TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI PADA KUAT TEKAN BETON BERAKSELERATOR KALSIUM KLORIDA 2%
(*THE EFFECT OF ADDITION OF RICE HUSK ASH ON THE COMPRESSION STRENGTH OF CONCRETE ACCELERATED CALCIUM CHLORIDE 2%)*

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Risma Iswandari
17511057

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

2023

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI PADA KUAT TEKAN BETON BERAKSELERATOR KALSIUM KLORIDA 2%

(*THE EFFECT OF ADDITION OF RICE HUSK ASH ON THE COMPRESSION STRENGTH OF CONCRETE ACCELERATED CALCIUM CHLORIDE 2%)*

Disusun oleh

Risma Iswandari
17511057

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

Diuji pada tanggal 22 Desember 2022

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
	18/01/2023	18/01/23
Ir. Helmy Akbar B, M.T.	**Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.**	**Malik Mushthofa S.T., M.Eng.**
NIK: 885110105	**NIK: 185111304**	**NIK: 185111302**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

19/01/2023

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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

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

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan maksud untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dukungan semangat dari berbagai pihak *Alhamdulillah* Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Berkaitan dengan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat, serta motivasi selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing serta memberikan masukan selama masa kuliah serta selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir yang telah memberikan masukan serta koreksi sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik serta telah memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak Malik Mushthofa S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan serta koreksi sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik serta telah memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis.

5. Bapak Darussalam dan Suwarno selaku Laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang telah membantu penulis selama proses pengumpulan data pengujian.
6. Seluruh dosen, pengajar, serta staff dan karyawan Program Studi Teknik Sipil FTSP UII yang telah memberikan ilmu serta memfasilitasi penulis selama masa kuliah.
7. Bapak Suranto serta Ibu Kristinah, yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi serta semangat kepada penulis hingga selesainya Tugas Akhir ini. Terima kasih atas segala doa dan kasih sayang yang tiada henti hingga penulis mencapai seperti sekarang ini.
8. Teman-teman penulis serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga dengan adanya penelitian ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 20 Desember 2022

Penulis,



Risma Iswandari

(17511057)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 20 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Risma Iswandari

(17511057)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
KATA PENGANTAR iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xiv
ABSTRAK xvi
ABSTRACT xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Perbandingan Penelitian 8
2.3 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu 11
BAB III LANDASAN TEORI 12
3.1 Beton 12
3.2 Bahan Penyusun Beton 13
3.2.1 Semen 13
3.2.2 Agregat 14
3.2.3 Air 18
3.3 Abu Sekam Padi 19

3.4 Bahan Tambah 20
3.5 Akselerator Kalsium Klorida 21
3.6 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*) 23
3.7 Pengujian Slump 30
3.8 Perawatan Beton 30
3.9 Kuat Tekan Beton 31
3.10 Modulus Elastisitas Beton 32
BAB IV METODE PENELITIAN 34
4.1 Umum 34
4.2 Bahan dan Alat 36
4.2.1 Bahan 36
4.2.2 Peralatan 36
4.3 Benda Uji 37
4.4 Tahapan Penelitian 38
4.4.1 Persiapan 38
4.4.2 Pemeriksaan Agregat Halus 39
4.4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar 41
4.4.4 Perencanaan Campuran (*Mix Design*) 43
4.4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji 44
4.4.6 Pengujian Benda Uji 45
4.4.7 Pengumpulan dan Pengolahan Data 46
4.5 Perencanaan Campuran Beton 57
4.6 Pengujian Sampel 66
4.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton 66
4.6.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton 67
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 72
5.1 Umum 72
5.2 Pengujian Agregat Halus 72
5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air 72
5.2.2 Pengujian Kandungan Lumpur 73
5.2.3 Pengujian Analisa Saringan/Modulus Halus Butir 73

5.2.4 Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Halus 76
5.3 Pengujian Agregat Kasar 77
5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air 77
5.3.2 Pengujian Analisa Saringan/Modulus Halus Butir 78
5.3.3 Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Kasar 81
5.4 Perencanaan Campuran Beton 82
5.5 Hasil Pengujian Slump 83
5.6 Hasil pengujian Kuat Tekan 85
5.6.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan 7 Hari 85
5.6.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Penambahan ASP umur 7 Hari 87
5.6.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan 14 Hari 89
5.6.4 Hubungan Kuat Tekan dengan Penambahan ASP umur 14 Hari 90
5.6.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari 92
5.6.6 Hubungan Kuat Tekan dengan Penambahan ASP umur 28 Hari 93
5.6.7 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton 95
5.7 Pengujian Modulus Elastisitas Beton 99
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 107
8.1 Kesimpulan 107
8.2 Saran 108
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian	9
Tabel 3.1	Bahan Utama Pembentuk Semen *Portland*	13
Tabel 3.2	Gradasi Agegat Halus	14
Tabel 3.3	Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar	17
Tabel 3.4	Komposisi Pada Abu Sekam Padi	19
Tabel 3.5	Ukuran Butir Kalsium Klorida	23
Tabel 3.6	Faktor Pengali Deviasi Standar	24
Tabel 3.7	Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan fas = 0,5	25
Tabel 3.8	Persyaratan JumlahSemen Minimum dan Fas Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus	26
Tabel 3.9	Perkiraan Kadar Air Bebas	27
Tabel 3.10	Penetapan Nilai Slump	30
Tabel 3.11	Umur dan Kuat Tekan Beton	31
Tabel 4.1	Jumlah Benda Uji	37
Tabel 4.2	Berat dan Serapan Air Agregat Halus	47
Tabel 4.3	Berat Teringgal Agregat Halus Sampel 1&2	48
Tabel 4.4	Data Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	51
Tabel 4.5	Data Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus	51
Tabel 4.6	Data Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar	52
Tabel 4.7	Berat dan Serapan Air Agregat Kasar	53
Tabel 4.8	Berat Tertinggal Agregat Kasar Sampel 1&2	54
Tabel 4.9	Data Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar	56
Tabel 4.10	Data Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Kasar	56
Tabel 4.11	Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan fas 0,5	58
Tabel 4.12	Perkiraan Kebutuhan Air Bebas (kg/m^3)	59
Tabel 4.13	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Fas Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus	60
Tabel 4.14	Rekapitulasi Perhitungan Mix Design	65

Tabel 4.15 Regangan dan Tegangan 28 B2-0 2 68
Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus 72
Tabel 5.2 Kandungan Lumpur Agregat Halus 73
Tabel 5.3 Persen Lolos Kumulatif Agregat Halus Sampel 1 74
Tabel 5.4 Persen Lolos Kumulatif Agregat Halus Sampel 2 74
Tabel 5.5 Gradasi Agregat Halus Daerah II 75
Tabel 5.6 Berat Volume Gembur Agregat Halus 76
Tabel 5.7 Berat Volume Padat Agregat Halus 77
Tabel 5.8 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar 78
Tabel 5.9 Persen Lolos Kumulatif Agregat Kasar Sampel 1 79
Tabel 5.10 Persen Lolos Kumulatif Agregat Kasar Sampel 2 79
Tabel 5.11 Gradasi Agregat Kasar Butir Maksimum 20 mm 80
Tabel 5.12 Berat Volume Gembur Agregat Kasar 81
Tabel 5.13 Berat Volume Padat Agregat Kasar 81
Tabel 5.14 Rekapitulasi Kebutuhan Material Campuran Beton 83
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Slump 83
Tabel 5.16 Dimensi Benda Uji Pengujian 7 Hari 85
Tabel 5.17 Kuat Tekan Beton umur 7 Hari 86
Tabel 5.18 Dimensi Benda Uji Pengujian 14 Hari 89
Tabel 5.19 Kuat Tekan Beton umur 14 Hari 90
Tabel 5.20 Dimensi Benda Uji Pengujian 28 Hari 92
Tabel 5.21 Kuat Tekan Beton umur 28 Hari 93
Tabel 5.22 Persentase Kuat Tekan Beton Pada Umur Beton Tertentu 97
Tabel 5.23 Modulus Elastisitas Beton Umur 7 Hari 99
Tabel 5.24 Modulus Elastisitas Beton Umur 14 Hari 101
Tabel 5.25 Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari 103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Abu Sekam Padi	19
Gambar 3.2	Kalsium Klorida	21
Gambar 3.3	Pengaruh Kalsium Klorida 2% terhadap Kuat Tekan Beton	22
Gambar 3.4	Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas) (Benda Uji Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 30 mm)	26
Gambar 3.5	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	28
Gambar 3.6	Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan	29
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian	34
Gambar 4.2	Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton	45
Gambar 4.3	Benda Uji dan Alat Kompresometer	46
Gambar 4.4	Agregat Halus Merapi	47
Gambar 4.5	Agregat Kasar Clereng	53
Gambar 4.6	Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS	59
Gambar 4.7	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	61
Gambar 4.8	Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Dipadatkan	63
Gambar 4.9	Tegangan Regangan 28 B2-0 2	70
Gambar 5.1	Gradasi Agregat Halus Sampel 1	75
Gambar 5.2	Gradasi Agregat Halus Sampel 2	76
Gambar 5.3	Gradasi Agregat Kasar Sampel 1	80
Gambar 5.4	Gradasi Agregat Kasar Sampel 2	81
Gambar 5.5	Nilai Slump	84
Gambar 5.6	Contoh Pengujian Slump	84
Gambar 5.7	Kuat Tekan 7 Hari dan Kadar Abu Sekam Padi	87
Gambar 5.8	Persentase Kuat Tekan Beton 7 Hari	87
Gambar 5.9	Kuat Tekan 14 Hari dan Kadar Abu Sekam Padi	91

Gambar 5.10 Persentase Kuat Tekan Beton 14 Hari 91
Gambar 5.11 Kuat Tekan 28 Hari dan Kadar Abu Sekam Padi 94
Gambar 5.12 Persentase Kuat Tekan Beton 28 Hari 94
Gambar 5.13 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton 96
Gambar 5.14 Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton 98
Gambar 5.15 Modulus Elastisitas Beton 7 Hari 100
Gambar 5.16 Persentase Modulus Elastisitas Beton 7 Hari 101
Gambar 5.17 Modulus Elastisitas Beton 14 Hari 102
Gambar 5.18 Persentase Modulus Elastisitas Beton 14 Hari 103
Gambar 5.19 Modulus Elastisitas Beton 28 Hari 104
Gambar 5.20 Persentase Modulus Elastisitas Beton 28 Hari 105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan 112
Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan 116
Lampiran 3 Gambar Proses Pembuatan dan Pengujian Benda Uji 119
Lampiran 4 Data Hasil Pemeriksaan Bahan 123
Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 139
Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton 142
Lampiran 7 Grafik Modulus Elastisitas Beton 226

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas penampang benda uji (mm)
ASP	= Abu sekam padi
Bj	= Berat jenis
Bj_{AG}	= Berat jenis agregat gabungan
Bj_{AH}	= Berat jenis agregat halus
Bj_{AK}	= Berat jenis agregat kasar
BN	= Beton normal
B2-0	= Beton kalsium klorida
B2-6	= Beton kalsium klorida abu sekam padi 6%
B2-9	= Beton kalsium klorida abu sekam padi 9%
B2-12	= Beton kalsium klorida abu sekam padi 12%
CTM	= *Compressing Test Machine*
Ec	= Modulus Elastisitas Beton (MPa)
ε_2	= Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat S_2
d	= Diamter benda uji (mm)
FAS	= Faktor air semen
$f'c$	= Kuat tekan beton (MPa)
$f'cr$	= Kuat tekan beton rata-rata direncanakan (MPa)
Lo	= Tinggi efektif (mm)
M	= Nilai tambahn
MHB	= Modulus halus butir
P	= Beban maksimum (N)
PCC	= *Portland Composite Cement*
SSD	= *Saturated Surface Cement*
SNI	= Standar Nasional Indonesia
S_1	= Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai $\varepsilon_1 = 0{,}00005$
S_2	= Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum, dalam MPa
S_d	= Deviasi standar rencana (MPa)

W_C = Berat isi beton (kg/m^3)

W_h = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (kg/m^3)

W_k = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (kg/m^3)

%AH = Persentase agregat halus

%AK = Persentase agregat kasar

ϕ = diameter (cm/mm)

ABSTRAK

Beton merupakan material bangunan yang diperoleh dengan mencampurkan semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Beton sering digunakan dalam konstruksi bangunan karena material penyusun beton mudah didapatkan serta beton memiliki kuat tekan yang tinggi. Dalam dunia konstruksi membutuhkan beton dengan mutu atau kuat tekan yang tinggi serta progres yang cepat. Penambahan abu sekam padi dan kalsium klorida pada beton diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan serta mempercepat beton mencapai kekuatan optimalnya.

Dalam penelitian penambahan abu sekam padi dan kalsium klorida sebesar 2% terhadap berat semen bertujuan untuk mengetahui kadar optimum penambahan abu sekam padi pada beton terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan variasi penambahan abu sekam padi sebesar 0%, 6%, 9% dan 12% terhadap semen. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang diuji setelah umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Perencanaan campuran beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana sebesar 20 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida 2% cenderung menurunkan akselerasi. Pada variasi 0% untuk mencapai kuat tekan beton normal membutuhkan waktu 20 hari, variasi 9% membutuhkan waktu 23 hari dan variasi 12% membutuhkan waktu 25 hari dan pada variasi 6% tidak mampu mencapai nilai kuat tekan beton normal 28 hari. Nilai kuat tekan beton optimum terdapat pada penambahan abu sekam padi 9% yaitu sebesar 17,839 MPa, 21,350 MPa, dan 25,323 MPa untuk masing-masing umur uji 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Kemudian penggunaan kalsium klorida 2% sebagai akselerator dapat mempercepat peningkatan kuat tekan beton hingga 19,557% untuk variasi 7 B2-9 dan 18,854% untuk variasi 14 B2-9 pada pengujian 7 hari dan 14 hari.

Kata kunci: abu sekam padi, akselerator, kalsium klorida, kuat tekan.

ABSTRACT

Concrete is a building material obtained by mixing cement, coarse aggregate, fine aggregate and water. Concrete is often used in building construction because the ingredients for making concrete are easily available and concrete has high compressive strength. In the world of construction requires concrete with high quality or compressive strength and fast progress. The addition of rice husk ash and calcium chloride to the concrete is expected to increase the compressive strength and accelerate the concrete to reach its optimum strength.

In the study, the addition of rice husk ash and calcium chloride of 2% to the weight of cement aims to determine the optimum level of addition of rice husk ash to concrete on the compressive strength and modulus elasticity of concrete with variations in the addition rice husk ash of 6%, 9%, and 12% to cement. The specimens used were concrete cylinders with a diameter of 15 cm and height of 30 cm which were tested after 7 days, 14 days, and 28 days. The design of the concrete mixture uses the SNI 03-2834-2000 method with a design compressive strength of 20 MPa.

The results showed that effect of adding rice husk ask to 2% calcium chloride concrete tended to reduce acceleration. At 0% variation it takes 20 days to reach normal concrete compressive strength, 9% variation takes 25 days and at 12% variation takes 25 days and at 6% variation it is unable to reach normal concrete compressive strength value of 28 days. The optimum concrete compressive strength was found in the addition of 9% rice husk ash, namely 17,839 MPa, 21,350 MPa, and 25,323 MPa for the 7 day, 14 day and 28 day test respectively. Then the use of 2% calcium chloride as an accelerator can accelerate the increase in compressive strength of concrete up to 19,557% for variations 7 B2-9 and 18,854% for variations 14 B2-9 at 7 days and 14 days testing.

Keywords: rice husk ash, accelerator, calcium chloride, compressive strength.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material bangunan yang diperoleh dengan mencampurkan semen *Portland* (PC), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*) dalam perbandingan tertentu. Bahan tambah (*admixture*) dapat berupa bahan kimia, serat ataupun bahan buangan non-kimia.

Beton banyak digunakan dalam pembangunan baik pembangunan gedung maupun pembangunan jalan karena selain mudah dalam pengerjaannya, struktur beton memiliki kuat tekan yang tinggi. Untuk menghasilkan beton dengan kualitas yang baik maka dalam pemilihan material penyusun beton harus sesuai dengan spesifikasi.

Selain pemilihan material penyusun beton, untuk menghasilkan beton dengan kualitas baik dapat dilakukan dengan menambahkan bahan tambah (*admixture*) pada campuran beton. Menurut ACI (*American Concrete Institute*) bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah yang dapat digunakan yaitu abu sekam padi, abu batu, kapur dan lainnya.

Abu sekam padi merupakan salah satu bahan tambah yang dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan pada beton, dimana abu sekam padi merupakan limbah pertanian yang cukup melimpah di Indonesia yang belum belum dimanfaatkan secara maksimal (Murti, 2016). Peneliti terdahulu menyatakan bahwa abu sekam padi mengandung unsur silika yang cukup tinggi. Menurut Kuncoro (2013), sekam padi mengandung bahan mudah terbakar sebesar 75% dan 25% menjadi abu sekam padi yang mengandung senyawa silika (SiO_2) reaktif sebesar 85%-90%. Silika merupakan bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan semen *Portland*. Sehingga dengan adanya unsur silika yang ada, abu sekam padi dapat

digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton untuk meningkatkan kekuatan beton.

Menurut Dian Fathur Rahman, abu sekam padi dapat digunakan sebagai pozzolan karena abu sekam padi mengandung $SiO_2+Fe_2O_3+Al_2O_3$ lebih dari 70% sesuai dengan mutu pozzolan yang disyaratkan. Kandungan silika pada abu sekam padi membuat abu sekam padi menjadi bersifat pozzollan yang bila dicampur dengan semen menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyu Aji Pamungkas (2019), penambahan abu sekam padi 9% dan 10% terhadap berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton. Pada penelitian yang telah dilakukan Dian Fathur Rahman (2018) penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada variasi 9% menghasilkan nilai kuat tekan optimum.

Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambah pada campuran beton akan meningkatkan kekuatan beton akan tetapi penggunaan abu sekam padi yang terlalu banyak dapat menyebabkan kekuatan beton menurun. Menurut Rio Herdianto Rahamudin (2016), penambahan abu sekam padi yang melewati kadar optimumnya dapat membuat kekuatan beton menurun dan menjadi semakin ringan dikarenakan jumlah semen yang digunakan berkurang. Selain itu abu sekam padi materialnya sangat menyerap air, sehingga dapat menyebabkan *workability* campuran kurang baik dan menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan pada beton tersebut.

Selain membutuhkan beton dengan mutu yang tinggi, dalam dunia konstruksi juga dituntut progres yang cepat. Sehingga beton harus mencapai kekuatan optimalnya di luar waktu normal beton. Untuk mendapatkan kekuatan optimal beton di luar waktu normal dapat digunakan bahan tambah tipe C atau *accelerator*. *Accelerator* merupakan bahan kimia yang dapat mempercepat proses pengikatan dan pengerasan beton sehingga dapat mempercepat beton mencapai kekuatan optimalnya. Salah satu *accelerator* yang dapat digunakan adalah kalsium klorida ($CaCl_2$) dengan adanya kalsium klorida ini maka dapat mengubah reaksi yang komplek antara semen *portland* dan air (Dodson, 1990).

Menurut Muhammad Ikhwan, dkk (2017), dalam penelitiannya pengaruh penambahan *accelerator* kalsium klorida terhadap reaksi pengerasan semen didapatkan hasil bahwa penggunaan kalsium klorida 2% dapat mempercepat pengerasan semen serta kalsium klorida 2% memiliki daya ikat yang paling kuat di waktu ikat akhir. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuda Fadillah (2017) penggunaan *accelerator* 2% pada beton SCC terjadi kenaikan kuat tekan yang sangat signifikan pada beton umur 14 hari, hal ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Elsa Aprilia Andoni, dkk (2021) kuat tekan optimum terdapat pada campuran kalsium klorida 2% dari berat semen.

Penelitian tentang abu sekam padi sebagai bahan tambah pada beton berakselerator kalsium klorida sejauh ini belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap pengembangan kekuatan pada beton berakselerator kalsium klorida 2%?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan pada beton berakselerator kalsium klorida 2%?
3. Berapa persentase penambahan abu sekam padi untuk mendapatkan kuat tekan optimum beton berakselerator kalsium klorida 2%?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk.

1. Mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap pengembangan kekuatan pada beton berakselerator kalsium klorida 2%.
2. Mengetahui persentase penambahan abu sekam padi untuk mendapatkan kuat tekan optimum beton berakselerator kalsium klorida 2%.

3. Mengetahui apakah penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida dapat melebihi kuat tekan beton rencana.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memanfaatkan limbah abu sekam padi sehingga dapat menjadi lebih berguna.
2. Menambah pengetahuan tentang penggunaan bahan tambah dalam campuran beton.
3. Dapat mengetahui apakah penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida 2% dapat melebihi kekuatan rencana.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian diperlukan agar penelitian dapat fokus terhadap permasalahan serta dapat mencapai tujuan penelitian. Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Desain sampel beton dengan mutu ($f'c$) = 20 MPa.
2. Semen yang digunakan adalah semen Portland merk Gresik Tipe I.
3. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan butiran maksimum 20 mm.
4. Agregat halus yang digunakan berasal dari Gunung Merapi dengan butiran maksimum 4,8 mm.
5. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Abu sekam padi berasal dari sisa pembakaran batu bata di desa Titang yang lolos saringan No 100 dengan suhu pembakaran tidak terkontrol.
7. Kalsium klorida yang digunakan berbentuk bubuk yang diperoleh dari toko CV. Progo Mulyo.
8. Pembuatan campuran beton sesuai dengan SNI 03-2834-2000.
9. Persentase abu sekam yang digunakan yaitu sebesar 0%, 6%, 9% dan 12% terhadap berat semen sebagai bahan tambah. Dan persentase *accelerator* kalsium klorida 2% terhadap berat semen sebagai bahan tambah.

10. Benda uji menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
11. Sampel yang digunakan untuk persentase 0%, 6%, 9% dan 12% sebanyak 5 benda uji untuk masing-masing persentase sehingga total benda uji sebanyak 75.
12. Pengujian kuat tekan beton sesuai dengan SNI-03-1974-2011 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
13. Pengujian modulus elastisitas beton sesuai dengan SNI-03-4169-1996 tentang Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton dengan Kompresor Ekstensometer.
14. Pengujian dilakukan setelah beton usia 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
15. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Muhammad Ikhwan, dkk (2017) dalam penelitian yang berjudul "Pengaruh Penambahan Aditif Kalsium Klorida ($CaCl_2$) Dari Limbah Kulit Telur Terhadap Reaksi Pengerasan Semen" bertujuan untuk mengetahui perbedaan waktu ikat awal mortar menggunakan $CaCl_2$ murni dengan $CaCl_2$ dari cangkang telur. Variasi $CaCl_2$ yang digunakan sebesar 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen. Berdasakan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa penambahan kalsium klorida 2% memiliki daya ikat paling kuat di waktu ikat akhir serta penambahan *accelerator* $CaCl_2$ dapat menurunkan daya serap mortar sebesar 9,57% sedangkan tanpa penambahan $CaCl_2$ daya serap mortar sebesar 17,45%.

Yuda Fadillah (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "Kajian Pengaruh Variasi Penambahan *Accelerator* Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi" bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan *accelerator*. Variasi *accelerator* yang digunakan yaitu 0,4%, 1,2% dan 2% dan *superplasticizer* sebesar 1,7%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil pada variasi penambahan accelerator 2% terjadi kenaikan kuat tekan yang signifikan pada umur 14 hari sebesar 46,68 MPa dan umur 28 hari sebesar 53,66 MPa. Untuk variasi 0,4% pada umur 14 hari terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 4,65 MPa dari beton acuan. Kuat tekan pada umur 14 hari sebesar 42,25 MPa dan pada umur 28 hari nilai kuat tekan sebesar 44,79 MPa. Untuk variasi 1,2% pada umur 14 hari terjadi kenaikan kuat telan sebesar 9,085 MPa dari beton acuan. Kuat tekan pada umur 14 hari sebesar 44,70 MPa dan pada umur 28 hari nilai kuat tekan sebesar 47,91 MPa.

Dian Fathur Rahman (2018) dalam penelitian yang berjudul "Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton" bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi abu sekam padi pada kuat tekan dan

porositas beton SCC serta mengetahui proporsi penggunaan abu sekam padi pada beton SCC yang optimum. Dengan variasi abu sekam sebesar 6%, 9% dan 12% terhadap berat semen. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil penambahan jumlah persentase abu sekam padi dan dosis *superplasticizer* mempengaruhi hasil kuat tekan dan porositas beton. Pada variasi ASP 6% ditambah SP 0,95% didapatkan hasil 25,09 MPa, variasi ASP 9% dan SP 0,99% didapatkan hasil 25,65 MPa, dan variasi ASP 12% ditambah SP 1,15% menghasilkan kuat tekan sebesar 25,50 MPa. Sehingga penggunaan abu sekam padi yang optimum yaitu sebesar 9% ditambah SP 0,99% menghasilkan kuat tekan sebesar 25,65 MPa. Sedangkan pada beton tanpa ASP dengan penambahan SP sebesar 1,2% menghasilkan kuat tekan sebesar 34,14 MPa. Nilai porositas mengalami kenaikan pada variasi 6% dan penurunan pada variasi 9%. Penggunaan variasi abu sekam padi dapat meningkatkan *workability* dan *flowability* yang menurut kriteria yang dijelaskan pada Efnarc 2002 dan ASTM C1621 sudah memenuhi.

Wahyu Aji Pamungkas (2019) dalam penelitian yang berjudul "Efektivitas Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton" bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen ditinjau dari kuat tekan beton. Kadar variasi abu sekam yaitu 8%, 9%, 10%, 11% dan 12%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa penambahan variasi abu sekam padi terhadap berat semen meningkatkan kuat tekan beton. Peningkatan kuat tekan beton terjadi pada kadar abu sekam padi 9% dan 10% berturut-turut sebesar 22,84 MPa dan 25,70 MPa. Pada kadar abu sekam 8% menghasilkan kuat tekan sebesar 14,78 MPa, 11% sebesar 21,98 MPa dan 12% sebesar 19,06 MPa, sehingga pada variasi 8%, 11%, dan 12% mengalami penurunan kuat tekan. Sedangkan beton dengan variasi penambahan 0% menghasilkan kuat tekan beton sebesar 22,39 MPa.

Elsa Aprilia Andoni, dkk (2021) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengaruh Penambahan Kalsium Klorida ($CaCl_2$) Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan" bertujuan untuk menganilis penambahan kalsium klorida ($CaCl_2$) terhadap kuat tekan bata ringan. Variasi kalsium klorida yang digunakan sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dari berat semen. Berdasarkan penelitian yang telah

dilakukan didapatkan hasil bahwa kuat tekan optimum terdapat pada penambahan kalsium klorida 2% dari berat semen yaitu sebesar 0,645 MPa, 0,88 MPa, dan 1,28 MPa untuk masing-masing umur uji 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.

2.2 Perbandingan Penelitian

Penelitian yang dilakukan saat ini memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Perbandingan penelitian sekarang dengan penelitian yang terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Penulis	Muhammad Ikhwan, dkk (2017)	Yuda Fadillah (2017)	Dian Fathur Rahman (2018)	Wahyu Aji Pamungkas (2019)	Elsa Aprilia A, dkk (2021)	Risma Iswandari (2022)
Judul Penelitian	Pengaruh Penambahan Aditif Kalsium Klorida ($CaCl_2$) Dari Limbah Kulit Telur Terhadap Reaksi Pengerasan Semen	Kajian Pengaruh Penambahan *Accelerator* Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri Dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi	Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton	Efektivitas Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton	Pengaruh Penambahan Kalsium Klorida (CaCl2) Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan	Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Pada Kuat Tekan Beton Berakselerator Kalsium Klorida 2%
Tujuan Penelitian	Mengetahui kadar optimum penggunaan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik lentur beton	Mengetahui pengaruh penambahan dosis *accelerator* terhadap kuat tekan beton dan parameter SCC.	Mengetahui kadar optimum penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen pada beton SCC terhadap kuat tekan dan porositas beton	Mengetahui penambahan optimum abu sekam padi terhadap kuat tekan beton	Menganalisis penambahan kalsium klorida terhadap kuat tekan bata ringan	Mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida 2% terhadap berat semen dan mengetahui kadar optimum penambahan ASP
Metode	Pembuatan mortar semen dan pasir dengan rasio perbandingan 1:4, benda uji berupa kubus dengan ukuran 5x5x5 cm. dilakukan pengujian ikat awal dengan menggunakan jarum vikat	*Mix design* menggunakan metode EFNARC, benda uji berupa silinder dengan penambahan *accelerator* sebesar 2%, 1,2% dan 0,4%. Dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari.	*Mix design* menggunakan metode SNI 03-2834-2000, benda uji berupa silinder. Substitusi abu sekam padi sebesar 0%, 6%, 9% dan 12% dan dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari	*Mix design* menggunakan metode SNI 03-2834-2000, benda uji berupa silinder dengan substitusi ASP sebesar 8%, 9%, 10%,11% dan 12%. Dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari.	Perencanaan bata ringan direncanakan sesuai dengan densitas, benda uji berupa kubus, dengan variasi penambahan kalsium klorida sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%. Dilakukan pengujian kuat tekan umur 3, 7, dan 28 hari	*Mix design* menggunakan metode SNI 03-2834-2000, benda uji berupa silinder dengan bahan tambah ASP sebesar 0%, 6%, 9% dan 12% terhadap berat semen. Dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton setelah umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari

Lanjutan Tabel 2.1

Penulis	Muhammad Ikhwan, dkk (2017)	Yuda Fadillah (2017)	Dian Fathur Rahman (2018)	Wahyu Aji Pamungkas (2019)	Elsa Aprilia A,dkk (2021)	Risma Iswandari (2022)
Hasil	Penambahan kalsium klorida dapat mempercepat pengerasan pada reaksi semen, serta kalsium klorda 2% memiliki daya ikat yang paling kuat di waktu ikat akhir serta penambahan kalsium klorida mampu menurunkan daya serap pada mortar.	Penambahan *accelerator* 0,4% menghasilkan nilai optimum dalam parameter SCC, sedangkan nilai kuat tekan optimum terjadi pada penambahan 2% yaitu sebesar 46,68 MPa pada umur 14 hari dan 53,66 MPa pada umur 28 hari.	Kadar optimum penggunaan abu sekam padi pada varian 9% menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 25,65 MPa, sedangkan pada beton tanpa abu sekam padi nilai kuat tekan sebesar 31,14 MPa. Nilai porositas mengalami kenaikan pada variasi 6% dan menurun pada variasi 9%	Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti Sebagian semen sebesar 10% mampu menghasilkan nilai kuat tekan optimum sebesar 24,70 MPa atau naik sebesar 1,48% dibandingkan beton normal sebesar 22,39 MPa	Penggunaan kalsium klorida 2% menghasilkan nilai kuat tekan optimum yaitu sebesar 1,28 MPa untuk beton umur 28 hari sedangkan pada beton normal nilai kuat tekan sebesar 1,05 MPa	Penambahan abu sekam padi sebesar 9% dari berat semen pada beton berakselerator kalsium klorida 2% menghasilkan nilai kuat tekan optimu sebesar 25,323 MPa unruk beton umur 28 hari atau naik sebesar 5,44% dibandinkan beton normal sebesar 24,015 MPa

2.3 Perbedaan Penelitian

Penelitian dengan judul Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada kuat tekan beton berakselerator kalsium klorida 2% belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian tentang abu sekam padi dan *accelerator* yang sudah pernah menjadi topik oleh peneliti terdahulu merupakan penelitian mengenai beton dengan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen, abu sekam padi dan *superplasticizer* atau variasi penambahan *accelerator* saja.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji beton dengan menambahkan abu sekam padi pada adukan dengan variasi penambahan 0%, 6%, 9% dan 12% terhadap berat semen dan penggunaan *accelerator* kalsium klorida 2% terhadap berat semen, kemudian dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton setelah beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida. Serta mengetahui apakah penggunaan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida dapat melebihi kekuatan beton normal.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Berdasarkan SNI 2847-2013, beton (*concrete*) adalah campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Seiring berjalannya waktu campuran tersebut semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana pada umur 28 hari.

Pada umumnya beton yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Tjokrodimuljo (2007) kelebihan dan kekurangan beton antara lain sebagai berikut.

1. Kelebihan
   a. Memiliki harga yang relatif murah karena bahan dasar penyusun beton umumnya mudah didapatkan.
   b. Biaya perawatan yang murah karena beton mampu tahan terhadap karat atau pembusukan yang disebabkan oleh kondisi lingkungan.
   c. Memiliki kuat tekan yang cukup tinggi, jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang memiliki kuat tarik tinggi maka akan menjadi satu kesatuan struktur yang kuat terhadap tekan maupun tarik.
   d. Pengerjaan mudah karena beton segar mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran yang sesuai dengan keinginan.
2. Kekurangan
   a. Beton memiliki kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh serta mudah mengalami retak.
   b. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam yang sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga metode perencanaan serta pembuatannya bermacam-macam pula.
   c. Beton memiliki kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat.

3.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton pada umumnya adalah semen, agregat kasar, agregat halus dan air.

3.2.1 Semen

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen *Portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *Portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis kemudian digiling bersama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh di tambah dengan bahan tambahan yang lain. Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu masa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat (Mulyono, 2003). Bahan utama pembentuk semen dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Bahan Utama Pembentuk Semen Portland

Bahan Penyusun	Komposisi (%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO_2)	20-25
Oksida Besi (Fe_2O_3)	7-12
Alumina (Al_2O_3)	7-12

Sumber : Mulyono (2013)

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen Portland terbagi menjadi 5 jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Jenis I, yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

5. Jenis V, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat

Agregat merupakan bahan yang digunakan dalam adukan beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat sangat memberikan pengaruh terhadap sifat beton serta memberikan pula kekuatan pada beton hal ini dikarenakan volume agregat pada beton ±70% volume beton. Karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat beton. Sifat penting dari suatu agregat yaitu kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang nantinya dapat mempengaruhi ikatan dengan pasta semen serta karakteristik penyerapan air yang dapat mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia dan ketahanan terhadap penyusutan. Agregat yang digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton terdiri dari agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat Halus

   Menurut SNI 03-1970-2008, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm. Persyaratan untuk gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini

Tabel 3.2 Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona 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

Sumber: SNI 03-1970-2008

Keterangan :

Zona I = Pasir Kasar

Zona II = Pasir Agak Kasar

Zona III = Pasir Halus

Zona IV = Pasir Agak Halus

Pemeriksaan agregat halus bertujuan untuk mengetahui karakteristik material yang digunakan. Jenis-jenis pemeriksaan agregat halus adalah sebagai berikut.

a. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Pemeriksaan berat jenis agregat halus dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan pada agregat halus. Menurut SNI 03-1970-2008, tahapan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{A}{B+S-C} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{S}{B+S-C} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B+A-C} \quad (3.3)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{S-A}{A} \text{ x } 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer berisi air (gram)

C = berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

S = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

b. Analisa Saringan dan Modulus Halus

Analisa saringan dan modulus halus agregat halus dilakukan untuk penentuan prosentase berat butiran agregat yang lolos dari set saringan, kemudian angka-angka prosentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Modulus halus butiran adalah suatu indeks yang digunakan untuk menunjukkan kehalusan atau kekasaran butiran agregat. Selain sebagai

indeks ukuran kehalusan butir, juga digunakan untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil pada pembuatan campuran beton Pada umumnya pasir memiliki nilai modulus halus butiran sebesar 1,5-3,8. Menurut SNI 03-1968-1990, tahapan pemeriksaan analisa saringan atau modulus halus agregat halus adalah sebagai berikut.

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

c. Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir

Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir di lakukan untuk menentukan prosentase kandungan lumpur dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Berdasarkan PUBI 1982 berat lolos saringan 200 untuk pasir maksimal 5%. Menurut SNI 03-4142-1996, tahapan pemeriksaan kandungan agregat halus adalah sebagai berikut

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{A-B}{A} \text{ x } 100\% \quad (3.6)$$

Keterangan:

A = berat kering sebelum dicuci (gram)

B = berat kering setelah dicuci (gram)

d. Pemeriksaan Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Halus

Pemeriksaan berat volume gembur dan padat dilakukan untuk mengetahui berat volume agregat halus baik berat volume gembur dan berat volume padat. Menurut SNI 03-4804-1998 tahapan pemeriksaan berat volume gembur dan padat adalah sebagai berikut

$$M = \frac{G-T}{V} \quad (3.7)$$

Keterangan:

M = Berat isi agregat (kg/m^3)

G = berat agregat dan penakar (kg)

T = berat penakar (kg)

V = volume penakar (m^3)

2. Agregat Kasar

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 (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Persyaratan untuk gradasi agregat kasar dapat di lihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar

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

Sumber : SNI 03-1969-2008

Pemeriksaan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui karakteristik material yang digunakan. Jenis-jenis pemeriksaan agregat kasar adalah sebagai berikut

a. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Pemeriksaan berat jenis agregat kasar di lakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan pada agregat kasar. Menurut SNI 03-1969-2008, tahapan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar adalah sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{A}{B-C} \quad (3.8)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{B}{B-C} \quad (3.9)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A-C} \quad (3.10)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B-A}{A} \text{ x } 100\% \quad (3.11)$$

Keterangan:

A = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

C = berat benda uji kering permukaan di dalam air (gram)

b. Analisa Saringan dan Modulus Halus Butiran

Analisa saringan dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan saringan. Menurut SNI 03-1968-1990, tahapan pemeriksaan analisis saringan atau modulus halus agregat kasar adalah sebagai berikut.

$$\text{Modulus halus butiran} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \quad (3.12)$$

c. Pemeriksaan Berat Volume Gembur Dan Padat

Pemeriksaan berat volume gembur dan padat dilakukan untuk mengetahui berat volume agregat halus baik berat volume gembur dan berat volume padat. Tahapan pemeriksaan berat volume gembur dan padat dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998.

3.2.3 Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang paling penting dan murah harganya. Air berfungsi sebagai pelumas bagi butiran agregat serta sebagai reaktor proses kimiawi semen. Penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan penurunan mutu beton dikarenakan mengalami *bleeding*, bergeraknya air ke permukaan bersama-sama semen yang kemudian akan menjadi buih dan dapat mengurangi lekatan antara lapis beton

Menurut SNI 03-6861.1-2002 persyaratan air untuk campuran beton adalah sebagai berikut

1. Bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya.
2. Tidak mengandung garam-garam perusak (asam-asam, zat organik) lebih dari 0,5 gram/liter.
3. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.

4. Tidak mengandung khlorida lebih dari 0,5 gram/liter.
5. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.3 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan limbah yang berasal dari padi yang apabila sekam padi dibakar akan menghasilkan abu. Hasil dari pembakaran sekam padi menghasilkan abu sekam padi yang mengandung senyawa silika. Menurut Kuncoro (2013) sekam padi mengandung bahan mudah terbakar sebesar 75% dan 25% menjadi abu sekam padi yang mengandung senyawa silika (SiO_2) reaktif sebesar 85%-90%. Reaksi antara silika (SiO_2) yang ada pada abu sekam padi dengan kalsium hidroksida ($Ca(OH_2)$) dari hasil produk hidrasi semen dapat menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) yang dapat meningkatkan kuat tekan pada beton (Lubis, 2004).



Gambar 3.1 Abu Sekam Padi

Menurut Houston (1972) abu sekam padi mengandung senyawa silika sebesar 86% - 97% berat kering. Dengan kandungan senyawa silika yang ada pada abu sekam padi, maka dapat digunakan sebagai bahan pozzolan pada pembuatan beton. Komposisi pada abu sekam dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.4 Komposisi Pada Abu Sekam Padi

Kandungan Pada Abu Sekam Padi	Berat (%)
SiO_2	86,9 - 97,8
K_2O	0,58 - 2,50
Na_2O	0,00 - 1,75
CaO	0,20 - 1,50
MgO	0,12 - 1,96
Fe_2O_3	0,00 - 0,54
P_2O_5	0,20 - 2,84
SO_3	0,10 - 1,13
Cl	0,00 - 0,41

Sumber : Houston, 1972

3.4 Bahan Tambah

Bahan tambah merupakan bahan yang dapat ditambahkan pada campuran beton pada saat sebelum atau selama pencampuran berlangsung yang bertujuan untuk memperbaiki atau merubah sifat-sifat beton pada saat keadaan segar ataupun setelah beton mengeras. Bahan tambah berfungsi untuk merubah sifat-sifat beton agar lebih cocok untuk pekerjaan tertentu dan juga dapat menghemat biaya (Mulyono, 2004). Bahan tambah yang dapat digunakan dibedakan menjadi dua jenis yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*additive*). Berdasarkan SNI 03-2495-1991 bahan tambah kimia dibedakan menjadi 7 tipe bahan tambah yaitu sebagai berikut.

1. Tipe A (*Water-Reducing Admixtures*)

   Water-Reducing Admixtures merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran dengan konsistensi campuran beton tetap sesuai dengan yang diinginkan.

2. Tipe B (*Retarding Admixtures*)

   Retarding Admixtures merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk memperlambat waktu pengikatan beton (*setting time*).

3. Tipe C (*Accelerating Admixtures*)

   Accelerating Admixtures merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat waktu pengikatan beton dan pengembangan kekuatan awal beton.

4. Tipe D (*Water Reducing And Retarding Admixtures*)

   Water Reducing And Retarding Admixtures merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran serta memperlambat *setting time*.

5. Tipe E (*Water Reducing And Accelerating Admixtures*)

   Water Reducing And Accelerating Admixtures merupakan bahan tambah yang memiliki fungsi ganda yaitu berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran serta mempercepat waktu pengikatan awal.

6. Tipe F (*Water Reducing High Range Admixtures*)

   Water Reducing High Range Admixtures merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran dalam jumlah yang besar (12% atau lebih)

7. Tipe G (*Water Reducing High Range Retarding Admixtures*)

   Water Reducing High Range Retarding Admixtures merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran (12% atau lebih) serta memperlambat *setting time* beton.

3.5 Akselerator Kalsium Klorida

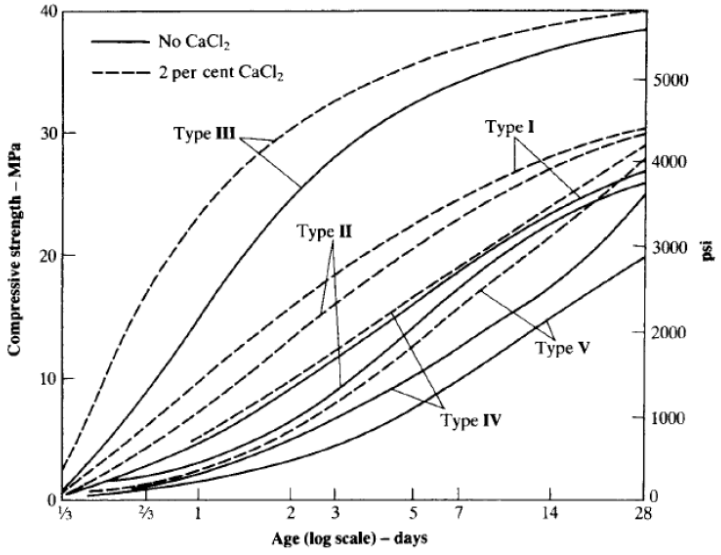
Akselerator merupakan bahan tambah atau zat kimia yang berfungsi untuk mempercepat ikatan dan pengerasan pada campuran beton.



Gambar 3.2 Kalsium Klorida

Akselerator terdapat beberapa macam diantaranya yaitu *Calsium Chlorida* ($CaCl_2$), *Aluminium Chlorida*, Natrium Sulfat dan Aluminium Sulfat. Berdasarkan SK SNI S 18-1990-03 akselerator merupakan suatu bahan tambah yang digunakan untuk mempercepat waktu ikat beton dan menambah kekuatan awal pada beton. Waktu ikat beton adalah waktu dimana semen bereaksi dengan air secara bertahap menjadi kurang plastis, yang akhirnya menjadi keras sehingga pasta semen cukup kaku untuk menahan suatu beban. Terdapat dua jenis waktu ikat yaitu waktu ikat awal (*initial setting time*) dan waktu ikat akhir (*setting time*), (Kardiyono, 1992).

Berdasarkan P. Nugraha (1989) kalsium klorida merupakan bahan yang paling efektif untuk akselerator. Akan tetapi penggunaan kalsium klorida sebagai akselerator pada adukan beton tidak boleh lebih dari 2% dari berat semen (Smith Anders, 1989), penggunaan akselerator yang terlalu banyak dapat beresiko menimbulkan korosi pada baja tulangan. Selain itu menurut A.M Neville (1981) penggunaan kalsium klorida dengan *Rapid Hardening Portland Cement* biasanya peningkatan kekuatan mencapai 7 MPa dalam 1 hari. Sedangkan pada penggunaan kalsium klorida dengan *Ordinary Portland Cement* (tipe 1) peningkatan kekuatan 7 MPa dapat dicapai dalam waktu 3-7 Hari. Pengaruh penggunaan akselerator kalsium klorida 2% terhadap kuat tekan beton dengan berbagai tipe semen dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Pengaruh Kalsium Klorida 2% Terhadap Kuat Tekan Beton
(Sumber : *A.M Neville,1981*)

Berdasarkan SNI 06-4170-1996 spesifikasi kalsium klorida untuk mempercepat pengerasan beton adalah sebagai berikut.

1. Kalsium klorida berbentuk padat atau cair terdiri dari :
   1) Tipe S padatan dapat berbentuk serpih, pellet atau butiran
   2) Tipe L cair, larut dalam Air
2. Ukuran kalsium klorida tipe S sesuai Tabel 3.5 dibawah ini

Tabel 3.5 Ukuran Butir Kalsium Klorida

TABEL 1. UKURAN BUTIR

Ukuran Ayakan	persen lewat									
	jenis 1 kalsium khlorida minimum 77 %		jenis 2 kalsium khlorida minimum 90 %				jenis 3 kalsium khlorida minimum 94 %			
	kelas A	kelas B	kelas A	kelas B	kelas C	kelas D	kelas A	kelas B	kelas C	kelas D
	serpih	butiran	serpih	pelet	butiran	tepung	serpih	pelet	butiran	tepung
31,5 mm 1 1/4 in					100				100	
9,5 mm 3/8 in	100	100	100	100	-		100	100	-	100
4,75 mm No.4	80-100	0-80	80-100	80-100	0-5	100	80-100	80-100	0-5	100
2,36 mm No.8				-		80-100	-		-	80-100
1,18 No.16				-		-	-		-	-
850 um No.20						-	-	0-10	-	-
600 um No.30	0-5	0-5	0-5	0-5		0-65	0-5	0-5	-	0-65

(Sumber: SNI 06-4170-1996)

3.6 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya kebutuhan proporsi masing-masing bahan penyusun beton. Perencanaan campuran beton dilakukan untuk menghasilkan beton yang memiliki kuat tekan sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan. Penelitian ini menggunakan perencanaan campuran beton (*mix design*) sesuai dengan metode SNI 03-2834-2000. Tahapan perencanaan campuran beton metode SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut

1. Menentukan kuat tekan yang direncanakan. Pada penelitian ini digunakan kuat tekan rencana sebesar 20 MPa setelah beton umur 28 hari.
2. Menentukan Nilai Deviasi Standar (sd).

   Untuk menentukan nilai deviasi standar dapat dilakukan dengan melihat Tabel 3.6 dibawah ini

Tabel 3.6 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Lihat butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Catatan: Apabila jumlah benda uji yang digunakan kurang dari 15, maka nilai tambah (M) diambil tidak kurang dari 12 MPa.

3. Menentukan Nilai Tambah (M)

   Nilai tambah dapat dihitung menggunakan persamaan 3.13 dibawah ini

   $$M = 1{,}64 \text{ x } Sd \text{ x } k \qquad (3.13)$$

   dengan:

   M = Nilai tambah (MPa)

   1,64 = Ketetapan

   Sd = Deviasi standard (MPa)

   K = Faktor pengali deviasi standar

4. Menentukan Kuat Tekan Rata-Rata (f'cr)

   Untuk menentukan kuat tekan rata-rata dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.14 dibawah ini

   $$F'cr = f'c + M \qquad (3.14)$$

   dengan:

   f'cr = Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (MPa)

   f'c = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa)

   M = Nilai tambah (MPa)

Untuk menentukan perkiraan kuat tekan beton dengan fas = 0,5 dapat dilakukan dengan melihat Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan fas = 0,5

Jeni semen … ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	19	Bentuk uji
Semen Portland Tipe I	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)

5. Menentukan Jenis Semen

   Jenis semen yang digunakan untuk perencanaan campuran harus sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Pada penelitian ini menggunakan semen Portland tipe I.

6. Menentukan Jenis Agregat Yang Digunakan

   Menurut SNI-03-2843-2000 agregat halus terbagi menjadi 4 kelompok berdasarkan daerah gradasi, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Untuk agregat kasar terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu batu alam dan batu alami. Pada penelitian ini agregat yang digunakan yaitu agregat halus agak kasar dan agregat kasar berupa batu pecah.

