

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SUBSTITUSI AGREGAT HALUS  
MENGUNAKAN LIMBAH *STONE CRUSHER* (ABU  
BATU) PADA KARAKTERISTIK BETON  
BERAKSELERATOR KALSIMUM KLOORIDA  
(*THE EFFECT OF SUBSTITUTION OF FINE  
AGGREGATE USING *STONE CRUSHER* (STONE ASH)  
ON THE CHARACTERISTICS OF CALCIUM  
CHLORIDE ACCELERATOR CONCRETE*)**

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



الجامعة الإسلامية  
الاستاذة الاندونيسية

**Yuma Diwa Panuntun  
17511127**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH SUBSTITUSI AGREGAT HALUS  
MENGUNAKAN LIMBAH *STONE CRUSHER* (ABU  
BATU) PADA KARAKTERISTIK BETON  
BERAKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(*THE EFFECT OF SUBSTITUTION OF FINE  
AGGREGATE USING *STONE CRUSHER* (STONE ASH)  
ON THE CHARACTERISTICS OF CALCIUM  
CHLORIDE ACCELERATOR CONCRETE*)**

Disusun oleh

**Yuma Diwa Panuntun**

**17511127**

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

Diuji pada tanggal

Oleh Dewan Penguji



**Pembimbing**

**Ir. Helmy Akbar B., M.T.**  
NIK: 885110105

**Penguji I**

**Elvis Saputra, S.T., M.T.**  
NIK: 205111302

**Penguji II**

**Astriana L., S.T., M.Eng.**  
NIK: 165111301

16/1 '23

Mengesahkan,



Program Studi Teknik Sipil

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

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

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

Tugas akhir ini disusun dengan maksud untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan ini terdapat banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi penulis namun berkat kritik, saran, serta dorongan dari berbagai pihak *alhamdulillah* penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulis menyadari banyak pihak yang terlibat dan memberikan dukungan serta bantuan selama menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat mengucapkan banyak terima kasih dan mendoakan semoga Allah SWT, membalas kebaikan terbaik kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Helmy Akbar B., Ir., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat, serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen, pengajar, asisten, serta staf dan karyawan Program Studi Teknik Sipil FTSP UII yang telah memberikan ilmu dan memfasilitasi penulis selama masa kuliah.
4. Bapak Bambang Prabowo dan Ibu Wasilah 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 sehingga penulis bisa berada di titik seperti sekarang ini.

5. Teman-teman seperjuangan dan pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 10 Januari 2023

Penulis,

Yuma Diwa Panuntun

(17511127)

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 10 Januari 2023

Penulis,



Yuma Diwa Panuntun  
(17511127)

## 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	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Perbandingan Penelitian	8
2.3 Keaslian Penelitian	12
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Beton	13
3.2 Bahan Penyusun Beton	14
3.2.1 Semen <i>Portland</i>	14
3.2.2 Agergat Halus	15
3.2.3 Agregat Kasar	17
3.2.4 Air	19
3.3 Abu Batu	20

3.4 Bahan Tambah	21
3.5 Kalsium Klorida	23
3.6 Kuat Tekan Beton	23
3.7 Modulus Elastisitas	24
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>26</b>
4.1 Jenis Penelitian	26
4.2 Variabel Penelitian	26
4.3 Bagan Alir Penelitian	26
4.4 Tahapan Penelitian	29
4.4.1 Persiapan Bahan	29
4.4.2 Peralatan	29
4.4.3 Pemeriksaan Agregat Halus pasir	30
4.4.4 Pemeriksaan Agregat Halus Abu Batu	33
4.4.5 Pemeriksaan Agregat Kasar	35
4.4.6 Prosedur Perencanaan Campuran ( <i>Mix Design</i> )	36
4.4.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	37
4.4.8 Prosedur Pengujian <i>Slump</i>	38
4.4.9 Pengujian Benda Uji	39
4.5 Pengolahan Data	40
4.6 Perencanaan Campuran ( <i>Mix Design</i> )	47
4.7 Pengujian Beton	56
4.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton	56
4.7.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton	56
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>61</b>
5.1 Umum	61
5.2 Pengujian Agregat Halus Pasir	61
5.2.1 Pengujian Kadar Lumpur	62
5.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	62
5.2.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Pasir	63
5.2.4 Berat Volume Agregat Halus Pasir	66
5.3 Pengujian Agregat Halus Abu Batu	67
5.3.1 Pengujian Kadar Lumpur	67

5.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	68
5.3.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu	69
5.3.4 Berat Volume Agregat Halus Abu Batu	71
5.4 Pengujian Agregat Kasar	73
5.4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	73
5.4.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Batu Gunung Merapi	74
5.4.3 Berat Volume Agregat Halus Abu Batu	76
5.4.4 Pengujian Abrasi Agregat Kasar Batu Gunung Merapi	77
5.5 Komposisi Campuran Beton	79
5.6 Hasil Pengujian <i>Slump</i>	81
5.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan	83
5.7.1 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Substitusi Abu Batu	96
5.7.2 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton	102
5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	107
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	106
6.1 Kesimpulan	111
6.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	113



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian Sekarang	9
Tabel 3.1 Gradasi Agregat Halus/Pasir	15
Tabel 3.2 Gradasi Agregat Kasar	18
Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji	30
Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton	38
Tabel 4.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan $f_{as}=0.5$	48
Tabel 4.4 Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Bebas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	47
Tabel 4.5 Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Bebas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	50
Tabel 4.6 Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> )	54
Tabel 4.7 Regangan dan Tegangan Sampel BNA 1-7	57
Tabel 5.1 Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir	62
Tabel 5.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat halus	63
Tabel 5.3 Analisis Saringan Agregat halus Pasir Sampel 1	63
Tabel 5.4 Analisis Saringan Agregat halus Pasir Sampel 2	64
Tabel 5.5 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus Daerah II	65
Tabel 5.6 Berat Volume Gembur Agregat Halus Pasir	66
Tabel 5.7 Berat Volume Padat Agregat Halus Pasir	66
Tabel 5.8 Kadar Lumpur Agregat Halus Abu Batu	68
Tabel 5.9 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat halus Abu Batu	68
Tabel 5.10 Analisis Saringan Agregat halus Abu Batu Sampel 1	69
Tabel 5.11 Analisis Saringan Agregat halus Abu Batu Sampel 2	70
Tabel 5.12 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus Daerah II	70
Tabel 5.13 Berat Volume Gembur Agregat Halus Abu Batu	72
Tabel 5.14 Berat Volume Padat Agregat Halus Abu Batu	72
Tabel 5.15 Perbedaan Agregat Halus Pasir dengan Abu Batu	72
Tabel 5.16 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	74
Tabel 5.17 Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 1	74

Tabel 5.18 Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 2	75
Tabel 5.19 Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar dengan Butir Maksimum 20 mm	75
Tabel 5.20 Berat Volume Gembur Agregat Kasar	77
Tabel 5.21 Berat Volume Padat Agregat Kasar	77
Tabel 5. 22 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji Abrasi	78
Tabel 5. 23 Abrasi Agregat Batu Gunung Merapi	78
Tabel 5.24 Kebutuhan Material Campuran Beton	80
Tabel 5.25 Pengujian <i>Slump</i>	81
Tabel 5.26 Kodefikasi Benda Uji	83
Tabel 5.27 Data Benda Uji Kuat Tekan	84
Tabel 5.28 Kuat Tekan Beton	92
Tabel 5.29 Perbandingan Kuat Tekan Beton	96
Tabel 5.30 Perbandingan Berat Volume Beton	101
Tabel 5.31 Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton	103
Tabel 5.32 Selisih Persentase Kuat Tekan Berdasarkan Umur Beton	104
Tabel 5.33 Modulus Elastisitas Beton	106

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Sketsa Pengaruh CaCl Dosis 2 % terhadap Kuat Tekan Beton	23
Gambar 3.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton	24
Gambar 3.3 Sketsa Pengujian Modulus Elastisitas Beton	25
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4.2 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas)	49
Gambar 4.3 Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	51
Gambar 4.4 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan	52
Gambar 4.5 Tegangan-Regangan BNA 1-7	59
Gambar 5.1 Agregat Halus Merapi	61
Gambar 5.2 Gradasi Agregat Halus Pasir Sampel 1	65
Gambar 5.3 Gradasi Agregat Halus Pasir Sampel 2	66
Gambar 5.4 Agregat Halus Abu Batu Merapi	67
Gambar 5.5 Gradasi Agregat Halus Abu Batu Sampel 1	71
Gambar 5. 6 Gradasi Agregat Halus Abu Batu Sampel 2	71
Gambar 5.7 Agregat kasar Batu Gunung Merapi	73
Gambar 5.8 Gradasi Agregat Kasar Batu Gunung Merapi Sampel 1	76
Gambar 5.9 Gradasi Agregat Kasar Batu Gunung Merapi Sampel 2	76
Gambar 5.10 Pengujian <i>Slump</i>	82
Gambar 5.11 Contoh Pengujian <i>Slump Test</i>	82
Gambar 5. 12 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	97
Gambar 5. 13 Persentase Kuat Tekan dan Kadar Abu Batu Umur Beton 7 Hari	97
Gambar 5. 14 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	98
Gambar 5. 15 Persentase Kuat Tekan dan Kadar Abu Batu Umur Beton 14 Hari	98
Gambar 5. 16 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	99
Gambar 5. 17 Persentase Kuat Tekan dan Kadar Abu Batu Umur Beton 28 Hari	99

Gambar 5. 18 Hubungan Abu Batu dengan Umur Beton dengan Penambahan <i>Accelerator</i> Kalsium Klorida	102
Gambar 5. 19 Hubungan Substitusi Abu Batu dengan Modulus Ekastisitas Beton Umur 7 Hari	108
Gambar 5. 20 Hubungan Substitusi Abu Batu dengan Modulus Ekastisitas Beton Umur 14 Hari	109
Gambar 5. 21 Hubungan Substitusi Abu Batu dengan Modulus Ekastisitas Beton Umur 28 Hari	109



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan	116
Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan	121
Lampiran 3 Gambar Proses Pembuatan dan Pengujian Benda Uji	123
Lampiran 4 Data Hasil Pemeriksaan Bahan	127
Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	173
Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	178
Lampiran 7 Grafik Modulus Elastisitas Beton	289



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A$	= Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )
BCAB	= Beton <i>Calcium Chloride</i> Abu Batu
$B_j$	= Berat jenis
$B_{jAG}$	= Berat jenis agregat gabungan
$B_{jAH}$	= Berat jenis agregat halus
$B_{jAK}$	= Berat jenis agregat kasar
BNA	= Beton normal
CTM	= <i>Compressing Test Machine</i>
$E_c$	= Modulus elastisitas beton (MPa)
$\epsilon_2$	= Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat $S_2$
$d$	= Diameter benda uji (mm)
FAS	= Faktor air semen
$f'_c$	= Kuat tekan beton (MPa)
$f'_{cr}$	= Kuat tekan beton rata-rata direncanakan (MPa)
$l$	= Panjang benda uji pada bagian tertekan (mm)
$L_o$	= Tinggi efektif (mm)
$M$	= Nilai tambah
MHB	= Modulus halus butir
$P$	= Beban maksimum (N)
PCC	= <i>Portland Composite Cement</i>
SSD	= <i>Saturated Surface-Dry</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
$S_1$	= Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai $\epsilon_1 = 0,00005$
$S_2$	= Kuat Tekan pada saat 40% dari beban maksimum, dalam MPa
$S_d$	= Deviasi standar rencana (MPa)
$W_c$	= Berat isi beton ( $\text{kg/m}^3$ )
$W_h$	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

- $W_k$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\%AH$  = Persentase agregat halus
- $\%AK$  = Persentase agregat kasar
- $\Delta L$  = Deformasi longitudinal (mm)
- $L_o$  = Tinggi efektif pengukuran (mm)
- $\emptyset$  = diameter (cm/mm)



## ABSTRAK

Beton merupakan material yang sering dan mudah digunakan dalam pekerjaan konstruksi bangunan. Kemudahan penggunaan beton sebagai material konstruksi bangunan berbanding terbalik dengan harga bahan penyusun beton yang terutama agregat halus. Substitusi agregat halus menggunakan abu batu pada beton diharapkan dapat mengurangi penggunaan agregat halus tanpa mengakibatkan kurangnya kuat tekan beton dibandingkan dengan beton tanpa substitusi agregat halus menggunakan abu batu. Penambahan bahan tambah tipe C yaitu *accelerator* pada beton substitusi agregat halus dengan abu batu juga dapat mempercepat kekuatan dan menambah kekuatan pada beton. Salah satu alternatif *accelerator* untuk mempercepat dan meningkatkan kuat tekan beton yaitu kalsium klorida.

Dalam penelitian ini substitusi agregat halus dengan abu batu dan penambahan kalsium klorida sebesar 2% dari berat semen bertujuan untuk mengetahui kadar optimum substitusi agregat halus dengan abu batu terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan variasi substitusi abu batu 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% terhadap berat agregat halus dengan umur beton setelah 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu silinder beton dengan ukuran 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 25 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi agregat halus dengan abu batu dan berbahan tambah kalsium klorida mampu melampaui kuat tekan yang direncanakan. Kuat tekan beton optimum terdapat pada substitusi agregat halus dengan abu batu 50% dan berbahan tambah kalsium klorida sebesar BCAB-50 7 hari 20,594 MPa, BCAB-50 14 hari 22,320 MPa, dan BCAB-50 28 hari 25,961 MPa. Kemudian penggunaan *accelerator* kalsium klorida sebagai bahan tambah dapat mempercepat peningkatan kuat tekan beton hingga 17,911% untuk BCAB-50-7 dan 7,864% untuk BCAB-50-14 pada pengujian 7 hari dan 14 hari.

**Kata kunci:** Abu batu, *Accelerator*, Kalsium klorida, Kuat tekan



## ***ABSTRACT***

*Concrete is a material that is often and easily used in building construction work. The ease of use of concrete as a building construction material is inversely proportional to the price of concrete constituent materials, especially fine aggregate. Substitution of fine aggregate using stone ash in concrete is expected to reduce the use of fine aggregate without causing a lack of compressive strength of concrete compared to concrete without substitution of fine aggregate using stone ash. The addition of type C additives, namely accelerators in substituting fine aggregate with rock ash, can also accelerate the strength and increase the strength of the concrete. One alternative accelerator to accelerate and increase the compressive strength of concrete is calcium chloride.*

*In this study, the substitution of fine aggregate with rock ash and the addition of calcium chloride by 2% of the weight of cement aims to determine the optimum level of substitution of fine aggregate with rock ash on the compressive strength and modulus of elasticity of concrete with variations in the substitution of rock ash 0%, 12.5%, 25%, 50%, and 100% of the weight of the fine aggregate with the age of the concrete after 7 days, 14 days, and 28 days. The test object used in this study was a concrete cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm which was tested after the age of 7 days, 14 days, and 28 days. Planning of concrete mix using SNI 03-2834-2000 method with a compressive strength of 25 MPa.*

*The results showed that the substitution of fine aggregate with rock ash and added calcium chloride was able to exceed the planned compressive strength. The optimum compressive strength of concrete is found in the substitution of fine aggregate with rock ash 50% and made of calcium chloride added at BCAB-50 7 days 20,594 MPa, BCAB-50 14 days 22,320 MPa, and BCAB-50 28 days 25,961 MPa. Then the use of calcium chloride accelerator as an additive can accelerate the increase in the compressive strength of concrete up to 17.911% for BCAB-50-7 and 7.864% for BCAB-50-14 in the 7-day and 28-day tests.*

***Keywords:*** Accelerator, Calcium chloride, Compressive strength, Stone dust

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton dikenal dan digunakan sebagai bahan utama dalam konstruksi berbagai infrastruktur seperti pembangunan gedung, jembatan dan berbagai fasilitas lainnya. Penggunaan beton sebagai bahan konstruksi tentunya dengan berbagai keunggulan dari bahan lain. Diantaranya memiliki daya tahan yang tinggi, tahan terhadap perubahan cuaca, dan mudah dibentuk. Untuk menunjang kebutuhan terhadap bahan konstruksi tersebut digunakan beton dengan kualitas yang baik.

Beton dengan kualitas yang baik adalah beton yang mempunyai tingkat porositas yang rendah. Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan volume pori-pori terhadap volume total beton. Semakin besar porositas maka nilai kuat tekan beton semakin kecil begitu pula sebaliknya. Semakin kecil nilai porositas maka nilai kuat tekan beton semakin besar. Untuk memperkecil nilai porositas dapat digunakan partikel yang halus seperti misalnya menggunakan abu batu.

Abu batu merupakan produk samping dari *stone crusher*, sementara produk utama dari *stone crusher* adalah agregat kasar yang sangat berguna untuk pembuatan beton mutu rendah maupun beton mutu tinggi. Abu batu ini tidak terpakai dan menjadi material yang tidak sedikit jumlahnya. Selain itu dengan memanfaatkan limbah abu batu ini diharapkan dapat bermanfaat mengurangi penggunaan agregat halus alami serta mendukung inovasi di bidang konstruksi.

Abu batu mempunyai harga yang lebih murah dan mudah didapat karena setiap perusahaan *stone crusher* pasti memiliki limbah tersebut. Selain itu limbah abu batu secara karakteristik memiliki kemiripan dengan agregat halus alami.

Pemanfaatan abu batu ini perlu diteliti karena secara ekonomis harga pasir makin meningkat dan susah diperoleh serta pengaruh yang buruk terhadap lingkungan akibat penambangan pasir tersebut.

Disamping itu dalam dunia konstruksi tuntutan *progress* pelaksanaan proyek seringkali memaksa beton mencapai performa optimal lebih cepat dari waktu normal yang dibutuhkan beton untuk mencapai kuat tekan optimal. Untuk mempercepat beton mencapai kuat tekan optimal maka digunakan bahan tambah (*admixture*).

