	0,1072	0,000536	8,9981
170	170000	227,4	0,1137	0,0005685	9,5605
180	180000	240,9	0,12045	0,00060225	10,1228
190	190000	255,9	0,12795	0,00063975	10,6852
200	200000	268,4	0,1342	0,000671	11,2476
210	210000	282,9	0,14145	0,00070725	11,8100
220	220000	296,4	0,1482	0,000741	12,3724
230	230000	311,4	0,1557	0,0007785	12,9347

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	322,9	0,16145	0,00080725	13,4971
250	250000	337,4	0,1687	0,0008435	14,0595
260	260000	350,9	0,17545	0,00087725	14,6219
270	270000	365,8	0,1829	0,0009145	15,1842
280	280000	381,3	0,19065	0,00095325	15,7466
290	290000	397,8	0,1989	0,0009945	16,3090
300	300000	415,8	0,2079	0,0010395	16,8714
310	310000	434,8	0,2174	0,001087	17,4338
320	320000	438,8	0,2194	0,001097	17,9961
330	330000	452,8	0,2264	0,001132	18,5585
340	340000	465,3	0,23265	0,00116325	19,1209
350	350000	499,3	0,24965	0,00124825	19,6833
360	360000	515,8	0,2579	0,0012895	20,2457
370	370000	548,8	0,2744	0,001372	20,8080
380	380000	574,2	0,2871	0,0014355	21,3704
390	390000	617,7	0,30885	0,00154425	21,9328
400	400000	678,7	0,33935	0,00169675	22,4952
405	405000	848,1	0,42405	0,00212025	22,7764
370	370000	922,5	0,46125	0,00230625	20,8080
350	350000	1010,5	0,50525	0,00252625	19,6833
340	340000	1106,9	0,55345	0,00276725	19,1209
330	330000	1219,4	0,6097	0,0030485	18,5585

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP TG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP TG-1	149,300	298,500

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	16,0	0,008	0,00004	0,5712
20	20000	26,0	0,013	0,000065	1,1424
30	30000	34,0	0,017	0,000085	1,7136
40	40000	43,5	0,02175	0,00010875	2,2848
50	50000	57,0	0,0285	0,0001425	2,8560
60	60000	66,0	0,033	0,000165	3,4272
70	70000	78,0	0,039	0,000195	3,9984
80	80000	90,9	0,04545	0,00022725	4,5696
90	90000	101,4	0,0507	0,0002535	5,1408
100	100000	113,9	0,05695	0,00028475	5,7120
110	110000	126,9	0,06345	0,00031725	6,2832
120	120000	140,9	0,07045	0,00035225	6,8544
130	130000	152,9	0,07645	0,00038225	7,4256
140	140000	169,4	0,0847	0,0004235	7,9968
150	150000	182,9	0,09145	0,00045725	8,5680
160	160000	196,9	0,09845	0,00049225	9,1392
170	170000	210,4	0,1052	0,000526	9,7105
180	180000	226,4	0,1132	0,000566	10,2817
190	190000	240,4	0,1202	0,000601	10,8529
200	200000	257,8	0,1289	0,0006445	11,4241
210	210000	275,8	0,1379	0,0006895	11,9953
220	220000	291,8	0,1459	0,0007295	12,5665
230	230000	307,2	0,1536	0,000768	13,1377

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	322,7	0,16135	0,00080675	13,7089
250	250000	336,7	0,16835	0,00084175	14,2801
260	260000	354,7	0,17735	0,00088675	14,8513
270	270000	371,7	0,18585	0,00092925	15,4225
280	280000	389,2	0,1946	0,000973	15,9937
290	290000	401,7	0,20085	0,00100425	16,5649
300	300000	417,2	0,2086	0,001043	17,1361
310	310000	432,7	0,21635	0,00108175	17,7073
320	320000	446,7	0,22335	0,00111675	18,2785
330	330000	464,2	0,2321	0,0011605	18,8497
340	340000	484,2	0,2421	0,0012105	19,4209
350	350000	504,1	0,25205	0,00126025	19,9921
360	360000	529,1	0,26455	0,00132275	20,5633
370	370000	546,1	0,27305	0,00136525	21,1345
380	380000	571,6	0,2858	0,001429	21,7057
390	390000	592,1	0,29605	0,00148025	22,2769
400	400000	619,6	0,3098	0,001549	22,8481
410	410000	639,1	0,31955	0,00159775	23,4193
420	420000	666,6	0,3333	0,0016665	23,9905
430	430000	699,0	0,3495	0,0017475	24,5617
440	440000	726,0	0,363	0,001815	25,1329
450	450000	764,5	0,38225	0,00191125	25,7041
460	460000	808,5	0,40425	0,00202125	26,2753
470	470000	844,0	0,422	0,00211	26,8465
480	480000	891,9	0,44595	0,00222975	27,4177
490	490000	931,9	0,46595	0,00232975	27,9889
500	500000	997,9	0,49895	0,00249475	28,5602
510	510000	1081,3	0,54065	0,00270325	29,1314
515	515000	1230,2	0,6151	0,0030755	29,4170
490	490000	1330,2	0,6651	0,0033255	27,9889
480	480000	1436,6	0,7183	0,0035915	27,4177
470	470000	1541,1	0,77055	0,00385275	26,8465

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP TG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP TG-2	151,800	304,450

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	16,0	0,008	0,00004	0,5525
20	20000	24,5	0,01225	0,00006125	1,1051
30	30000	31,0	0,0155	0,0000775	1,6576
40	40000	42,0	0,021	0,000105	2,2102
50	50000	54,0	0,027	0,000135	2,7627
60	60000	64,5	0,03225	0,00016125	3,3153
70	70000	75,0	0,0375	0,0001875	3,8678
80	80000	87,4	0,0437	0,0002185	4,4203
90	90000	100,4	0,0502	0,000251	4,9729
100	100000	111,9	0,05595	0,00027975	5,5254
110	110000	128,4	0,0642	0,000321	6,0780
120	120000	139,4	0,0697	0,0003485	6,6305
130	130000	155,4	0,0777	0,0003885	7,1831
140	140000	167,9	0,08395	0,00041975	7,7356
150	150000	181,9	0,09095	0,00045475	8,2882
160	160000	198,4	0,0992	0,000496	8,8407
170	170000	210,9	0,10545	0,00052725	9,3932
180	180000	225,9	0,11295	0,00056475	9,9458
190	190000	243,4	0,1217	0,0006085	10,4983
200	200000	255,3	0,12765	0,00063825	11,0509
210	210000	273,3	0,13665	0,00068325	11,6034
220	220000	289,3	0,14465	0,00072325	12,1560
230	230000	306,3	0,15315	0,00076575	12,7085

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	320,8	0,1604	0,000802	13,2610
250	250000	338,3	0,16915	0,00084575	13,8136
260	260000	359,2	0,1796	0,000898	14,3661
270	270000	379,7	0,18985	0,00094925	14,9187
280	280000	389,2	0,1946	0,000973	15,4712
290	290000	411,2	0,2056	0,001028	16,0238
300	300000	423,2	0,2116	0,001058	16,5763
310	310000	465,2	0,2326	0,001163	17,1289
320	320000	478,7	0,23935	0,00119675	17,6814
330	330000	494,7	0,24735	0,00123675	18,2339
340	340000	526,1	0,26305	0,00131525	18,7865
350	350000	549,6	0,2748	0,001374	19,3390
360	360000	569,1	0,28455	0,00142275	19,8916
370	370000	591,6	0,2958	0,001479	20,4441
380	380000	616,1	0,30805	0,00154025	20,9967
390	390000	644,6	0,3223	0,0016115	21,5492
400	400000	659,1	0,32955	0,00164775	22,1017
410	410000	683,5	0,34175	0,00170875	22,6543
420	420000	715,0	0,3575	0,0017875	23,2068
430	430000	746,5	0,37325	0,00186625	23,7594
440	440000	777,0	0,3885	0,0019425	24,3119
450	450000	811,0	0,4055	0,0020275	24,8645
460	460000	845,4	0,4227	0,0021135	25,4170
470	470000	862,4	0,4312	0,002156	25,9696
480	480000	892,9	0,44645	0,00223225	26,5221
490	490000	940,9	0,47045	0,00235225	27,0746
500	500000	974,4	0,4872	0,002436	27,6272
510	510000	1037,3	0,51865	0,00259325	28,1797
500	500000	1116,8	0,5584	0,002792	27,6272
480	480000	1242,2	0,6211	0,0031055	26,5221

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP TG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 20 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP TG-3	150,800	304,233

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	23,5	0,01175	0,00005875	0,5599
20	20000	37,5	0,01875	0,00009375	1,1198
30	30000	43,5	0,02175	0,00010875	1,6797
40	40000	61,5	0,03075	0,00015375	2,2396
50	50000	73,5	0,03675	0,00018375	2,7995
60	60000	83,0	0,0415	0,0002075	3,3594
70	70000	94,9	0,04745	0,00023725	3,9193
80	80000	107,9	0,05395	0,00026975	4,4792
90	90000	120,4	0,0602	0,000301	5,0391
100	100000	132,4	0,0662	0,000331	5,5990
110	110000	148,9	0,07445	0,00037225	6,1589
120	120000	166,9	0,08345	0,00041725	6,7188
130	130000	181,4	0,0907	0,0004535	7,2786
140	140000	197,9	0,09895	0,00049475	7,8385
150	150000	212,9	0,10645	0,00053225	8,3984
160	160000	229,4	0,1147	0,0005735	8,9583
170	170000	246,9	0,12345	0,00061725	9,5182
180	180000	262,3	0,13115	0,00065575	10,0781
190	190000	283,3	0,14165	0,00070825	10,6380
200	200000	298,3	0,14915	0,00074575	11,1979
210	210000	317,8	0,1589	0,0007945	11,7578
220	220000	333,8	0,1669	0,0008345	12,3177
230	230000	355,8	0,1779	0,0008895	12,8776

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	376,2	0,1881	0,0009405	13,4375
250	250000	390,7	0,19535	0,00097675	13,9974
260	260000	419,7	0,20985	0,00104925	14,5573
270	270000	440,7	0,22035	0,00110175	15,1172
280	280000	462,2	0,2311	0,0011555	15,6771
290	290000	486,2	0,2431	0,0012155	16,2370
300	300000	505,2	0,2526	0,001263	16,7969
310	310000	526,1	0,26305	0,00131525	17,3568
320	320000	543,1	0,27155	0,00135775	17,9167
330	330000	561,6	0,2808	0,001404	18,4766
340	340000	585,1	0,29255	0,00146275	19,0365
350	350000	600,6	0,3003	0,0015015	19,5964
360	360000	615,1	0,30755	0,00153775	20,1563
370	370000	639,6	0,3198	0,001599	20,7162
380	380000	655,0	0,3275	0,0016375	21,2761
390	390000	684,5	0,34225	0,00171125	21,8359
400	400000	708,0	0,354	0,00177	22,3958
410	410000	721,0	0,3605	0,0018025	22,9557
420	420000	740,0	0,37	0,00185	23,5156
430	430000	757,9	0,37895	0,00189475	24,0755
440	440000	778,9	0,38945	0,00194725	24,6354
450	450000	801,9	0,40095	0,00200475	25,1953
460	460000	829,4	0,4147	0,0020735	25,7552
470	470000	858,8	0,4294	0,002147	26,3151
480	480000	875,3	0,43765	0,00218825	26,8750
490	490000	902,8	0,4514	0,002257	27,4349
500	500000	927,8	0,4639	0,0023195	27,9948
510	510000	953,2	0,4766	0,002383	28,5547
520	520000	999,7	0,49985	0,00249925	29,1146
530	530000	1064,7	0,53235	0,00266175	29,6745
535	535000	1256,0	0,628	0,00314	29,9544
520	520000	1327,0	0,6635	0,0033175	29,1146
510	510000	1426,8	0,7134	0,003567	28,5547
500	500000	1522,8	0,7614	0,003807	27,9948

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP TG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP TG-4	150,567	303,033

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	16,0	0,008	0,00004	0,5616
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1233
30	30000	40,5	0,02025	0,00010125	1,6849
40	40000	52,0	0,026	0,00013	2,2465
50	50000	67,0	0,0335	0,0001675	2,8082
60	60000	83,9	0,04195	0,00020975	3,3698
70	70000	96,4	0,0482	0,000241	3,9314
80	80000	110,4	0,0552	0,000276	4,4931
90	90000	126,9	0,06345	0,00031725	5,0547
100	100000	137,9	0,06895	0,00034475	5,6163
110	110000	153,9	0,07695	0,00038475	6,1780
120	120000	170,4	0,0852	0,000426	6,7396
130	130000	188,4	0,0942	0,000471	7,3012
140	140000	202,4	0,1012	0,000506	7,8629
150	150000	219,9	0,10995	0,00054975	8,4245
160	160000	233,9	0,11695	0,00058475	8,9861
170	170000	242,9	0,12145	0,00060725	9,5478
180	180000	259,4	0,1297	0,0006485	10,1094
190	190000	277,9	0,13895	0,00069475	10,6710
200	200000	291,9	0,14595	0,00072975	11,2327
210	210000	310,4	0,1552	0,000776	11,7943
220	220000	327,4	0,1637	0,0008185	12,3559
230	230000	345,4	0,1727	0,0008635	12,9176

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	361,4	0,1807	0,0009035	13,4792
250	250000	378,4	0,1892	0,000946	14,0408
260	260000	396,9	0,19845	0,00099225	14,6025
270	270000	415,4	0,2077	0,0010385	15,1641
280	280000	433,4	0,2167	0,0010835	15,7257
290	290000	451,9	0,22595	0,00112975	16,2874
300	300000	467,4	0,2337	0,0011685	16,8490
310	310000	486,3	0,24315	0,00121575	17,4106
320	320000	505,8	0,2529	0,0012645	17,9722
330	330000	522,3	0,26115	0,00130575	18,5339
340	340000	537,8	0,2689	0,0013445	19,0955
350	350000	553,3	0,27665	0,00138325	19,6571
360	360000	571,3	0,28565	0,00142825	20,2188
370	370000	588,3	0,29415	0,00147075	20,7804
380	380000	607,8	0,3039	0,0015195	21,3420
390	390000	622,3	0,31115	0,00155575	21,9037
400	400000	634,3	0,31715	0,00158575	22,4653
410	410000	657,8	0,3289	0,0016445	23,0269
420	420000	684,8	0,3424	0,001712	23,5886
410	410000	769,2	0,3846	0,001923	23,0269
390	390000	871,6	0,4358	0,002179	21,9037
370	370000	1512,5	0,75625	0,00378125	20,7804

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMP TG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMP TG-5	150,433	301,433

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial …..x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	16,0	0,008	0,00004	0,5626
20	20000	26,0	0,013	0,000065	1,1253
30	30000	37,0	0,0185	0,0000925	1,6879
40	40000	49,0	0,0245	0,0001225	2,2505
50	50000	63,5	0,03175	0,00015875	2,8131
60	60000	81,0	0,0405	0,0002025	3,3758
70	70000	92,9	0,04645	0,00023225	3,9384
80	80000	103,9	0,05195	0,00025975	4,5010
90	90000	115,4	0,0577	0,0002885	5,0637
100	100000	129,9	0,06495	0,00032475	5,6263
110	110000	141,9	0,07095	0,00035475	6,1889
120	120000	159,4	0,0797	0,0003985	6,7515
130	130000	171,9	0,08595	0,00042975	7,3142
140	140000	188,4	0,0942	0,000471	7,8768
150	150000	202,9	0,10145	0,00050725	8,4394
160	160000	218,4	0,1092	0,000546	9,0021
170	170000	232,9	0,11645	0,00058225	9,5647
180	180000	247,4	0,1237	0,0006185	10,1273
190	190000	262,4	0,1312	0,000656	10,6899
200	200000	271,4	0,1357	0,0006785	11,2526
210	210000	290,4	0,1452	0,000726	11,8152
220	220000	304,4	0,1522	0,000761	12,3778
230	230000	320,9	0,16045	0,00080225	12,9405

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	334,9	0,16745	0,00083725	13,5031
250	250000	348,4	0,1742	0,000871	14,0657
260	260000	365,9	0,18295	0,00091475	14,6283
270	270000	382,9	0,19145	0,00095725	15,1910
280	280000	396,9	0,19845	0,00099225	15,7536
290	290000	416,3	0,20815	0,00104075	16,3162
300	300000	432,8	0,2164	0,001082	16,8789
310	310000	449,8	0,2249	0,0011245	17,4415
320	320000	467,3	0,23365	0,00116825	18,0041
330	330000	488,8	0,2444	0,001222	18,5668
340	340000	506,8	0,2534	0,001267	19,1294
350	350000	527,3	0,26365	0,00131825	19,6920
360	360000	548,8	0,2744	0,001372	20,2546
370	370000	578,8	0,2894	0,001447	20,8173
380	380000	601,8	0,3009	0,0015045	21,3799
390	390000	636,2	0,3181	0,0015905	21,9425
400	400000	667,2	0,3336	0,001668	22,5052
410	410000	706,7	0,35335	0,00176675	23,0678
420	420000	1009,0	0,5045	0,0025225	23,6304
410	410000	1259,8	0,6299	0,0031495	23,0678
400	400000	1593,9	0,79695	0,00398475	22,5052
360	360000	1753,7	0,87685	0,00438425	20,2546

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP DG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP DG-1	150,467	303,750

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0,0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5624
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1248
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6871
40	40000	32,5	0,01625	0,00008125	2,2495
50	50000	37,0	0,0185	0,0000925	2,8119
60	60000	45,5	0,02275	0,00011375	3,3743
70	70000	53,0	0,0265	0,0001325	3,9367
80	80000	59,5	0,02975	0,00014875	4,4990
90	90000	68,5	0,03425	0,00017125	5,0614
100	100000	77,0	0,0385	0,0001925	5,6238
110	110000	84,9	0,04245	0,00021225	6,1862
120	120000	94,4	0,0472	0,000236	6,7486
130	130000	102,9	0,05145	0,00025725	7,3109
140	140000	112,4	0,0562	0,000281	7,8733
150	150000	121,9	0,06095	0,00030475	8,4357
160	160000	131,9	0,06595	0,00032975	8,9981
170	170000	141,9	0,07095	0,00035475	9,5605
180	180000	152,4	0,0762	0,000381	10,1228
190	190000	164,4	0,0822	0,000411	10,6852
200	200000	173,9	0,08695	0,00043475	11,2476
210	210000	185,4	0,0927	0,0004635	11,8100
220	220000	195,9	0,09795	0,00048975	12,3724
230	230000	207,9	0,10395	0,00051975	12,9347

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	216,4	**0,1082**	**0,000541**	**13,4971**
250	250000	226,4	0,1132	0,000566	14,0595
260	260000	240,9	0,12045	0,00060225	14,6219
270	270000	255,4	0,1277	0,0006385	15,1842
280	280000	273,3	0,13665	0,00068325	15,7466
290	290000	283,3	0,14165	0,00070825	16,3090
300	300000	296,3	0,14815	0,00074075	16,8714
310	310000	308,3	0,15415	0,00077075	17,4338
320	320000	317,8	0,1589	0,0007945	17,9961
330	330000	336,8	0,1684	0,000842	18,5585
340	340000	350,8	0,1754	0,000877	19,1209
350	350000	369,3	0,18465	0,00092325	19,6833
360	360000	390,3	0,19515	0,00097575	20,2457
370	370000	412,2	0,2061	0,0010305	20,8080
380	380000	435,7	0,21785	0,00108925	21,3704
390	390000	458,2	0,2291	0,0011455	21,9328
400	400000	476,7	0,23835	0,00119175	22,4952
410	410000	498,7	0,24935	0,00124675	23,0576
420	420000	521,2	0,2606	0,001303	23,6199
430	430000	544,7	0,27235	0,00136175	24,1823
440	440000	568,6	0,2843	0,0014215	24,7447
450	450000	589,6	0,2948	0,001474	25,3071
460	460000	613,1	0,30655	0,00153275	25,8695
470	470000	640,1	0,32005	0,00160025	26,4318
480	480000	668,1	0,33405	0,00167025	26,9942
490	490000	698,1	0,34905	0,00174525	27,5566
500	500000	730,0	0,365	0,001825	28,1190
510	510000	760,5	0,38025	0,00190125	28,6814
520	520000	795,0	0,3975	0,0019875	29,2437
530	530000	825,5	0,41275	0,00206375	29,8061
540	540000	857,5	0,42875	0,00214375	30,3685
550	550000	897,4	0,4487	0,0022435	30,9309
560	560000	967,4	0,4837	0,0024185	31,4933
570	570000	1014,9	0,50745	0,00253725	32,0556
580	580000	1085,0	0,5425	0,0027125	32,6180
590	590000	1279,8	0,6399	0,0031995	33,1804
570	570000	1452,7	0,72635	0,00363175	32,0556

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP DG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP DG-2	150,617	303,40

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	17,0	0,0085	0,0000425	0,5613
20	20000	23,5	0,01175	0,00005875	1,1225
30	30000	29,5	0,01475	0,00007375	1,6838
40	40000	36,5	0,01825	0,00009125	2,2450
50	50000	45,5	0,02275	0,00011375	2,8063
60	60000	53,0	0,0265	0,0001325	3,3676
70	70000	63,0	0,0315	0,0001575	3,9288
80	80000	71,0	0,0355	0,0001775	4,4901
90	90000	80,5	0,04025	0,00020125	5,0513
100	100000	90,9	0,04545	0,00022725	5,6126
110	110000	99,4	0,0497	0,0002485	6,1739
120	120000	109,9	0,05495	0,00027475	6,7351
130	130000	121,4	0,0607	0,0003035	7,2964
140	140000	133,9	0,06695	0,00033475	7,8576
150	150000	141,9	0,07095	0,00035475	8,4189
160	160000	151,9	0,07595	0,00037975	8,9802
170	170000	162,9	0,08145	0,00040725	9,5414
180	180000	171,4	0,0857	0,0004285	10,1027
190	190000	183,9	0,09195	0,00045975	10,6639
200	200000	195,4	0,0977	0,0004885	11,2252
210	210000	204,4	0,1022	0,000511	11,7865
220	220000	217,9	0,10895	0,00054475	12,3477
230	230000	230,4	0,1152	0,000576	12,9090