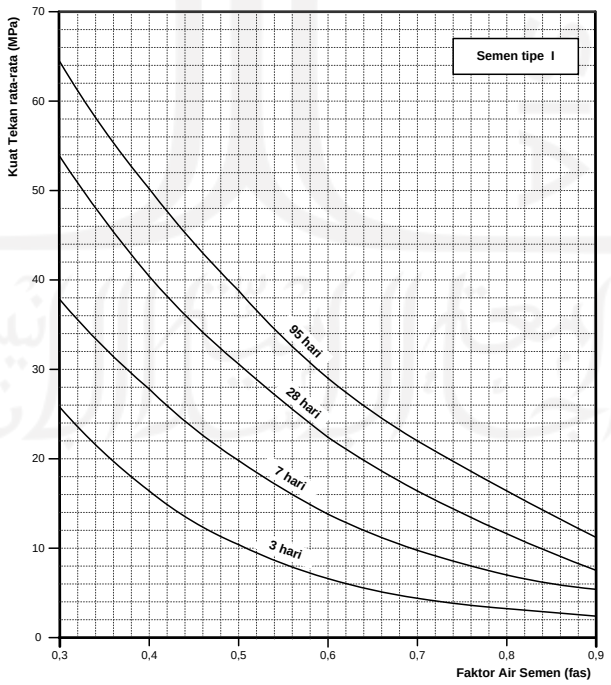
7. Menentukan Faktor Air Semen (Fas)

   Faktor air semen merupakan perbandingan jumlah air dengan berat semen yang digunakan untuk campuran beton. Menentukan faktor air semen dapat dilakukan dengan menggunakan Tabel 3.8 atau Gambar 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.8 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Fas Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan		Jumlah Semen Minimum per-m^3 beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan			
a.	keadaan keliling non-korosif	275	0,6
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	0,6
b.	terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk ke dalam tanah			
a.	mengalami pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55
b	mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut			tabel 6

(Sumber : SNI 03-2834-2000)



Gambar 3.4 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas) (Benda Uji Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 30 mm)

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

8. Menentukan Nilai Slump

   Nilai slump merupakan parameter untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan beton.

9. Menentukan Kadar Air Bebas

   Untuk menentukan kadar air bebas yang digunakan dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat, nilai slump dan jenis agregat. Perkiraan kadar air bebas dapat dilihat pada Tabel 3.9 di bawah ini.

Tabel 3.9 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3)

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	290	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Catatan: Untuk agregat campuran (tidak dipecah dan dipecah), dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kebutuhan air} = \frac{2}{3}\,Wh + \frac{1}{3}\,Wk \qquad (3.15)$$

Dengan:

W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus (kg/m^3)

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (kg/m^3)

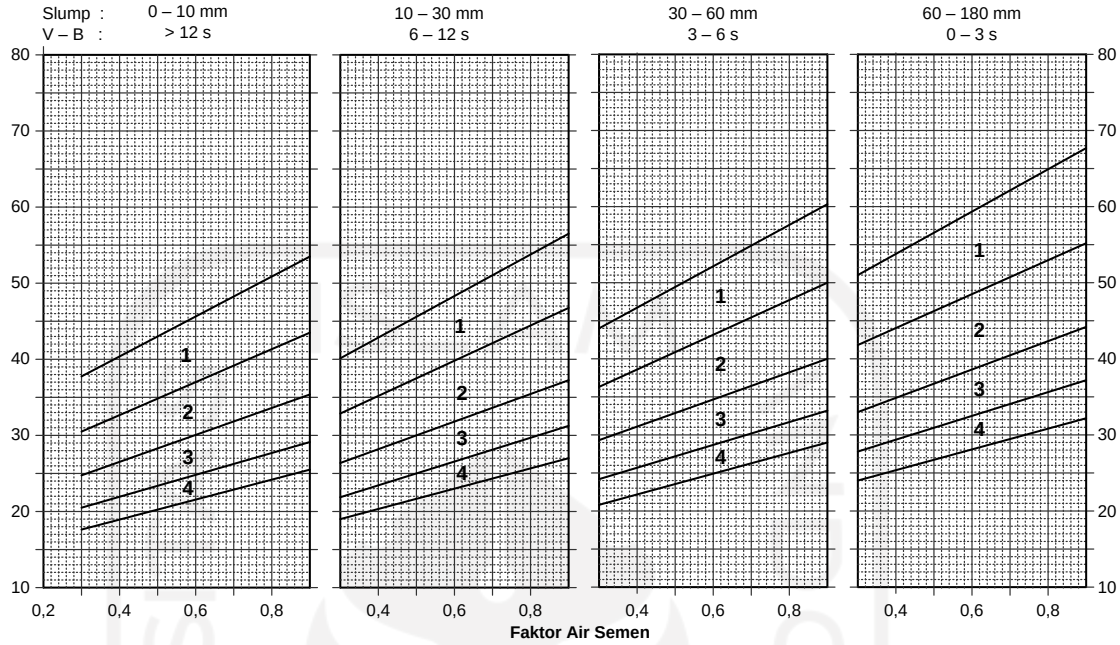
10. Menentukan Kadar Semen (Kg/m^3)

    Kadar semen yang digunakan dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air semen}} \qquad (3.16)$$

11. Menentukan Persentase Agregat Halus

    Untuk menentukan persentase agregat halus dapat dilakukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Grafik 4 : Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan
Untuk ukuran butir maksimum 20 mm

Gambar 3.5 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

12. Menghitung Berat Jenis Agregat Gabungan

    Berat jenis agregat gabungan dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini.

$$bj_{ag\text{-}gab} = \frac{P}{100} \text{ x } bj_{AH} + \frac{K}{100} \text{ x } bj_{AK} \qquad (3.17)$$

    dengan :

    $bj_{ag\text{-}gab}$ = berat jenis agregat gabungan

    P = persentase agregat halus (%)

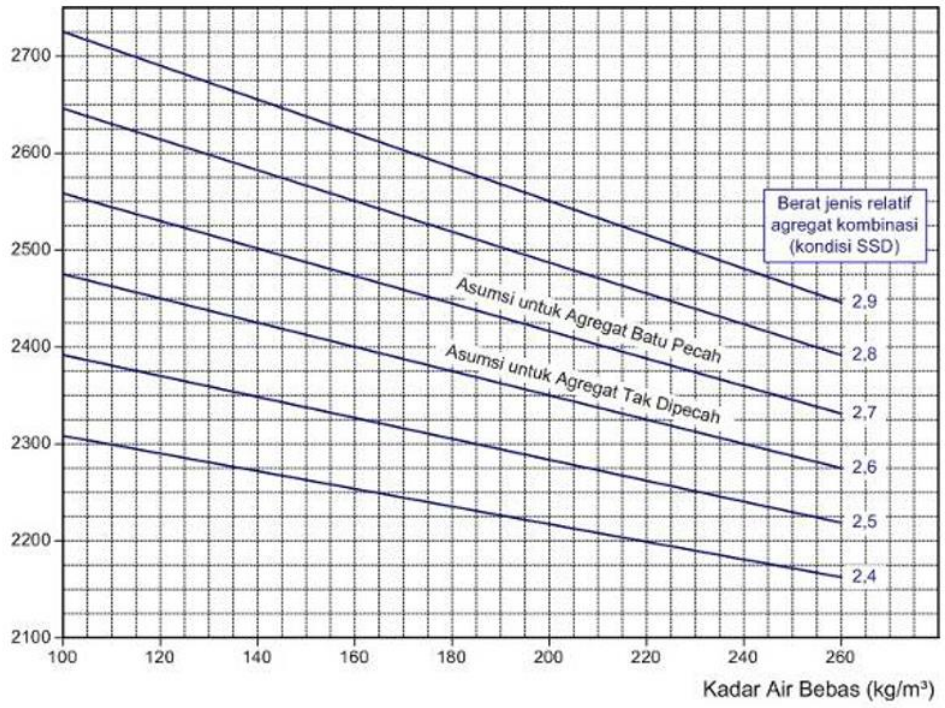
    K = persentase agregat kasar (%)

    bj_{AH} = berat jenis agregat halus

    bj_{AK} = berat jenis agregat kasar

13. Menghitung Berat Isi Beton (Kg/m^3)

    Untuk menghitung berat isi beton dapat dilakukan dengan melihat grafik pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

14. Menghitung Proporsi Agregat Gabungan

    Proporsi agregat gabungan dihitung dengan rumus di bawah ini.

    Ag gabungan = berat isi beton – kadar semen – kebutuhan air (3.18)

15. Menghitung Proporsi Masing-Masing Agregat

    Proporsi masing masing agregat dihitung dengan rumus dibawah ini.

    Agregat halus = % Agregat halus x agregat gabungan (3.19)

    Agregat kasar = % Agregat kasar x agregat gabungan (3.20)

16. Menghitung Proporsi Campuran (setiap m^3)

    Setelah langkah-langkah di atas, kemudian didapat susunan campuran beton teoritis untuk setiap m^3 beton yaitu meliputi semen, air, agregat halus, dan agregat kasar.

17. Menghitung Proporsi Campuran Dengan Angka Penyusutan

    Proporsi campuran dikoreksi dengan penyusutan sebesar 35%.

3.7 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui kadar air beton yang berhubungan dengan mutu beton. Semakin tinggi nilai slump maka semakin mudah dituangkan atau dicor akan tetapi jika nilai slump terlalu tinggi (adukan encer) dapat menyebabkan penurunan mutu pada beton. Sehingga nilai slump ditetapkan sesuai dengan pelaksanaan pekerjaan agar didapatkan beton yang mudah dituangkan atau di cor, dipadatkan serta diratakan. Penetapan nilai slump dapat dilihat pada Tabel 3.10 di bawah ini.

Tabel 3.10 Penetapan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Nilai Slump (mm)	
	maksimum	minimum
dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	90	25
pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
pengerasan jalan	75	50
pembetonan masal	75	25

Sumber : Buku Ajar Teknologi Bahan Konstruksi

Alat pengujian slump menggunakan kerucut abrams dengan cara memasukkan beton segar ke dalam kerucut abrams setiap 1/3 tinggi kerucut yang kemudian dipadatkan dengan besi baja sebanyak 25 kali hingga kerucut abrams terisi penuh. Kemudian kerucut abrams diangkat setelah itu penurunan beton segar dapat di ukur dan nilai penurunan tersebut menunjukkan nilai slump.

3.8 Perawatan Beton

Perawatan beton atau *curring* dimaksudkan untuk menjaga permukaan beton selalu lembab, sejak beton selesai dipadatkan hingga beton dianggap cukup keras. Kelembaban pada beton diperlukan untuk menjamin proses hidrasi dapat berlangsung dengan sempurna, menghindari terjadinya panas hidrasi yang berlebihan selain itu beton dapat menjadi lebih tahan cuaca serta lebih kedap air. Terdapat beberapa cara dalam perawatan beton, yaitu :

1. Di Laboratorium

Di laboratorium perawatan beton dapat dilakukan dengan meletakkan beton segar di ruangan yang lembab, merendam beton, meletakkan beton di atas genangan air dan menutup beton dengan karung basah.

2. Di Lapangan/Proyek

   Di lapangan atau proyek perawatan beton dapat dilakukan dengan menyelimuti permukaan beton dengan karung basah, menggenangi permukaan beton dengan air, menyirami permukaan beton secara terus-menerus dan menyiram serta menyelimuti permukaan beton dengan plastik untuk menghambat penguapan.

3.9 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-2011). Nilai kuat tekan beton meningkat sejalan dengan bertambahnya umur beton, pada umur 1 sampai 28 hari kuat tekan beton meningkat dengan cepat, setelah beton umur 28 hari kuat tekan beton akan terus meningkat dengan laju peningkatan kecil. Menurut PBI 1971 standar kuat tekan diperhitungkan umur 28 hari karena pada saat umur 28 hari beton memiliki kuat tekan sebesar 100%. Tabel umur serta kuat tekan pada beton dapat dilihat pada Tabel 3.11 di bawah ini.

Tabel 3.11 Umur dan Kuat Tekan Beton

Umur (Hari)	3	7	14	21	28	90	365
Kuat Tekan (%)	40	65	88	95	100	120	135

Sumber : PBI 1971

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi akan tetapi kuat tariknya rendah. Menurut SNI 03-1974-2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \tag{3.21}$$

Keterangan :

f'c = Kuat tekan beton (N/mm^2)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

3.10 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah nilai tegangan dibagi regangan beton, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum (SNI 03-4169-1996). Pengujian modulus elastisitas dilakukan menggunakan mesin uji tekan yang kemudian memasang alat ukur (*dial gauge*) dengan arah longitudinal. Menurut SNI 03-4169-1996, nilai modulus elastisitas beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Ec = \frac{S2-S1}{\varepsilon 2-0{,}00005} \quad (3.22)$$

Keterangan :

Ec = Modulus elastisitas beton (MPa)

S_2 = Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (MPa)

S_1 = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai 0,00005 (MPa)

ε_2 = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat S_2.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{Lo} \quad (3.23)$$

Keterangan :

ΔL = Deformasi longitudinal (mm)

L_0 = Tinggi efektif pengukuran (mm)

Menurut SNI 2847-2013 Pasal 8.5.1, modulus elastisitas untuk beton normal dengan berat isi beton (w_c) antara 1440 dan 2560 kg/m^3 dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Ec = Wc^{1,5} \times 0{,}043 \times \sqrt{f'c} \quad (3.24)$$

dan

$$Ec = 4700 \times \sqrt{f'c} \quad (3.25)$$

Keterangan :

Ec = Modulus elastisitas beton (MPa)

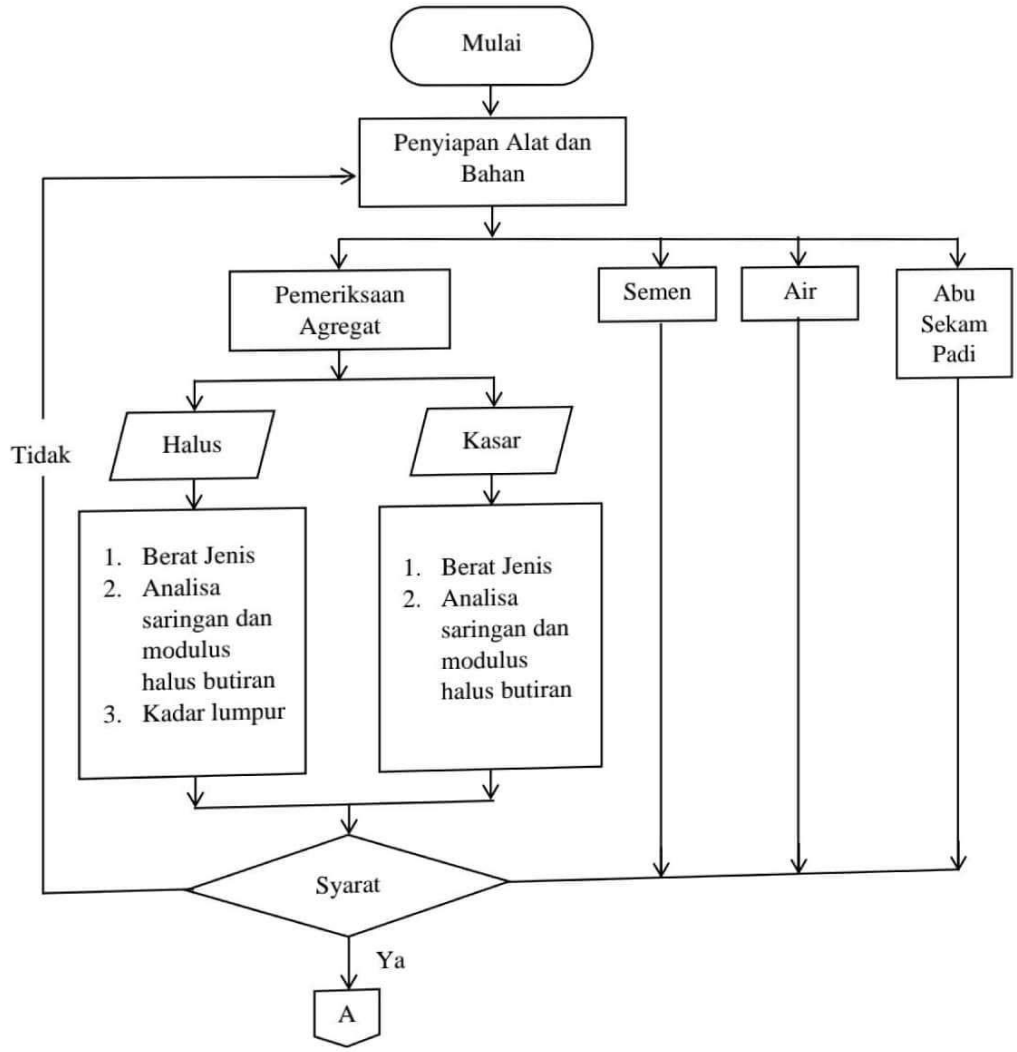
Wc = Berat isi beton (kg/m^3)

f'c = Kuat tekan beton (MPa)

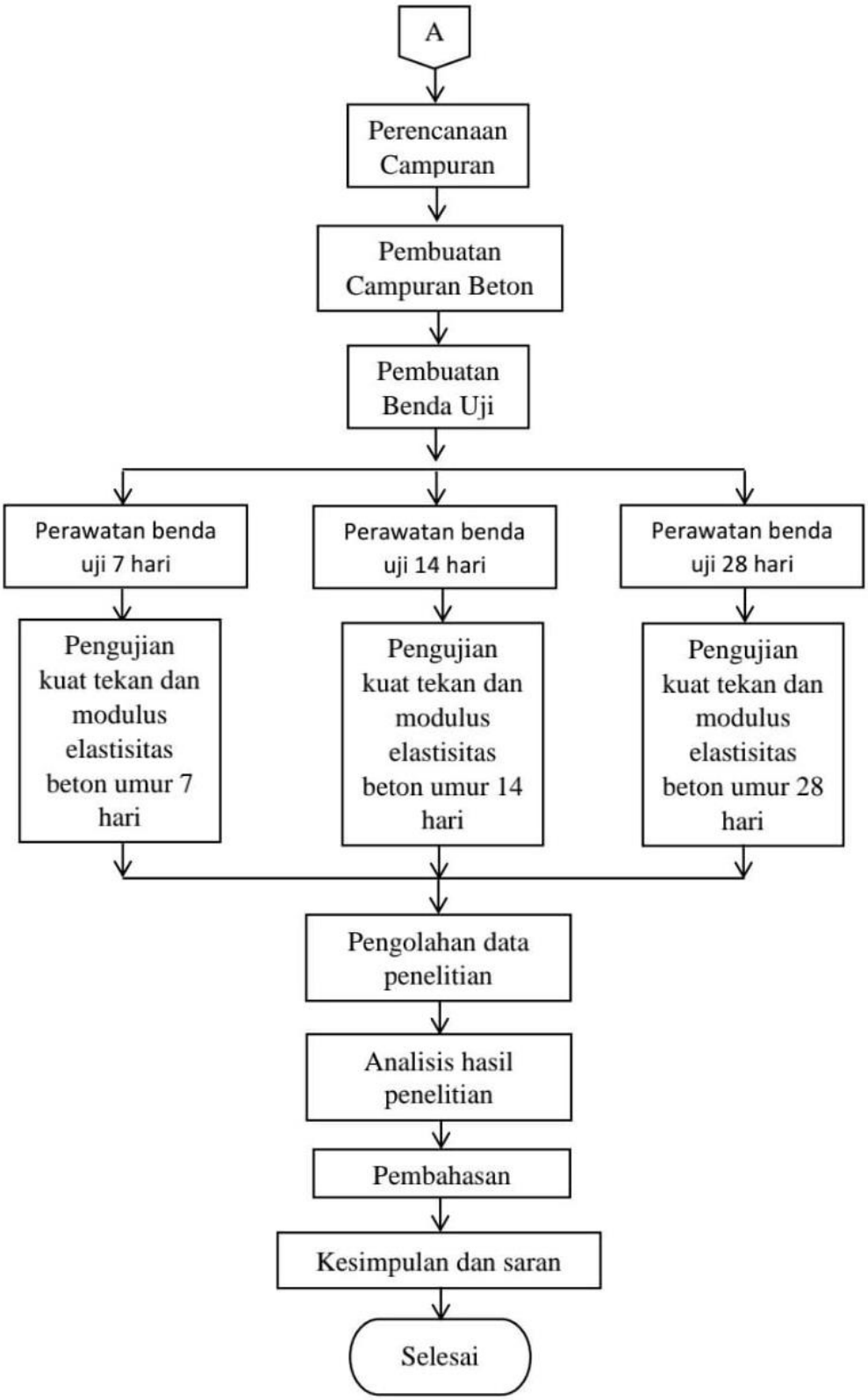
BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen atau percobaan yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.1

4.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat adalah hal yang sangat penting untuk melakukan penelitian. Mutu bahan yang digunakan dapat mempengaruhi hasil dari penelitian maka dari itu perlu diperhatikan mutu bahan yang digunakan. Selain itu penggunaan alat yang memiliki ketelitian yang baik sangat diperlukan dalam penelitian ini agar dapat menghasilkan penelitian yang berakurasi baik.

4.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semen *portland* Merk Gresik Tipe I
2. Abu sekam padi yang digunakan merupakan hasil pembakaran batu bata
3. *Accelerator* yang digunakan berupa kalsium klorida sebanyak 2% dari berat semen.
4. Agregat halus yang digunakan dari Gunung Merapi.
5. Agregat Kasar yang digunakan dari Celereng, Kulon Progo.
6. Air dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Timbangan, untuk menimbang material yang digunakan dan menimbang benda uji.
2. Penggaris, untuk mengukur tinggi pada pengujian *slump test*.
3. *Compressing Test Machine (CTM),* untuk menguji kuat tekan beton
4. Oven, digunakan untuk mengeringkan bahan material.
5. Ember, digunakan sebagai tempat/wadah air, agregat halus maupun kasar.
6. Saringan agregat halus, digunakan untuk mengayak agregat halus.
7. Saringan agregat kasar, digunakan untuk mengayak agegat kasar.
8. *Mixer* beton, digunakan untuk mencampur bahan-bahan penyusun beton atau untuk mengaduk campuran beton.
9. Cetakan silinder, digunakan sebagai tempat/wadah yang membentuk beton sesuai dengan cetakan.
10. Kerucut Abrams, digunakan pada pengujian *slump test*.

11. Sekop, digunakan untuk mengaduk serta memasukan adonan beton kedalam cetakan silinder.
12. Cetok, digunakan untuk meratakan adonan beton dalam cetakan silinder.
13. Tongkat penumbuk, digunakan untuk memadatkan adonan beton
14. Palu karet, digunakan untuk memadatkan adonan beton pada cetakan silinder.
15. Cetakan untuk *capping*, digunakan untuk *capping* benda uji.
16. *Dial gauge*, digunakan untuk membaca regangan beton.
17. Gerobak dorong, untuk memudahkan memindahkan material maupun benda uji.
18. Alat tulis, digunakan untuk mencatat dan *marking* benda uji.

4.3 Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah silinder beton dengan ukuran diameter silinder 15 cm dan tinggi 30 cm. Masing-masing persentase penambahan abu sekam padi terdapat 5 sampel benda uji sehingga total benda uji adalah 75. Jumlah benda uji yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji

Kode Benda Uji	Kadar Abu Sekam (%)	Kadar $CaCl_2$ (%)	Jumlah Sampel Pengujian 7 hari	Jumlah Sampel Pengujian 14 hari	Jumlah Sampel Pengujian 28 hari
BN	0	0	5	5	5
B2-0	0	2	5	5	5
B2-6	6	2	5	5	5
B2-9	9	2	5	5	5
B2-12	12	2	5	5	5
Total Benda Uji			25	25	25

Keterangan :

BN = Beton normal tanpa bahan tambah abu sekam padi dan kalsium klorida.

B2-0 = Beton dengan bahan tambah kalsium klorida 2% terhadap semen sebagai akselerator.

B2-6 = Beton dengan bahan tambah kalsium klorida 2% terhadap semen sebagai akselerator dan bahan tambah abu sekam padi 6% terhadap

semen.

B2-9 = Beton dengan bahan tambah kalsium klorida 2% terhadap semen Sebagai akselerator dan bahan tambah abu sekam padi 9% terhadap semen.

B2-12 = Beton dengan bahan tambah kalsium klorida 2% terhadap semen Sebagai akselerator dan bahan tambah abu sekam padi 12% terhadap semen.

Pada penelitian ini untuk masing-masing variasi beton sebanyak 5 buah silinder digunakan untuk pengujian kuat tekan beton serta modulus elastisitas (diambil 3 buah dari 5 benda uji kuat tekan).

4.4 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Tahapan penelitian ini sesuai dengan Gambar 4.1 Bagan alir penelitian, penjelasan untuk setiap tahapan penelitian adalah sebagai berikut.

4.4.1 Persiapan

Persiapan pada penelitian ini meliputi persiapan literatur, persiapan alat dan bahan, dan persiapan laboratorium. Sebelum melakukan penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu. Bahan yang disiapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semen merk *portland* Gresik Tipe I
2. Abu sekam padi sebagai bahan tambah
3. Kalsium klorida sebagai *accelerator*
4. Agregat kasar dari Clereng dengan diameter maksimum 20 mm
5. Agregat halus dari Merapi dengan diameter maksimum 4,8 mm
6. Air yang digunakan dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi

Pada tahap persiapan bahan dilakukan pembersihan material dari kotoran maupun benda lain yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Pembersihan material dilakukan dengan cara mencuci agregat kasar menggunakan air hingga

tidak terdapat lumpur yang menempel pada agregat kasar, kemudian agregat kasar yang telah dibersihkan disimpan pada karung yang bersih.

4.4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan material dilakukan sebelum pembuatan benda uji, hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik material. Pada tahap ini dilakukan pengujian berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur dan analisa saringan pada agregat halus untuk mengetahui kelayakan material yang akan digunakan.

1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

   Pemeriksaan berat jenis agregat halus dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan pada agregat halus. Prosedur pemeriksaan berat jenis agregat halus adalah sebagai berikut.

   a. Menyiapkan agregat halus kemudian mengeringkan agregat dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C.
   b. Mendinginkan agregat pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 jam.
   c. Membuang air perendaman dengan hati-hati, sehingga tidak ada butiran yang terbuang. Kemudian menebarkan agregat halus di atas talam dan keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan agregat sampai keadaan kering permukaan jenuh.
   d. Memeriksa keadaan kering permukaan jenuh dengan cara memasukkan agregat halus ke dalam kerucut terpancung, kemudian dipadatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai apabila kerucut terpancung diangkat, agregat runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak
   e. Apabila agregat telah mencapai keadaan kering permukaan jenuh, kemudian memasukkan sampel sebanyak 500 gram ke dalam piknometer, memasukkan air suling sampai 90% isi piknometer, memutar piknometer sambil diguncangkan sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
   f. Menambahkan air sampai mencapai tanda batas pada piknometer.
   g. Menimbang piknometer yang berisi benda uji (agregat halus) dan air (C).

h. Mengeluarkan benda uji dari piknometer dan dikeringkan dalam oven
i. Mendinginkan benda uji dan menimbang (A).
j. Menimbang berat piknometer penuh berisi air (B)
k. Rumus perhingan berat jenis dapat dilihat pada Persamaan 3.1

2. Analisa Saringan dan Modulus Halus

Analisa saringan dan modulus halus agregat halus dilakukan untuk penentuan prosentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan, kemudian angka-angka prosentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Prosedur analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut.

a. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C.
b. Mengeringkan benda uji pada suhu kamar.
c. Menimbang benda uji dalam keadaan kering oven sebanyak 2000 gram
d. Menyusun set saringan dari ukuran paling besar dari atas ke bawah, yaitu dari diameter 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm dan pan.
e. Memasukkan benda uji paling atas kemudian menggoyangkan set saringan dengan bantuan mesin penggoyang selama 10-15 menit.
f. Mengeluarkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian menimbang benda uji.
g. Rumus perhitungan modulus halus butir dapat dilihat pada persamaan 3.5

3. Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir

Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir dilakukan untuk menentukan prosentase kandungan lumpur dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Prosedur pemeriksaan kandungan lumpur adalah sebagai berikut.

a. Menyiapkan agregat halus kering oven yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) sebanyak 500 gram.
b. Meletakkan benda uji kedalam saringan dan mengalirkan air diatasnya.
c. Menggerakkan benda uji dalam saringan dengan aliran air secukupnya sehingga bagian yang halus menembus saringan No. 200 dan bagian yang kasar tertinggal di saringan.

d. Mengulangi pekerjaan diatas hingga air pencucian tetap jernih.
e. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C
f. Rumus perhitungan kandungan lumpur dapat dilihat pada persamaan 3.6

4. Pemeriksaan Berat Volume Gembur dan Padat

Prosedur pemeriksaan berat volume gembur dan padat agregat halus adalah sebagai berikut.

a. Berat volume gembur
    1) Menyiapkan agregat halus kondisi kering permukaan (SSD).
    2) Menimbang berat tabung penakar.
    3) Mengisi tabung penakar hingga penuh dengan agregat halus yang telah disiapkan.
    4) Meratakan permukaan tabung penakar.
    5) Menimbang berat tabung penakar yang telah diisi penuh dengan agregat halus.
    6) Rumus perhitungan berat volume gembur dapat dilihat pada persamaan 3.7.
b. Berat volume padat
    1) Menyiapkan agregat halus kondisi kering permukaan (SSD).
    2) Mengisi tabung penakar setiap 1/3 bagian kemudian ditumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali. Dilakukan hingga tabung penakar penuh.
    3) Meratakan permukaan tabung penakar.
    4) Menimbang berat tabung penakar yang telah diisi penuh dengan agregat halus.
    5) Rumus perhitungan berat volume padat dapat dilihat pada persamaan 3.7.

4.4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan material dilakukan sebelum pembuatan benda uji, hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik material. Pada tahap ini dilakukan pengujian berat jenis, analisa saringan dan modulus halus butiran pada agregat kasar untuk mengetahui kelayakan material yang akan digunakan.

1. Pemeriksaan Berat Jenis agregat kasar

   Pemeriksaan berat jenis agregat kasar dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan pada agregat kasar. Prosedur pemeriksaan berat jenis agregat kasar adalah sebagai berikut.

   a. Mencuci agregat kasar untuk menghilangkan debu atau kotoran.
   b. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C.
   c. Mengeluarkan benda uji kemudian dinginkan pada suhu ruangan lalu merendam benda uji dalam air selama 24 jam.
   d. Mengeluarkan benda uji dari air dan mengeringkan benda uj dengan kain penyerap hingga selaput air pada permukaan hilang sehingga agregat dalam keadaan jenyg kering permukaan (SSD).
   e. Menimbang benda uji kering permukaan jenuh (B) sebanyak 5000 gram.
   f. Meletakkan benda uji kedalam keranjang air, menggoncangkan agregat kasar untuk mengeluarkan udara yang terperangkap, kemudian menentukan beratnya di dalam air (C).
   g. Mengeringkan benda uji dengan memasukkan benda uji ke dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C, kemudian menimbang benda uji (A)
   h. Rumus berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada Persamaan 3.8

2. Analisa Saringan dan Modulus Halus Butiran

   Analisa saringan dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan saringan. Prosedur analisa saringan agregat kasar adalah sebagai berikut.

   a. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C.
   b. Mengeluarkan benda uji, kemudian mendinginkan benda uji pada suhu kamar.
   c. Menimbang benda uji kering oven sebanyak 5000 gram.
   d. Menyusun ayakan atau saringan dari diameter paling besar dari atas ke bawah.

e. Menuangkan benda uji pada saringan paling atas kemudian menggoyangkan satu set saringan dengan mesin pengguncang selama 10 menit.
f. Mengeluarkan benda uji dari masing-masing saringan kemudian menimbang benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.
g. Rumus perhitungang modulus halus butiran dapat dilihat pada rumus 3.12

3. Pemeriksaan berat volume gembur dan padat agregat kasar

Prosedur pemeriksaan berat volume gembur dan padat agregat kasar adalah sebagai berikut.

a. Berat volume gembur
    1) Menyiapkan agregat kasar kondisi kering permukaan (SSD).
    2) Mengisi tabung penakar hingga penuh dengan agregat kasar yang telah disiapkan.
    3) Meratakan permukaan tabung penakar.
    4) Menimbang berat tabung penakar yang telah diisi penuh dengan agregat kasar.
    5) Rumus perhitungan berat volume gembur dapat dilihat pada persamaan 3.7.
b. Berat volume padat
    1) Menyiapkan agregat kasar kondisi kering permukaan (SSD).
    2) Mengisi tabung penakar setiap 1/3 bagian kemudian ditumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali. Dilakukan hingga tabung penakar penuh.
    3) Meratakan permukaan tabung penakar.
    4) Menimbang berat tabung penakar yang telah diisi penuh dengan agregat kasar.
    5) Rumus perhitungan berat volume padat dapat dilihat pada persamaan 3.7.

4.4.4 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Penelitian ini menggunakan perencanaan campuran beton (*mix design*) sesuai dengan metode SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana

Campuran Beton Normal. Untuk prosedur perencanaan campuran beton yang secara lengkap dapat dilihat pada sub bab 4.5.

4.4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini dibuat menjadi 2 jenis campuran yaitu beton normal dan beton berakselerator kalsium klorida 2% ditambah abu sekam padi. Dengan variasi penambahan abu sekam padi yaitu 0%, 6%, 9% dan 12% terhadap berat semen dan kalsium klorida sebanyak 2% terhadap berat semen. Masing-masing variasi penambahan abu sekam padi dibuat sebanyak 5 sampel silinder beton dengan dimensi 15 cm x 30 cm. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam silinder beton di dalam air selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Menimbang material sesuai dengan perhitungan perencanaan campuran (*mix design*).
2. Memasukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam *mixer* dalam keadaan kering kemudian diputar selama ±2 menit hingga tercampur.
3. Memasukkan semen dan air (untuk beton normal) ke dalam *mixer* dan diputar hingga tercampur merata.
4. Menuang adukan beton yang telah tercampur rata dari *mixer* dan dilakukan *slump test*.
5. Setelah nilai *slump test* telah memenuhi/sesuai rencana, adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder beton setiap 1/3 bagian tinggi dari cetakan kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata hingga cetakan terisi penuh.
6. Meratakan permukaan beton kemudian didiamkan agar beton dapat mengeras dengan sempurna.
7. Membuka cetakan silinder beton dan melakukan perawatan silinder beton dengan cara direndam dalam air selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

4.4.6 Pengujian Benda Uji

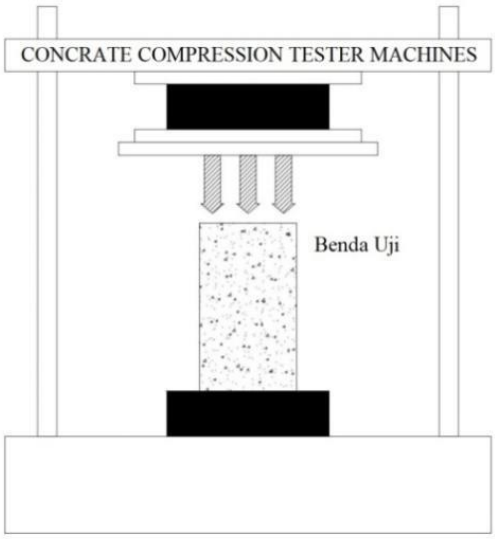
Pengujian benda uji yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Kuat Tekan Beton

   Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton atau mengetahui besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Cara pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

   a. Mengambil benda uji dari tempat perawatan beton dan membersihkan benda uji dari kotoran yang menempel dengan kain lap.
   b. Menimbang dan mengukur benda uji pada 3 posisi ukur.
   c. Melapisi permukaan atas benda uji silinder dengan mortar belerang.
   d. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
   e. Menjalankan mesin uji tekan dengan penambahan beban yang konstan, sekitar 2 sampai 4 kg/cm^2 per detik.
   f. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur, dan mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.

   Sketsa pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini.



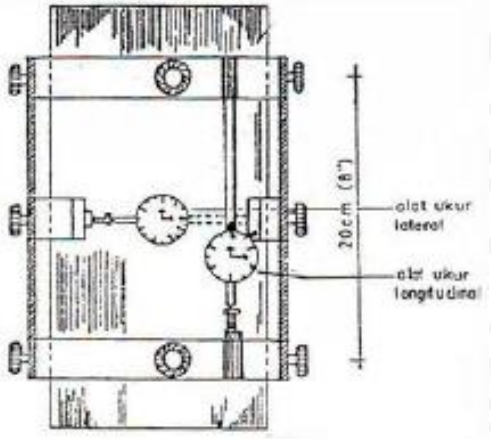
Gambar 4.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton

2. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

   Pengujian modulus elastisitas beton bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan dibagi regangan beton dalam kondisi elastis. Cara pengujian modulus elastisitas beton adalah sebagai berikut.

   a. Mengukur diameter serta tinggi benda uji dengan jangka sorong pada 3 posisi ukur.
   b. Menimbang benda uji.
   c. Memasang alat kompresometer-ekstensometer dan alat pengukur deformasi (*dial gauge*) pada benda uji.
   d. Meletakkan benda uji pada mesin uji tekan secara simetris.
   g. Menjalankan mesin uji tekan dengan penambahan beban yang konstan, sekitar 2 sampai 4 kg/cm^2 per detik.
   e. Pembebanan dilakukan hingga benda uji hancur atau mesin uji tidak memberikan beban lagi.
   f. Mencatat regangan/deformasi setiap peningkatan beban 10 kN.

   Sketsa alat serta benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4. 3 Benda Uji dan Alat Kompresometer
Sumber : Materi Kuliah Teknologi Bahan Konstruksi Yunalia M

4.4.7 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari hasil penelitian kemudian dilakukan pengolahan data sesuai dengan standar peraturan yang berlaku dan dengan menggunakan

bantuan program *Microsoft Excel*. Langkah-langkah pengumpulan dan pengolahan data adalah sebagai contoh berikut.

1. Pemeriksaan Agregat Halus

   Pemeriksaan agregat halus dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang digunakan pada penelitian ini. Agregat halus yang digunakan berasal dari Merapi. Pengujian yang dilakukan yaitu pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air, kadar lumpur dan analisa saringan atau modulus halus butir.



Gambar 4. 4 Agregat Halus Merapi

a. Pemeriksaan Berat Jenis

   Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Data berat dan serapan air dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Berat dan Serapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir mutlak, gram (A)	490	494	492
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (S)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (C)	1148	1152	1150
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai berat jenis curah, berat jenis kering muka, berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus. Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

Berat jenis curah $= \frac{A}{B+S-C}$

$= \frac{490}{836+500-1148}$

$= 2{,}606$

Berat jenis jenuh kering permukaan $= \frac{S}{B+S-C}$

$= \frac{500}{836+500-1148}$

$= 2{,}660$

Berat jenis semu $= \frac{A}{B+A-C}$

$= \frac{490}{836+490-1148}$

$= 2{,}753$

Penyerapan $= \frac{S-A}{A} \times 100\%$

$= \frac{500-490}{490} \times 100\%$

$= 2{,}041$

Rekapitulasi perhitungan berat jenis dapat dilihat pada Tabel 5.1

b. Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan analisa saringan atau modulus halus butir dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Data berat tertinggal agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Berat Tertinggal Agregat Halus Sampel 1 dan Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal 1 (gram)	Berat Tertinggal 2 (gram)
40		
20		
10		
4,8	11	3

Lanjutan Tabel 4.3

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal 1 (gram)	Berat Tertinggal 2 (gram)
2,4	158	152
1,2	443	520
0,6	652	618
0,3	446	401
0,15	212	239
Pan	78	67
Jumlah	2000	2000

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan berat tertinggal (%), berat tertinggal kumulatif (%), persen lolos kumulatif (%) untuk mendapatkan nilai modulus halus butir pasir merapi. Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

Perhitungan berat tertinggal (%) $= \frac{\text{berat tertinggal}}{\text{jumlah}}$ x 100%

1) Lubang ayakan 4,8 mm $= \frac{3}{2000}$ x 100%= 0,150
2) Lubang ayakan 2,4 mm $= \frac{152}{2000}$ x 100%= 7,600
3) Lubang ayakan 1,2 mm $= \frac{520}{2000}$ x 100%= 26,000
4) Lubang ayakan 0,6 mm $= \frac{618}{2000}$ x 100%= 30,900
5) Lubang ayakan 0,3 mm $= \frac{401}{2000}$ x 100%= 20,050
6) Lubang ayakan 0,15 mm $= \frac{239}{2000}$ x 100%= 11,950
7) Pan $= \frac{67}{2000}$ x 100% = 3,350

Perhitungan berat tertinggal kumulatif (%)

1) Lubang ayakan 4,8 mm = 0,150
2) Lubang ayakan 2,4 mm = 0,150 + 7,600 = 7,750
3) Lubang ayakan 1,2 mm = 7,750 + 26,00 = 33,750
4) Lubang ayakan 0,6 mm = 33,750 + 30,900 = 64,650
5) Lubang ayakan 0,3 mm = 64,650 + 20,050 = 84,700

6) Lubang ayakan 0,15 mm = 84,700 + 11,950 = 96,650
7) Pan = 96,650 + 3,350 = 2000

Perhitungan persen lolos kumulatif (%) =100%-berat tertinggal kumulatif

1) Lubang ayakan 4,8 mm = 100% - 0,150 = 99,850
2) Lubang ayakan 2,4 mm = 100% - 7,750 = 92,250
3) Lubang ayakan 1,2 mm = 100% - 33,750 = 66,250
4) Lubang ayakan 0,6 mm = 100% - 64,650 = 33,350
5) Lubang ayakan 0,3 mm = 100% - 84,700 = 15,300
6) Lubang ayakan 0,15 mm = 100% - 96,650 = 3,350
7) Pan = 100% - 100 = 0

$$\text{MHB 1} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$$
$$= \frac{284{,}400}{100}$$
$$= 2{,}844$$

$$\text{MHB 2} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$$
$$= \frac{287{,}650}{100}$$
$$= 2{,}876$$

$$\text{MHB rata-rata} = \frac{\text{MHB 1+MHB 2}}{3}$$
$$= \frac{2{,}844+2{,}876}{2}$$
$$= 2{,}860$$

Rekapitulasi perhitungan modulus halus dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4

c. Pemeriksaan Kandungan Lumpur

Pemeriksaan kandungan lumpur dilakukan berdasarkan SNI 03-4142-1996 tentang Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No 200. Data pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat agregat kering oven (A), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (B), gram	493	492	492,5

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai kadar lumpur dalam pasir merapi. Perhitungan kadar lumpur dapat dilihat di bawah ini.

Kadar lumpur 1 $= \frac{A-B}{A} \times 100\%$

$= \frac{500-493}{500} \times 100\%$

$= 1{,}4\%$

Kadar lumpur 2 $= \frac{A-B}{A} \times 100\%$

$= \frac{500-492}{500} \times 100\%$

$= 1{,}6\%$

Kadar lumpur $= \frac{\text{kadar lumpur 1+kadar lumpur 2}}{2}$

$= \frac{1{,}4\% + 1{,}6\%}{2}$

$= 1{,}5\%$

Rekapitulasi perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.2

d. Pemeriksaan Berat Volume Gembur Dan Padat Agregat Halus

Pemeriksaan berat volume gembur dan padat dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998 tentang Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam agregat. Data pemeriksaan berat volume gembur dan padat agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.5 Data Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6587	gram

Lanjutan Tabel 4.5

Uraian	Hasil Pengukuran	
Berat tabung + agregat SSd (G)	14215	gram
Volume Tabung (V)	5301,438	cm^3

Tabel 4.6 Data Pemeriksaan Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	15562	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm^3

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus. Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

Berat volume gembur $= \frac{G-T}{V}$

$= \frac{14215-6587}{5301,438}$

$= 1,439 \text{ gram/cm}^3$

Berat volume padat $= \frac{G-T}{V}$

$= \frac{15562-6587}{5301,438}$

$= 1,693 \text{ gram/cm}^3$

Rekapitulasi perhitungan berat volume gembur dan padat dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7

2. Pemeriksaan Agregat Kasar

   Pemeriksaan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini. Agregat kasar yang digunakan yaitu Clereng. Pengujian yang dilakukan yaitu pemeriksaan berat jenis, penyerapan air, analisa saringan atau modulus halus butir.



Gambar 4.5 Agregat Kasar Clereng

a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dilakukan berdasarkan SNI 03-1969-2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Data pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Berat dan Serapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (A)	4956	4992	4974
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (B)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (C)	3073	3085	3079

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai berat jenis curah, berat jenis kering muka, berat jenis semu dan penyerapan air agregat kasar. Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

Berat jenis curah $= \frac{A}{B-C}$

$= \frac{4956}{5000-3073}$

$= 2{,}572$

Berat jenis kering muka $= \frac{B}{B-C}$

$= \frac{5000}{5000-3073}$

$= 2{,}595$

Berat jenis semu $= \frac{A}{A-C}$

$= \frac{4956}{4956-3073}$

$= 2{,}632$

Penyerapan air $= \frac{B-A}{A} \times 100\%$

$= \frac{5000-4956}{4956} \times 100\%$

$= 0{,}888$

Rekapitulasi perhitungan berat jenis dapat dilihat pada Tabel 5.8

b. Pemeriksaan Analisis Saringan

Pemeriksaan analisa saringan dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Data berat tertinggal agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.8 Berat Tertinggal Agregat Kasar Sampel 1 dan Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal 1 (gram)	Berat Tertinggal 2 (gram)
40		
20	74	83
10	3541	3617
4,8	1349	1211
2,4	0	0,000
1,2	0	0,000
0,6	0	0,000
0,3	0	0,000
0,15	0	0,000
Pan	36	89
Jumlah	5000	5000

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan berat tertinggal (%), berat tertinggal kumulatif (%), persen lolos kumulatif (%) untuk

mendapatkan nilai modulus halus butir agregat kasar clereng. Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

Perhitungan berat tertinggal (%) = $\frac{\text{berat tertinggal}}{\text{jumlah}}$ x 100%

1) Lubang ayakan 20 mm = $\frac{74}{5000}$ x 100% = 1,480 %
2) Lubang ayakan 10 mm = $\frac{3541}{5000}$ x 100% = 70,820 %
3) Lubang ayakan 4,8 mm = $\frac{1349}{5000}$ x 100% = 26,980 %
4) Pan = $\frac{36}{5000}$ x 100% = 0,720 %

Perhitungan berat tertinggal kumulatif (%)

1) Lubang ayakan 20 mm = 1,480 %
2) Lubang ayakan 10 mm = 1,480 + 70,820 = 72,300 %
3) Lubang ayakan 4,8 mm = 72,300 + 26,980 = 99,280 %
4) Pan = 99,280 + 0,720 = 100%

Perhitungan persen lolos kumulatif (%) =100%-berat tertinggal kumulatif

1) Lubang ayakan 20 mm = 100% - 1,480 = 98,520 %
2) Lubang ayakan 10 mm = 100% - 72,300 = 27,700 %
3) Lubang ayakan 4,8 mm = 100% - 99,280 = 0,720 %
4) Pan = 100% - 100 = 0

Perhitungan Modulus Halus Butir

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

= $\frac{669,460}{100}$

= 6,694

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

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

= 6,649

MHB rata-rata = $\frac{\text{MHB 1+ MHB 2}}{2}$

= $\frac{6,694+6,649}{2}$

= 6,672

Rekapitulasi perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10

c. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Kasar

Pemeriksaan berat volume gembur dan padat dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998 tentang Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam agregat. Data pemeriksaan berat volume gembur dan padat agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.9 Data Pemeriksaan Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6578	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	13692	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm^3

Tabel 4.10 Data Pemeriksaan Berat Volme Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6578	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	14445	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm^3

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan perhitungan berat volume gembur dan berat volume padat agregat kasar. Perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

Berat volume gembur $= \frac{G-T}{V}$

$= \frac{13692-6587}{5301,438}$

$= 1,342 \text{ gram/cm}^3$

Berat volume padat $= \frac{G-T}{V}$

$$= \frac{14445\text{-}6587}{5301{,}438}$$

$$= 1{,}484 \text{ gram/cm}^3$$

Rekapitulasi perhitungan berat volume gembur dan padat dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13

4.5 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton pada penelitian ini menggunakan metode SNI 02-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal. Perencanaan campuran beton dilakukan untuk mengetahui banyaknya kebutuhan proporsi untuk campuran beton sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan. Terdapat perbedaan variasi penambahan abu sekam padi pada setiap campuran beton, variasi penambahan abu sekam padi yang digunakan yaitu 0%, 6%, 9%, dan 12% terhadap berat semen. Dan penambahan kalsium klorida 2% terhadap semen untuk masing-masing variasi penambahan abu sekam padi. Perhitungan perencanaan campuran beton adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan yang direncanakan (*f'c*) = 20 MPa pada beton umur 28 hari
2. Nilai tambah (*M*) = 12 MPa, karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15.
3. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (*f'cr*)

$$f'cr = f'c + M$$
$$= 20 + 12$$
$$= 32 \text{ Mpa}$$

4. Jenis semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I merk Gresik, akan tetapi karena keterbatasan memperoleh semen tersebut maka digunakan semen Gresik PCC yang setara dengan semen *Portland* tipe I.
5. Jenis agregat yang digunakan
   1) Agregat halus pasir alami berasal dari Gunung Merapi
   2) Agregat kasar berupa batu pecah berasal dari Sungai Progo (Clereng)
6. Faktor air semen (fas)

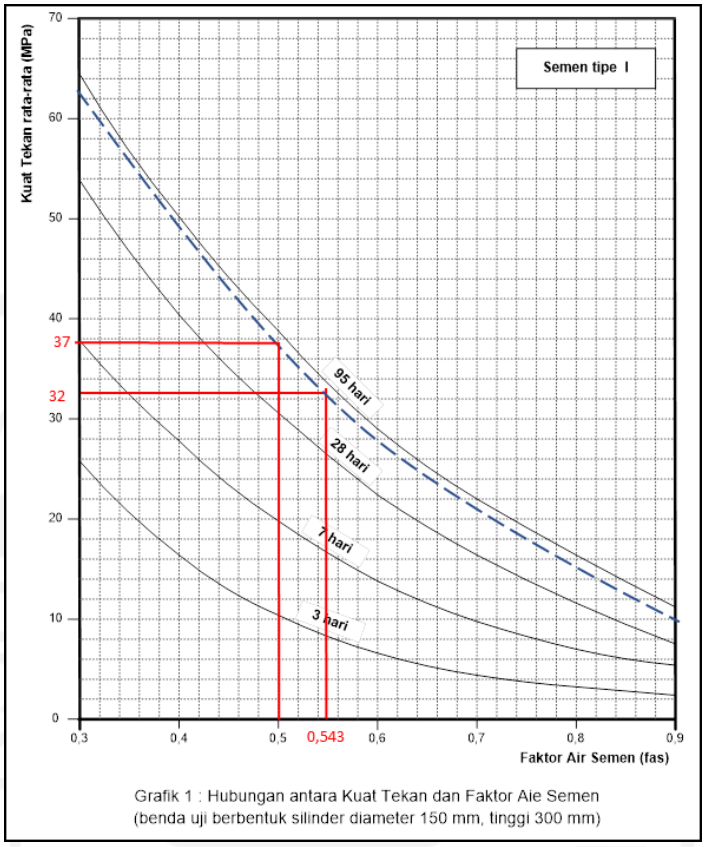
Berdasarkan Tabel 4.11 Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan fas 0,5 untuk semen Portland tipe I, jenis agregat kasar batu pecah dengan bentuk benda uji silinder dan umur beton 28 hari didapatkan kekuatan tekan sebesar 37 MPa dengan fas 0,5.