Menurut spesifikasi bahan tambahan untuk beton, SK SNI S-18-1990-03, bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Fungsi dari bahan tambah tersebut adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, ekonomis, atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi. Bahan tambah pemercepat ditambahkan ke dalam campuran beton untuk mengurangi waktu pengeringan dan mempercepat pencapaian kekuatan (Nawy EG, 1990).

Menurut Triaswati M.N dkk (2019), dalam penelitiannya menggunakan abu batu sebagai pengganti agregat halus dengan kadar 20 % dan 30 % terhadap berat agregat halus alami dan penggunaan zat *additive* tipe D sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton uji. Dalam penelitian tersebut pengujian benda uji dilakukan pada 14 dan 28 hari tersebut diperoleh peningkatan kuat tekan beton pada kadar abu batu 20 % sebesar 13 % menjadi 31,33 Mpa pada umur 28 hari. Sedangkan untuk kadar abu batu 30 % sebesar 25 % menjadi 34 Mpa pada umur 28 hari.

Selain penggunaan tipe D sebagai bahan tambah terdapat pula accelerator tipe C (*accelerator*). *Accelerator* (zat *additive* tipe C) berfungsi untuk mempercepat pengerasan dan mempercepat peningkatan kekuatan beton. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pemercepat pengerasan beton adalah kalsium klorida, aluminium klorida, dan bahan kimia yang berintikan karbonat, silikat, aluminium, dan *silico flurides*. Menurut L.J. Murdock dan K.M. Brook (1986), dalam pemilihan dan pemakaian bahan kimia tersebut perlu diperhatikan masalah yang dapat mempengaruhi kekuatan beton, misalnya korosi pada tulangan di dalam beton, ketahanan terhadap agresi sulfat dan sifat sensitif pada komposisi kimia dari semen. Tipe C ini pernah digunakan dalam penelitian Krisnamurti (2008),

digunakan untuk memodifikasi beton tanpa menggunakan bahan tambah lain, misalnya abu batu.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh substitusi agregat halus dengan abu batu pada beton berakselerator tipe C, ditinjau dari akselerasi pengembangan kekuatannya?
2. Berapakah kadar optimum abu batu yang digunakan sebagai substitusi agregat halus pada beton berakselerator tipe C?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Dari rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh substitusi agregat halus dengan abu batu pada beton berakselerator tipe C terhadap pengembangan kekuatan beton.
2. Untuk mengetahui kadar optimum abu batu yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir untuk memperoleh kuat tekan beton yang direncanakan pada beton berakselerator tipe C.
3. Untuk mengetahui apakah kuat tekan beton dari substitusi pasir menggunakan abu batu pada beton berakselerator tipe C mampu menyamai kuat tekan beton dengan campuran normal.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Dapat memberikan informasi tentang pengaruh substitusi agregat halus dengan abu batu pada beton berakselerator tipe C terhadap pengembangan kekuatan beton.
2. Dapat menentukan kadar optimum abu batu sebagai substitusi pasir yang dapat digunakan untuk memperoleh kuat tekan beton yang direncanakan.

3. Dapat memanfaatkan abu batu sebagai substitusi agregat halus sehingga mengurangi penggunaan pasir sebagai agregat halus.

### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian atau ruang lingkup penelitian ini dibatasi antara lain :

1. Abu batu yang berasal dari daerah Kecamatan Tempel, Kabupaten Sleman, Provinsi Yogyakarta dengan diameter maksimum 4,8 mm.
2. Semen yang digunakan merek Semen Gresik Tipe I.
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari Gunung Merapi dengan diameter maksimum 4,8 mm.
4. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dari Gunung Merapi.
5. Desain mutu beton sebesar ( $f'c$ ) = 25 MPa.
6. Variasi kadar abu batu yang digunakan sebagai pengganti agregat halus sebesar 0 %, 12,5 %, 25 %, 50 %, dan 100 % terhadap total berat agregat halus yang direncanakan dalam *mix design*.
7. Bahan tambah yang digunakan adalah kalsium klorida sebesar 2 % dari berat semen.
8. Kalsium klorida yang digunakan berbentuk bubuk dan diperoleh dari toko bahan kimia Alfa Media Pratama.
9. Perancangan campuran beton menggunakan SNI 03-2834-2000
10. Air yang digunakan dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia.
11. Pengujian kuat tekan, dan modulus elastisitas menggunakan benda uji silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
12. Pengujian beton dilakukan setelah beton mencapai umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
13. Pengujian kuat tekan beton menggunakan metode yang sesuai dengan SNI-03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

15. Pengujian modulus elastisitas beton yang sesuai SNI-03-4169-1996 tentang Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton dengan Kompresor Ekstensometer.
16. Jumlah benda uji setiap variasi campuran masing-masing pengujian adalah 5 buah sehingga total benda uji sebanyak 90 buah.



## BAB II STUDI PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Slamet Widodo dkk (2003), dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Produksi *Self-Compacting Concrete*” bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik dilakukan dengan menambahkan *filler* berupa abu batu dan sika viscocrete-5. Persentase abu batu yang digunakan sebagai *filler* sebesar 0%, 12,5%, 25%, 37,5%. Hasil penelitian tersebut dari 4 kadar abu batu yang dilakukan sebagai bahan pembuatan beton untuk persentase 0% abu batu kuat tekan yang diperoleh adalah 49,54 Mpa dan kuat tarik sebesar 5,51 Mpa, persentase abu batu 12,5% kuat tekan yang diperoleh adalah 50,12 Mpa dan kuat tarik sebesar 5,39 Mpa, persentase abu batu 25% kuat tekan yang diperoleh adalah 51,27 Mpa dan kuat tarik sebesar 5,1 Mpa, dan persentase abu batu 37,5% kuat tekan yang diperoleh adalah 45,2 Mpa dan kuat tarik sebesar 4,91 Mpa. Penggunaan abu batu terhadap kuat tekan beton *self compacting concrete* mampu meningkatkan kuat tekan beton dengan kadar optimum abu batu yang ditambahkan sebagai *filler* sebesar 25%.

Krisnamurti (2008) dalam penelitiannya berjudul “Pengaruh Penambahan *Accelerator* terhadap Kuat Tekan Beton Normal” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar *accelerator* megaset sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 3,5%, 5,5%, 6%, dan 7%. Pengujian dilakukan saat beton mencapai umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh hubungan antara persentase kandungan *accelerator* dengan kuat tekan rata-rata. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil peningkatan kuat tekan beton seiring penambahan kadar *accelerator* dari 1% hingga 3,5% kemudian terjadi penurunan kuat tekan saat kadar *accelerator* di atas 3,5%. Pengaruh penambahan *accelerator* tipe C (megaset) tidak terlalu mempengaruhi nilai kuat tekan beton apabila pengujian dilaksanakan pada usia beton 3 hari dan 7 hari namun efek dari

penambahan *accelerator* terlihat saat benda uji telah mencapai usia 14 hari dan 28 hari dengan kuat tekan beton sebesar 26 Mpa dan 27 Mpa.

Triaswati M.N. dkk (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Penggunaan Abu Batu untuk Mengurangi Agregat Pasir Alami pada Campuran Beton dengan Penambahan *Additive Type D*” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu batu dengan kadar 20% dan 30% terhadap berat pasir alami pada campuran beton dengan penambahan zat *additive* tipe D serta memberikan inovasi sebagai bahan tambah material konstruksi yang baik, penelitian ini menganalisis 6 kombinasi komposisi tipe semen dengan persentase abu batu dan menggunakan 3 mutu yang berbeda yaitu menggunakan mutu beton sebesar  $f'c = 20$  Mpa,  $f'c = 25$  Mpa, dan  $f'c = 40$  Mpa. Pengujian dilakukan pada tiap komposisi saat beton umur 14 dan 28 hari. Dari kedua percobaan tersebut diperoleh hasil saat menggunakan  $f'c = 20$  Mpa dengan menggunakan kadar abu batu 20% lebih tinggi daripada kuat tekan beton dengan kadar abu batu sebesar 30%. Kuat tekan beton untuk abu batu 20% sebesar 27,74 Mpa sedangkan untuk abu batu 30% sebesar 25,5 Mpa pada umur beton 28 hari. Percobaan kedua menggunakan mutu beton  $f'c = 25$  Mpa diperoleh kadar abu batu 20% lebih rendah daripada kuat tekan beton dengan kadar abu batu sebesar 30%. Kuat tekan beton untuk abu batu 20% sebesar 31,33 Mpa sedangkan untuk abu batu 30% sebesar 34 Mpa pada umur beton 28 hari. Percobaan ketiga menggunakan mutu beton  $f'c = 40$  Mpa diperoleh kadar abu batu 20 % lebih tinggi daripada kuat tekan beton dengan kadar abu batu sebesar 30%. Kuat tekan beton untuk abu batu 20% sebesar 47,4 Mpa sedangkan untuk abu batu 30 % sebesar 37 Mpa pada umur beton 28 hari.

Bayu Zamzam N. dkk (2020), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Agregat Abu Batu Sebagai Pengganti Agregat Halus Alami Terhadap Sifat-Sifat Beton” bertujuan untuk mengetahui mutu beton yang dihasilkan dari abu batu yang digunakan sebagai pengganti dari berat agregat halus. Persentase abu batu yang digunakan terhadap berat pasir sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa beton dengan substitusi 25% abu batu mengalami kenaikan kekuatan 0,70% dari kekuatan beton normal, untuk 50% abu batu mengalami kenaikan kekuatan 0,46% dari kekuatan beton normal, dan 75%



abu batu mengalami kenaikan kekuatan 0,42% dari kekuatan beton normal tapi persentase cenderung menurun dibandingkan dengan yang dicapai oleh substitusi 25%, 50%, dan 100% abu batu menghasilkan 10.915 MPa yang hampir sama nilainya dengan kekuatan beton normal sebesar 10.68 MPa.

## 2.2 Perbandingan Penelitian

Penelitian yang dilakukan saat ini memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya. Perbandingan penelitian dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.



**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian Sekarang**

No.	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	Slamet Widodo dkk (2003)	Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Produksi <i>Self Compacting Concrete</i>	Bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik beton dilakukan dengan menambahkan abu batu sebagai <i>filler</i> dalam beton <i>self compacting concrete</i> .	<i>Mix design</i> menggunakan metode SNI 03-3449-2002, benda uji berupa silinder dengan <i>filler</i> abu batu dengan persentase abu batu yang digunakan sebesar 0%, 12,5%, 25%, dan 37,5% dari berat semen yang digunakan. Pengujian dilakukan setelah umur beton 56 hari dan masing- masing kadar dibuat 3 benda uji	Penggunaan abu batu sebagai <i>filler</i> dalam produksi <i>self compacting concrete</i> dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 3,5% pada penambahan abu batu 25%.
2	Krisnamurti (2008)	Pengaruh Penambahan <i>Accelerator</i> terhadap Kuat Tekan Beton Normal	bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar	<i>Mix design</i> menggunakan metode SNI 7656-2012, benda uji berupa silinder, variasi <i>accelerator</i> megaset sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 3,5%, 5,5%, 6%, dan 7%	Dari penelitian tersebut diperoleh hasil peningkatan kuat tekan beton seiring penambahan kadar <i>accelerator</i> dari 1% hingga 3,5% kemudian terjadi penurunan kuat tekan saat kadar <i>accelerator</i> di atas 3,5%

Lanjutan Tabel 2.1

No.	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
3	Triaswati M.N. dkk (2019)	Penggunaan Abu Batu untuk Mengurangi Agregat Pasir Alami pada Campuran Beton dengan Penambahan Zat <i>Additive Type D</i>	Bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu batu dengan kadar 20% dan 30% terhadap berat pasir alami pada campuran beton dengan penambahan zat <i>additive</i> tipe D	Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan 3 mutu yang berbeda yaitu menggunakan mutu beton sebesar $f'c = 20$ Mpa, $f'c = 25$ Mpa, dan $f'c = 40$ Mpa. Perencanaan <i>mix design</i> menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dengan kadar substitusi 20% dan 30% terhadap berat agregat halus yang digunakan. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur beton 7, 14, dan 28 hari.	Penggunaan abu batu untuk mengurangi agregat halus pada beton dengan penambahan zat <i>additive type D</i> pada kadar 20% dan 30% mampu melebihi kuat tekan yang direncanakan dengan persentase kenaikan kuat tekan sebesar 18% dari kuat tekan rencana.
4	Bayu Zamzam N. dkk (2020)	Pengaruh Penggunaan Agregat Abu Batu Sebagai Pengganti Agregat Halus Alami Terhadap Sifat-Sifat beton	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat -sifat beton dengan substitusi agregat halus menggunakan abu batu.	<i>Mix design</i> menggunakan metode SNI 7656-2012, benda uji berupa silinder dengan kadar substitusi 25%, 50%, 75%, 100% terhadap agregat halus	Penggunaan abu batu sebagai substitusi agregat halus sebesar 25% dan 50% mengalami kenaikan 0,70% dan 0,46% dari kuat tekan beton normal

Lanjutan Tabel 2.1

No.	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
5	Penelitian yang dilakukan sekarang Yuma Diwa (2022)	Pengaruh Substitusi Agregat Halus Menggunakan Limbah <i>Stone Crusher</i> (Abu Batu) Pada Karakteristik Beton Berakselerator Kalsium Klorida	Bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan penabahan bahan tambah tipe C sebesar 2% dari berat semen.	<i>Mix design</i> menggunakan metode SNI 03-2834-2000, benda uji berupa silinder substitusi abu batu sebesar 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% terhadap berat agregat halus alami, pengujian dilakukan setelah umur 7, 14, dan 28 hari.	Substitusi agregat halus berbahan tambah kalsium klorida 2% pada kadar abu batu 50% mengalami peningkatan kekuatan 18,159% saat umur beton 7 hari, 0,690% saat umur beton 14 hari terhadap beton normal.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian berjudul Pengaruh Substitusi Agregat Halus Menggunakan Limbah *Stone Crusher* (abu batu) pada Karakteristik Beton Berakselerator Kalsium Klorida belum pernah dilakukan sebelumnya. Adapun penelitian mengenai abu batu yang sudah menjadi topik oleh peneliti-peneliti terdahulu mengenai abu batu hanya sebatas kuat tekan beton menggunakan abu batu saja.

Pada penelitian ini dilakukan dengan pembuatan beton dengan cara mensubstitusi agregat halus alami yaitu pasir dengan abu batu dengan variasi kadar abu batu 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% terhadap berat agregat halus yang dibutuhkan dalam pembuatan beton ditambah menggunakan bahan tambah Tipe C yaitu kalsium klorida sebesar 2% dari berat semen yang digunakan. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton setelah berumur 14 hari dan 28 hari dengan tujuan mengetahui pengaruh dari abu batu dengan variasi kadar abu batu 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% serta pengaruh dari bahan tambah Tipe C yaitu kalsium klorida.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Beton**

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

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

1. Kelebihan
  - a. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat.
  - b. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan, dan pembusukan oleh kondisi lingkungan sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.
  - c. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan. Untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan, dan sebagainya.
  - d. Pengerjaan atau *workability* mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

## 2. Kekurangan

- a. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan pembuatannya bermacam-macam.
- b. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya. Misalnya dengan memberikan baja tulangan dan serat baja agar memiliki kuat tarik yang tinggi.
- c. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatan sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula.

### 3.2 Bahan Penyusun Beton

Beton secara garis besar terdiri dari beberapa bahan penyusun yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air.

#### 3.2.1 Semen *Portland*

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Hidrolis berarti sangat senang bereaksi dengan air. Senyawa yang bersifat hidrolis akan bereaksi dengan air secara cepat. Semen *portland* bersifat hidrolis karena di dalamnya terkandung kalsium silikat ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) dan kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) yang bersifat hidrolis dan sangat cepat bereaksi dengan air. Reaksi semen dengan air berlangsung secara *irreversible* artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi seperti kondisi semula. Semen *portland* menurut SK-SNI T -15-1990-03 terbagi menjadi lima jenis yaitu sebagai berikut.

1. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*) yaitu semen *portland* merupakan jenis semen yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat luas dan dapat digunakan untuk seluruh aplikasi yang tidak membutuhkan persyaratan khusus.
2. Tipe II (*Moderate Sulfat Resistance*) merupakan semen dengan panas hidrasi sedang atau di bawah semen *portland* tipe I serta tahan terhadap sulfat. Semen ini cocok digunakan untuk daerah yang memiliki cuaca dengan suhu yang cukup tinggi serta pada struktur drainase. Semen *portland* tipe II ini disarankan dipakai pada bangunan seperti bendungan dan dermaga.
3. Tipe III (*High Early Strength Portland Cement*) yaitu semen *portland* yang memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton.
4. Tipe IV (*Low Heat Of Hydration*) yaitu semen *portland* dengan panas hidrasi rendah. Semen ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan suhu harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat ketimbang *portland* tipe I.
5. Tipe V (*Sulfat Resistance Cement*) yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

### 3.2.2 Agregat Halus

Menurut SNI 03-1970-2008, yang disebut agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan industri pecah batu dan mempunyai ukuran butir. Sebelum melakukan pembuatan beton, agregat halus dilakukan pengujian terlebih dahulu. Persyaratan gradasi agregat halus/pasir dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Gradasi Agregat Halus/Pasir**

Lubang Ayakan(mm)	Persentase 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



Lanjutan Tabel 3.1

Lubang Ayakan(mm)	Persentase Butir Agregat yang Lolos Agregat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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, dan  
 Daerah IV = pasir halus.

Agregat halus yang akan digunakan baik pasir maupun abu batu harus dilakukan pemeriksaan kondisi agregat. Berikut adalah jenis-jenis pemeriksaan agregat halus.