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	247,4	0,1237	0,0006185	13,4702
250	250000	255,4	0,1277	0,0006385	14,0315
260	260000	270,9	0,13545	0,00067725	14,5928
270	270000	283,3	0,14165	0,00070825	15,1540
280	280000	297,3	0,14865	0,00074325	15,7153
290	290000	312,3	0,15615	0,00078075	16,2765
300	300000	329,8	0,1649	0,0008245	16,8378
310	310000	334,3	0,16715	0,00083575	17,3991
320	320000	348,3	0,17415	0,00087075	17,9603
330	330000	362,3	0,18115	0,00090575	18,5216
340	340000	376,3	0,18815	0,00094075	19,0828
350	350000	390,8	0,1954	0,000977	19,6441
360	360000	404,7	0,20235	0,00101175	20,2054
370	370000	425,2	0,2126	0,001063	20,7666
380	380000	444,2	0,2221	0,0011105	21,3279
390	390000	460,2	0,2301	0,0011505	21,8891
400	400000	495,2	0,2476	0,001238	22,4504
410	410000	515,2	0,2576	0,001288	23,0117
420	420000	534,6	0,2673	0,0013365	23,5729
430	430000	554,1	0,27705	0,00138525	24,1342
440	440000	576,6	0,2883	0,0014415	24,6954
450	450000	604,6	0,3023	0,0015115	25,2567
460	460000	624,6	0,3123	0,0015615	25,8180
470	470000	656,6	0,3283	0,0016415	26,3792
480	480000	680,5	0,34025	0,00170125	26,9405
490	490000	716,0	0,358	0,00179	27,5017
500	500000	744,0	0,372	0,00186	28,0630
510	510000	781,5	0,39075	0,00195375	28,6243
520	520000	811,5	0,40575	0,00202875	29,1855
530	530000	848,9	0,42445	0,00212225	29,7468
540	540000	888,4	0,4442	0,002221	30,3080
550	550000	934,9	0,46745	0,00233725	30,8693
560	560000	1021,9	0,51095	0,00255475	31,4306
570	570000	1128,8	0,5644	0,002822	31,9918
580	580000	1335,7	0,66785	0,00333925	32,5531
570	570000	1462,2	0,7311	0,0036555	31,9918
550	550000	1611,6	0,8058	0,004029	30,8693
540	540000	1772,0	0,886	0,00443	30,3080

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP DG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP DG-3	150,633	302,750

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0,0	0	0	0,0000
10	10000	11,5	0,00575	0,00002875	0,5611
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1223
30	30000	24,5	0,01225	0,00006125	1,6834
40	40000	34,0	0,017	0,000085	2,2445
50	50000	45,0	0,0225	0,0001125	2,8057
60	60000	55,0	0,0275	0,0001375	3,3668
70	70000	65,0	0,0325	0,0001625	3,9280
80	80000	72,5	0,03625	0,00018125	4,4891
90	90000	83,0	0,0415	0,0002075	5,0502
100	100000	93,9	0,04695	0,00023475	5,6114
110	110000	102,4	0,0512	0,000256	6,1725
120	120000	113,4	0,0567	0,0002835	6,7336
130	130000	123,9	0,06195	0,00030975	7,2948
140	140000	134,4	0,0672	0,000336	7,8559
150	150000	143,4	0,0717	0,0003585	8,4170
160	160000	152,4	0,0762	0,000381	8,9782
170	170000	162,4	0,0812	0,000406	9,5393
180	180000	172,4	0,0862	0,000431	10,1004
190	190000	178,9	0,08945	0,00044725	10,6616
200	200000	187,4	0,0937	0,0004685	11,2227
210	210000	198,4	0,0992	0,000496	11,7839
220	220000	209,4	0,1047	0,0005235	12,3450
230	230000	221,4	0,1107	0,0005535	12,9061

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	231,4	0,1157	0,0005785	13,4673
250	250000	243,9	0,12195	0,00060975	14,0284
260	260000	254,3	0,12715	0,00063575	14,5895
270	270000	267,3	0,13365	0,00066825	15,1507
280	280000	280,3	0,14015	0,00070075	15,7118
290	290000	291,3	0,14565	0,00072825	16,2729
300	300000	302,3	0,15115	0,00075575	16,8341
310	310000	313,3	0,15665	0,00078325	17,3952
320	320000	323,3	0,16165	0,00080825	17,9563
330	330000	339,8	0,1699	0,0008495	18,5175
340	340000	350,8	0,1754	0,000877	19,0786
350	350000	366,3	0,18315	0,00091575	19,6398
360	360000	382,8	0,1914	0,000957	20,2009
370	370000	397,8	0,1989	0,0009945	20,7620
380	380000	408,3	0,20415	0,00102075	21,3232
390	390000	425,7	0,21285	0,00106425	21,8843
400	400000	445,2	0,2226	0,001113	22,4454
410	410000	463,2	0,2316	0,001158	23,0066
420	420000	486,2	0,2431	0,0012155	23,5677
430	430000	505,7	0,25285	0,00126425	24,1288
440	440000	527,2	0,2636	0,001318	24,6900
450	450000	550,7	0,27535	0,00137675	25,2511
460	460000	575,2	0,2876	0,001438	25,8122
470	470000	608,1	0,30405	0,00152025	26,3734
480	480000	641,6	0,3208	0,001604	26,9345
490	490000	673,1	0,33655	0,00168275	27,4957
500	500000	745,1	0,37255	0,00186275	28,0568
510	510000	795,0	0,3975	0,0019875	28,6179
520	520000	901,0	0,4505	0,0022525	29,1791
510	510000	1049,4	0,5247	0,0026235	28,6179
500	500000	1144,3	0,57215	0,00286075	28,0568
480	480000	1272,7	0,63635	0,00318175	26,9345

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP DG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP DG-4	150,633	305,100

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	17,5	0,00875	0,00004375	0,5611
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1223
30	30000	37,0	0,0185	0,0000925	1,6834
40	40000	47,5	0,02375	0,00011875	2,2445
50	50000	56,0	0,028	0,00014	2,8057
60	60000	67,5	0,03375	0,00016875	3,3668
70	70000	78,0	0,039	0,000195	3,9280
80	80000	86,9	0,04345	0,00021725	4,4891
90	90000	97,4	0,0487	0,0002435	5,0502
100	100000	106,4	0,0532	0,000266	5,6114
110	110000	116,4	0,0582	0,000291	6,1725
120	120000	127,9	0,06395	0,00031975	6,7336
130	130000	137,4	0,0687	0,0003435	7,2948
140	140000	147,4	0,0737	0,0003685	7,8559
150	150000	156,4	0,0782	0,000391	8,4170
160	160000	167,9	0,08395	0,00041975	8,9782
170	170000	178,9	0,08945	0,00044725	9,5393
180	180000	189,4	0,0947	0,0004735	10,1004
190	190000	201,9	0,10095	0,00050475	10,6616
200	200000	212,9	0,10645	0,00053225	11,2227
210	210000	224,4	0,1122	0,000561	11,7839
220	220000	236,4	0,1182	0,000591	12,3450
230	230000	250,8	0,1254	0,000627	12,9061

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	262,8	0,1314	0,000657	13,4673
250	250000	273,8	0,1369	0,0006845	14,0284
260	260000	288,3	0,14415	0,00072075	14,5895
270	270000	300,8	0,1504	0,000752	15,1507
280	280000	315,8	0,1579	0,0007895	15,7118
290	290000	329,8	0,1649	0,0008245	16,2729
300	300000	348,3	0,17415	0,00087075	16,8341
310	310000	361,8	0,1809	0,0009045	17,3952
320	320000	377,3	0,18865	0,00094325	17,9563
330	330000	391,8	0,1959	0,0009795	18,5175
340	340000	413,3	0,20665	0,00103325	19,0786
350	350000	428,2	0,2141	0,0010705	19,6398
360	360000	449,7	0,22485	0,00112425	20,2009
370	370000	466,7	0,23335	0,00116675	20,7620
380	380000	489,7	0,24485	0,00122425	21,3232
390	390000	511,7	0,25585	0,00127925	21,8843
400	400000	544,7	0,27235	0,00136175	22,4454
410	410000	597,6	0,2988	0,001494	23,0066
420	420000	630,6	0,3153	0,0015765	23,5677
425	425000	780,0	0,39	0,00195	23,8483
410	410000	875,5	0,43775	0,00218875	23,0066
400	400000	1268,2	0,6341	0,0031705	22,4454
380	380000	1585,0	0,7925	0,0039625	21,3232

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP DG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 20 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP DG-5	150,467	304,033

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5624
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1248
30	30000	30,5	0,01525	0,00007625	1,6871
40	40000	39,0	0,0195	0,0000975	2,2495
50	50000	49,5	0,02475	0,00012375	2,8119
60	60000	60,0	0,03	0,00015	3,3743
70	70000	69,5	0,03475	0,00017375	3,9367
80	80000	81,0	0,0405	0,0002025	4,4990
90	90000	90,9	0,04545	0,00022725	5,0614
100	100000	101,9	0,05095	0,00025475	5,6238
110	110000	111,4	0,0557	0,0002785	6,1862
120	120000	123,9	0,06195	0,00030975	6,7486
130	130000	135,4	0,0677	0,0003385	7,3109
140	140000	148,4	0,0742	0,000371	7,8733
150	150000	159,4	0,0797	0,0003985	8,4357
160	160000	172,9	0,08645	0,00043225	8,9981
170	170000	185,4	0,0927	0,0004635	9,5605
180	180000	198,9	0,09945	0,00049725	10,1228
190	190000	211,4	0,1057	0,0005285	10,6852
200	200000	223,9	0,11195	0,00055975	11,2476
210	210000	237,4	0,1187	0,0005935	11,8100
220	220000	249,4	0,1247	0,0006235	12,3724
230	230000	266,8	0,1334	0,000667	12,9347

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	277,8	0,1389	0,0006945	13,4971
250	250000	287,3	0,14365	0,00071825	14,0595
260	260000	303,3	0,15165	0,00075825	14,6219
270	270000	317,8	0,1589	0,0007945	15,1842
280	280000	332,3	0,16615	0,00083075	15,7466
290	290000	344,3	0,17215	0,00086075	16,3090
300	300000	360,3	0,18015	0,00090075	16,8714
310	310000	375,3	0,18765	0,00093825	17,4338
320	320000	387,2	0,1936	0,000968	17,9961
330	330000	399,7	0,19985	0,00099925	18,5585
340	340000	414,7	0,20735	0,00103675	19,1209
350	350000	426,7	0,21335	0,00106675	19,6833
360	360000	453,7	0,22685	0,00113425	20,2457
370	370000	471,2	0,2356	0,001178	20,8080
380	380000	489,2	0,2446	0,001223	21,3704
390	390000	515,1	0,25755	0,00128775	21,9328
400	400000	545,6	0,2728	0,001364	22,4952
410	410000	565,6	0,2828	0,001414	23,0576
420	420000	588,1	0,29405	0,00147025	23,6199
430	430000	600,6	0,3003	0,0015015	24,1823
440	440000	622,1	0,31105	0,00155525	24,7447
450	450000	649,6	0,3248	0,001624	25,3071
460	460000	678,5	0,33925	0,00169625	25,8695
470	470000	714,5	0,35725	0,00178625	26,4318
480	480000	744,5	0,37225	0,00186125	26,9942
490	490000	789,0	0,3945	0,0019725	27,5566
500	500000	827,9	0,41395	0,00206975	28,1190
510	510000	868,4	0,4342	0,002171	28,6814
520	520000	915,4	0,4577	0,0022885	29,2437
530	530000	1016,3	0,50815	0,00254075	29,8061
540	540000	1214,7	0,60735	0,00303675	30,3685
530	530000	1463,6	0,7318	0,003659	29,8061
500	500000	1663,9	0,83195	0,00415975	28,1190

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP TG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP TG-1	150,533	302,833

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	11,5	0,00575	0,00002875	0,5619
20	20000	18,0	0,009	0,000045	1,1238
30	30000	24,0	0,012	0,00006	1,6856
40	40000	31,0	0,0155	0,0000775	2,2475
50	50000	38,5	0,01925	0,00009625	2,8094
60	60000	45,5	0,02275	0,00011375	3,3713
70	70000	54,0	0,027	0,000135	3,9332
80	80000	61,5	0,03075	0,00015375	4,4951
90	90000	71,0	0,0355	0,0001775	5,0569
100	100000	80,5	0,04025	0,00020125	5,6188
110	110000	88,5	0,04425	0,00022125	6,1807
120	120000	98,4	0,0492	0,000246	6,7426
130	130000	104,9	0,05245	0,00026225	7,3045
140	140000	113,4	0,0567	0,0002835	7,8663
150	150000	121,4	0,0607	0,0003035	8,4282
160	160000	130,9	0,06545	0,00032725	8,9901
170	170000	140,9	0,07045	0,00035225	9,5520
180	180000	150,4	0,0752	0,000376	10,1139
190	190000	161,9	0,08095	0,00040475	10,6757
200	200000	168,9	0,08445	0,00042225	11,2376
210	210000	180,4	0,0902	0,000451	11,7995
220	220000	190,4	0,0952	0,000476	12,3614
230	230000	201,4	0,1007	0,0005035	12,9233

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	210,4	0,1052	0,000526	13,4852
250	250000	220,4	0,1102	0,000551	14,0470
260	260000	233,9	0,11695	0,00058475	14,6089
270	270000	243,8	0,1219	0,0006095	15,1708
280	280000	253,8	0,1269	0,0006345	15,7327
290	290000	263,8	0,1319	0,0006595	16,2946
300	300000	273,8	0,1369	0,0006845	16,8564
310	310000	289,8	0,1449	0,0007245	17,4183
320	320000	300,3	0,15015	0,00075075	17,9802
330	330000	310,8	0,1554	0,000777	18,5421
340	340000	321,8	0,1609	0,0008045	19,1040
350	350000	331,3	0,16565	0,00082825	19,6659
360	360000	340,8	0,1704	0,000852	20,2277
370	370000	355,7	0,17785	0,00088925	20,7896
380	380000	377,2	0,1886	0,000943	21,3515
390	390000	392,2	0,1961	0,0009805	21,9134
400	400000	405,2	0,2026	0,001013	22,4753
410	410000	415,7	0,20785	0,00103925	23,0371
420	420000	425,7	0,21285	0,00106425	23,5990
430	430000	441,7	0,22085	0,00110425	24,1609
440	440000	461,1	0,23055	0,00115275	24,7228
450	450000	485,1	0,24255	0,00121275	25,2847
460	460000	503,1	0,25155	0,00125775	25,8466
470	470000	534,1	0,26705	0,00133525	26,4084
480	480000	559,1	0,27955	0,00139775	26,9703
490	490000	583,6	0,2918	0,001459	27,5322
500	500000	606,1	0,30305	0,00151525	28,0941
510	510000	626,0	0,313	0,001565	28,6560
520	520000	654,0	0,327	0,001635	29,2178
530	530000	675,0	0,3375	0,0016875	29,7797
540	540000	704,0	0,352	0,00176	30,3416
550	550000	727,5	0,36375	0,00181875	30,9035
560	560000	768,5	0,38425	0,00192125	31,4654
570	570000	793,9	0,39695	0,00198475	32,0272
580	580000	830,9	0,41545	0,00207725	32,5891
590	590000	868,4	0,4342	0,002171	33,1510

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
600	600000	905,9	0,45295	0,00226475	33,7129
610	610000	945,8	0,4729	0,0023645	34,2748
620	620000	1002,3	0,50115	0,00250575	34,8367
630	630000	1061,8	0,5309	0,0026545	35,3985
635	635000	1231,7	0,61585	0,00307925	35,6795
610	610000	1378,1	0,68905	0,00344525	34,2748
580	580000	1600,5	0,80025	0,00400125	32,5891

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP TG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP TG-2	150,400	304,900

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0,0	0	0	0,0000
10	10000	18,5	0,00925	0,00004625	0,5629
20	20000	26,0	0,013	0,000065	1,1258
30	30000	39,0	0,0195	0,0000975	1,6886
40	40000	51,0	0,0255	0,0001275	2,2515
50	50000	59,5	0,02975	0,00014875	2,8144
60	60000	71,5	0,03575	0,00017875	3,3773
70	70000	85,9	0,04295	0,00021475	3,9401
80	80000	94,9	0,04745	0,00023725	4,5030
90	90000	106,4	0,0532	0,000266	5,0659
100	100000	117,4	0,0587	0,0002935	5,6288
110	110000	125,9	0,06295	0,00031475	6,1917
120	120000	138,4	0,0692	0,000346	6,7545
130	130000	148,9	0,07445	0,00037225	7,3174
140	140000	156,4	0,0782	0,000391	7,8803
150	150000	167,9	0,08395	0,00041975	8,4432
160	160000	176,9	0,08845	0,00044225	9,0061
170	170000	187,4	0,0937	0,0004685	9,5689
180	180000	201,4	0,1007	0,0005035	10,1318
190	190000	212,4	0,1062	0,000531	10,6947
200	200000	226,8	0,1134	0,000567	11,2576
210	210000	241,8	0,1209	0,0006045	11,8204
220	220000	254,3	0,12715	0,00063575	12,3833
230	230000	264,8	0,1324	0,000662	12,9462

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	277,8	0,1389	0,0006945	13,5091
250	250000	293,3	0,14665	0,00073325	14,0720
260	260000	308,8	0,1544	0,000772	14,6348
270	270000	325,3	0,16265	0,00081325	15,1977
280	280000	340,8	0,1704	0,000852	15,7606
290	290000	349,8	0,1749	0,0008745	16,3235
300	300000	362,7	0,18135	0,00090675	16,8863
310	310000	382,7	0,19135	0,00095675	17,4492
320	320000	396,7	0,19835	0,00099175	18,0121
330	330000	410,2	0,2051	0,0010255	18,5750
340	340000	427,2	0,2136	0,001068	19,1379
350	350000	441,2	0,2206	0,001103	19,7007
360	360000	450,7	0,22535	0,00112675	20,2636
370	370000	460,7	0,23035	0,00115175	20,8265
380	380000	479,7	0,23985	0,00119925	21,3894
390	390000	502,1	0,25105	0,00125525	21,9523
400	400000	518,6	0,2593	0,0012965	22,5151
410	410000	541,6	0,2708	0,001354	23,0780
420	420000	572,1	0,28605	0,00143025	23,6409
430	430000	678,3	0,33915	0,00169575	24,2038
440	440000	834,5	0,41725	0,00208625	24,7666
450	450000	1010,7	0,50535	0,00252675	25,3295
460	460000	1222,1	0,61105	0,00305525	25,8924
440	440000	1330,3	0,66515	0,00332575	24,7666
420	420000	1608,1	0,80405	0,00402025	23,6409

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP TG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP TG-3	150,650	302,133

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5610
20	20000	21,0	0,0105	0,0000525	1,1220
30	30000	28,0	0,014	0,00007	1,6830
40	40000	37,0	0,0185	0,0000925	2,2440
50	50000	45,0	0,0225	0,0001125	2,8051
60	60000	53,5	0,02675	0,00013375	3,3661
70	70000	62,5	0,03125	0,00015625	3,9271
80	80000	73,0	0,0365	0,0001825	4,4881
90	90000	83,5	0,04175	0,00020875	5,0491
100	100000	93,4	0,0467	0,0002335	5,6101
110	110000	101,9	0,05095	0,00025475	6,1711
120	120000	112,4	0,0562	0,000281	6,7321
130	130000	122,9	0,06145	0,00030725	7,2932
140	140000	133,4	0,0667	0,0003335	7,8542
150	150000	141,9	0,07095	0,00035475	8,4152
160	160000	152,4	0,0762	0,000381	8,9762
170	170000	163,9	0,08195	0,00040975	9,5372
180	180000	174,4	0,0872	0,000436	10,0982
190	190000	186,4	0,0932	0,000466	10,6592
200	200000	195,9	0,09795	0,00048975	11,2202
210	210000	206,4	0,1032	0,000516	11,7812
220	220000	218,4	0,1092	0,000546	12,3423
230	230000	229,4	0,1147	0,0005735	12,9033

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	239,9	0,11995	0,00059975	13,4643
250	250000	253,9	0,12695	0,00063475	14,0253
260	260000	268,9	0,13445	0,00067225	14,5863
270	270000	280,9	0,14045	0,00070225	15,1473
280	280000	295,4	0,1477	0,0007385	15,7083
290	290000	307,9	0,15395	0,00076975	16,2693
300	300000	322,3	0,16115	0,00080575	16,8303
310	310000	335,8	0,1679	0,0008395	17,3914
320	320000	350,3	0,17515	0,00087575	17,9524
330	330000	363,8	0,1819	0,0009095	18,5134
340	340000	377,8	0,1889	0,0009445	19,0744
350	350000	387,3	0,19365	0,00096825	19,6354
360	360000	398,3	0,19915	0,00099575	20,1964
370	370000	413,8	0,2069	0,0010345	20,7574
380	380000	427,7	0,21385	0,00106925	21,3184
390	390000	443,2	0,2216	0,001108	21,8795
400	400000	463,7	0,23185	0,00115925	22,4405
410	410000	477,2	0,2386	0,001193	23,0015
420	420000	491,7	0,24585	0,00122925	23,5625
430	430000	511,7	0,25585	0,00127925	24,1235
440	440000	535,2	0,2676	0,001338	24,6845
450	450000	559,2	0,2796	0,001398	25,2455
460	460000	582,1	0,29105	0,00145525	25,8065
470	470000	607,6	0,3038	0,001519	26,3675
480	480000	636,6	0,3183	0,0015915	26,9286
490	490000	663,1	0,33155	0,00165775	27,4896
500	500000	688,1	0,34405	0,00172025	28,0506
510	510000	712,1	0,35605	0,00178025	28,6116
520	520000	735,1	0,36755	0,00183775	29,1726
530	530000	765,5	0,38275	0,00191375	29,7336
540	540000	798,0	0,399	0,001995	30,2946
550	550000	835,5	0,41775	0,00208875	30,8556
560	560000	901,5	0,45075	0,00225375	31,4166
570	570000	979,5	0,48975	0,00244875	31,9777
580	580000	1070,5	0,53525	0,00267625	32,5387
590	590000	1161,5	0,58075	0,00290375	33,0997
600	600000	1313,0	0,6565	0,0032825	33,6607
580	580000	1425,9	0,71295	0,00356475	32,5387
520	520000	1556,9	0,77845	0,00389225	29,1726

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP TG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP TG-4	150,333	302,200

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	11,5	0,00575	0,00002875	0,5634
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1268
30	30000	20,5	0,01025	0,00005125	1,6901
40	40000	30,5	0,01525	0,00007625	2,2535
50	50000	40,5	0,02025	0,00010125	2,8169
60	60000	48,0	0,024	0,00012	3,3803
70	70000	55,5	0,02775	0,00013875	3,9436
80	80000	68,5	0,03425	0,00017125	4,5070
90	90000	76,5	0,03825	0,00019125	5,0704
100	100000	89,9	0,04495	0,00022475	5,6338
110	110000	94,9	0,04745	0,00023725	6,1972
120	120000	106,9	0,05345	0,00026725	6,7605
130	130000	116,9	0,05845	0,00029225	7,3239
140	140000	128,9	0,06445	0,00032225	7,8873
150	150000	135,4	0,0677	0,0003385	8,4507
160	160000	145,4	0,0727	0,0003635	9,0140
170	170000	160,4	0,0802	0,000401	9,5774
180	180000	171,4	0,0857	0,0004285	10,1408
190	190000	183,4	0,0917	0,0004585	10,7042
200	200000	194,4	0,0972	0,000486	11,2676
210	210000	200,4	0,1002	0,000501	11,8309
220	220000	211,4	0,1057	0,0005285	12,3943
230	230000	223,9	0,11195	0,00055975	12,9577