Tabel 4.11 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan fas 0,5

Jenis Semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	19	Bentuk uji
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Portland 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)

Nilai kekuatan tekan 37 MPa dengan fas 0,5 yang didapatkan pada Tabel 4.11 kemudian diplotkan pada Gambar 4.6 dan mendapatkan garis bantu berupa garis putus-putus. Kemudian ditarik garis horizontal pada nilai f'cr yaitu sebesar 32 MPa hingga menyentuh garis bantu putus-putus, selanjutnya dibuat garis vertikal ke bawah sampai ketemu nilai faktor air semen. Berdasarkan Gambar 4.6 di bawah ini didapatkan nilai faktor air semen sebesar 0,543.



Gambar 4.6 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

7. Nilai slump yang direncanakan sebesar 60-180 mm,
8. Kadar air bebas agregat campuran

   Ukuran butiran maksimum agregat adalah 20 mm dan nilai slump yang direncanakan adalah 60-180 mm, berdasarkan Tabel 4.12 diperoleh nilai perkiraan jumlah air agregat halus (Wh) sebesar 195 dan perkiraan jumlah air agregat kasar (Wk) sebesar 225.

Tabel 4.12 Perkiraan Kebutuhan Air Bebas (kg/m^3)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
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	290	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

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

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

$= 205$ kg/m^3.

9. Kadar Semen Minimum

Untuk mendapatkan nilai kadar semen minimum ditentukan berdasarkan jenis pembetonan yang akan dilakukan, kemudian dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.

Tabel 4.13 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Fas Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis pembetonan		Jumlah Semen Minimum per-m^3 beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan			
a.	keadaan keliling non-korosif	275	0,6
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	0,6
b.	terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk ke dalam tanah			
a.	mengalami pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55
b	mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut			tabel 6

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Beton yang direncanakan merupakan beton di luar ruangan bangunan dan tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung. Berdasarkan Tabel 4.13 didapatkan jumlah semen minimum per m^3 sebesar 325 kg dan nilai fas maksimum sebesar 0,60 sehingga jumlah semen yang digunakan dapat diperoleh dari persamaan berikut.

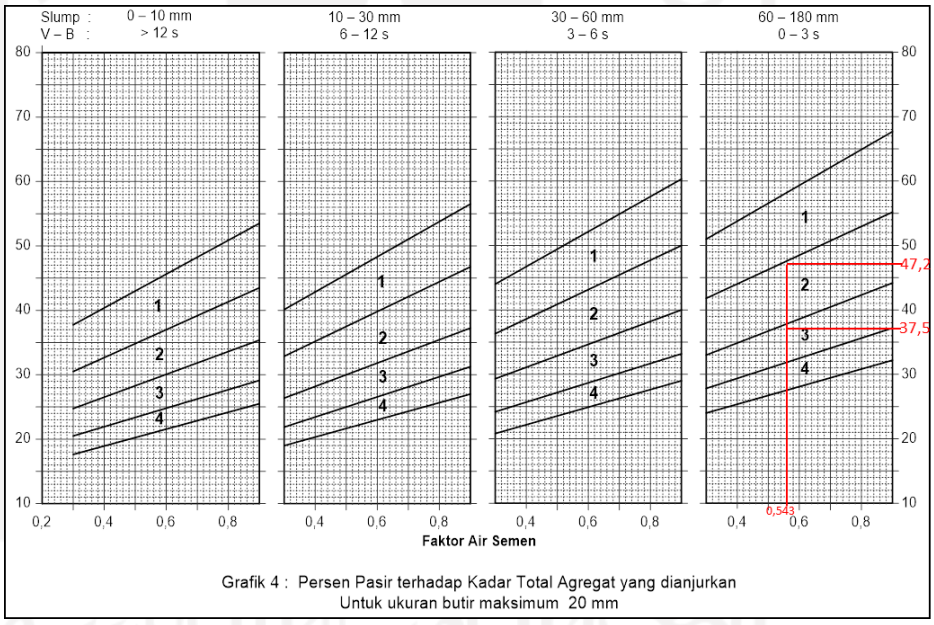
$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}}$$

$$= \frac{205}{0{,}543}$$

$$= 377{,}532 \text{ kg/m}^3.$$

10. Persentase Agregat Halus dan Kasar

Persentase agregat halus dan kasar dapat dihitung dengan mengacu pada slump yang direncanakan yaitu 60-180 mm, faktor air semen sebesar 0,543, ukuran maksimum butir agregat sebesar 20 mm dan agregat halus berada pada gradasi 2. Untuk hasil persentase agregat halus terhadap agregat total dapat dilihat pada Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

Berdasarkan Gambar 4.7 di atas, nilai persentase agregat didapatkan dengan cara menarik garis vertikal pada fas yaitu sebesar 0,543 hingga menyentuh garis batas atas dan batas bawah agregat gradasi 2. Kemudian membuat garis horizontal pada batas atas dan batas bawah hingga mendapatkan persentase agregat halus. Persentase agregat halus yang diperoleh yaitu sebesar 47,2% dan

37,5%. Digunakan nilai rata-rata yaitu sebesar 42,35%. Perhitungan nilai persentase agregat kasar dapat dilihat pada perhitungan berikut.

Nilai persentase agregat kasar = 100% - % agregat halus
= 100% - 42,35%
= 57,65%

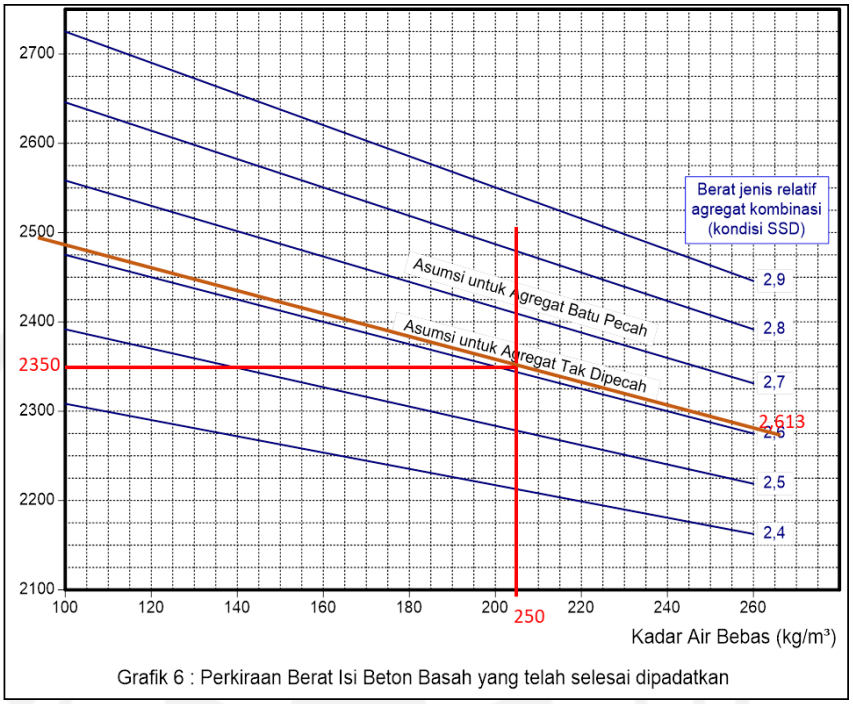
11. Berat Jenis Agregat Gabungan

Berat jenis agregat gabungan dapat dihitung setelah mengetahui nilai berat jenis agregat kasar dan agregat halus. Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis didapatkan nilai berat jenis agregat halus sebesar 2,646 dan berat jenis agregat kasar sebesar 2,589. Sehingga nilai berat jenis agregat gabungan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

$$\text{Berat jenis agregat gab} = \frac{P}{100}\ \text{Bj agg.halus} + \frac{K}{100}\ \text{Bj agg.kasar}$$
$$= \frac{42,35}{100} \times 2,646 + \frac{57,65}{100} \times 2,589$$
$$= 2,613$$

12. Berat Isi Beton

Berat isi beton dapat diperoleh dari Gambar 4.7 dengan kadar air bebas sebesar 205 kg/m^3 dan berat jenis gabungan sebesar 2,613 yang kemudian di plot kan pada Gambar 4.8 dengan cara membuat garis bantu sejajar pada berat jenis dan membuat garis vertikal pada kadar air bebas hingga menyentuh pada garis bantu, setelah itu membuat garis horizontal hingga memperoleh nilai berat isi beton. Berdasarkan Gambar 4.8 di bawah ini didapatkan nilai berat isi beton sebesar 2350 kg/m^3.



Gambar 4.8 Perkiraan Berat Isi Beton Basah Yang Telah Selesai Dipadatkan

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

13. Proporsi Agregat Gabungan

Agregat gabungan = Berat isi beton – kadar semen – kebutuhan air
= 2350 – 377,532 – 205
= 1767,468 kg/ m^3

14. Proporsi Agregat Halus

Proporsi agregat halus = % agregat halus x proporsi agregat gabungan
= 42,35% x 1767,486
= 748,532 kg/ m^3

15. Proporsi Agregat Kasar

Proporsi agregat kasar = % agregat kasar x proporsi agregat gabungan
= 57,65% x 1767,468
= 1018,945 kg/ m^3

16. Proporsi Campuran (setiap 1 m^3)
    1) Air = 205 kg
    2) Semen = 377,532 kg
    3) Agregat halus = 748,532 kg
    4) Agregat kasar = 1018,945 kg
17. Proporsi Campuran Dengan Angka Penyusutan

    Angka penyusutan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebesar 35%, maka campuran proporsi untuk setiap m^3 adalah sebagai berikut.

    1) Air = 205 kg x 1,35
       = 276,750 kg
    2) Semen = 377,532 kg x 1,35
       = 509,669 kg
    3) Agregat halus = 748,532 kg x 1,35
       = 1010,945 kg
    4) Agregat kasar = 1018,945 kg x 1,35
       = 1375,576 kg

18. Proporsi Campuran Setiap Variasi

    Setiap variasi pada penelitian ini digunakan benda uji silinder sebanyak 15 buah untuk setiap variasi.

    Volume 15 silinder (d=0,15 m; t=0,30 m) $= 15 \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

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

    $= 0{,}07952\ m^3$

    Berat masing-masing bahan untuk setiap variasi (15 silinder)

    1) Air = volume setiap m^3 x volume benda uji
       = 276,750 x x 0,07952
       = 22,008 Kg

2) Semen = volume setiap m^3 x volume benda uji
= 509,669 x 0,07952
= 40,530 Kg

3) Agregat halus = volume setiap m^3 x volume benda uji
= 1010,945 x 0,07952
= 80,357 Kg

4) Agregat kasar = volume setiap m^3 x volume benda uji
=1375,576 x x 0,07952
= 109,388 Kg

19. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Perencanaan Campuran Beton Normal dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Formulir Rencana Campuran Beton (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	20	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	-	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	32	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	0,543		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,543		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	377,532	kg/m^3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		

Lanjutan Tabel 4.14

Formulir Rencana Campuran Beton (*Mix Design*)					
SNI-03-2834-2000					
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**	
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	377,532	kg/m^3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,646			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,589			
19	Persen Agregat Halus	42,35	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,613			
21	Berat Isi Beton	2350	kg/m^3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1767,468	kg/m^3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	748,523	kg/m^3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1018,945	kg/m^3	(22)-(23)	
No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	377,532	205,000	748,523	1018,945
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m3	10,007	5,434	19,841	27,009
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	509,669	276,750	1010,506	1375,576
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m3	13,510	7,336	26,786	36,463
	Perbandingan	1	0,543	1,983	2,699

Rekapitulasi hasil perencanaan campuran beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.14.

4.6 Pengujian Sampel

4.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3.21 untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton. Contoh perhitungan kuat tekan beton pada beton 28 B2-0 1 dapat dilihat di bawah ini.

Berat silinder = 13,141 Kg

Diameter = 15,127 cm

Tinggi = 30,377 cm

Beban Maksimum = 510000 N

Luas Penampang $= \frac{1}{4} \text{x } \pi \text{ x } D^2$

$= \frac{1}{4} \text{x } \pi \text{ x } 151{,}27^2$

$= 17971{,}170 \text{ mm}^2$

Berat Volume $= \frac{\text{berat x } 10^9}{\text{luas penampang x tinggi}}$

$= \frac{13{,}141 \text{ x } 10^9}{17971{,}170 \text{ x } 30{,}377}$

$= 2407{,}199 \text{ Kg/m}^3$

Kuat tekan $= \frac{P}{A}$

$= \frac{510000}{17971{,}170}$

$= 28{,}378 \text{ MPa}$

Kuat tekan rata-rata 28 B2-0 = 26,024 MPa

Kuat tekan rata-rata 28 BN = 24,015 MPa

Persentase peningkatan kuat tekan $= \frac{\text{kuat tekan rerata 28 B2-0} - \text{kuat tekan rerata 28 BN}}{\text{kuat tekan rerata 28 BN}}$

$= \frac{26{,}024 - 24{,}015}{24{,}015}$

$= 8{,}365 \%$

Rekapitulasi hasil perhitungan kuat tekan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.17, Tabel 5.19, dan Tabel 5.21.

4.6.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian modulus elastisitas beton kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3.22 untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas beton. Data hasil pembacaan dial modulus elastisitas beton pada beton 28 B2-0 1 dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan contoh perhitungan modulus elastisitas beton dapat dilihat di bawah ini.

Beban = 10000 N

Lo = 200 mm

Luas penampang = 17971,170 mm^2

Pembacaan dial = 11 x 10^{-3}

ΔL sebenarnya $= \frac{1}{2}$ x ΔL

$= \frac{1}{2}$ x 11 x 10^{-3}

= 0,0055 mm

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

$= \frac{0,0055}{200}$

= 0,000025 mm

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

$= \frac{10000}{17971,170}$

= 0,5564 MPa

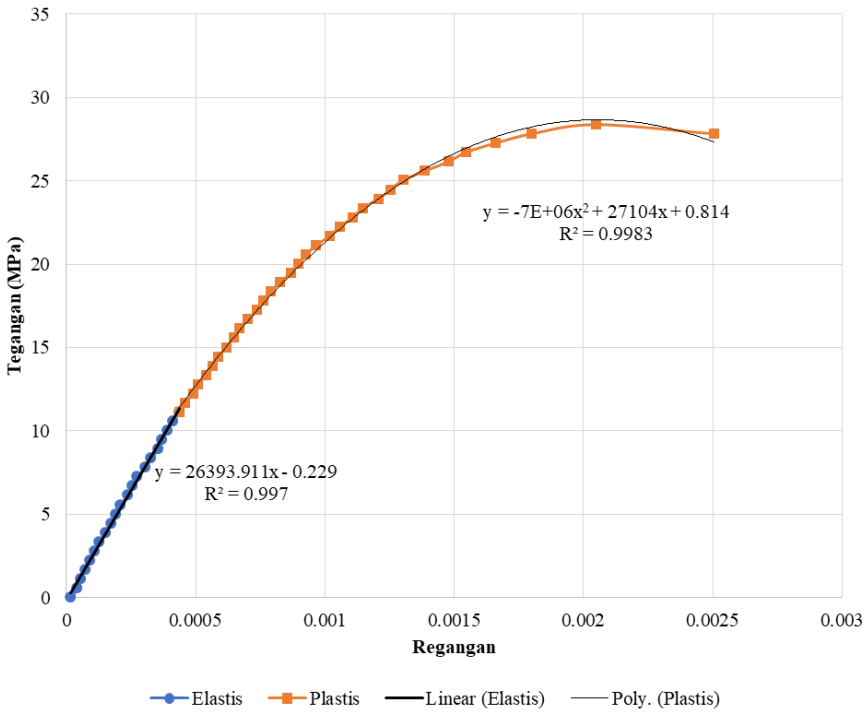
Tabel 4.15 Regangan dan Tegangan 28 B2-0 2

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	10	0,005	0,000025	0,5564
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1129
30	30000	21,5	0,01075	0,00005375	1,6693
40	40000	29,5	0,01475	0,00007375	2,2258
50	50000	37	0,0185	0,0000925	2,7822
60	60000	43,5	0,02175	0,00010875	3,3387
70	**70000**	**54**	**0,027**	**0,000135**	**3,8951**
80	80000	61,5	0,03075	0,00015375	4,4516
90	90000	69	0,0345	0,0001725	5,0080
100	100000	76,5	0,03825	0,00019125	5,5645
110	110000	87,4	0,0437	0,0002185	6,1209
120	120000	94,4	0,0472	0,000236	6,6774
130	130000	102,4	0,0512	0,000256	7,2338
140	140000	114,4	0,0572	0,000286	7,7903
150	150000	124	0,062	0,00031	8,3467

Lanjutan Tabel 4.15

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
160	160000	134,4	0,0672	0,000336	8,9031
170	170000	140	0,07	0,00035	9,4596
180	180000	148,4	0,0742	0,000371	10,0160
190	190000	157,4	0,0787	0,0003935	10,5725
200	**200000**	**168**	**0,084**	**0,00042**	**11,1289**
210	210000	176,4	0,0882	0,000441	11,6854
220	220000	188,4	0,0942	0,000471	12,2418
230	230000	196,4	0,0982	0,000491	12,7983
240	240000	208,4	0,1042	0,000521	13,3547
250	250000	219,4	0,1097	0,0005485	13,9112
260	260000	228	0,114	0,00057	14,4676
270	270000	239,9	0,11995	0,00059975	15,0241
280	280000	251,8	0,1259	0,0006295	15,5805
290	290000	260,8	0,1304	0,000652	16,1370
300	300000	273,8	0,1369	0,0006845	16,6934
310	310000	287,8	0,1439	0,0007195	17,2499
320	320000	296,8	0,1484	0,000742	17,8063
330	330000	309,3	0,15465	0,00077325	18,3627
340	340000	322,8	0,1614	0,000807	18,9192
350	350000	339,8	0,1699	0,0008495	19,4756
360	360000	351,3	0,17565	0,00087825	20,0321
370	370000	363,3	0,18165	0,00090825	20,5885
380	380000	379,3	0,18965	0,00094825	21,1450
390	390000	400,3	0,20015	0,00100075	21,7014
400	400000	415,3	0,20765	0,00103825	22,2579
410	410000	436,2	0,2181	0,0010905	22,8143
420	420000	450,7	0,22535	0,00112675	23,3708
430	430000	475,7	0,23785	0,00118925	23,9272
440	440000	494,2	0,2471	0,0012355	24,4837
450	450000	513,7	0,25685	0,00128425	25,0401
460	460000	547,2	0,2736	0,001368	25,5966
470	470000	583,6	0,2918	0,001459	26,1530
480	480000	610,6	0,3053	0,0015265	26,7094
490	490000	656,6	0,3283	0,0016415	27,2659
500	500000	712,6	0,3563	0,0017815	27,8223
510	510000	812,5	0,40625	0,00203125	28,3788
500	500000	995	0,4975	0,0024875	27,8223

Berdasarkan Tabel 4.15 di atas nilai modulus elastisitas beton dapat dicari dari sebuah grafik yang dibuat menggunakan program *Microsoft Excel*. Grafik modulus elastisitas 28 B2-0 2 dapat dilihat pada Gambar 4.9. Grafik modulus elastisitas dibuat menggunakan batas daerah 40% dari kuat tekan maksimum, sehingga batas dari kurva regresi linier yang digunakan adalah dari tegangan saat beban 10 kN sampai tegangan saat 40% dari kuat tekan maksimum sebagai daerah elastis dengan persamaan regresi linier dan untuk daerah plastis dengan persamaan regresi polinomial pangkat 2.



Gambar 4.9 Tegangan Regangan 28 B2-0 2

Berdasarkan Gambar 4.9 di atas diperoleh nilai modulus elastisitas untuk beton 28 B2-0 2 sebesar 26393,911 MPa. Pada penelitian ini dihitung pula modulus elastisitas berdasarkan rumus pendekatan empiris dari SNI-2847-2019 yaitu $4700\sqrt{fc'}$ untuk tiap sampel pengujian.

Nilai modulus elastisitas beton 28 B2-0 2 berdasarkan rumus pendekatan empiris dari SNI-2847-2019 pada persamaan 3.25 untuk beton normal dengan Wc diantara 1440 – 2550 kg/m3 dapat dihitung sebagai berikut ini.

Berat Volume (W_C) = 2407,199 kg/m^3

Kuat tekan (fc') = 28,379 MPa

E_c teoritis = $4700 \sqrt{fc'}$

= $4700 \sqrt{28,379}$

= 25037,719 MPa

E_c uji rerata 28 BN = 24773,463 MPa

E_c uji rerata 28 B2-0 = 25223,345 MPa

$$\text{Persentase modulus elastisitas} = \frac{\text{modulus uji rerata 28 B2-0 - modulus uji rerata 28 BN}}{\text{modulus uji rerata 28 BN}}$$

$$= \frac{25223,345 - 24773,463}{24773,463}$$

= 1,815 %

Rekapitulasi hasil perhitungan modulus elastisitas secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.23 hingga Tabel 5.25.

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pada bab ini merupakan hasil analisis atau pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton (*mix design*) dan pengujian kuat tekan beton. Pengujian bahan penyusun beton dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bahan yang digunakan pada penelitian ini. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan beban maksimum pada sampel beton yang telah dibuat.

5.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang digunakan pada penelitian ini. Agregat halus yang digunakan berasal dari Merapi. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, analisa saringan atau modulus halus butir serta berat volume gembur dan padat.

5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir mutlak, gram (A)	490	494	492
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (S), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (C)	1148	1152	1150
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836
Berat jenis curah (A/(B+S-C))	2,606	2,685	2,646
Berat jenis kering muka (S/(B+S-C))	2,660	2,717	2,688
Berat jenis semu (A/(B+A-C))	2,753	2,775	2,764
Penyerapan air (S/(B+S-C)) x 100%	2,041	1,215	1,628

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil bahwa agregat halus memiliki berat jenis curah rata-rata sebesar 2,646, berat jenis kering muka sebesar 2,688, berat jenis semu sebesar 2,764 dan penyerapan air sebesar 1,628. Berdasarkan SNI 03-1970-1990 syarat berat jenis normal 2,5-2,7 untuk berat jenis kering permukaan jenuh (SSD). Dari hasil pengujian didapatkan nilai berat jenis kering muka sebesar 2,688 sehingga agregat halus yang digunakan telah memenuhi syarat berat jenis normal.

5.2.2 Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian kandungan lumpur dilakukan berdasarkan SNI 03-4142-1996 tentang Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200. Hasil pengujian kandungan lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.2 Kandungan Lumpur Agregat Halus

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

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil bahwa agregat halus memiliki kandungan lumpur sebesar 1,5%. Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 pada buku panduan praktikum teknologi bahan konstruksi menyatakan syarat untuk berat yang lolos saringan No.200 kurang dari 5%. Dari hasil pengujian didapatkan persentase kandungan lumpur sebesar 1,5% sehingga agregat halus yang digunakan telah memenuhi syarat PUBI 1982.

5.2.3 Pengujian Analisa Saringan/Modulus Halus Butir

Pengujian analisa saringan dilakukan untuk mengetahui nilai kehalusan atau kekasaran agregat atau mengetahui nilai modulus halus butir agregat. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 di bawah ini.

Tabel 5.3 Persen Lolos Kumulatif Agregat Halus 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		
Pan	2000	100,000	284,400	

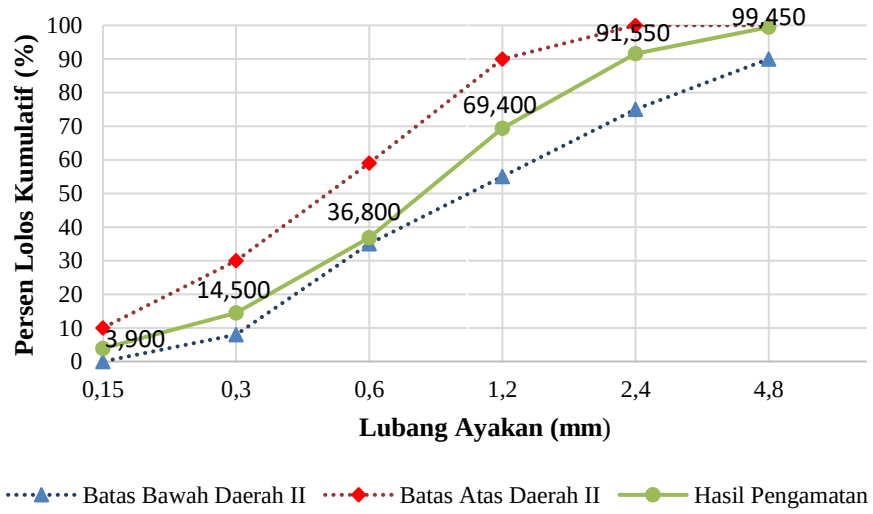
Tabel 5.4 Persen Lolos Kumulatif Agregat Halus Sampel 2

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		
Pan	2000	100,000	287,650	

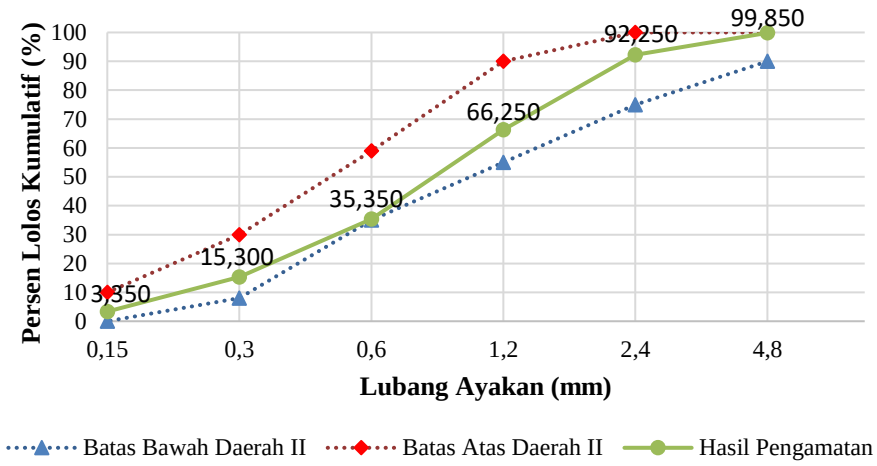
Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F agregat halus memiliki modulus halus butir (MHB) sebesar 2,5-3,8. Dari hasil perhitungan pada sub bab 4.4.7 didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 2,860 sehingga agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan modulus halus butir untuk agregat halus. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus menunjukkan bahwa agregat halus yang berasal dari Merapi masuk daerah gradasi II atau termasuk pasir agak kasar. Spesifikasi gradasi agregat halus daerah II dan grafik gradasi agregat halus Merapi dapat dilihat pada Tabel 5.5, Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.5 Gradasi Agregat Halus Daerah II

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif			
	Batas Atas	Sampel 1	Sampel 2	Batas Bawah
4,8	100	99,450	99,850	90
2,4	100	91,550	92,250	75
1,2	90	69,400	66,250	55
0,6	59	36,800	35,350	35
0,3	30	14,500	15,300	8
0,15	10	3,900	3,350	0



Gambar 5.1 Gradasi Agregat Halus Sampel 1



Gambar 5.2 Gradasi Agregat Halus Sampel 2

5.2.4 Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat

Pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume gembur dan padat dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.6 Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	14215	gram
Berat agregat (W3)	7628	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm^3
Berat Volume gembur ((G-T)/V)	1,439	$gram/cm^3$

Tabel 5.7 Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6587	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	15562	gram
Berat agregat (W3)	8975	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm^3
Berat Volume padat ((G-T)/V)	1,693	$gram/cm^3$

Berdasarkan tabel di atas didapatkan berat volume gembur sebesar 1,439 $gram/cm^3$ dan berat volume padat sebesar 1,693 $gram/cm^3$. Pada berat volume gembur memiliki nilai yang lebih kecil dari berat volume padat dikarenakan pada pengujian berat volume padat dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali untuk setiap 1/3 bagian hingga penuh. Hal ini bertujuan untuk mengurangi rongga udara yang ada pada agregat halus sehingga didapatkan nilai berat volume padat lebih besar dari berat volume gembur. Berdasarkan SNI 03-4804-1998 syarat untuk berat volume pada agregat halus sebesar 1,2-1,7 $gram/cm^3$, sehingga agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

5.3 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian berat jenis, penyerapan air, analisa saringan atau modulus halus butir.

5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air dilakukan berdasarkan SNI 03-1969-2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.8 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (A)	4956	4992	4974
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (B)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (C)	3073	3085	3079
Berat jenis curah (A/(B-C))	2,572	2,607	2,589
Berat jenis kering muka (B/(B-C))	2,595	2,611	2,603
Berat jenis semu (A/(A-C))	2,632	2,618	2,625
Penyerapan air ((B-A/A)x100%)	0,888	0,160	0,524

Berdasarkan tabel di atas didapatkan hasil bahwa agregat kasar clereng memiliki berat jenis curah rata-rata sebesar 2,589, berat jenis kering muka sebesar 2,603, berat jenis semu sebesar 2,625 dan penyerapan air sebesar 0,524. Berdasarkan SNI 03-1970-1990 syarat berat jenis normal 2,5-2,7 untuk berat jenis kering permukaan jenuh (SSD). Dari hasil pengujian didapatkan nilai berat jenis kering muka sebesar 2,603 sehingga agregat kasar yang digunakan telah memenuhi syarat berat jenis normal.

5.3.2 Pengujian Analisa Saringan/Modulus Halus Butir

Pengujian analisa saringan dilakukan untuk mengetahui nilai kehalusan atau kekasaran agregat atau mengetahui nilai modulus halus butir agregat. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. Hasil pengujian analisa saringan agergat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 di bawah ini.

Tabel 5.9 Persen Lolos Kumulatif Agregat Kasar 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 5.10 Persen Lolos Kumulatif Agregat Kasar Sampel 2

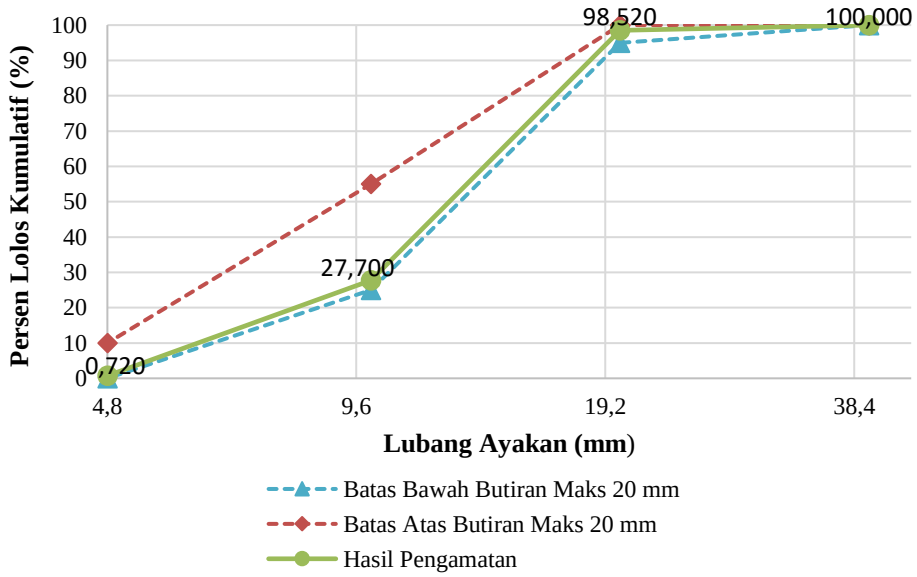
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	83	1,660	1,660	98,340
10	3617	72,340	74,000	26,000
4,8	1211	24,220	98,220	1,780
2,4	0,000	0,000	98,220	1,780
1,2	0,000	0,000	98,220	1,780
0,6	0,000	0,000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

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F agregat kasar memiliki modulus halus butir (MHB) sebesar 5-8. Dari hasil perhitungan pada sub bab 4.4.7 didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 6,672 sehingga agregat kasar yang digunakan telah memenuhi persyaratan modulus halus butir untuk agregat kasar. Hasil

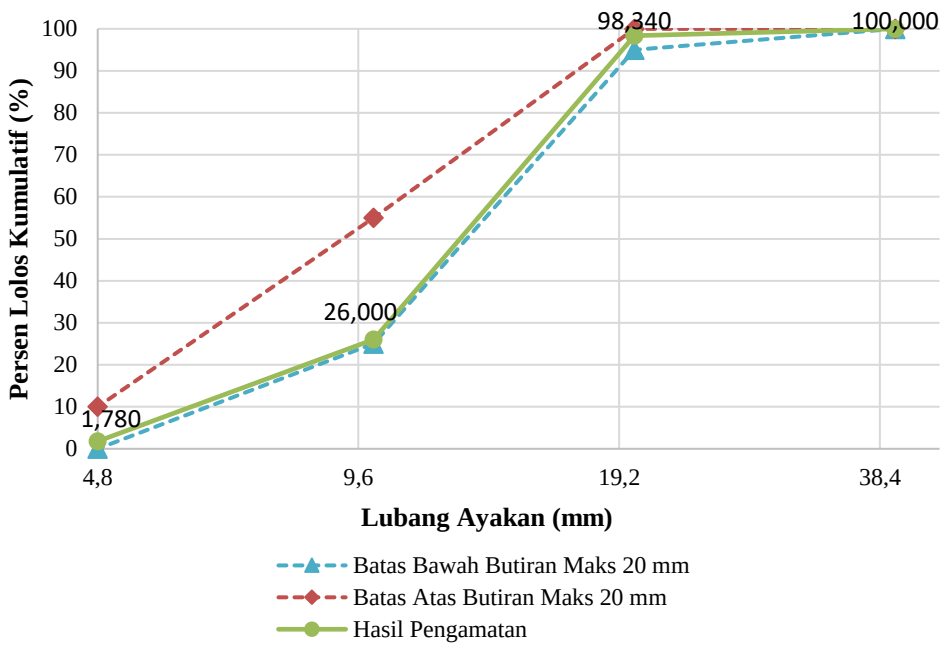
pengujian analisis saringan agregat kasar menunjukkan bahwa agregat kasar clereng masuk dalam gradasi 20 mm. Spesifikasi gradasi agregat kasar butir maksimum 20 mm dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan grafik gradasi agregat kasar Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 di bawah ini.

Tabel 5.11 Gradasi Agregat Kasar Butir Maksimum 20 mm

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif			
	Batas Atas	Sampel 1	Sampel 2	Batas Bawah
40	100	100	100	100
20	100	98,520	98,340	90
10	50	27,700	26,000	10
4,8	15	0,720	1,780	0



Gambar 5.3 Gradasi Agregat Kasar Sampel 1



Gambar 5.4 Gradasi Agregat Kasar Sampel 2

5.3.3 Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat

Pengujian berat volume gembur dan padat agregat kasar dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume gembur dan padat dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 di bawah ini.

Tabel 5.12 Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm
Berat tabung (T)	6578	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	13692	gram
Berat agregat (W3)	7114	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm3
Berat Volume gembur ((G-T)/V)	1,342	gram/cm3

Tabel 5.13 Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengukuran	
Diameter silinder	15	cm
Tinggi silinder	30	cm

Lanjutan Tabel 5.13

Uraian	Hasil Pengukuran	
Berat tabung (T)	6578	gram
Berat tabung + agregat SSd (G)	14445	gram
Berat agregat (W3)	7867	gram
Volume tabung (V)	5301,438	cm^3
Berat Volume padat ((G-T)/V)	1,484	$gram/cm^3$

Berdasarkan tabel di atas didapatkan berat volume gembur sebesar 1,342 $gram/cm^3$ dan berat volume padat sebesar 1,484 $gram/cm^3$. Pada berat volume gembur memiliki nilai yang lebih kecil dari berat volume padat dikarenakan pada pengujian berat volume padat dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali untuk setiap 1/3 bagian hingga penuh. Hal ini bertujuan untuk mengurangi rongga udara yang ada pada agregat kasar sehingga didapatkan nilai berat volume padat lebih besar dari berat volume gembur. Berdasarkan SNI 03-4804-1998 syarat untuk berat volume pada agregat kasar sebesar 1,2-1,7 $gram/cm^3$, sehingga agregat kasar yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

5.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton pada penelitian ini menggunakan metode SNI 02-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal. Perencanaan campuran beton dilakukan untuk mengetahui banyaknya kebutuhan proporsi untuk campuran beton sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan. Terdapat perbedaan variasi penambahan abu sekam padi pada setiap campuran beton, variasi penambahan abu sekam padi yang digunakan yaitu 0%, 6%, 9% dan 12% terhadap berat semen. Dan penambahan Kalsium Klorida 2% terhadap semen untuk masing-masing variasi penambahan abu sekam padi. Rekapitulasi hasil perhitungan perencanaan campuran untuk masing-masing material dengan bahan tambah kalsium klorida dan abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 5.14 di bawah ini.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Kebutuhan Material Campuran Beton

PROPORSI CAMPURAN									
Sampel Silinder	**Volume**	**Variasi ASP**	**Cacl**	**Agregat Halus**	**Agregat Kasar**	**Semen**	**Air**	**ASP digunakan**	**Cacl**
(buah)	**(m3)**	**(%)**	**(%)**	**(kg)**	**(kg)**	**(kg)**	**(kg)**	**(Kg)**	**(Kg)**
15	0,07952	0	0	80,357	109,388	40,530	22,008	0,000	0,000
15	0,07952	0	2%	80,357	109,388	40,530	22,008	0,000	0,811
15	0,07952	6%	2%	80,357	109,388	40,530	22,008	2,432	0,811
15	0,07952	9%	2%	80,357	109,388	40,530	22,008	3,648	0,811
15	0,07952	12%	2%	80,357	109,388	40,530	22,008	4,864	0,811
JUMLAH				401,785	546,940	202,648	110,038	10,943	3,242

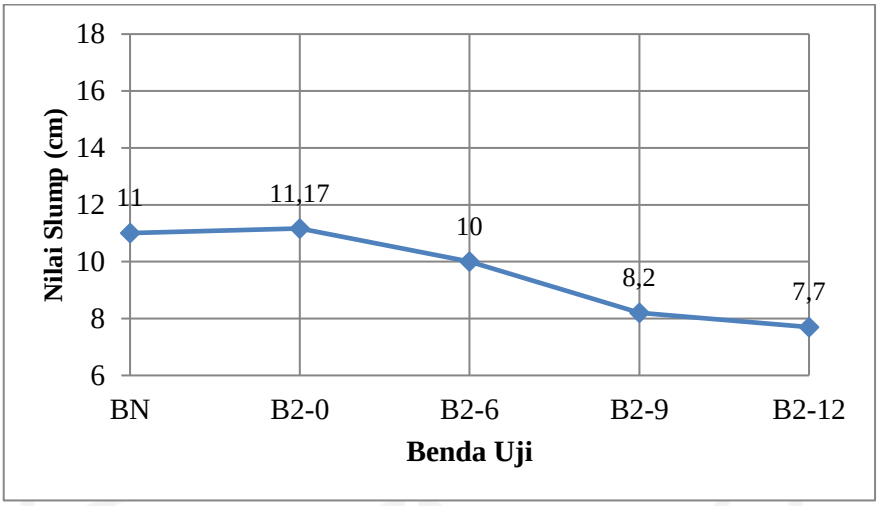
5.5 Hasil Pengujian Slump

Uji slump bertujuan untuk mengetahui kadar air beton atau untuk mengetahui tingkat *workability* beton segar. Semakin tinggi nilai slump yang dihasilkan maka beton semakin encer sehingga mudah untuk dikerjakan, begitu juga sebaliknya. Hasil pengujian slump dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini

Tabel 5.15 Nilai Slump

Benda Uji	Kalsium Klorida (%)	Abu Sekam Padi (%)	Nilai Slump (cm)	Nilai Slump yang ditetapkan (cm)	Keterangan
BN	0	0	11	6-18	Memenuhi
B2-0	2	0	11,6	6-18	Memenuhi
B2-6	2	6	10	6-18	Memenuhi
B2-9	2	9	8,2	6-18	Memenuhi
B2-12	2	12	7,7	6-18	Memenuhi

Berdasarkan tabel di atas didapatkan grafik hasil pengujian *slump* yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 di bawah ini.



Gambar 5.5 Nilai Slump

Berdasarkan Gambar 5.5 hasil pengujian *slump* pada seluruh variasi penambahan abu sekam padi mengalami penurunan nilai *slump*. Akan tetapi nilai *slump* untuk masing-masing tiap varian telah memenuhi nilai slump rencana, yaitu 6-18 cm. Nilai *slump* terbesar pada variasi 0% yaitu sebesar 11,17 cm, sedangkan nilai *slump* terkecil sebesar 7,7 cm pada variasi 12%. Penurunan nilai *slump* terjadi dikarenakan material abu sekam padi yang menyerap air sehingga semakin banyak kadar abu sekam padi yang ditambahkan dapat menurunkan nilai *slump*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase bahan tambah abu sekam padi dapat menurunkan nilai slump pada beton.



Gambar 5.6 Contoh Pengujian Slump

5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Benda uji untuk masing-masing umur pengujian sebanyak 25 benda uji dengan 5 benda uji untuk masing-masing variasi. Akan tetapi terdapat kerusakan benda uji pada varian 7 B2-0 1, pada varian tersebut silinder beton tidak tercetak dengan sempurna sehingga silinder beton tersebut miring. Karena terjadi kerusakan pada varian tersebut ketika dilakukan pengujian kuat tekan, beton tersebut tidak mampu menahan beban secara maksimal sehingga pada penelitian ini hanya mencantumkan 4 benda uji untuk masing-masing variasi.

Sebelum melakukan pengujian kuat tekan beton, pada bagian atas benda uji dilakukan *capping* atau melapisi permukaan bagian atas benda uji dengan belerang terlebih dahulu hal ini bertujuan agar permukaan bidang tekan menjadi rata. Hasil pengujian kuat tekan beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari serta pembahasan dapat dilihat pada sub bab 5.6.1 hingga 5.6.7 berikut ini.

5.6.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan 7 Hari

Dimensi dan hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan 5.17 berikut ini.

Tabel 5.16 Dimensi Benda Uji Pengujian 7 Hari

Kode Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm^2)
BN	1	12,702	150,083	301,700	17691,0991
	2	12,840	150,267	301,400	17734,3464
	3	12,579	149,667	303,800	17593,0061
	4	12,636	150,317	301,783	17746,1503
B2-0	1	12,775	151,667	304,600	18066,3394
	2	12,537	149,767	300,917	17616,5236
	3	12,870	152,233	303,050	18201,5928
	4	12,657	151,700	303,333	18074,2815
B2-6	1	12,789	150,617	304,000	17817,0560
	2	12,652	151,800	304,500	18098,1184
	3	12,428	150,600	300,350	17813,1131
	4	12,781	151,467	303,333	18018,7233

Lanjutan Tabel 5.16

Kode Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm^2)
B2-9	1	12,649	151,050	304,600	17919,7250
	2	12,835	151,450	304,833	18014,7582
	3	12,663	152,483	302,600	18261,4238
	4	12,599	151,867	303,033	18114,0183
B2-12	1	12,542	150,350	304,833	17754,0217
	2	12,371	150,367	304,000	17757,9581
	3	12,826	150,600	304,697	17813,1131
	4	12,560	150,517	305,350	17793,4050

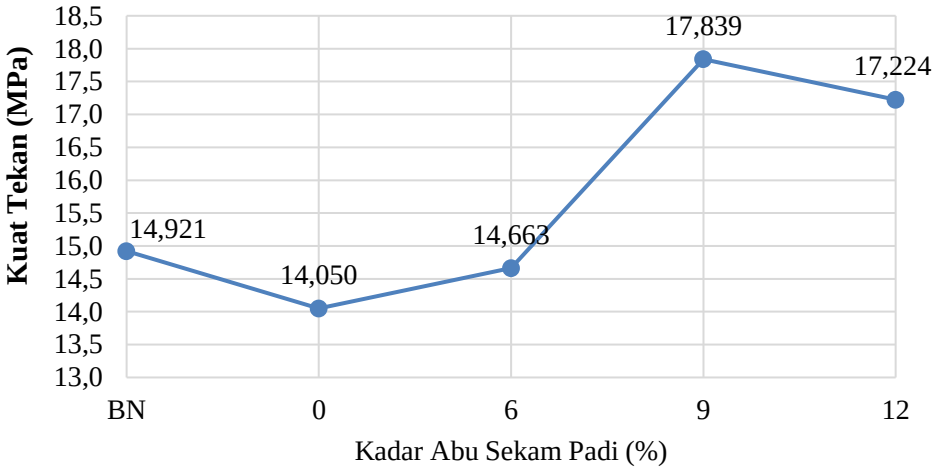
Tabel 5.17 Kuat Tekan Beton 7 Hari

Kode Benda Uji		Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Persentase Kuat Tekan Terhadap BN (%)
BN-0	1	261	14,753	14,921	0,000%
	2	256	14,435		
	3	251	14,267		
	4	288	16,229		
B2-0	1	217	12,011	14,050	-5,836%
	2	290	16,462		
	3	263	14,449		
	4	240	13,279		
B2-6	1	271	15,210	14,663	-1,730%
	2	277	15,305		
	3	258	14,484		
	4	246	13,652		
B2-9	1	330	18,415	17,839	19,557%
	2	320	17,763		
	3	345	18,892		
	4	295	16,286		
B2-12	1	295	16,616	17,224	15,432%
	2	285	16,049		
	3	320	17,964		
	4	325	18,265		

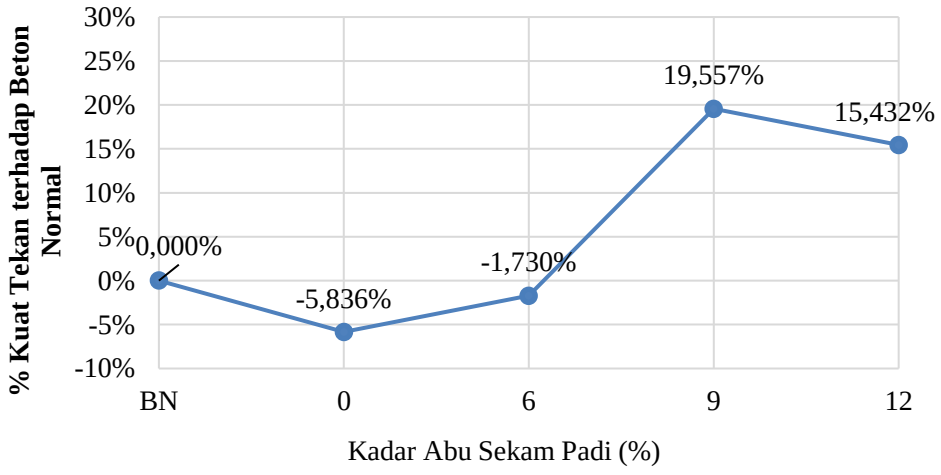
Berdasarkan Tabel 5.17 didapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada beton normal, beton dengan penambahan abu sekam padi sebesar 0%, 6%, 9%, dan 12% untuk umur uji 7 hari secara berturut-turtu sebesar 14,921 MPa, 14,050 MPa, 14,663 MPa, 17,839 MPa, dan 17,224 Mpa.

5.6.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Penambahan ASP Umur Uji 7 Hari

Berdasarkan hasil kuat tekan pada Tabel 5.17 kemudian diperoleh grafik hasil hubungan kuat tekan dan kadar abu sekam padi serta grafik hubungan persentase kuat tekan dan kadar abu sekam padi pengujian 7 hari yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8 di bawah ini.



Gambar 5.7 Kuat Tekan 7 Hari dan Kadar Abu Sekam Padi



Gambar 5. 8 Persentase Kuat Tekan Beton 7 Hari

Berdasarkan Gambar 5.7 didapatkan hasil bahwa penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida mempengaruhi nilai kuat tekan. Penambahan abu sekam padi sebanyak 9% dan 12% pada beton berkalsium klorida menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton normal, dengan persentase kenaikan seperti pada Gambar 5.8.

Pada variasi 6% umur uji 7 hari terjadi penurunan nilai kuat tekan. Terdapat faktor yang menyebakan variasi 6% cenderung menurunkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari yaitu, penambahan abu sekam padi pada umur awal akan menurunkan kuat tekan akibat kenaikan rongga-rongga kapiler (Chao-Lung, et al, 2011) sehingga strukturnya tidak padat. Selain itu penggunaan abu sekam padi yang memiliki ukuran lebih besar dari semen tidak dapat mengisi ruang kosong sehingga tidak dapat meningkatkan daya lekat.

Pada variasi 0% umur uji 7 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan tidak mampu melebihi dari beton normal. Terdapat faktor yang menyebabkan variasi 0% atau penggunaan kalsium klorida 2% cenderung menurunkan kuat tekan beton pada umur 7 hari, yaitu penggunaan kalsium klorida sebagai akselerator dapat meningkatkan kemungkinan retak dan susut pada beton. Menurut A.M Neville (1981) penggunaan kalsium klorida memiliki resiko dari reaksi antara alkali dan agregat meningkat apabila agregat bersifat reaktif, karena terdapat reaksi kimia antara alkali (Na_2OH dan K_2O) dan silika yang ada pada agregat menyebabkan reaksi hidrasi meningkat.

Selain itu, menurut Roar Myrdal (2007) beton yang menggunakan akselerator menghasilkan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa akselerator. Perubahan suhu paling signifikan terjadi pada beton dengan akselerator kalsium klorida. Beton yang mengalami suhu tinggi menyebabkan terjadinya hidrasi. Reaksi hidrasi dapat menyebabkan pelepasan panas untuk mempercepat pengerasan, akan tetapi penyaluran panas yang lambat dari reaksi hidrasi memungkinkan terjadinya retak pada beton dan beton mengalami penurunan kuat tekan (Sugianto,2020).