#### 1. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan berat jenis untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh permukaan (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dalam agregat halus. Menurut SNI 03-1970-2008, pengujian berat jenis dan pengujian penyerapan air agregat halus dilakukan terlebih dahulu dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{B_k}{B+500-B_t} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{500}{B+500-B_t} \quad (3.2)$$

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

$$\text{Penyerapan air} = \frac{500-B_t}{B_k} \times 100\% \quad (3.4)$$

keterangan:

- Bk : berat benda uji kering oven (gram),  
 B : berat piknometer berisi air (gram), dan  
 Bt : berat piknometer berisi benda uji dan air (gram).

## 2. Pemeriksaan modulus halus butiran

Modulus halus butiran adalah indeks yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Nilai modulus halus butiran yang semakin besar menandakan bahwa butir-butir agregatnya semakin besar. Secara umum, pasir memiliki nilai modulus halus butiran sebesar 1,5-3,8. Selain digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan agregat, modulus halus butiran juga digunakan untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil ketika akan membuat campuran beton. Menurut SNI 03-1968-1990, pengujian modulus halus atau saringan agregat halus dilakukan dengan cara sebagai berikut.

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

## 3. Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan untuk menentukan persentase kandungan lumpur yang ada di dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Syarat yang diperbolehkan berdasarkan PUBLI di Indonesia 1982 adalah berat bagian yang lolos ayakan No. 200 untuk pasir maksimal 5%. Menurut SNI 03-4142-1996, pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (3.6)$$

keterangan:

- W1 : berat kering sebelum dicuci (gram) dan  
 W2 : berat kering setelah dicuci (gram).

### 3.2.3 Agregat Kasar

Menurut SNI 03-1969-2008 yang disebut sebagai agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm sampai 40 mm.

Sebelum melakukan pembuatan beton, agregat kasar dilakukan pengujian terlebih dahulu. Persyaratan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2 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

Agregat halus yang akan digunakan baik pasir maupun abu batu harus dilakukan pemeriksaan kondisi agregat. Berikut adalah jenis-jenis pemeriksaan agregat halus.

a. Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan berat jenis untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh permukaan (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dalam agregat halus. Menurut SNI 03-1970-2008, pengujian berat jenis dan pengujian penyerapan air agregat halus dilakukan terlebih dahulu dengan cara sebagai berikut.

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

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

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (3.10)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (3.11)$$

keterangan:

$B_k$  : berat kerikil kering oven (gram),

$B_j$  : berat kerikil jenuh kering permukaan (gram), dan

$B_a$  : berat kerikil dalam air (gram).

b. Pemeriksaan modulus halus butiran

Modulus halus butiran adalah indeks yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Nilai modulus halus butiran yang semakin besar menandakan bahwa butir-butir agregatnya semakin besar. Secara umum, pasir memiliki nilai modulus halus butiran sebesar 1,5-3,8. Selain digunakan untuk ukuran kehalusan agregat, modulus halus butiran juga digunakan untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil ketika akan membuat campuran beton. Menurut SNI 03-1968-1990, pengujian modulus halus atau saringan agregat halus dilakukan dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Modulus halus butiran} = \frac{\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \quad (3.10)$$

c. Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan untuk menentukan persentase kandungan lumpur yang ada di dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Syarat yang diperbolehkan berdasarkan PUBI di Indonesia 1982 adalah berat bagian yang lolos ayakan No. 200 untuk pasir maksimal 5%. Menurut SNI 03-4142-1996, pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W}{W_1} \times 100\% \quad (3.11)$$

keterangan:

W1 : berat kering sebelum dicuci (gram) dan

W2 : berat kering setelah dicuci (gram).

### 3.2.4 Air

Menurut Nawy EG (1990), air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk pelumas campuran agar mudah pengerjaannya. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang

berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kekuatannya dan dapat mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), hal-hal yang perlu diperhatikan pada air yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton meliputi kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, kandungan garam-garam yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung klorida lebih dari 0.5 gr/lt, serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum air dinyatakan memenuhi syarat sebagai bahan pencampur beton apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling.

Menurut SNI 03-6961.1-2002 persyaratan air untuk pencampuran beton adalah sebagai berikut.

1. Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik, dan lain-lain).
4. Kandungan klorida (Cl) < 0,50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO<sub>3</sub>.
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Khusus untuk beton pratekan kecuali syarat-syarat di atas air mengandung klorida lebih dari 0,05 gram/liter.

### **3.3 Abu Batu**

Menurut Widodo (2003), dalam penelitiannya abu batu merupakan hasil sampingan dari produksi batu pecah. Abu batu merupakan abu yang mengandung banyak silika, alumina, senyawa alkali, besi, dan kapur walaupun dalam kadar yang rendah. Penggunaan abu batu sebagai penggantian sebagian agregat halus dalam

campuran adukan beton juga dapat meningkatkan kuat tekan beton. Hal ini dapat terjadi mengingat ukuran abu batu yang lebih kecil lolos ayakan No. 200 dapat mengisi rongga pada adukan beton. Sehingga rongga yang ada pada beton diisi oleh abu batu dan memperkecil nilai porositas beton serta kekuatan beton yang meningkat.

Selain itu abu batu berwarna abu-abu yang terdiri dari butiran yang kasar. Kelebihan dari abu batu adalah dapat digunakan sebagai filler karena ukuran butirnya yang lebih kecil selain itu karena teksturnya kasar sehingga dapat membuat ikatan yang kuat.

### 3.4 Bahan Tambah

Menurut Tjokrodimuljo (1996), bahan tambah yaitu bahan selain unsur pokok pada beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi-fungsi bahan tambah antara lain mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan, dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang berakibat memperburuk sifat beton.

Bahan tambah berdasarkan penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu *admixtures* dan *additives*. *Admixtures* adalah semua bahan penyusun beton selain air, semen hidrolik, dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera atau selama proses pencampuran adukan di dalam *batching*, untuk merubah sifat beton baik dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Definisi *additive* lebih mengarah pada semua bahan yang ditambahkan dan digiling bersamaan pada saat proses produksi semen (Taylor, 1997).

Menurut Tjokrodimuljo (1996), salah satu bahan tambah *chemical admixtures* merupakan bahan tambah bersifat kimiawi yang dicampurkan pada adukan beton dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang berbeda pada beton

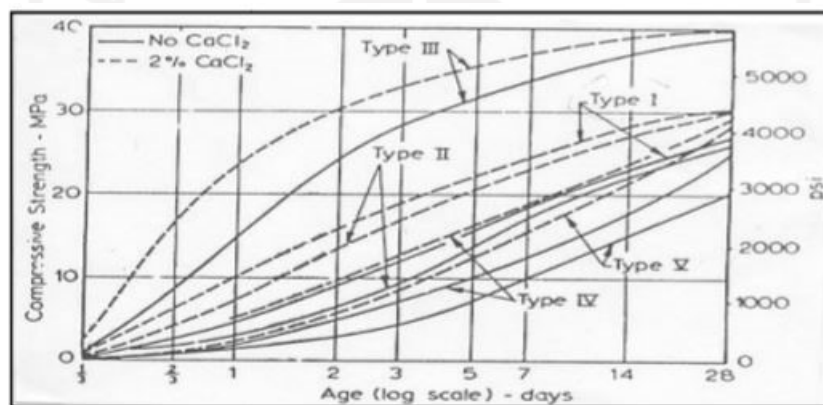
dalam keadaan segar maupun setelah mengeras misalnya sifat pengerjaannya yang lebih mudah dan waktu pengikatan yang lebih lambat atau lebih cepat.

Ketentuan dan syarat mutu bahan tambah admixture sesuai dengan ASTM C 494-81 “*Standard Specification For Chemical Admixture For Concrete*”. Definisi tipe dan jenis bahan tambah kimia tersebut dapat diterangkan sebagai berikut.

1. Tipe A (*Water Reducing Admixture*). Adalah bahan tambah yang bersifat mengurangi jumlah air pencampuran beton untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu.
2. Tipe B (*Retarding Admixture*). Adalah bahan tambahan yang berfungsi yang menghambat pengikatan beton.
3. Tipe C (*Accelerating Admixture*). Adalah bahan tambahan berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Tipe D (*Water Reducing And Retarding Admixture*). Adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan beton.
5. Tipe E (*Water Reducing And Accelerating Admixture*). Adalah bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton.
6. Tipe F (*Water Reducing And High Range Admixture*). Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12%.
7. Tipe G (*Water Reducing, High Range and Retarding Admixture*). Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12% atau lebih dan juga menghambat pengikatan beton.

### 3.5 Kalsium Klorida

Menurut A. M. Neville (1981), kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) biasanya ditambahkan dengan Hardening Portland Cement biasanya peningkatan kekuatan dapat mencapai 7 MPa dalam 1 hari. Hal ini jika dibandingkan dengan campuran  $\text{CaCl}_2$  dengan *Ordinary Portland Cement* (tipe 1) peningkatan kekuatan 7 Mpa dapat dicapai dalam waktu 3-7 hari. Pengaruh penggunaan akselerator dengan dosis 2% terhadap kuat tekan beton untuk berbagai tipe semen ditunjukkan oleh gambar 3.1 sebagai berikut.

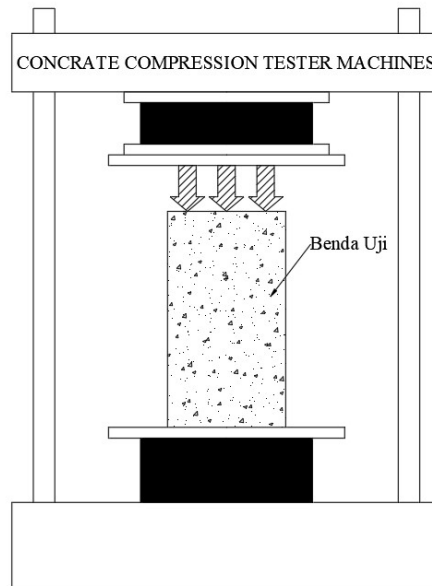


**Gambar 3.1 Sketsa Pengaruh CaCl Dosis 2 % terhadap Kuat Tekan Beton**  
(sumber : A.M. Neville, 1981)

### 3.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton akan hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan beton (SNI 03-1974-2011). Pada umumnya, beton memiliki kuat tekan tinggi tetapi memiliki kuat tarik belah yang rendah. Berikut sketsa pengujian kuat tekan beton.





**Gambar 3.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton**

Adapun cara untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-2011 dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \quad (3.12)$$

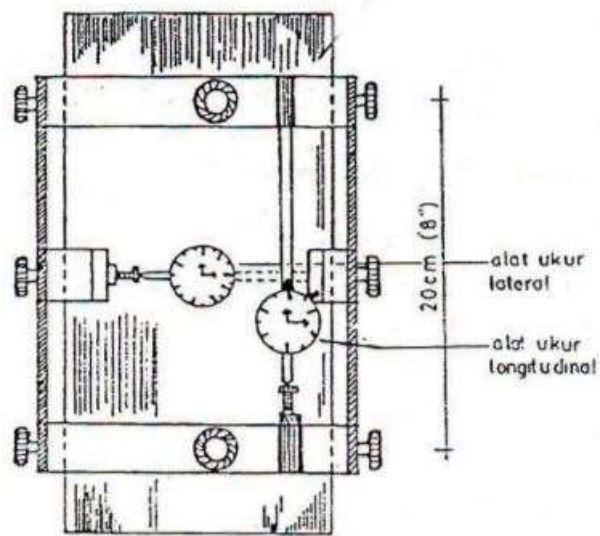
keterangan:

P : beban maksimum (N) dan

A : luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>).

### 3.7 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton merupakan nilai tegangan dibagi regangan beton dalam kondisi elastis, dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum (SNI 03-4169-1996). Modulus elastisitas diuji menggunakan alat kompresometer, yaitu alat pengukur deformasi longitudinal dari benda uji yang terdiri dari dua buah elemen lingkaran, batang pengunci, batang indikator, dan alat ukur (*dial gauge*). Untuk lebih jelasnya berikut adalah gambar benda uji dan alat kompresometer.



**Gambar 3.3 Sketsa Pengujian Modulus Elastisitas Beton**  
 (sumber : Buku Panduan Praktikum Laboratorium TBK UII 2018)

Adapun cara untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas beton berdasarkan SNI 03-4169-1996 dengan menggunakan persamaan berikut.

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0,00005} \quad (3.13)$$

keterangan:

$E_c$  : 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), dan

$\varepsilon_2$  : regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat  $S_2$ .

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian berhubungan dengan cara memperoleh data kemudian diolah sehingga mencapai tujuan dari penelitian yang dilakukan. Berdasar permasalahan yang dijadikan penelitian ini maka jenis penelitian yang dilakukan adalah percobaan atau eksperimen.

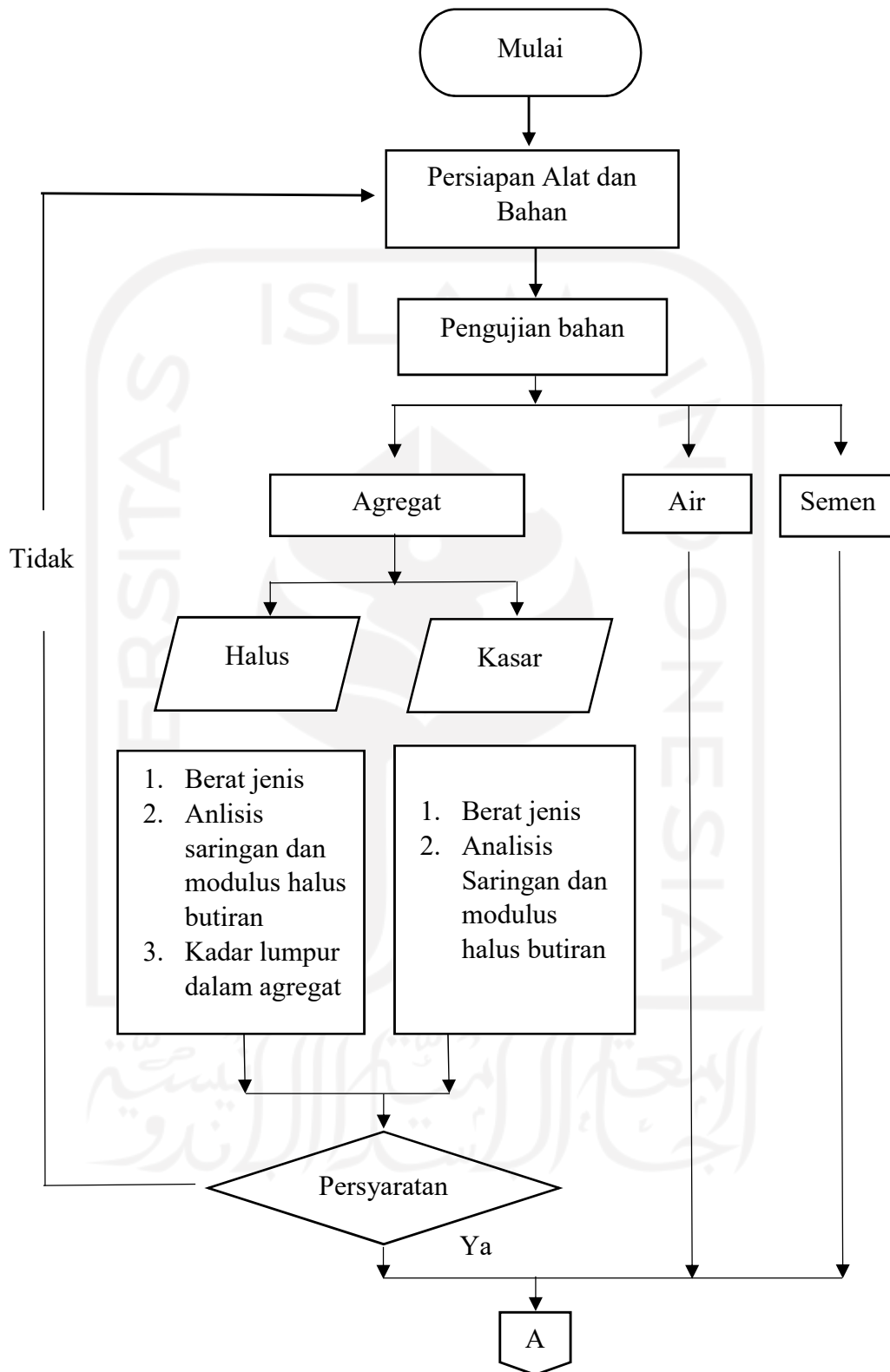
### **4.2 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut

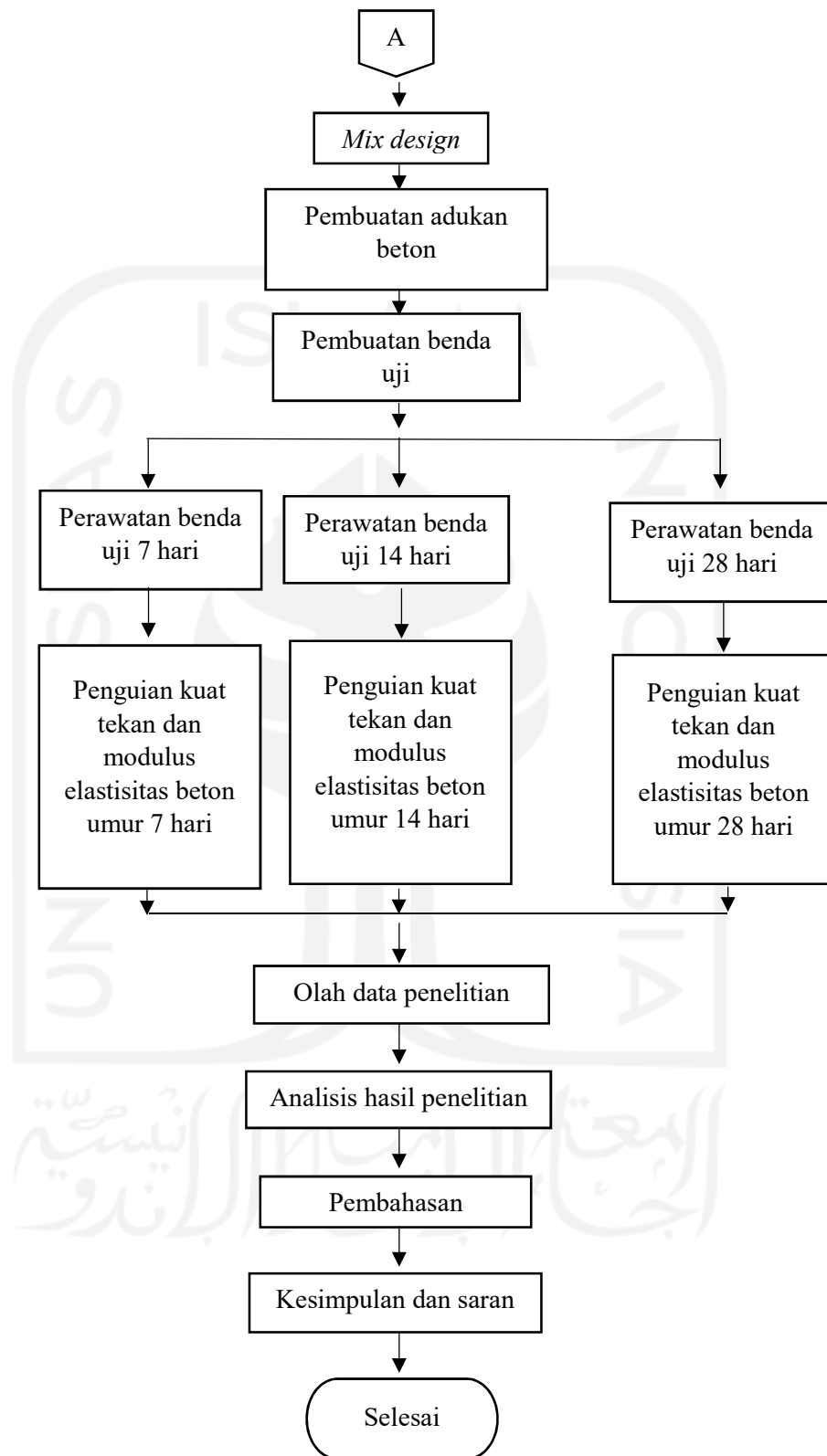
1. Variabel bebas, meliputi kadar penambahan abu batu (0 %, 12,5 %, 25 %, 50 %, dan 100 %).
2. Variabel tetap, dimensi dan bentuk benda uji, kuat tekan rencana, kadar kalsium klorida, ukuran butir agregat, tipe semen, dan cara perawatan benda uji.
3. Variabel terikat, meliputi kuat tekan beton dan modulus elastisitas beton.