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	239,4	0,1197	0,0005985	13,5211
250	250000	249,8	0,1249	0,0006245	14,0844
260	260000	259,3	0,12965	0,00064825	14,6478
270	270000	272,3	0,13615	0,00068075	15,2112
280	280000	288,3	0,14415	0,00072075	15,7746
290	290000	298,8	0,1494	0,000747	16,3379
300	300000	314,8	0,1574	0,000787	16,9013
310	310000	334,8	0,1674	0,000837	17,4647
320	320000	351,3	0,17565	0,00087825	18,0281
330	330000	358,3	0,17915	0,00089575	18,5915
340	340000	373,3	0,18665	0,00093325	19,1548
350	350000	409,7	0,20485	0,00102425	19,7182
360	360000	434,7	0,21735	0,00108675	20,2816
370	370000	460,2	0,2301	0,0011505	20,8450
380	380000	486,2	0,2431	0,0012155	21,4083
390	390000	513,2	0,2566	0,001283	21,9717
400	400000	540,7	0,27035	0,00135175	22,5351
410	410000	566,6	0,2833	0,0014165	23,0985
420	420000	591,1	0,29555	0,00147775	23,6619
430	430000	616,6	0,3083	0,0015415	24,2252
440	440000	642,1	0,32105	0,00160525	24,7886
450	450000	654,1	0,32705	0,00163525	25,3520
460	460000	667,1	0,33355	0,00166775	25,9154
470	470000	706,1	0,35305	0,00176525	26,4787
480	480000	736,1	0,36805	0,00184025	27,0421
490	490000	786,1	0,39305	0,00196525	27,6055
500	500000	851,1	0,42555	0,00212775	28,1689
510	510000	926,1	0,46305	0,00231525	28,7323
520	520000	1011,1	0,50555	0,00252775	29,2956
530	530000	1106,1	0,55305	0,00276525	29,8590
540	540000	1247,0	0,6235	0,0031175	30,4224
530	530000	1414,0	0,707	0,003535	29,8590
520	520000	1606,3	0,80315	0,00401575	29,2956

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCP TG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCP TG-5	151,850	303,033

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	13,5	0,00675	0,00003375	0,5522
20	20000	29,0	0,0145	0,0000725	1,1044
30	30000	40,0	0,02	0,0001	1,6565
40	40000	49,5	0,02475	0,00012375	2,2087
50	50000	60,5	0,03025	0,00015125	2,7609
60	60000	70,0	0,035	0,000175	3,3131
70	70000	80,5	0,04025	0,00020125	3,8653
80	80000	89,9	0,04495	0,00022475	4,4174
90	90000	100,9	0,05045	0,00025225	4,9696
100	100000	110,4	0,0552	0,000276	5,5218
110	110000	122,4	0,0612	0,000306	6,0740
120	120000	132,9	0,06645	0,00033225	6,6262
130	130000	144,4	0,0722	0,000361	7,1783
140	140000	153,9	0,07695	0,00038475	7,7305
150	150000	162,4	0,0812	0,000406	8,2827
160	160000	173,9	0,08695	0,00043475	8,8349
170	170000	185,4	0,0927	0,0004635	9,3871
180	180000	195,4	0,0977	0,0004885	9,9392
190	190000	206,9	0,10345	0,00051725	10,4914
200	200000	217,4	0,1087	0,0005435	11,0436
210	210000	228,9	0,11445	0,00057225	11,5958
220	220000	236,9	0,11845	0,00059225	12,1480
230	230000	250,9	0,12545	0,00062725	12,7001

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	260,4	0,1302	0,000651	13,2523
250	250000	271,9	0,13595	0,00067975	13,8045
260	260000	289,4	0,1447	0,0007235	14,3567
270	270000	300,8	0,1504	0,000752	14,9089
280	280000	312,8	0,1564	0,000782	15,4610
290	290000	323,8	0,1619	0,0008095	16,0132
300	300000	338,8	0,1694	0,000847	16,5654
310	310000	353,8	0,1769	0,0008845	17,1176
320	320000	365,8	0,1829	0,0009145	17,6698
330	330000	378,8	0,1894	0,000947	18,2219
340	340000	397,3	0,19865	0,00099325	18,7741
350	350000	420,7	0,21035	0,00105175	19,3263
360	360000	439,2	0,2196	0,001098	19,8785
370	370000	469,2	0,2346	0,001173	20,4307
380	380000	503,2	0,2516	0,001258	20,9828
390	390000	519,7	0,25985	0,00129925	21,5350
400	400000	544,7	0,27235	0,00136175	22,0872
410	410000	570,7	0,28535	0,00142675	22,6394
420	420000	597,6	0,2988	0,001494	23,1916
430	430000	623,6	0,3118	0,001559	23,7437
440	440000	644,1	0,32205	0,00161025	24,2959
450	450000	672,6	0,3363	0,0016815	24,8481
460	460000	696,1	0,34805	0,00174025	25,4003
470	470000	726,6	0,3633	0,0018165	25,9525
480	480000	788,0	0,394	0,00197	26,5046
490	490000	863,5	0,43175	0,00215875	27,0568
500	500000	935,5	0,46775	0,00233875	27,6090
510	510000	1012,0	0,506	0,00253	28,1612
520	520000	1199,5	0,59975	0,00299875	28,7134
480	480000	1304,0	0,652	0,00326	26,5046
460	460000	1580,3	0,79015	0,00395075	25,4003

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM DG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM DG-1	150,867	302,917

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	13,0	0,0065	0,0000325	0,5594
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1188
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6782
40	40000	38,0	0,019	0,000095	2,2376
50	50000	45,5	0,02275	0,00011375	2,7970
60	60000	54,5	0,02725	0,00013625	3,3564
70	70000	61,0	0,0305	0,0001525	3,9158
80	80000	70,0	0,035	0,000175	4,4752
90	90000	80,4	0,0402	0,000201	5,0346
100	100000	89,4	0,0447	0,0002235	5,5940
110	110000	97,4	0,0487	0,0002435	6,1534
120	120000	106,9	0,05345	0,00026725	6,7128
130	130000	117,4	0,0587	0,0002935	7,2722
140	140000	127,4	0,0637	0,0003185	7,8316
150	150000	136,9	0,06845	0,00034225	8,3910
160	160000	146,9	0,07345	0,00036725	8,9504
170	170000	151,4	0,0757	0,0003785	9,5098
180	180000	163,4	0,0817	0,0004085	10,0692
190	190000	175,4	0,0877	0,0004385	10,6286
200	200000	181,4	0,0907	0,0004535	11,1880
210	210000	192,9	0,09645	0,00048225	11,7474
220	220000	207,4	0,1037	0,0005185	12,3068
230	230000	223,9	0,11195	0,00055975	12,8662

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	239,9	0,11995	0,00059975	13,4256
250	250000	256,9	0,12845	0,00064225	13,9850
260	260000	274,3	0,13715	0,00068575	14,5444
270	270000	288,3	0,14415	0,00072075	15,1038
280	280000	306,8	0,1534	0,000767	15,6632
290	290000	325,3	0,16265	0,00081325	16,2226
300	300000	348,8	0,1744	0,000872	16,7820
310	310000	361,3	0,18065	0,00090325	17,3414
320	320000	383,2	0,1916	0,000958	17,9008
330	330000	415,2	0,2076	0,001038	18,4602
340	340000	439,7	0,21985	0,00109925	19,0196
350	350000	463,2	0,2316	0,001158	19,5790
360	360000	487,7	0,24385	0,00121925	20,1384
370	370000	512,2	0,2561	0,0012805	20,6979
380	380000	546,7	0,27335	0,00136675	21,2573
390	390000	572,7	0,28635	0,00143175	21,8167
400	400000	613,6	0,3068	0,001534	22,3761
410	410000	645,1	0,32255	0,00161275	22,9355
420	420000	676,1	0,33805	0,00169025	23,4949
430	430000	703,3	0,35165	0,00175825	24,0543
440	440000	732,1	0,36605	0,00183025	24,6137
450	450000	758,1	0,37905	0,00189525	25,1731
460	460000	805,5	0,40275	0,00201375	25,7325
470	470000	835,5	0,41775	0,00208875	26,2919
480	480000	881,0	0,4405	0,0022025	26,8513
490	490000	915,5	0,45775	0,00228875	27,4107
500	500000	998,4	0,4992	0,002496	27,9701
510	510000	1087,9	0,54395	0,00271975	28,5295
520	520000	1182,9	0,59145	0,00295725	29,0889
470	470000	1485,8	0,7429	0,0037145	26,2919
430	430000	1571,7	0,78585	0,00392925	24,0543

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM DG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM DG-2	149,733	302,167

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0,0	0	0	0,0000
10	10000	13,0	0,0065	0,0000325	0,5679
20	20000	21,0	0,0105	0,0000525	1,1358
30	30000	29,0	0,0145	0,0000725	1,7037
40	40000	37,0	0,0185	0,0000925	2,2716
50	50000	44,5	0,02225	0,00011125	2,8395
60	60000	52,5	0,02625	0,00013125	3,4074
70	70000	63,0	0,0315	0,0001575	3,9753
80	80000	70,5	0,03525	0,00017625	4,5432
90	90000	78,0	0,039	0,000195	5,1111
100	100000	86,5	0,04325	0,00021625	5,6790
110	110000	93,0	0,0465	0,0002325	6,2469
120	120000	101,9	0,05095	0,00025475	6,8148
130	130000	110,9	0,05545	0,00027725	7,3827
140	140000	118,9	0,05945	0,00029725	7,9506
150	150000	128,4	0,0642	0,000321	8,5185
160	160000	134,9	0,06745	0,00033725	9,0864
170	170000	143,4	0,0717	0,0003585	9,6543
180	180000	152,4	0,0762	0,000381	10,2222
190	190000	157,9	0,07895	0,00039475	10,7901
200	200000	168,4	0,0842	0,000421	11,3580
210	210000	176,9	0,08845	0,00044225	11,9259
220	220000	186,9	0,09345	0,00046725	12,4938
230	230000	196,9	0,09845	0,00049225	13,0617

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	210,4	0,1052	0,000526	13,6296
250	250000	223,3	0,11165	0,00055825	14,1975
260	260000	235,3	0,11765	0,00058825	14,7654
270	270000	250,3	0,12515	0,00062575	15,3333
280	280000	261,3	0,13065	0,00065325	15,9012
290	290000	272,3	0,13615	0,00068075	16,4691
300	300000	283,3	0,14165	0,00070825	17,0370
310	310000	301,8	0,1509	0,0007545	17,6050
320	320000	317,3	0,15865	0,00079325	18,1729
330	330000	338,2	0,1691	0,0008455	18,7408
340	340000	359,2	0,1796	0,000898	19,3087
350	350000	375,2	0,1876	0,000938	19,8766
360	360000	388,2	0,1941	0,0009705	20,4445
370	370000	404,2	0,2021	0,0010105	21,0124
380	380000	418,2	0,2091	0,0010455	21,5803
390	390000	445,7	0,22285	0,00111425	22,1482
400	400000	471,6	0,2358	0,001179	22,7161
410	410000	493,1	0,24655	0,00123275	23,2840
420	420000	516,1	0,25805	0,00129025	23,8519
430	430000	540,6	0,2703	0,0013515	24,4198
440	440000	575,6	0,2878	0,001439	24,9877
450	450000	604,6	0,3023	0,0015115	25,5556
460	460000	634,5	0,31725	0,00158625	26,1235
470	470000	664,5	0,33225	0,00166125	26,6914
480	480000	696,5	0,34825	0,00174125	27,2593
490	490000	751,5	0,37575	0,00187875	27,8272
500	500000	794,0	0,397	0,001985	28,3951
510	510000	834,4	0,4172	0,002086	28,9630
520	520000	876,9	0,43845	0,00219225	29,5309
530	530000	954,4	0,4772	0,002386	30,0988
540	540000	1031,4	0,5157	0,0025785	30,6667
550	550000	1108,9	0,55445	0,00277225	31,2346
560	560000	1182,3	0,59115	0,00295575	31,8025
565	565000	1331,8	0,6659	0,0033295	32,0864
550	550000	1434,2	0,7171	0,0035855	31,2346
520	520000	1544,2	0,7721	0,0038605	29,5309

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM DG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM DG-3	149,833	301,333

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	14,5	0,00725	0,00003625	0,5671
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1343
30	30000	39,0	0,0195	0,0000975	1,7014
40	40000	49,0	0,0245	0,0001225	2,2686
50	50000	57,0	0,0285	0,0001425	2,8357
60	60000	69,5	0,03475	0,00017375	3,4029
70	70000	79,5	0,03975	0,00019875	3,9700
80	80000	89,9	0,04495	0,00022475	4,5372
90	90000	100,4	0,0502	0,000251	5,1043
100	100000	110,9	0,05545	0,00027725	5,6714
110	110000	121,4	0,0607	0,0003035	6,2386
120	120000	132,9	0,06645	0,00033225	6,8057
130	130000	144,4	0,0722	0,000361	7,3729
140	140000	155,9	0,07795	0,00038975	7,9400
150	150000	166,4	0,0832	0,000416	8,5072
160	160000	181,4	0,0907	0,0004535	9,0743
170	170000	196,4	0,0982	0,000491	9,6414
180	180000	203,9	0,10195	0,00050975	10,2086
190	190000	216,9	0,10845	0,00054225	10,7757
200	200000	230,9	0,11545	0,00057725	11,3429
210	210000	244,9	0,12245	0,00061225	11,9100
220	220000	258,3	0,12915	0,00064575	12,4772
230	230000	279,2	0,1396	0,000698	13,0443

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	292,7	0,14635	0,00073175	13,6115
250	250000	302,2	0,1511	0,0007555	14,1786
260	260000	311,7	0,15585	0,00077925	14,7457
270	270000	333,2	0,1666	0,000833	15,3129
280	280000	346,2	0,1731	0,0008655	15,8800
290	290000	360,2	0,1801	0,0009005	16,4472
300	300000	379,1	0,18955	0,00094775	17,0143
310	310000	400,1	0,20005	0,00100025	17,5815
320	320000	414,1	0,20705	0,00103525	18,1486
330	330000	430,6	0,2153	0,0010765	18,7157
340	340000	464,1	0,23205	0,00116025	19,2829
350	350000	481,1	0,24055	0,00120275	19,8500
360	360000	497,1	0,24855	0,00124275	20,4172
370	370000	512,5	0,25625	0,00128125	20,9843
380	380000	532,5	0,26625	0,00133125	21,5515
390	390000	557,5	0,27875	0,00139375	22,1186
400	400000	586,0	0,293	0,001465	22,6858
410	410000	613,0	0,3065	0,0015325	23,2529
420	420000	619,5	0,30975	0,00154875	23,8200
430	430000	640,4	0,3202	0,001601	24,3872
440	440000	675,9	0,33795	0,00168975	24,9543
450	450000	699,9	0,34995	0,00174975	25,5215
460	460000	728,4	0,3642	0,001821	26,0886
470	470000	759,4	0,3797	0,0018985	26,6558
480	480000	790,3	0,39515	0,00197575	27,2229
490	490000	801,8	0,4009	0,0020045	27,7900
500	500000	834,3	0,41715	0,00208575	28,3572
510	510000	866,8	0,4334	0,002167	28,9243
520	520000	900,3	0,45015	0,00225075	29,4915
530	530000	937,7	0,46885	0,00234425	30,0586
540	540000	981,2	0,4906	0,002453	30,6258
550	550000	1074,1	0,53705	0,00268525	31,1929
555	555000	1296,0	0,648	0,00324	31,4765
540	540000	1432,8	0,7164	0,003582	30,6258

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM DG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM DG-4	150,417	302,933

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	9,5	0,00475	0,00002375	0,5628
20	20000	15,0	0,0075	0,0000375	1,1255
30	30000	21,0	0,0105	0,0000525	1,6883
40	40000	31,5	0,01575	0,00007875	2,2510
50	50000	36,5	0,01825	0,00009125	2,8138
60	60000	42,5	0,02125	0,00010625	3,3765
70	70000	48,0	0,024	0,00012	3,9393
80	80000	55,0	0,0275	0,0001375	4,5020
90	90000	65,0	0,0325	0,0001625	5,0648
100	100000	73,5	0,03675	0,00018375	5,6275
110	110000	81,5	0,04075	0,00020375	6,1903
120	120000	93,9	0,04695	0,00023475	6,7530
130	130000	104,4	0,0522	0,000261	7,3158
140	140000	110,4	0,0552	0,000276	7,8785
150	150000	120,9	0,06045	0,00030225	8,4413
160	160000	130,9	0,06545	0,00032725	9,0041
170	170000	141,4	0,0707	0,0003535	9,5668
180	180000	152,4	0,0762	0,000381	10,1296
190	190000	164,4	0,0822	0,000411	10,6923
200	200000	171,9	0,08595	0,00042975	11,2551
210	210000	183,4	0,0917	0,0004585	11,8178
220	220000	194,9	0,09745	0,00048725	12,3806
230	230000	207,9	0,10395	0,00051975	12,9433

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	220,4	0,1102	0,000551	13,5061
250	250000	231,4	0,1157	0,0005785	14,0688
260	260000	243,9	0,12195	0,00060975	14,6316
270	270000	261,8	0,1309	0,0006545	15,1943
280	280000	274,8	0,1374	0,000687	15,7571
290	290000	287,8	0,1439	0,0007195	16,3199
300	300000	304,8	0,1524	0,000762	16,8826
310	310000	317,8	0,1589	0,0007945	17,4454
320	320000	332,3	0,16615	0,00083075	18,0081
330	330000	346,3	0,17315	0,00086575	18,5709
340	340000	363,2	0,1816	0,000908	19,1336
350	350000	381,2	0,1906	0,000953	19,6964
360	360000	399,2	0,1996	0,000998	20,2591
370	370000	416,2	0,2081	0,0010405	20,8219
380	380000	434,2	0,2171	0,0010855	21,3846
390	390000	453,7	0,22685	0,00113425	21,9474
400	400000	481,7	0,24085	0,00120425	22,5101
410	410000	500,6	0,2503	0,0012515	23,0729
420	420000	520,1	0,26005	0,00130025	23,6356
430	430000	540,6	0,2703	0,0013515	24,1984
440	440000	562,6	0,2813	0,0014065	24,7612
450	450000	586,6	0,2933	0,0014665	25,3239
460	460000	612,1	0,30605	0,00153025	25,8867
470	470000	637,0	0,3185	0,0015925	26,4494
480	480000	678,0	0,339	0,001695	27,0122
490	490000	719,0	0,3595	0,0017975	27,5749
500	500000	775,0	0,3875	0,0019375	28,1377
510	510000	830,0	0,415	0,002075	28,7004
520	520000	886,4	0,4432	0,002216	29,2632
530	530000	968,9	0,48445	0,00242225	29,8259
540	540000	1055,9	0,52795	0,00263975	30,3887
550	550000	1123,9	0,56195	0,00280975	30,9514
555	555000	1193,4	0,5967	0,0029835	31,2328
520	520000	1319,1	0,65955	0,00329775	29,2632
460	460000	1503,5	0,75175	0,00375875	25,8867
440	440000	1620,4	0,8102	0,004051	24,7612

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM DG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM DG-5	150,483	303,600

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	10,5	0,00525	0,00002625	0,5623
20	20000	17,0	0,0085	0,0000425	1,1245
30	30000	27,0	0,0135	0,0000675	1,6868
40	40000	37,0	0,0185	0,0000925	2,2490
50	50000	45,5	0,02275	0,00011375	2,8113
60	60000	55,0	0,0275	0,0001375	3,3735
70	70000	64,0	0,032	0,00016	3,9358
80	80000	76,0	0,038	0,00019	4,4980
90	90000	84,5	0,04225	0,00021125	5,0603
100	100000	94,5	0,04725	0,00023625	5,6225
110	110000	105,0	0,0525	0,0002625	6,1848
120	120000	110,9	0,05545	0,00027725	6,7471
130	130000	120,4	0,0602	0,000301	7,3093
140	140000	131,4	0,0657	0,0003285	7,8716
150	150000	142,9	0,07145	0,00035725	8,4338
160	160000	152,9	0,07645	0,00038225	8,9961
170	170000	164,4	0,0822	0,000411	9,5583
180	180000	171,4	0,0857	0,0004285	10,1206
190	190000	183,4	0,0917	0,0004585	10,6828
200	200000	195,4	0,0977	0,0004885	11,2451
210	210000	201,9	0,10095	0,00050475	11,8074
220	220000	213,9	0,10695	0,00053475	12,3696
230	230000	226,9	0,11345	0,00056725	12,9319

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	239,9	0,11995	0,00059975	13,4941
250	250000	252,4	0,1262	0,000631	14,0564
260	260000	262,8	0,1314	0,000657	14,6186
270	270000	275,8	0,1379	0,0006895	15,1809
280	280000	291,3	0,14565	0,00072825	15,7431
290	290000	303,3	0,15165	0,00075825	16,3054
300	300000	315,8	0,1579	0,0007895	16,8676
310	310000	329,3	0,16465	0,00082325	17,4299
320	320000	338,3	0,16915	0,00084575	17,9922
330	330000	366,3	0,18315	0,00091575	18,5544
340	340000	378,8	0,1894	0,000947	19,1167
350	350000	396,8	0,1984	0,000992	19,6789
360	360000	427,2	0,2136	0,001068	20,2412
370	370000	449,2	0,2246	0,001123	20,8034
380	380000	473,7	0,23685	0,00118425	21,3657
390	390000	490,2	0,2451	0,0012255	21,9279
400	400000	513,7	0,25685	0,00128425	22,4902
410	410000	539,2	0,2696	0,001348	23,0525
420	420000	565,7	0,28285	0,00141425	23,6147
430	430000	592,6	0,2963	0,0014815	24,1770
440	440000	618,1	0,30905	0,00154525	24,7392
450	450000	643,1	0,32155	0,00160775	25,3015
460	460000	668,1	0,33405	0,00167025	25,8637
470	470000	697,6	0,3488	0,001744	26,4260
480	480000	746,6	0,3733	0,0018665	26,9882
490	490000	791,5	0,39575	0,00197875	27,5505
500	500000	835,5	0,41775	0,00208875	28,1127
510	510000	872,0	0,436	0,00218	28,6750
520	520000	926,5	0,46325	0,00231625	29,2373
530	530000	994,9	0,49745	0,00248725	29,7995
540	540000	1085,4	0,5427	0,0027135	30,3618
550	550000	1211,4	0,6057	0,0030285	30,9240
540	540000	1337,4	0,6687	0,0033435	30,3618
530	530000	1549,8	0,7749	0,0038745	29,7995

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM TG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM TG-1	152,750	302,633

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	8,0	0,004	0,00002	0,5457
20	20000	17,0	0,0085	0,0000425	1,0914
30	30000	22,5	0,01125	0,00005625	1,6371
40	40000	33,5	0,01675	0,00008375	2,1828
50	50000	44,0	0,022	0,00011	2,7285
60	60000	51,5	0,02575	0,00012875	3,2742
70	70000	58,5	0,02925	0,00014625	3,8198
80	80000	66,5	0,03325	0,00016625	4,3655
90	90000	76,5	0,03825	0,00019125	4,9112
100	100000	85,4	0,0427	0,0002135	5,4569
110	110000	94,4	0,0472	0,000236	6,0026
120	120000	103,9	0,05195	0,00025975	6,5483
130	130000	116,4	0,0582	0,000291	7,0940
140	140000	127,9	0,06395	0,00031975	7,6397
150	150000	137,9	0,06895	0,00034475	8,1854
160	160000	147,4	0,0737	0,0003685	8,7311
170	170000	157,4	0,0787	0,0003935	9,2768
180	180000	167,9	0,08395	0,00041975	9,8225
190	190000	180,4	0,0902	0,000451	10,3682
200	200000	193,4	0,0967	0,0004835	10,9138
210	210000	198,9	0,09945	0,00049725	11,4595
220	220000	210,4	0,1052	0,000526	12,0052
230	230000	224,4	0,1122	0,000561	12,5509