Hasil pengujian ini tidak sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh A.M Neville, di mana penggunaan kalsium klorida 2% pada beton yang menggunakan

semen tipe 1 peningkatan kekuatan 7 MPa dapat dicapai dalam waktu 3-7. Hasil pengujian yang didapatkan penggunaan kalsium klorida 2% cenderung menurunkan kuat tekan beton pada umur 7 hari.

5.6.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan 14 Hari

Dimensi dan hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan 5.19 berikut ini.

Tabel 5.18 Dimensi Benda Uji Pengujian 14 Hari

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm^2)
BN	1	12,822	150,783	304,267	17856,5092
	2	12,804	150,233	303,583	17726,4793
	3	12,983	150,450	303,567	17777,6465
	4	12,849	149,717	304,550	17604,7629
B2-0	1	12,740	150,950	302,333	17896,0060
	2	12,811	150,900	305,100	17884,1524
	3	12,814	149,280	303,333	17502,2198
	4	12,957	151,300	305,850	17979,0913
B2-6	1	12,690	151,000	304,300	17907,8635
	2	12,746	150,867	304,400	17876,2521
	3	12,761	149,850	304,217	17636,1334
	4	12,492	151,967	303,683	18137,8813
B2-9	1	12,617	151,150	304,633	17943,4597
	2	12,673	150,167	304,167	17710,7504
	3	12,356	150,717	302,233	17840,7227
	4	12,570	151,083	304,067	17927,6348
B2-12	1	12,607	149,533	305,417	17561,6740
	2	12,689	150,600	306,767	17813,1131
	3	12,739	151,650	305,333	18062,3690
	4	12,690	151,750	305,817	18086,1980

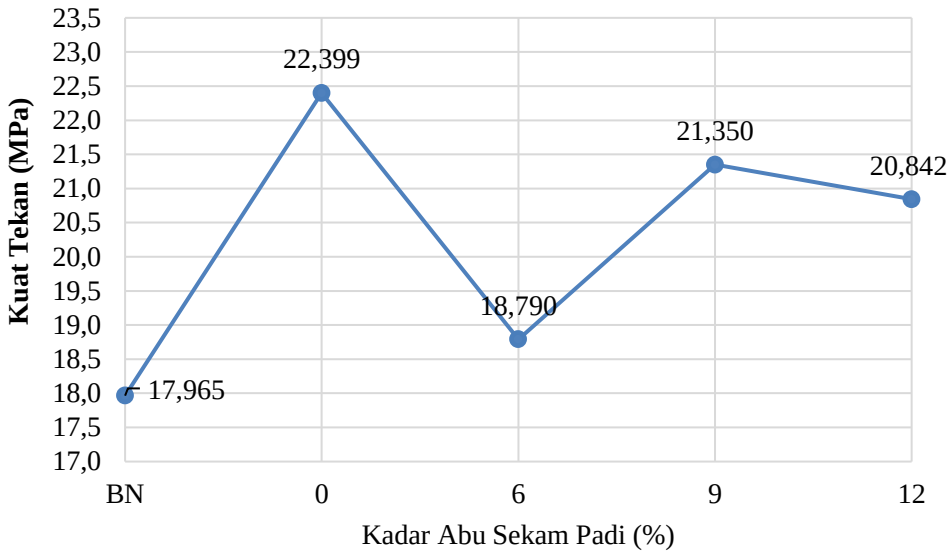
Tabel 5.19 Kuat Tekan Beton 14 Hari

Kode Benda Uji		Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Persentase Kuat Tekan Terhadap BN
		(kN)	(MPa)	(MPa)	(%)
BN-0	1	330	18,481	17,965	0,000%
	2	295	16,642		
	3	335	18,844		
	4	315	17,893		
B2-0	1	405	22,631	22,399	24,685%
	2	430	24,044		
	3	430	24,568		
	4	330	18,355		
B2-6	1	315	17,590	18,790	4,596%
	2	360	20,138		
	3	315	17,861		
	4	355	19,572		
B2-9	1	395	22,014	21,350	18,845%
	2	370	20,891		
	3	380	21,300		
	4	380	21,196		
B2-12	1	385	21,923	20,842	16,014%
	2	380	21,333		
	3	350	19,377		
	4	375	20,734		

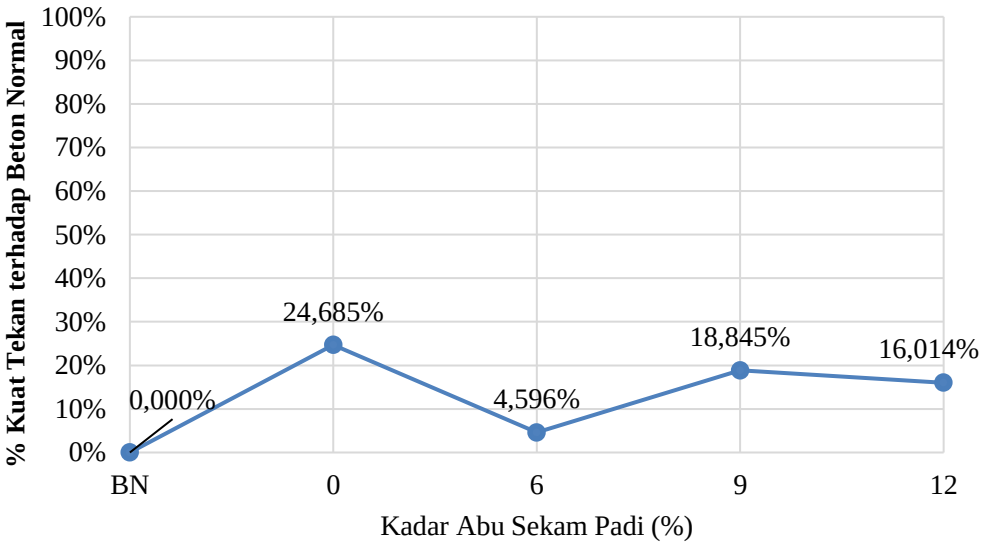
Berdasarkan Tabel 5.18 didapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada beton normal, beton dengan penambahan abu sekam padi sebesar 0%, 6%, 9%, dan 12% untuk umur uji 14 hari secara berturut-turut sebesar 17,965 MPa, 22,399 MPa, 18,790 MPa, 21,350 MPa, dan 20,842 Mpa.

5.6.4 Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Penambahan ASP Umur Uji 14 Hari

Berdasarkan tabel 5.18 kemudian diperoleh grafik hasil hubungan kuat tekan dan kadar abu sekam padi serta grafik hubungan persentase kuat tekan dan kadar abu sekam padi pengujian 14 hari yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10 di bawah ini.



Gambar 5.9 Kuat Tekan 14 Hari dan Kadar Abu Sekam Padi



Gambar 5. 10 Persentase Kuat Tekan Beton 14 Hari

Berdasarkan Gambar 5.9 didapatkan hasil bahwa penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton normal, dengan persentase kenaikan seperti pada Gambar 5.11, dimana penambahan abu sekam

padi sebanyak 6% hingga 12% pada beton berkalsium klorida mampu meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi 6%, sedangkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi 9%.

Pada pengujian 14 hari didapatkan hasil bahwa penggunaan kalsium klorida sebagai akselerator mampu untuk mempercepat peningkatan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan pada variasi abu sekam 0% sebesar 22,399 MPa sedangkan nilai kuat tekan beton normal sebesar 17,965 MPa sehingga variasi 0% meningkat sebesar 24,685% terhadap beton normal.

5.6.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari

Dimensi dan hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan 5.21 berikut ini.

Tabel 5.20 Dimensi Benda Uji Pengujian 28 Hari

Kode Benda Uji		Berat (kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm^2)
28 BN	1	12,581	150,667	302,467	17828,8874
	2	12,741	151,133	302,000	17939,5029
	3	12,652	150,000	304,567	17671,4587
	4	12,846	150,333	303,183	17750,0858
28 B2-0	1	13,141	151,267	303,767	17971,1701
	2	12,859	150,167	307,267	17710,7504
	3	12,937	150,333	301,700	17750,0858
	4	12,828	150,667	303,500	17828,8874
28 B2-6	1	12,324	150,833	301,933	17868,3536
	2	12,287	150,333	301,600	17750,0858
	3	12,756	150,833	303,567	17868,3536
	4	12,664	151,467	301,833	18018,7233
28 B2-9	1	12,667	151,700	302,883	18074,2815
	2	12,492	152,583	302,267	18285,3837
	3	12,725	151,267	303,533	17971,1701
	4	12,510	151,167	301,167	17947,4170
28 B2-12	1	12,510	151,500	301,833	18026,6550
	2	12,449	150,833	303,167	17868,3536
	3	12,892	150,667	302,167	17828,8874
	4	12,372	151,333	301,167	17987,0142

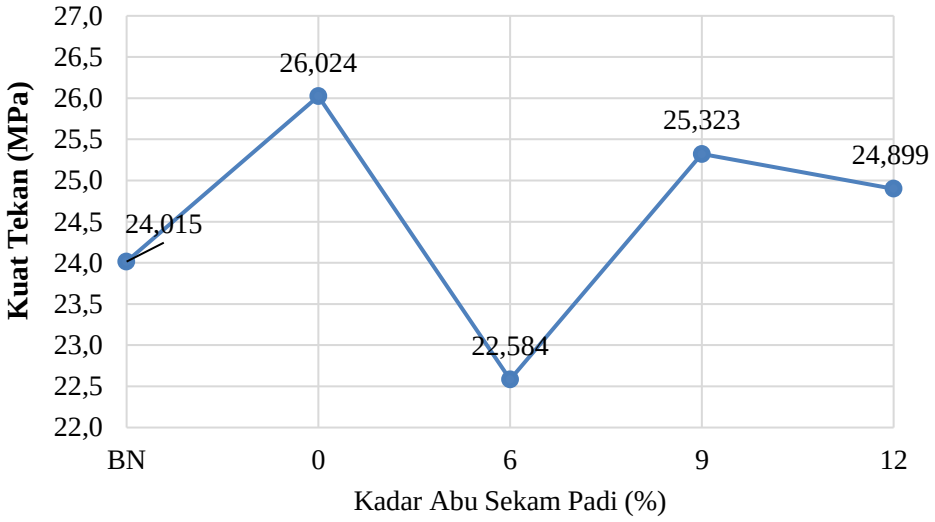
Tabel 5.21 Kuat Tekan Beton 28 Hari

Kode Benda Uji		Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Persentase Kuat Tekan Terhadap BN
		(kg/m^3)	(MPa)	(MPa)	(%)
BN-0	1	445	24,959	24,015	0,000%
	2	450	25,084		
	3	405	22,918		
	4	410	23,098		
B2-0	1	510	28,379	26,024	8,365%
	2	460	25,973		
	3	425	23,944		
	4	460	25,801		
B2-6	1	400	22,386	22,584	-5,961%
	2	390	21,972		
	3	410	22,946		
	4	415	23,032		
B2-9	1	500	27,664	25,323	5,445%
	2	430	23,516		
	3	475	26,431		
	4	425	23,680		
B2-12	1	400	22,189	24,899	3,682%
	2	470	26,303		
	3	475	26,642		
	4	440	24,462		

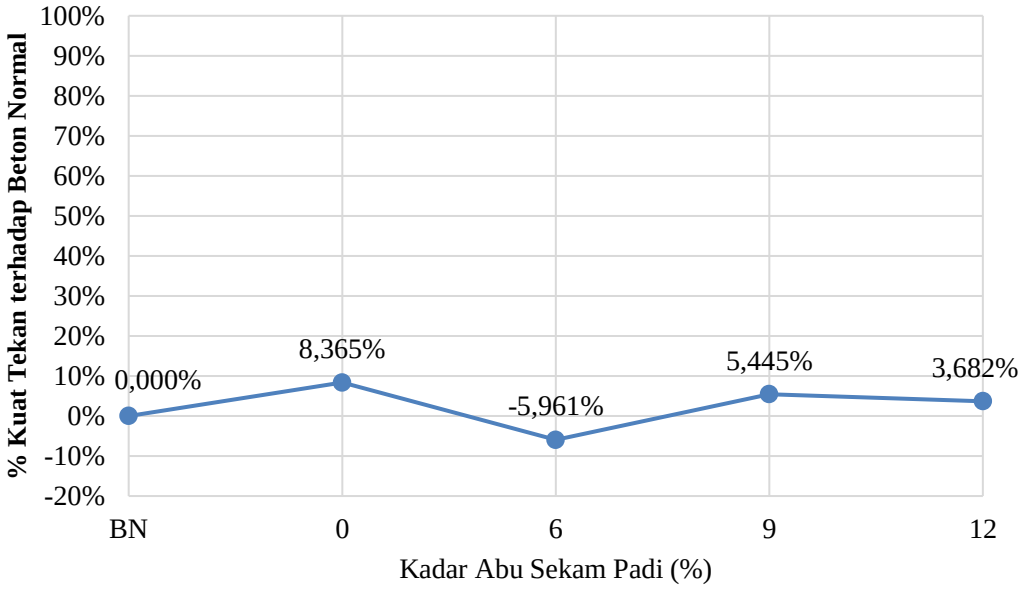
Berdasarkan Tabel 5.21 didapatkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada beton normal, beton dengan penambahan abu sekam padi sebesar 0%, 6%, 9%, dan 12% untuk umur uji 28 hari secara berturut-turut sebesar 24,015 MPa, 26,024 MPa, 22,584 MPa, 25,322 MPa, dan 24,899 Mpa.

5.6.6 Hubungan Kuat Tekan dengan Variasi Penambahan ASP Umur Uji 28 Hari

Berdasarkan Tabel 5.21 kemudian diperoleh grafik hasil hubungan kuat tekan dan kadar abu sekam padi serta grafik hubungan persentase kuat tekan dan kadar abu sekam padi pengujian 28 hari yang dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12 di bawah ini.



Gambar 5.11 Kuat Tekan 28 Hari dan Kadar Abu Sekam Padi



Gambar 5.12 Persentase Kuat Tekan Beton 28 Hari

Berdasarkan Grafik 5.11 didapatkan hasil bahwa penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan kuat tekan beton normal, dengan persentase kenaikan seperti pada Gambar 5.12, dimana penambahan abu sekam padi sebanyak 9% dan

12% pada beton berkalsium klorida mampu meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi 6%, sedangkan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi 9%.

Pada variasi 6% nilai kuat tekan yang dihasilkan tidak lebih besar dari beton normal, penambahan abu sekam padi 6% pada beton berkalsium klorida 2% cenderung menurunkan kuat tekan pada umur uji 28 hari. Terdapat faktor yang menyebabkan penambahan abu sekam padi cenderung menurunkan kuat tekan beton yaitu penggunaan abu sekam padi yang memiliki ukuran lebih besar dari semen. Menurut Lubis (2004) penggunaan abu sekam padi yang lolos saringan No.200 dapat mengisi ruang kosong sehingga dapat meningkatkan daya lekat. Pada penelitian ini menggunakan abu sekam padi lolos saringan No.100.

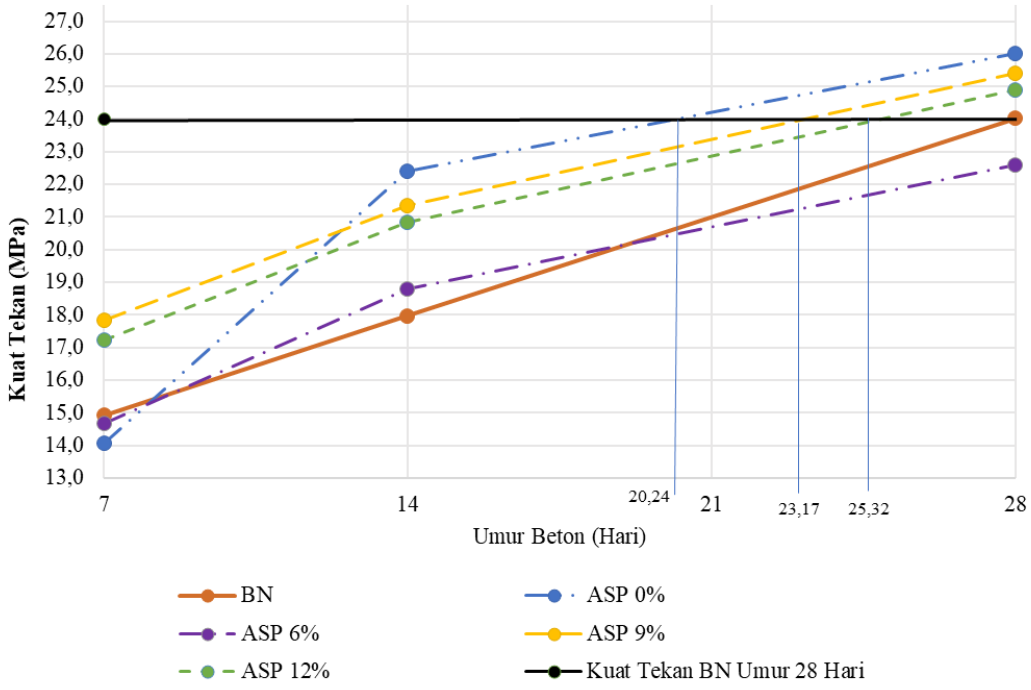
Pada pengujian 28 hari didapatkan hasil bahwa penggunaan kalsium klorida sebagai akselerator mampu untuk mempercepat peningkatan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan pada variasi abu sekam 0% sebesar 26,024 MPa sedangkan nilai kuat tekan beton normal sebesar 24,015 MPa sehingga pada variasi 0% meningkat sebesar 8,365% terhadap beton normal. Peningkatan kuat tekan pada umur uji 14 dan 28 hari dikarenakan perilaku kalsium klorida sebagai akselerator mampu menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi.

Pada pengujian 14 hari dan 28 hari memiliki pola grafik yang berbeda dengan pengujian 7 hari. Pada pengujian 14 hari dan 28 hari kalsium klorida sebagai akselerator mampu meningkatkan nilai kuat tekan sehingga terjadi kenaikan pada grafik sedangkan pada pengujian 7 hari penggunaan kalsium klorida sebagai akselerator cenderung menurunkan nilai kuat tekan sehingga terjadi penurunan pada grafik dan hal tersebut menyebabkan pola grafik berbeda. Penurunan kekuatan terjadi karena penggunaan kalsium klorida sebagai akselerator meningkatkan kemungkinan retak dan susut dan beton mengalami penurunan kuat tekan.

5.6.7 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata pada umur uji 7 hari, 14 hari, dan 28 hari pada Tabel 5.17, Tabel 5.19, dan Tabel 5.21, nilai-nilai tersebut kemudian dapat diplotkan menjadi grafik hubungan nilai kuat tekan beton dengan

umur beton untuk masing-masing variasi penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida 2% yang dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut ini.



Gambar 5.13 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton

Bersdasarkan Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa kuat tekan yang dihasilkan untuk setiap variasi penambahan abu sekam padi menunjukkan adanya peningkatan. Akselerasi atau peningkatan kuat tekan pada setiap variasi penambahan abu sekam padi dapat menunjukkan waktu (hari) yang dibutuhkan setiap variasi untuk mencapai kuat tekan beton normal 28 hari. Berdasarkan PBI 1971 standar kuat tekan diperhitungkan umur 28 hari karena pada saat umur 28 hari beton memiliki kuat tekan sebesar 100% (Tabel 3.11).

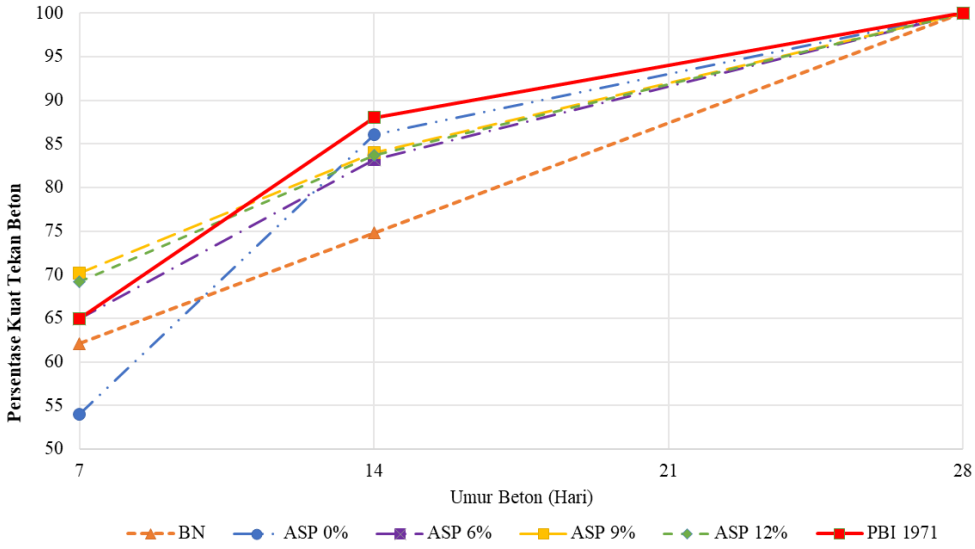
Berdasarkan Gambar 5.13 beton dengan bahan tambah kalsium klorida dan abu sekam padi 0% untuk mencapai kuat tekan beton normal 28 hari membutuhkan waktu 20,24 hari. Beton dengan abu sekam padi 9% membutuhkan waktu 23,17 hari dan beton dengan abu sekam padi 12% membutuhkan waktu 25,32 hari. Sedangkan beton dengan abu sekam padi 6% nilai kuat tekan yang dihasilkan tidak mampu mencapai nilai beton normal 28 hari.

Berdasarkan Gambar 5.13 dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida cenderung menurunkan kuat tekan serta memperlambat beton mencapai kuat tekan optimal. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan penambahan abu sekam padi cenderung menurunkan kuat tekan yaitu penggunaan abu sekam padi sebagai pozzolan pada beton berakselerator kalsium klorida menurut A.M Neville (1981) dapat menyebabkan pengaruh kalsium klorida sangat kecil. Penggunaan pozzolan menyebabkan pengaruh kalsium klorida menjadi kecil dikarenakan pozzolan bereaksi dengan $CaO(OH_2)$ hasil reaksi hidrasi antara semen dan air kemudian membetuk senyawa kalsium silikat hidrat (CSH) dalam beton sehingga menyebabkan beton menjadi tahan terhadap air laut dan sulfat (Yeni Nur, 2012).

Hasil kuat tekan beton pada Tabel 5.17, Tabel 5.19, dan Tabel 5.21 dapat digunakan untuk mengetahui besarnya akselerasi peningkatan kuat tekan beton. Untuk mengetahui besarnya akselerasi dapat dilakukan dengan membagi nilai kuat tekan beton pada umur uji 7 hari dan 14 hari dengan nilai kuat tekan beton umur uji 28 hari. Persentase kuat tekan beton berdasarkan umur beton dapat dilihat pada Tabel 5.22 serta Gambar 5.14 berikut ini.

Tabel 5.22 Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur Beton Tertentu

Variasi Kadar ASP	Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur Beton (%)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
PBI 1971	65	88	100
BN	62,13	74,81	100
0%	53,99	86,07	100
6%	64,93	83,20	100
9%	70,19	84,00	100
12%	69,17	83,70	100



Gambar 5.14 Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton

Berdasarkan Tabel 5.22 dan Gambar 5.14 dapat dilihat bahwa persentase kuat tekan beton berkalsium klorida dengan penambahan abu sekam padi lebih tinggi dari persentase kuat tekan beton normal, tetapi lebih rendah dari persentase kuat tekan menurut PBI 1971. Berdasarkan Tabel 3.11 PBI 1971 menetapkan persentase kuat tekan beton pada umur beton, pada umur 28 hari beton memiliki persentase kuat tekan sebesar 100%.

Pada beton umur 7 hari, presentase kuat tekan beton tertinggi terjadi pada variasi 9% dan variasi 12% persentase kuat tekan beton lebih tinggi dari PBI 1971. Sedangkan pada variasi abu sekam padi 0% dan 6% nilai persentase kuat tekan beton lebih rendah dari PBI 1971. Pada beton umur 14 hari, persentase kuat tekan beton tertinggi terjadi pada variasi 9%. Pada variasi abu sekam padi 0%, 6%, 9% serta 12% lebih tinggi dari beton normal tetapi tidak lebih tinggi dari PBI 1971. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan abu sekam padi cenderung menurunkan nilai akselerasi peningkatan kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari. Akselerasi peningkatan kuat tekan beton optimum terjadi pada beton dengan penambahan abu sekam padi sebanyak 9%.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada subbab 5.6.1 hingga 5.6.7, maka kadar optimum penambahan abu sekam padi adalah sebesar 9% dari berat

semen, dikarenakan mampu meningkatkan kuat tekan beton hingga 5,835% dari beton normal. Dan penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida cenderung menurunkan kuat tekan dan akselerasi peningkatan kuat tekan. Terdapat faktor yang menyebabkan abu sekam padi cenderung menurunkan kuat tekan dan akselerasi yaitu, penggunaan pozzolan pada beton berkalsium klorida menyebabkan pengaruh kalsium klorida kecil (A.M Neville, 1981). Selain itu sifat pozzolan pada beton yaitu memperlambat waktu setting (Yeni Nur, 2012), menyebabkan kalsium klorida sebagai akselerator tidak mampu mempercepat serta menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi.

5.7 Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton setelah beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari menggunakan alat kompresometer yang dipasang pada silinder beton. Setiap variasi benda uji diambil 3 sampel untuk pengujian modulus elastisitas beton. Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan untuk mengetahui nilai regangan beton yang diperoleh dari pembacaan *dial gauge* setiap pembebanan 10 kN hingga mengalami penurunan beban. Hasil analisis pengujian modulus elastisitas beton dapat dilihat pada Tabel 5.23 hingga Tabel 5.25 di bawah ini.

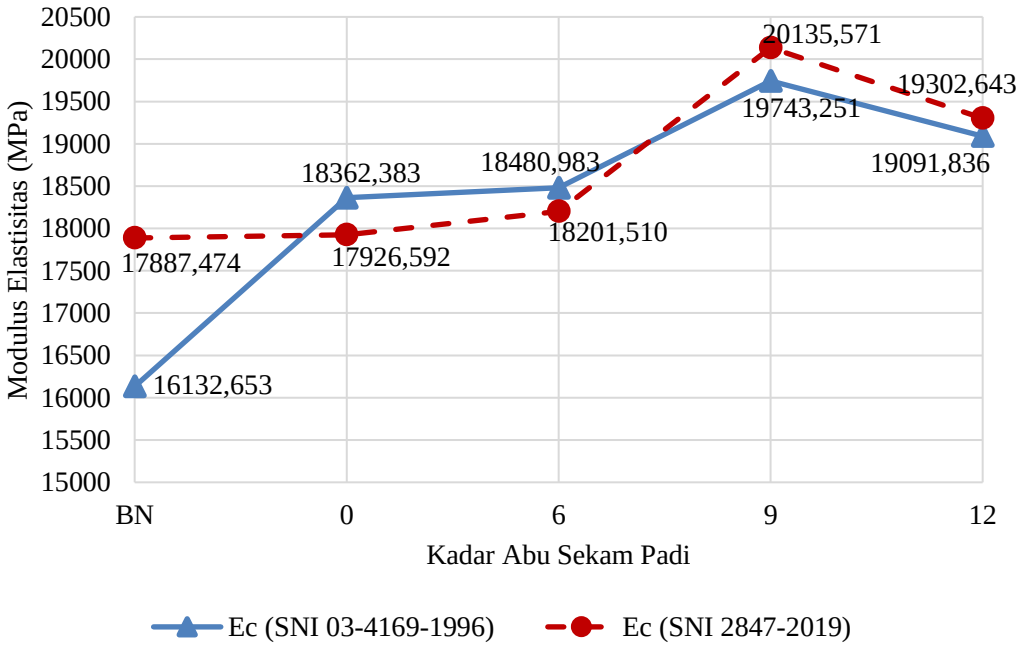
Tabel 5.23 Modulus Elastisitas Beton Umur 7 Hari

Kode	No	Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI-2846-2019)	Teoritis Rata-Rata	Selisih	Persentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
BN-0	1	16892,774	16132,653	18052,639	17887,474	-9,81%	0,00%
	2	16179,615		17857,072			
	3	15325,570		17752,711			
B2-0	1	18427,610	18362,383	16288,933	17926,592	2,43%	13,82%
	2	18822,777		19069,388			
	3	17836,761		18421,455			
B2-6	1	21215,408	18480,983	18330,087	18201,510	1,54%	14,56%
	2	13658,037		18387,430			
	3	20569,504		17887,012			

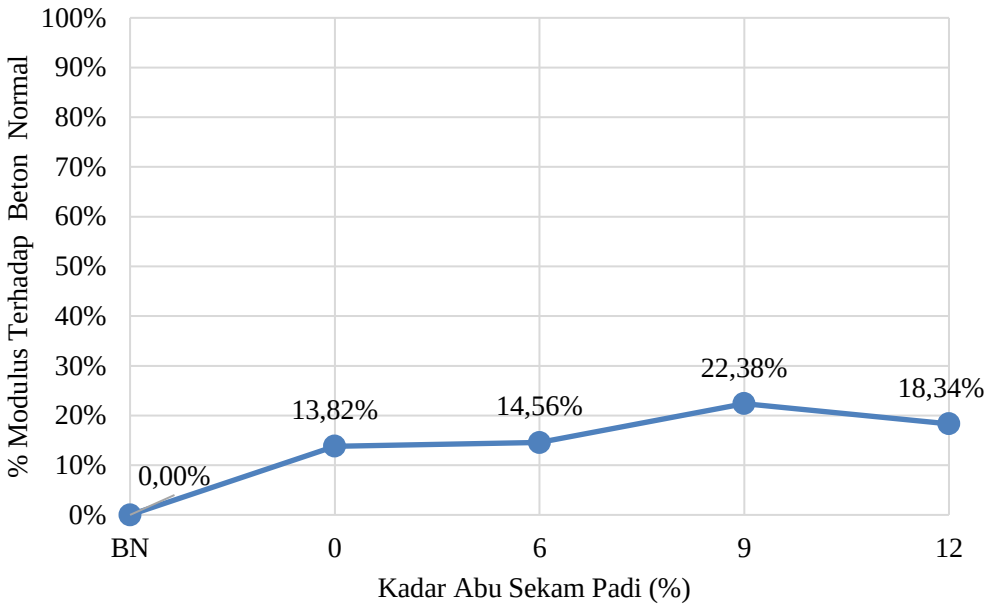
Lanjutan Tabel 5.23

Kode	No	Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI-2846-2019)	Teoritis Rata-Rata	Selisih	Persentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
B2-9	1	19394,273	19743,251	20169,223	20135,571	-1,94%	22,38%
	2	22438,456		19808,821			
	3	17397,025		20428,670			
B2-12	1	20228,018	19091,836	19158,455	19302,643	-1,09%	18,34%
	2	21089,756		18828,849			
	3	15957,735		19920,624			

Berdasarkan Tabel 5.23 kemudian diperoleh grafik hasil pengujian modulus elastisitas beton umur 7 hari dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 di bawah ini.



Gambar 5.15 Modulus Elastisitas Beton 7 Hari



Gambar 5.16 Persentase Modulus Elastisitas Beton 7 Hari

Berdasarkan Gambar 5.15 diperoleh hasil penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida mempengaruhi nilai modulus elastisitas beton. Pada beton umur uji 7 hari, modulus elastisitas beton cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kadar abu sekam padi pada campuran beton. Persentase peningkatan nilai modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 5.16. Selanjutnya dilakukan perbandingan modulus elastisitas pengujian menurut SNI 03-4169-1996 dan modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2487-2019. Perbedaan nilai modulus elastisitas hasil pengujian dengan nilai modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2847-2019 adalah sebesar 20%. Berdasarkan Tabel 5.23 nilai modulus elastisitas beton hasil pengujian 7 hari telah memenuhi persyaratan SNI 2847-2019.

.

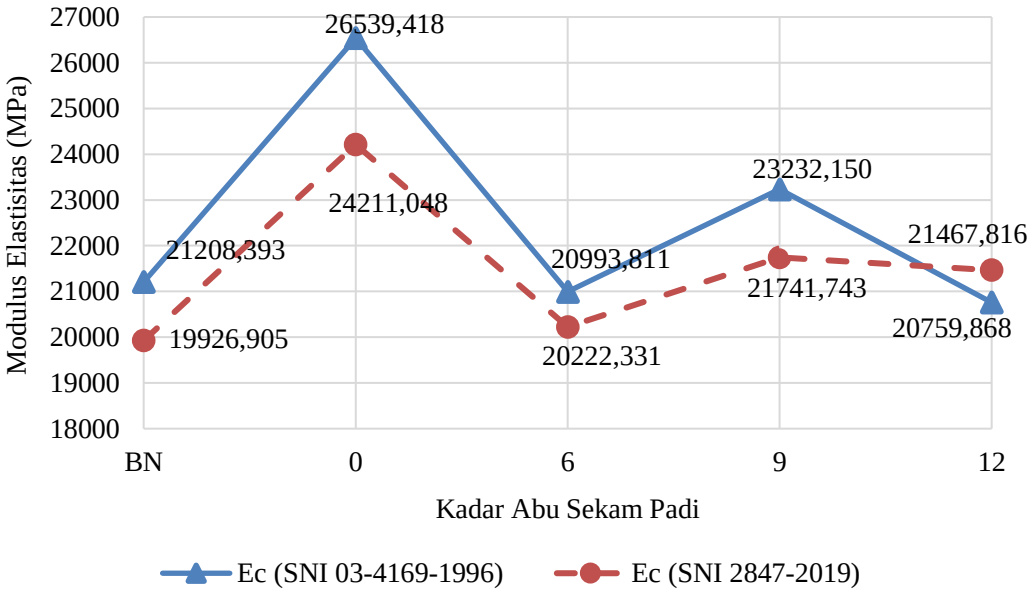
Tabel 5.24 Modulus Elastisitas Beton Umur 14 Hari

Kode	No	Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI-2846-2019)	Teoritis Rata-Rata	Selisih	Persentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
BN-0	1	21814,585	21208,393	20204,893	19926,905	6,43%	0,00%
	2	22216,288		19173,333			
	3	19594,306		20402,488			

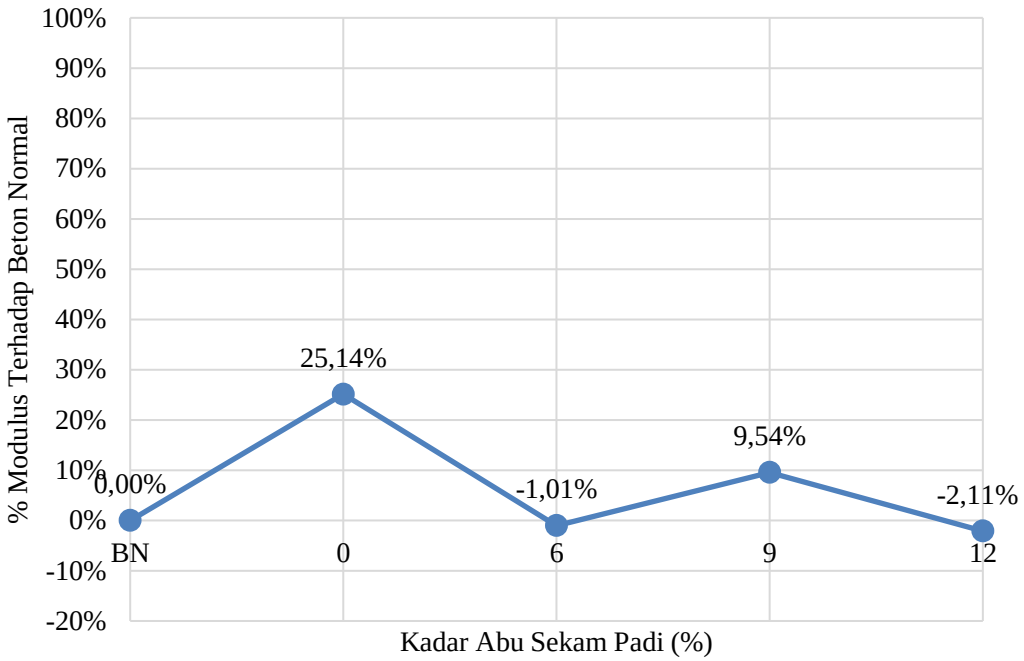
Lanjutan Tabel 5.24

Kode	No	Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI-2846-2019)	Teoritis Rata-Rata	Selisih	Persentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
B2-0	1	21646,408	26539,418	23372,697	24211,048	9,62%	25,14%
	2	27656,372		23987,070			
	3	30315,475		25273,378			
B2-6	1	21076,317	20993,811	19712,025	20222,331	3,81%	-1,01%
	2	20450,055		21091,665			
	3	21455,061		19863,302			
B2-9	1	22973,900	23232,150	22051,763	21741,743	6,86%	9,54%
	2	20991,881		21482,273			
	3	25730,670		21691,193			
B2-12	1	24685,670	20759,868	22006,211	21467,816	-3,29%	-2,11%
	2	18092,144		21707,997			
	3	19501,789		20689,239			

Berdasarkan Tabel 5.24 kemudian diperoleh grafik hasil pengujian modulus elastisitas beton umur 14 hari dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18 di bawah ini.



Gambar 5.17 Modulus Elastisitas Beton 14 Hari



Gambar 5.18 Persentase Modulus Elastisitas Beton 14 Hari

Berdasarkan Gambar 5.17 diperoleh hasil penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida mempengaruhi nilai modulus elastisitas beton. Persentase peningkatan nilai modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 5.18. Selanjutnya dilakukan perbandingan modulus elastisitas pengujian menurut SNI 03-4169-1996 dan modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2487-2019. Perbedaan nilai modulus elastisitas hasil pengujian dengan nilai modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2847-2019 adalah sebesar 20%. Berdasarkan Tabel 5.24 nilai modulus elastisitas beton hasil pengujian 14 hari telah memenuhi persyaratan SNI 2847-2019.

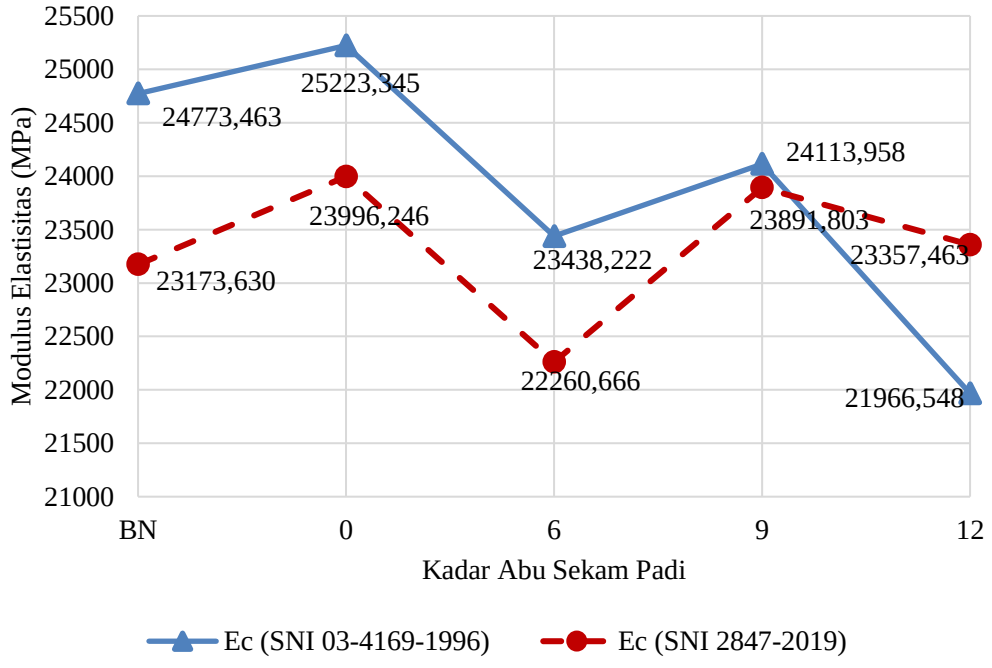
Tabel 5.25 Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari

Kode	No	Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI-2846-2019)	Teoritis Rata-Rata	Selisih	Persentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
BN-0	1	25562,563	24773,463	23480,954	23173,630	6,90%	0,00%
	2	28200,519		23539,591			
	3	20557,306		22500,345			

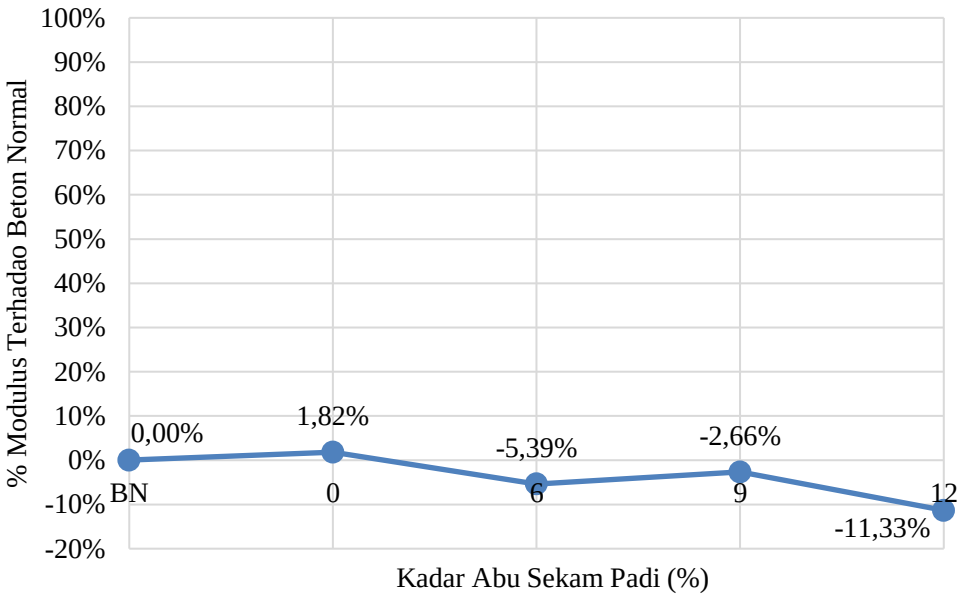
Lanjutan Tabel 5.25

Kode	No	Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI-2846-2019)	Teoritis Rata-Rata	Selisih	Persentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
B2-0	1	26393,911	25223,345	25037,719	23996,246	5,11%	1,82%
	2	27994,173		23952,911			
	3	21281,951		22998,107			
B2-6	1	21804,613	23438,222	22237,481	22260,666	5,29%	-5,39%
	2	22765,460		22030,783			
	3	25744,593		22513,733			
B2-9	1	22331,098	24113,958	24720,220	23891,803	0,93%	-2,66%
	2	22331,098		22791,875			
	3	27679,677		24163,313			
B2-12	1	26566,364	21966,548	21707,997	23357,463	-5,95%	-11,33%
	2	17252,694		24104,855			
	3	22080,585		24259,539			

Berdasarkan Tabel 5.25 kemudian diperoleh grafik hasil pengujian modulus elastisitas beton umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20 di bawah ini.



Gambar 5.19 Modulus Elastisitas Beton 28 Hari



Gambar 5.20 Persentase Modulus Elastisitas Beton 28 Hari

Berdasarkan Gambar 5.19 diperoleh hasil penambahan abu sekam padi pada beton berkalsium klorida mempengaruhi nilai modulus elastisitas beton. Persentase peningkatan nilai modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 5.20. Selanjutnya dilakukan perbandingan modulus elastisitas pengujian menurut SNI 03-4169-1996 dan modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2487-2019. Perbedaan nilai modulus elastisitas hasil pengujian dengan nilai modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2847-2019 adalah sebesar 20%. Berdasarkan Tabel 5.25 nilai modulus elastisitas beton hasil pengujian 28 hari telah memenuhi persyaratan SNI 2847-2019.

Pada penelitian ini nilai modulus elastisitas terbesar menurut perhitungan SNI 03-4169-1996 dan SNI-2847-2019 terdapat pada variasi 9% untuk beton umur 7 hari dengan nilai rata-rata berturut-turut sebesar 19743,251 MPa dan 20135,571 MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas beton terkecil terdapat pada variasi beton normal dengan nilai rata-rata berturut-turut sebesar 16132,653 MPa dan 17886,474 MPa.

Pada beton umur 14 dan 28 hari nilai modulus elastisitas beton terbesar menurut perhitungan SNI 03-4169-1996 dan SNI-2847-2019 terdapat pada variasi 0% dengan nilai rata-rata berturut-turut sebesar 26,539,418 MPa dan 24211,048 MPa untuk beton 14 hari dan 25223,345 MPa dan 23996,246 MPa untuk beton 28

hari. Sedangkan pada penambahan abu sekam padi variasi 6%, 9% dan 12% nilai modulus elastisitas beton mengalami penurunan berturut-turut sebesar 5,39%; 2,66%; dan 11,33% terhadap beton normal, sehingga penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida tidak mampu meningkatkan nilai modulus elastisitas pada beton.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis serta pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap pengembangan kekuatan pada beton berkalsium klorida 2% cenderung menurunkan akselerasi. Pada beton berkalsium klorida 2% tanpa penambahan abu sekam padi untuk mencapai kuat tekan beton normal 28 hari membutuhkan 20 hari, beton dengan abu sekam padi 9% membutuhkan waktu 23 hari dan beton dengan variasi 12% membutuhkan waktu 25 hari. Selain itu, penggunaan bahan tambah kalsium klorida sebagai akselerator pada beton menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan beton. Peningkatan tertinggi kuat tekan beton terjadi pada beton umur 14 hari meningkat sebesar 24,685% dengan nilai 22,399 MPa. Pada beton umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 8,365% dengan nilai 25,024 MPa sedangkan pada beton umur 7 hari mengalami penurunan sebesar 5,836% dengan nilai 14,050 MPa.
2. Pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida 2% dapat meningkatkan kuat tekan beton pada variasi 6% meningkat sebesar 4,596% terhadap beton normal untuk umur uji 14 hari. Kemudian pada variasi 9% meningkat sebesar 19,557%; 18,845%; dan 5,445% terhadap beton normal untuk umur uji 7, 14, dan 28 hari. Variasi 12% meningkat sebesar 15,432%; 20,842%; dan 3,683% terhadap beton normal umtuk umur uji 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pada variasi 6% umur uji 7 dan 28 hari menurun sebesar 1,730% dan 5,961% terhadap beton normal.
3. Nilai kuat tekan optimum terdapat pada variasi penambahan abu sekam padi 9% dengan nilai sebesar 17,839 MPa; 21,350 MPa; dan 25,323 MPa atau meningkat sebesar 19,557%; 18,845%; dan 5,445% terhadap beton normal untuk umur beton 7, 14, dan 28 hari.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian penambahan abu sekam padi pada beton berakselerator kalsium klorida 2%, dapat disarankan

1. Melakukan pembakaran sekam padi pada suhu tinggi (500°-600° C) agar sekam padi dapat terbakar sempurna sehingga dapat menghasilkan abu silika yang lolos saringan No. 200.
2. Melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan kalsium klorida terhadap mutu beton pada umur uji 3 hari dan 21 hari.
3. Memperhatikan suhu pada beton dengan akselerator kalsium klorida.

DAFTAR PUSTAKA

Dian, F.R. 2018. Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.

Wahyu, A.P. 2019. Efektivitas Penggunaan Abu Sekam Padi sebagai pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton. Universitas Veteran Bangun Nusantara. Sukoharjo.

Rio, H.R. 2016. Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Parsial Semen. Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Laksmi, I. dan Eddy, P. 2009. Penggunaan *Accelerator* Pada Beton Abu Ketel sebagai Upaya Mempercepat Laju Pengerasan. Universitas Lampung. Lampung.

Yuda, F. Wibowo. dan Sunarmasto. 2017. Kajian Pengaruh Variasi Penambahan Bahan *Accelerator* Terhadap Parameter Betin Memadat Mandiri dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta.

Ridhwan, M.I. 2020. Pemanfaatan Abu Sekam Padi 10% Sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu fc' 25 MPa. Universitas Pertamina.

Lubis. 2004. Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton. Universitas Sumatera Utara.
.

Wisnumurti, dkk. 2007. Pengaruh Penggunaan Akselerator Megaset Merah Di Bawah Dosis Optimal Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Berbagai Variasi Umur Beton. Universitas Brawijaya Malang.

Muhammad Ikhsan, dkk. 2017. Pengaruh Penambahan Aditif Kalsium Klorida ($CaCl_2$) Dari Limbah Kulit Telur Terhadap Reaksi Pengerasan Semen. Universitas Sriwijaya.

Elsa Aprilia Andoni, dkk. 2021. Pengaruh Penambahan Kalisum Klorida ($CaCl_2$) Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan. Universitas Riau.

Sugianto. 2020. Kajian Mengenai Suhu Beton Segar Menggunakan Akselerator Dalam Campuran Beton. Institut Teknologi Nasional. Bandung.

Neville, A.M. 1981. *Concrete Technology Second Edition.*

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

SNI 03-1974-2011 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. 1990. Badan Standardidasi Nasional. Jakarta.