### **4.3 Bagan Alir Penelitian**

Tahapan penelitian beton dengan variasi kadar abu batu ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk diagram alir penelitian pada Gambar 4.1 berikut ini.



**Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian**



Lanjutan Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

#### 4.4 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Gambar diagram bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4.

##### 4.4.1 Persiapan Bahan

Bahan dalam pembuatan beton yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen *portland* merek Semen Gresik Tipe I,
2. Agregat halus dari Gunung Merapi dengan diameter maksimum 4,8 mm,
3. Abu batu dari perusahaan pemecah batu yang berasal dari Gunung Merapi dengan diameter maksimum 4,8 mm,
4. Agregat kasar dari Gunung Merapi,
5. Kalsium Klorida, dan
6. Air dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia.

Pada tahap persiapan bahan ini dilakukan juga penyaringan abu batu sehingga diperoleh ukuran yang direncanakan, yaitu agregat yang lolos saringan 4,8 mm. Abu batu yang akan digunakan juga dilakukan penyaringan pada saringan yang sama dengan yang digunakan pada agregat halus.

Agregat halus, abu batu, dan batu pecah (kerikil) yang jumlahnya telah sesuai rencana selanjutnya dilakukan pencucian agregat supaya bersih dari lumpur dan membuat agregat dalam kondisi jenuh kering muka *saturated surface dry* (SSD) dengan cara membiarkan agregat terhampar dan terkena udara.

##### 4.4.2 Peralatan

Untuk menunjang pelaksanaan penelitian peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

**Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji**

No	Nama Alat	Fungsi
1	Alat tulis	Menulis, mencatat, dan menandai benda uji.
2	Saringan agregat halus	Mengayak agregat halus.
3	Saringan agregat kasar	Mengayak agregat kasar.
4	Cetakan silinder	Mencetak benda uji silinder beton.
5	Ember	Menampung agregat halus maupun kasar serta air.
6	Palu karet	Memadatkan adukan beton pada cetakan silinder.
7	Kerucut abrams	Pengujian <i>slump test</i> .
8	Gerobak dorong	Alat bantu mengangkut material.
9	Cetok (sendok semen)	Memasukan dan meratakan campuran beton saat dimasukan ke dalam cetakan.
10	Sekop	Mengaduk dan memasukan adonan beton ke dalam cetakan.
11	<i>Mixer</i> beton	Mengaduk campuran beton.
12	Timbangan	Menimbang material dan benda uji.
13	Penggaris / meteran	Mengukur tinggi dalam pengujian <i>slump test</i> .
14	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji.
15	Oven	Mengeringkan bahan material.
16	Cetakan <i>capping</i>	<i>Capping</i> benda uji.
17	<i>Compressing Test Machine (CTM)</i>	Menguji kuat tekan beton benda uji.
18	<i>Dialgauge</i>	Membaca regangan beton.

#### 4.4.3 Pemeriksaan Agregat Halus Pasir

Pemeriksaan agregat halus (pasir) dari Gunung Merapi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi sebagai berikut:

##### 1. Pemeriksaan berat jenis agregat halus

Pemeriksaan berat jenis pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh permukaan (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dalam agregat halus. Adapun prosedur pelaksanaan pemeriksaan berat jenis agregat halus adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan agregat halus dan mengeringkan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ \text{C}$ .

- b. Mendinginkan agregat halus pada suhu ruangan, kemudian direndam dalam air selama 24 jam.
  - c. Membuang air perendaman dengan hati-hati, jangan ada butiran yang terbang. Menebarkan agregat halus di atas talam dan dikeringkan di udara panas dengan cara membalik-balikannya hingga agregat dalam keadaan kering jenuh permukaan (SSD).
  - d. Memeriksa keadaan kering permukaan jenuh dengan memasukkan agregat halus ke dalam kerucut terpancung, kemudian dipadatkan dengan ditumbuk sebanyak 25 kali. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai apabila kerucut diangkat, benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
  - e. Apabila pasir dalam keadaan SSD, mengambil sampel sebanyak 500 gram dan memasukkannya ke dalam piknometer, memasukkan air suling sampai 90% isi piknometer, kemudian piknometer diputar sambil diguncangkan sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
  - f. Merendam piknometer untuk penyesuaian perhitungan terhadap suhu air standar 25° C.
  - g. Menambahkan air pada piknometer sampai mencapai tanda batas.
  - h. Menimbang piknometer berisi air dan benda uji (agregat halus) dilambangkan dengan BT.
  - i. Mengeluarkan benda uji dan dikeringkan dalam oven.
  - j. Mendinginkan benda uji dan menimbang (BK).
  - k. Menimbang berat piknometer penuh berisi air (B).
  - l. Rumus berat jenis dapat dilihat pada Rumus 3.1.
2. Analisis saringan dan modulus halus butiran
- Analisis saringan dilakukan untuk penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan, kemudian angka-angka persentase tersebut digambarkan pada grafik pembagian butiran. Modulus halus butiran adalah indeks yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Nilai modulus halus butiran yang semakin besar menandakan bahwa semakin besar butir-butir agregatnya. Secara umum, pasir memiliki nilai modulus halus butiran sebesar 1,5-3,8. Modulus halus butiran digunakan selain



untuk menjadi ukuran kehalusan butir, juga digunakan untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil ketika akan membuat campuran beton. Rumus perhitungan modulus halus butiran dapat dilihat pada Rumus 3.5. Adapun prosedur pelaksanaan analisis saringan agregat halus adalah sebagai berikut.

- a. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
  - b. Mendinginkan benda uji pada suhu kamar.
  - c. Menimbang agregat halus kering oven sebanyak 2000 gram.
  - d. Menyusun saringan/ayakan dari ukuran diameter besar dari atas ke bawah, yaitu 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm dan pan.
  - e. Menuangkan sampel uji pada susunan saringan paling atas dan menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang selama 10-15 menit.
  - f. Menimbang masing-masing butiran yang tertahan atau tidak lolos saringan.
3. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat lolos saringan No. 200

Pemeriksaan kadar lumpur ini dilakukan untuk menentukan persentase kandungan lumpur yang ada di dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Syarat yang diperbolehkan berdasarkan PUBI di Indonesia 1982 adalah berat bagian yang lolos ayakan No. 200 untuk pasir maksimal 5%. Adapun prosedur pemeriksaan kadar lumpur adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan agregat halus lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dalam keadaan kering oven sebanyak 500 gram.
- b. Meletakkan benda uji dalam saringan dan mengalirkan air di atasnya.
- c. Menggerakkan benda uji dalam saringan dengan aliran air sehingga bagian yang halus dapat lolos saringan No. 200 dan bagian kasar tertinggal di saringan.
- d. Mengulangi pekerjaan di atas hingga air pencucian tetap jernih.
- e. Mengeringkan benda uji yang tertinggal di saringan ke dalam oven.
- f. Rumus perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada Rumus 3.6.

#### 4.4.4 Pemeriksaan Agregat Halus Abu Batu

Pemeriksaan agregat halus (abu batu) dari Gunung Merapi yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi sebagai berikut:

##### 1. Pemeriksaan berat jenis agregat halus

Pemeriksaan berat jenis pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh permukaan (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dalam agregat halus. Adapun prosedur pelaksanaan pemeriksaan berat jenis agregat halus adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan agregat halus dan mengeringkan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
- b. Mendinginkan agregat halus pada suhu ruangan, kemudian direndam dalam air selama 24 jam.
- c. Membuang air perendaman dengan hati-hati, jangan ada butiran yang terbang. Menebarkan agregat halus di atas talem dan dikeringkan di udara panas dengan cara membalik-balikannya hingga agregat dalam keadaan kering jenuh permukaan (SSD).
- d. Memeriksa keadaan kering permukaan jenuh dengan memasukkan agregat halus ke dalam kerucut terpancung, kemudian dipadatkan dengan ditumbuk sebanyak 25 kali. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai apabila kerucut diangkat, benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- e. Apabila pasir dalam keadaan SSD, mengambil sampel sebanyak 500 gram dan memasukkannya ke dalam piknometer, memasukkan air suling sampai 90% isi piknometer, kemudian piknometer diputar sambil diguncangkan sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
- f. Merendam piknometer untuk penyesuaian perhitungan terhadap suhu air standar  $25^\circ \text{C}$ .
- g. Menambahkan air pada piknometer sampai mencapai tanda batas.
- h. Menimbang piknometer berisi air dan benda uji (agregat halus) dilambangkan dengan BT.
- i. Mengeluarkan benda uji dan dikeringkan dalam oven.
- j. Mendinginkan benda uji dan menimbang (BK).

k. Menimbang berat piknometer penuh berisi air (B).

l. Rumus berat jenis dapat dilihat pada Rumus 3.1.

2. Analisis saringan dan modulus halus butiran

Analisis saringan dilakukan untuk penentuan prosentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan, kemudian angka-angka prosentase tersebut digambarkan pada grafik pembagian butiran. Modulus halus butiran adalah indeks yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Nilai modulus halus butiran yang semakin besar menandakan bahwa semakin besar butir-butir agregatnya. Secara umum, pasir memiliki nilai modulus halus butiran sebesar 1,5-3,8. Modulus halus butiran digunakan selain untuk menjadi ukuran kehalusan butir, juga digunakan untuk mencari nilai perbandingan berat antara pasir dan kerikil ketika akan membuat campuran beton. Rumus perhitungan modulus halus butiran dapat dilihat pada Rumus 3.5. Adapun prosedur pelaksanaan analisis saringan agregat halus adalah sebagai berikut.

a. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .

b. Mendinginkan benda uji pada suhu kamar.

c. Menimbang agregat halus kering oven sebanyak 2000 gram.

d. Menyusun saringan atau ayakan dari ukuran diameter besar dari atas ke bawah, yaitu 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm dan pan.

e. Menuangkan sampel uji pada susunan saringan paling atas dan menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang selama 10-15 menit.

f. Menimbang masing-masing butiran yang tertahan atau tidak lolos saringan.

3. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat lolos saringan No. 200

Pemeriksaan kadar lumpur ini dilakukan untuk menentukan prosentase kandungan lumpur yang ada di dalam pasir sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Syarat yang diperbolehkan berdasarkan PUBI di Indonesia 1982 adalah berat bagian yang lolos ayakan No. 200 untuk pasir maksimal 5%. Adapun prosedur pemeriksaan kadar lumpur adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan agregat halus lolos saringan No.4 (4,75 mm) dalam keadaan kering oven sebanyak 500 gram.
- b. Meletakkan benda uji dalam saringan dan mengalirkan air di atasnya.
- c. Menggerakkan benda uji dalam saringan dengan aliran air sehingga bagian yang halus dapat lolos saringan No. 200 dan bagian kasar tertinggal di saringan.
- d. Mengulangi pekerjaan di atas hingga air pencucian tetap jernih.
- e. Mengeringkan benda uji yang tertinggal di saringan ke dalam oven.
- f. Rumus perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada Rumus 3.6.

#### 4.4.5 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi sebagai berikut:

##### 1. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar

Pemeriksaan berat jenis pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh permukaan (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air dalam agregat halus. Adapun prosedur pelaksanaan pemeriksaan berat jenis agregat kasar adalah sebagai berikut.

- a. Menimbang agregat kasar sebanyak 5000 gram dan mencuci benda uji untuk menghilangkan debu.
- b. Mengeringkan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ \text{C}$ .
- c. Mendinginkan agregat kasar pada suhu ruangan, kemudian direndam dalam air selama 24 jam.
- d. Mengeluarkan benda uji dari air dan mengeringkan dengan kain penyerap sampai salapur air pada permukaan hilang sehingga agregat dalam keadaan kering jenuh permukaan (SSD).
- e. Menimbang benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh/SSD (Bj).
- f. Meletakkan benda uji dalam keranjang air, menggoncangkan batunya supaya udara yang terperangkap ke luar, kemudian mengukur beratnya di dalam air (Ba).

- g. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ , kemudian menimbang benda uji (Bk).
  - h. Rumus berat jenis dapat dilihat pada Rumus 3.7.
2. Analisis saringan dan modulus halus butiran
- Analisis saringan pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan variasi modulus halus butiran agregat kasar. Adapun prosedur pelaksanaan analisis saringan agregat kasar adalah sebagai berikut.
- a. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
  - b. Mendinginkan benda uji pada suhu kamar.
  - c. Menimbang agregat kasar kering oven sebanyak 5000 gram.
  - d. Menyusun saringan atau ayakan dari ukuran diameter besar dari atas ke bawah yaitu 38 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, dan pan.
  - e. Menuangkan sampel uji pada susunan saringan paling atas dan menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang selama 10-15 menit.
  - f. Menimbang masing-masing butiran yang tertahan atau tidak lolos saringan.

#### 4.4.6 Prosedur Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Penelitian ini menggunakan perencanaan campuran beton (*mix design*) dengan metode SNI 03-2834-2000. Adapun perhitungan perencanaan campuran adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan yang disyaratkan  $f'_c$
2. Menentukan jenis semen yang digunakan
3. Menentukan ukuran butiran agregat maksimum yang digunakan
4. Menentukan tinggi slump
5. Menentukan gradasi susunan butiran agregat halus
6. Menentukan kondisi beton
7. Menentukan jenis susunan agregat kasar
8. Menentukan nilai deviasi standar
9. Menentukan nilai tambah
10. Menentukan kuat beton rata-rata ( $f'_{cr}$ )

11. Menentukan jenis agregat yang digunakan
  - a. Agregat halus (pasir)
  - b. Agregat halus (abu batu)
  - c. Agregat kasar (kerikil)
12. Menentukan faktor air semen (fas)
13. Menentukan nilai kadar air bebas
14. Menentukan jumlah semen minimum
15. Menentukan bahan tambah (*admixture*) kalsium klorida
16. Menentukan persentase agregat halus (pasir)
17. Menentukan persentase abu batu terhadap agregat halus (pasir)
18. Menghitung berat jenis relatif agregat
19. Menghitung berat isi beton
20. Menghitung kadar agregat gabungan
21. Menghitung kadar agregat halus dan kasar
22. Menghitung proporsi campuran

#### 4.4.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini dibuat menjadi 3 jenis campuran yaitu beton campuran normal, campuran beton normal berakselerator dan beton campuran antara agregat halus (pasir) dengan abu batu berakselerator. Beton campuran antara abu batu dan agregat halus berakselerator memiliki 5 variasi kadar abu batu sebagai pengganti agregat halus yaitu 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% terhadap berat agregat halus. Setiap variasi kadar abu batu dibuat 5 sampel silinder beton dengan dimensi 15 x 30 cm. Benda uji dilakukan perawatan beton dengan cara merendam benda uji dalam air selama umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Adapun prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Material ditimbang sesuai dengan perencanaan desain yang telah direncanakan
2. Memasukkan agregat kasar dan halus baik abu batu maupun pasir terlebih dahulu ke dalam *mixer* dan diputar selama  $\pm 2$  menit hingga homogen.
3. Memasukkan semen dan air, sisakan air secukupnya untuk mengencerkan kalsium klorida.