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	237,9	0,11895	0,00059475	13,0966
250	250000	249,4	0,1247	0,0006235	13,6423
260	260000	260,3	0,13015	0,00065075	14,1880
270	270000	271,3	0,13565	0,00067825	14,7337
280	280000	281,3	0,14065	0,00070325	15,2794
290	290000	298,3	0,14915	0,00074575	15,8251
300	300000	311,8	0,1559	0,0007795	16,3708
310	310000	330,7	0,16535	0,00082675	16,9165
320	320000	345,7	0,17285	0,00086425	17,4621
330	330000	362,2	0,1811	0,0009055	18,0078
340	340000	390,2	0,1951	0,0009755	18,5535
350	350000	410,7	0,20535	0,00102675	19,0992
360	360000	428,7	0,21435	0,00107175	19,6449
370	370000	458,7	0,22935	0,00114675	20,1906
380	380000	482,2	0,2411	0,0012055	20,7363
390	390000	506,1	0,25305	0,00126525	21,2820
400	400000	545,6	0,2728	0,001364	21,8277
410	410000	576,1	0,28805	0,00144025	22,3734
420	420000	605,6	0,3028	0,001514	22,9191
430	430000	636,1	0,31805	0,00159025	23,4648
440	440000	669,0	0,3345	0,0016725	24,0105
450	450000	702,5	0,35125	0,00175625	24,5561
460	460000	734,0	0,367	0,001835	25,1018
470	470000	765,5	0,38275	0,00191375	25,6475
480	480000	797,5	0,39875	0,00199375	26,1932
490	490000	833,9	0,41695	0,00208475	26,7389
500	500000	897,4	0,4487	0,0022435	27,2846
510	510000	942,9	0,47145	0,00235725	27,8303
520	520000	963,9	0,48195	0,00240975	28,3760
530	530000	1029,8	0,5149	0,0025745	28,9217
540	540000	1113,8	0,5569	0,0027845	29,4674
550	550000	1222,2	0,6111	0,0030555	30,0131
460	460000	1308,7	0,65435	0,00327175	25,1018
420	420000	1349,1	0,67455	0,00337275	22,9191

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM TG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM TG-2	149,800	301,467

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5674
20	20000	23,5	0,01175	0,00005875	1,1348
30	30000	35,0	0,0175	0,0000875	1,7022
40	40000	44,0	0,022	0,00011	2,2696
50	50000	51,5	0,02575	0,00012875	2,8370
60	60000	64,0	0,032	0,00016	3,4044
70	70000	74,0	0,037	0,000185	3,9718
80	80000	83,0	0,0415	0,0002075	4,5392
90	90000	91,4	0,0457	0,0002285	5,1066
100	100000	101,9	0,05095	0,00025475	5,6740
110	110000	113,4	0,0567	0,0002835	6,2414
120	120000	122,9	0,06145	0,00030725	6,8088
130	130000	132,9	0,06645	0,00033225	7,3762
140	140000	143,4	0,0717	0,0003585	7,9435
150	150000	155,9	0,07795	0,00038975	8,5109
160	160000	167,4	0,0837	0,0004185	9,0783
170	170000	179,4	0,0897	0,0004485	9,6457
180	180000	189,4	0,0947	0,0004735	10,2131
190	190000	201,4	0,1007	0,0005035	10,7805
200	200000	211,9	0,10595	0,00052975	11,3479
210	210000	223,9	0,11195	0,00055975	11,9153
220	220000	236,9	0,11845	0,00059225	12,4827
230	230000	243,9	0,12195	0,00060975	13,0501

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	258,8	0,1294	0,000647	13,6175
250	250000	271,8	0,1359	0,0006795	14,1849
260	260000	282,8	0,1414	0,000707	14,7523
270	270000	294,3	0,14715	0,00073575	15,3197
280	280000	309,8	0,1549	0,0007745	15,8871
290	290000	320,8	0,1604	0,000802	16,4545
300	300000	336,7	0,16835	0,00084175	17,0219
310	310000	360,2	0,1801	0,0009005	17,5893
320	320000	383,7	0,19185	0,00095925	18,1567
330	330000	402,7	0,20135	0,00100675	18,7241
340	340000	423,7	0,21185	0,00105925	19,2915
350	350000	433,7	0,21685	0,00108425	19,8589
360	360000	451,2	0,2256	0,001128	20,4263
370	370000	476,7	0,23835	0,00119175	20,9937
380	380000	497,1	0,24855	0,00124275	21,5611
390	390000	520,1	0,26005	0,00130025	22,1285
400	400000	544,6	0,2723	0,0013615	22,6959
410	410000	570,1	0,28505	0,00142525	23,2632
420	420000	593,1	0,29655	0,00148275	23,8306
430	430000	615,6	0,3078	0,001539	24,3980
440	440000	637,1	0,31855	0,00159275	24,9654
450	450000	659,5	0,32975	0,00164875	25,5328
460	460000	699,5	0,34975	0,00174875	26,1002
470	470000	729,5	0,36475	0,00182375	26,6676
480	480000	762,5	0,38125	0,00190625	27,2350
490	490000	797,5	0,39875	0,00199375	27,8024
500	500000	815,5	0,40775	0,00203875	28,3698
510	510000	850,4	0,4252	0,002126	28,9372
520	520000	884,4	0,4422	0,002211	29,5046
530	530000	917,9	0,45895	0,00229475	30,0720
540	540000	950,9	0,47545	0,00237725	30,6394
550	550000	985,3	0,49265	0,00246325	31,2068
560	560000	1065,8	0,5329	0,0026645	31,7742
570	570000	1114,8	0,5574	0,002787	32,3416
575	575000	1322,6	0,6613	0,0033065	32,6253
540	540000	1790,4	0,8952	0,004476	30,6394

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM TG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM TG-3	152,167	303,067

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	13,5	0,00675	0,00003375	0,5499
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,0998
30	30000	26,5	0,01325	0,00006625	1,6497
40	40000	33,5	0,01675	0,00008375	2,1995
50	50000	40,5	0,02025	0,00010125	2,7494
60	60000	50,5	0,02525	0,00012625	3,2993
70	70000	58,5	0,02925	0,00014625	3,8492
80	80000	67,5	0,03375	0,00016875	4,3991
90	90000	72,5	0,03625	0,00018125	4,9490
100	100000	76,5	0,03825	0,00019125	5,4988
110	110000	87,9	0,04395	0,00021975	6,0487
120	120000	95,4	0,0477	0,0002385	6,5986
130	130000	102,4	0,0512	0,000256	7,1485
140	140000	111,4	0,0557	0,0002785	7,6984
150	150000	119,9	0,05995	0,00029975	8,2483
160	160000	125,9	0,06295	0,00031475	8,7981
170	170000	137,4	0,0687	0,0003435	9,3480
180	180000	146,9	0,07345	0,00036725	9,8979
190	190000	156,9	0,07845	0,00039225	10,4478
200	200000	160,9	0,08045	0,00040225	10,9977
210	210000	174,9	0,08745	0,00043725	11,5476
220	220000	183,9	0,09195	0,00045975	12,0974
230	230000	195,4	0,0977	0,0004885	12,6473

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	204,4	0,1022	0,000511	13,1972
250	250000	212,9	0,10645	0,00053225	13,7471
260	260000	225,4	0,1127	0,0005635	14,2970
270	270000	237,4	0,1187	0,0005935	14,8469
280	280000	246,4	0,1232	0,000616	15,3968
290	290000	260,8	0,1304	0,000652	15,9466
300	300000	272,3	0,13615	0,00068075	16,4965
310	310000	284,3	0,14215	0,00071075	17,0464
320	320000	296,8	0,1484	0,000742	17,5963
330	330000	313,3	0,15665	0,00078325	18,1462
340	340000	326,3	0,16315	0,00081575	18,6961
350	350000	341,8	0,1709	0,0008545	19,2459
360	360000	357,3	0,17865	0,00089325	19,7958
370	370000	379,2	0,1896	0,000948	20,3457
380	380000	399,2	0,1996	0,000998	20,8956
390	390000	416,2	0,2081	0,0010405	21,4455
400	400000	430,2	0,2151	0,0010755	21,9954
410	410000	441,2	0,2206	0,001103	22,5452
420	420000	457,2	0,2286	0,001143	23,0951
430	430000	473,2	0,2366	0,001183	23,6450
440	440000	489,2	0,2446	0,001223	24,1949
450	450000	505,1	0,25255	0,00126275	24,7448
460	460000	521,1	0,26055	0,00130275	25,2947
470	470000	540,1	0,27005	0,00135025	25,8445
480	480000	560,1	0,28005	0,00140025	26,3944
490	490000	581,6	0,2908	0,001454	26,9443
500	500000	595,6	0,2978	0,001489	27,4942
510	510000	615,1	0,30755	0,00153775	28,0441
520	520000	641,5	0,32075	0,00160375	28,5940
530	530000	674,5	0,33725	0,00168625	29,1439
540	540000	698,0	0,349	0,001745	29,6937
550	550000	728,5	0,36425	0,00182125	30,2436
560	560000	760,5	0,38025	0,00190125	30,7935
570	570000	798,0	0,399	0,001995	31,3434
580	580000	834,9	0,41745	0,00208725	31,8933
590	590000	871,9	0,43595	0,00217975	32,4432
600	600000	916,4	0,4582	0,002291	32,9930

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
610	610000	955,4	0,4777	0,0023885	33,5429
620	620000	1006,4	0,5032	0,002516	34,0928
630	630000	1051,3	0,52565	0,00262825	34,6427
640	640000	1097,3	0,54865	0,00274325	35,1926
650	650000	1162,8	0,5814	0,002907	35,7425
660	660000	1210,8	0,6054	0,003027	36,2923
670	670000	1316,2	0,6581	0,0032905	36,8422
660	660000	1431,7	0,71585	0,00357925	36,2923
650	650000	1599,6	0,7998	0,003999	35,7425
640	640000	1744,1	0,87205	0,00436025	35,1926

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM TG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM TG-4	150,167	303,367

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	14,0	0,007	0,000035	0,5646
20	20000	23,5	0,01175	0,00005875	1,1293
30	30000	31,5	0,01575	0,00007875	1,6939
40	40000	39,0	0,0195	0,0000975	2,2585
50	50000	46,5	0,02325	0,00011625	2,8231
60	60000	56,5	0,02825	0,00014125	3,3878
70	70000	65,0	0,0325	0,0001625	3,9524
80	80000	73,0	0,0365	0,0001825	4,5170
90	90000	79,5	0,03975	0,00019875	5,0817
100	100000	87,9	0,04395	0,00021975	5,6463
110	110000	99,4	0,0497	0,0002485	6,2109
120	120000	106,4	0,0532	0,000266	6,7755
130	130000	117,4	0,0587	0,0002935	7,3402
140	140000	121,4	0,0607	0,0003035	7,9048
150	150000	133,4	0,0667	0,0003335	8,4694
160	160000	140,9	0,07045	0,00035225	9,0341
170	170000	149,9	0,07495	0,00037475	9,5987
180	180000	154,4	0,0772	0,000386	10,1633
190	190000	168,9	0,08445	0,00042225	10,7279
200	200000	173,9	0,08695	0,00043475	11,2926
210	210000	182,4	0,0912	0,000456	11,8572
220	220000	191,9	0,09595	0,00047975	12,4218
230	230000	201,9	0,10095	0,00050475	12,9865

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	211,9	0,10595	0,00052975	13,5511
250	250000	224,4	0,1122	0,000561	14,1157
260	260000	232,9	0,11645	0,00058225	14,6803
270	270000	241,4	0,1207	0,0006035	15,2450
280	280000	252,3	0,12615	0,00063075	15,8096
290	290000	264,8	0,1324	0,000662	16,3742
300	300000	274,8	0,1374	0,000687	16,9389
310	310000	284,8	0,1424	0,000712	17,5035
320	320000	295,8	0,1479	0,0007395	18,0681
330	330000	308,8	0,1544	0,000772	18,6328
340	340000	324,3	0,16215	0,00081075	19,1974
350	350000	339,3	0,16965	0,00084825	19,7620
360	360000	347,8	0,1739	0,0008695	20,3266
370	370000	360,8	0,1804	0,000902	20,8913
380	380000	374,8	0,1874	0,000937	21,4559
390	390000	392,8	0,1964	0,000982	22,0205
400	400000	405,3	0,20265	0,00101325	22,5852
410	410000	424,7	0,21235	0,00106175	23,1498
420	420000	436,7	0,21835	0,00109175	23,7144
430	430000	447,2	0,2236	0,001118	24,2790
440	440000	467,7	0,23385	0,00116925	24,8437
450	450000	482,7	0,24135	0,00120675	25,4083
460	460000	502,7	0,25135	0,00125675	25,9729
470	470000	518,7	0,25935	0,00129675	26,5376
480	480000	538,7	0,26935	0,00134675	27,1022
490	490000	557,2	0,2786	0,001393	27,6668
500	500000	581,7	0,29085	0,00145425	28,2314
510	510000	602,7	0,30135	0,00150675	28,7961
520	520000	621,1	0,31055	0,00155275	29,3607
530	530000	642,1	0,32105	0,00160525	29,9253
540	540000	661,6	0,3308	0,001654	30,4900
550	550000	702,1	0,35105	0,00175525	31,0546
560	560000	778,1	0,38905	0,00194525	31,6192
570	570000	868,5	0,43425	0,00217125	32,1838
580	580000	964,5	0,48225	0,00241125	32,7485
590	590000	1046,5	0,52325	0,00261625	33,3131
600	600000	1392,3	0,69615	0,00348075	33,8777
580	580000	1526,7	0,76335	0,00381675	32,7485

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BCM TG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCM TG-5	150,950	302,800

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	7,0	0,0035	0,0000175	0,5588
20	20000	15,0	0,0075	0,0000375	1,1176
30	30000	17,5	0,00875	0,00004375	1,6764
40	40000	23,0	0,0115	0,0000575	2,2351
50	50000	27,5	0,01375	0,00006875	2,7939
60	60000	33,5	0,01675	0,00008375	3,3527
70	70000	39,0	0,0195	0,0000975	3,9115
80	80000	43,0	0,0215	0,0001075	4,4703
90	90000	49,0	0,0245	0,0001225	5,0291
100	100000	55,5	0,02775	0,00013875	5,5878
110	110000	68,5	0,03425	0,00017125	6,1466
120	120000	81,9	0,04095	0,00020475	6,7054
130	130000	92,4	0,0462	0,000231	7,2642
140	140000	103,4	0,0517	0,0002585	7,8230
150	150000	113,9	0,05695	0,00028475	8,3818
160	160000	122,4	0,0612	0,000306	8,9405
170	170000	131,4	0,0657	0,0003285	9,4993
180	180000	140,9	0,07045	0,00035225	10,0581
190	190000	150,4	0,0752	0,000376	10,6169
200	200000	161,4	0,0807	0,0004035	11,1757
210	210000	165,9	0,08295	0,00041475	11,7345
220	220000	174,9	0,08745	0,00043725	12,2932
230	230000	184,9	0,09245	0,00046225	12,8520

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	195,9	0,09795	0,00048975	13,4108
250	250000	212,4	0,1062	0,000531	13,9696
260	260000	222,4	0,1112	0,000556	14,5284
270	270000	231,9	0,11595	0,00057975	15,0872
280	280000	239,4	0,1197	0,0005985	15,6459
290	290000	247,9	0,12395	0,00061975	16,2047
300	300000	257,3	0,12865	0,00064325	16,7635
310	310000	266,8	0,1334	0,000667	17,3223
320	320000	280,3	0,14015	0,00070075	17,8811
330	330000	296,3	0,14815	0,00074075	18,4399
340	340000	307,3	0,15365	0,00076825	18,9987
350	350000	318,8	0,1594	0,000797	19,5574
360	360000	334,3	0,16715	0,00083575	20,1162
370	370000	348,8	0,1744	0,000872	20,6750
380	380000	363,3	0,18165	0,00090825	21,2338
390	390000	373,2	0,1866	0,000933	21,7926
400	400000	396,7	0,19835	0,00099175	22,3514
410	410000	411,7	0,20585	0,00102925	22,9101
420	420000	422,2	0,2111	0,0010555	23,4689
430	430000	436,2	0,2181	0,0010905	24,0277
440	440000	450,2	0,2251	0,0011255	24,5865
450	450000	466,2	0,2331	0,0011655	25,1453
460	460000	483,6	0,2418	0,001209	25,7041
470	470000	503,6	0,2518	0,001259	26,2628
480	480000	523,6	0,2618	0,001309	26,8216
490	490000	542,6	0,2713	0,0013565	27,3804
500	500000	562,6	0,2813	0,0014065	27,9392
510	510000	595,1	0,29755	0,00148775	28,4980
520	520000	626,6	0,3133	0,0015665	29,0568
530	530000	658,0	0,329	0,001645	29,6155
540	540000	690,0	0,345	0,001725	30,1743
550	550000	723,5	0,36175	0,00180875	30,7331
560	560000	772,5	0,38625	0,00193125	31,2919
570	570000	802,0	0,401	0,002005	31,8507
580	580000	832,9	0,41645	0,00208225	32,4095
590	590000	883,9	0,44195	0,00220975	32,9683
600	600000	933,8	0,4669	0,0023345	33,5270
610	610000	1031,3	0,51565	0,00257825	34,0858
620	620000	1181,7	0,59085	0,00295425	34,6446
630	630000	1299,7	0,64985	0,00324925	35,2034
600	600000	1489,1	0,74455	0,00372275	33,5270

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM DG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM DG-1	151,367	303,200

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	13,0	0,0065	0,0000325	0,5557
20	20000	21,0	0,0105	0,0000525	1,1114
30	30000	32,5	0,01625	0,00008125	1,6671
40	40000	47,5	0,02375	0,00011875	2,2228
50	50000	63,0	0,0315	0,0001575	2,7786
60	60000	67,5	0,03375	0,00016875	3,3343
70	70000	77,5	0,03875	0,00019375	3,8900
80	80000	94,9	0,04745	0,00023725	4,4457
90	90000	106,9	0,05345	0,00026725	5,0014
100	100000	119,4	0,0597	0,0002985	5,5571
110	110000	125,4	0,0627	0,0003135	6,1128
120	120000	137,4	0,0687	0,0003435	6,6685
130	130000	150,4	0,0752	0,000376	7,2243
140	140000	165,9	0,08295	0,00041475	7,7800
150	150000	180,9	0,09045	0,00045225	8,3357
160	160000	194,4	0,0972	0,000486	8,8914
170	170000	201,4	0,1007	0,0005035	9,4471
180	180000	213,9	0,10695	0,00053475	10,0028
190	190000	227,4	0,1137	0,0005685	10,5585
200	200000	243,4	0,1217	0,0006085	11,1142
210	210000	259,9	0,12995	0,00064975	11,6699
220	220000	274,4	0,1372	0,000686	12,2257
230	230000	290,9	0,14545	0,00072725	12,7814

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	306,9	0,15345	0,00076725	13,3371
250	250000	323,9	0,16195	0,00080975	13,8928
260	260000	341,3	0,17065	0,00085325	14,4485
270	270000	355,3	0,17765	0,00088825	15,0042
280	280000	373,8	0,1869	0,0009345	15,5599
290	290000	388,8	0,1944	0,000972	16,1156
300	300000	409,8	0,2049	0,0010245	16,6714
310	310000	424,3	0,21215	0,00106075	17,2271
320	320000	448,8	0,2244	0,001122	17,7828
330	330000	475,8	0,2379	0,0011895	18,3385
340	340000	494,3	0,24715	0,00123575	18,8942
350	350000	508,8	0,2544	0,001272	19,4499
360	360000	524,8	0,2624	0,001312	20,0056
370	370000	544,8	0,2724	0,001362	20,5613
380	380000	567,7	0,28385	0,00141925	21,1170
390	390000	595,2	0,2976	0,001488	21,6728
400	400000	640,7	0,32035	0,00160175	22,2285
410	410000	664,2	0,3321	0,0016605	22,7842
420	420000	690,7	0,34535	0,00172675	23,3399
430	430000	738,1	0,36905	0,00184525	23,8956
440	440000	794,6	0,3973	0,0019865	24,4513
450	450000	842,1	0,42105	0,00210525	25,0070
460	460000	987,0	0,4935	0,0024675	25,5627
465	465000	1330,3	0,66515	0,00332575	25,8406
440	440000	1408,1	0,70405	0,00352025	24,4513

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM DG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM DG-2	150,833	301,800

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	16,0	0,008	0,00004	0,5596
20	20000	32,0	0,016	0,00008	1,1193
30	30000	44,5	0,02225	0,00011125	1,6789
40	40000	59,0	0,0295	0,0001475	2,2386
50	50000	71,5	0,03575	0,00017875	2,7982
60	60000	90,9	0,04545	0,00022725	3,3579
70	70000	107,9	0,05395	0,00026975	3,9175
80	80000	124,9	0,06245	0,00031225	4,4772
90	90000	141,9	0,07095	0,00035475	5,0368
100	100000	157,9	0,07895	0,00039475	5,5965
110	110000	174,4	0,0872	0,000436	6,1561
120	120000	188,4	0,0942	0,000471	6,7158
130	130000	203,4	0,1017	0,0005085	7,2754
140	140000	218,9	0,10945	0,00054725	7,8351
150	150000	240,3	0,12015	0,00060075	8,3947
160	160000	257,8	0,1289	0,0006445	8,9544
170	170000	275,8	0,1379	0,0006895	9,5140
180	180000	284,3	0,14215	0,00071075	10,0737
190	190000	302,8	0,1514	0,000757	10,6333
200	200000	322,8	0,1614	0,000807	11,1930
210	210000	342,3	0,17115	0,00085575	11,7526
220	220000	362,3	0,18115	0,00090575	12,3123
230	230000	382,3	0,19115	0,00095575	12,8719

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	402,3	0,20115	0,00100575	13,4316
250	250000	421,3	0,21065	0,00105325	13,9912
260	260000	440,3	0,22015	0,00110075	14,5509
270	270000	458,3	0,22915	0,00114575	15,1105
280	280000	481,3	0,24065	0,00120325	15,6702
290	290000	500,8	0,2504	0,001252	16,2298
300	300000	524,7	0,26235	0,00131175	16,7895
310	310000	547,7	0,27385	0,00136925	17,3491
320	320000	568,2	0,2841	0,0014205	17,9088
330	330000	588,2	0,2941	0,0014705	18,4684
340	340000	608,7	0,30435	0,00152175	19,0281
350	350000	630,2	0,3151	0,0015755	19,5877
360	360000	652,2	0,3261	0,0016305	20,1474
370	370000	678,2	0,3391	0,0016955	20,7070
380	380000	705,7	0,35285	0,00176425	21,2666
390	390000	731,2	0,3656	0,001828	21,8263
400	400000	755,2	0,3776	0,001888	22,3859
410	410000	777,7	0,38885	0,00194425	22,9456
420	420000	807,1	0,40355	0,00201775	23,5052
430	430000	838,1	0,41905	0,00209525	24,0649
440	440000	873,6	0,4368	0,002184	24,6245
450	450000	903,6	0,4518	0,002259	25,1842
460	460000	934,6	0,4673	0,0023365	25,7438
470	470000	977,1	0,48855	0,00244275	26,3035
480	480000	1010,1	0,50505	0,00252525	26,8631
490	490000	1063,5	0,53175	0,00265875	27,4228
500	500000	1129,5	0,56475	0,00282375	27,9824
510	510000	1188,5	0,59425	0,00297125	28,5421
515	515000	1272,9	0,63645	0,00318225	28,8219
500	500000	1412,9	0,70645	0,00353225	27,9824
410	410000	1519,3	0,75965	0,00379825	22,9456