SNI 03-4169-1996 Metode Pengujian Modulus Elastisias Statis dan Rasio Poison Beton dengan Kompresometer. 1996. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

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

SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. 2013. 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 Halus. 2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

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

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

SK SNI S-18-1990-03 Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton. 1990. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

SNI 03-2495-1991 Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton. 1991. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

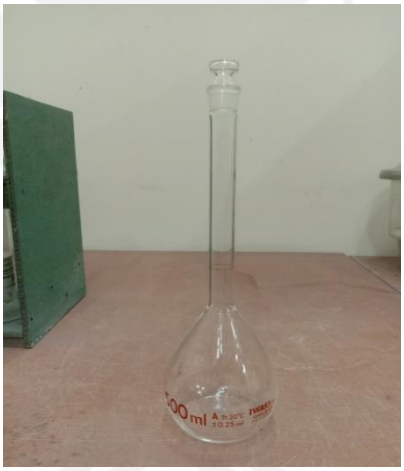
SNI 03 6861.1 2002 Spesifikasi Bahan Bangunan – Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam. 2002. Badan standardisasi Nasional Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan



Gambar L-1.1 Timbangan



Gambar L-1.2 Piknometer



Gambar L-1.3 Saringan



Gambar L-1.4 Mesin Saringan



Gambar L-1.5 Oven



Gambar L-1.6 Troli Barang



Gambar L-1.7 *Mixer*/Mesin Pengaduk Beton



Gambar L-1.8 Cetakan Silinder Beton



Gambar L-1.9 Alat Pengujian Slump



Gambar L-1.10 Cetakan *Capping* Silinder



Gambar L-1.11 *Compressing Testung Machine* (CTM)

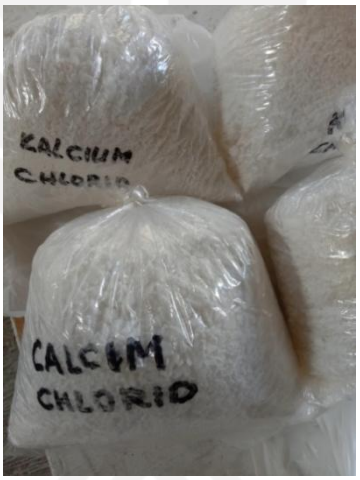


Gambar L-1.12 LVDT

Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan



Gambar L-2.1 Abu Sekam Padi



Gambar L-2.2 Kalsium Klorida



Gambar L-2.3 Semen Gresik



Gambar L-2.4 Agregat Halus Merapi



Gambar L-2.5 Agregat Kasar Clereng



Gambar L-2.6 Air



Gambar L-2.7 Belerang

Lampiran 3 Gambar Proses Pembuatan dan Pengujian Benda Uji



Gambar L-3.1 Hasil Penimbangan Material Penyusun Beton



Gambar L-3.2 Pelumasan Pada Cetakan Silinder Beton



Gambar L-3.3 Pencampuran Material Penyusun Beton



Gambar L-3.4 Pengujian Slump



Gambar L-3.5 Pengisian dan Pemadatan Beton pada Cetakan



Gambar L-3.6 Hasil Proses Pembuatan Benda Uji



Gambar L-3.7 Pengukuran Dimensi Benda Uji



Gambar L-3.8 Penimbangan Benda Uji



Gambar L-3.9 Perendaman Benda Uji



Gambar L-3.10 Proses Melapisi Permukaan Beton Dengan Belerang



Gambar L-3.11 Proses Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton



Gambar L-3.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton

Lampiran 4 Data Hasil Pemeriksaan Bahan

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

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)	490	494	492
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)	836	836	836
Berat jenis curah (Bk/(B+500-Bt))	2,606	2,685	2,646
Berat jenis kering muka (500/(B+500-Bt))	2,660	2,717	2,688
Berat jenis semu, (Bk/(B+Bk-Bt))	2,753	2,775	2,764
Penyerapan air, ((500-Bk)/(Bk x 100))	2,041	1,215	1,628

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

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				
20				
10				
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	284,400	

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

= 2,844

Nilai MHB yang didapatkan adalah 2,844 sebesar dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 2,5 -3,8 (SK SNI S-04-1989-F)

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

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				
20				
10				
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	33,350
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	287,650	

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

$= 2,877$

Nilai MHB yang didapatkan adalah 2,877 sebesar dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 2,5 -3,8 (SK SNI S-04-1989-F)

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

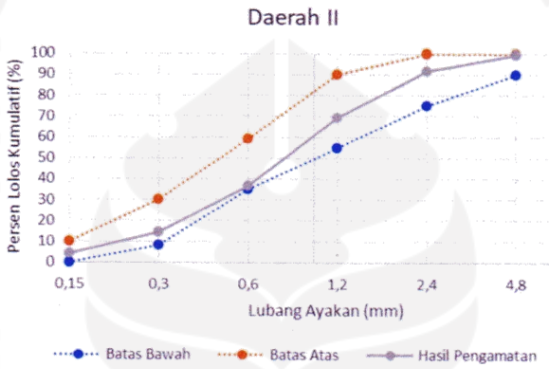
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259Yogyakarta

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



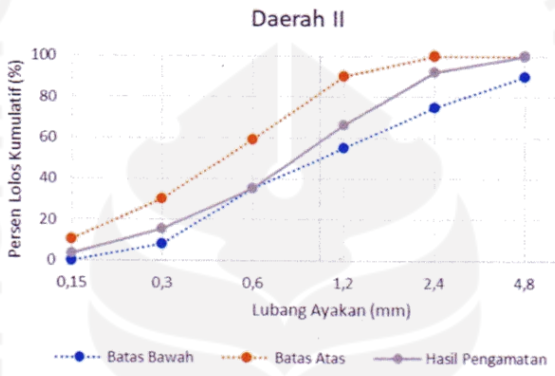
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259Yogyakarta

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

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

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)	14215 gram
Berat agregat (W3)	7628 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm^3
Berat volume gembur (W3/V)	1,439 $gram/cm^3$

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

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

$= \mathbf{1,439}\ gram/cm^3$

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

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)	15562 gram
Berat agregat (W3)	8975 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm3
Berat volume padat (W3/V)	1,693 gram/cm3

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

$= \frac{8975}{5301,438}$

$= \mathbf{1,693}$ gram/cm^3

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

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

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	1000
20	74	1,480	1,480	98,520
10	3541	70,820	73,300	27,700
4,8	1349	26,980	99,280	0,720
2,4	0,000	0,000	99,280	0,720
1,2	0,000	0,000	99,280	0,720
0,6	0,000	0,000	99,280	0,720
0,3	0,000	0,000	99,280	0,720
0,15	0,000	0,000	99,280	0,720
Pan	36	0,720		
Jumlah	5000	100	669,460	

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

$= 6,695$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,695 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 5-8 (SK SNI S-04-1989-F)

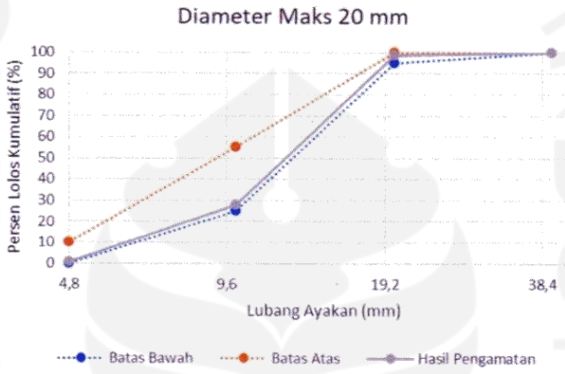
Gradasi Agregat Kasar

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

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

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



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

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
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	0,000	0,000	98,220	1,780
1,2	0,000	0,000	98,220	1,780
0,6	0,000	0,000	98,220	1,780
0,3	0,000	0,000	98,220	1,780
0,15	0,000	0,000	98,220	1,780
Pan	89	1,780		
Jumlah	5000	100	664,980	

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

$= 6,650$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,695 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 5-8 (SK SNI S-04-1989-F)

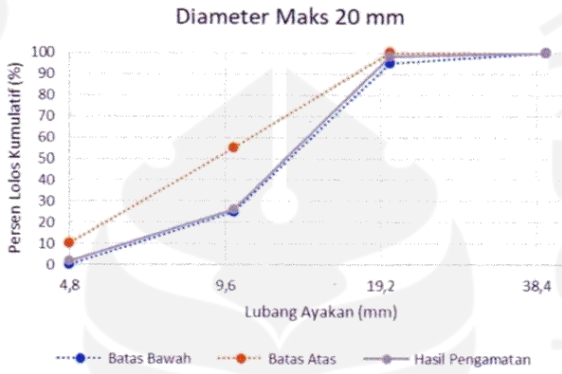
Gradasi Agregat Kasar

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

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

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



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

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)	6578 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13692 gram
Berat agregat (W3)	7114 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm^3
Berat volume gembur (W3/V)	1,342 $gram/cm^3$

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

$= \frac{7114}{5301,438}$

$= \mathbf{1,342}\ gram/cm^3$

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

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)	6578 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	14445 gram
Berat agregat (W3)	7867 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm^3
Berat volume padat (W3/V)	1,484 $gram/cm^3$

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

$= \frac{7867}{5301,438}$

$= \mathbf{1,484}\ gram/cm^3$

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

FORMULIR PERENCANAAN CAMPURAN BETON
(SNI 03-2834-2000)

Formulir Rencana Campuran Beton (*Mix Design*)				
SNI-03-2834-2000				
No	**Uraian**	**Nilai**	**Satuan**	**Keterangan**
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	20	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	-	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	32	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	0,543		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,543		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	377,532	kg/m3	(11):(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	377,532	kg/m3	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,646		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,589		
19	Persen Agregat Halus	42,35	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,613		
21	Berat Isi Beton	2350	kg/m3	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1767,468	kg/m3	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	748,523	kg/m3	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	1018,945	kg/m3	(22)-(23)

No	**Uraian**	**Semen (kg)**	**Air (kg)**	**Agregat**	
				Halus (kg)	**Kasar (kg)**
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	377,532	205,000	748,523	1018,945
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m3	10,007	5,434	19,841	27,009
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m3	509,669	276,750	1010,506	1375,576
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m3	13,510	7,336	26,786	36,463
	Perbandingan	1	0,543	1,983	2,699

Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

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

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON (SNI 03-1974-1990)

Nama : Risma Iswandari
NIM : 17511057
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

No.	Kode Benda Uji	Dimensi Benda Uji		Luas Penampang (cm^2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur 7 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata
		Diameter (cm)	Tinggi (cm)				
1	7 BN 1	15,008	30,170	176,911	261	14,753	14,921
2	7 BN 2	15,027	30,140	177,343	256	14,453	
3	7 BN 3	14,967	30,380	175,930	251	14,267	
4	7 BN 4	15,032	30,178	177,461	288	16,228	
5	7 B2-0 1	15,167	30,460	180,663	217	12,011	14,050
6	7 B2-0 2	14,977	30,092	176,165	290	16,462	
7	7 B2-0 3	15,223	30,305	182,016	263	14,449	
8	7 B2-0 4	15,170	30,033	180,742	240	13,278	
9	7 B2-6 1	15,062	30,400	178,170	271	15,210	14,663
10	7 B2-6 2	15,180	30,450	180,981	277	15,305	
11	7B2-6 3	15,060	30,035	178,131	258	14,483	
12	7 B2-6 4	15,147	30,333	180,187	246	13,652	
13	7 B2-9 1	15,105	30,460	179,197	330	18,415	17,839
14	7 B2-9 2	15,145	30,483	180,147	320	17,763	
15	7 B2-9 3	15,248	30,260	182,614	345	18,892	
16	7 B2-9 4	15,187	30,303	181,140	295	16,285	
17	7 B2-12 1	15,035	30,483	177,540	295	16,616	17,223
18	7 B2-12 2	15,037	30,400	177,579	285	16,049	
19	7 B2-12 3	15,060	30,470	178,131	320	17,964	
20	7 B2-12 4	15,052	30,535	177,934	325	18,265	

Diperiksa,
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboratorium:

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

(Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng)

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

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON (SNI 03-1974-1990)

Nama : Risma Iswandari

NIM : 17511057

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

No.	Kode Benda Uji	Dimensi Benda Uji		Luas Penampang (cm^2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur 14 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata
		Diameter (cm)	Tinggi (cm)				
1	14 BN 1	15,078	30,427	178,565	330	18,480	17,965
2	14 BN 2	15,023	30,358	177,264	295	16,642	
3	14 BN 3	15,045	30,357	177,776	335	18,844	
4	14 BN 4	14,972	30,455	176,047	315	17,893	
5	14 B2-0 1	15,095	30,233	178,960	405	22,630	22,399
6	14 B2-0 2	15,090	30,510	178,841	430	34,043	
7	14 B2-0 3	14,928	30,333	175,022	430	24,568	
8	14 B2-0 4	15,130	30,585	179,790	330	18,354	
9	14 B2-6 1	15,100	30,483	179,078	315	17,590	18,790
10	14 B2-6 2	15,087	30,400	178,762	360	20,138	
11	14 B2-6 3	14,985	30,470	176,361	315	17,861	
12	14 B2-6 4	15,197	30,535	181,378	355	19,572	
13	14 B2-9 1	15,115	30,463	179,434	395	22,013	21,350
14	14 B2-9 2	15,017	30,417	177,107	370	20,891	
15	14 B2-9 3	15,072	30,223	178,407	380	21,299	
16	14 B2-9 4	15,108	30,407	179,276	380	21,196	
17	14 B2-12 1	14,953	30,542	175,616	385	21,923	20,841
18	14 B2-12 2	15,060	30,677	178,131	380	21,332	
19	14 B2-12 3	15,165	30,533	180,623	350	19,377	
20	14 B2-12 4	15,175	30,582	180,860	375	20,734	

Diperiksa,
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboratorium:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

(Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng)

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

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON (SNI 03-1974-1990)

Nama : Risma Iswandari

NIM : 17511057

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

No.	Kode Benda Uji	Dimensi Benda Uji		Luas Penampang (cm^2)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata
		Diameter (cm)	Tinggi (cm)				
1	28 BN 1	15,067	30,247	178,289	445	24,959	24,015
2	28 BN 2	15,113	30,200	179,395	450	25,084	
3	28 BN 3	15,000	30,457	176,714	405	22,918	
4	28 BN 4	15,033	30,138	177,500	410	23,098	
5	28 B2-0 1	15,127	30,377	179,711	510	28,378	26,024
6	28 B2-0 2	15,017	30,727	177,107	460	25,973	
7	28 B2-0 3	15,033	30,170	177,500	425	23,943	
8	28 B2-0 4	15,067	30,350	178,289	460	25,800	
9	28 B2-6 1	15,083	30,193	178,683	400	22,386	22,583
10	28 B2-6 2	15,033	30,160	177,500	390	21,971	
11	28 B2-6 3	15,083	30,357	178,683	410	22,945	
12	28 B2-6 4	15,147	30,138	180,187	415	23,031	
13	28 B2-9 1	15,170	30,288	180,743	500	27,663	25,323
14	28 B2-9 2	15,258	30,227	182,854	430	23,516	
15	28 B2-9 3	15,127	30,353	179,712	475	26,431	
16	28 B2-9 4	15,117	30,117	179,474	425	23,680	
17	28 B2-12 1	15,150	30,183	180,266	400	22,189	24,899
18	28 B2-12 2	15,083	30,317	178,683	470	26,303	
19	28 B2-12 3	15,067	30,217	178,289	475	26,642	
20	28 B2-12 4	15,133	30,117	179,870	440	24,461	

Diperiksa,
Laboran

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboratorium:

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

(Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng)

Lampiran 6 Data Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 BN 1	150,083	301,700

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	11,5	0,00575	0,00002875	0,5653
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1305
30	30000	29	0,0145	0,0000725	1,6958
40	40000	44	0,022	0,00011	2,2610
50	50000	52	0,026	0,00013	2,8263
60	60000	69	0,0345	0,0001725	3,3915
70	70000	81	0,0405	0,0002025	3,9568
80	80000	97,4	0,0487	0,0002435	4,5220
90	90000	119,4	0,0597	0,0002985	5,0873
100	100000	132	0,066	0,00033	5,6526
110	110000	163,4	0,0817	0,0004085	6,2178
120	120000	180	0,09	0,00045	6,7831
130	130000	196,4	0,0982	0,000491	7,3483
140	140000	213,4	0,1067	0,0005335	7,9136
150	150000	253,4	0,1267	0,0006335	8,4788
160	160000	273,4	0,1367	0,0006835	9,0441
170	170000	292,8	0,1464	0,000732	9,6094
180	180000	331,8	0,1659	0,0008295	10,1746
190	190000	352,8	0,1764	0,000882	10,7399
200	200000	375,8	0,1879	0,0009395	11,3051
210	210000	429,2	0,2146	0,001073	11,8704
220	220000	461,2	0,2306	0,001153	12,4356
230	230000	496,7	0,24835	0,00124175	13,0009
240	240000	538,2	0,2691	0,0013455	13,5661
250	250000	584,6	0,2923	0,0014615	14,1314
260	260000	709,1	0,35455	0,00177275	14,6967
261	261000	803	0,4015	0,0020075	14,7532
240	240000	1072,9	0,53645	0,00268225	13,5661

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 BN 2	150,267	301,400

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	13	0,0065	0,0000325	0,5639
20	20000	23	0,0115	0,0000575	1,1278
30	30000	37	0,0185	0,0000925	1,6916
40	40000	46,5	0,02325	0,00011625	2,2555
50	50000	61	0,0305	0,0001525	2,8194
60	60000	74	0,037	0,000185	3,3833
70	70000	87	0,0435	0,0002175	3,9471
80	80000	104,4	0,0522	0,000261	4,5110
90	90000	120,4	0,0602	0,000301	5,0749
100	100000	143,4	0,0717	0,0003585	5,6388
110	110000	166,4	0,0832	0,000416	6,2027
120	120000	184,4	0,0922	0,000461	6,7665
130	130000	220,4	0,1102	0,000551	7,3304
140	140000	246,4	0,1232	0,000616	7,8943
150	150000	287,8	0,1439	0,0007195	8,4582
160	160000	317,3	0,15865	0,00079325	9,0220
170	170000	365,3	0,18265	0,00091325	9,5859
180	180000	403,8	0,2019	0,0010095	10,1498
190	190000	445,2	0,2226	0,001113	10,7137
200	200000	518,2	0,2591	0,0012955	11,2776
210	210000	568,7	0,28435	0,00142175	11,8414
220	220000	623,1	0,31155	0,00155775	12,4053
230	230000	718,1	0,35905	0,00179525	12,9692
240	240000	836,5	0,41825	0,00209125	13,5331
250	250000	963,4	0,4817	0,0024085	14,0969
256	256000	1114,8	0,5574	0,002787	14,4353
246	246000	1406,2	0,7031	0,0035155	13,8714

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 BN 3	149,667	303,800

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	16,5	0,00825	0,00004125	0,5684
20	20000	26	0,013	0,000065	1,1368
30	30000	39,5	0,01975	0,00009875	1,7052
40	40000	50,5	0,02525	0,00012625	2,2736
50	50000	66,5	0,03325	0,00016625	2,8420
60	60000	79,5	0,03975	0,00019875	3,4104
70	70000	97,4	0,0487	0,0002435	3,9789
80	80000	112	0,056	0,00028	4,5473
90	90000	130	0,065	0,000325	5,1157
100	100000	152,4	0,0762	0,000381	5,6841
110	110000	169,4	0,0847	0,0004235	6,2525
120	120000	195	0,0975	0,0004875	6,8209
130	130000	221,9	0,11095	0,00055475	7,3893
140	140000	244,4	0,1222	0,000611	7,9577
150	150000	268,3	0,13415	0,00067075	8,5261
160	160000	307,3	0,15365	0,00076825	9,0945
170	170000	337,3	0,16865	0,00084325	9,6629
180	180000	387,3	0,19365	0,00096825	10,2313
190	190000	424,2	0,2121	0,0010605	10,7997
200	200000	462,7	0,23135	0,00115675	11,3682
210	210000	530,7	0,26535	0,00132675	11,9366
220	220000	597,6	0,2988	0,001494	12,5050
230	230000	680,1	0,34005	0,00170025	13,0734
240	240000	791,5	0,39575	0,00197875	13,6418
250	250000	994,9	0,49745	0,00248725	14,2102
251	251000	1143,3	0,57165	0,00285825	14,2670
241	241000	1235,3	0,61765	0,00308825	13,6986

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-0 1	151,667	304,600

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	8	0,004	0,00002	0,5535
20	20000	12,5	0,00625	0,00003125	1,1070
30	30000	21,5	0,01075	0,00005375	1,6605
40	40000	30	0,015	0,000075	2,2141
50	50000	41	0,0205	0,0001025	2,7676
60	60000	59	0,0295	0,0001475	3,3211
70	70000	68,5	0,03425	0,00017125	3,8746
80	80000	85,9	0,04295	0,00021475	4,4281
90	90000	99,9	0,04995	0,00024975	4,9816
100	100000	115,9	0,05795	0,00028975	5,5352
110	110000	133,4	0,0667	0,0003335	6,0887
120	120000	153,9	0,07695	0,00038475	6,6422
130	130000	186,4	0,0932	0,000466	7,1957
140	140000	209,9	0,10495	0,00052475	7,7492
150	150000	234,4	0,1172	0,000586	8,3027
160	160000	264,8	0,1324	0,000662	8,8562
170	170000	318,8	0,1594	0,000797	9,4098
180	180000	359,8	0,1799	0,0008995	9,9633
190	190000	407,8	0,2039	0,0010195	10,5168
200	200000	460,3	0,23015	0,00115075	11,0703
210	210000	549,7	0,27485	0,00137425	11,6238
217	217000	1064,4	0,5322	0,002661	12,0113
207	207000	1481,6	0,7408	0,003704	11,4578

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-0 2	149,767	300,917

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	11	0,0055	0,0000275	0,5676
20	20000	18	0,009	0,000045	1,1353
30	30000	22,5	0,01125	0,00005625	1,7029
40	40000	32,5	0,01625	0,00008125	2,2706
50	50000	41	0,0205	0,0001025	2,8382
60	60000	52,5	0,02625	0,00013125	3,4059
70	70000	67,6	0,0338	0,000169	3,9735
80	80000	84,4	0,0422	0,000211	4,5412
90	90000	97,9	0,04895	0,00024475	5,1088
100	100000	114,4	0,0572	0,000286	5,6765
110	110000	131	0,0655	0,0003275	6,2441
120	120000	146,4	0,0732	0,000366	6,8118
130	130000	167,4	0,0837	0,0004185	7,3794
140	140000	198	0,099	0,000495	7,9471
150	150000	217,4	0,1087	0,0005435	8,5147
160	160000	237	0,1185	0,0005925	9,0824
170	170000	261,3	0,13065	0,00065325	9,6500
180	180000	300,3	0,15015	0,00075075	10,2177
190	190000	332,3	0,16615	0,00083075	10,7853
200	200000	367,8	0,1839	0,0009195	11,3530
210	210000	386,8	0,1934	0,000967	11,9206
220	220000	426,7	0,21335	0,00106675	12,4883
230	230000	474,2	0,2371	0,0011855	13,0559
240	240000	524,2	0,2621	0,0013105	13,6236
250	250000	582,2	0,2911	0,0014555	14,1912
260	260000	648,6	0,3243	0,0016215	14,7589

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
270	270000	723,6	0,3618	0,001809	15,32651996
280	280000	888,5	0,44425	0,00222125	15,89416884
290	290000	1129,3	0,56465	0,00282325	16,46181773
280	280000	1372,2	0,6861	0,0034305	15,89416884

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

LAPORAN PENGAMATAN R EGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-0 3	152,233	303,050

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	0,5494
20	20000	23,5	0,01175	0,00005875	1,0988
30	30000	37,5	0,01875	0,00009375	1,6482
40	40000	47	0,0235	0,0001175	2,1976
50	50000	58	0,029	0,000145	2,7470
60	60000	66,5	0,03325	0,00016625	3,2964
70	70000	83	0,0415	0,0002075	3,8458
80	80000	93,4	0,0467	0,0002335	4,3952
90	90000	103,9	0,05195	0,00025975	4,9446
100	100000	125,9	0,06295	0,00031475	5,4940
110	110000	141,9	0,07095	0.00035475	6,0434
120	120000	158,9	0,07945	0,00039725	6,5928
130	130000	179,4	0,0897	0,0004485	7,1422
140	140000	192,9	0,09645	0,00048225	7,6916
150	150000	219,9	0,10995	0,00054975	8,2410
160	160000	244,4	0,1222	0,000611	8,7904
170	170000	271,3	0,13565	0,00067825	9,3398
180	180000	300,3	0,15015	0,00075075	9,8892
190	190000	349,3	0,17465	0,00087325	10,4386
200	200000	366,3	0,18315	0,00091575	10,9880
210	210000	412,8	0,2064	0,001032	11,5375
220	220000	464,7	0,23235	0,00116175	12,0869
230	230000	520,7	0,26035	0,00130175	12,6363
240	240000	618,1	0,30905	0,00154525	13,1857
250	250000	729,1	0,36455	0,00182275	13,7351
260	260000	933,4	0,4667	0,0023335	14,2845
263	263000	1340,2	0,6701	0,0033505	14,4493
253	253000	1475,1	0,73755	0,00368775	13,8999

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-6 1	150,617	304,000

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	0,006	0,00003	0,5613
20	20000	17,5	0,00875	0,00004375	1,1225
30	30000	21,5	0,01075	0,00005375	1,6838
40	40000	27	0,0135	0,0000675	2,2450
50	50000	37,5	0,01875	0,00009375	2,8063
60	60000	51	0,0255	0,0001275	3,3676
70	70000	63,5	0,03175	0,00015875	3,9288
80	80000	76,5	0,03825	0,00019125	4,4901
90	90000	90,4	0,0452	0,000226	5,0513
100	100000	105,9	0,05295	0,00026475	5,6126
110	110000	120,9	0,06045	0,00030225	6,1739
120	120000	136,9	0,06845	0,00034225	6,7351
130	130000	145,9	0,07295	0,00036475	7,2964
140	140000	166,9	0,08345	0,00041725	7,8576
150	150000	190,9	0,09545	0,00047725	8,4189
160	160000	203,4	0,1017	0,0005085	8,9802
170	170000	226,9	0,11345	0,00056725	9,5414
180	180000	248,9	0,12445	0,00062225	10,1027
190	190000	272,8	0,1364	0,000682	10,6639
200	200000	298,8	0,1494	0,000747	11,2252
210	210000	330,3	0,16515	0,00082575	11,7865
220	220000	347,8	0,1739	0,0008695	12,3477
230	230000	387,8	0,1939	0,0009695	12,9090
240	240000	433,2	0,2166	0,001083	13,4702
250	250000	480,7	0,24035	0,00120175	14,0315
260	260000	574,3	0,28715	0,00143575	14,5928

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
270	270000	707,6	0,3538	0,001769	15,1540
271	271000	1068,4	0,5342	0,002671	15,2101
261	261000	1161,4	0,5807	0,0029035	14,6489

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-6 2	151,800	304,500

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	14	0,007	0,000035	0,5525
20	20000	28,5	0,01425	0,00007125	1,1051
30	30000	49	0,0245	0,0001225	1,6576
40	40000	65	0,0325	0,0001625	2,2102
50	50000	81	0,0405	0,0002025	2,7627
60	60000	96,4	0,0482	0,000241	3,3153
70	70000	110,9	0,05545	0,00027725	3,8678
80	80000	126,9	0,06345	0,00031725	4,4203
90	90000	140,4	0,0702	0,000351	4,9729
100	100000	162,9	0,08145	0,00040725	5,5254
110	110000	177,9	0,08895	0,00044475	6,0780
120	120000	195,4	0,0977	0,0004885	6,6305
130	130000	222,4	0,1112	0,000556	7,1831
140	140000	243,4	0,1217	0,0006085	7,7356
150	150000	255,8	0,1279	0,0006395	8,2882
160	160000	283,3	0,14165	0,00070825	8,8407
170	170000	309,3	0,15465	0,00077325	9,3932
180	180000	340,8	0,1704	0,000852	9,9458
190	190000	375,3	0,18765	0,00093825	10,4983
200	200000	409,3	0,20465	0,00102325	11,0509
210	210000	455,7	0,22785	0,00113925	11,6034
220	220000	491,3	0,24565	0,00122825	12,1560
230	230000	547,5	0,27375	0,00136875	12,7085
240	240000	588,6	0,2943	0,0014715	13,2610
250	250000	663,6	0,3318	0,001659	13,8136
260	260000	725,6	0,3628	0,001814	14,3661
270	270000	884,5	0,44225	0,00221125	14,9187

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
277	277000	1579,1	0,78955	0,00394775	15,3055
267	267000	1763,4	0,8817	0,0044085	14,7529

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-6 3	150,600	300,350

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	13	0,0065	0,0000325	0,5614
20	20000	19	0,0095	0,0000475	1,1228
30	30000	30,5	0,01525	0,00007625	1,6842
40	40000	42	0,021	0,000105	2,2455
50	50000	49,5	0,02475	0,00012375	2,8069
60	60000	61	0,0305	0,0001525	3,3683
70	70000	75,5	0,03775	0,00018875	3,9297
80	80000	83,9	0,04195	0,00020975	4,4911
90	90000	96	0,048	0,00024	5,0525
100	100000	111,9	0,05595	0,00027975	5,6138
110	110000	123,4	0,0617	0,0003085	6,1752
120	120000	139,4	0,0697	0,0003485	6,7366
130	130000	150,4	0,0752	0,000376	7,2980
140	140000	172,9	0,08645	0,00043225	7,8594
150	150000	190	0,095	0,000475	8,4208
160	160000	209,9	0,10495	0,00052475	8,9821
170	170000	229,9	0,11495	0,00057475	9,5435
180	180000	253,3	0,12665	0,00063325	10,1049
190	190000	278,3	0,13915	0,00069575	10,6663
200	200000	309,3	0,15465	0,00077325	11,2277
210	210000	341,8	0,1709	0,0008545	11,7891
220	220000	373,8	0,1869	0,0009345	12,3505
230	230000	425,5	0,21275	0,00106375	12,9118
240	240000	474,7	0,23735	0,00118675	13,4732
250	250000	573,7	0,28685	0,00143425	14,0346
258	258000	821	0,4105	0,0020525	14,4837
248	248000	1022,9	0,51145	0,00255725	13,9223

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-9 1	151,050	304,600

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	16,5	0,00825	0,00004125	0,5580
20	20000	26,5	0,01325	0,00006625	1,1161
30	30000	37	0,0185	0,0000925	1,6741
40	40000	46	0,023	0,000115	2,2322
50	50000	55,5	0,02775	0,00013875	2,7902
60	60000	65	0,0325	0,0001625	3,3483
70	70000	80,5	0,04025	0,00020125	3,9063
80	80000	92,4	0,0462	0,000231	4,4644
90	90000	101,9	0,05095	0,00025475	5,0224
100	100000	115,4	0,0577	0,0002885	5,5804
110	110000	127,9	0,06395	0,00031975	6,1385
120	120000	140,9	0,07045	0,00035225	6,6965
130	130000	152,9	0,07645	0,00038225	7,2546
140	140000	167,9	0,08395	0,00041975	7,8126
150	150000	181,4	0,0907	0,0004535	8,3707
160	160000	197,9	0,09895	0,00049475	8,9287
170	170000	213,4	0,1067	0,0005335	9,4868
180	180000	230,9	0,11545	0,00057725	10,0448
190	190000	248,9	0,12445	0,00062225	10,6028
200	200000	260,8	0,1304	0,000652	11,1609
210	210000	285,8	0,1429	0,0007145	11,7189
220	220000	305,8	0,1529	0,0007645	12,2770
230	230000	328,3	0,16415	0,00082075	12,8350
240	240000	351,3	0,17565	0,00087825	13,3931
250	250000	375,8	0,1879	0,0009395	13,9511
260	260000	411,8	0,2059	0,0010295	14,5092

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
270	270000	447,2	0,2236	0,001118	15,0672
280	280000	488,7	0,24435	0,00122175	15,6252
290	290000	531,7	0,26585	0,00132925	16,1833
300	300000	584,5	0,29225	0,00146125	16,7413
310	310000	647,1	0,32355	0,00161775	17,2994
320	320000	705,6	0,3528	0,001764	17,8574
330	330000	837	0,4185	0,0020925	18,4155
320	320000	1347,2	0,6736	0,003368	17,8574

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-9 2	151,450	304,833

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	14	0,007	0,000035	0,5551
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1102
30	30000	30,5	0,01525	0,00007625	1,6653
40	40000	37	0,0185	0,0000925	2,2204
50	50000	47,5	0,02375	0,00011875	2,7755
60	60000	59,5	0,02975	0,00014875	3,3306
70	70000	64,5	0,03225	0,00016125	3,8857
80	80000	76,5	0,03825	0,00019125	4,4408
90	90000	87,9	0,04395	0,00021975	4,9959
100	100000	99	0,0495	0,0002475	5,5510
110	110000	104,4	0,0522	0,000261	6,1061
120	120000	119,4	0,0597	0,0002985	6,6612
130	130000	133,9	0,06695	0,00033475	7,2163
140	140000	149,9	0,07495	0,00037475	7,7714
150	150000	164,9	0,08245	0,00041225	8,3265
160	160000	183,9	0,09195	0,00045975	8,8816
170	170000	195,4	0,0977	0,0004885	9,4367
180	180000	219,4	0,1097	0,0005485	9,9918
190	190000	242,4	0,1212	0,000606	10,5469
200	200000	270,3	0,13515	0,00067575	11,1020
210	210000	301,8	0,1509	0,0007545	11,6571
220	220000	317,8	0,1589	0,0007945	12,2122
230	230000	351,8	0,1759	0,0008795	12,7673
240	240000	368,8	0,1844	0,000922	13,3224
250	250000	406,8	0,2034	0,001017	13,8775
260	260000	446,7	0,22335	0,00111675	14,4326
270	270000	484,7	0,24235	0,00121175	14,9877

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	544,2	0,2721	0,0013605	15,5428
290	290000	599,6	0,2998	0,001499	16,0979
300	300000	679,6	0,3398	0,001699	16,6530
310	310000	734,4	0,3672	0,001836	17,2081
320	320000	864,5	0,43225	0,00216125	17,7632
310	310000	1283,7	0,64185	0,00320925	17,2081

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-9 3	152,483	302,600

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	13,5	0,00675	0,00003375	0,5476
20	20000	23	0,0115	0,0000575	1,0952
30	30000	32,5	0,01625	0,00008125	1,6428
40	40000	39,5	0,01975	0,00009875	2,1904
50	50000	51	0,0255	0,0001275	2,7380
60	60000	65	0,0325	0,0001625	3,2856
70	70000	77	0,0385	0,0001925	3,8332
80	80000	83	0,0415	0,0002075	4,3808
90	90000	97,9	0,04895	0,00024475	4,9284
100	100000	117,4	0,0587	0,0002935	5,4760
110	110000	124,9	0,06245	0,00031225	6,0236
120	120000	142,4	0,0712	0,000356	6,5712
130	130000	164,4	0,0822	0,000411	7,1188
140	140000	179,9	0,08995	0,00044975	7,6664
150	150000	190,4	0,0952	0,000476	8,2140
160	160000	209,4	0,1047	0,0005235	8,7616
170	170000	236,4	0,1182	0,000591	9,3092
180	180000	253,8	0,1269	0,0006345	9,8568
190	190000	271,8	0,1359	0,0006795	10,4044
200	200000	295,8	0,1479	0,0007395	10,9520
210	210000	309,3	0,15465	0,00077325	11,4997
220	220000	337,8	0,1689	0,0008445	12,0473
230	230000	367,8	0,1839	0,0009195	12,5949
240	240000	398,3	0,19915	0,00099575	13,1425
250	250000	432,7	0,21635	0,00108175	13,6901
260	260000	467,7	0,23385	0,00116925	14,2377
270	270000	518,2	0,2591	0,0012955	14,7853
280	280000	551,2	0,2756	0,001378	15,3329

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
290	290000	604,6	0,3023	0,0015115	15,8805
300	300000	665,1	0,33255	0,00166275	16,4281
310	310000	711,1	0,35555	0,00177775	16,9757
320	320000	775,5	0,38775	0,00193875	17,5233
330	330000	854	0,427	0,002135	18,0709
340	340000	949,9	0,47495	0,00237475	18,6185
345	345000	1364,2	0,6821	0,0034105	18,8923
335	335000	1870,4	0,9352	0,004676	18,3447

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-12 1	150,350	304,833

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	0,009	0,000045	0,5633
20	20000	28	0,014	0,00007	1,1265
30	30000	37	0,0185	0,0000925	1,6898
40	40000	50	0,025	0,000125	2,2530
50	50000	56,5	0,02825	0,00014125	2,8163
60	60000	69,5	0,03475	0,00017375	3,3795
70	70000	78	0,039	0,000195	3,9428
80	80000	87,4	0,0437	0,0002185	4,5060
90	90000	103,4	0,0517	0,0002585	5,0693
100	100000	116,4	0,0582	0,000291	5,6325
110	110000	123,4	0,0617	0,0003085	6,1958
120	120000	140,4	0,0702	0,000351	6,7590
130	130000	156,4	0,0782	0,000391	7,3223
140	140000	178,9	0,08945	0,00044725	7,8855
150	150000	201	0,1005	0,0005025	8,4488
160	160000	228	0,114	0,00057	9,0120
170	170000	245,4	0,1227	0,0006135	9,5753
180	180000	268,8	0,1344	0,000672	10,1385
190	190000	295,3	0,14765	0,00073825	10,7018
200	200000	310,3	0,15515	0,00077575	11,2651
210	210000	342,8	0,1714	0,000857	11,8283
220	220000	392,3	0,19615	0,00098075	12,3916
230	230000	425,5	0,21275	0,00106375	12,9548
240	240000	461,7	0,23085	0,00115425	13,5181
250	250000	503,2	0,2516	0,001258	14,0813
260	260000	570,2	0,2851	0,0014255	14,6446
270	270000	652,1	0,32605	0,00163025	15,2078

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	716,1	0,35805	0,00179025	15,7711
290	290000	872,5	0,43625	0,00218125	16,3343
295	295000	1134,3	0,56715	0,00283575	16,6160
285	285000	1513,6	0,7568	0,003784	16,0527

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-12 2	150,367	304,000

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	0,5631
20	20000	25,5	0,01275	0,00006375	1,1263
30	30000	35	0,0175	0,0000875	1,6894
40	40000	46	0,023	0,000115	2,2525
50	50000	54	0,027	0,000135	2,8156
60	60000	70	0,035	0,000175	3,3788
70	70000	74,5	0,03725	0,00018625	3,9419
80	80000	84,5	0,04225	0,00021125	4,5050
90	90000	95,5	0,04775	0,00023875	5,0682
100	100000	113	0,0565	0,0002825	5,6313
110	110000	120,4	0,0602	0,000301	6,1944
120	120000	136,4	0,0682	0,000341	6,7575
130	130000	152,4	0,0762	0,000381	7,3207
140	140000	161,9	0,08095	0,00040475	7,8838
150	150000	186,4	0,0932	0,000466	8,4469
160	160000	196	0,098	0,00049	9,0100
170	170000	215,9	0,10795	0,00053975	9,5732
180	180000	235,9	0,11795	0,00058975	10,1363
190	190000	261,3	0,13065	0,00065325	10,6994
200	200000	289,8	0,1449	0,0007245	11,2626
210	210000	320,3	0,16015	0,00080075	11,8257
220	220000	349,4	0,1747	0,0008735	12,3888
230	230000	381,3	0,19065	0,00095325	12,9519
240	240000	434,2	0,2171	0,0010855	13,5151
250	250000	473,2	0,2366	0,001183	14,0782
260	260000	541,7	0,27085	0,00135425	14,6413
270	270000	630,1	0,31505	0,00157525	15,2045

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	745,6	0,3728	0,001864	15,7676
285	285000	1061,4	0,5307	0,0026535	16,0491
275	275000	1240,8	0,6204	0,003102	15,4860

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
7 B2-12 3	150,600	304,697

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	0,009	0,000045	0,5614
20	20000	28,5	0,01425	0,00007125	1,1228
30	30000	43,5	0,02175	0,00010875	1,6842
40	40000	58	0,029	0,000145	2,2455
50	50000	67	0,0335	0,0001675	2,8069
60	60000	83	0,0415	0,0002075	3,3683
70	70000	93,9	0,04695	0,00023475	3,9297
80	80000	108,4	0,0542	0,000271	4,4911
90	90000	126,4	0,0632	0,000316	5,0525
100	100000	141,4	0,0707	0,0003535	5,6138
110	110000	155,4	0,0777	0,0003885	6,1752
120	120000	170,4	0,0852	0,000426	6,7366
130	130000	185,4	0,0927	0,0004635	7,2980
140	140000	204,9	0,10245	0,00051225	7,8594
150	150000	222,4	0,1112	0,000556	8,4208
160	160000	242,4	0,1212	0,000606	8,9821
170	170000	264,8	0,1324	0,000662	9,5435
180	180000	287,8	0,1439	0,0007195	10,1049
190	190000	311,7	0,15585	0,00077925	10,6663
200	200000	323,3	0,16165	0,00080825	11,2277
210	210000	360,8	0,1804	0,000902	11,7891
220	220000	383,3	0,19165	0,00095825	12,3505
230	230000	409,3	0,20465	0,00102325	12,9118
240	240000	437,7	0,21885	0,00109425	13,4732
250	250000	487,1	0,24355	0,00121775	14,0346
260	260000	510,2	0,2551	0,0012755	14,5960
270	270000	558,7	0,27935	0,00139675	15,1574

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	614,1	0,30705	0,00153525	15,7188
290	290000	682	0,341	0,001705	16,2801
300	300000	760,5	0,38025	0,00190125	16,8415
310	310000	821	0,4105	0,0020525	17,4029
320	320000	927,4	0,4637	0,0023185	17,9643
310	310000	1298,2	0,6491	0,0032455	17,4029

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 BN 1	150,783	304,267

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	11	0,0055	0,0000275	0,5600
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1200
30	30000	27,5	0,01375	0,00006875	1,6801
40	40000	33	0,0165	0,0000825	2,2401
50	50000	45	0,0225	0,0001125	2,8001
60	60000	54,5	0,02725	0,00013625	3,3601
70	70000	64	0,032	0,00016	3,9201
80	80000	76,5	0,03825	0,00019125	4,4802
90	90000	86,4	0,0432	0,000216	5,0402
100	100000	96	0,048	0,00024	5,6002
110	110000	110,4	0,0552	0,000276	6,1602
120	120000	121,9	0,06095	0,00030475	6,7202
130	130000	135	0,0675	0,0003375	7,2803
140	140000	150,9	0,07545	0,00037725	7,8403
150	150000	166,4	0,0832	0,000416	8,4003
160	160000	181,4	0,0907	0,0004535	8,9603
170	170000	196,9	0,09845	0,00049225	9,5203
180	180000	216	0,108	0,00054	10,0804
190	190000	238,4	0,1192	0,000596	10,6404
200	200000	261,3	0,13065	0,00065325	11,2004
210	210000	284,8	0,1424	0,000712	11,7604
220	220000	334,3	0,16715	0,00083575	12,3204
230	230000	383,3	0,19165	0,00095825	12,8805
240	240000	446,2	0,2231	0,0011155	13,4405
250	250000	505,7	0,25285	0,00126425	14,0005
260	260000	537,2	0,2686	0,001343	14,5605
270	270000	599,6	0,2998	0,001499	15,1205

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	629,1	0,31455	0,00157275	15,6806
290	290000	717,1	0,35855	0,00179275	16,2406
300	300000	743,6	0,3718	0,001859	16,8006
310	310000	792	0,396	0,00198	17,3606
320	320000	842	0,421	0,002105	17,9206
330	330000	892,5	0,44625	0,00223125	18,4807
320	320000	946	0,473	0,002365	17,9206

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 BN 2	150,233	303,583

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	12,5	0,00625	0,00003125	0,5641
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1283
30	30000	29	0,0145	0,0000725	1,6924
40	40000	36	0,018	0,00009	2,2565
50	50000	41,5	0,02075	0,00010375	2,8206
60	60000	53	0,0265	0,0001325	3,3848
70	70000	65,5	0,03275	0,00016375	3,9489
80	80000	78,5	0,03925	0,00019625	4,5130
90	90000	86	0,043	0,000215	5,0772
100	100000	97	0,0485	0,0002425	5,6413
110	110000	110,9	0,05545	0,00027725	6,2054
120	120000	125	0,0625	0,0003125	6,7695
130	130000	137	0,0685	0,0003425	7,3337
140	140000	149,4	0,0747	0,0003735	7,8978
150	150000	164	0,082	0,00041	8,4619
160	160000	184	0,092	0,00046	9,0260
170	170000	206,4	0,1032	0,000516	9,5902
180	180000	224,4	0,1122	0,000561	10,1543
190	190000	244	0,122	0,00061	10,7184
200	200000	261,3	0,13065	0,00065325	11,2826
210	210000	289,8	0,1449	0,0007245	11,8467
220	220000	306,8	0,1534	0,000767	12,4108
230	230000	346,3	0,17315	0,00086575	12,9749
240	240000	388,3	0,19415	0,00097075	13,5391
250	250000	421	0,2105	0,0010525	14,1032
260	260000	457,3	0,22865	0,00114325	14,6673
270	270000	558,6	0,2793	0,0013965	15,2315

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	648,8	0,3244	0,001622	15,7956
290	290000	723,6	0,3618	0,001809	16,3597
295	295000	856,6	0,4283	0,0021415	16,6418
285	285000	1050,9	0,52545	0,00262725	16,0776

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 BN 3	150,450	303,567

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	6,5	0,00325	0,00001625	0,5625
20	20000	12,5	0,00625	0,00003125	1,1250
30	30000	19,5	0,00975	0,00004875	1,6875
40	40000	24,5	0,01225	0,00006125	2,2500
50	50000	30	0,015	0,000075	2,8125
60	60000	41	0,0205	0,0001025	3,3750
70	70000	53,5	0,02675	0,00013375	3,9375
80	80000	65	0,0325	0,0001625	4,5000
90	90000	80	0,04	0,0002	5,0625
100	100000	95	0,0475	0,0002375	5,6250
110	110000	112,4	0,0562	0,000281	6,1875
120	120000	127,4	0,0637	0,0003185	6,7500
130	130000	143,9	0,07195	0,00035975	7,3126
140	140000	160,4	0,0802	0,000401	7,8751
150	150000	176,4	0,0882	0,000441	8,4376
160	160000	197,4	0,0987	0,0004935	9,0001
170	170000	217	0,1085	0,0005425	9,5626
180	180000	237	0,1185	0,0005925	10,1251
190	190000	260,3	0,13015	0,00065075	10,6876
200	200000	281,3	0,14065	0,00070325	11,2501
210	210000	313,3	0,15665	0,00078325	11,8126
220	220000	333,8	0,1669	0,0008345	12,3751
230	230000	370,3	0,18515	0,00092575	12,9376
240	240000	399,8	0,1999	0,0009995	13,5001
250	250000	431,7	0,21585	0,00107925	14,0626
260	260000	481,2	0,2406	0,001203	14,6251
270	270000	533,7	0,26685	0,00133425	15,1876

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	572,2	0,2861	0,0014305	15,7501
290	290000	636,6	0,3183	0,0015915	16,3126
300	300000	721,6	0,3608	0,001804	16,8751
310	310000	893	0,4465	0,0022325	17,4376
320	320000	1107,3	0,55365	0,00276825	18,0001
330	330000	1608,5	0,80425	0,00402125	18,5626
335	335000	1850,9	0,92545	0,00462725	18,8439
325	325000	1997,8	0,9989	0,0049945	18,2814

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-0 1	150,950	302,333

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	20,5	0,01025	0,00005125	0,5588
20	20000	31,5	0,01575	0,00007875	1,1176
30	30000	39,5	0,01975	0,00009875	1,6764
40	40000	49	0,0245	0,0001225	2,2351
50	50000	58,5	0,02925	0,00014625	2,7939
60	60000	70	0,035	0,000175	3,3527
70	70000	78,5	0,03925	0,00019625	3,9115
80	80000	89,4	0,0447	0,0002235	4,4703
90	90000	99,4	0,0497	0,0002485	5,0291
100	100000	110	0,055	0,000275	5,5878
110	110000	119,4	0,0597	0,0002985	6,1466
120	120000	129	0,0645	0,0003225	6,7054
130	130000	139	0,0695	0,0003475	7,2642
140	140000	151	0,0755	0,0003775	7,8230
150	150000	162	0,081	0,000405	8,3818
160	160000	174,4	0,0872	0,000436	8,9405
170	170000	186	0,093	0,000465	9,4993
180	180000	200,4	0,1002	0,000501	10,0581
190	190000	216	0,108	0,00054	10,6169
200	200000	233	0,1165	0,0005825	11,1757
210	210000	244,4	0,1222	0,000611	11,7345
220	220000	266,3	0,13315	0,00066575	12,2932
230	230000	282,3	0,14115	0,00070575	12,8520
240	240000	302,8	0,1514	0,000757	13,4108
250	250000	321,8	0,1609	0,0008045	13,9696
260	260000	341,3	0,17065	0,00085325	14,5284
270	270000	362,8	0,1814	0,000907	15,0872

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	385,8	0,1929	0,0009645	15,6459
290	290000	411,3	0,20565	0,00102825	16,2047
300	300000	440,2	0,2201	0,0011005	16,7635
310	310000	458,7	0,22935	0,00114675	17,3223
320	320000	482,2	0,2411	0,0012055	17,8811
330	330000	506,7	0,25335	0,00126675	18,4399
340	340000	539,7	0,26985	0,00134925	18,9987
350	350000	573,7	0,28685	0,00143425	19,5574
360	360000	617,6	0,3088	0,001544	20,1162
370	370000	669,6	0,3348	0,001674	20,6750
380	380000	736,1	0,36805	0,00184025	21,2338
390	390000	823	0,4115	0,0020575	21,7926
400	400000	983,9	0,49195	0,00245975	22,3514
405	405000	1332,7	0,66635	0,00333175	22,6307
395	395000	1584,5	0,79225	0,00396125	22,0720