4. Tuang kalsium klorida yang diencerkan ke dalam *mixer*.
5. Mengeluarkan beton segar yang telah homogen dari *mixer* dan dilakukan *slump test*.
6. Setelah *slump test* memenuhi/sesuai rencana, beton segar dituangkan ke dalam cetakan silinder setiap 1/3 bagian tinggi cetakan dan kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata, hal tersebut dilakukan hingga penuh.
7. Meratakan permukaan beton dan didiamkan supaya beton mengeras sempurna selama  $24 \pm 8$  jam.
8. Membuka cetakan dan melakukan perawatan beton dengan cara direndam dalam air selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

**Tabel 4.2 Jumlah Benda Uji Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton**

Jenis Benda Uji	Jumlah Kadar Abu Batu (%)	Jumlah Sampel Pengujian 7 Hari (buah)	Jumlah Sampel Pengujian 14 Hari (buah)	Jumlah Sampel Pengujian 28 Hari (buah)
Beton normal	0	5	5	5
Beton Berakselerator	0	5	5	5
Beton Berakselerator dan substitusi abu batu	12,5	5	5	5
	25	5	5	5
	50	5	5	5
	100	5	5	5
Jumlah benda uji		30	30	30

#### 4.4.8 Prosedur Pengujian *Slump*

Adapun prosedur pengujian *slump* yang dilakukan sebagai berikut.

1. Basahi cetakan dan letakkan di atas permukaan datar, lembab, tidak menyerap air, dan kaku. Cetakan harus ditahan secara kokoh di tempat selama pengisian.

2. Isi cetakan 1/3 bagian kemudian padatkan lapisan dengan 25 tusukan menggubakan batang pemadat. Sebarkan penusukan secara merata di atas permukaan setiap lapisan. Lakukan hal tersebut sampai cetakan penuh.
3. Setelah lapisan atas telah selesai dipadatkan ratakan permukaan beton pada bagian atas dari cetakan dengan cara menggelindingkan batang penusuk di atasnya. Lepaskan segera cetakan dari beton dengan mengangkat arah vertikal secara hati-hati. Kemudian letakan cetakan di samping beton tersebut.
4. Setelah beton menunjukkan penurunan pada permukaan, ukur segera nilai *slump* dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan bagian permukaan atas beton. kemudian catat nilai perbedaan atau selisih nilai ketinggian tersebut.

#### 4.4.9 Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji yang telah dibuat meliputi sebagai berikut.

##### 1. Pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui besaran beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Adapun cara pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

- a. Mengambil benda uji dari tempat perawatan beton dan membersihkan dari kotoran yang menempel pada benda uji.
  - b. Menimbang dan mengukur benda uji.
  - c. Melapisi (*coating*) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang supaya permukaan rata dan halus.
  - d. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
  - e. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan, penambahannya sekitar 2-4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
  - f. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur, dan mencatat beban maksimum yang terjadi ketika pembebanan.
- ##### 2. Pengujian modulus elastisitas beton



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

- a. Mengukur diameter benda uji dengan jangka sorong pada 3 posisi ukur.
- b. Mengukur panjang benda uji termasuk kaping (pelapis).
- c. Menimbang benda uji.
- d. Memasang alat kompresometer-ekstensometer dan alat pengukur deformasi (*dial gauge*) pada benda uji.
- e. Meletakkan benda uji pada mesin uji tekan secara simetris.
- f. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan, penambahannya sekitar 2-4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
- g. Mencatat regangan/deformasi setiap peningkatan beban 10 kN.

#### 4.5 Pengolahan Data

Data yang didapatkan merupakan data dari hasil penelitian di laboratorium dan dilakukan pengolahan data sesuai dengan teori dan peraturan yang sudah ada dengan bantuan program *Microsoft Excel*. Langkah-langkah yang digunakan dalam pengolahan data pengujian adalah sebagai contoh berikut.

##### 1. Pemeriksaan agregat halus

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Data pengujian berat jenis dan pengujian penyerapan air agregat halus diolah menggunakan persamaan (3.1), (3.2), (3.3), dan (3.4) sebagai berikut.

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat pasir mutlak (Bk) = 490 gram

Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD) = 500 gram

Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt) = 1178 gram

Berat piknometer berisi air (B) = 836 gram

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{B+500-Bt} \\ &= \frac{490}{836+500-1178} \\ &= 2,606 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} &= \frac{500}{B+500-Bt} \\ &= \frac{500}{836+500-11} \\ &= 2,660\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{B+Bk-} \\ &= \frac{490}{836+490-1148} \\ &= 2,753\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan air} &= \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{500-4}{490} \times 100\% \\ &= 2,041\end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.2.

b. Pemeriksaan analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus

Data pengujian analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus dari hasil penimbangan yang telah dilakukan diperoleh nilai jumlah berat tertinggal kumulatif dan diolah menggunakan persamaan (3.5) sebagai berikut.

$$\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif sampel 1} = 284,400 \%$$

$$\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif sampel 2} = 287,650 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir Sampel 1} &= \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \\ &= \frac{284,4}{100} \\ &= 2,844\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Modulus Halus Butir Sampel 2} &= \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \\ &= \frac{287,65}{100} \\ &= 2,877\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MHB Rata-Rata} &= \frac{2,844+ 2,877}{2} \\ &= 2,860\end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

c. Pemeriksaan kadar lumpur

Data pengujian kadar lumpur agregat halus diolah menggunakan persamaan (3.6) sebagai berikut.

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat agregat kering oven (W1) = 500 gram

Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2) = 493 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{W1-W2}{W1} \times 100\% \\ &= \frac{500-493}{493} \times 100\% \\ &= 1,4\% \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.1.

d. Pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat halus

Data yang dihasilkan dari pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat halus kemudian dilakukan pengolahan dengan persamaan (3.7).

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat tabung (W1) = 6587 gram

Berat tabung dan agregat SSD (W2) = 14215 gram

Volume Tabung (V) = 5301,437 cm<sup>3</sup>

Berat tabung dan agregat SSD (W2) = 15562 gram

$$\begin{aligned} \text{Berat volume gembur} &= \frac{W2-W1}{V} \\ &= \frac{14215-6587}{5301,437} \\ &= 1,439 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat volume padat} &= \frac{W2-W1}{V} \\ &= \frac{15562-6587}{5301,437} \\ &= 1,693 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan 5.7.

2. Pemeriksaan agregat halus abu batu

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Data pengujian berat jenis dan pengujian penyerapan air agregat halus diolah menggunakan persamaan (3.1), (3.2), (3.3), dan (3.4) sebagai berikut.

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat pasir mutlak (Bk) = 489 gram

Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD) = 500 gram

Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt) = 1028 gram

Berat piknometer berisi air (B) = 836 gram

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{B+500-Bt} \\ &= \frac{489}{836+500-1028} \\ &= 1,588 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} &= \frac{500}{B+500-Bt} \\ &= \frac{500}{836+500-1028} \\ &= 1,623 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \\ &= \frac{489}{836+489-1028} \\ &= 1,646 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{500-489}{489} \times 100\% \\ &= 2,249 \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.9.

b. Pemeriksaan analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus abu batu

Data pengujian analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus dari hasil penimbangan yang telah dilakukan diperoleh nilai jumlah berat tertinggal kumulatif dan diolah menggunakan persamaan (3.5) sebagai berikut.

Jumlah berat tertinggal kumulatif sampel 1 = 292,546 %

Jumlah berat tertinggal kumulatif sampel 2 = 305,103 %

$$\text{Modulus Halus Butir Sampel 1} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

$$= \frac{292,546}{100}$$

$$= 2,925$$

$$\text{Modulus Halus Butir Sampel 2} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

$$= \frac{305,103}{100}$$

$$= 3,051$$

$$\text{MHB Rata-Rata} = \frac{2,925 + 3,051}{2}$$

$$= 2,988$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11.

c. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus abu batu

Data pengujian kadar lumpur agregat halus diolah menggunakan persamaan (3.6) sebagai berikut.

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat agregat kering oven (W1) = 500 gram

Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2) = 493 gram

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$$

$$= \frac{500 - 4}{493} \times 100\%$$

$$= 1,4\%$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.8.

d. Pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat halus abu batu

Data yang dihasilkan dari pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat halus kemudian dilakukan pengolahan dengan persamaan (3.7).

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat tabung (W1)	= 6587 gram
Berat tabung dan agregat SSD (W2)	= 13725 gram
Volume Tabung (V)	= 5301,437 cm <sup>3</sup>
Berat tabung dan agregat SSD (W2)	= 15105 gram

$$\begin{aligned} \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\ &= \frac{13725 - 6587}{5301,437} \\ &= 1,346 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat volume padat} &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\ &= \frac{15105 - 6587}{5301,437} \\ &= 1,607 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan 5.14.

### 3. Pemeriksaan agregat kasar

#### a. Pemeriksaan berat jenis

Data pengujian berat jenis dan pengujian penyerapan air agregat kasar diolah menggunakan persamaan (3.8), (3.9), (3.10), dan (3.11) sebagai berikut.

Diperoleh dari hasil penimbangan yang telah dilakukan

$$\text{Berat kerikil kering oven (Bk)} = 4817 \text{ gram}$$

$$\text{Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (Bj)} = 5000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat kerikil dalam air (Ba)} = 2944 \text{ gram}$$

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba}$$

$$= \frac{4817}{5000 - 2944}$$

$$= 2,343$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - Ba}$$

$$= \frac{5000}{5000 - 2944}$$

$$= 2,432$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis semu} &= \frac{B_k}{B_k - B_a} \\
 &= \frac{4817}{4817 - 2944} \\
 &= 2,572 \\
 \text{Penyerapan air} &= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4817}{4817} \times 100\% \\
 &= 3,799
 \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.15.

b. Pemeriksaan analisis saringan agregat kasar

Data pengujian analisis saringan dan modulus halus butiran agregat kasar. penimbangan yang telah dilakukan diperoleh nilai jumlah berat tertinggal kumulatif dan diolah menggunakan persamaan (3.5) sebagai berikut.

$$\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif sampel 1} = 651,78 \%$$

$$\text{Jumlah berat tertinggal kumulatif sampel 2} = 639,680 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir Sampel 1} &= \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{651,78}{100} \\
 &= 6,518
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir Sampel 2} &= \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{639,68}{100} \\
 &= 6,400
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MHB Rata-Rata} &= \frac{26,518 + 6,400}{2} \\
 &= 6,459
 \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

c. Pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat kasar

Data yang dihasilkan dari pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat kasar kemudian dilakukan pengolahan dengan persamaan (3.7).

Diperoleh dari data penimbangan yang telah dilakukan

Berat tabung (W1)	= 5906 gram
Berat tabung dan agregat SSD (W2)	= 12211 gram
Volume Tabung (V)	= 5301,437 cm <sup>3</sup>
Berat tabung dan agregat SSD (W2)	= 13211 gram

$$\begin{aligned} \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\ &= \frac{12211 - 5906}{5301,437} \\ &= 1,189 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat volume padat} &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\ &= \frac{13211 - 5906}{5301,437} \\ &= 1,378 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan 5.20.

#### 4.6 Perencanaan campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) pada penelitian ini menggunakan acuan atau metode SNI 03-2834-2000. Tujuan perencanaan campuran beton untuk mengetahui proporsi campuran yang sesuai dengan kuat beton rencana. Setiap campuran beton terdapat variasi substitusi abu batu terhadap kebutuhan agregat halus pasir yaitu 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% disertai penambahan kalsium klorida sebesar 2% terhadap kebutuhan semen yang digunakan pada tiap-tiap variasi. Perhitungan perencanaan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 25 MPa
2. Nilai tambah margin ( $M$ ) diambil 12 MPa karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah.
3. Kuat tekan rencana beton yang ditargetkan ( $f'cr$ )



$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + M \\
 &= 25 + 12 \\
 &= 37 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

4. Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I namun karena keterbatasan memperoleh semen tersebut maka semen *portland* tipe I diganti dengan semen PCC merek Semen Gresik yang memiliki kekuatan setara dengan semen *portland* tipe I.
5. Jenis agregat yang digunakan untuk pembuatan beton pada penelitian ini sebagai berikut.
  - a. Agregat halus pasir alami dari Gunung Merapi.
  - b. Agregat halus abu batu hasil pemecahan batu dari Gunung Merapi, dan
  - c. Agregat kasar berupa batu pecah dari Gunung Merapi.
6. Faktor air semen (*fas*)

Bersasarkan Tabel 5.23 untuk tipe semen I, jenis agregat kasar batu pecah, benda uji berbentuk silinder dan umur beton 28 hari didapatkan kuat tekan 37 MPa pada *fas* = 0,5

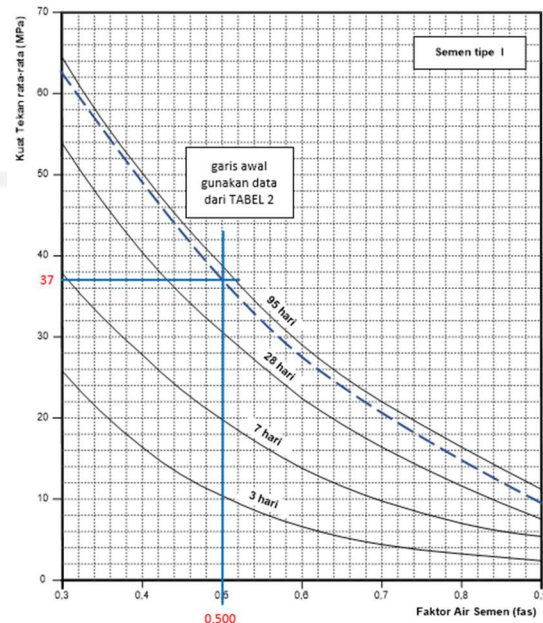
**Tabel 4.3 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan *fas* = 0,5**

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

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 37 MPa dan *fas* = 0,5 yang didapatkan dari Tabel 4.3 direpresentasikan pada Gambar 5.10 sehingga mendapatkan garis bantu berupa garis putus-putus. Selanjutnya ditarik garis horizontal pada nilai *f'cr* sebesar 37 Mpa sampai menyentuh garis bantu garis putus-putus. Kemudian dibuat garis vertikal ke bawah sampai menyentuh garis nilai faktor air semen.

Berdasarkan Gambar 4.2 di bawah ini didapatkan nilai faktor air semen sebesar 0,5.



Grafik 1 : Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen  
(benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

**Gambar 4.1 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen**  
(sumber : SNI 03-2834-2000)

7. Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan nilai *slump* rencana sebesar 60 mm-180 mm.
8. Kadar air bebas agregat campuran  
Ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan nilai *slump* yang ditentukan sebesar 60 mm-180 mm sehingga dari Tabel 5.24 dapat diperoleh nilai perkiraan air agregat halus (*Wh*) adalah 195 dan agregat kasar (*Wk*) adalah 225. Nilai kadar air bebas dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut.

**Tabel 4. 1 Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Bebas (kg/m<sup>3</sup>)**

Ukuran maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	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	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

## 9. Kadar air bebas

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air bebas} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= \frac{2}{3} 195 + \frac{1}{3} 225 \\
 &= 205 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

## 10. Kadar Semen

Kadar semen diperoleh dari Tabel 4.5 sebagai berikut.

**Tabel 4.2 Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Bebas (kg/m<sup>3</sup>)**

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen minimum per-m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		tabel 6

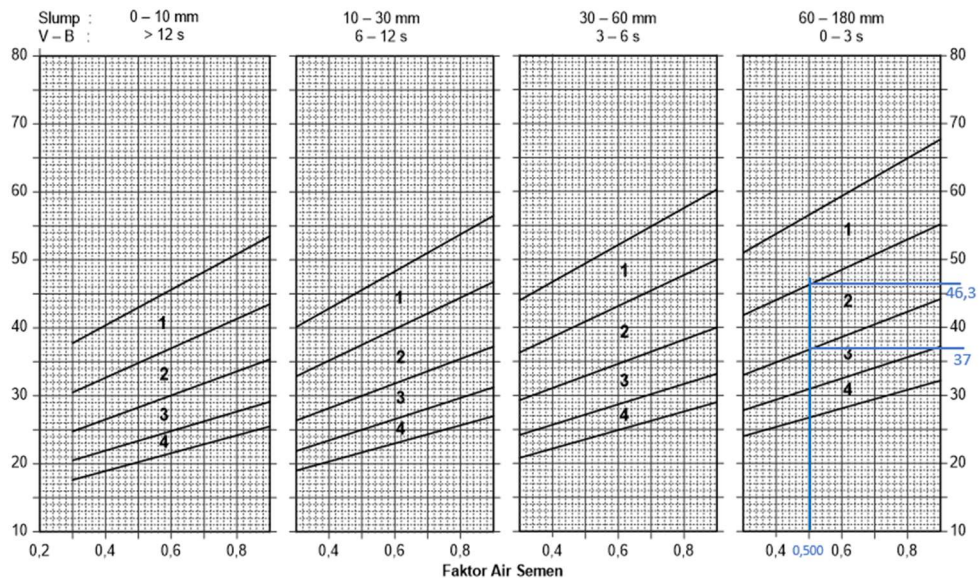
(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Beton yang direncanakan pada penelitian ini di luar ruangan dan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung. Dari Tabel 4.5 jumlah semen minimum per-m<sup>3</sup> sebesar 325 kg dan nilai faktor air semen maksimum sebesar 0,6. Maka berdasarkan persamaan di bawah ini, jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air semen} &= \frac{\text{jumlah kebutuhan air}}{\text{faktor air semen}} \\
 &= \frac{205}{0,5} \\
 &= 410 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

### 11. Persentase agregat halus dan kasar

Dengan acuan *slump* 60 mm-180 mm, faktor air semen 0,5 dan ukuran butir maksimum 20 mm serta agregat halus berdad pada gradasi II maka persentase agregat halus terhadap agregat total sesuai pada Gambar 4.3 berikut.