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM DG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM DG-3	151,367	305,583

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	23,5	0,01175	0,00005875	0,5557
20	20000	37,0	0,0185	0,0000925	1,1114
30	30000	52,5	0,02625	0,00013125	1,6671
40	40000	65,0	0,0325	0,0001625	2,2228
50	50000	80,0	0,04	0,0002	2,7786
60	60000	103,4	0,0517	0,0002585	3,3343
70	70000	117,9	0,05895	0,00029475	3,8900
80	80000	128,9	0,06445	0,00032225	4,4457
90	90000	145,4	0,0727	0,0003635	5,0014
100	100000	163,9	0,08195	0,00040975	5,5571
110	110000	183,4	0,0917	0,0004585	6,1128
120	120000	191,9	0,09595	0,00047975	6,6685
130	130000	210,9	0,10545	0,00052725	7,2243
140	140000	231,9	0,11595	0,00057975	7,7800
150	150000	241,9	0,12095	0,00060475	8,3357
160	160000	259,3	0,12965	0,00064825	8,8914
170	170000	276,8	0,1384	0,000692	9,4471
180	180000	295,8	0,1479	0,0007395	10,0028
190	190000	314,8	0,1574	0,000787	10,5585
200	200000	327,3	0,16365	0,00081825	11,1142
210	210000	343,8	0,1719	0,0008595	11,6699
220	220000	360,3	0,18015	0,00090075	12,2257
230	230000	378,3	0,18915	0,00094575	12,7814

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	395,8	0,1979	0,0009895	13,3371
250	250000	411,8	0,2059	0,0010295	13,8928
260	260000	429,3	0,21465	0,00107325	14,4485
270	270000	452,2	0,2261	0,0011305	15,0042
280	280000	470,2	0,2351	0,0011755	15,5599
290	290000	488,2	0,2441	0,0012205	16,1156
300	300000	510,2	0,2551	0,0012755	16,6714
310	310000	528,2	0,2641	0,0013205	17,2271
320	320000	549,7	0,27485	0,00137425	17,7828
330	330000	575,7	0,28785	0,00143925	18,3385
340	340000	600,7	0,30035	0,00150175	18,8942
350	350000	623,2	0,3116	0,001558	19,4499
360	360000	649,2	0,3246	0,001623	20,0056
370	370000	681,1	0,34055	0,00170275	20,5613
380	380000	714,1	0,35705	0,00178525	21,1170
390	390000	748,1	0,37405	0,00187025	21,6728
400	400000	827,6	0,4138	0,002069	22,2285
410	410000	884,5	0,44225	0,00221125	22,7842
415	415000	970,0	0,485	0,002425	23,0620
400	400000	1629,6	0,8148	0,004074	22,2285
380	380000	1908,9	0,95445	0,00477225	21,1170

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM DG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM DG-4	150,300	304,467

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	18,5	0,00925	0,00004625	0,5636
20	20000	33,0	0,0165	0,0000825	1,1273
30	30000	46,0	0,023	0,000115	1,6909
40	40000	62,5	0,03125	0,00015625	2,2545
50	50000	74,0	0,037	0,000185	2,8181
60	60000	84,4	0,0422	0,000211	3,3818
70	70000	98,9	0,04945	0,00024725	3,9454
80	80000	113,4	0,0567	0,0002835	4,5090
90	90000	131,9	0,06595	0,00032975	5,0726
100	100000	152,4	0,0762	0,000381	5,6363
110	110000	163,9	0,08195	0,00040975	6,1999
120	120000	182,9	0,09145	0,00045725	6,7635
130	130000	201,9	0,10095	0,00050475	7,3272
140	140000	224,9	0,11245	0,00056225	7,8908
150	150000	245,9	0,12295	0,00061475	8,4544
160	160000	256,8	0,1284	0,000642	9,0180
170	170000	275,3	0,13765	0,00068825	9,5817
180	180000	284,8	0,1424	0,000712	10,1453
190	190000	303,8	0,1519	0,0007595	10,7089
200	200000	321,3	0,16065	0,00080325	11,2725
210	210000	330,8	0,1654	0,000827	11,8362
220	220000	345,8	0,1729	0,0008645	12,3998
230	230000	361,3	0,18065	0,00090325	12,9634

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	376,3	0,18815	0,00094075	13,5271
250	250000	391,8	0,1959	0,0009795	14,0907
260	260000	411,8	0,2059	0,0010295	14,6543
270	270000	430,8	0,2154	0,001077	15,2179
280	280000	451,8	0,2259	0,0011295	15,7816
290	290000	471,8	0,2359	0,0011795	16,3452
300	300000	491,2	0,2456	0,001228	16,9088
310	310000	509,7	0,25485	0,00127425	17,4725
320	320000	539,7	0,26985	0,00134925	18,0361
330	330000	564,2	0,2821	0,0014105	18,5997
340	340000	582,7	0,29135	0,00145675	19,1633
350	350000	607,2	0,3036	0,001518	19,7270
360	360000	626,2	0,3131	0,0015655	20,2906
370	370000	644,2	0,3221	0,0016105	20,8542
380	380000	668,7	0,33435	0,00167175	21,4178
390	390000	693,7	0,34685	0,00173425	21,9815
400	400000	732,1	0,36605	0,00183025	22,5451
410	410000	755,1	0,37755	0,00188775	23,1087
420	420000	778,6	0,3893	0,0019465	23,6724
430	430000	803,6	0,4018	0,002009	24,2360
440	440000	842,6	0,4213	0,0021065	24,7996
450	450000	874,1	0,43705	0,00218525	25,3632
460	460000	926,5	0,46325	0,00231625	25,9269
470	470000	1039,5	0,51975	0,00259875	26,4905
480	480000	1194,9	0,59745	0,00298725	27,0541
490	490000	1210,3	0,60515	0,00302575	27,6177
500	500000	1348,7	0,67435	0,00337175	28,1814
480	480000	1463,2	0,7316	0,003658	27,0541

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM DG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM DG-5	150,500	302,967

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	23,5	0,01175	0,00005875	0,5621
20	20000	35,5	0,01775	0,00008875	1,1243
30	30000	55,5	0,02775	0,00013875	1,6864
40	40000	73,0	0,0365	0,0001825	2,2485
50	50000	91,9	0,04595	0,00022975	2,8107
60	60000	109,4	0,0547	0,0002735	3,3728
70	70000	124,9	0,06245	0,00031225	3,9349
80	80000	141,4	0,0707	0,0003535	4,4970
90	90000	161,4	0,0807	0,0004035	5,0592
100	100000	185,9	0,09295	0,00046475	5,6213
110	110000	197,4	0,0987	0,0004935	6,1834
120	120000	218,9	0,10945	0,00054725	6,7456
130	130000	238,4	0,1192	0,000596	7,3077
140	140000	260,8	0,1304	0,000652	7,8698
150	150000	282,3	0,14115	0,00070575	8,4320
160	160000	291,8	0,1459	0,0007295	8,9941
170	170000	313,3	0,15665	0,00078325	9,5562
180	180000	335,3	0,16765	0,00083825	10,1183
190	190000	357,8	0,1789	0,0008945	10,6805
200	200000	369,8	0,1849	0,0009245	11,2426
210	210000	391,3	0,19565	0,00097825	11,8047
220	220000	409,7	0,20485	0,00102425	12,3669
230	230000	427,7	0,21385	0,00106925	12,9290

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	447,7	0,22385	0,00111925	13,4911
250	250000	467,7	0,23385	0,00116925	14,0533
260	260000	491,2	0,2456	0,001228	14,6154
270	270000	511,2	0,2556	0,001278	15,1775
280	280000	532,7	0,26635	0,00133175	15,7397
290	290000	548,7	0,27435	0,00137175	16,3018
300	300000	568,2	0,2841	0,0014205	16,8639
310	310000	581,2	0,2906	0,001453	17,4260
320	320000	595,2	0,2976	0,001488	17,9882
330	330000	611,7	0,30585	0,00152925	18,5503
340	340000	638,1	0,31905	0,00159525	19,1124
350	350000	657,6	0,3288	0,001644	19,6746
360	360000	673,1	0,33655	0,00168275	20,2367
370	370000	687,1	0,34355	0,00171775	20,7988
380	380000	703,6	0,3518	0,001759	21,3610
390	390000	720,1	0,36005	0,00180025	21,9231
400	400000	756,6	0,3783	0,0018915	22,4852
410	410000	776,1	0,38805	0,00194025	23,0473
420	420000	795,5	0,39775	0,00198875	23,6095
430	430000	832,0	0,416	0,00208	24,1716
440	440000	862,5	0,43125	0,00215625	24,7337
450	450000	893,5	0,44675	0,00223375	25,2959
460	460000	951,4	0,4757	0,0023785	25,8580
470	470000	997,9	0,49895	0,00249475	26,4201
480	480000	1075,9	0,53795	0,00268975	26,9823
490	490000	1111,3	0,55565	0,00277825	27,5444
500	500000	1249,7	0,62485	0,00312425	28,1065
510	510000	1323,4	0,6617	0,0033085	28,6687
520	520000	1472,3	0,73615	0,00368075	29,2308
480	480000	1732,5	0,86625	0,00433125	26,9823

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM TG-1 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM TG-1	149,800	302,633

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5674
20	20000	20,0	0,01	0,00005	1,1348
30	30000	32,0	0,016	0,00008	1,7022
40	40000	39,5	0,01975	0,00009875	2,2696
50	50000	54,0	0,027	0,000135	2,8370
60	60000	65,5	0,03275	0,00016375	3,4044
70	70000	77,4	0,0387	0,0001935	3,9718
80	80000	88,4	0,0442	0,000221	4,5392
90	90000	101,4	0,0507	0,0002535	5,1066
100	100000	114,9	0,05745	0,00028725	5,6740
110	110000	125,9	0,06295	0,00031475	6,2414
120	120000	138,4	0,0692	0,000346	6,8088
130	130000	151,4	0,0757	0,0003785	7,3762
140	140000	166,9	0,08345	0,00041725	7,9435
150	150000	183,9	0,09195	0,00045975	8,5109
160	160000	191,4	0,0957	0,0004785	9,0783
170	170000	210,9	0,10545	0,00052725	9,6457
180	180000	224,4	0,1122	0,000561	10,2131
190	190000	237,9	0,11895	0,00059475	10,7805
200	200000	252,8	0,1264	0,000632	11,3479
210	210000	271,8	0,1359	0,0006795	11,9153
220	220000	288,3	0,14415	0,00072075	12,4827
230	230000	303,3	0,15165	0,00075825	13,0501

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	319,3	0,15965	0,00079825	13,6175
250	250000	340,8	0,1704	0,000852	14,1849
260	260000	355,8	0,1779	0,0008895	14,7523
270	270000	371,8	0,1859	0,0009295	15,3197
280	280000	386,3	0,19315	0,00096575	15,8871
290	290000	400,7	0,20035	0,00100175	16,4545
300	300000	418,7	0,20935	0,00104675	17,0219
310	310000	429,7	0,21485	0,00107425	17,5893
320	320000	447,7	0,22385	0,00111925	18,1567
330	330000	467,2	0,2336	0,001168	18,7241
340	340000	485,7	0,24285	0,00121425	19,2915
350	350000	502,7	0,25135	0,00125675	19,8589
360	360000	518,2	0,2591	0,0012955	20,4263
370	370000	531,7	0,26585	0,00132925	20,9937
380	380000	555,2	0,2776	0,001388	21,5611
390	390000	578,7	0,28935	0,00144675	22,1285
400	400000	605,7	0,30285	0,00151425	22,6959
410	410000	625,6	0,3128	0,001564	23,2632
420	420000	637,1	0,31855	0,00159275	23,8306
430	430000	657,6	0,3288	0,001644	24,3980
440	440000	680,6	0,3403	0,0017015	24,9654
450	450000	697,6	0,3488	0,001744	25,5328
460	460000	715,1	0,35755	0,00178775	26,1002
470	470000	734,1	0,36705	0,00183525	26,6676
480	480000	762,6	0,3813	0,0019065	27,2350
490	490000	781,1	0,39055	0,00195275	27,8024
500	500000	823,0	0,4115	0,0020575	28,3698
510	510000	844,5	0,42225	0,00211125	28,9372
520	520000	868,5	0,43425	0,00217125	29,5046
530	530000	897,0	0,4485	0,0022425	30,0720
540	540000	934,0	0,467	0,002335	30,6394
550	550000	983,9	0,49195	0,00245975	31,2068
555	555000	1081,4	0,5407	0,0027035	31,4905
540	540000	1171,8	0,5859	0,0029295	30,6394
530	530000	1279,8	0,6399	0,0031995	30,0720
520	520000	1400,2	0,7001	0,0035005	29,5046

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM TG-2 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM TG-2	149,800	301,467

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	18,0	0,009	0,000045	0,5674
20	20000	33,5	0,01675	0,00008375	1,1348
30	30000	48,0	0,024	0,00012	1,7022
40	40000	65,5	0,03275	0,00016375	2,2696
50	50000	89,9	0,04495	0,00022475	2,8370
60	60000	107,4	0,0537	0,0002685	3,4044
70	70000	122,4	0,0612	0,000306	3,9718
80	80000	143,4	0,0717	0,0003585	4,5392
90	90000	155,9	0,07795	0,00038975	5,1066
100	100000	176,9	0,08845	0,00044225	5,6740
110	110000	193,9	0,09695	0,00048475	6,2414
120	120000	219,9	0,10995	0,00054975	6,8088
130	130000	240,4	0,1202	0,000601	7,3762
140	140000	252,3	0,12615	0,00063075	7,9435
150	150000	275,3	0,13765	0,00068825	8,5109
160	160000	285,8	0,1429	0,0007145	9,0783
170	170000	305,8	0,1529	0,0007645	9,6457
180	180000	324,3	0,16215	0,00081075	10,2131
190	190000	352,8	0,1764	0,000882	10,7805
200	200000	371,3	0,18565	0,00092825	11,3479
210	210000	381,8	0,1909	0,0009545	11,9153
220	220000	402,8	0,2014	0,001007	12,4827
230	230000	424,7	0,21235	0,00106175	13,0501

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	447,2	0,2236	0,001118	13,6175
250	250000	467,7	0,23385	0,00116925	14,1849
260	260000	488,7	0,24435	0,00122175	14,7523
270	270000	507,7	0,25385	0,00126925	15,3197
280	280000	532,7	0,26635	0,00133175	15,8871
290	290000	554,2	0,2771	0,0013855	16,4545
300	300000	567,7	0,28385	0,00141925	17,0219
310	310000	586,6	0,2933	0,0014665	17,5893
320	320000	601,6	0,3008	0,001504	18,1567
330	330000	618,1	0,30905	0,00154525	18,7241
340	340000	646,1	0,32305	0,00161525	19,2915
350	350000	666,6	0,3333	0,0016665	19,8589
360	360000	684,6	0,3423	0,0017115	20,4263
370	370000	714,6	0,3573	0,0017865	20,9937
380	380000	738,1	0,36905	0,00184525	21,5611
390	390000	762,0	0,381	0,001905	22,1285
400	400000	787,0	0,3935	0,0019675	22,6959
410	410000	813,5	0,40675	0,00203375	23,2632
420	420000	833,0	0,4165	0,0020825	23,8306
430	430000	842,5	0,42125	0,00210625	24,3980
440	440000	860,0	0,43	0,00215	24,9654
450	450000	886,0	0,443	0,002215	25,5328
460	460000	922,4	0,4612	0,002306	26,1002
470	470000	942,4	0,4712	0,002356	26,6676
480	480000	973,9	0,48695	0,00243475	27,2350
490	490000	1009,4	0,5047	0,0025235	27,8024
500	500000	1035,4	0,5177	0,0025885	28,3698
510	510000	1062,4	0,5312	0,002656	28,9372
520	520000	1112,8	0,5564	0,002782	29,5046
525	525000	1257,2	0,6286	0,003143	29,7883
520	520000	1447,6	0,7238	0,003619	29,5046
510	510000	1544,6	0,7723	0,0038615	28,9372
490	490000	1676,5	0,83825	0,00419125	27,8024
470	470000	1753,9	0,87695	0,00438475	26,6676

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM TG-3 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM TG-3	152,167	303,067

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^{3}$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5499
20	20000	29,0	0,0145	0,0000725	1,0998
30	30000	38,0	0,019	0,000095	1,6497
40	40000	66,5	0,03325	0,00016625	2,1995
50	50000	83,0	0,0415	0,0002075	2,7494
60	60000	104,9	0,05245	0,00026225	3,2993
70	70000	113,4	0,0567	0,0002835	3,8492
80	80000	126,9	0,06345	0,00031725	4,3991
90	90000	143,9	0,07195	0,00035975	4,9490
100	100000	158,4	0,0792	0,000396	5,4988
110	110000	174,4	0,0872	0,000436	6,0487
120	120000	187,9	0,09395	0,00046975	6,5986
130	130000	203,9	0,10195	0,00050975	7,1485
140	140000	222,4	0,1112	0,000556	7,6984
150	150000	231,9	0,11595	0,00057975	8,2483
160	160000	249,9	0,12495	0,00062475	8,7981
170	170000	268,8	0,1344	0,000672	9,3480
180	180000	290,8	0,1454	0,000727	9,8979
190	190000	301,8	0,1509	0,0007545	10,4478
200	200000	322,3	0,16115	0,00080575	10,9977
210	210000	342,8	0,1714	0,000857	11,5476
220	220000	362,8	0,1814	0,000907	12,0974
230	230000	383,8	0,1919	0,0009595	12,6473

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)(mm)$	Regangan $(\Delta L/Lo)(mm)$	Tegangan $(P/A)(MPa)$
kN	N				
240	240000	406,3	0,20315	0,00101575	13,1972
250	250000	431,8	0,2159	0,0010795	13,7471
260	260000	452,2	0,2261	0,0011305	14,2970
270	270000	471,7	0,23585	0,00117925	14,8469
280	280000	494,7	0,24735	0,00123675	15,3968
290	290000	520,7	0,26035	0,00130175	15,9466
300	300000	541,2	0,2706	0,001353	16,4965
310	310000	567,2	0,2836	0,001418	17,0464
320	320000	597,2	0,2986	0,001493	17,5963
330	330000	623,7	0,31185	0,00155925	18,1462
340	340000	649,7	0,32485	0,00162425	18,6961
350	350000	673,2	0,3366	0,001683	19,2459
360	360000	696,2	0,3481	0,0017405	19,7958
370	370000	723,6	0,3618	0,001809	20,3457
380	380000	754,6	0,3773	0,0018865	20,8956
390	390000	794,1	0,39705	0,00198525	21,4455
400	400000	831,1	0,41555	0,00207775	21,9954
410	410000	860,1	0,43005	0,00215025	22,5452
420	420000	899,6	0,4498	0,002249	23,0951
430	430000	941,6	0,4708	0,002354	23,6450
440	440000	985,0	0,4925	0,0024625	24,1949
450	450000	1020,0	0,51	0,00255	24,7448
460	460000	1087,0	0,5435	0,0027175	25,2947
470	470000	1150,5	0,57525	0,00287625	25,8445
480	480000	1197,9	0,59895	0,00299475	26,3944
490	490000	1317,4	0,6587	0,0032935	26,9443
480	480000	1460,8	0,7304	0,003652	26,3944
460	460000	1510,7	0,75535	0,00377675	25,2947

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM TG-4 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM TG-4	150,167	303,367

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	6,5	0,00325	0,00001625	0,5646
20	20000	16	0,008	0,00004	1,1293
30	30000	26,5	0,01325	0,00006625	1,6939
40	40000	40	0,02	0,0001	2,2585
50	50000	58,5	0,02925	0,00014625	2,8231
60	60000	78	0,039	0,000195	3,3878
70	70000	86,4	0,0432	0,000216	3,9524
80	80000	105,4	0,0527	0,0002635	4,5170
90	90000	123,4	0,0617	0,0003085	5,0817
100	100000	140,4	0,0702	0,000351	5,6463
110	110000	157,4	0,0787	0,0003935	6,2109
120	120000	175,9	0,08795	0,00043975	6,7755
130	130000	194,9	0,09745	0,00048725	7,3402
140	140000	213,4	0,1067	0,0005335	7,9048
150	150000	232,9	0,11645	0,00058225	8,4694
160	160000	242,9	0,12145	0,00060725	9,0341
170	170000	261,3	0,13065	0,00065325	9,5987
180	180000	278,3	0,13915	0,00069575	10,1633
190	190000	295,3	0,14765	0,00073825	10,7279
200	200000	311,8	0,1559	0,0007795	11,2926
210	210000	325,3	0,16265	0,00081325	11,8572
220	220000	337,8	0,1689	0,0008445	12,4218
230	230000	350,3	0,17515	0,00087575	12,9865

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya $(1/2\Delta L)$(mm)	Regangan $(\Delta L/Lo)$(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	366,8	0,1834	0,000917	13,5511
250	250000	377,8	0,1889	0,0009445	14,1157
260	260000	396,3	0,19815	0,00099075	14,6803
270	270000	408,8	0,2044	0,001022	15,2450
280	280000	423,7	0,21185	0,00105925	15,8096
290	290000	438,7	0,21935	0,00109675	16,3742
300	300000	458,2	0,2291	0,0011455	16,9389
310	310000	470,7	0,23535	0,00117675	17,5035
320	320000	485,7	0,24285	0,00121425	18,0681
330	330000	519,7	0,25985	0,00129925	18,6328
340	340000	541,2	0,2706	0,001353	19,1974
350	350000	560,7	0,28035	0,00140175	19,7620
360	360000	578,7	0,28935	0,00144675	20,3266
370	370000	587,6	0,2938	0,001469	20,8913
380	380000	604,6	0,3023	0,0015115	21,4559
390	390000	621,6	0,3108	0,001554	22,0205
400	400000	656,6	0,3283	0,0016415	22,5852
410	410000	689,6	0,3448	0,001724	23,1498
420	420000	716,1	0,35805	0,00179025	23,7144
430	430000	757	0,3785	0,0018925	24,2790
440	440000	845	0,4225	0,0021125	24,8437
450	450000	938,4	0,4692	0,002346	25,4083
460	460000	1141,3	0,57065	0,00285325	25,9729
470	470000	1243,3	0,62165	0,00310825	26,5376
460	460000	1426,1	0,71305	0,00356525	25,9729
440	440000	1650	0,825	0,004125	24,8437

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON BMM TG-5 (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Maulana Ikhsan Ahmad

NIM : 17511128

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana f'c = 25 MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BMM TG-5	150,950	302,800