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-0 2	150,900	305,100

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	0,5592
20	20000	23,5	0,01175	0,00005875	1,1183
30	30000	29,5	0,01475	0,00007375	1,6775
40	40000	36	0,018	0,00009	2,2366
50	50000	41,5	0,02075	0,00010375	2,7958
60	60000	47,5	0,02375	0,00011875	3,3549
70	70000	53,5	0,02675	0,00013375	3,9141
80	80000	61	0,0305	0,0001525	4,4732
90	90000	73,5	0,03675	0,00018375	5,0324
100	100000	85,5	0,04275	0,00021375	5,5915
110	110000	89	0,0445	0,0002225	6,1507
120	120000	100	0,05	0,00025	6,7099
130	130000	108	0,054	0,00027	7,2690
140	140000	115,4	0,0577	0,0002885	7,8282
150	150000	126	0,063	0,000315	8,3873
160	160000	132	0,066	0,00033	8,9465
170	170000	141	0,0705	0,0003525	9,5056
180	180000	150	0,075	0,000375	10,0648
190	190000	159	0,0795	0,0003975	10,6239
200	200000	170	0,085	0,000425	11,1831
210	210000	179	0,0895	0,0004475	11,7422
220	220000	189,4	0,0947	0,0004735	12,3014
230	230000	199	0,0995	0,0004975	12,8605
240	240000	213	0,1065	0,0005325	13,4197
250	250000	225	0,1125	0,0005625	13,9789
260	260000	237	0,1185	0,0005925	14,5380
270	270000	250,8	0,1254	0,000627	15,0972

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	262,8	0,1314	0,000657	15,6563
290	290000	278,3	0,13915	0,00069575	16,2155
300	300000	305,3	0,15265	0,00076325	16,7746
310	310000	326,3	0,16315	0,00081575	17,3338
320	320000	340	0,17	0,00085	17,8929
330	330000	353,3	0,17665	0,00088325	18,4521
340	340000	362,3	0,18115	0,00090575	19,0112
350	350000	384,8	0,1924	0,000962	19,5704
360	360000	411,8	0,2059	0,0010295	20,1296
370	370000	438,8	0,2194	0,001097	20,6887
380	380000	462,7	0,23135	0,00115675	21,2479
390	390000	484,7	0,24235	0,00121175	21,8070
400	400000	511	0,2555	0,0012775	22,3662
410	410000	673,2	0,3366	0,001683	22,9253
420	420000	755	0,3775	0,0018875	23,4845
430	430000	865,2	0,4326	0,002163	24,0436
420	420000	1017,3	0,50865	0,00254325	23,4845

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-0 3	149,280	303,333

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	11	0,0055	0,0000275	0,5714
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1427
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,7141
40	40000	34	0,017	0,000085	2,2854
50	50000	41,5	0,02075	0,00010375	2,8568
60	60000	48	0,024	0,00012	3,4281
70	70000	54,5	0,02725	0,00013625	3,9995
80	80000	62	0,031	0,000155	4,5708
90	90000	70,5	0,03525	0,00017625	5,1422
100	100000	77,5	0,03875	0,00019375	5,7136
110	110000	84	0,042	0,00021	6,2849
120	120000	91,4	0,0457	0,0002285	6,8563
130	130000	98,9	0,04945	0,00024725	7,4276
140	140000	106,4	0,0532	0,000266	7,9990
150	150000	114	0,057	0,000285	8,5703
160	160000	124	0,062	0,00031	9,1417
170	170000	134	0,067	0,000335	9,7131
180	180000	142	0,071	0,000355	10,2844
190	190000	151,4	0,0757	0,0003785	10,8558
200	200000	160	0,08	0,0004	11,4271
210	210000	174	0,087	0.000435	11,9985
220	220000	184	0,092	0,00046	12,5698
230	230000	202	0,101	0,000505	13,1412
240	240000	215	0,1075	0,0005375	13,7125
250	250000	230	0,115	0,000575	14,2839
260	260000	247	0,1235	0,0006175	14,8553
270	270000	256,8	0,1284	0,000642	15,4266
280	280000	273,8	0,1369	0,0006845	15,9980

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
290	290000	294,8	0,1474	0,000737	16,5693
300	300000	307,3	0,15365	0,00076825	17,1407
310	310000	339,3	0,16965	0,00084825	17,7120
320	320000	357,3	0,17865	0,00089325	18,2834
330	330000	377,8	0,1889	0,0009445	18,8548
340	340000	394,8	0,1974	0,000987	19,4261
350	350000	420,7	0,21035	0,00105175	19,9975
360	360000	442,2	0,2211	0,0011055	20,5688
370	370000	470,2	0,2351	0,0011755	21,1402
380	380000	496,7	0,24835	0,00124175	21,7115
390	390000	542,2	0,2711	0,0013555	22,2829
400	400000	585,1	0,29255	0,00146275	22,8542
410	410000	645,1	0,32255	0,00161275	23,4256
420	420000	769,1	0,38455	0,00192275	23,9970
430	430000	1083,3	0,54165	0,00270825	24,5683
420	420000	1346,2	0,6731	0,0033655	23,9970

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-6 1	151,000	304,833

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	14,5	0,00725	0,00003625	0,5584
20	20000	22	0,011	0,000055	1,1168
30	30000	30,5	0,01525	0,00007625	1,6752
40	40000	38,5	0,01925	0,00009625	2,2337
50	50000	45	0,0225	0,0001125	2,7921
60	60000	54	0,027	0,000135	3,3505
70	70000	62	0,031	0,000155	3,9089
80	80000	73	0,0365	0,0001825	4,4673
90	90000	83,4	0,0417	0,0002085	5,0257
100	100000	96	0,048	0,00024	5,5841
110	110000	113	0,0565	0,0002825	6,1426
120	120000	127	0,0635	0,0003175	6,7010
130	130000	145,4	0,0727	0,0003635	7,2594
140	140000	164,4	0,0822	0,000411	7,8178
150	150000	184	0,092	0,00046	8,3762
160	160000	201	0,1005	0,0005025	8,9346
170	170000	221,4	0,1107	0,0005535	9,4930
180	180000	246,4	0,1232	0,000616	10,0515
190	190000	267,3	0,13365	0,00066825	10,6099
200	200000	297,3	0,14865	0,00074325	11,1683
210	210000	326,8	0,1634	0,000817	11,7267
220	220000	368,8	0,1844	0,000922	12,2851
230	230000	402,3	0,20115	0,00100575	12,8435
240	240000	445,7	0,22285	0,00111425	13,4019
250	250000	488,2	0,2441	0,0012205	13,9603
260	260000	528,7	0,26435	0,00132175	14,5188
270	270000	570,2	0,2851	0,0014255	15,0772

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	668,6	0,3343	0,0016715	15,6356
290	290000	786,1	0,39305	0,00196525	16,1940
300	300000	855,5	0,42775	0,00213875	16,7524
310	310000	968,5	0,48425	0,00242125	17,3108
315	315000	1191,8	0,5959	0.0029795	17,5900
305	305000	1751,9	0,87595	0,00437975	17,0316

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-6 2	150,867	304,000

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	12,5	0,00625	0,00003125	0,5594
20	20000	21	0,0105	0,0000525	1,1188
30	30000	29	0,0145	0,0000725	1,6782
40	40000	38	0,019	0,000095	2,2376
50	50000	48	0,024	0,00012	2,7970
60	60000	59	0,0295	0,0001475	3,3564
70	70000	68	0,034	0,00017	3,9158
80	80000	80,5	0,04025	0,00020125	4,4752
90	90000	91,4	0,0457	0,0002285	5,0346
100	100000	102,4	0,0512	0,000256	5,5940
110	110000	115,4	0,0577	0,0002885	6,1534
120	120000	128,9	0,06445	0,00032225	6,7128
130	130000	142	0,071	0,000355	7,2722
140	140000	154,9	0,07745	0,00038725	7,8316
150	150000	168,9	0,08445	0,00042225	8,3910
160	160000	182,9	0,09145	0,00045725	8,9504
170	170000	197,9	0,09895	0,00049475	9,5098
180	180000	209	0,1045	0,0005225	10,0692
190	190000	229,4	0,1147	0,0005735	10,6286
200	200000	243,9	0,12195	0,00060975	11,1880
210	210000	261,3	0,13065	0,00065325	11,7474
220	220000	279,3	0,13965	0,00069825	12,3068
230	230000	300,8	0,1504	0,000752	12,8662
240	240000	321,8	0,1609	0,0008045	13,4256
250	250000	342,8	0,1714	0,000857	13,9850
260	260000	366,3	0,18315	0,00091575	14,5444
270	270000	398,3	0,19915	0,00099575	15,1038

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	421,7	0,21085	0,00105425	15,6632
290	290000	451,2	0,2256	0,001128	16,2226
300	300000	495,2	0,2476	0,001238	16,7820
310	310000	548,2	0,2741	0,0013705	17,3414
320	320000	599,6	0,2998	0,001499	17,9008
330	330000	674,6	0,3373	0,0016865	18,4602
340	340000	781	0,3905	0,0019525	19,0196
350	350000	905,5	0,45275	0,00226375	19,5790
360	360000	1173,8	0,5869	0,0029345	20,1384
350	350000	1411,7	0,70585	0,00352925	19,5790

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-6 3	149,850	304,697

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	0,006	0,00003	0,5670
20	20000	21	0,0105	0,0000525	1,1340
30	30000	29,5	0,01475	0,00007375	1,7011
40	40000	39	0,0195	0,0000975	2,2681
50	50000	47,5	0,02375	0,00011875	2,8351
60	60000	57	0,0285	0,0001425	3,4021
70	70000	69	0,0345	0,0001725	3,9691
80	80000	79	0,0395	0,0001975	4,5361
90	90000	92	0,046	0,00023	5,1032
100	100000	103	0,0515	0,0002575	5,6702
110	110000	114,4	0,0572	0,000286	6,2372
120	120000	126	0,063	0,000315	6,8042
130	130000	139,4	0,0697	0,0003485	7,3712
140	140000	153,4	0,0767	0,0003835	7,9382
150	150000	167,9	0,08395	0,00041975	8,5053
160	160000	180,9	0,09045	0,00045225	9,0723
170	170000	211	0,1055	0,0005275	9,6393
180	180000	214,9	0,10745	0,00053725	10,2063
190	190000	239,4	0,1197	0,0005985	10,7733
200	200000	260,3	0,13015	0,00065075	11,3404
210	210000	272,3	0,13615	0,00068075	11,9074
220	220000	295,3	0,14765	0,00073825	12,4744
230	230000	319,3	0,15965	0,00079825	13,0414
240	240000	344,3	0,17215	0,00086075	13,6084
250	250000	379,8	0,1899	0,0009495	14,1754
260	260000	406,8	0,2034	0,001017	14,7425
270	270000	453,2	0,2266	0,001133	15,3095

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	485,2	0,2426	0,001213	15,8765
290	290000	561,7	0,28085	0,00140425	16,4435
300	300000	628,1	0,31405	0,00157025	17,0105
310	310000	712,1	0,35605	0,00178025	17,5775
315	315000	974,4	0,4872	0,002436	17,8611
305	305000	1205,3	0,60265	0,00301325	17,2940

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-9 1	151,150	304,633

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	11	0,0055	0,0000275	0,5573
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1146
30	30000	28	0,014	0,00007	1,6719
40	40000	38	0,019	0,000095	2,2292
50	50000	47	0,0235	0,0001175	2,7865
60	60000	58,5	0,02925	0,00014625	3,3438
70	70000	67	0,0335	0,0001675	3,9011
80	80000	78,5	0,03925	0,00019625	4,4584
90	90000	88	0,044	0,00022	5,0158
100	100000	99,5	0,04975	0,00024875	5,5731
110	110000	110	0,055	0,000275	6,1304
120	120000	119	0,0595	0,0002975	6,6877
130	130000	123,4	0,0617	0,0003085	7,2450
140	140000	133	0,0665	0,0003325	7,8023
150	150000	144	0,072	0,00036	8,3596
160	160000	158	0,079	0,000395	8,9169
170	170000	170	0,085	0,000425	9,4742
180	180000	188,4	0,0942	0,000471	10,0315
190	190000	197	0,0985	0,0004925	10,5888
200	200000	208	0,104	0,00052	11,1461
210	210000	230,4	0,1152	0,000576	11,7034
220	220000	252,4	0,1262	0,000631	12,2607
230	230000	273,4	0,1367	0,0006835	12,8180
240	240000	306	0,153	0,000765	13,3753
250	250000	330,4	0,1652	0,000826	13,9327
260	260000	356	0,178	0,00089	14,4900
270	270000	377,3	0,18865	0,00094325	15,0473

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	394,3	0,19715	0,00098575	15,6046
290	290000	423	0,2115	0,0010575	16,1619
300	300000	459	0,2295	0,0011475	16,7192
310	310000	478	0,239	0,001195	17,2765
320	320000	491,3	0,24565	0,00122825	17,8338
330	330000	524,3	0,26215	0,00131075	18,3911
340	340000	569,7	0,28485	0,00142425	18,9484
350	350000	606,2	0,3031	0,0015155	19,5057
360	360000	658,3	0,32915	0,00164575	20,0630
370	370000	740,1	0,37005	0,00185025	20,6203
380	380000	819,5	0,40975	0,00204875	21,1776
390	390000	889,3	0,44465	0,00222325	21,7349
395	395000	973,4	0,4867	0,0024335	22,0136
385	385000	1365,2	0,6826	0,003413	21,4563

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-9 2	150,167	304,167

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	13,5	0,00675	0,00003375	0,5646
20	20000	21,5	0,01075	0,00005375	1,1293
30	30000	30	0,015	0,000075	1,6939
40	40000	40,5	0,02025	0,00010125	2,2585
50	50000	55,5	0,02775	0,00013875	2,8231
60	60000	63,6	0,0318	0,000159	3,3878
70	70000	77	0,0385	0,0001925	3,9524
80	80000	89,4	0,0447	0,0002235	4,5170
90	90000	93	0,0465	0,0002325	5,0817
100	100000	106,4	0,0532	0,000266	5,6463
110	110000	118,4	0,0592	0,000296	6,2109
120	120000	131,9	0,06595	0,00032975	6,7755
130	130000	141,1	0,07055	0,00035275	7,3402
140	140000	150,4	0,0752	0,000376	7,9048
150	150000	159,4	0,0797	0,0003985	8,4694
160	160000	167,9	0,08395	0,00041975	9,0341
170	170000	187,4	0,0937	0,0004685	9,5987
180	180000	202,4	0,1012	0,000506	10,1633
190	190000	217,4	0,1087	0,0005435	10,7279
200	200000	233,4	0,1167	0,0005835	11,2926
210	210000	250,3	0,12515	0,00062575	11,8572
220	220000	267,8	0,1339	0,0006695	12,4218
230	230000	296,3	0,14815	0,00074075	12,9865
240	240000	322,3	0,16115	0,00080575	13,5511
250	250000	349,5	0,17475	0,00087375	14,1157
260	260000	368,3	0,18415	0,00092075	14,6803
270	270000	390,3	0,19515	0,00097575	15,2450
280	280000	416,7	0,20835	0,00104175	15,8096

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
290	290000	444,7	0,22235	0,00111175	16,3742
300	300000	474,7	0,23735	0,00118675	16,9389
310	310000	526,7	0,26335	0,00131675	17,5035
320	320000	568	0,284	0,00142	18,0681
330	330000	641,6	0,3208	0,001604	18,6328
340	340000	684,6	0,3423	0,0017115	19,1974
350	350000	781	0,3905	0,0019525	19,7620
360	360000	869	0,4345	0,0021725	20,3266
370	370000	984,6	0,4923	0,0024615	20,8913
360	360000	1136,6	0,5683	0,0028415	20,3266

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-9 3	150,717	302,233

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	11	0,0055	0,0000275	0,5605
20	20000	17,5	0,00875	0,00004375	1,1210
30	30000	25	0,0125	0,0000625	1,6815
40	40000	30,5	0,01525	0,00007625	2,2421
50	50000	36,5	0,01825	0,00009125	2,8026
60	60000	45,5	0,02275	0,00011375	3,3631
70	70000	54,5	0,02725	0,00013625	3,9236
80	80000	65,5	0,03275	0,00016375	4,4841
90	90000	73	0,0365	0,0001825	5,0446
100	100000	87,4	0,0437	0,0002185	5,6052
110	110000	94	0,047	0,000235	6,1657
120	120000	102	0,051	0,000255	6,7262
130	130000	109,4	0,0547	0,0002735	7,2867
140	140000	117,4	0,0587	0,0002935	7,8472
150	150000	134	0,067	0,000335	8,4077
160	160000	143,4	0,0717	0,0003585	8,9682
170	170000	153,4	0,0767	0,0003835	9,5288
180	180000	165	0,0825	0,0004125	10,0893
190	190000	182	0,091	0,000455	10,6498
200	200000	191	0,0955	0,0004775	11,2103
210	210000	204,4	0,1022	0,000511	11,7708
220	220000	217	0,1085	0,0005425	12,3313
230	230000	232,4	0,1162	0,000581	12,8919
240	240000	250,4	0,1252	0,000626	13,4524
250	250000	261,3	0,13065	0,00065325	14,0129
260	260000	280,8	0,1404	0,000702	14,5734
270	270000	299,3	0,14965	0,00074825	15,1339

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	311,8	0,1559	0,0007795	15,6944
290	290000	336,3	0,16815	0,00084075	16,2549
300	300000	359,8	0,1799	0,0008995	16,8155
310	310000	389,8	0,1949	0,0009745	17,3760
320	320000	410,3	0,20515	0,00102575	17,9365
330	330000	429,7	0,21485	0,00107425	18,4970
340	340000	451,2	0,2256	0,001128	19,0575
350	350000	482,7	0,24135	0,00120675	19,6180
360	360000	544,2	0,2721	0,0013605	20,1786
370	370000	596,6	0,2983	0,0014915	20,7391
380	380000	747,1	0,37355	0,00186775	21,2996
370	370000	1046,9	0,52345	0,00261725	20,7391

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-12 1	149,533	305,417

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	0,5694
20	20000	22,5	0,01125	0,00005625	1,1388
30	30000	35	0,0175	0,0000875	1,7083
40	40000	43,5	0,02175	0,00010875	2,2777
50	50000	51,5	0,02575	0,00012875	2,8471
60	60000	60	0,03	0,00015	3,4165
70	70000	69,5	0,03475	0,00017375	3,9860
80	80000	77,5	0,03875	0,00019375	4,5554
90	90000	88,4	0,0442	0,000221	5,1248
100	100000	96,4	0,0482	0,000241	5,6942
110	110000	103,4	0,0517	0,0002585	6,2636
120	120000	113,4	0,0567	0,0002835	6,8331
130	130000	124,4	0,0622	0,000311	7,4025
140	140000	135,4	0,0677	0,0003385	7,9719
150	150000	145	0,0725	0,0003625	8,5413
160	160000	155	0,0775	0,0003875	9,1107
170	170000	165	0,0825	0,0004125	9,6802
180	180000	176	0,088	0,00044	10,2496
190	190000	188	0,094	0,00047	10,8190
200	200000	198	0,099	0,000495	11,3884
210	210000	209,4	0,1047	0,0005235	11,9579
220	220000	222,4	0,1112	0,000556	12,5273
230	230000	235,4	0,1177	0,0005885	13,0967
240	240000	247,4	0,1237	0,0006185	13,6661
250	250000	262,8	0,1314	0,000657	14,2355
260	260000	274,8	0,1374	0,000687	14,8050
270	270000	288,3	0,14415	0,00072075	15,3744

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	301,3	0,15065	0,00075325	15,9438
290	290000	314,8	0,1574	0,000787	16,5132
300	300000	327,8	0,1639	0,0008195	17,0827
310	310000	347,3	0,17365	0,00086825	17,6521
320	320000	364,3	0,18215	0,00091075	18,2215
330	330000	388,3	0,19415	0,00097075	18,7909
340	340000	405,3	0,20265	0,00101325	19,3603
350	350000	428,2	0,2141	0,0010705	19,9298
360	360000	456,7	0,22835	0,00114175	20,4992
370	370000	493,7	0,24685	0,00123425	21,0686
380	380000	563,2	0,2816	0,001408	21,6380
385	385000	925	0,4625	0,0023125	21,9227
375	375000	1105,3	0,55265	0,00276325	21,3533

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-12 2	150,600	306,767

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	17,5	0,00875	0.00004375	0,5614
20	20000	30	0,015	0,000075	1,1228
30	30000	39	0,0195	0,0000975	1,6842
40	40000	50	0,025	0,000125	2,2455
50	50000	60	0,03	0,00015	2,8069
60	60000	70,5	0,03525	0,00017625	3,3683
70	70000	86	0,043	0,000215	3,9297
80	80000	98,4	0,0492	0,000246	4,4911
90	90000	108,9	0,05445	0,00027225	5,0525
100	100000	124	0,062	0,00031	5,6138
110	110000	133,9	0,06695	0,00033475	6,1752
120	120000	148,4	0,0742	0,000371	6,7366
130	130000	162,4	0,0812	0,000406	7,2980
140	140000	177,4	0,0887	0,0004435	7,8594
150	150000	191	0,0955	0,0004775	8,4208
160	160000	205	0,1025	0,0005125	8,9821
170	170000	226	0,113	0,000565	9,5435
180	180000	240,4	0,1202	0,000601	10,1049
190	190000	257,3	0,12865	0,00064325	10,6663
200	200000	273,3	0,13665	0,00068325	11,2277
210	210000	292,3	0,14615	0,00073075	11,7891
220	220000	309,3	0,15465	0,00077325	12,3505
230	230000	333,3	0,16665	0,00083325	12,9118
240	240000	351,8	0,1759	0,0008795	13,4732
250	250000	370,3	0,18515	0,00092575	14,0346
260	260000	395,3	0,19765	0,00098825	14,5960
270	270000	421,2	0,2106	0,001053	15,1574

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	443,7	0,22185	0,00110925	15,7188
290	290000	465,2	0,2326	0,001163	16,2801
300	300000	505,7	0,25285	0,00126425	16,8415
310	310000	527,2	0,2636	0,001318	17,4029
320	320000	563,7	0,28185	0,00140925	17,9643
330	330000	589,1	0,29455	0,00147275	18,5257
340	340000	617,6	0,3088	0,001544	19,0871
350	350000	643,6	0,3218	0,001609	19,6484
360	360000	695,6	0,3478	0,001739	20,2098
370	370000	758	0,379	0,001895	20,7712
380	380000	877	0,4385	0,0021925	21,3326
370	370000	1227,8	0,6139	0,0030695	20,7712

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
14 B2-12 3	151,650	305,333

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	13	0,0065	0,0000325	0,5536
20	20000	24	0,012	0,00006	1,1073
30	30000	35	0,0175	0,0000875	1,6609
40	40000	46	0,023	0,000115	2,2145
50	50000	58	0,029	0,000145	2,7682
60	60000	68,5	0,03425	0,00017125	3,3218
70	70000	83,5	0,04175	0,00020875	3,8755
80	80000	97	0,0485	0,0002425	4,4291
90	90000	109,5	0,05475	0,00027375	4,9827
100	100000	119,9	0,05995	0,00029975	5,5364
110	110000	128	0,064	0,00032	6,0900
120	120000	135,5	0,06775	0,00033875	6,6436
130	130000	144	0,072	0,00036	7,1973
140	140000	157	0,0785	0,0003925	7,7509
150	150000	163,5	0,08175	0,00040875	8,3046
160	160000	179,5	0,08975	0,00044875	8,8582
170	170000	187	0,0935	0,0004675	9,4118
180	180000	197,5	0,09875	0,00049375	9,9655
190	190000	211,5	0,10575	0,00052875	10,5191
200	200000	219,9	0,10995	0,00054975	11,0727
210	210000	229,4	0,1147	0,0005735	11,6264
220	220000	240,4	0,1202	0,000601	12,1800
230	230000	258	0,129	0,000645	12,7337
240	240000	269	0,1345	0,0006725	13,2873
250	250000	280	0,14	0,0007	13,8409
260	260000	293	0,1465	0,0007325	14,3946
270	270000	301,4	0,1507	0,0007535	14,9482

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	319,4	0,1597	0,0007985	15,5018
290	290000	330	0,165	0,000825	16,0555
300	300000	343	0,1715	0,0008575	16,6091
310	310000	357,9	0,17895	0,00089475	17,1628
320	320000	369,9	0,18495	0,00092475	17,7164
330	330000	385	0,1925	0,0009625	18,2700
340	340000	408,8	0,2044	0,001022	18,8237
350	350000	468,8	0,2344	0,001172	19,3773
340	340000	529,3	0,26465	0,00132325	18,8237

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 BN 1	150,667	302,467

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	13	0,0065	0,0000325	0,5609
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1218
30	30000	28	0,014	0,00007	1,6827
40	40000	34,5	0,01725	0,00008625	2,2435
50	50000	42	0,021	0,000105	2,8044
60	60000	50	0,025	0,000125	3,3653
70	70000	58	0,029	0,000145	3,9262
80	80000	65	0,0325	0,0001625	4,4871
90	90000	74	0,037	0,000185	5,0480
100	100000	84	0,042	0,00021	5,6089
110	110000	91	0,0455	0,0002275	6,1698
120	120000	101,4	0,0507	0,0002535	6,7306
130	130000	109,9	0,05495	0,00027475	7,2915
140	140000	120,4	0,0602	0,000301	7,8524
150	150000	132,4	0,0662	0,000331	8,4133
160	160000	141,4	0,0707	0,0003535	8,9742
170	170000	151,9	0,07595	0,00037975	9,5351
180	180000	161,9	0,08095	0,00040475	10,0960
190	190000	172,4	0,0862	0,000431	10,6569
200	200000	185,4	0,0927	0,0004635	11,2177
210	210000	198,9	0,09945	0,00049725	11,7786
220	220000	210,4	0,1052	0,000526	12,3395
230	230000	224,4	0,1122	0,000561	12,9004
240	240000	236,4	0,1182	0,000591	13,4613
250	250000	253,8	0,1269	0,0006345	14,0222
260	260000	266,8	0,1334	0,000667	14,5831
270	270000	280,3	0,14015	0,00070075	15,1440
280	280000	292,3	0,14615	0,00073075	15,7048

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
290	290000	308,3	0,15415	0,00077075	16,2657
300	300000	325,3	0,16265	0,00081325	16,8266
310	310000	353,3	0,17665	0,00088325	17,3875
320	320000	376,8	0,1884	0,000942	17,9484
330	330000	396,8	0,1984	0,000992	18,5093
340	340000	418,2	0,2091	0,0010455	19,0702
350	350000	441,7	0,22085	0,00110425	19,6311
360	360000	467,7	0,23385	0,00116925	20,1919
370	370000	489,7	0,24485	0,00122425	20,7528
380	380000	521,2	0,2606	0,001303	21,3137
390	390000	556,7	0,27835	0,00139175	21,8746
400	400000	594,6	0,2973	0,0014865	22,4355
410	410000	657,1	0,32855	0,00164275	22,9964
420	420000	702,1	0,35105	0,00175525	23,5573
430	430000	786	0,393	0,001965	24,1182
440	440000	1020,9	0,51045	0,00255225	24,6790
445	445000	1232,3	0,61615	0,00308075	24,9595
435	435000	1432,2	0,7161	0,0035805	24,3986

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 BN 2	151,133	302,000

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	11	0,0055	0,0000275	0,5574
20	20000	17	0,0085	0,0000425	1,1149
30	30000	23,5	0,01175	0,00005875	1,6723
40	40000	29	0,0145	0,0000725	2,2297
50	50000	35	0,0175	0,0000875	2,7871
60	60000	41,5	0,02075	0,00010375	3,3446
70	70000	52,5	0,02625	0,00013125	3,9020
80	80000	57,5	0,02875	0,00014375	4,4594
90	90000	65	0,0325	0,0001625	5,0169
100	100000	75	0,0375	0,0001875	5,5743
110	110000	83,4	0,0417	0,0002085	6,1317
120	120000	89,4	0,0447	0,0002235	6,6891
130	130000	100	0,05	0,00025	7,2466
140	140000	108	0,054	0,00027	7,8040
150	150000	115,4	0,0577	0,0002885	8,3614
160	160000	124	0,062	0,00031	8,9189
170	170000	136	0,068	0,00034	9,4763
180	180000	145,4	0,0727	0,0003635	10,0337
190	190000	155	0,0775	0,0003875	10,5912
200	200000	163,4	0,0817	0,0004085	11,1486
210	210000	171	0,0855	0,0004275	11,7060
220	220000	182	0,091	0,000455	12,2634
230	230000	192,4	0,0962	0,000481	12,8209
240	240000	202	0,101	0,000505	13,3783
250	250000	214,4	0,1072	0,000536	13,9357
260	260000	223,4	0,1117	0,0005585	14,4932
270	270000	237,4	0,1187	0,0005935	15,0506

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	250,3	0,12515	0,00062575	15,6080
290	290000	263,3	0,13165	0,00065825	16,1654
300	300000	275,3	0,13765	0,00068825	16,7229
310	310000	282,3	0,14115	0,00070575	17,2803
320	320000	289,8	0,1449	0,0007245	17,8377
330	330000	299,8	0,1499	0,0007495	18,3952
340	340000	310,3	0,15515	0,00077575	18,9526
350	350000	327,8	0,1639	0,0008195	19,5100
360	360000	339,3	0,16965	0,00084825	20,0674
370	370000	350,3	0,17515	0,00087575	20,6249
380	380000	370,8	0,1854	0,000927	21,1823
390	390000	392,8	0,1964	0,000982	21,7397
400	400000	427,2	0,2136	0,001068	22,2972
410	410000	444,7	0,22235	0,00111175	22,8546
420	420000	477,2	0,2386	0,001193	23,4120
430	430000	504,7	0,25235	0,00126175	23,9694
440	440000	533,7	0,26685	0,00133425	24,5269
450	450000	550,1	0,27505	0,00137525	25,0843
440	440000	878,5	0,43925	0,00219625	24,5269

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 BN 3	150,000	304,567

II. Data Pengujian

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
0	0	0	0	0	0,0000
10	10000	11	0,0055	0,0000275	0,5659
20	20000	19	0,0095	0,0000475	1,1318
30	30000	29	0,0145	0,0000725	1,6977
40	40000	40,5	0,02025	0,00010125	2,2635
50	50000	51,5	0,02575	0,00012875	2,8294
60	60000	63,5	0,03175	0,00015875	3,3953
70	70000	74	0,037	0,000185	3,9612
80	80000	84	0,042	0,00021	4,5271
90	90000	94	0,047	0,000235	5,0930
100	100000	107,4	0,0537	0,0002685	5,6588
110	110000	116	0,058	0,00029	6,2247
120	120000	124,4	0,0622	0,000311	6,7906
130	130000	135,9	0,06795	0,00033975	7,3565
140	140000	151,4	0,0757	0,0003785	7,9224
150	150000	167	0,0835	0,0004175	8,4883
160	160000	178	0,089	0,000445	9,0541
170	170000	189,9	0,09495	0,00047475	9,6200
180	180000	204	0,102	0,00051	10,1859
190	190000	217,4	0,1087	0,0005435	10,7518
200	200000	230	0,115	0,000575	11,3177
210	210000	249	0,1245	0,0006225	11,8836
220	220000	265,3	0,13265	0,00066325	12,4495
230	230000	280,3	0,14015	0,00070075	13,0153
240	240000	296,8	0,1484	0,000742	13,5812
250	250000	311,8	0,1559	0,0007795	14,1471
260	260000	335,3	0,16765	0,00083825	14,7130
270	270000	351,8	0,1759	0,0008795	15,2789
280	280000	371,3	0,18565	0,00092825	15,8448

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
290	290000	395,8	0,1979	0,0009895	16,4106
300	300000	421,2	0,2106	0,001053	16,9765
310	310000	443,7	0,22185	0,00110925	17,5424
320	320000	467,2	0,2336	0,001168	18,1083
330	330000	502,2	0,2511	0,0012555	18,6742
340	340000	533,7	0,26685	0,00133425	19,2401
350	350000	567,2	0,2836	0,001418	19,8059
360	360000	600,6	0,3003	0,0015015	20,3718
370	370000	617,1	0,30855	0,00154275	20,9377
380	380000	651,6	0,3258	0,001629	21,5036
390	390000	727,6	0,3638	0,001819	22,0695
400	400000	786	0,393	0,001965	22,6354
405	405000	1179,3	0,58965	0,00294825	22,9183
395	395000	1399,2	0,6996	0,003498	22,3524

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-0 1	151,267	303,767

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	10	0,005	0,000025	0,5564
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1129
30	30000	21,5	0,01075	0,00005375	1,6693
40	40000	29,5	0,01475	0,00007375	2,2258
50	50000	37	0,0185	0,0000925	2,7822
60	60000	43,5	0,02175	0,00010875	3,3387
70	70000	54	0,027	0,000135	3,8951
80	80000	61,5	0,03075	0,00015375	4,4516
90	90000	69	0,0345	0,0001725	5,0080
100	100000	76,5	0,03825	0,00019125	5,5645
110	110000	87,4	0,0437	0,0002185	6,1209
120	120000	94,4	0,0472	0,000236	6,6774
130	130000	102,4	0,0512	0,000256	7,2338
140	140000	114,4	0,0572	0,000286	7,7903
150	150000	124	0,062	0,00031	8,3467
160	160000	134,4	0,0672	0,000336	8,9031
170	170000	140	0,07	0,00035	9,4596
180	180000	148,4	0,0742	0,000371	10,0160
190	190000	157,4	0,0787	0,0003935	10,5725
200	200000	168	0,084	0,00042	11,1289
210	210000	176,4	0,0882	0,000441	11,6854
220	220000	188,4	0,0942	0,000471	12,2418
230	230000	196,4	0,0982	0,000491	12,7983
240	240000	208,4	0,1042	0,000521	13,3547
250	250000	219,4	0,1097	0,0005485	13,9112
260	260000	228	0,114	0,00057	14,4676
270	270000	239,9	0,11995	0,00059975	15,0241

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	251,8	0,1259	0,0006295	15,5805
290	290000	260,8	0,1304	0,000652	16,1370
300	300000	273,8	0,1369	0,0006845	16,6934
310	310000	287,8	0,1439	0,0007195	17,2499
320	320000	296,8	0,1484	0,000742	17,8063
330	330000	309,3	0,15465	0,00077325	18,3627
340	340000	322,8	0,1614	0,000807	18,9192
350	350000	339,8	0,1699	0,0008495	19,4756
360	360000	351,3	0,17565	0,00087825	20,0321
370	370000	363,3	0,18165	0,00090825	20,5885
380	380000	379,3	0,18965	0,00094825	21,1450
390	390000	400,3	0,20015	0,00100075	21,7014
400	400000	415,3	0,20765	0,00103825	22,2579
410	410000	436,2	0,2181	0,0010905	22,8143
420	420000	450,7	0,22535	0,00112675	23,3708
430	430000	475,7	0,23785	0,00118925	23,9272
440	440000	494,2	0,2471	0,0012355	24,4837
450	450000	513,7	0,25685	0,00128425	25,0401
460	460000	547,2	0,2736	0,001368	25,5966
470	470000	583,6	0,2918	0,001459	26,1530
480	480000	610,6	0,3053	0,0015265	26,7094
490	490000	656,6	0,3283	0,0016415	27,2659
500	500000	712,6	0,3563	0,0017815	27,8223
510	510000	812,5	0,40625	0,00203125	28,3788
500	500000	995	0,4975	0,0024875	27,8223

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-0 2	150,167	307,267

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	8	0,004	0,00002	0,5646
20	20000	13,5	0,00675	0,00003375	1,1293
30	30000	19,5	0,00975	0,00004875	1,6939
40	40000	28,5	0,01425	0,00007125	2,2585
50	50000	36	0,018	0,00009	2,8231
60	60000	41,5	0,02075	0,00010375	3,3878
70	70000	51,5	0,02575	0,00012875	3,9524
80	80000	58	0,029	0,000145	4,5170
90	90000	65,5	0,03275	0,00016375	5,0817
100	100000	74,5	0,03725	0,00018625	5,6463
110	110000	84,5	0,04225	0,00021125	6,2109
120	120000	90	0,045	0,000225	6,7755
130	130000	100,4	0,0502	0,000251	7,3402
140	140000	108,4	0,0542	0,000271	7,9048
150	150000	117,4	0,0587	0,0002935	8,4694
160	160000	126,4	0,0632	0,000316	9,0341
170	170000	135,4	0,0677	0,0003385	9,5987
180	180000	145	0,0725	0,0003625	10,1633
190	190000	154,4	0,0772	0,000386	10,7279
200	200000	167,8	0,0839	0,0004195	11,2926
210	210000	179,4	0,0897	0,0004485	11,8572
220	220000	189	0,0945	0,0004725	12,4218
230	230000	200,4	0,1002	0,000501	12,9865
240	240000	212	0,106	0,00053	13,5511
250	250000	223	0,1115	0,0005575	14,1157
260	260000	237	0,1185	0,0005925	14,6803
270	270000	254,3	0,12715	0,00063575	15,2450

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	265,8	0,1329	0,0006645	15,8096
290	290000	277,8	0,1389	0,0006945	16,3742
300	300000	294,3	0,14715	0,00073575	16,9389
310	310000	308,8	0,1544	0,000772	17,5035
320	320000	318,8	0,1594	0,000797	18,0681
330	330000	336,8	0,1684	0,000842	18,6328
340	340000	359,3	0,17965	0,00089825	19,1974
350	350000	376,3	0,18815	0,00094075	19,7620
360	360000	394,8	0,1974	0,000987	20,3266
370	370000	425,7	0,21285	0,00106425	20,8913
380	380000	446,2	0,2231	0,0011155	21,4559
390	390000	484,2	0,2421	0,0012105	22,0205
400	400000	511,2	0,2556	0,001278	22,5852
410	410000	538,2	0,2691	0,0013455	23,1498
420	420000	571,2	0,2856	0,001428	23,7144
430	430000	628,1	0,31405	0,00157025	24,2790
440	440000	669,1	0,33455	0,00167275	24,8437
450	450000	739,1	0,36955	0,00184775	25,4083
460	460000	861	0,4305	0,0021525	25,9729
450	450000	1143,4	0,5717	0,0028585	25,4083

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-0 3	150,333	310,700

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	9,5	0,00475	0,00002375	0,5634
20	20000	21,5	0,01075	0,00005375	1,1268
30	30000	29,5	0,01475	0,00007375	1,6901
40	40000	43	0,0215	0,0001075	2,2535
50	50000	52	0,026	0,00013	2,8169
60	60000	62	0,031	0,000155	3,3803
70	70000	71,5	0,03575	0,00017875	3,9436
80	80000	78	0,039	0,000195	4,5070
90	90000	91	0,0455	0,0002275	5,0704
100	100000	103,4	0,0517	0,0002585	5,6338
110	110000	114	0,057	0,000285	6,1972
120	120000	123	0,0615	0,0003075	6,7605
130	130000	132,4	0,0662	0,000331	7,3239
140	140000	144,4	0,0722	0,000361	7,8873
150	150000	161	0,0805	0,0004025	8,4507
160	160000	169	0,0845	0,0004225	9,0140
170	170000	182,4	0,0912	0,000456	9,5774
180	180000	195	0,0975	0,0004875	10,1408
190	190000	210	0,105	0,000525	10,7042
200	200000	220	0,11	0,00055	11,2676
210	210000	230,4	0,1152	0,000576	11,8309
220	220000	248,4	0,1242	0,000621	12,3943
230	230000	260,3	0,13015	0,00065075	12,9577
240	240000	271,3	0,13565	0,00067825	13,5211
250	250000	289,8	0,1449	0,0007245	14,0844
260	260000	303,8	0,1519	0,0007595	14,6478
270	270000	323,3	0,16165	0,00080825	15,2112

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

Beban		Pembacaan Dial .....x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	356,3	0,17815	0,00089075	15,7746
290	290000	384,3	0,19215	0,00096075	16,3379
300	300000	406,8	0,2034	0,001017	16,9013
310	310000	421,7	0,21085	0,00105425	17,4647
320	320000	443,2	0,2216	0,001108	18,0281
330	330000	468,7	0,23435	0,00117175	18,5915
340	340000	481,7	0,24085	0,00120425	19,1548
350	350000	510,7	0,25535	0,00127675	19,7182
360	360000	558,2	0,2791	0,0013955	20,2816
370	370000	592,2	0,2961	0,0014805	20,8450
380	380000	629,6	0,3148	0,001574	21,4083
390	390000	691,1	0,34555	0,00172775	21,9717
400	400000	773	0,3865	0,0019325	22,5351
410	410000	855,5	0,42775	0,00213875	23,0985
420	420000	993,4	0,4967	0,0024835	23,6619
425	425000	1286,2	0,6431	0,0032155	23,9435
415	415000	1524,1	0,76205	0,00381025	23,3802

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-6 1	150,833	301,933

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	10,5	0,00525	0,00002625	0,5596
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1193
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6789
40	40000	33,5	0,01675	0,00008375	2,2386
50	50000	41	0,0205	0,0001025	2,7982
60	60000	51,5	0,02575	0,00012875	3,3579
70	70000	62	0,031	0,000155	3,9175
80	80000	74	0,037	0,000185	4,4772
90	90000	80	0,04	0,0002	5,0368
100	100000	93,4	0,0467	0,0002335	5,5965
110	110000	107	0,0535	0,0002675	6,1561
120	120000	116,4	0,0582	0,000291	6,7158
130	130000	127	0,0635	0,0003175	7,2754
140	140000	140	0,07	0,00035	7,8351
150	150000	153	0,0765	0,0003825	8,3947
160	160000	162,4	0,0812	0,000406	8,9544
170	170000	171,4	0,0857	0,0004285	9,5140
180	180000	183	0,0915	0,0004575	10,0737
190	190000	197,4	0,0987	0,0004935	10,6333
200	200000	207	0,1035	0,0005175	11,1930
210	210000	221	0,1105	0,0005525	11,7526
220	220000	231	0,1155	0,0005775	12,3123
230	230000	250,3	0,12515	0,00062575	12,8719
240	240000	255,8	0,1279	0,0006395	13,4316
250	250000	270,8	0,1354	0,000677	13,9912
260	260000	286,3	0,14315	0,00071575	14,5509
270	270000	302,8	0,1514	0,000757	15,1105

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	312,8	0,1564	0,000782	15,6702
290	290000	334,8	0,1674	0,000837	16,2298
300	300000	360	0,18	0,0009	16,7895
310	310000	366,8	0,1834	0,000917	17,3491
320	320000	387,3	0,19365	0,00096825	17,9088
330	330000	406,3	0,20315	0,00101575	18,4684
340	340000	429,7	0,21485	0,00107425	19,0281
350	350000	442,2	0,2211	0,0011055	19,5877
360	360000	470,2	0,2351	0,0011755	20,1474
370	370000	495,2	0,2476	0,001238	20,7070
380	380000	547,2	0,2736	0,001368	21,2666
390	390000	603,1	0,30155	0,00150775	21,8263
400	400000	724,6	0,3623	0,0018115	22,3859
390	390000	1027	0,5135	0,0025675	21,8263

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-6 2	150,333	301,600

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	14,5	0,00725	0,00003625	0,5634
20	20000	20	0,01	0,00005	1,1268
30	30000	28,5	0,01425	0,00007125	1,6901
40	40000	37	0,0185	0,0000925	2,2535
50	50000	46	0,023	0,000115	2,8169
60	60000	53,5	0,02675	0,00013375	3,3803
70	70000	63	0,0315	0,0001575	3,9436
80	80000	74	0,037	0,000185	4,5070
90	90000	83,4	0,0417	0,0002085	5,0704
100	100000	93	0,0465	0,0002325	5,6338
110	110000	105	0,0525	0,0002625	6,1972
120	120000	115,4	0,0577	0,0002885	6,7605
130	130000	127	0,0635	0,0003175	7,3239
140	140000	137,4	0,0687	0,0003435	7,8873
150	150000	149,9	0,07495	0,00037475	8,4507
160	160000	160,9	0,08045	0,00040225	9,0140
170	170000	170,4	0,0852	0,000426	9,5774
180	180000	187	0,0935	0,0004675	10,1408
190	190000	198,8	0,0994	0,000497	10,7042
200	200000	219	0,1095	0,0005475	11,2676
210	210000	230,4	0,1152	0,000576	11,8309
220	220000	247	0,1235	0,0006175	12,3943
230	230000	261,3	0,13065	0,00065325	12,9577
240	240000	279,3	0,13965	0,00069825	13,5211
250	250000	298,8	0,1494	0,000747	14,0844
260	260000	319,8	0,1599	0,0007995	14,6478
270	270000	335,8	0,1679	0,0008395	15,2112

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	351,8	0,1759	0,0008795	15,7746
290	290000	377,3	0,18865	0,00094325	16,3379
300	300000	397,3	0,19865	0,00099325	16,9013
310	310000	424,7	0,21235	0,00106175	17,4647
320	320000	459,7	0,22985	0,00114925	18,0281
330	330000	488,7	0,24435	0,00122175	18,5915
340	340000	523,2	0,2616	0,001308	19,1548
350	350000	542,7	0,27135	0,00135675	19,7182
360	360000	593,6	0,2968	0,001484	20,2816
370	370000	661,6	0,3308	0,001654	20,8450
380	380000	803,5	0,40175	0,00200875	21,4083
390	390000	959,9	0,47995	0,00239975	21,9717
380	380000	1256,2	0,6281	0,0031405	21,4083

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-6 3	150,833	303,567

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	9,5	0,00475	0,00002375	0,5596
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1193
30	30000	21,5	0,01075	0,00005375	1,6789
40	40000	29	0,0145	0,0000725	2,2386
50	50000	34,5	0,01725	0,00008625	2,7982
60	60000	44	0,022	0,00011	3,3579
70	70000	52,5	0,02625	0,00013125	3,9175
80	80000	61,5	0,03075	0,00015375	4,4772
90	90000	72,5	0,03625	0,00018125	5,0368
100	100000	79	0,0395	0,0001975	5,5965
110	110000	89,4	0,0447	0,0002235	6,1561
120	120000	98,4	0,0492	0,000246	6,7158
130	130000	107,4	0,0537	0,0002685	7,2754
140	140000	119	0,0595	0,0002975	7,8351
150	150000	127,4	0,0637	0,0003185	8,3947
160	160000	140	0,07	0,00035	8,9544
170	170000	150,9	0,07545	0,00037725	9,5140
180	180000	161,9	0,08095	0,00040475	10,0737
190	190000	175,4	0,0877	0,0004385	10,6333
200	200000	186	0,093	0,000465	11,1930
210	210000	195,9	0,09795	0,00048975	11,7526
220	220000	210,4	0,1052	0,000526	12,3123
230	230000	224,4	0,1122	0,000561	12,8719
240	240000	238,4	0,1192	0,000596	13,4316
250	250000	252,8	0,1264	0,000632	13,9912
260	260000	268,3	0,13415	0,00067075	14,5509
270	270000	291,8	0,1459	0,0007295	15,1105

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	309,8	0,1549	0,0007745	15,6702
290	290000	327,3	0,16365	0,00081825	16,2298
300	300000	350,8	0,1754	0,000877	16,7895
310	310000	372,8	0,1864	0,000932	17,3491
320	320000	402,8	0,2014	0,001007	17,9088
330	330000	427,7	0,21385	0,00106925	18,4684
340	340000	442,2	0,2211	0,0011055	19,0281
350	350000	492,2	0,2461	0,0012305	19,5877
360	360000	534,7	0,26735	0,00133675	20,1474
370	370000	581,7	0,29085	0,00145425	20,7070
380	380000	666,1	0,33305	0,00166525	21,2666
390	390000	736,1	0,36805	0,00184025	21,8263
400	400000	813	0,4065	0,0020325	22,3859
410	410000	918,9	0,45945	0,00229725	22,9456
400	400000	1130,3	0,56515	0,00282575	22,3859

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-9 1	151,700	302,883

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	14	0,007	0,000035	0,5533
20	20000	19	0,0095	0,0000475	1,1065
30	30000	28	0,014	0,00007	1,6598
40	40000	32,5	0,01625	0,00008125	2,2131
50	50000	41,5	0,02075	0,00010375	2,7664
60	60000	47	0,0235	0,0001175	3,3196
70	70000	53,5	0,02675	0,00013375	3,8729
80	80000	62,5	0,03125	0,00015625	4,4262
90	90000	72	0,036	0,00018	4,9795
100	100000	83	0,0415	0,0002075	5,5327
110	110000	91	0,0455	0,0002275	6,0860
120	120000	98	0,049	0,000245	6,6393
130	130000	109	0,0545	0,0002725	7,1925
140	140000	117,4	0,0587	0,0002935	7,7458
150	150000	129,4	0,0647	0.0003235	8,2991
160	160000	135,9	0,06795	0,00033975	8,8524
170	170000	145,4	0,0727	0,0003635	9,4056
180	180000	154,4	0,0772	0,000386	9,9589
190	190000	168,9	0,08445	0,00042225	10,5122
200	200000	179,4	0,0897	0,0004485	11,0654
210	210000	188,9	0,09445	0,00047225	11,6187
220	220000	198,4	0,0992	0,000496	12,1720
230	230000	210,4	0,1052	0,000526	12,7253
240	240000	221,9	0,11095	0,00055475	13,2785
250	250000	234,9	0,11745	0,00058725	13,8318
260	260000	246	0,123	0,000615	14,3851
270	270000	257,3	0,12865	0,00064325	14,9384

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	269,8	0,1349	0,0006745	15,4916
290	290000	281,8	0,1409	0,0007045	16,0449
300	300000	294,3	0,14715	0,00073575	16,5982
310	310000	307,3	0,15365	0,00076825	17,1514
320	320000	320,8	0,1604	0,000802	17,7047
330	330000	339,3	0,16965	0,00084825	18,2580
340	340000	348,8	0,1744	0,000872	18,8113
350	350000	360,3	0,18015	0,00090075	19,3645
360	360000	373,8	0,1869	0,0009345	19,9178
370	370000	390,3	0,19515	0,00097575	20,4711
380	380000	408,3	0,20415	0,00102075	21,0243
390	390000	426,2	0,2131	0,0010655	21,5776
400	400000	444,2	0,2221	0,0011105	22,1309
410	410000	461,7	0,23085	0,00115425	22,6842
420	420000	497,2	0,2486	0,001243	23,2374
430	430000	515,2	0,2576	0,001288	23,7907
440	440000	533,2	0,2666	0,001333	24,3440
450	450000	552,6	0,2763	0,0013815	24,8973
460	460000	590,6	0,2953	0,0014765	25,4505
470	470000	630,1	0,31505	0,00157525	26,0038
480	480000	673,1	0,33655	0,00168275	26,5571
490	490000	721,6	0,3608	0,001804	27,1103
500	500000	781,5	0,39075	0,00195375	27,6636
490	490000	932,4	0,4662	0,002331	27,1103