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

### Gambar 4.2 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Nilai persentase agregat tersebut diperoleh dengan cara menarik garis vertikal pada nilai faktor air semen yang ditentukan sebelumnya yaitu 0,5 hingga menyentuh garis batas atas dan batas bawah untuk gradasi daerah II. Kemudian Tarik garis ke arah horizontal pada titik temu batas atas dan batas bawah hingga mendapatkan persentase agregat halus. Dari Gambar 4.3 tersebut diperoleh persentase agregat halus batas bawah dan batas atas yaitu 37% dan 46,3%. Nilai persentase yang digunakan adalah nilai rata-rata yaitu 41,65%. Selanjutnya persentase agregat kasar diperoleh melalui persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Nilai persentase agregat kasar} &= 100\% - \text{persentase agregat halus} \\ &= 100\% - 41,65\% \end{aligned}$$

$$= 58,35\%$$

12. Berat jenis agregat gabungan

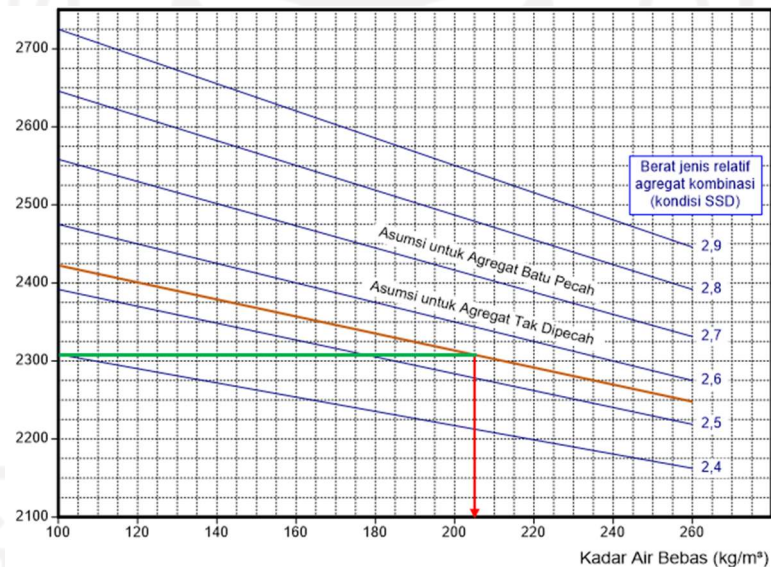
$$\text{Berat jenis agregat halus (} b_{\text{ag-halus}} \text{)} = 2,668$$

$$\text{Berat jenis agregat kasar (} b_{\text{ag-kasar}} \text{)} = 2,438$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat gabungan (} b_{\text{ag-gab}} \text{)} &= \frac{P}{100} \cdot b_{\text{ag-halus}} + \frac{K}{100} \cdot b_{\text{agg-kasar}} \\ &= \frac{41,65}{100} \cdot 2,668 + \frac{58,35}{100} \cdot 2,438 \\ &= 2,542 \end{aligned}$$

13. Berat isi beton

Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.4 dengan kadar air bebas 205 kg/m<sup>3</sup> dan berat jenis relatif agregat sebesar 2,542 sebagai berikut.



Grafik 6 : Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan

**Gambar 4.3 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan**

Berdasarkan Gambar 4.4 berat isi beton basah dipadatkan dengan cara membuat garis berdasar data kadar air bebas dan berat jenis agregat relatif sehingga diperoleh sebesar 2300 kg/m<sup>3</sup>

14. Proporsi agregat gabungan

$$\text{Agregat gabungan} = \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kebutuhan air}$$

$$= 2300 - 410 - 205$$

$$= 1685 \text{ kg/m}^3$$

15. Proporsi agregat halus

$$\text{Agregat halus} = \% \text{ agregat halus} \times \text{agregat gabungan}$$

$$= 41,65\% \times 1685$$

$$= 701,803 \text{ kg/m}^3$$

16. Proporsi agregat kasar

$$\text{Agregat kasar} = \% \text{ agregat kasar} \times \text{agregat gabungan}$$

$$= 58,35\% \times 1685$$

$$= 983,198 \text{ kg/m}^3$$

17. Proporsi campuran (setiap 1 m<sup>3</sup>)

a. Semen = 410 kg

b. Air = 205 kg

c. Agregat halus = 701,803 kg

d. Agregat kasar = 983,198 kg

18. Proporsi campuran dengan angka penyusutan dalam penelitian ini digunakan sebesar 35%, maka didapatkan susunan campuran proporsi untuk setiap 1 m<sup>3</sup> sebagai berikut

a. Semen = 410 kg + (410 kg × 35%)

$$= 553,500 \text{ kg}$$

b. Air = 205 kg + (205 kg × 35%)

$$= 267,750 \text{ kg}$$

c. Agregat halus = 701,803 kg + (701,803 × 35%)

$$= 947,433 \text{ kg}$$

d. Agregat kasar = 983,198 kg + (983,198 kg × 35%)

$$= 1327,317 \text{ kg}$$

19. Proporsi campuran setiap varian, pada penelitian ini digunakan benda uji silinder sebanyak 15 buah untuk setiap varian.

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

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

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

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

- a. Semen = Volume untuk setiap 1 m<sup>3</sup> x volume benda uji  
 =  $553,500 \times 0,07952$   
 = 44,015 kg
- b. Air = Volume untuk setiap 1 m<sup>3</sup> x volume benda uji  
 =  $276,750 \times 0,07952$   
 = 22,008 kg
- c. Agregat halus = Volume untuk setiap 1 m<sup>3</sup> x volume benda uji  
 =  $947,433 \times 0,07952$   
 = 75,341 kg
- d. Agregat kasar = Volume untuk setiap 1 m<sup>3</sup> x volume benda uji  
 =  $1327,317 \times 0,07952$   
 = 105,550 kg

20. Hasil rekapitulasi perhitungan perencanaan campuran beton (*mix design*) dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

**Tabel 4.3 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)**

Formulir Rencana Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> )				
SNI-03-2834-2000				
No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	Mpa	Ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	-	Mpa	-
3	Nilai Tambah/Margin (M)	12	Mpa	-
4	Kuat Tekan Beton Rata-Rata yang Ditargetkan	37	Mpa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		Ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	Alami		Ditetapkan
		batu pecah		Ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0,5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,5		

Lanjutan Tabel 4.6

Formulir Rencana Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> )					
SNI-03-2834-2000					
No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan	
9	<i>Slump</i>	60-180	Mm	Ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	Mm	Ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	410,000	kg/m <sup>3</sup>	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	410,000	kg/m <sup>3</sup>		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,688			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,438			
19	Persen Agregat Halus	41,65	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,542			
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m <sup>3</sup>	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1685,000	kg/m <sup>3</sup>	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	701,803	kg/m <sup>3</sup>	(19)×(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	983,198	kg/m <sup>3</sup>	(22)-(23)	
No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m <sup>3</sup>	410,000	410,000	701,803	983,198
	* Setiap Campuran Uji (5 benda uji) : 0,02651 m <sup>3</sup>	10,868	10,868	18,603	26,062
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (35%)				
	* Setiap m <sup>3</sup>	553,500	276,750	947,433	1327,317
	* Setiap Campuran Uji (5 benda uji) : 0,02651 m <sup>3</sup>	14,672	7,336	25,114	35,183
27	Perbandingan	-	0,5	1,712	2,398

Hasil rekapitulasi kebutuhan material campuran beton berbahan tambah kalsium klorida dengan substitusi abu batu dapat dilihat pada Tabel 5.23.



## 4.7 Pengujian Beton

### 4.7.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dapat dilakukan menggunakan persamaan (3.12). Berikut merupakan contoh perhitungan kuat tekan beton pada beton BNA-1-7 dapat dilihat sebagai berikut.

1. Diameter	= 151,220 mm
2. Tinggi	= 303,070 mm
3. Berat silinder	= 12,351 kg
4. Beban Maksimum	= 345000 N
Luas Penampang	= $0,25 \times \pi \times D^2$ = $0,25 \times \pi \times 151,220^2$ = 17959,292 mm <sup>2</sup>
Berat volume	= $\frac{\text{berat} \times 10^9}{\text{luas penampang} \times \text{tinggi}}$ = $\frac{12,351 \times 10^9}{17959,292 \times 30,307}$ = 2269,210 kg/m <sup>3</sup>
Kuat tekan	= $\frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas penampang}}$ = $\frac{345000}{17959,292}$ = 19,210 MPa

Hasil pengolahan data pengujian kuat tekan beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.22.

### 4.7.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai modulus elastisitas pada beton BNA-1-7 dengan data hasil pengujian sebagai berikut.

1. Beban	= 10000 N
2. Lo	= 200 mm
3. Pembacaan dial	= $15,5 \times 10^{-3}$
4. Luas penampang	= 17959,292 mm <sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 5. \Delta L \text{ sebenarnya} &= \frac{1}{2} \times \Delta L \\
 &= \frac{1}{2} \times 15,5 \times 10^{-3} \\
 &= 0,00775 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Regangan} &= \frac{\Delta L}{L_0} \\
 &= \frac{0,00775}{200} \\
 &= 0,00003875 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 7. \text{ Tegangan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{10000}{17959,292} \\
 &= 0,5568 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

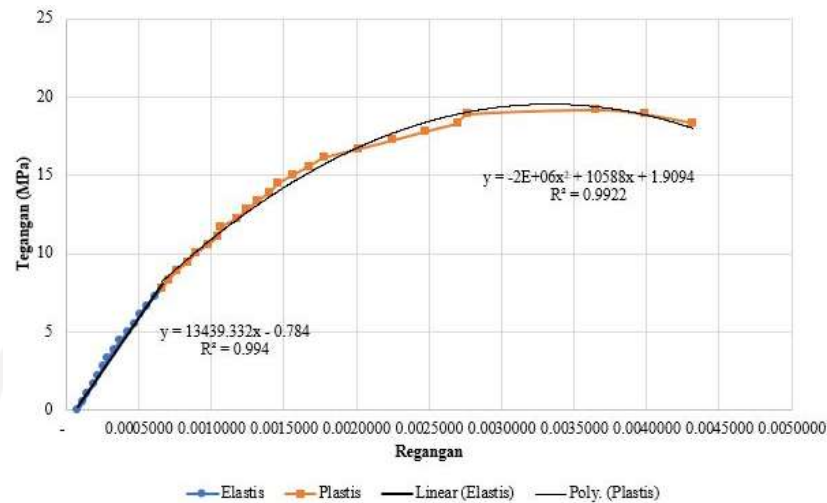
**Tabel 4.4 Regangan dan Tegangan Sampel BNA-1-7**

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	15.5	0.00775	0.00003875	0.5568
20	20000	27.5	0.01375	0.00006875	1.1136
30	30000	44.5	0.02225	0.00011125	1.6704
40	40000	57	0.0285	0.0001425	2.2273
50	50000	70.5	0.03525	0.00017625	2.7841
60	60000	83.4	0.0417	0.0002085	3.3409
70	70000	100.9	0.05045	0.00025225	3.8977
80	80000	117.4	0.0587	0.0002935	4.4545
90	90000	138.9	0.06945	0.00034725	5.0113
100	100000	158.9	0.07945	0.00039725	5.5681
110	110000	171.4	0.0857	0.0004285	6.1250
120	120000	190.4	0.0952	0.000476	6.6818
130	130000	212.4	0.1062	0.000531	7.2386
140	140000	233.4	0.1167	0.0005835	7.7954
150	150000	253.3	0.12665	0.00063325	8.3522

Lanjutan Tabel 4.7

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
160	160000	274.3	0.13715	0.00068575	8.9090
170	170000	304.8	0.1524	0.000762	9.4659
180	180000	325.8	0.1629	0.0008145	10.0227
190	190000	360.3	0.18015	0.00090075	10.5795
200	200000	387.3	0.19365	0.00096825	11.1363
210	210000	395.8	0.1979	0.0009895	11.6931
220	220000	439.2	0.2196	0.001098	12.2499
230	230000	466.2	0.2331	0.0011655	12.8067
240	240000	495.7	0.24785	0.00123925	13.3636
250	250000	528.2	0.2641	0.0013205	13.9204
260	260000	553.2	0.2766	0.001383	14.4772
270	270000	593.1	0.29655	0.00148275	15.0340
280	280000	638.1	0.31905	0.00159525	15.5908
290	290000	680.6	0.3403	0.0017015	16.1476
300	300000	775.5	0.38775	0.00193875	16.7044
310	310000	869.5	0.43475	0.00217375	17.2613
320	320000	958.4	0.4792	0.002396	17.8181
330	330000	1047.9	0.52395	0.00261975	18.3749
340	340000	1077	0.5385	0.0026925	18.9317
345	345000	1427.5	0.71375	0.00356875	19.2101
340	340000	1563.6	0.7818	0.003909	18.9317
330	330000	1694	0.847	0.004235	18.3749

Berdasarkan Tabel 4.7 dari nilai regangan dan tegangan dapat dicari nilai modulus elastisitas dari sebuah grafik menggunakan bantuan program *Microsoft Excel*. Pada grafik yang dibuat menggunakan batas daerah 40% kuat tekan maksimumnya untuk daerah elastis dengan persamaan regresi linier dan persamaan regresi polynomial pangkat 2 untuk daerah plastis ditunjukkan oleh Gambar 4.5.



**Gambar 4.4 Tegangan-Regangan BNA 1-7**

Berdasarkan data yang diperoleh dari persamaan regresi linier untuk daerah elastis dan regresi polinomial tingkat 2 untuk daerah plastis pada Gambar 4.5 selanjutnya dikoreksi sehingga diperoleh nilai untuk menghitung nilai modulus elastisitas berdasarkan Persamaan (3.13) sebagai berikut.

$$S_1 = 1,456 \text{ MPa}$$

$$S_2 = 9,674 \text{ Mpa}$$

$$\varepsilon_1 = 0,00005$$

$$\varepsilon_2 = 0,000661$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E}_c) &= \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \\ &= \frac{9,674 - 1,456}{0,000661 - 0,00005} \\ &= 13439,322 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus pendekatan empiris dari SNI 2847-2013 pada Persamaan (3.14) untuk beton dengan berat volume di antara 1400 – 2560 kg/m<sup>3</sup> dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kuat tekan BNA 1-7 (} f'_c \text{')} = 19,210 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas teoritis (E}_c) &= 4700 \times \sqrt{f'_c} \\ &= 4700 \times \sqrt{19,210} \end{aligned}$$

$$= 2059,791 \text{ MPa}$$

$$\frac{E_{\text{uji}}}{E_{\text{teoritis}}}$$

$$= 62,240 \%$$

Hasil pengolahan data modulus elastisitas beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.23.



## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Umum**

Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia. Penelitian yang dilakukan meliputi pengujian bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton (*mix design*), dan pengujian kekuatan beton.

#### **5.2 Pengujian Agregat Halus Pasir**

Pengujian agregat halus bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini. Agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Gunung Merapi. Pengujian agregat halus yang dilakukan meliputi pengujian kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan air, analisis saringan atau modulus halus butir agregat halus, serta berat volume agregat halus. Untuk lebih jelasnya agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan oleh Gambar 5.1 berikut.



**Gambar 5.1 Agregat Halus Merapi**

### 5.2.1 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat halus pasir yang dilakukan menggunakan acuan SNI 03-4142-1996. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus. Hasil pengujian kandungan lumpur dalam agregat halus pasir dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

**Tabel 5.1 Kadar Lumpur Agregat Halus Pasir**

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

Berdasarkan Tabel 5.1 hasil pengujian kadar lumpur agregat halus pasir didapatkan kadar lumpur pada agregat halus pasir yang diperoleh dari Gunung Merapi sebesar 1,5%. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982), kandungan lumpur dalam agregat halus maksimal adalah 5%. Agregat tidak perlu dicuci untuk digunakan pada pembuatan beton pada penelitian ini. Selain itu, kandungan lumpur pada suatu agregat halus dapat mempengaruhi kekuatan beton karena ikatan pasta semen dan agregat halus diisi oleh lumpur yang terkandung pada agregat.

### 5.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

**Tabel 5.2 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir 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 ( $(500-Bk)/(Bk \times 100\%)$ )	2,041	1,215	1,628

Berdasarkan Tabel 5.2 hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir diperoleh hasil 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. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa agregat halus pasir yang digunakan termasuk agregat normal karena berat jenis kering muka masih dalam batas yang diizinkan menurut SK SNI T-15-1990:1 adalah antara 2,5-2,7.

### 5.2.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Pasir

Pengujian Analisa saringan agregat halus bertujuan untuk mengetahui nilai modulus halus butir (MHB) agregat halus pasir. Pengujian dilakukan berdasar standar acuan SNI 03-1968-1990. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 berikut ini.