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial .....x10^3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	12,0	0,006	0,00003	0,5588
20	20000	19,0	0,0095	0,0000475	1,1176
30	30000	31,5	0,01575	0,00007875	1,6764
40	40000	50,0	0,025	0,000125	2,2351
50	50000	55,5	0,02775	0,00013875	2,7939
60	60000	68,0	0,034	0,00017	3,3527
70	70000	78,4	0,0392	0,000196	3,9115
80	80000	89,9	0,04495	0,00022475	4,4703
90	90000	103,9	0,05195	0,00025975	5,0291
100	100000	118,4	0,0592	0,000296	5,5878
110	110000	131,9	0,06595	0,00032975	6,1466
120	120000	145,9	0,07295	0,00036475	6,7054
130	130000	161,4	0,0807	0,0004035	7,2642
140	140000	169,9	0,08495	0,00042475	7,8230
150	150000	184,9	0,09245	0,00046225	8,3818
160	160000	200,9	0,10045	0,00050225	8,9405
170	170000	217,4	0,1087	0,0005435	9,4993
180	180000	233,4	0,1167	0,0005835	10,0581
190	190000	249,8	0,1249	0,0006245	10,6169
200	200000	266,3	0,13315	0,00066575	11,1757
210	210000	283,3	0,14165	0,00070825	11,7345
220	220000	299,3	0,14965	0,00074825	12,2932
230	230000	315,8	0,1579	0,0007895	12,8520

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial $\ldots\ldots x10^3$	ΔL Sebebarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	331,3	0,16565	0,00082825	13,4108
250	250000	344,3	0,17215	0,00086075	13,9696
260	260000	355,3	0,17765	0,00088825	14,5284
270	270000	366,8	0,1834	0,000917	15,0872
280	280000	382,3	0,19115	0,00095575	15,6459
290	290000	395,3	0,19765	0,00098825	16,2047
300	300000	409,3	0,20465	0,00102325	16,7635
310	310000	421,8	0,2109	0,0010545	17,3223
320	320000	444,3	0,22215	0,00111075	17,8811
330	330000	465,8	0,2329	0,0011645	18,4399
340	340000	475,8	0,2379	0,0011895	18,9987
350	350000	496,8	0,2484	0,001242	19,5574
360	360000	509,7	0,25485	0,00127425	20,1162
370	370000	524,7	0,26235	0,00131175	20,6750
380	380000	540,2	0,2701	0,0013505	21,2338
390	390000	564,2	0,2821	0,0014105	21,7926
400	400000	590,2	0,2951	0,0014755	22,3514
410	410000	607,2	0,3036	0,001518	22,9101
420	420000	633,7	0,31685	0,00158425	23,4689
430	430000	650,2	0,3251	0,0016255	24,0277
440	440000	698,6	0,3493	0,0017465	24,5865
450	450000	732,6	0,3663	0,0018315	25,1453
460	460000	760,1	0,38005	0,00190025	25,7041
470	470000	789,6	0,3948	0,001974	26,2628
480	480000	870,5	0,43525	0,00217625	26,8216
490	490000	955,0	0,4775	0,0023875	27,3804
500	500000	1185,3	0,59265	0,00296325	27,9392
480	480000	1423,1	0,71155	0,00355775	26,8216
460	460000	1535,4	0,7677	0,0038385	25,7041

Diperiksa,
Laboran

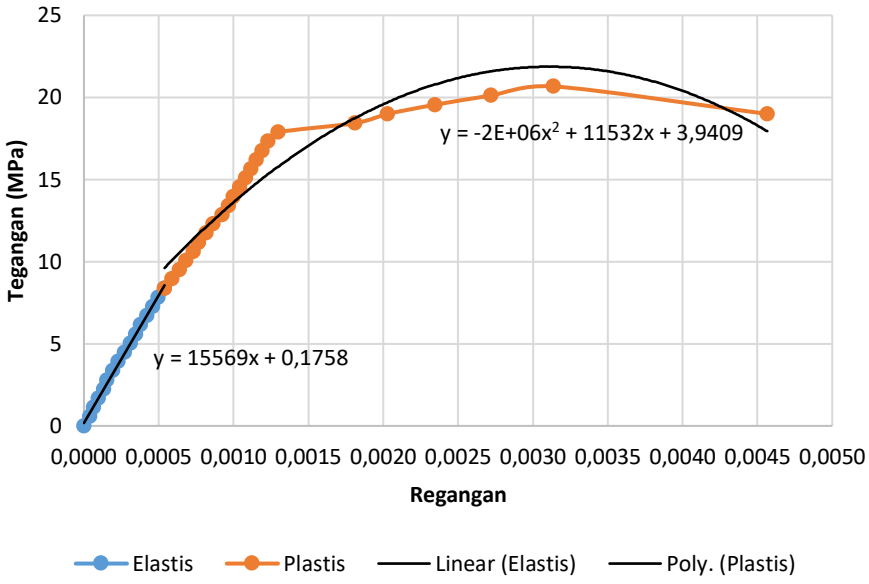
(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboraturium

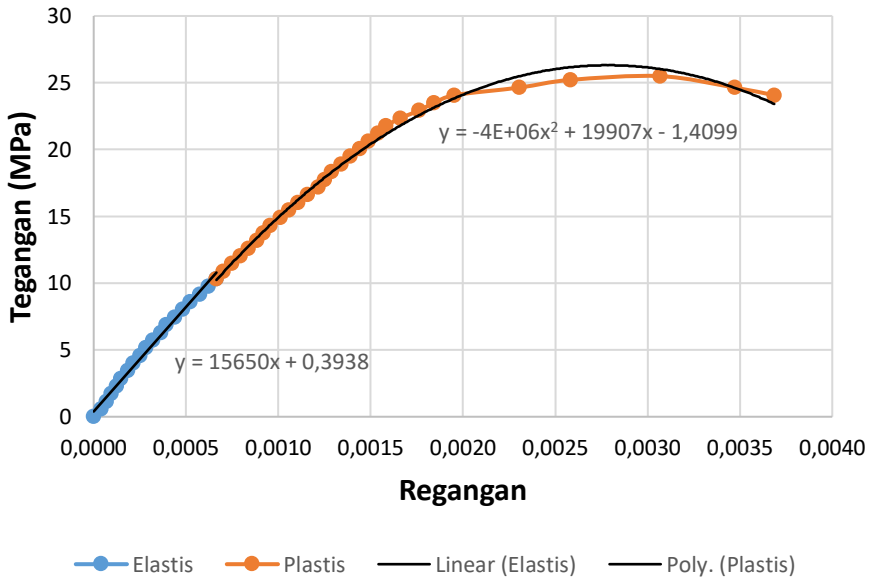


(Malik Musthofa, S.T., M.Eng.)

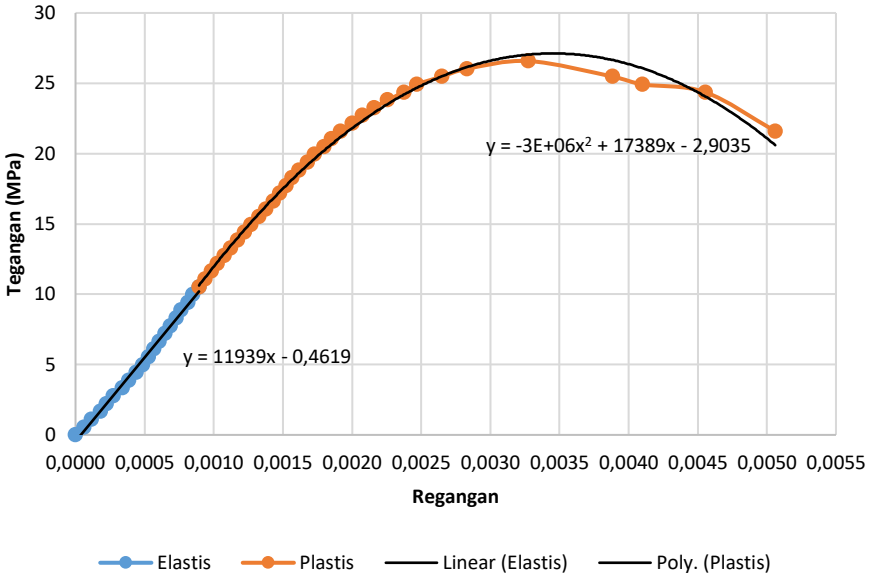
Lampiran 8 Grafik Modulus Elastisitas Beton



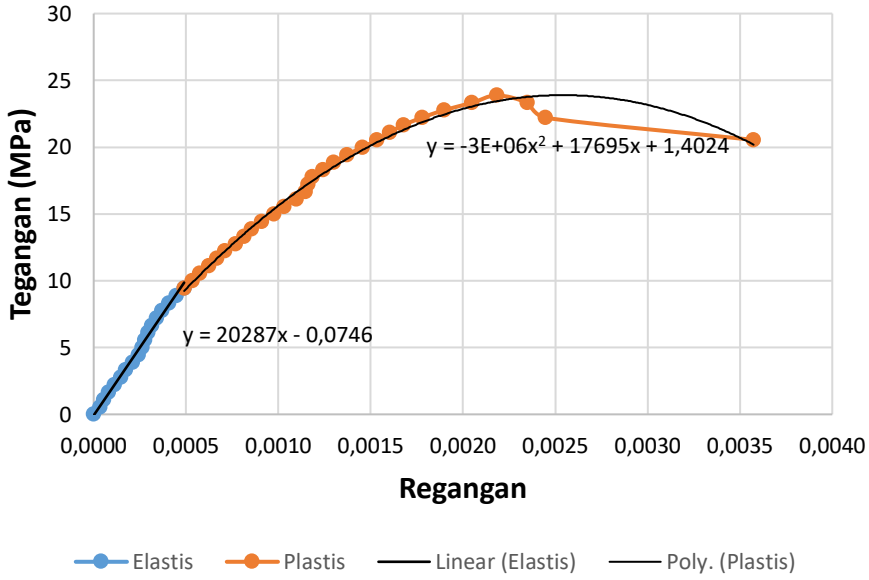
Gambar L-8.1 Modulus Elastisitas BMP DG 1



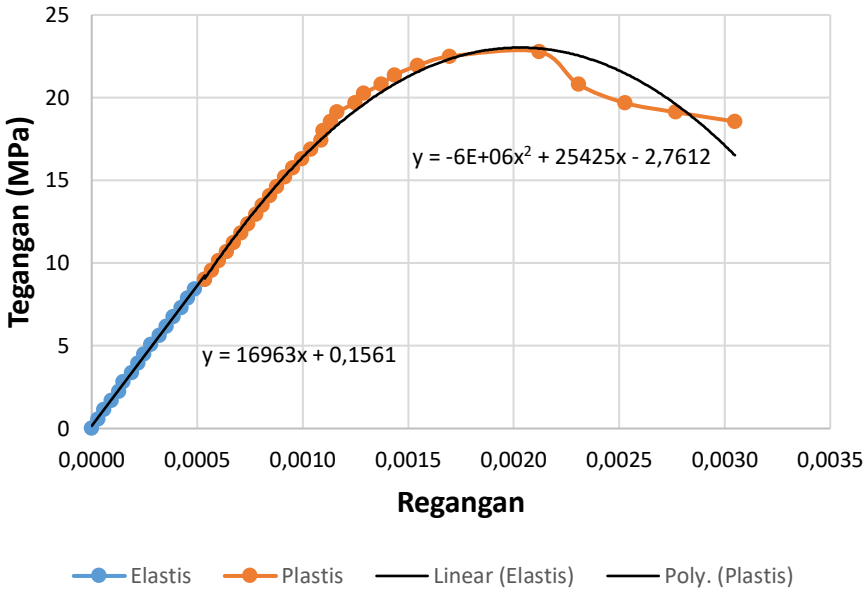
Gambar L-8.2 Modulus Elastisitas BMP DG 2



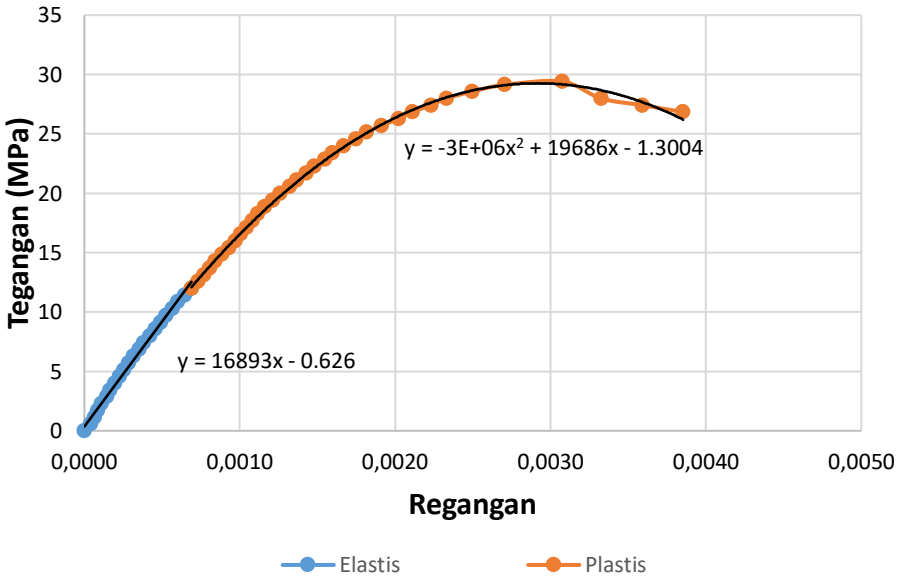
Gambar L-8.3 Modulus Elastisitas BMP DG 3



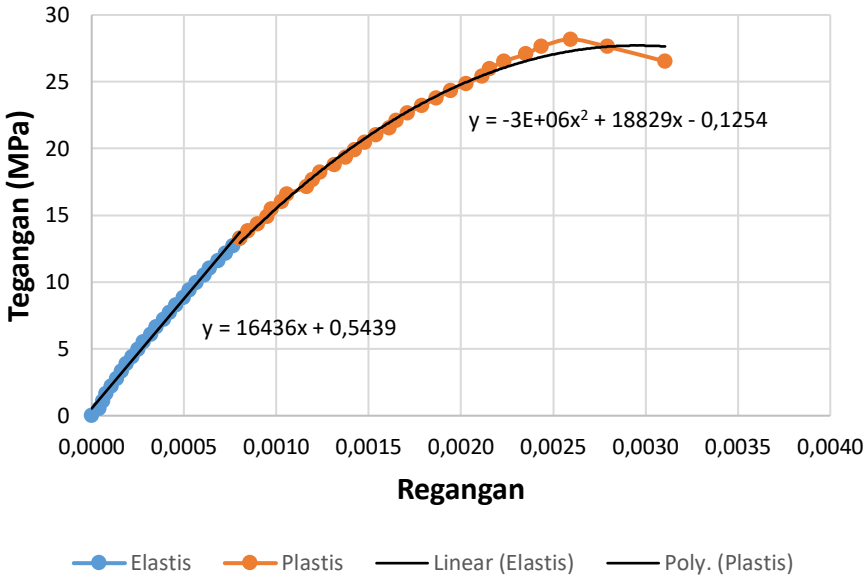
Gambar L-8.4 Modulus Elastisitas BMP DG 4



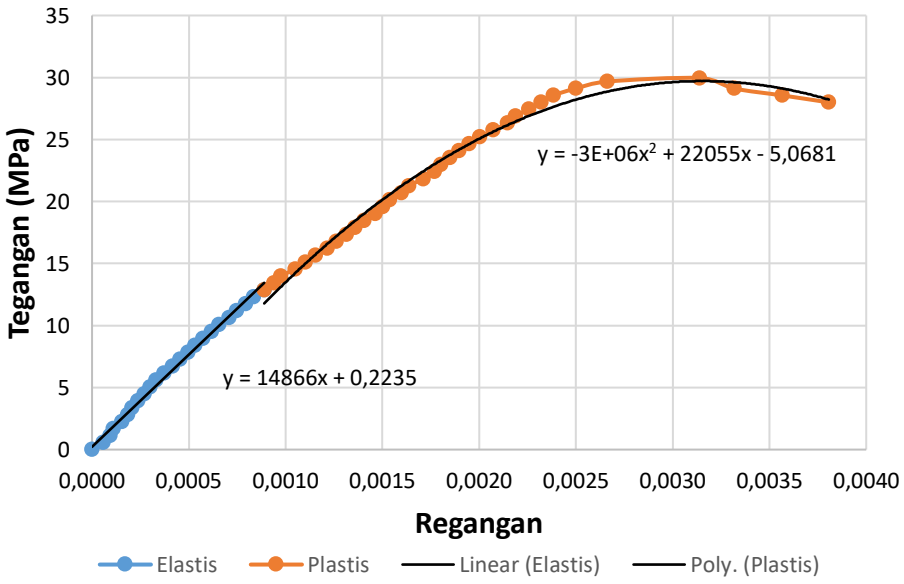
Gambar L-8.5 Modulus Elastisitas BMP DG 5



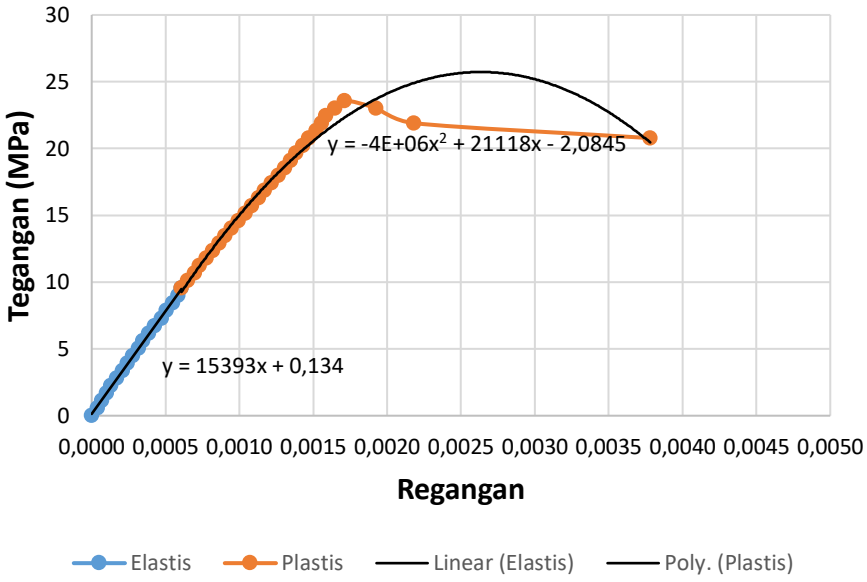
Gambar L-8.6 Modulus Elastisitas BMP TG 1



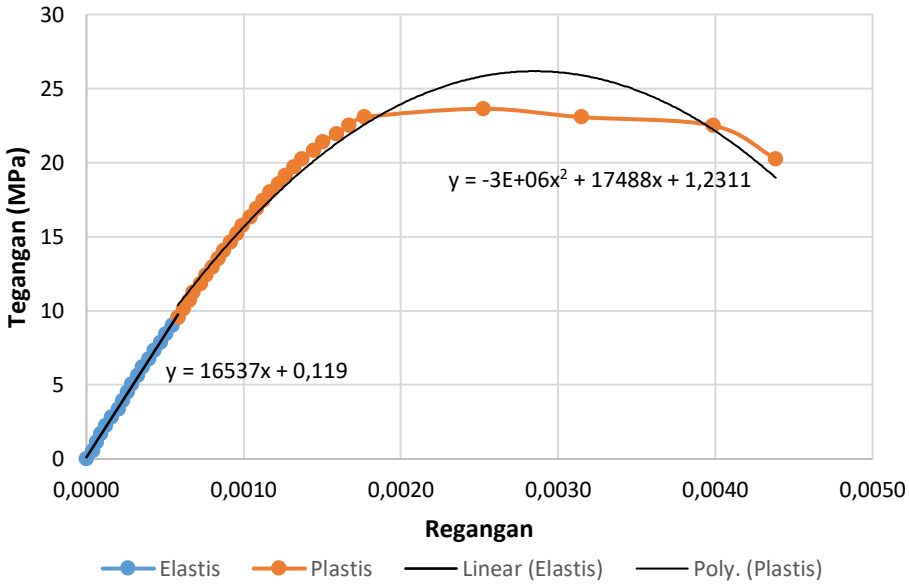
Gambar L-8.7 Modulus Elastisitas BMP TG 2



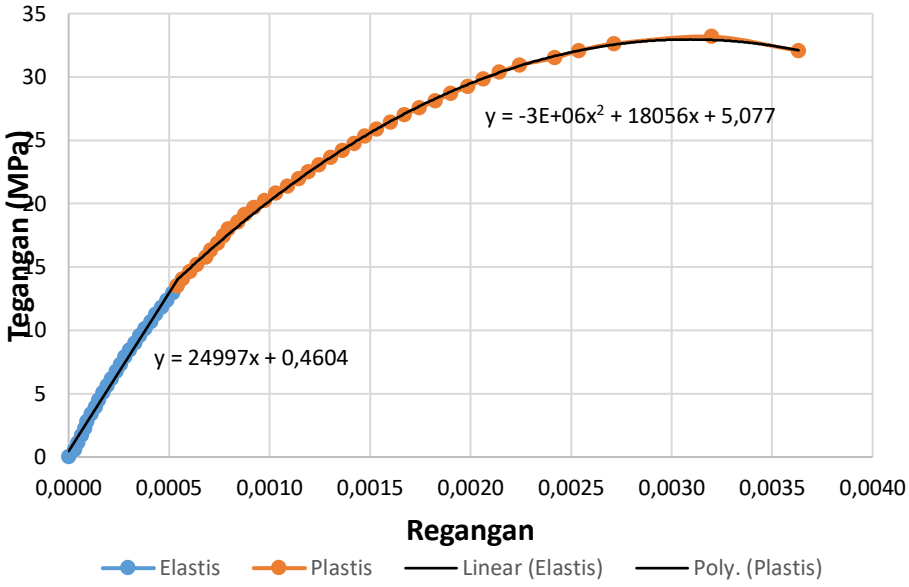
Gambar L-8.8 Modulus Elastisitas BMP TG 3



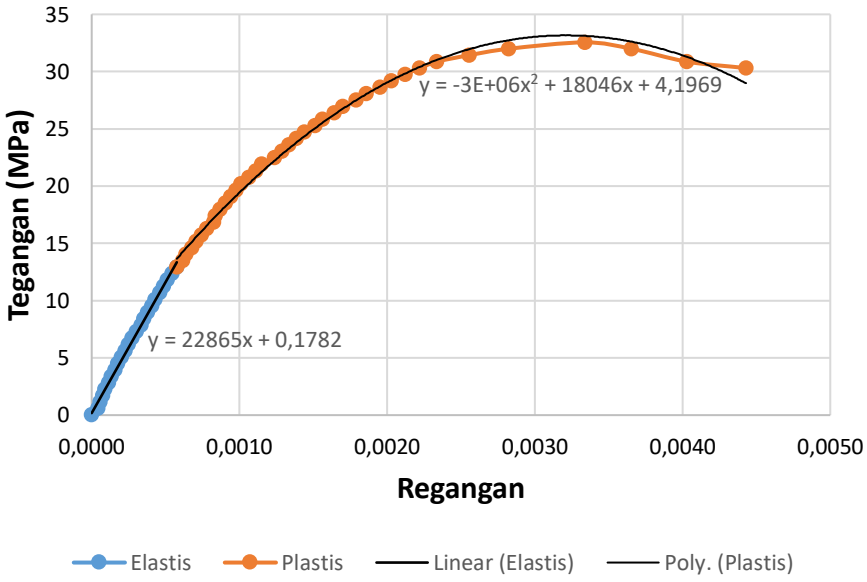
Gambar L-8.9 Modulus Elastisitas BMP TG 4