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-9 2	152,583	302,267

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	8,5	0,00425	0,00002125	0,5469
20	20000	11,5	0,00575	0,00002875	1,0938
30	30000	18,5	0,00925	0,00004625	1,6407
40	40000	24,5	0,01225	0,00006125	2,1875
50	50000	31,5	0,01575	0,00007875	2,7344
60	60000	44	0,022	0,00011	3,2813
70	70000	52,5	0,02625	0,00013125	3,8282
80	80000	60	0,03	0,00015	4,3751
90	90000	70	0,035	0,000175	4,9220
100	100000	80	0,04	0,0002	5,4688
110	110000	91,4	0,0457	0,0002285	6,0157
120	120000	105,4	0,0527	0,0002635	6,5626
130	130000	114,4	0,0572	0,000286	7,1095
140	140000	125,4	0,0627	0,0003135	7,6564
150	150000	139,4	0,0697	0,0003485	8,2033
160	160000	151,4	0,0757	0,0003785	8,7502
170	170000	161	0,0805	0,0004025	9,2970
180	180000	179	0,0895	0,0004475	9,8439
190	190000	190,4	0,0952	0,000476	10,3908
200	200000	207,4	0,1037	0,0005185	10,9377
210	210000	225	0,1125	0,0005625	11,4846
220	220000	236,4	0,1182	0,000591	12,0315
230	230000	255,3	0,12765	0,00063825	12,5784
240	240000	274,8	0,1374	0,000687	13,1252
250	250000	292,8	0,1464	0,000732	13,6721
260	260000	313,8	0,1569	0,0007845	14,2190
270	270000	331,3	0,16565	0,00082825	14,7659

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	348,8	0,1744	0,000872	15,3128
290	290000	371,8	0,1859	0,0009295	15,8597
300	300000	398,3	0,19915	0,00099575	16,4065
310	310000	412,3	0,20615	0,00103075	16,9534
320	320000	439,7	0,21985	0,00109925	17,5003
330	330000	474,2	0,2371	0,0011855	18,0472
340	340000	493,2	0,2466	0,001233	18,5941
350	350000	512,2	0,2561	0,0012805	19,1410
360	360000	548,7	0,27435	0,00137175	19,6879
370	370000	569,7	0,28485	0,00142425	20,2347
380	380000	623,1	0,31155	0,00155775	20,7816
390	390000	681,1	0,34055	0,00170275	21,3285
400	400000	779	0,3895	0,0019475	21,8754
410	410000	855	0,4275	0,0021375	22,4223
420	420000	927,4	0,4637	0,0023185	22,9692
430	430000	1040,9	0,52045	0,00260225	23,5161
420	420000	1179,8	0,5899	0,0029495	22,9692

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-9 3	151,267	303,533

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	10,5	0,00525	0,00002625	0,5564
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1129
30	30000	23	0,0115	0,0000575	1,6693
40	40000	29,5	0,01475	0,00007375	2,2258
50	50000	35,5	0,01775	0,00008875	2,7822
60	60000	43,5	0,02175	0,00010875	3,3387
70	70000	49	0,0245	0,0001225	3,8951
80	80000	57	0,0285	0,0001425	4,4516
90	90000	63,5	0,03175	0,00015875	5,0080
100	100000	73	0,0365	0,0001825	5,5645
110	110000	78,5	0,03925	0,00019625	6,1209
120	120000	89,4	0,0447	0,0002235	6,6774
130	130000	95,4	0,0477	0,0002385	7,2338
140	140000	107,4	0,0537	0,0002685	7,7903
150	150000	116	0,058	0,00029	8,3467
160	160000	124	0,062	0,00031	8,9031
170	170000	135,4	0,0677	0,0003385	9,4596
180	180000	143,9	0,07195	0,00035975	10,0160
190	190000	157,9	0,07895	0,00039475	10,5725
200	200000	165,4	0,0827	0,0004135	11,1289
210	210000	180,9	0,09045	0,00045225	11,6854
220	220000	188,4	0,0942	0,000471	12,2418
230	230000	199,4	0,0997	0,0004985	12,7983
240	240000	206,4	0,1032	0,000516	13,3547
250	250000	216	0,108	0,00054	13,9112
260	260000	229	0,1145	0,0005725	14,4676
270	270000	237,4	0,1187	0,0005935	15,0241

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	249,9	0,12495	0,00062475	15,5805
290	290000	263,3	0,13165	0,00065825	16,1370
300	300000	276,3	0,13815	0,00069075	16,6934
310	310000	283,8	0,1419	0,0007095	17,2499
320	320000	293,3	0,14665	0,00073325	17,8063
330	330000	309,3	0,15465	0,00077325	18,3627
340	340000	320,3	0,16015	0,00080075	18,9192
350	350000	337,3	0,16865	0,00084325	19,4756
360	360000	350,3	0,17515	0,00087575	20,0321
370	370000	371,8	0,1859	0,0009295	20,5885
380	380000	386,8	0,1934	0,000967	21,1450
390	390000	410,8	0,2054	0,001027	21,7014
400	400000	437,7	0,21885	0,00109425	22,2579
410	410000	455,7	0,22785	0,00113925	22,8143
420	420000	476,7	0,23835	0,00119175	23,3708
430	430000	509,2	0,2546	0,001273	23,9272
440	440000	543,7	0,27185	0,00135925	24,4837
450	450000	571,2	0,2856	0,001428	25,0401
460	460000	625,6	0,3128	0,001564	25,5966
470	470000	697,6	0,3488	0,001744	26,1530
475	475000	848,5	0,42425	0,00212125	26,4312
465	465000	1078,4	0,5392	0,002696	25,8748

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-12 1	150,600	306,767

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	0,5614
20	20000	24	0,012	0,00006	1,1228
30	30000	31,5	0,01575	0,00007875	1,6842
40	40000	39	0,0195	0,0000975	2,2455
50	50000	48	0,024	0,00012	2,8069
60	60000	51	0,0255	0,0001275	3,3683
70	70000	61	0,0305	0,0001525	3,9297
80	80000	69,5	0,03475	0,00017375	4,4911
90	90000	78	0,039	0,000195	5,0525
100	100000	86,4	0,0432	0,000216	5,6138
110	110000	92,4	0,0462	0,000231	6,1752
120	120000	105	0,0525	0,0002625	6,7366
130	130000	113	0,0565	0,0002825	7,2980
140	140000	120	0,06	0,0003	7,8594
150	150000	131,9	0,06595	0,00032975	8,4208
160	160000	139,9	0,06995	0,00034975	8,9821
170	170000	150,9	0,07545	0,00037725	9,5435
180	180000	160,4	0,0802	0,000401	10,1049
190	190000	171,4	0,0857	0,0004285	10,6663
200	200000	181,4	0,0907	0,0004535	11,2277
210	210000	190,4	0,0952	0,000476	11,7891
220	220000	199,4	0,0997	0,0004985	12,3505
230	230000	215,9	0,10795	0,00053975	12,9118
240	240000	223,4	0,1117	0,0005585	13,4732
250	250000	234,9	0,11745	0,00058725	14,0346
260	260000	241	0,1205	0,0006025	14,5960
270	270000	257,3	0,12865	0,00064325	15,1574

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	268,8	0,1344	0,000672	15,7188
290	290000	284,3	0,14215	0,00071075	16,2801
300	300000	294,3	0,14715	0,00073575	16,8415
310	310000	303,3	0,15165	0,00075825	17,4029
320	320000	318,8	0,1594	0,000797	17,9643
330	330000	331,8	0,1659	0,0008295	18,5257
340	340000	350,8	0,1754	0,000877	19,0871
350	350000	359,3	0,17965	0,00089825	19,6484
360	360000	378,8	0,1894	0,000947	20,2098
370	370000	387,3	0,19365	0,00096825	20,7712
380	380000	406,3	0,20315	0,00101575	21,3326
390	390000	416,3	0,20815	0,00104075	21,8940
400	400000	524,2	0,2621	0,0013105	22,4554
390	390000	602,1	0,30105	0,00150525	21,8940

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-12 2	150,833	303,167

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	0,5596
20	20000	28,5	0,01425	0,00007125	1,1193
30	30000	39,5	0,01975	0,00009875	1,6789
40	40000	51	0,0255	0,0001275	2,2386
50	50000	62,5	0,03125	0,00015625	2,7982
60	60000	76	0,038	0,00019	3,3579
70	70000	88,4	0,0442	0,000221	3,9175
80	80000	101,4	0,0507	0,0002535	4,4772
90	90000	114,4	0,0572	0,000286	5,0368
100	100000	123,4	0,0617	0,0003085	5,5965
110	110000	138,9	0,06945	0,00034725	6,1561
120	120000	153	0,0765	0,0003825	6,7158
130	130000	164,9	0,08245	0,00041225	7,2754
140	140000	178,9	0,08945	0,00044725	7,8351
150	150000	195	0,0975	0,0004875	8,3947
160	160000	205,4	0,1027	0,0005135	8,9544
170	170000	220,4	0,1102	0,000551	9,5140
180	180000	236	0,118	0,00059	10,0737
190	190000	250,3	0,12515	0,00062575	10,6333
200	200000	262,3	0,13115	0,00065575	11,1930
210	210000	278,3	0,13915	0,00069575	11,7526
220	220000	292,8	0,1464	0,000732	12,3123
230	230000	307,8	0,1539	0,0007695	12,8719
240	240000	321,3	0,16065	0,00080325	13,4316
250	250000	340,3	0,17015	0,00085075	13,9912
260	260000	354,8	0,1774	0,000887	14,5509
270	270000	370,3	0,18515	0,00092575	15,1105

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

Beban		Pembacaan Dial …..x10^-3	ΔL Sebenarnya (1/2ΔL)(mm)	Regangan (ΔL/Lo)(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
KN	N				
280	280000	388,8	0,1944	0,000972	15,6702
290	290000	405,3	0,20265	0,00101325	16,2298
300	300000	430,7	0,21535	0,00107675	16,7895
310	310000	454,2	0,2271	0,0011355	17,3491
320	320000	472,2	0,2361	0,0011805	17,9088
330	330000	494,2	0,2471	0,0012355	18,4684
340	340000	513,7	0,25685	0,00128425	19,0281
350	350000	536,7	0,26835	0,00134175	19,5877
360	360000	561,7	0,28085	0,00140425	20,1474
370	370000	586,1	0,29305	0,00146525	20,7070
380	380000	611,1	0,30555	0,00152775	21,2666
390	390000	635,1	0,31755	0,00158775	21,8263
400	400000	659,1	0,32955	0,00164775	22,3859
410	410000	683,1	0,34155	0,00170775	22,9456
420	420000	732,6	0,3663	0,0018315	23,5052
430	430000	789	0,3945	0,0019725	24,0649
440	440000	819	0,4095	0,0020475	24,6245
450	450000	884	0,442	0,00221	25,1842
460	460000	958	0,479	0,002395	25,7438
470	470000	1095	0,5475	0,0027375	26,3035
460	460000	1229,8	0,6149	0,0030745	25,7438

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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu Beton Rencana f'c = 20 MPa

Kode Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
28 B2-12 3	150,667	302,167

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	0,008	0,00004	0,5609
20	20000	24,5	0,01225	0,00006125	1,1218
30	30000	32	0,016	0,00008	1,6827
40	40000	42,5	0,02125	0,00010625	2,2435
50	50000	48	0,024	0,00012	2,8044
60	60000	59	0,0295	0,0001475	3,3653
70	70000	69	0,0345	0,0001725	3,9262
80	80000	80,5	0,04025	0,00020125	4,4871
90	90000	89	0,0445	0,0002225	5,0480
100	100000	102	0,051	0,000255	5,6089
110	110000	110	0,055	0,000275	6,1698
120	120000	123	0,0615	0,0003075	6,7306
130	130000	133,4	0,0667	0,0003335	7,2915
140	140000	144,9	0,07245	0,00036225	7,8524
150	150000	153,9	0,07695	0,00038475	8,4133
160	160000	163,9	0,08195	0,00040975	8,9742
170	170000	173,4	0,0867	0,0004335	9,5351
180	180000	183,9	0,09195	0,00045975	10,0960
190	190000	194,9	0,09745	0,00048725	10,6569
200	200000	206,4	0,1032	0,000516	11,2177
210	210000	217,4	0,1087	0,0005435	11,7786
220	220000	232,9	0,11645	0,00058225	12,3395
230	230000	245	0,1225	0,0006125	12,9004
240	240000	256,3	0,12815	0,00064075	13,4613
250	250000	266,8	0,1334	0,000667	14,0222
260	260000	276,8	0,1384	0,000692	14,5831
270	270000	291,8	0,1459	0,0007295	15,1440

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

Beban		Pembacaan Dial	ΔL Sebenarnya	Regangan	Tegangan
KN	N	.....x10^-3	(1/2ΔL)(mm)	(ΔL/Lo)(mm)	(P/A)(MPa)
280	280000	304,3	0,15215	0,00076075	15,7048
290	290000	316,3	0,15815	0,00079075	16,2657
300	300000	332,3	0,16615	0,00083075	16,8266
310	310000	343,8	0,1719	0,0008595	17,3875
320	320000	356,8	0,1784	0,000892	17,9484
330	330000	370,8	0,1854	0,000927	18,5093
340	340000	384,4	0,1922	0,000961	19,0702
350	350000	397,3	0,19865	0,00099325	19,6311
360	360000	416,3	0,20815	0,00104075	20,1919
370	370000	429,2	0,2146	0,001073	20,7528
380	380000	450,7	0,22535	0,00112675	21,3137
390	390000	465,7	0,23285	0,00116425	21,8746
400	400000	488,7	0,24435	0,00122175	22,4355
410	410000	503,7	0,25185	0.00125925	22,9964
420	420000	525,2	0,2626	0,001313	23,5573
430	430000	540,7	0,27035	0,00135175	24,1182
440	440000	565,7	0,28285	0,00141425	24,6790
450	450000	582,7	0,29135	0,00145675	25,2399
460	460000	607,6	0,3038	0,001519	25,8008
470	470000	629,1	0,31455	0,00157275	26,3617
475	475000	634,6	0,3173	0,0015865	26,6422
465	465000	625,1	0,31255	0,00156275	26,0813

Diperiksa,
Laboran

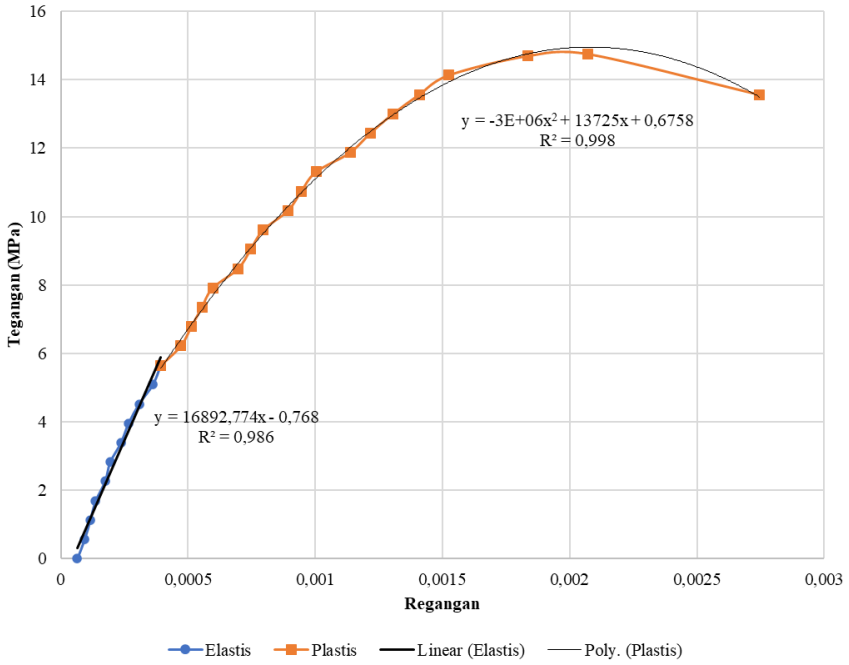
(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,
Kepala Laboratorium:

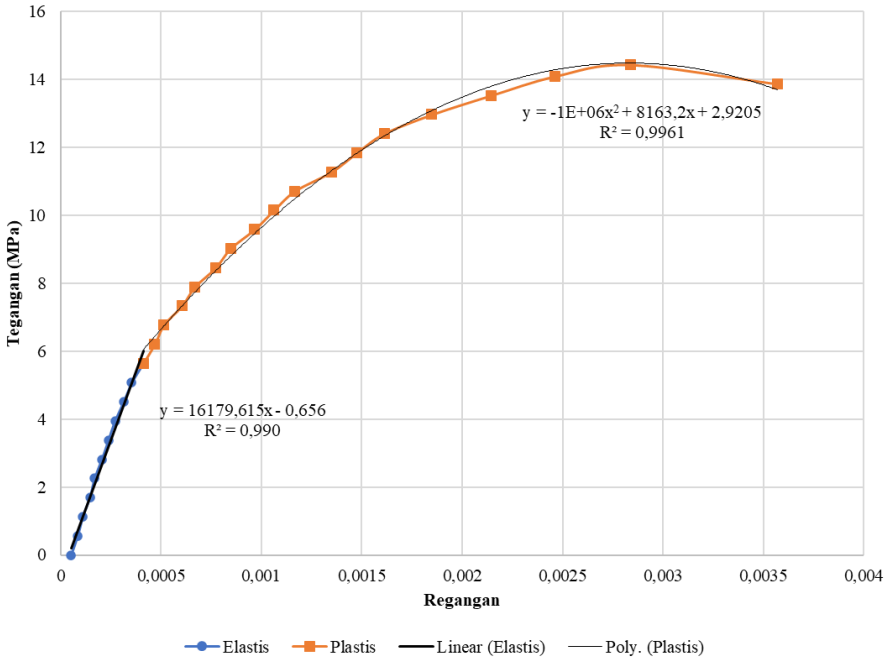
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

(Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng)

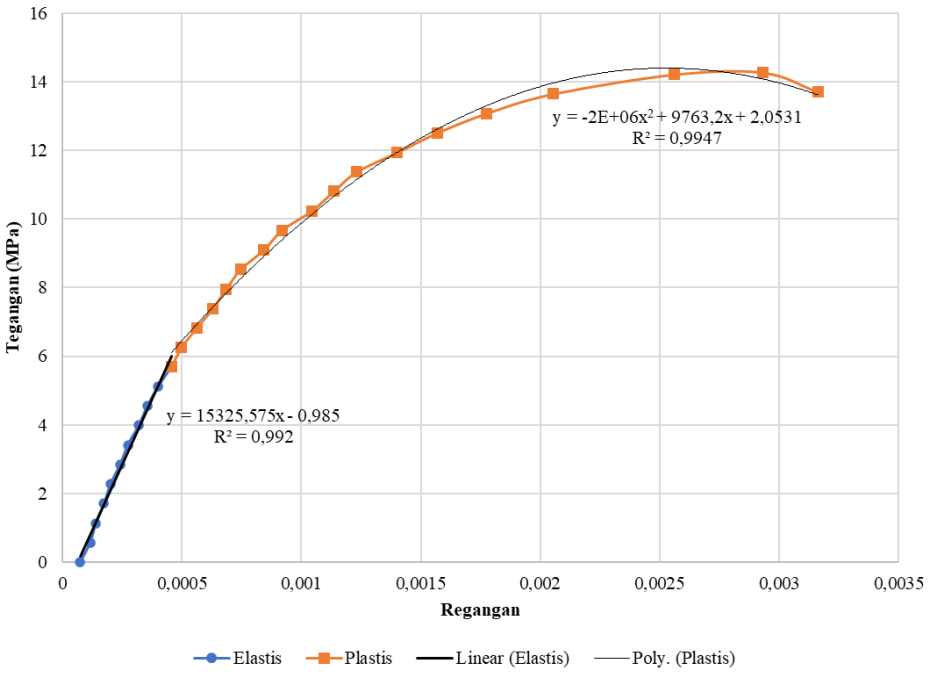
Lampiran 7 Grafik Modulus Elastisitas Beton



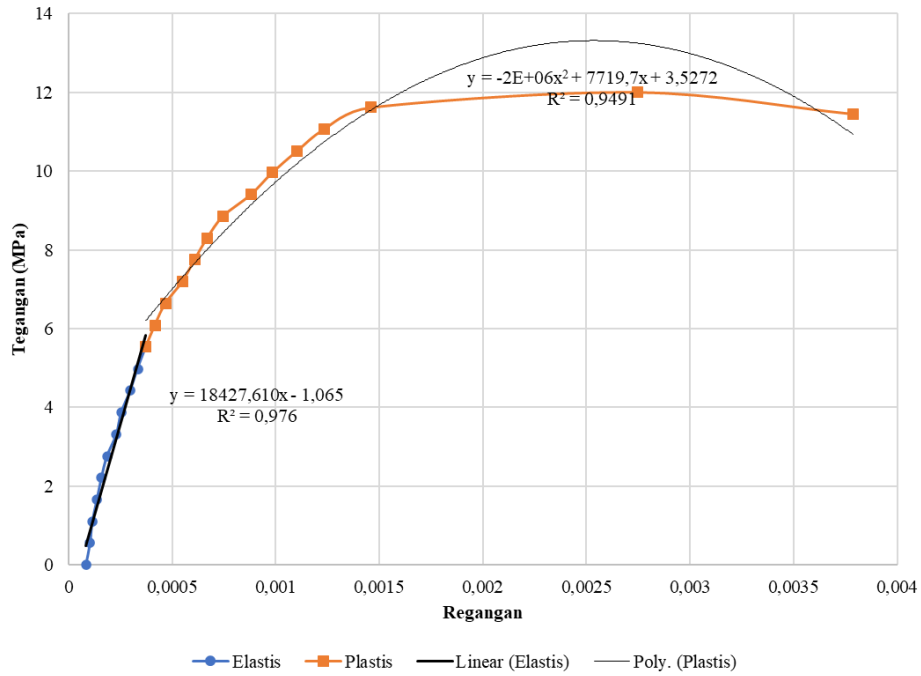
Gambar L-7.1 Modulus Elastisitas BN Pengujian 7 Hari Sampel 1



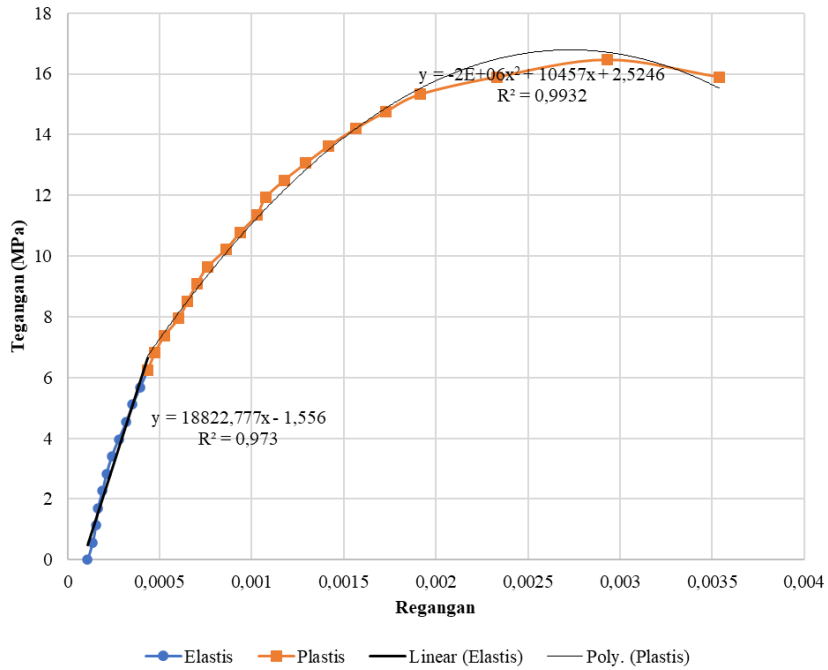
Gambar L-7.2 Modulus Elastisitas BN Pengujian 7 Hari Sampel 2



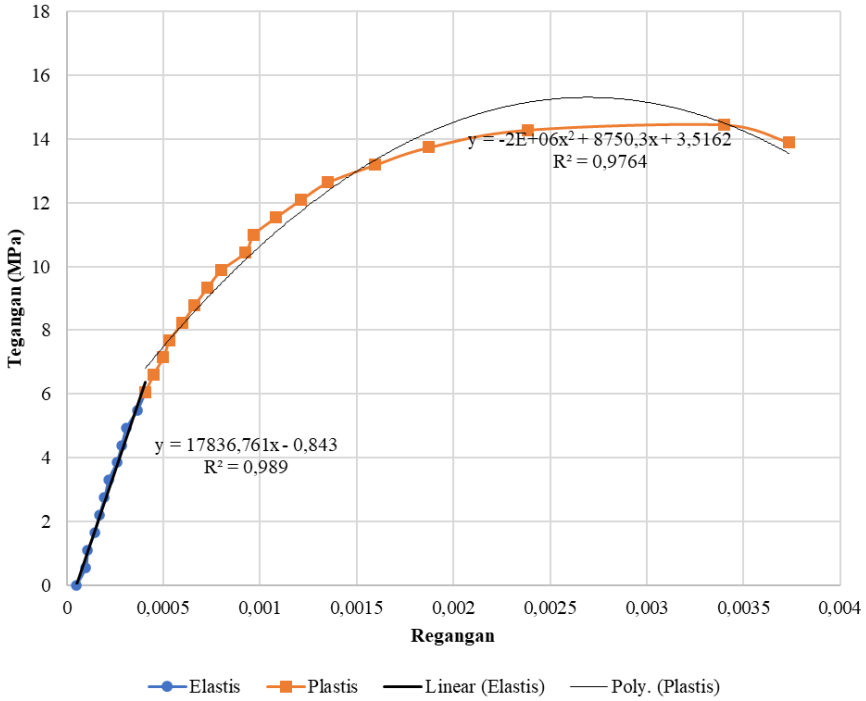
Gambar L-7.3 Modulus Elastisitas BN Pengujian 7 Hari Sampel 3



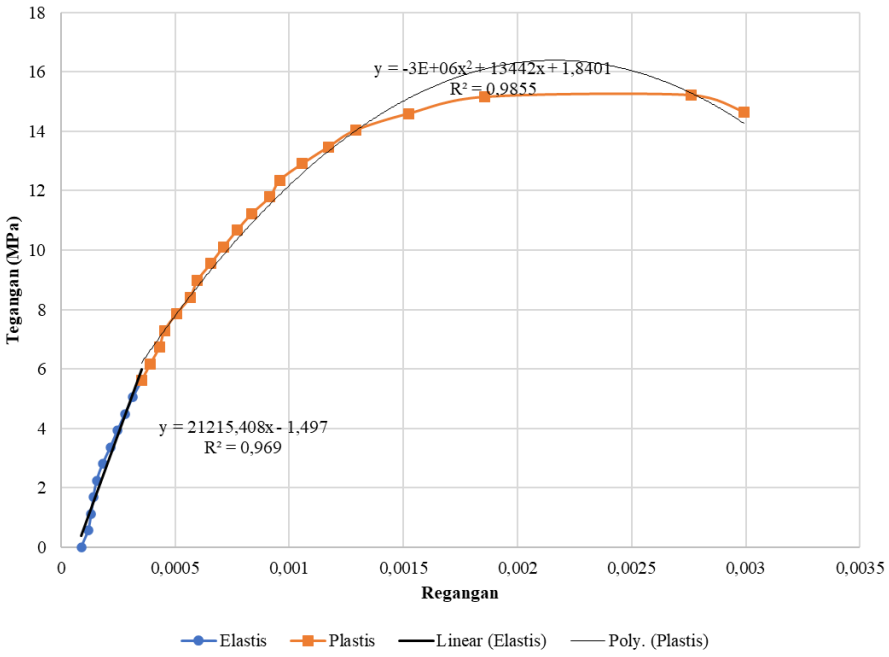
Gambar L-7.4 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 7 Hari Sampel 1



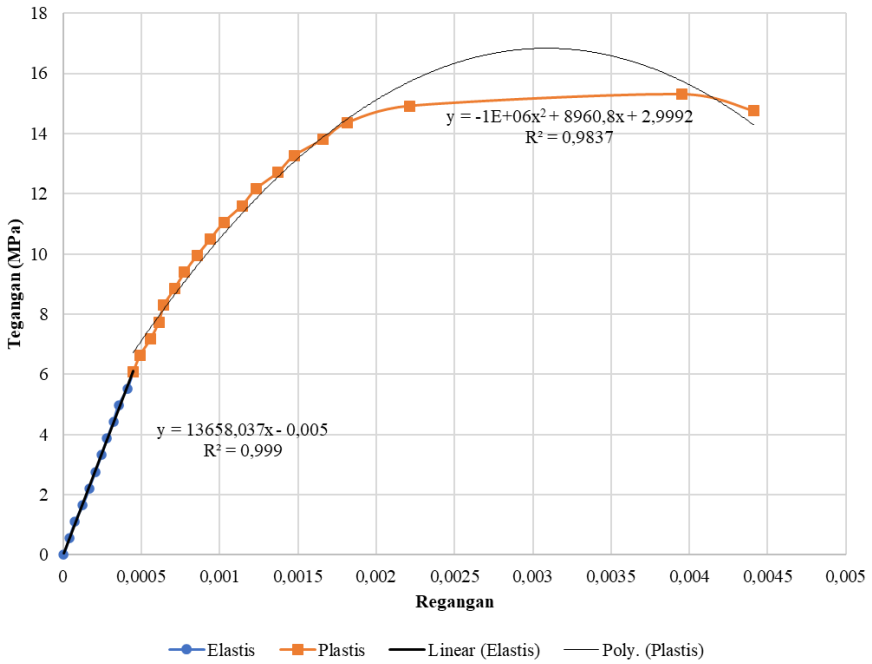
Gambar L-7.5 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 7 Hari Sampel 2



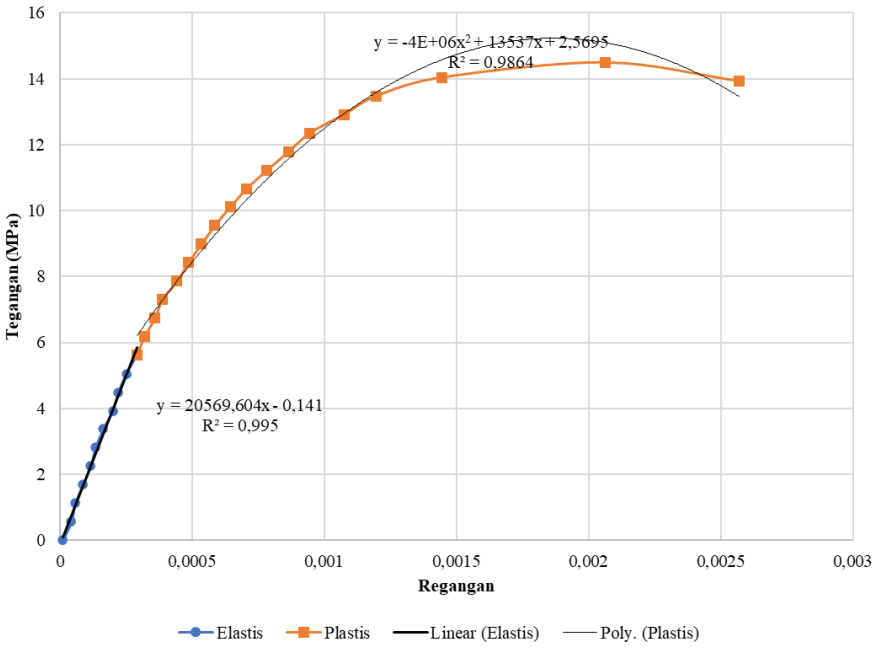
Gambar L-7.6 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 7 Hari Sampel 3



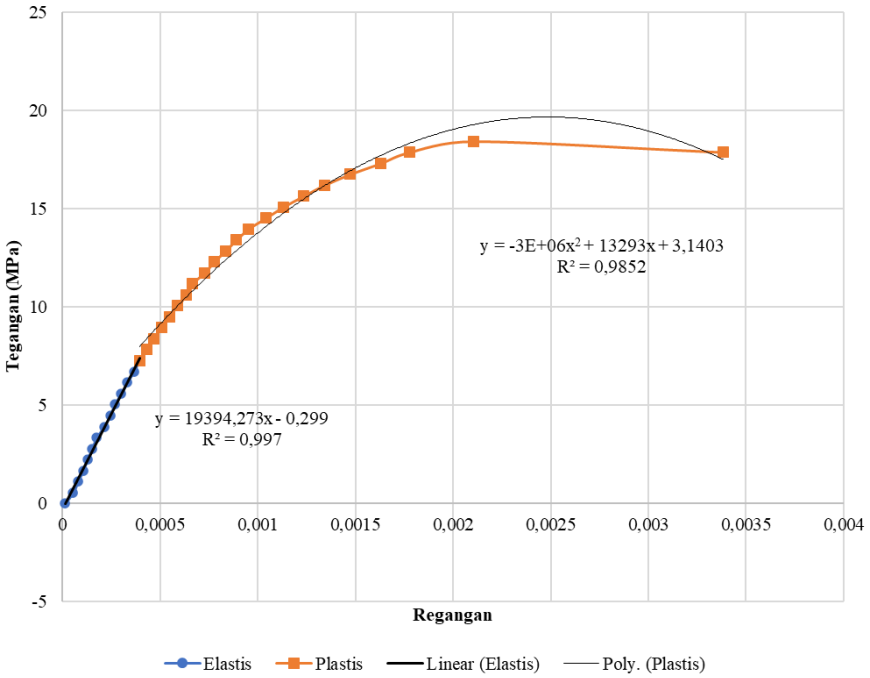
Gambar L-7.7 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 7 Hari Sampel 1



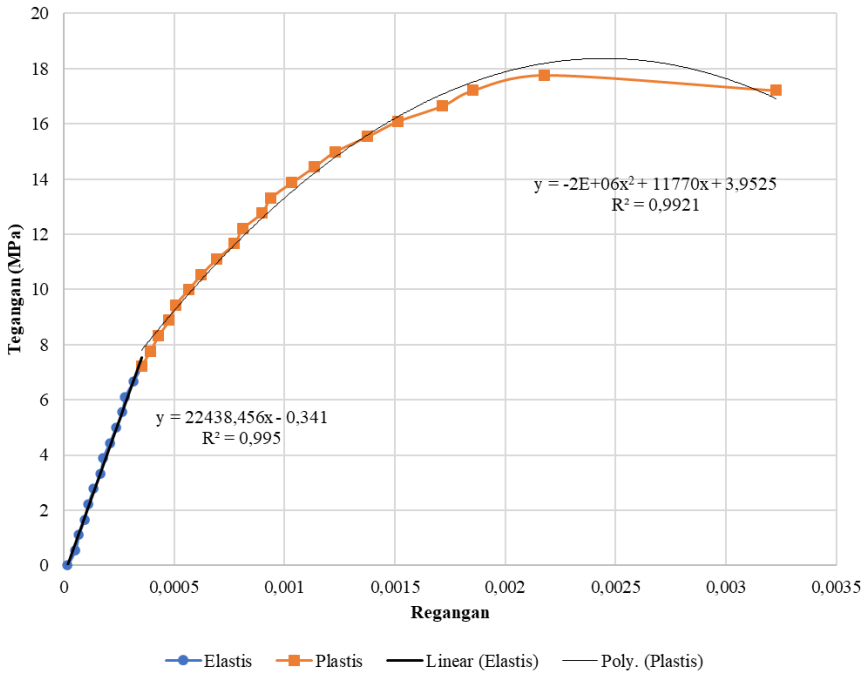
Gambar L-7.8 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 7 Hari Sampel 2



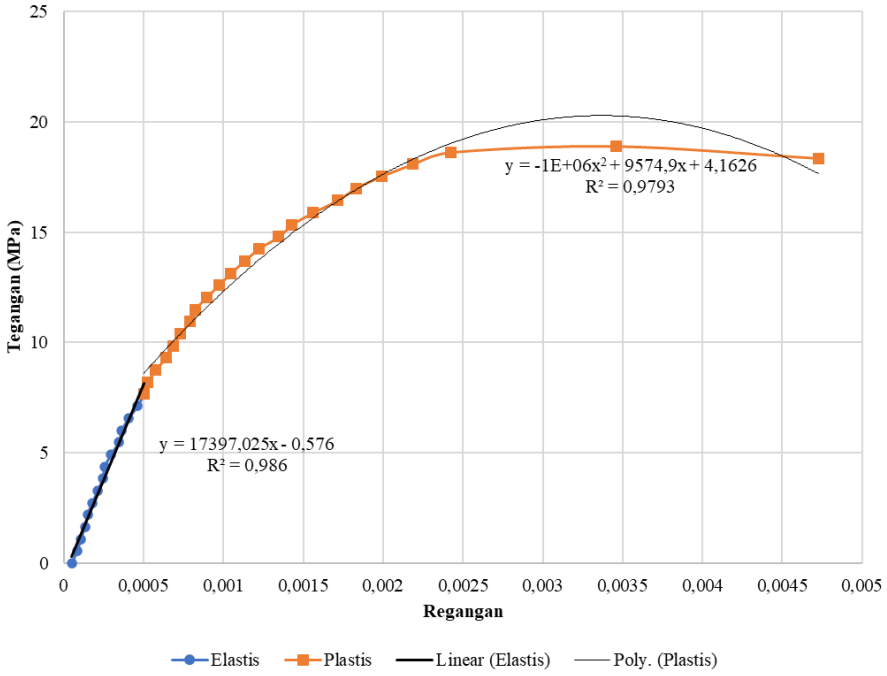
Gambar L-7.9 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 7 Hari Sampel 3



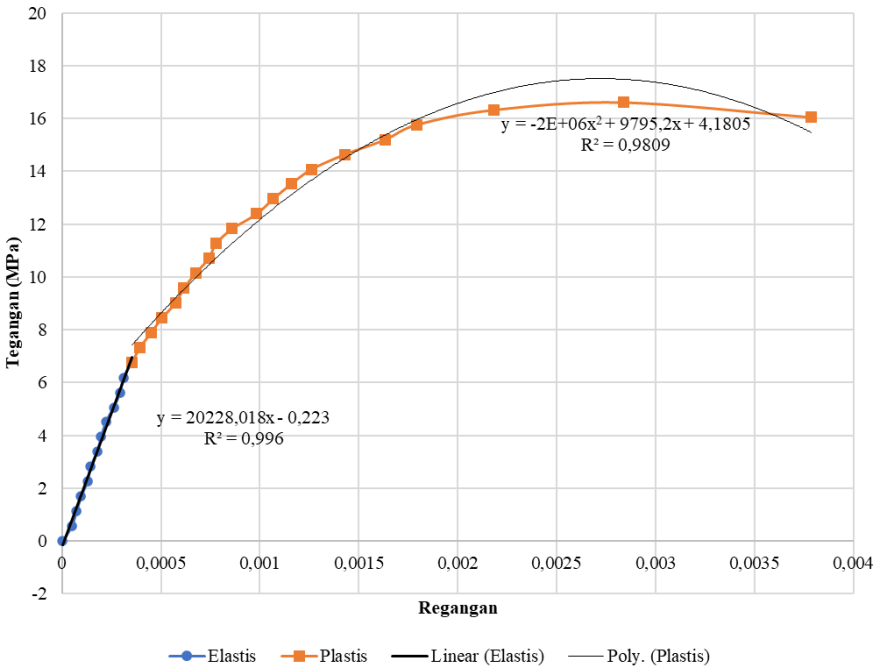
Gambar L-7.10 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 7 Hari Sampel 1



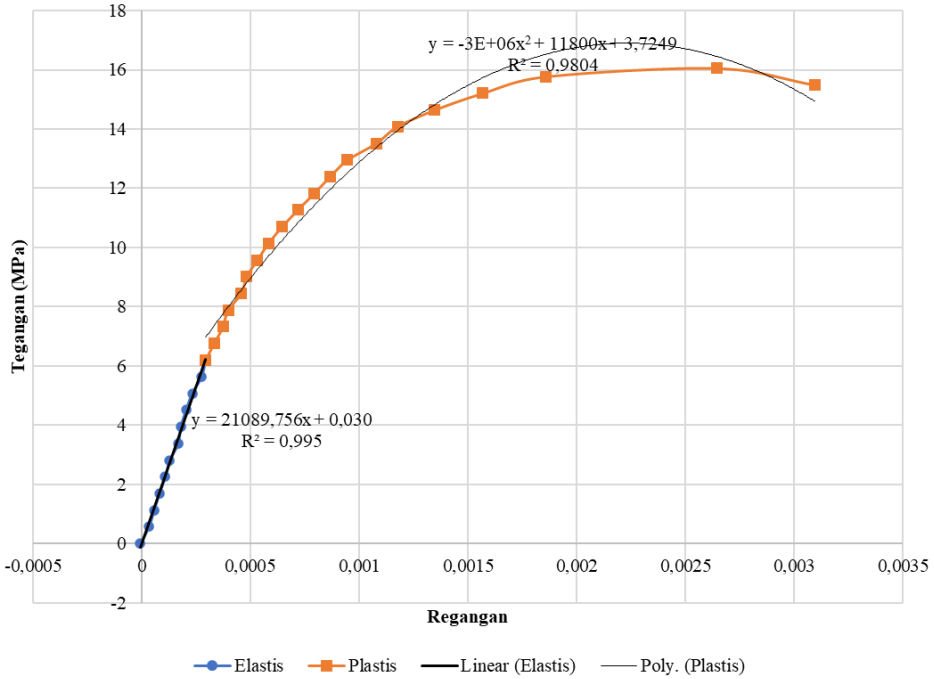
Gambar L-7.11 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 7 Hari Sampel 2



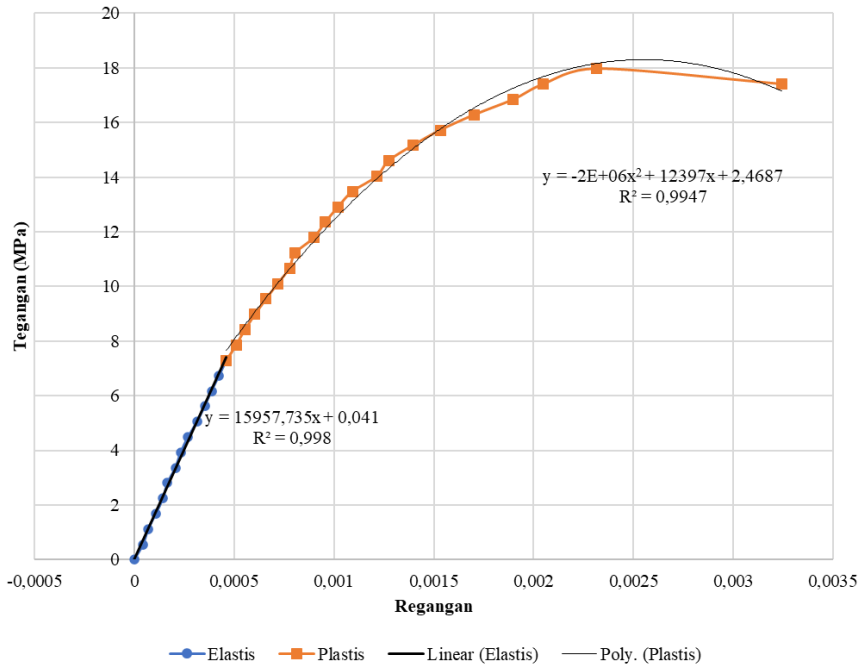
Gambar L-7.12 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 7 Hari Sampel 3



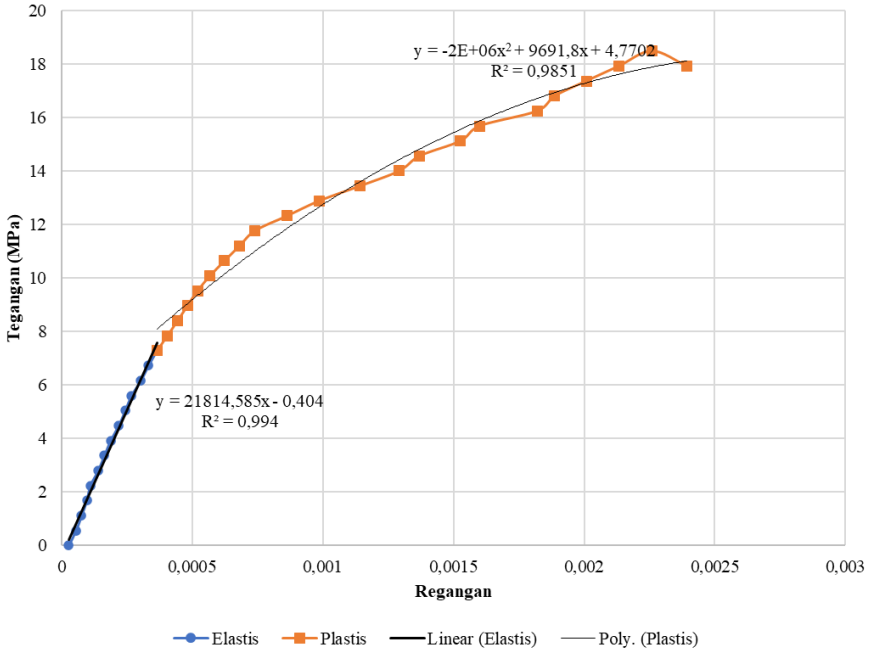
Gambar L-7.13 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 7 Hari Sampel 1



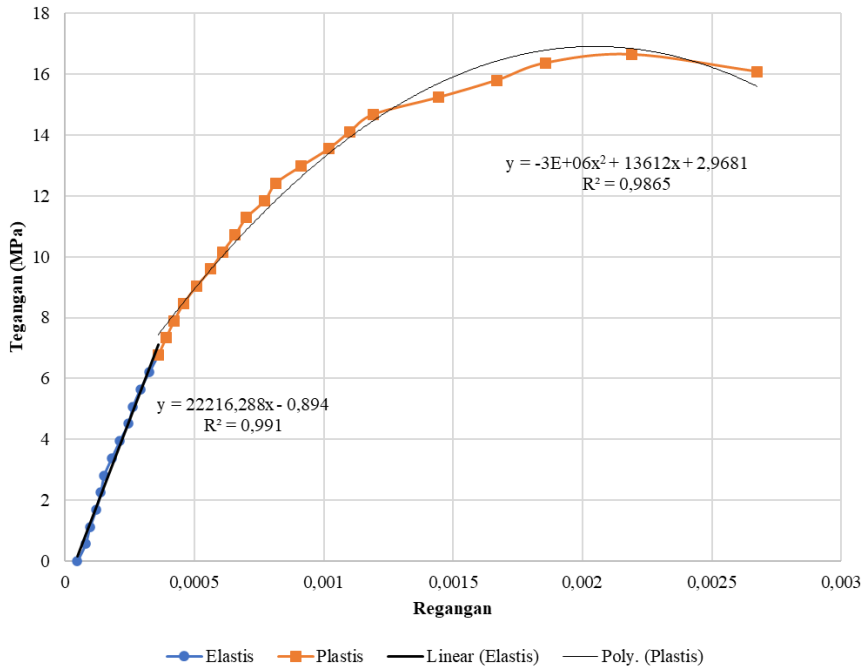
Gambar L-7.14 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 7 Hari Sampel 2



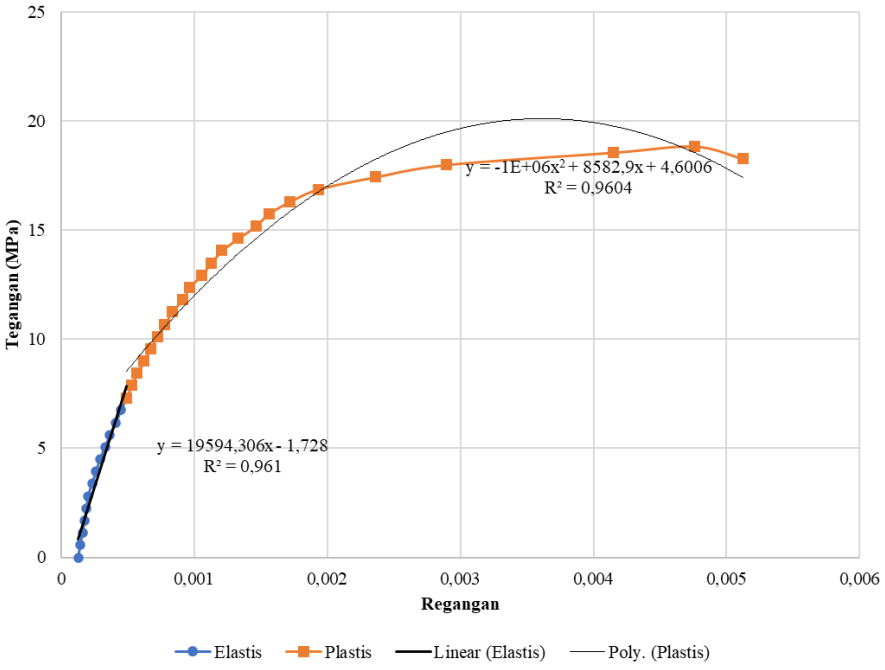
Gambar L-7.15 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 7 Hari Sampel 3