**Tabel 5.3 Analisis Saringan Agregat Halus Pasir Sampel 1**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,000	0,000	100,000
20	0	0,000	0,000	100,000



Lanjutan Tabel 5.3

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	0	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		
<b>Jumlah</b>	2000	100,000	284,400	

Tabel 5.4 Analisis Saringan Agregat Halus Pasir Sampel 2

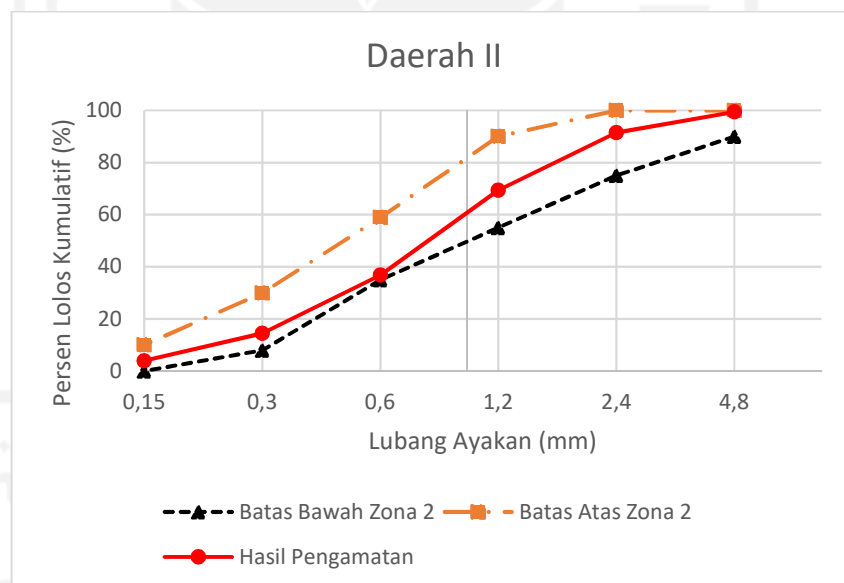
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,000	0,000	100,000
20	0	0,000	0,000	100,000
10	0	0,000	0,000	100,000
4,8	3	0,150	0,150	99,850
2,4	152	7,600	7,750	92,250
1,2	520	26,000	33,750	66,250
0,6	618	30,900	64,650	35,350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

Berdasar Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 diperoleh nilai modulus halus butir Nilai Modulus Halus Butiran (MHB) diperoleh sebesar 2,848 dan 2,877 dengan rata-rata 2,860. Hasil tersebut sesuai dengan persyaratan SK SNI S-04-1989-F dimana nilai Modulus Halus Butiran (MHB) normal yaitu 1,5-3,8. Selain itu hasil pengujian

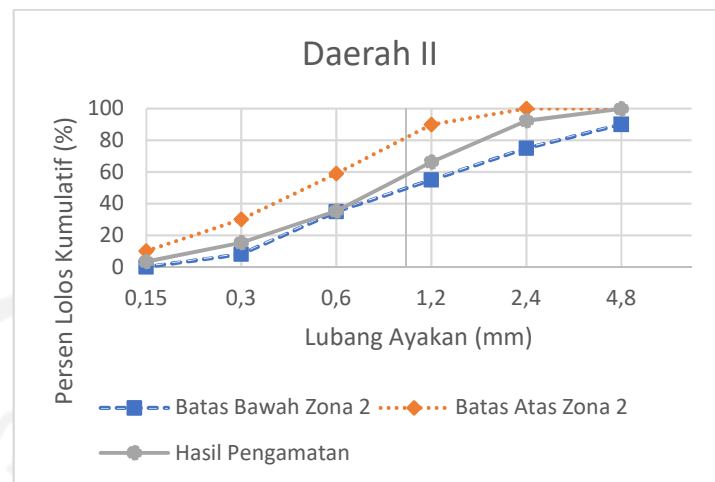
analisis saringan agregat halus menunjukkan bahwa agregat halus pasir yang berasal dari Gunung Merapi masuk dalam gradasi daerah II yaitu jenis pasir agak kasar. Berikut adalah spesifikasi gradasi daerah II dan grafik gradasi agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.5, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.

**Tabel 5.5 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus Daerah II**

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



**Gambar 5.2 Gradasi Agregat Halus Pasir Sampel 1**



**Gambar 5.3 Gradasi Agregat Halus Pasir Sampel 2**

#### 5.2.4 Berat Volume Agregat Halus Pasir

Tujuan pengujian berat volume agregat untuk menentukan berat volume agregat. Berat volume adalah perbandingan antara berat kering SSD dengan volumenya. Berat volume ditinjau dalam dua keadaan yaitu berat volume gembur dan berat volume padat. Hasil pengujian berat volume agregat dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 sebagai berikut.

**Tabel 5.6 Berat Volume Gembur Agregat Halus Pasir**

No	Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
1	Diameter silinder	15	Cm
2	Tinggi Silinder	30	Cm
3	Berat tabung (W1)	6587	Gram
4	Berat tabung + agregat SSD (W2)	14215	Gram
5	Berat agregat (W3)	7628	Gram
6	Volume tabung (V)	5301,438	cm <sup>3</sup>
7	Berat volume gembur (W3/V)	1,439	gram/cm <sup>3</sup>

**Tabel 5.7 Berat Volume Padat Agregat Halus Pasir**

No	Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
1	Diameter silinder	15	Cm
2	Tinggi Silinder	30	Cm
3	Berat tabung (W1)	6587	Gram
4	Berat tabung + agregat SSD (W2)	15562	Gram
5	Berat agregat (W3)	8975	Gram
6	Volume tabung (V)	5301,438	cm <sup>3</sup>
7	Berat volume gembur (W3/V)	1,693	gram/cm <sup>3</sup>

Dari Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 didapat berat volume agregat halus dalam kondisi gembur dan padat, masing-masing adalah 1,439 gram/cm<sup>3</sup> dan 1,693 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.3 Pengujian Agregat Halus Abu Batu

Pengujian agregat halus abu batu bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat halus abu batu yang digunakan dalam penelitian ini. Abu batu yang digunakan pada penelitian ini berasal dari hasil samping atau limbah pemecahan batu (*stone crusher*). Pengujian agregat halus abu batu yang dilakukan meliputi pengujian kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan air, analisis saringan atau modulus halus butir agregat halus, serta berat volume agregat halus karena secara visual abu batu mirip dengan agregat halus pasir. Untuk lebih jelasnya agregat halus abu batu yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan oleh Gambar 5.4 berikut.



**Gambar 5.4 Agregat Halus Abu Batu Merapi**

#### 5.3.1 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat halus abu batu yang dilakukan menggunakan acuan SNI 03-4142-1996. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus. Hasil pengujian kandungan lumpur dalam agregat halus abu batu dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

**Tabel 5.8 Kadar Lumpur Agregat Halus Abu Batu**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-tata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	495	495	495
Presentasi yang lolos ayakan No.200	1	1	1

Berdasarkan Tabel 5.8 hasil pengujian kadar lumpur agregat halus abu batu didapatkan kadar lumpur pada agregat halus pasir yang diperoleh dari hasil samping pemecahan batu Gunung Merapi sebesar 1%. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982), kandungan lumpur dalam agregat halus maksimal adalah 5%. Agregat tidak perlu dicuci untuk digunakan pada pembuatan beton pada penelitian ini. Selain itu, kandungan lumpur pada suatu agregat halus dapat mempengaruhi kekuatan beton karena ikatan pasta semen dan agregat halus diisi oleh lumpur yang terkandung pada agregat.

### 5.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus abu batu dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-2008. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.9 sebagai berikut.

**Tabel 5.9 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Abu Batu**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir mutlak, gram (Bk)	489	487	488
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1028	1144	1086
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836
Berat jenis curah ( $Bk/(B+500-Bt)$ )	1,588	2,536	2,062
Berat jenis kering muka ( $500/(B+500-Bt)$ )	1,623	2,604	2,114
Berat jenis semu ( $Bk/(B+Bk-Bt)$ )	1,646	2,721	2,184
Penyerapan air ( $(500-Bk)/(Bk \times 100\%)$ )	2,249	2,669	2,459

Berdasarkan Tabel 5.9 hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus abu batu diperoleh hasil berat jenis curah rata-rata sebesar 2,062, berat jenis kering muka sebesar 2,114, berat jenis semu sebesar 2,184, dan penyerapan air sebesar 2,459.

### 5.3.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu

Pengujian Analisis saringan agregat halus bertujuan untuk mengetahui nilai modulus halus butir (MHB) agregat halus abu batu. Pengujian dilakukan berdasar standar acuan SNI 03-1968-1990. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 berikut ini.

**Tabel 5.10 Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu Sampel 1**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,000	0,000	100,000
20	0	0,000	0,000	100,000
10	0	0,000	0,000	100,000
4,8	21	1,051	1,051	98,949
2,4	281	14,057	15,108	84,892
1,2	447	22,361	37,469	62,531
0,6	513	25,663	63,132	36,868
0,3	387	19,360	82,491	17,509
0,15	216	10,805	93,297	6,703
Pan	134	6,703		
Jumlah	1999	100,000	292,546	

**Tabel 5.11 Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu Sampel 2**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,000	0,000	100,000
20	0	0,000	0,000	100,000
10	0	0,000	0,000	100,000
4,8	17	0,850	0,850	99,150
2,4	316	15,808	16,658	83,342
1,2	524	26,213	42,871	57,129
0,6	477	23,862	66,733	33,267
0,3	336	16,808	83,542	16,458
0,15	218	10,905	94,447	5,553
Pan	111	5,553		
Jumlah	1999	100,000	305,103	

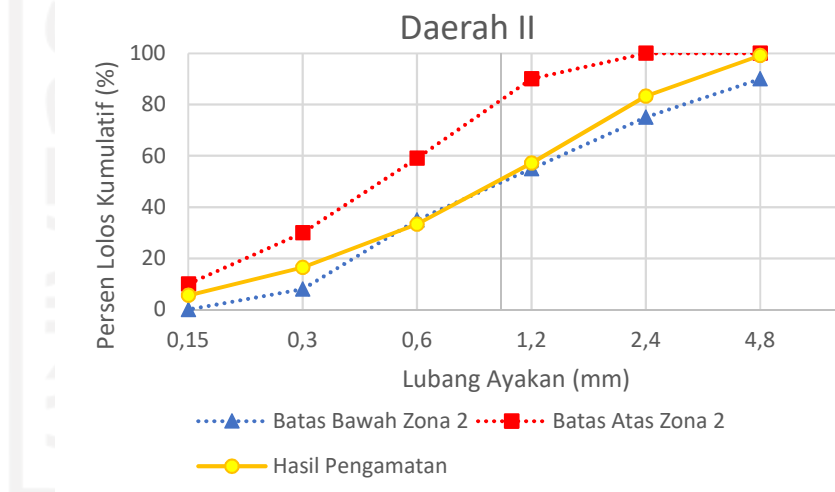
Berdasar Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 diperoleh nilai modulus halus butiran (MHB) diperoleh sebesar 2,925 dan 3,051 dengan rata-rata nilai MHB 2,988. Hasil tersebut sesuai dengan persyaratan SK SNI S-04-1989-F dimana nilai Modulus Halus Butiran (MHB) normal yaitu 1,5-3,8. Selain itu hasil pengujian analisis saringan agregat halus menunjukkan bahwa agregat halus abu batu yang berasal dari Gunung Merapi masuk dalam gradasi daerah II yaitu jenis pasir agak kasar. Berikut adalah spesifikasi gradasi daerah II dan grafik gradasi agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.12, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6.

**Tabel 5.12 Spesifikasi Gradasi Agregat Halus Daerah II**

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif			
	Batas Bawah	Hasil Sampel 1	Hasil Sampel 2	Batas Atas
4,8	90	98,949	99,150	100
2,4	75	84,892	83,342	100
1,2	55	62,531	57,129	90
0,6	35	36,868	33,267	59
0,3	8	17,509	16,458	30
0,15	0	6,703	5,553	10



**Gambar 5.5 Gradasi Agregat Halus Abu Batu Sampel 1**



**Gambar 5.6 Gradasi Agregat Halus Abu Batu Sampel 2**

#### 5.3.4 Berat Volume Agregat Halus Abu Batu

Tujuan pengujian berat volume agregat untuk menentukan berat volume agregat. Berat volume adalah perbandingan antara berat kering SSD dengan volumenya. Berat volume ditinjau dalam dua keadaan yaitu berat volume gembur dan berat volume padat. Hasil pengujian berat volume agregat dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 sebagai berikut.



**Tabel 5.13 Berat Volume Gembur Agregat Halus Abu Batu**

No	Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
1	Diameter silinder	15	Cm
2	Tinggi Silinder	30	Cm
3	Berat tabung (W1)	6587	Gram
4	Berat tabung + agregat SSD (W2)	13725	Gram
5	Berat agregat (W3)	7138	Gram
6	Volume tabung (V)	5301,438	cm <sup>3</sup>
7	Berat volume gembur (W3/V)	1,346	gram/cm <sup>3</sup>

**Tabel 5.14 Berat Volume Padat Agregat Halus Abu Batu**

No	Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
1	Diameter silinder	15	Cm
2	Tinggi silinder	30	Cm
3	Berat tabung (W1)	6587	Gram
4	Berat tabung + agregat SSD (W2)	15105	Gram
5	Berat agregat (W3)	8518	Gram
6	Volume tabung (V)	5301,438	cm <sup>3</sup>
7	Berat volume gembur (W3/V)	1,607	gram/cm <sup>3</sup>

Dari Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 didapat berat volume agregat halus dalam kondisi gembur dan padat, masing-masing adalah 1,346 gram/cm<sup>3</sup> dan 1,607 gram/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil uji propertis yang dilakukan dapat diperoleh perbedaan antara agregat halus pasir dengan agregat halus abu batu ditunjukkan Tabel 5.15 sebagai berikut.

**Tabel 5.15 Perbedaan Agregat Halus Pasir dengan Abu Batu**

No	Uraian	Pasir	Abu Batu	Satuan
1	Berat jenis	2,688	2,114	-
2	Penyerapan air	1,628	2,459	%
3	Modulus halus butir	2,860	2,998	-
4	Berat volume gembur	1,439	1,346	gram/cm <sup>3</sup>
5	Berat volume padat	1,693	1,607	gram/cm <sup>3</sup>

Dari tabel 5.15 dapat disimpulkan bahwa agregat abu batu memiliki karakteristik yang lebih ringan dari agregat halus pasir dibuktikan dengan nilai berat jenis, nilai berat volume gembur, dan berat volume padat yang lebih kecil dari agregat halus pasir. Namun abu batu memiliki nilai modulus halus butir yang lebih

besar sehingga dapat disimpulkan bahwa abu batu memiliki tekstur yang lebih kasar jika dibandingkan dengan agregat halus pasir.

#### 5.4 Pengujian Agregat Kasar Merapi

Pengujian agregat kasar ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini. Agregat kasar yang dipakai yaitu agregat kasar yang berasal dari Gunung Merapi. Pengujian agregat yang digunakan meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, analisis saringan atau modulus halus butir agregat kasar, berat volume agregat kasar serta abrasi agregat kasar batu Gunung Merapi. Agregat kasar yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.7 sebagai berikut.



**Gambar 5.7 Agregat Kasar Batu Gunung Merapi**

##### 5.4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air batu Gunung Merapi menggunakan standar acuan SNI-03-1969-2008. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

**Tabel 5.16 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

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

Berdasarkan Tabel 5.16 di atas dapat diperoleh bahwa agregat kasar yang diperoleh dari Gunung Merapi ini memiliki berat jenis kering muka sebesar 2,438, berat jenis semu sebesar 2,565, dan penyerapan air sebesar 3,457. Menurut SNI 03-1990-2008 agregat kasar yang digunakan belum memenuhi syarat minimum berat jenis kering muka yaitu 2,5-2,7 namun, penelitian ini mencoba memanfaatkan batu yang berasal dari Gunung Merapi sebagai agregat kasar.

#### 5.4.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Batu Gunung Merapi

Pengujian analisis saringan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui nilai MHB (modulus halus butir) yang dilakukan sesuai standar acuan SNI 03-1968-1990. Hasil pengujian analisis saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 sebagai berikut

**Tabel 5.17 Analisis Saringan Agregat kasar Sampel 1**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0,000	0,000	100,000
20	185	3,701	3,701	96,299
10	3556	71,148	74,850	25,150
4,8	1034	20,688	95,538	4,462
2,4	0	0,000	95,538	4,462
1,2	0	0,000	95,538	4,462
0,6	0	0,000	95,538	4,462
0,3	0	0,000	95,538	4,462
0,15	0	0,000	95,538	4,462
Pan	223	4,462		
Jumlah	4998	100,000	651,781	

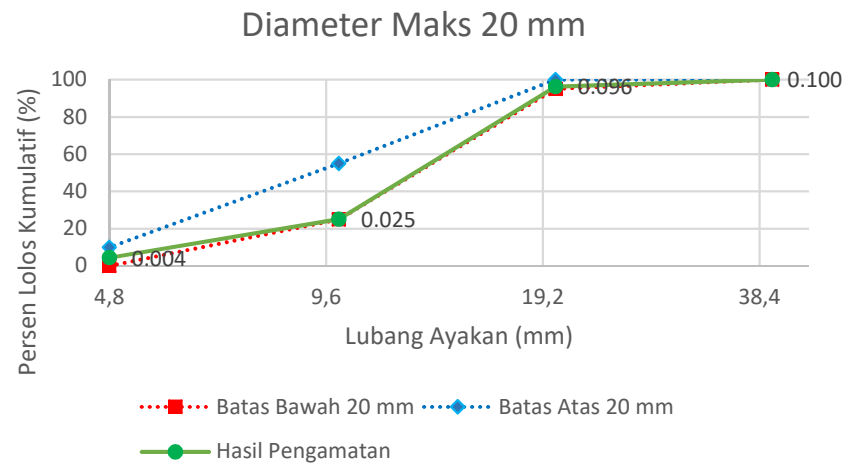
**Tabel 5.18 Analisis Saringan Agregat kasar Sampel 2**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	272	5,441	5,441	94,559
10	3488	69,774	75,215	24,785
4,8	900	18,004	93,219	6,781
2,4	0,000	0,000	93,219	6,781
1,2	0,000	0,000	93,219	6,781
0,6	0,000	0,000	93,219	6,781
0,3	0,000	0,000	93,219	6,781
0,15	0,000	0,000	93,219	6,781
Pan	339	6,781		
Jumlah	4999	100,000	639,968	

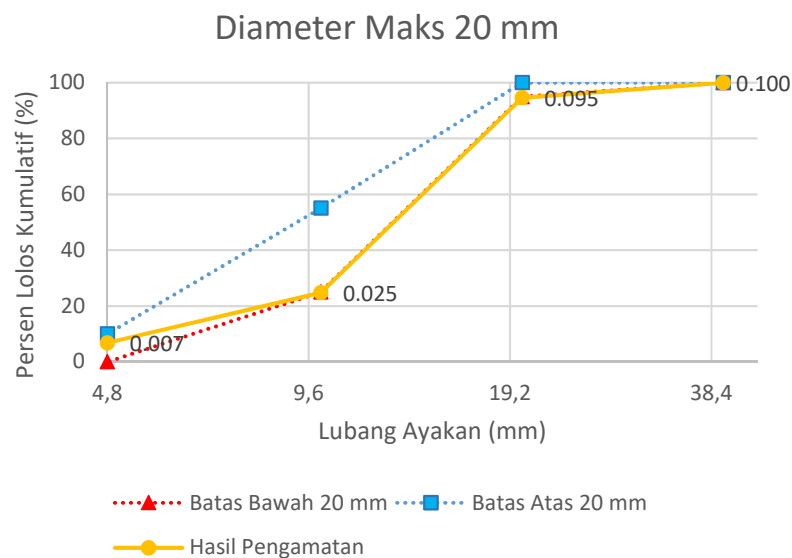
Nilai modulus halus butir (MHB) agregat kasar batu Gunung Merapi diperoleh sebesar 6,518 dan 6,399 dengan rata-rata MHB agregat kasar 6,459. Menurut SK SNI S-04-1989-F agregat yang digunakan memenuhi persyaratan yang ditetapkan yaitu 6-7,1. Agregat kasar yang digunakan dengan butir maksimum 20 mm. Hasil pengujian analisis saringan agregat juga menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut masuk dalam agregat gradasi 20 mm. Untuk spesifikasi gradasi besar butir maksimum 20 mm dan grafik gradasi agregat kasar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.19, Gambar 5.8, dan Gambar 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.19 Spesifikasi Gradasi Agregat Kasar dengan Besar Butir Maksimum 20 mm**

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif			
	Batas Bawah	Hasil Sampel 1	Hasil Sampel 2	Batas Atas
40	100	100,000	100,000	100
20	95	96,299	94,559	100
10	25	25,150	24,785	55
4,8	0	4,462	6,781	10



**Gambar 5.8 Gradasi Agregat Kasar Batu Gunung Merapi Sampel 1**



**Gambar 5.9 Gradasi Agregat Kasar Batu Gunung Merapi Sampel 2**

#### 5.4.3 Berat Volume Agregat Kasar

Tujuan pengujian berat volume agregat untuk menentukan berat volume agregat. Berat volume adalah perbandingan antara berat kering SSD dengan volumenya. Berat volume ditinjau dalam dua keadaan yaitu berat volume gembur

dan berat volume padat. Hasil pengujian berat volume agregat dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan Tabel 5.21 sebagai berikut.