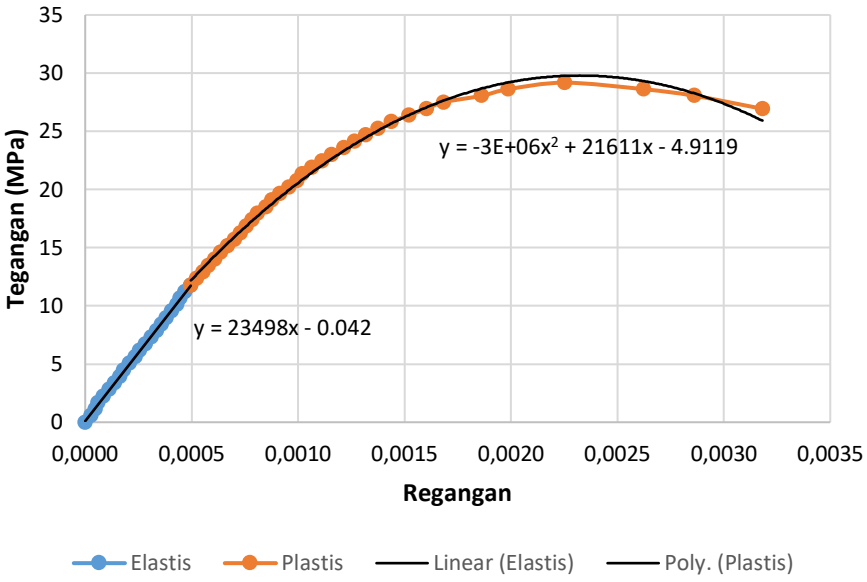
Gambar L-8.10 Modulus Elastisitas BMP TG 5



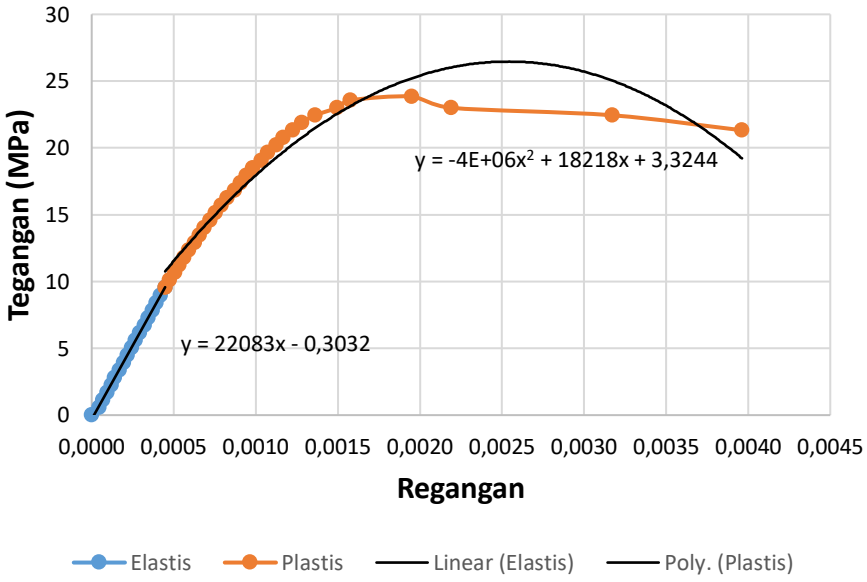
Gambar L-8.11 Modulus Elastisitas BCP DG 1



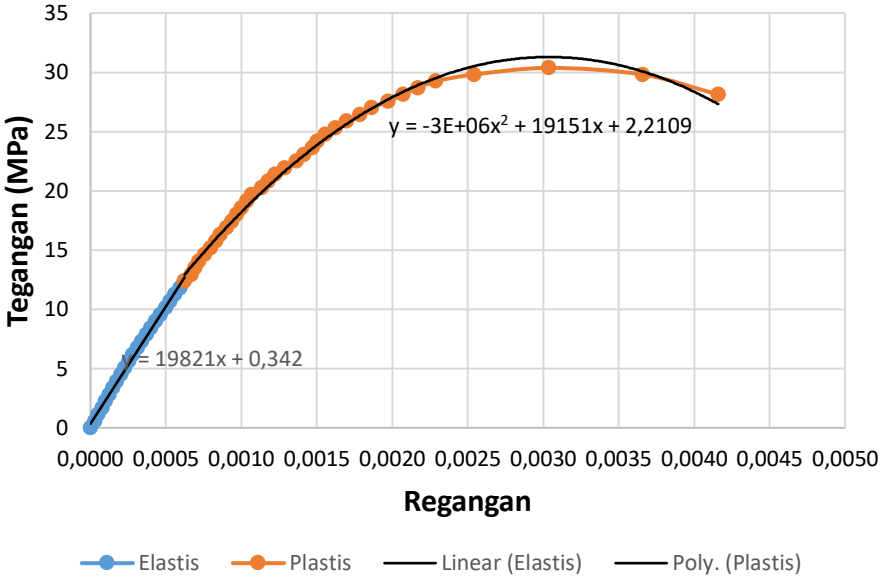
Gambar L-8.12 Modulus Elastisitas BCP DG 2



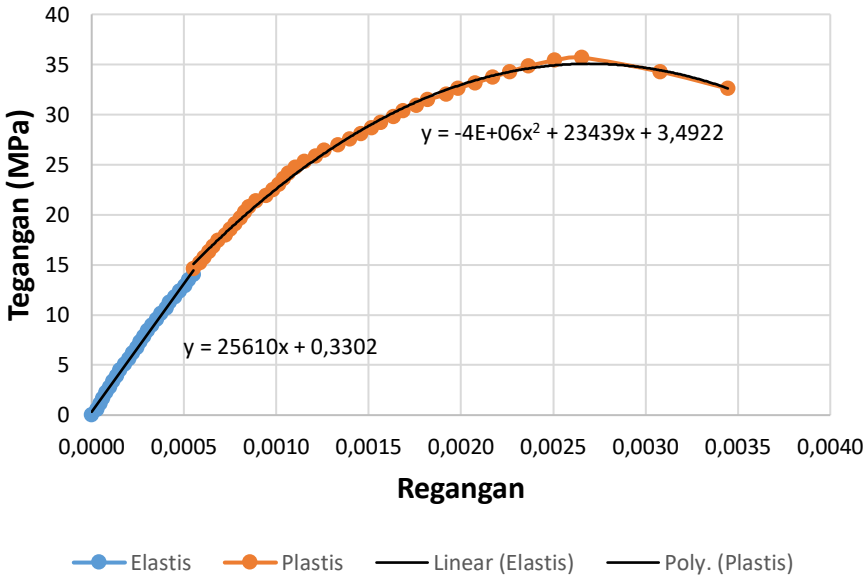
Gambar L-8.13 Modulus Elastisitas BCP DG 3



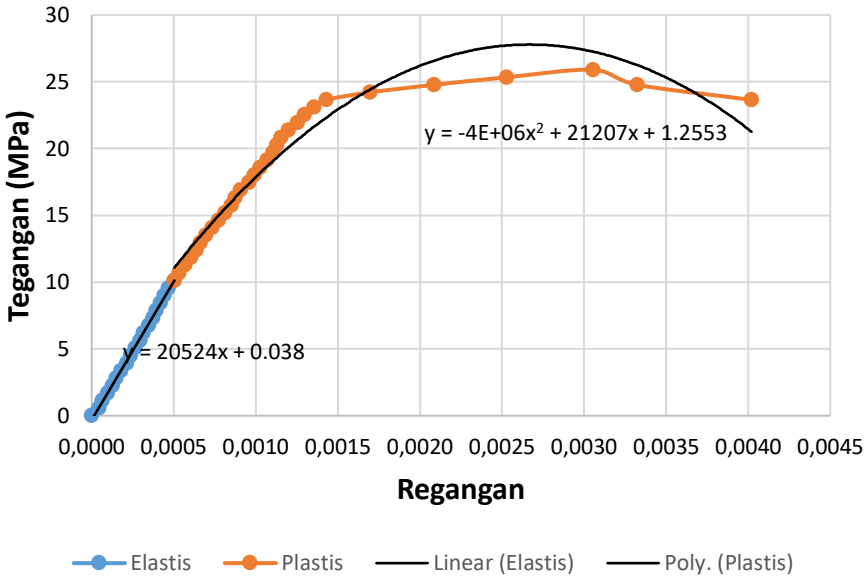
Gambar L-8.14 Modulus Elastisitas BCP DG 4



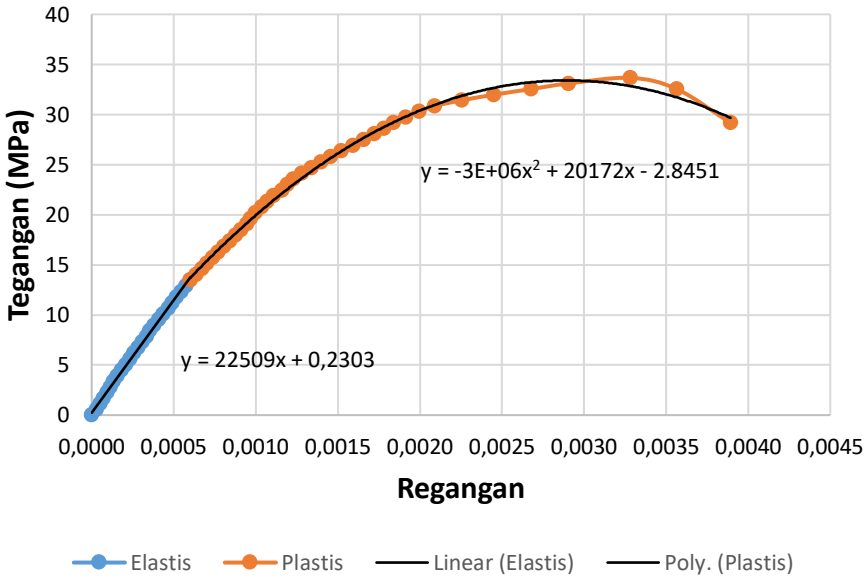
Gambar L-8.15 Modulus Elastisitas BCP DG 5



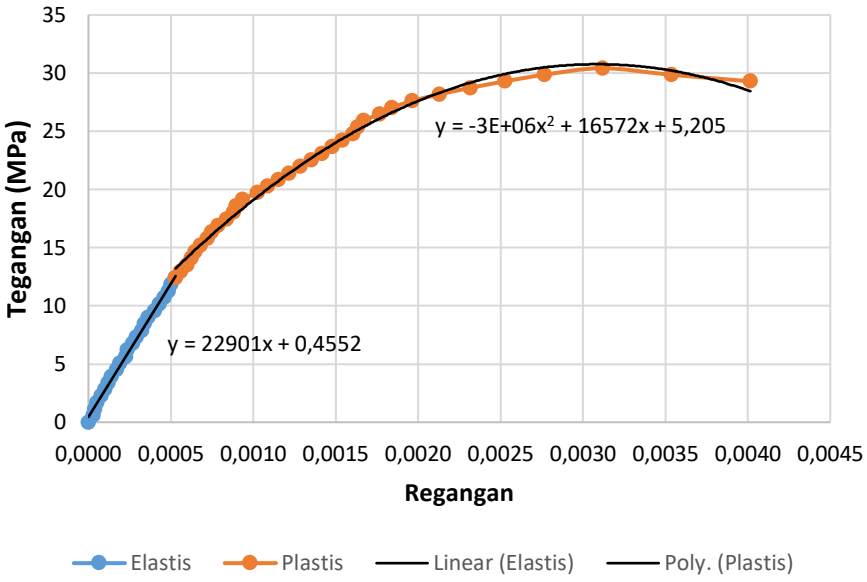
Gambar L-8.16 Modulus Elastisitas BCP TG 1



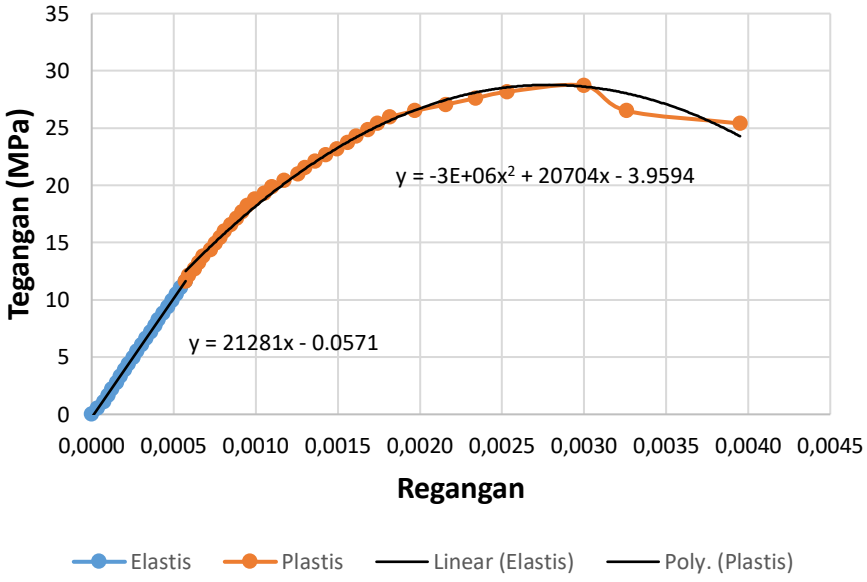
Gambar L-8.17 Modulus Elastisitas BCP TG 2



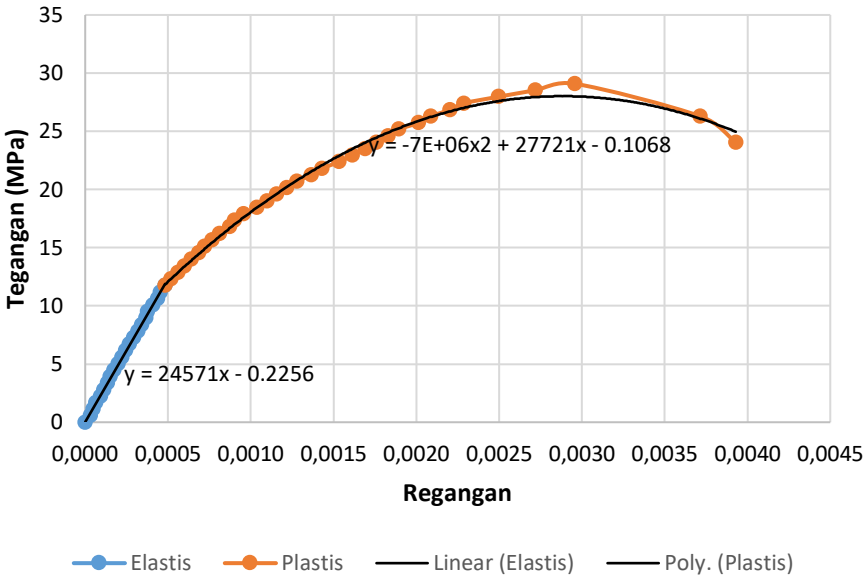
Gambar L-8.18 Modulus Elastisitas BCP TG 3



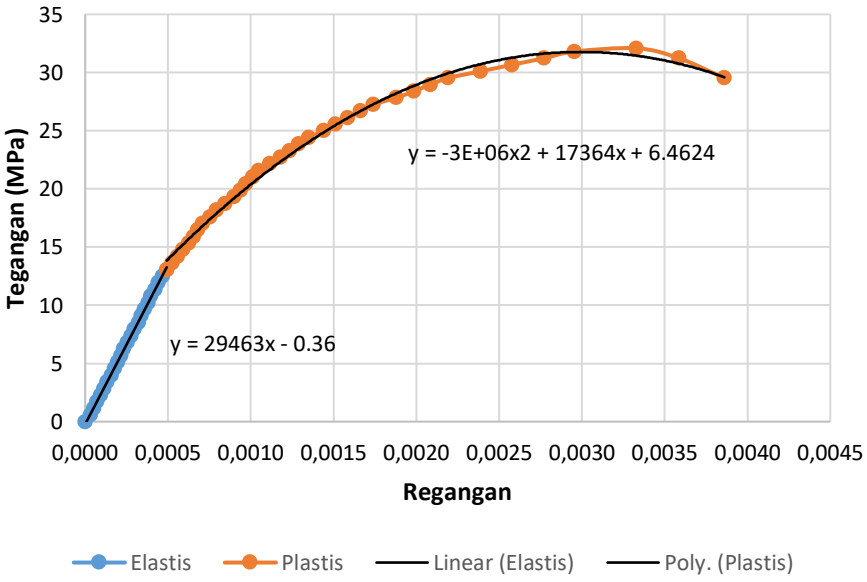
Gambar L-8. 19 Modulus Elastisitas BCP TG 4



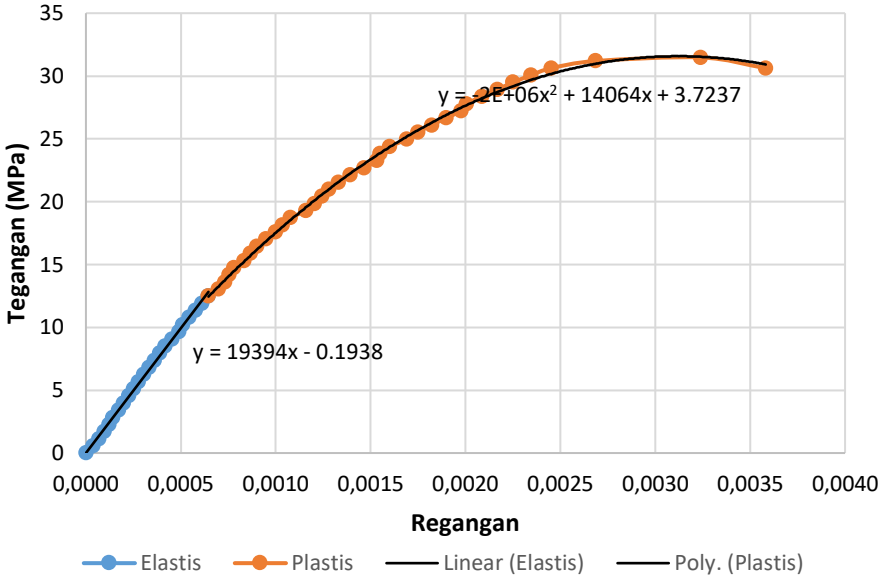
Gambar L-8.20 Modulus Elastisitas BCP TG 5



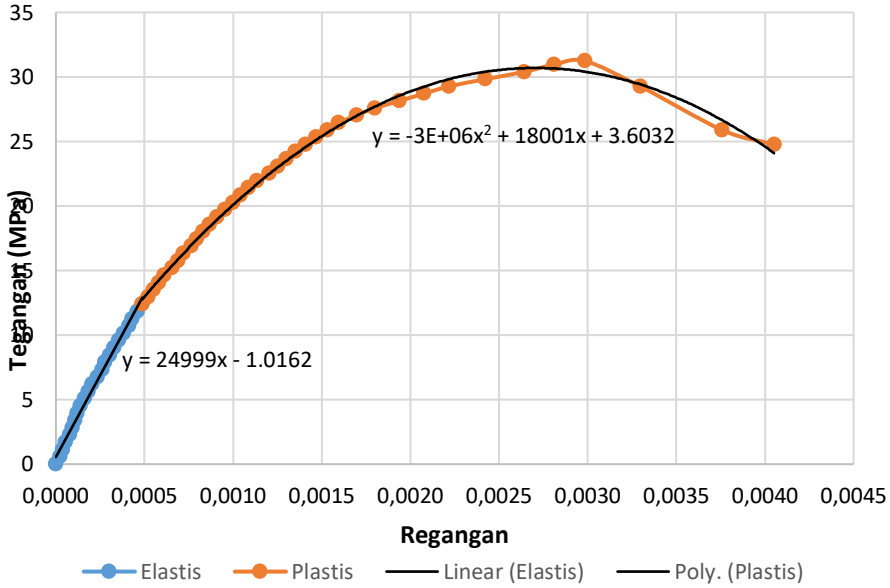
Gambar L-8. 21 Modulus Elastisitas BCM DG 1



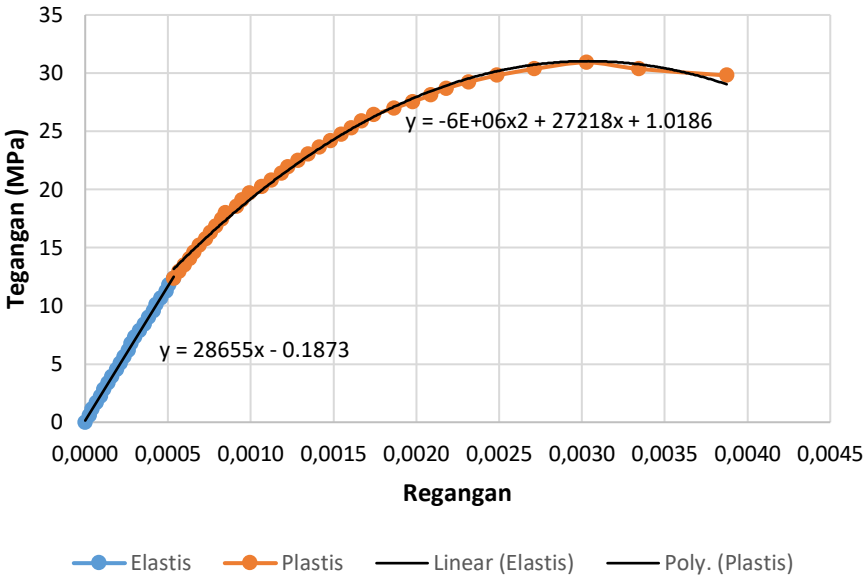
Gambar L-8.22 Modulus Elastisitas BCM DG 2



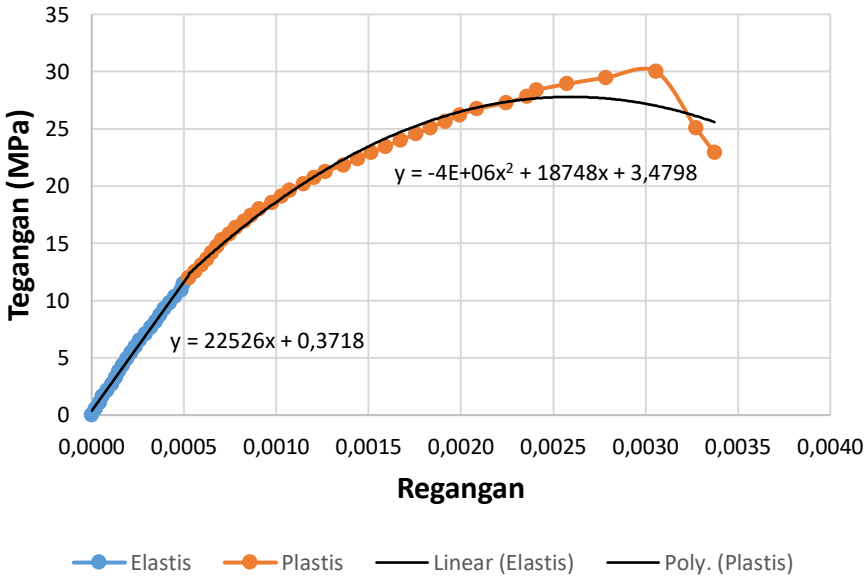
Gambar L-8.23 Modulus Elastisitas BCM DG 3