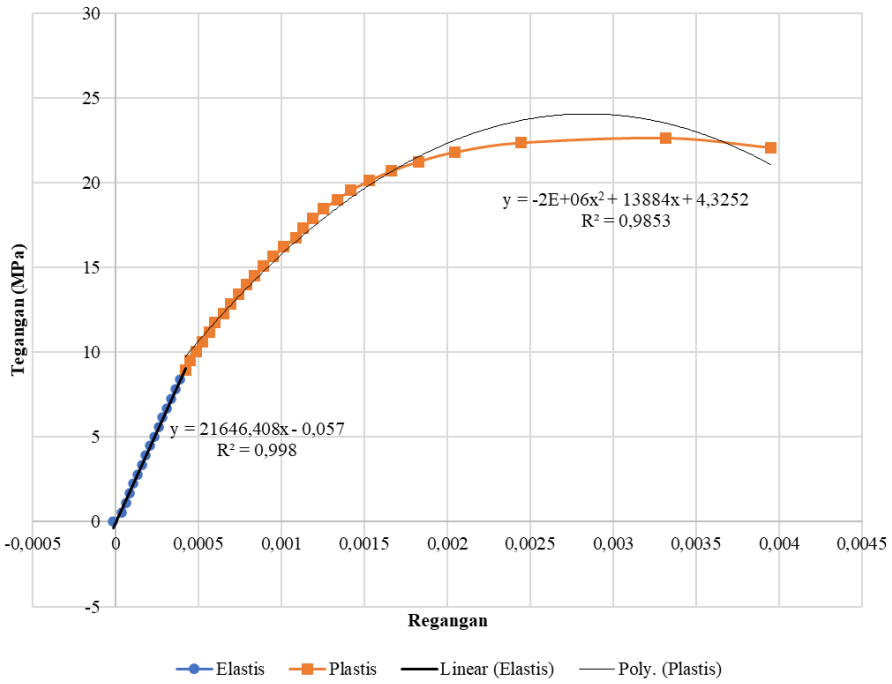
Gambar L-7.16 Modulus Elastisitas BN Pengujian 14 Hari Sampel 1



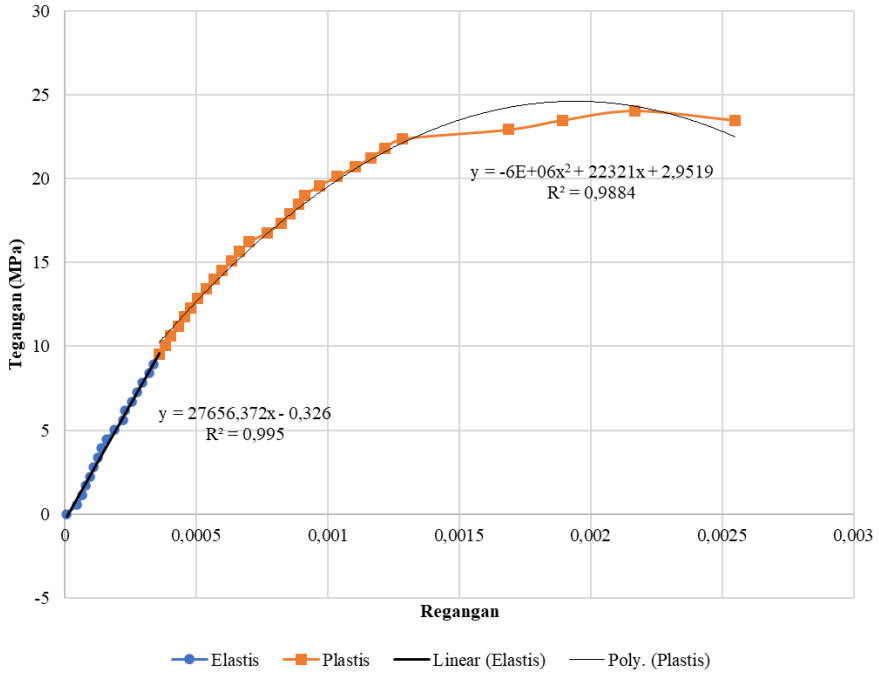
Gambar L-7.17 Modulus Elastisitas BN Pengujian 14 Hari Sampel 2



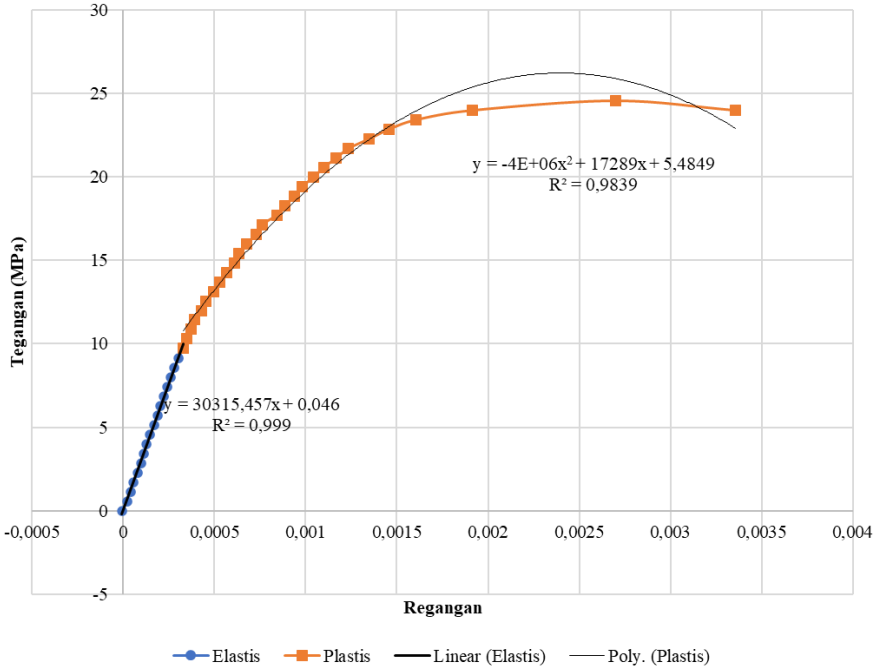
Gambar L-7.18 Modulus Elastisitas BN Pengujian 14 Hari Sampel 3



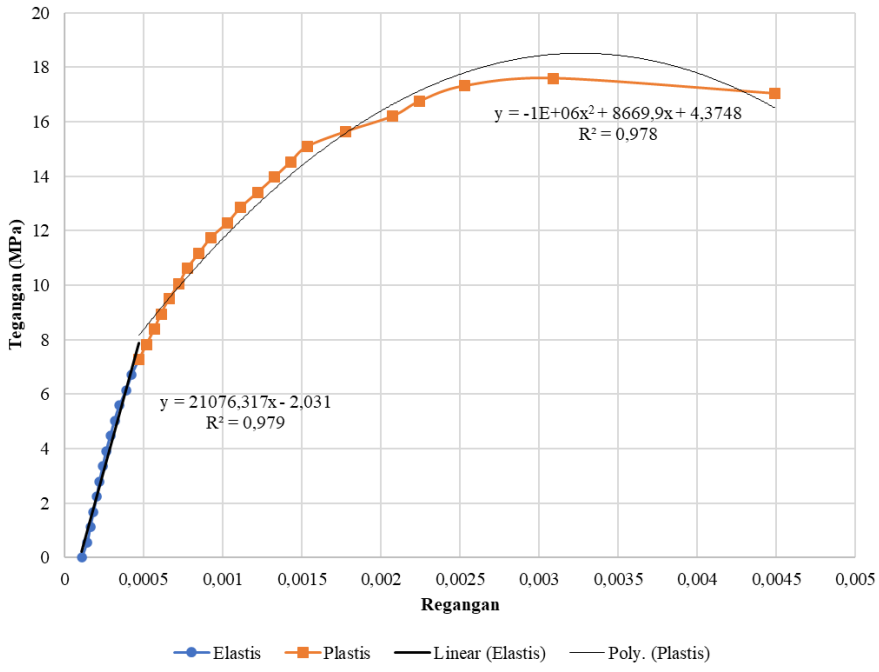
Gambar L-7.19 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 14 Hari Sampel 1



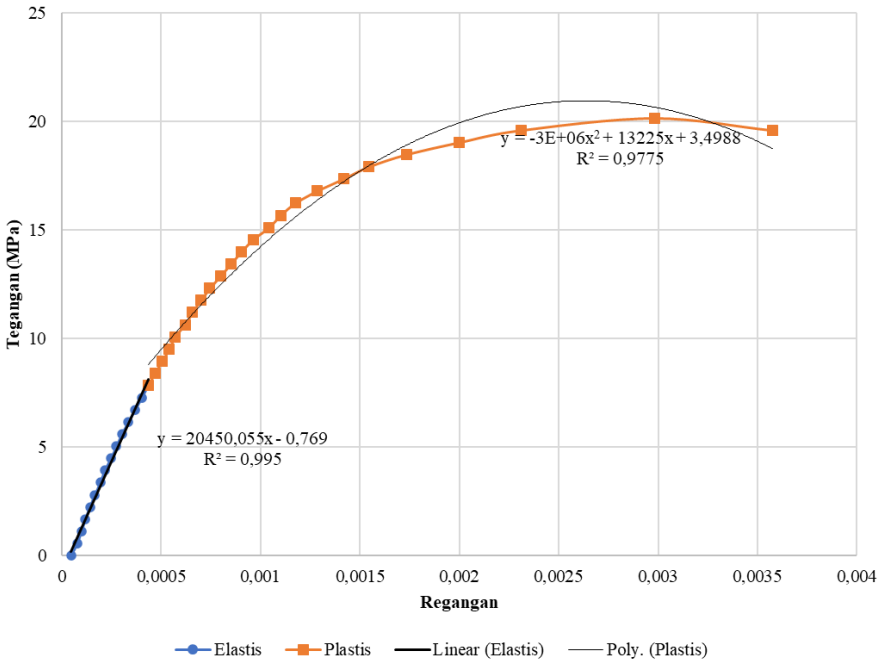
Gambar L-7.20 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 14 Hari Sampel 2



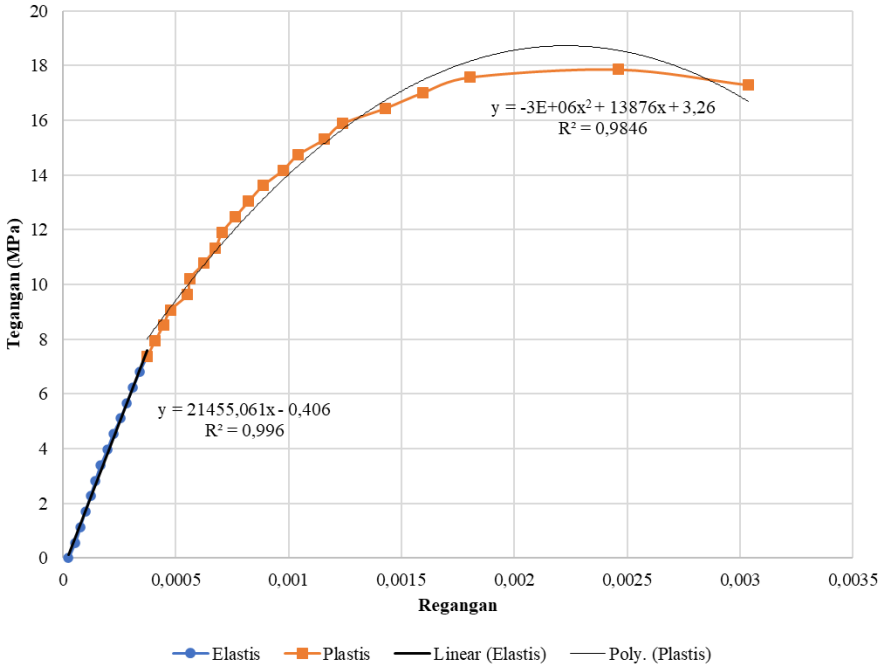
Gambar L-7.21 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 14 Hari Sampel 3



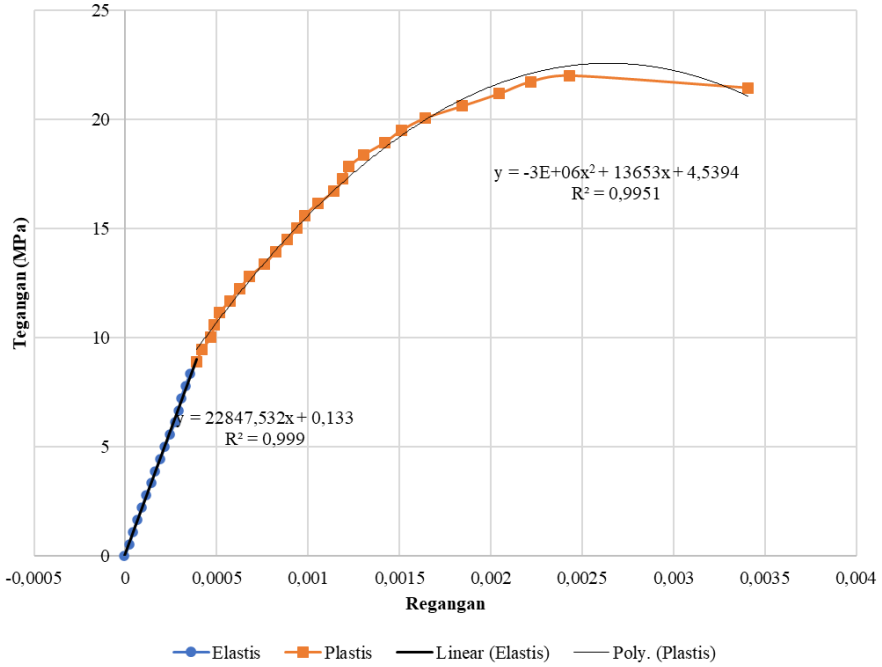
Gambar L-7.22 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 14 Hari Sampel 1



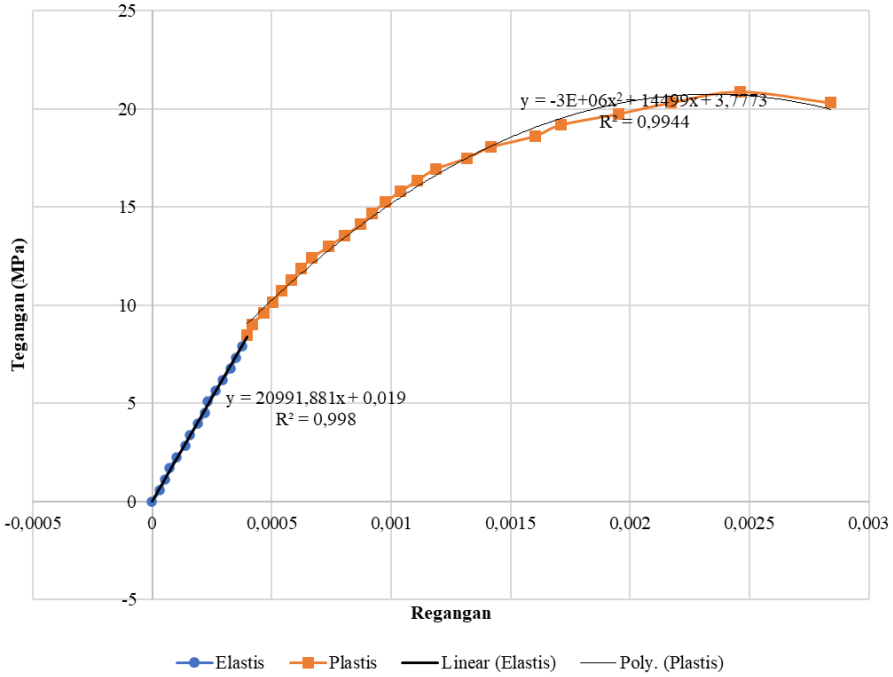
Gambar L-7.23 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 14 Hari Sampel 2



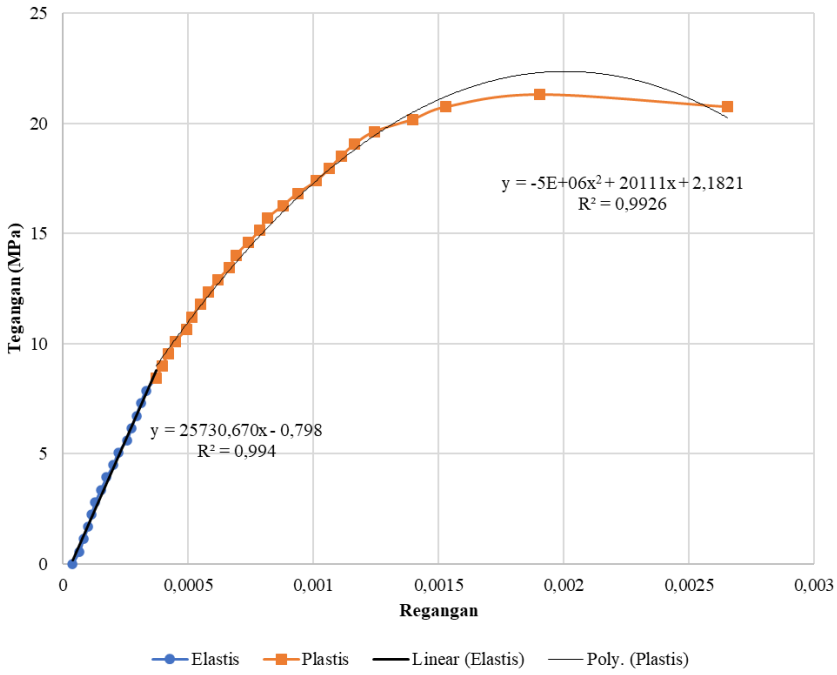
Gambar L-7.24 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 14 Hari Sampel 3



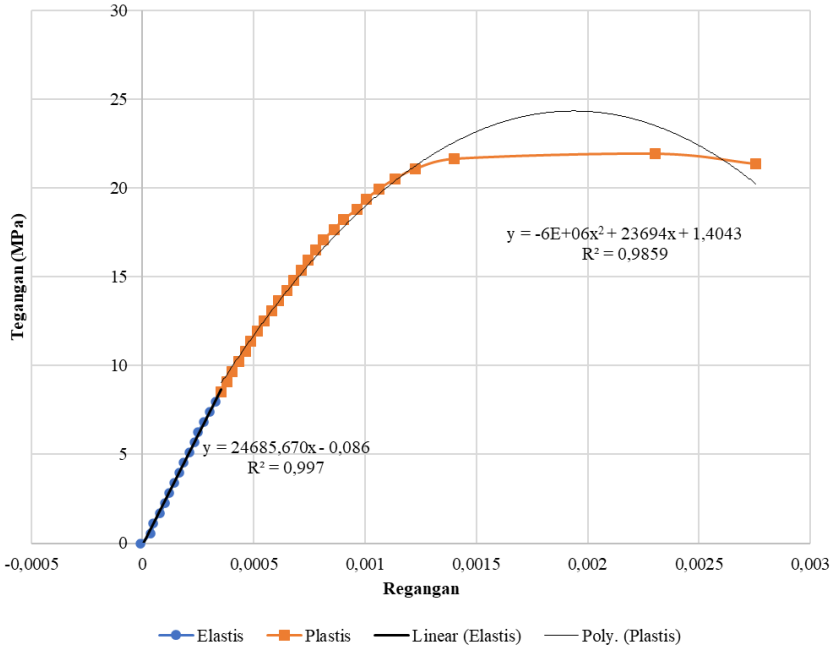
Gambar L-7.25 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 14 Hari Sampel 1



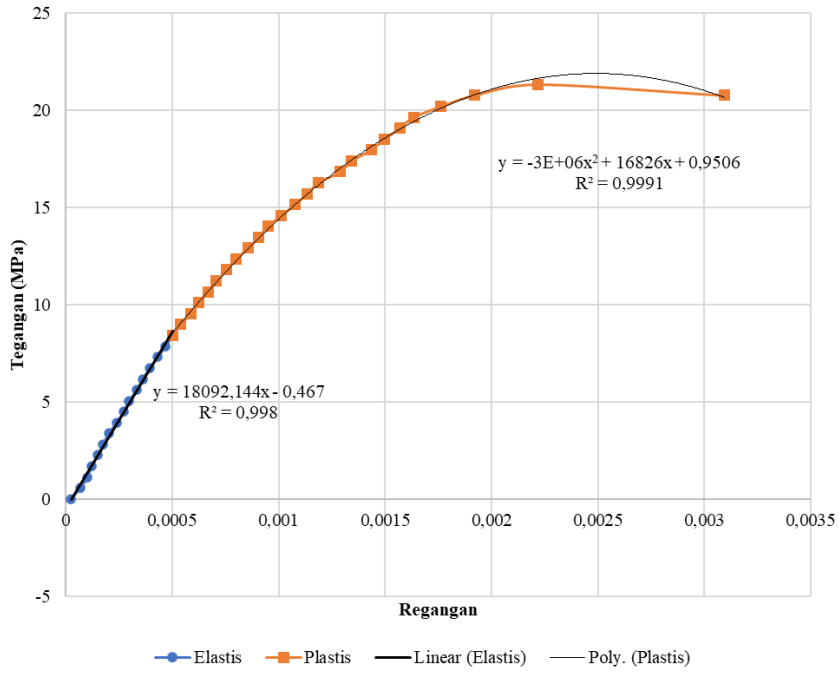
Gambar L-7.26 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 14 Hari Sampel 2



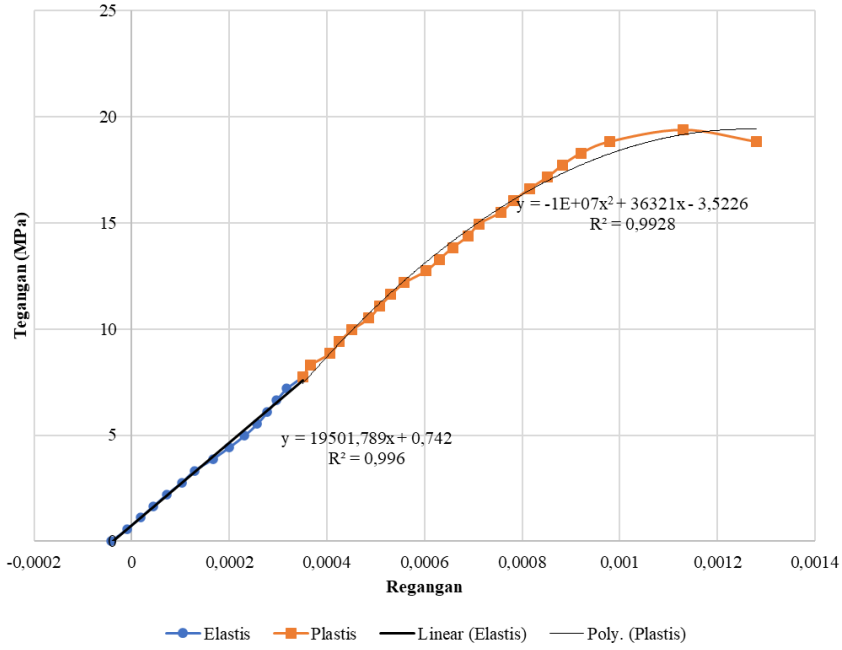
Gambar L-7.27 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 14 Hari Sampel 3



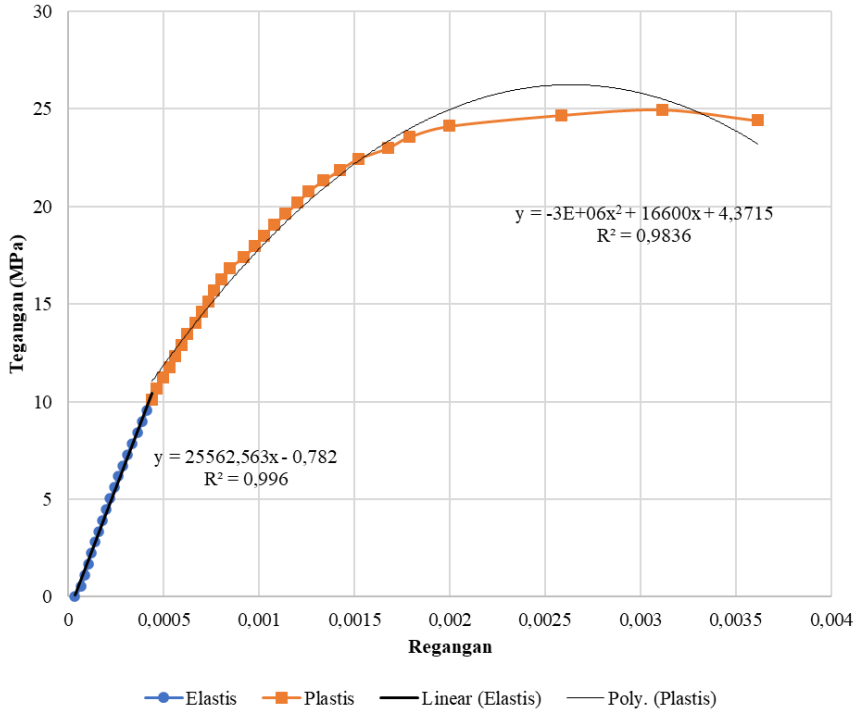
Gambar L-7.28 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 14 Hari Sampel 1



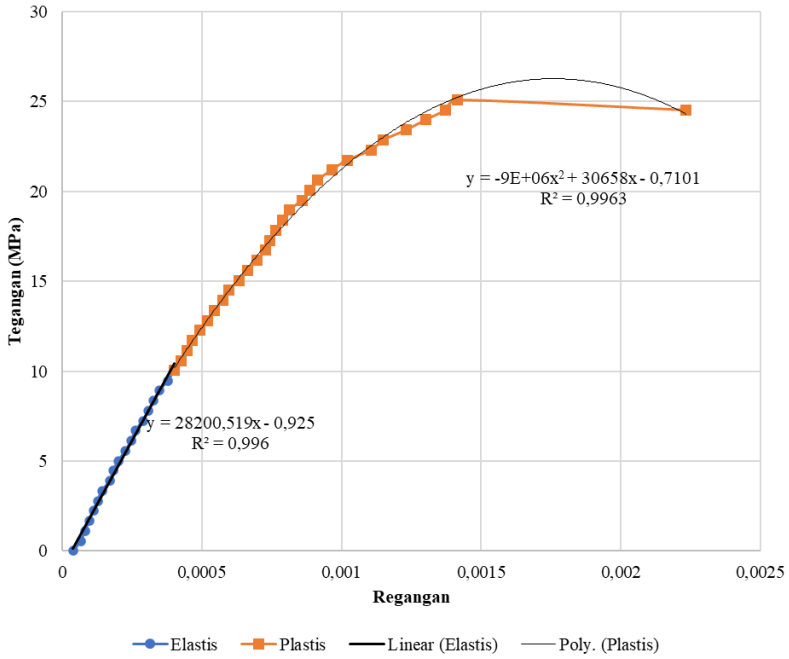
Gambar L-7.29 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 14 Hari Sampel 2



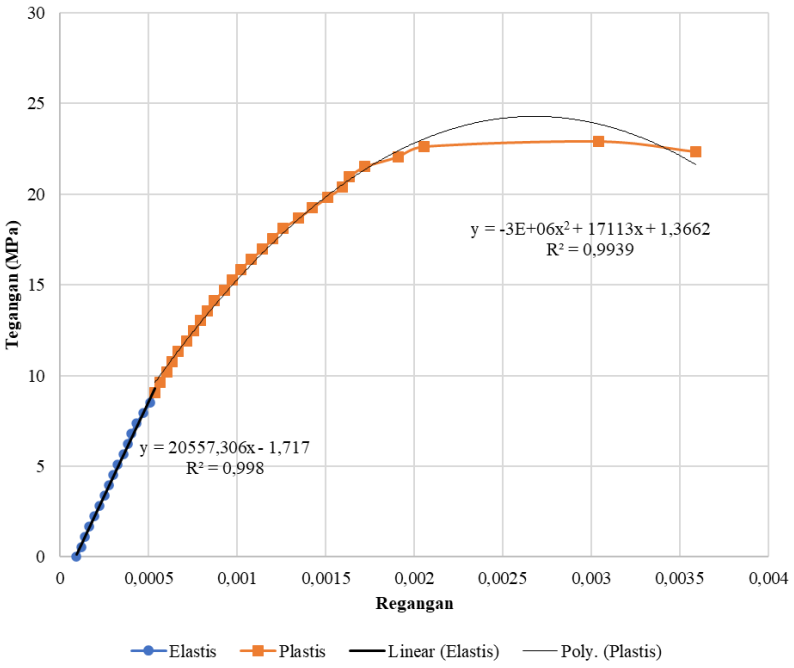
Gambar L-7.30 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 14 Hari Sampel 3



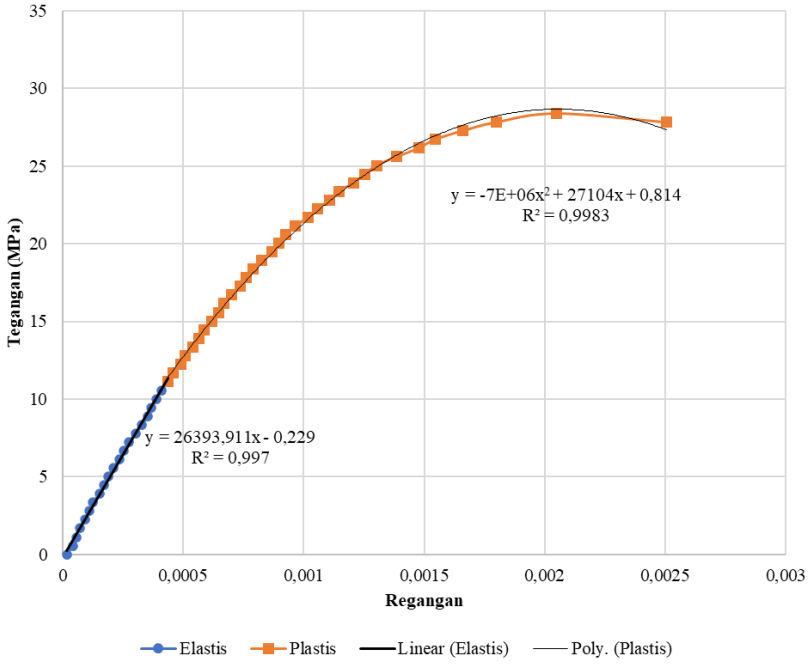
Gambar L-7.31 Modulus Elastisitas BN Pengujian 28 Hari Sampel 1



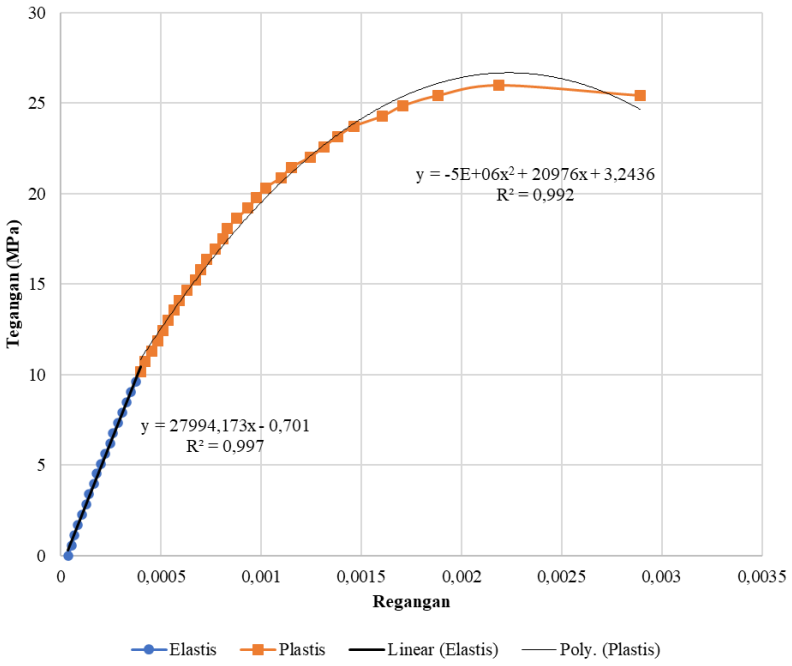
Gambar L-7.32 Modulus Elastisitas BN Pengujian 28 Hari Sampel 2



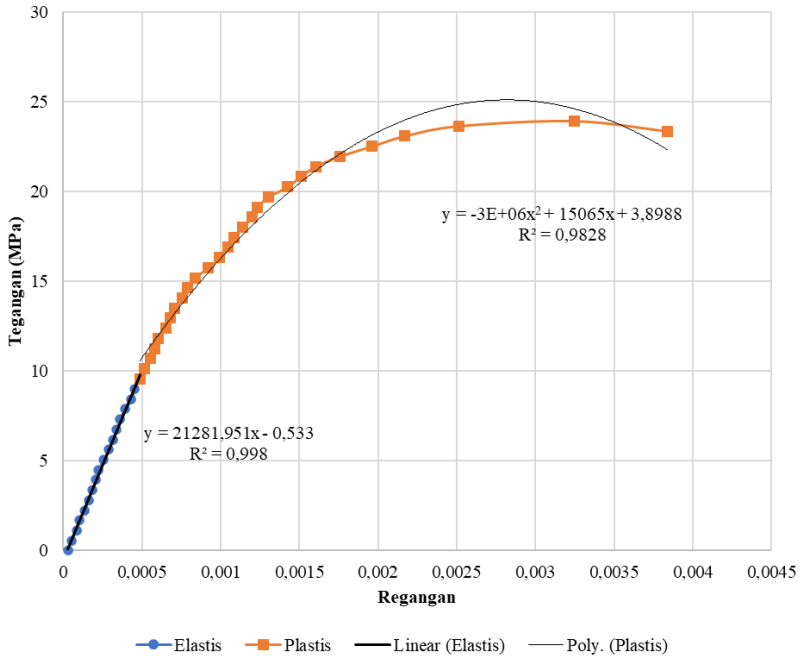
Gambar L-7.33 Modulus Elastisitas BN Pengujian 28 Hari Sampel 3



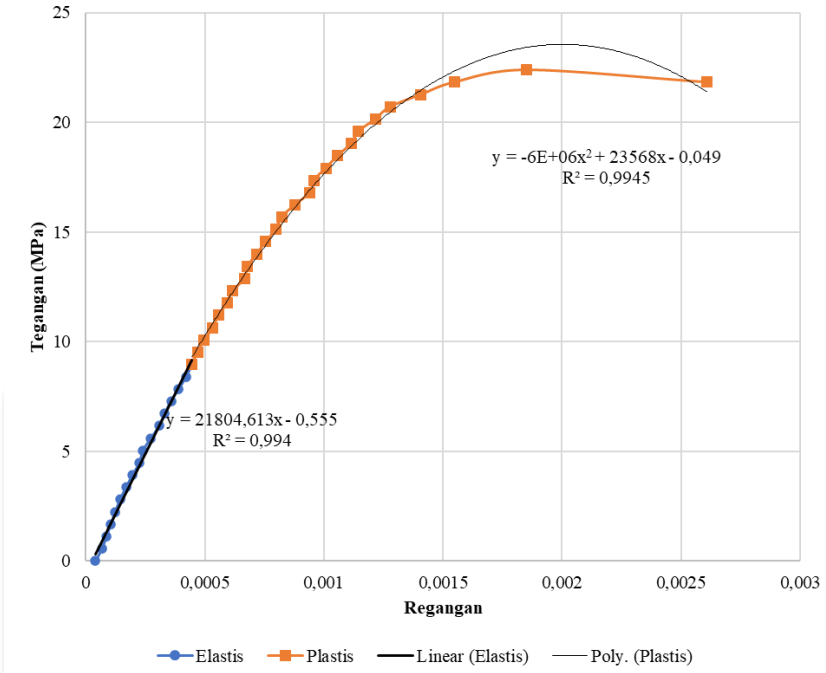
Gambar L-7.34 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 28 Hari Sampel 1



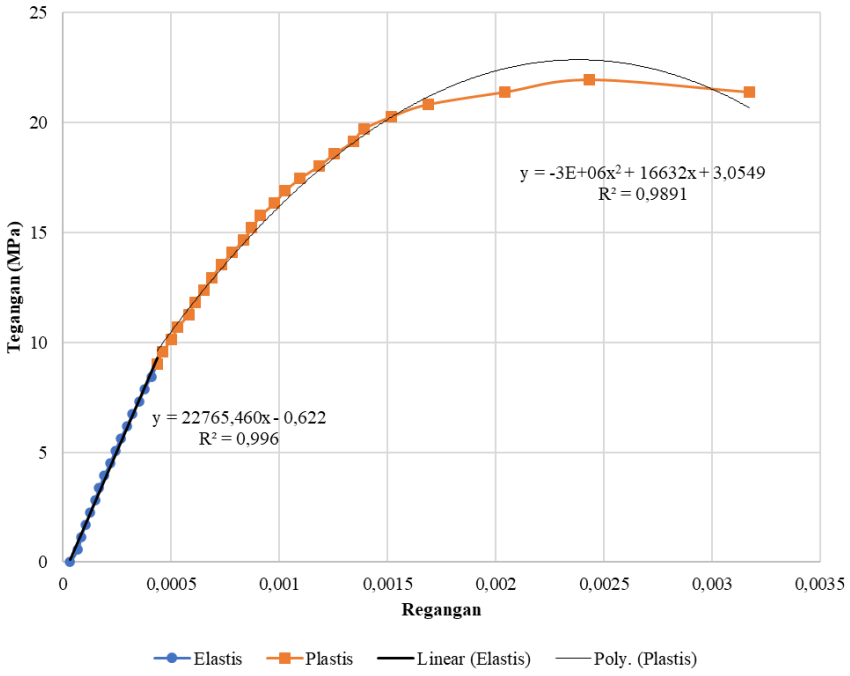
Gambar L-7.35 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 28 Hari Sampel 2



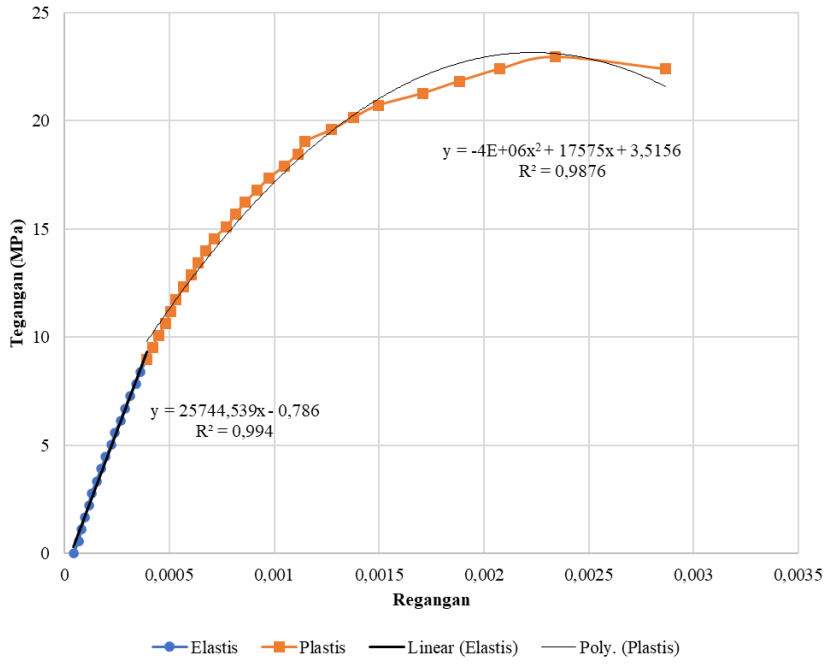
Gambar L-7.36 Modulus Elastisitas B2-0 Pengujian 28 Hari Sampel 3



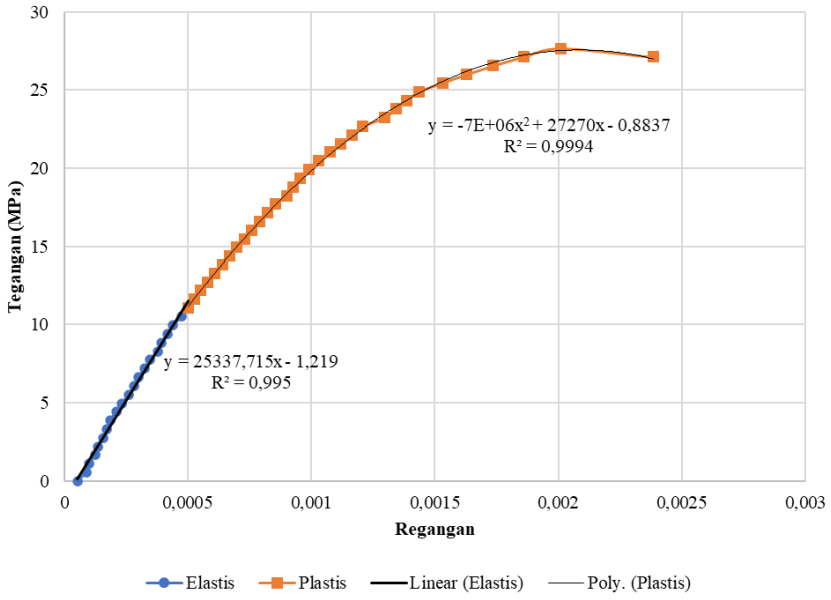
Gambar L-7.37 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 28 Hari Sampel 1



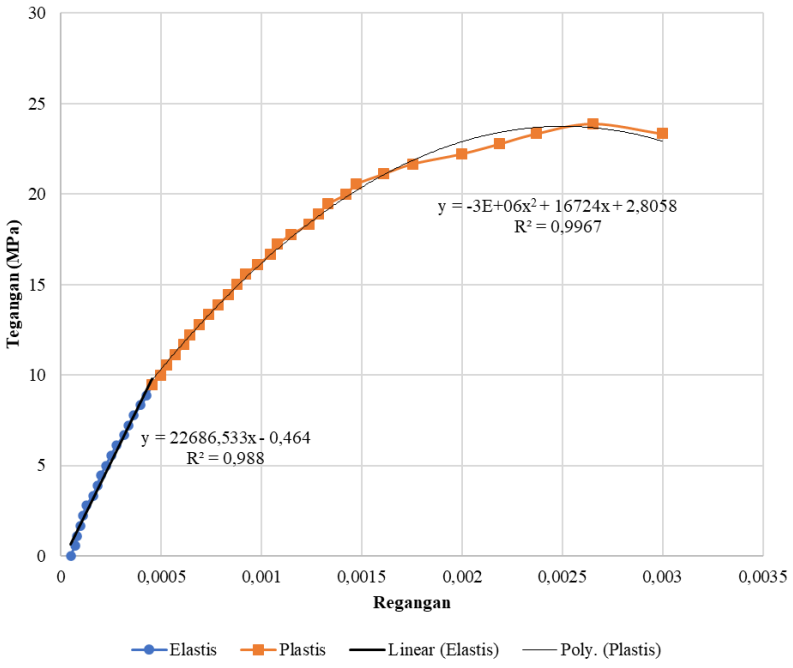
Gambar L-7.38 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 28 Hari Sampel 2



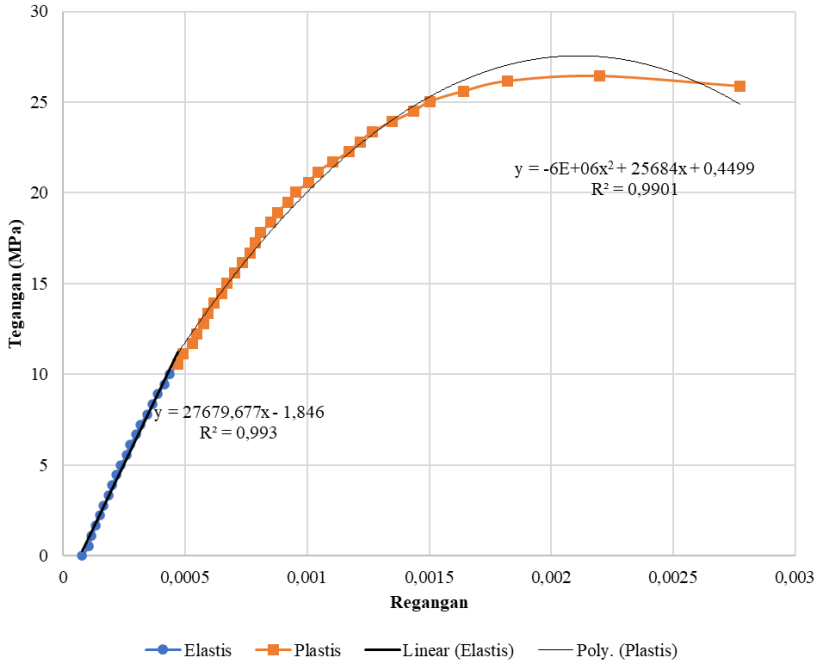
Gambar L-7.39 Modulus Elastisitas B2-6 Pengujian 28 Hari Sampel 3



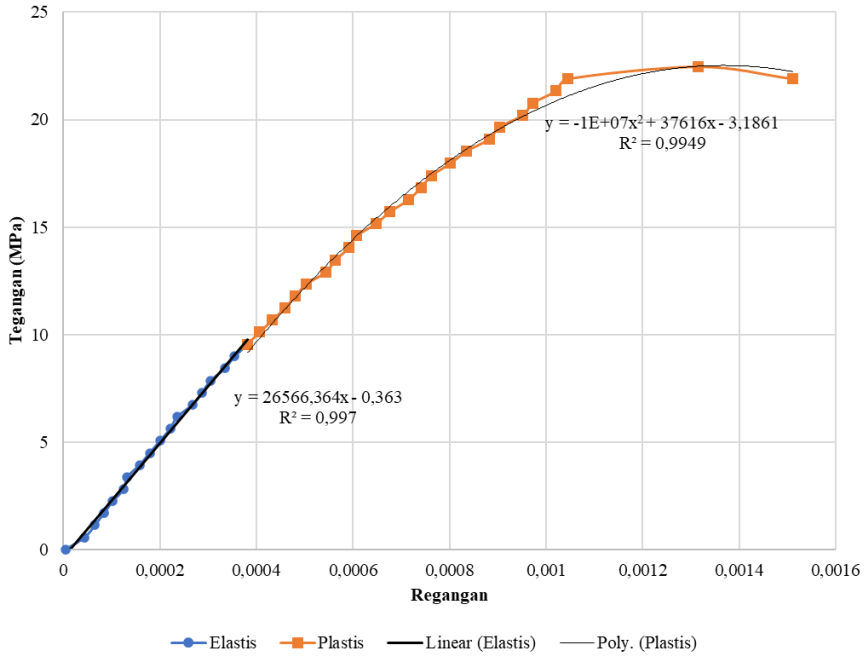
Gambar L-7.40 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 28 Hari Sampel 1



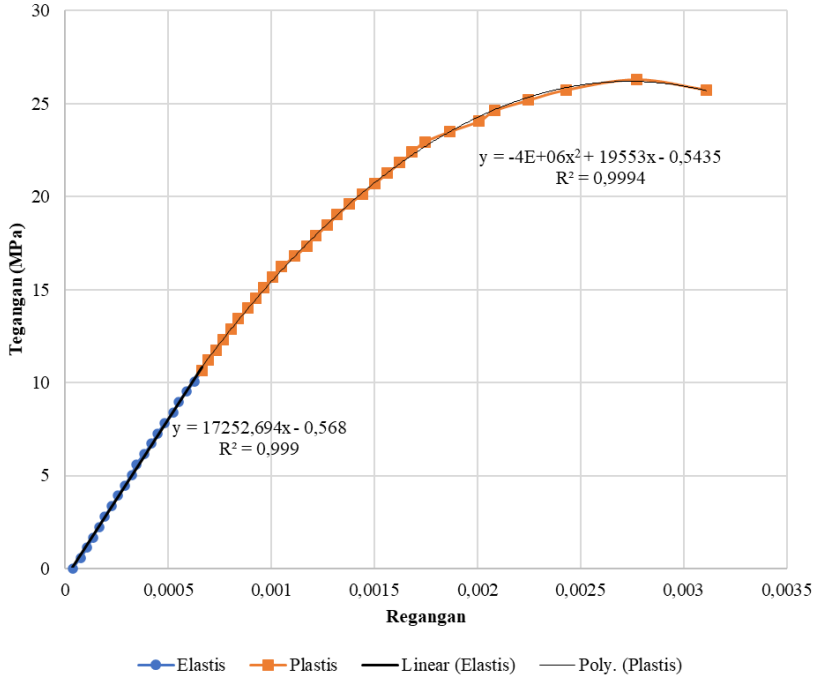
Gambar L-7.41 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 28 Hari Sampel 2



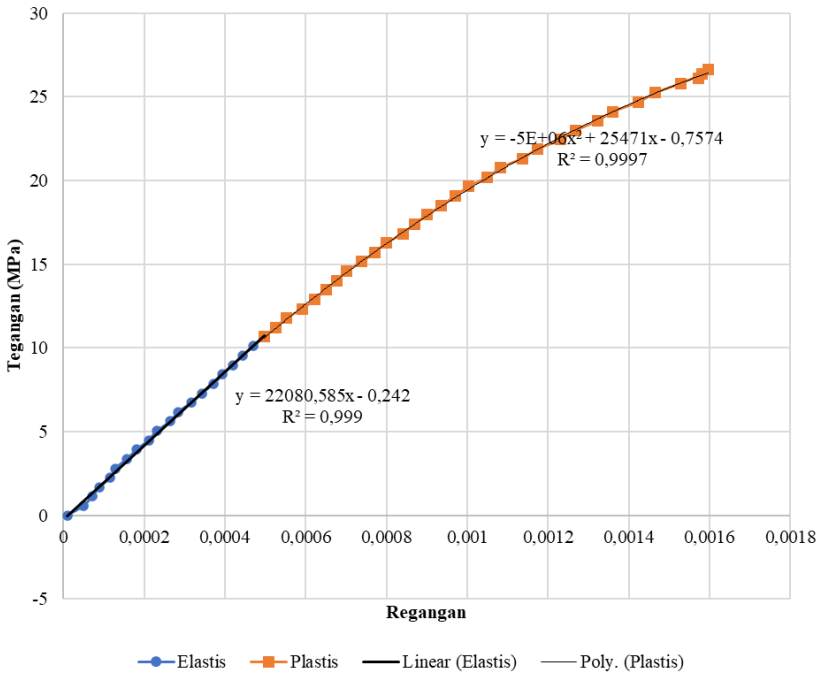
Gambar L-7.42 Modulus Elastisitas B2-9 Pengujian 28 Hari Sampel 3



Gambar L-7.43 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 28 Hari Sampel 1



Gambar L-7.44 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 28 Hari Sampel 2



Gambar L-7.45 Modulus Elastisitas B2-12 Pengujian 28 Hari Sampel 3