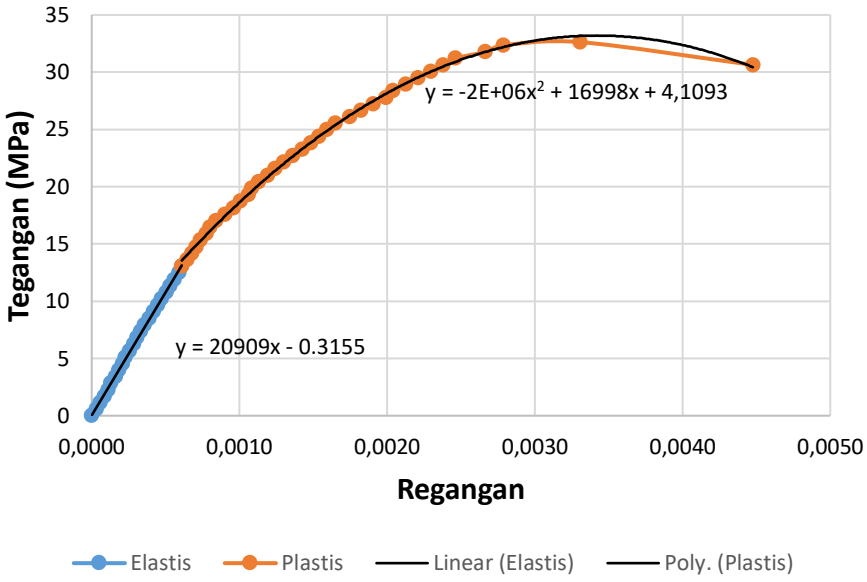
Gambar L-8.24 Modulus Elastisitas BCM DG 4



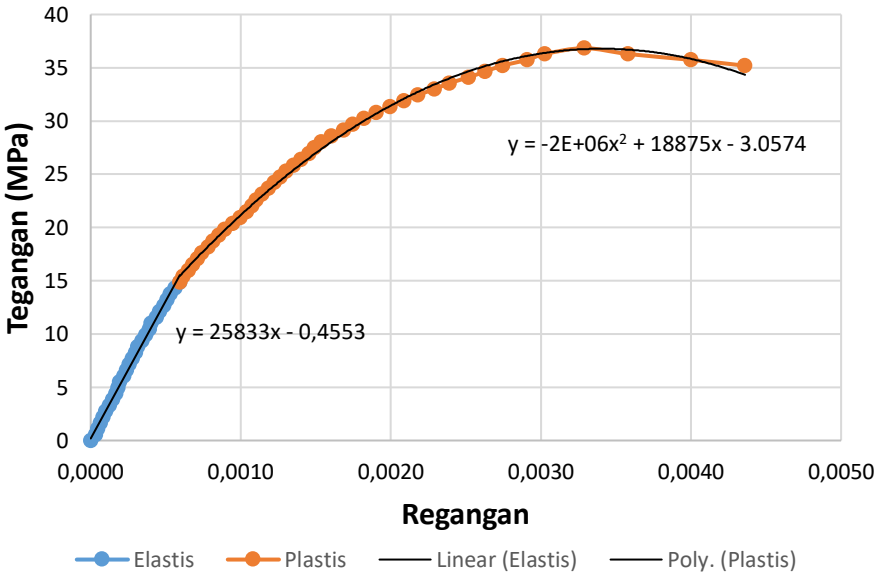
Gambar L-8.25 Modulus Elastisitas BCM DG 5



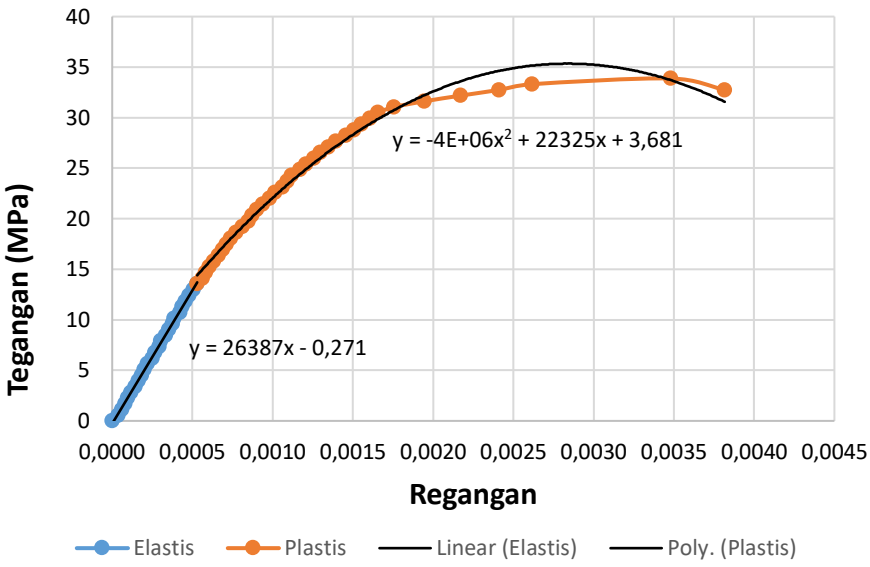
Gambar L-8.26 Modulus Elastisitas BCM TG 1



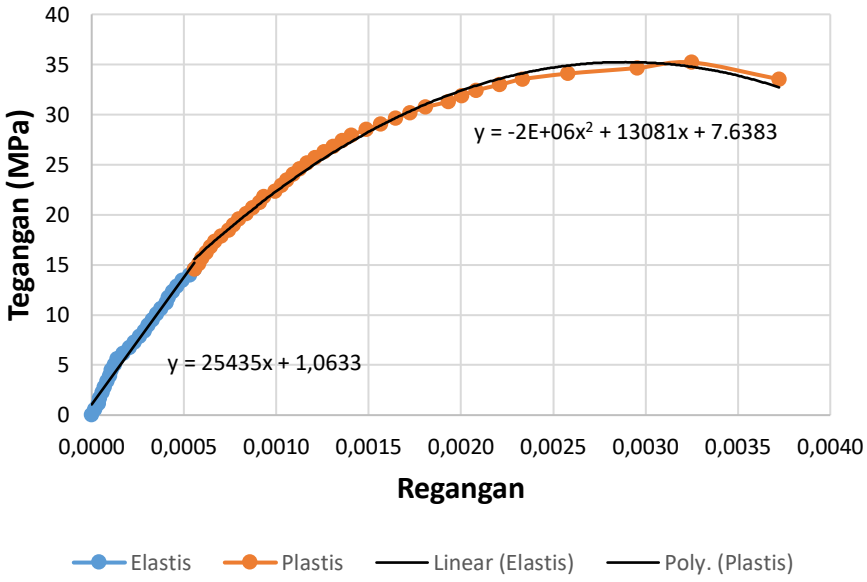
Gambar L-8.27 Modulus Elastisitas BCM TG 2



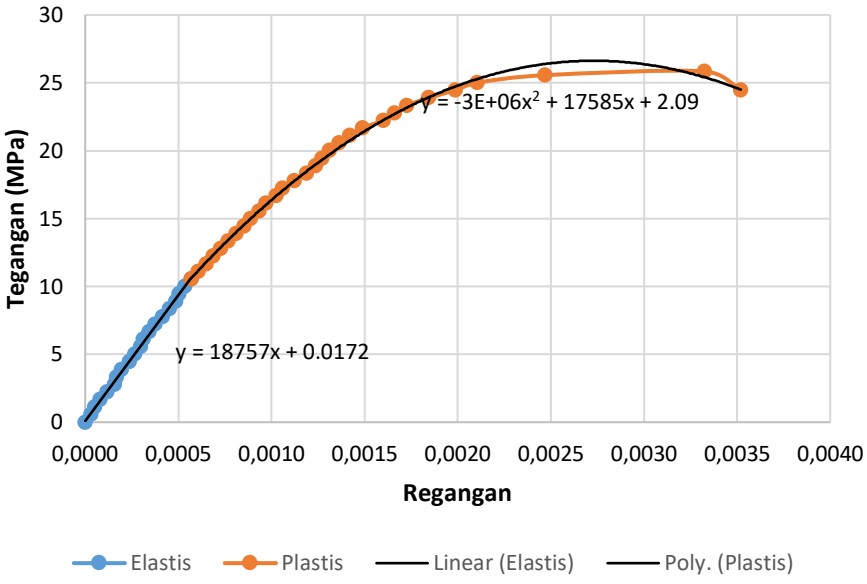
Gambar L-8.28 Modulus Elastisitas BCM TG 3



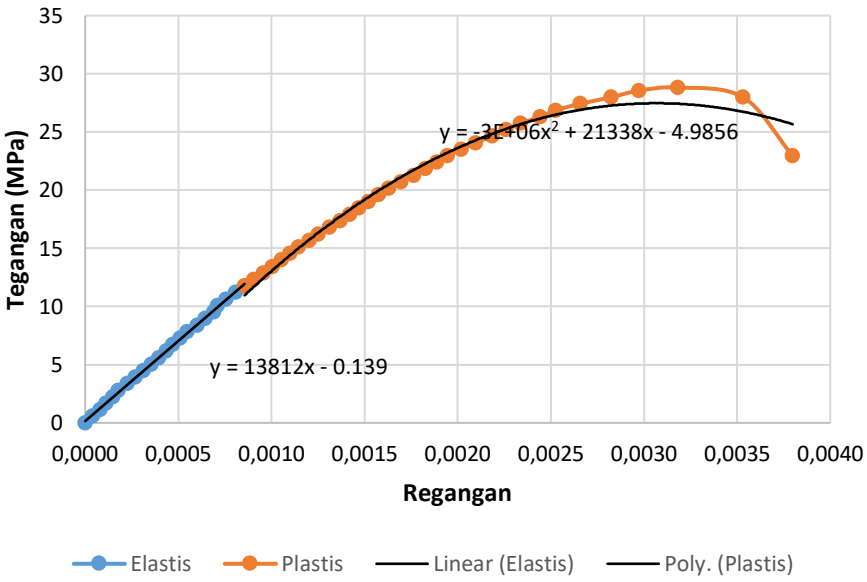
Gambar L-8. 29 Modulus Elastisitas BCM TG 4



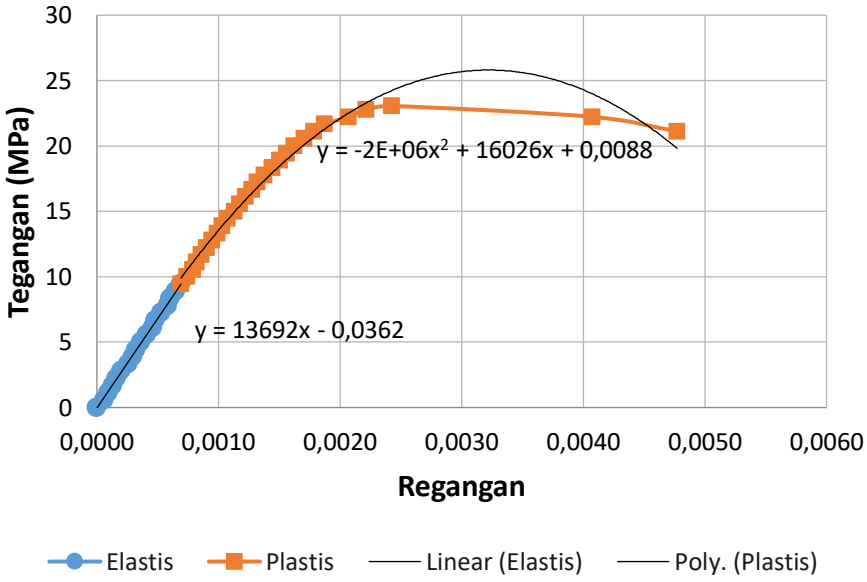
Gambar L-8.30 Modulus Elastisitas BCM TG 5



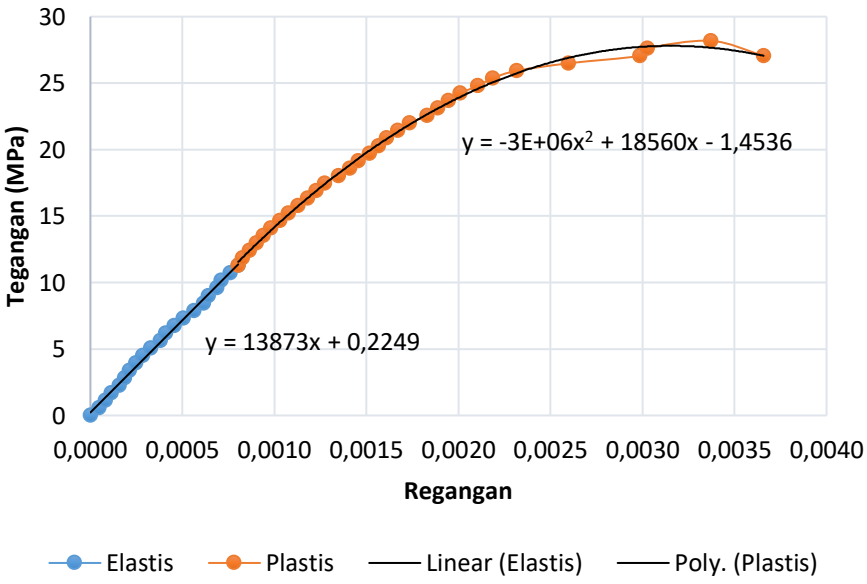
Gambar L-8.31 Modulus Elastisitas BMM DG 1



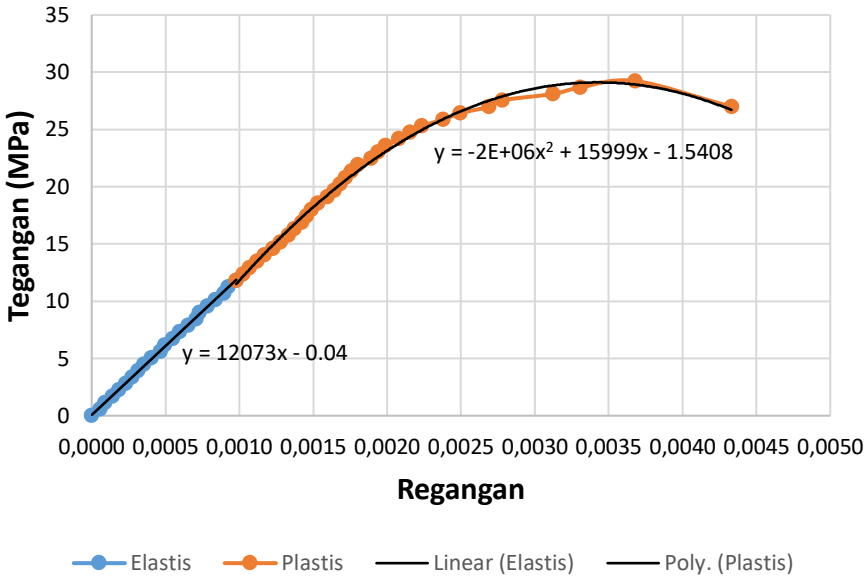
Gambar L-8.32 Modulus Elastisitas BMM DG 2



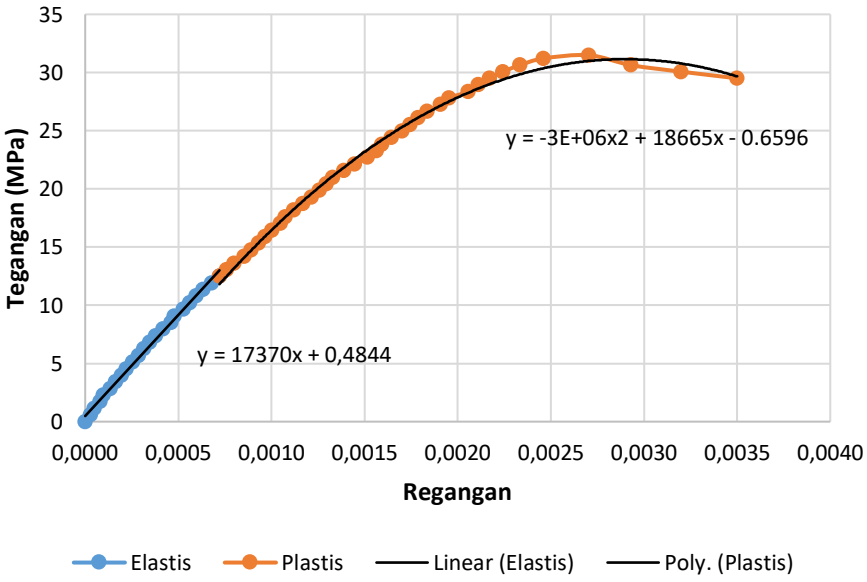
Gambar L-8.33 Modulus Elastisitas BMM DG 3



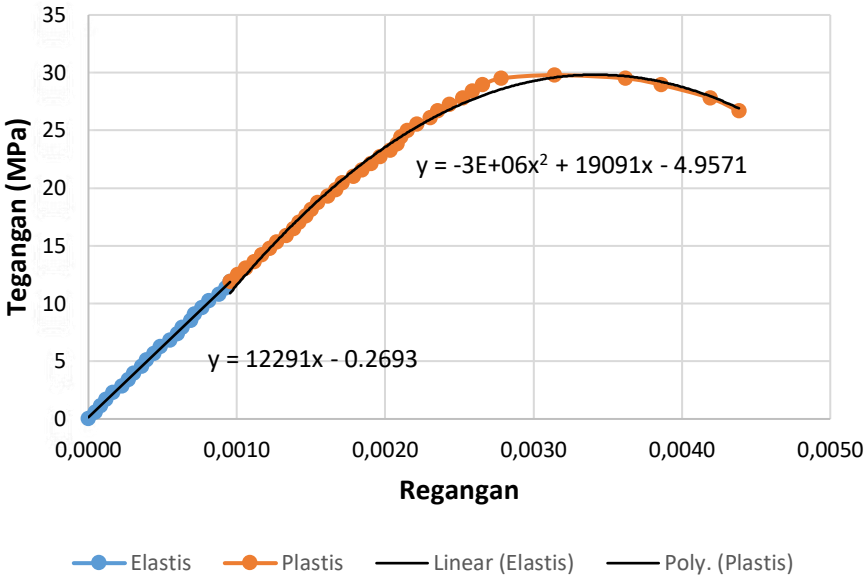
Gambar L-8.34 Modulus Elastisitas BMM DG 4



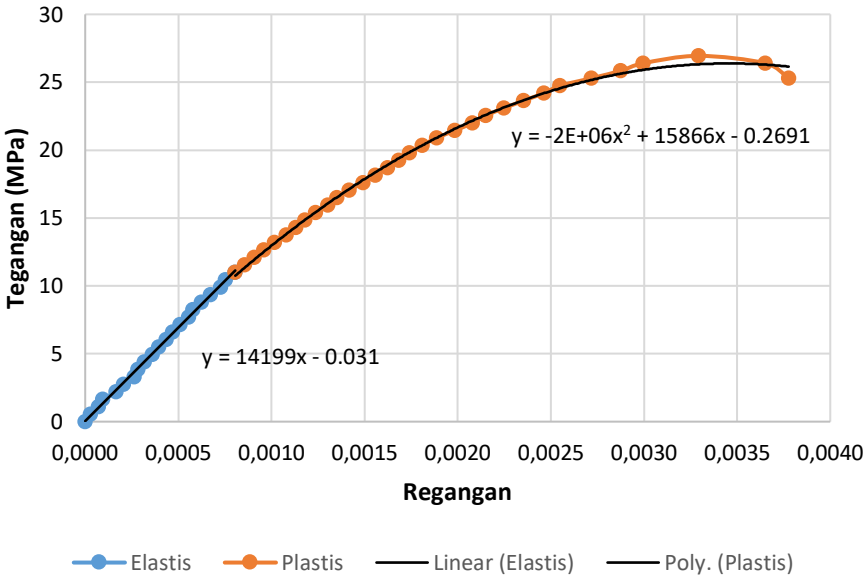
Gambar L-8.35 Modulus Elastisitas BMM DG 5



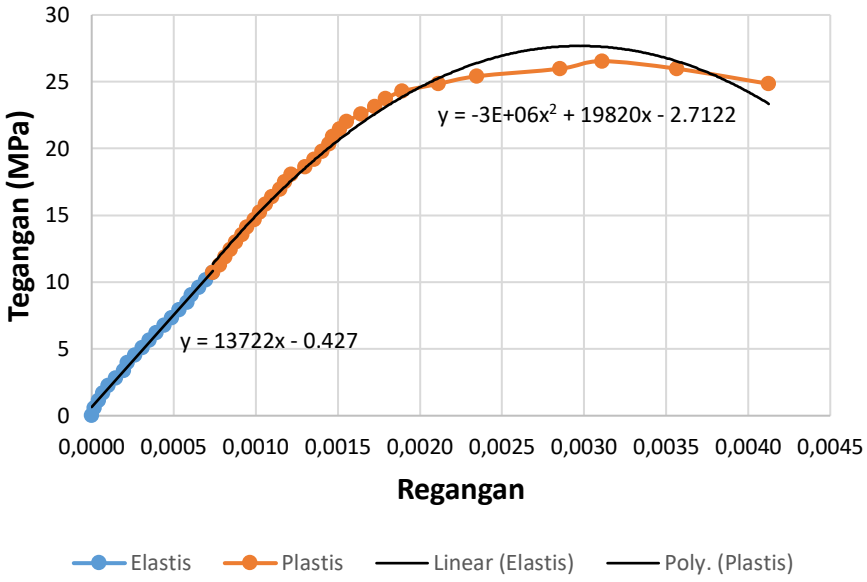
Gambar L-8.36 Modulus Elastisitas BMM TG 1



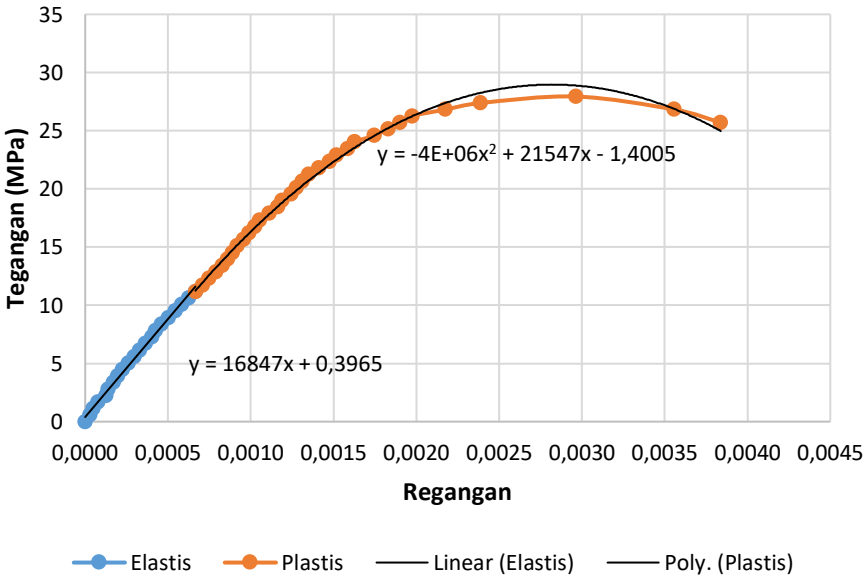
Gambar L-8.37 Modulus Elastisitas BMM TG 2



Gambar L-8.38 Modulus Elastisitas BMM TG 3



Gambar L-8.39 Modulus Elastisitas BMM TG 4



Gambar L-8.40 Modulus Elastisitas BMM TG 5