**Tabel 5.20 Berat Volume Gembur Agregat Kasar**

No	Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
1	Diameter silinder	15	Cm
2	Tinggi Silinder	30	Cm
3	Berat tabung (W1)	5906	Gram
4	Berat tabung + agregat SSD (W2)	12211	Gram
5	Berat agregat (W3)	6305	Gram
6	Volume tabung (V)	5301,438	cm <sup>3</sup>
7	Berat volume gembur (W3/V)	1,189	gram/cm <sup>3</sup>

**Tabel 5.21 Berat Volume Padat Agregat Kasar**

No	Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
1	Diameter silinder	15	Cm
2	Tinggi Silinder	30	Cm
3	Berat tabung (W1)	5906	Gram
4	Berat tabung + agregat SSD (W2)	13211	Gram
5	Berat agregat (W3)	7305	Gram
6	Volume tabung (V)	5301,438	cm <sup>3</sup>
7	Berat volume gembur (W3/V)	1,378	gram/cm <sup>3</sup>

Dari Tabel 5.20 dan Tabel 5.21 didapat berat volume agregat kasar dalam kondisi gembur dan padat, masing-masing adalah 1,189 gram/cm<sup>3</sup> dan 1,378 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 5.4.4 Pengujian Abrasi Agregat Kasar Batu Gunung Merapi

Pengujian abrasi agregat kasar bertujuan mengetahui angka keausan agregat kasar batu Gunung Merapi yang akan digunakan pada penelitian ini. Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 2417-2008 dan menggunakan mesin pengujian abrasi Los Angeles dengan gradasi tertentu. Berikut adalah daftar gradasi dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Tabel 5.23

**Tabel 5.22 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji Abrasi**

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

(Sumber : SNI 2417-2008)

**Tabel 5.23 Abrasi Agregat Batu Gunung Merapi**

Ukuran Saringan				Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Gram	Gram
Mm	Inci	Mm	inci		
75	3	63	2 1/2		
63	2 ½	50	2		
50	2	37,5	1 1/2		
37,5	1 ½	25	1		
25	1	19	3/4		
19	¾	12,5	1/2	2500	2500
12,5	½	9,5	3/8	2500	2500
9,5	3/8	6,3	1/4		
6,3	¼	4,75	No. 4		
4,75	No. 4	2,36	No. 8		
Jumlah berat (A)				5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan (B)				2172	2347
Keausan [(A-B)/A]X100				56,56	53,06
Keausan Rata-Rata (%)				54,81	

Berdasarkan Tabel 5.23 menunjukkan bahwa nilai keausan rata-rata agregat batu Gunung Merapi sebesar 54,81%. Nilai tersebut menurut SII.0052-08 belum memenuhi syarat abrasi maksimum yaitu 40%-50%. Agregat batu Gunung Merapi berdasar pengujian abrasi tersebut termasuk agregat yang memiliki kekuatan relatif

rendah untuk campuran beton meskipun nilai abrasinya mendekati syarat yang ditetapkan SII.0052-08.

### **5.5 Komposisi Campuran Beton**

Metode yang digunakan dalam menentukan komposisi campuran beton yang dilakukan menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Tujuan perencanaan campuran beton untuk mengetahui proporsi campuran yang sesuai dengan kuat beton rencana. Setiap campuran beton terdapat variasi substitusi abu batu terhadap kebutuhan agregat halus pasir yaitu 0%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100% disertai penambahan kalsium klorida sebesar 2% terhadap kebutuhan semen yang digunakan pada tiap-tiap variasi. Hasil rekapitulasi kebutuhan material campuran beton berbahan tambah kalsium klorida dengan substitusi agregat halus menggunakan abu batu dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut.



**Tabel 5.24 Kebutuhan Material Campuran Beton**

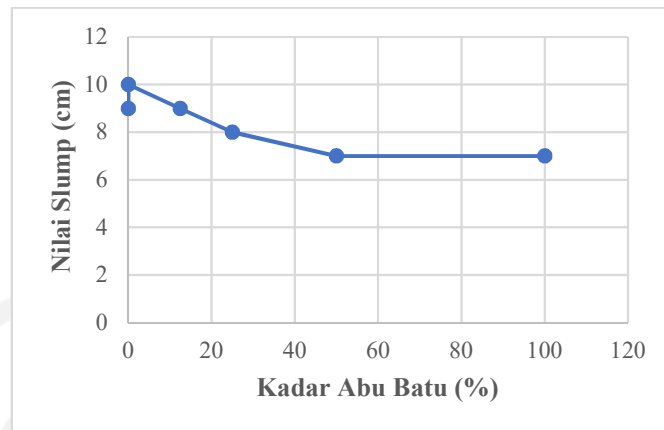
<b>PROPORSI CAMPURAN YANG DIGUNAKAN</b>											
<b>Sampel Silinder</b>	<b>Volume</b>	<b>Variasi Abu Batu</b>	<b>Agregat Halus</b>	<b>Agregat Kasar</b>	<b>Semen</b>	<b>Air</b>	<b>Accelerator</b>	<b>Accelerator</b>	<b>Abu Batu Pakai</b>	<b>Agregat pasir</b>	<b>Agregat Kasar</b>
<b>(buah)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(%)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>	<b>%</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>	<b>(Kg)</b>
15	0,07952	0%	75,341	105,550	44,015	22,008	0	0,000	0,000	75,341	105,550
15	0,07952	0%	75,341	105,550	44,015	22,008	2%	0,880	0,000	75,341	105,550
15	0,07952	12,5%	75,341	105,550	44,015	22,008	2%	0,880	9,418	65,924	105,550
15	0,07952	25%	75,341	105,550	44,015	22,008	2%	0,880	18,835	56,506	105,550
15	0,07952	50%	75,341	105,550	44,015	22,008	2%	0,880	37,671	37,671	105,550
15	0,07952	100%	75,341	105,550	44,015	22,008	2%	0,880	75,341	0,000	105,550
<b>Jumlah</b>			452,048	633,302	264,091	132,046	-	4,402	141,265	310,783	633,302

## 5.6 Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* bertujuan mengetahui tingkat kelacakan (*workability*) beton segar. Semakin besar nilai *slump* yang dihasilkan maka beton semakin mudah dikerjakan begitu juga sebaliknya semakin kecil nilai *slump* maka beton akan susah dikerjakan. Nilai *slump* adalah penurunan ketinggian pada permukaan atas beton yang diukur sesegera mungkin setelah cetakan pengujian *slump* (kerucut Abrams) diangkat. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini.

**Tabel 5.25 Pengujian *Slump***

Kode Sampel	Komposisi Campuran		Nilai <i>Slump</i> (cm)	<i>Slump</i> Ditetapkan (cm)	Keterangan
	Kadar Abu Batu (%)	Kalsium Klorida (%)			
BNA-7, 14, & 28	0	0	9	6-18	Memenuhi
BNACACL-7, 14, & 28	0	0	10	6-18	Memenuhi
BNAB-12,5-7, 14, & 28	12,5	2	9	6-18	Memenuhi
BNAB-25-7, 14, & 28	25	2	8	6-18	Memenuhi
BNAB-50-7, 14, & 28	50	2	7	6-18	Memenuhi
BNAB-100-7, 14, & 28	100	2	7	6-18	Memenuhi



**Gambar 5.10 Pengujian Nilai Slump**

Penggunaan abu batu sebagai substitusi agregat halus disesuaikan dengan hasil *mix design* sehingga perlakuan pencampuran beton sesuai dengan perlakuan pencampuran beton normal. Hal tersebut bertujuan melihat dan membandingkan kondisi campuran beton segar akibat substitusi agregat halus menggunakan abu batu. Berdasarkan Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa seiring meningkatnya kadar substitusi agregat halus menggunakan abu batu nilai *slump* semakin turun sampai pada penambahan 50% selanjutnya sampai penambahan 100% nilai *slump* relatif sama. Hal ini terjadi karena butiran abu batu yang bertekstur kasar dan bentuknya yang tidak beraturan sehingga bidang gesek semakin besar dan memperbesar ikatan antara agregat halus dan agregat kasar ditambah penyerapan air yang lebih besar. Dapat dilihat pada Tabel 5.15 menunjukkan bahwa nilai penyerapan abu batu lebih besar daripada pasir sehingga mengurangi *workability* beton.



**Gambar 5.11 Contoh Pengujian Slump Test**

### 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan tiga kali setelah umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Jumlah benda uji yang digunakan untuk pengujian sebanyak 90 benda uji dengan masing-masing varian sebanyak 5 benda uji. Sebelum pengujian dilakukan, benda uji pada bagian atasnya diberi *capping* dari belerang bertujuan agar permukaan bidang tekan menjadi rata. Untuk data dan hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5.27, Tabel 5.28, dan Gambar 5.17. Sedangkan untuk mempermudah penamaan sampel dilakukan kodefikasi terhadap benda uji yang ditunjukkan pada Tabel 5.26 sebagai berikut.

**Tabel 5.26 Kodefikasi Benda Uji**

No	Nama Benda Uji	Kode Benda Uji
1	Beton Normal Umur 7 Hari	BNA-7
2	Beton Normal Umur 14 Hari	BNA-14
3	Beton Normal Umur 28 Hari	BNA-28
4	Beton Normal + CaCl Umur 7 Hari	BNACL-7
5	Beton Normal + CaCl Umur 14 Hari	BNACL-14
6	Beton Normal + CaCl Umur 28 Hari	BNACL-28
7	Beton Abu Batu 12,5% + CaCl Umur 7 Hari	BCAB-12,5-7
8	Beton Abu Batu 12,5% + CaCl Umur 14 Hari	BCAB-12,5-14
9	Beton Abu Batu 12,5% + CaCl Umur 28 Hari	BCAB-12,5-28
10	Beton Abu Batu 25% + CaCl Umur 7 Hari	BCAB-25-7
11	Beton Abu Batu 25% + CaCl Umur 14 Hari	BCAB-25-14
12	Beton Abu Batu 25% + CaCl Umur 28 Hari	BCAB-25-28
13	Beton Abu Batu 50% + CaCl Umur 7 Hari	BCAB-50-7
14	Beton Abu Batu 50% + CaCl Umur 14 Hari	BCAB-50-14
15	Beton Abu Batu 50% + CaCl Umur 28 Hari	BCAB-50-28
16	Beton Abu Batu 100% + CaCl Umur 7 Hari	BCAB-100-7
17	Beton Abu Batu 100% + CaCl Umur 14 Hari	BCAB-100-14
18	Beton Abu Batu 100% + CaCl Umur 28 Hari	BCAB-100-28

**Tabel 5.27 Data Benda Uji Kuat Tekan**

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BNA-7	1	12,351	15,122	30,307	179,593	5442,863
	2	12,418	15,113	30,110	179,395	5401,584
	3	12,489	15,107	30,310	179,237	5432,667
	4	12,420	15,053	30,333	177,973	5398,528
	5	12,498	15,087	30,217	178,763	5401,608
BNCACL-7	1	12,380	15,127	30,090	179,712	5407,525
	2	12,461	15,047	30,380	177,816	5402,046
	3	12,495	15,083	30,412	178,684	5434,064
	4	12,410	15,033	30,233	177,501	5366,443
	5	12,527	15,103	30,460	179,158	5457,144
BCAB-12,5-7	1	12,432	15,127	30,388	179,712	5461,139
	2	12,316	14,993	30,057	176,558	5306,731
	3	12,159	15,040	30,080	177,658	5343,962

Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BCAB-12,5-7	4	12,308	14,877	30,547	173,821	5309,639
	5	12,277	14,997	30,403	176,636	5370,325
BCAB-25-7	1	12,364	15,113	30,227	179,395	5422,514
	2	12,336	15,220	30,310	181,936	5514,487
	3	12,339	15,047	30,420	177.816	5409,158
	4	12,385	15,260	30,473	182.894	5573,383
	5	12,299	15,057	30,465	178.052	5424,363
BCAB-50-7	1	12,390	15,183	30,367	181,060	5498,209
	2	12,487	15,233	30,243	182,255	5512,002
	3	12,501	15,000	30,180	176,714	5333,246
	4	12,400	15,163	30,333	180,584	5477,714
	5	12,533	15,153	30,227	180,345	5451,254

Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BCAB-100-7	1	12,226	15,085	30,300	178,723	5407,525
	2	12,307	15,035	30,563	177,540	5402,046
	3	12,194	14,992	30,188	176,518	5434,064
	4	12,423	15,095	30,445	178,960	5407,525
	5	12,300	15,052	30,203	177,934	5402,046
BNA-14	1	12,430	15,270	30,307	183,134	5434,064
	2	12,482	15,220	30,110	181,936	5407,525
	3	12,428	15,140	30,310	180,029	5402,046
	4	12,350	15,180	30,333	180,981	5434,064
	5	12,513	15,160	30,217	180,505	5407,525
BNCACL-14	1	12,380	15,127	30,090	179,712	5402,046
	2	12,461	15,047	30,380	177,816	5434,064
	3	12,495	15,083	30,412	178,684	5407,525

Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BNCACL-14	4	12,410	15,033	30,233	177,501	5366,443
	5	12,527	15,103	30,460	179,158	5457,144
BCAB-12,5-14	1	12,432	15,127	30,388	179,712	5461,139
	2	12,316	14,993	30,057	176,558	5306,731
	3	12,159	15,040	30,080	177,658	5343,962
	4	12,308	14,877	30,547	173,821	5309,639
	5	12,277	14,997	30,403	176,636	5370,325
BCAB-25-14	1	12,364	15,113	30,227	179,395	5422,514
	2	12,336	15,220	30,310	181,936	5514,487
	3	12,339	15,047	30,420	177,816	5409,158
	4	12,385	15,260	30,473	182,894	5573,383
	5	12,299	15,057	30,465	178,052	5424,363



Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BCAB-50-14	1	12,390	15,183	30,367	181,060	5498,209
	2	12,487	15,233	30,243	182,255	5512,002
	3	12,501	15,000	30,180	176,714	5333,246
	4	12,400	15,163	30,333	180,584	5477,714
	5	12,533	15,153	30,227	180,345	5451,254
BCAB-100-14	1	12,226	15,085	30,300	178,723	5415,308
	2	12,307	15,035	30,563	177,540	5426,221
	3	12,194	14,992	30,188	176,518	5328,793
	4	12,423	15,095	30,445	178,960	5448,439
	5	12,300	15,052	30,203	177,934	5374,201
BNA-28	1	12,351	15,122	30,307	179,593	5442,863
	2	12,418	15,113	30,110	179,395	5401,584
	3	12,489	15,107	30,310	179,237	5432,667

Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BNA-28	4	12,420	15,053	30,333	177,973	5398,528
	5	12,498	15,087	30,217	178,763	5401,608
BNCACL-28	1	12,380	15,127	30,090	179,712	5407,525
	2	12,461	15,047	30,380	177,816	5402,046
	3	12,495	15,083	30,412	178,684	5434,064
	4	12,410	15,033	30,233	177,501	5366,443
	5	12,527	15,103	30,460	179,158	5457,144
BCAB-12,5-28	1	12,432	15,127	30,388	179,712	5461,139
	2	12,316	14,993	30,057	176,558	5306,731
	3	12,159	15,040	30,080	177,658	5343,962
	4	12,308	14,877	30,547	173,821	5309,639
	5	12,277	14,997	30,403	176,636	5370,325

Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BCAB-25-28	1	12,364	15,113	30,227	179,395	5422,514
	2	12,336	15,220	30,310	181,936	5514,487
	3	12,339	15,047	30,420	177,816	5409,158
	4	12,385	15,260	30,473	182,894	5573,383
	5	12,299	15,057	30,465	178,052	5424,363
BCAB-50-28	1	12,390	15,183	30,367	181,060	5498,209
	2	12,487	15,233	30,243	182,255	5512,002
	3	12,501	15,000	30,180	176,714	5333,246
	4	12,400	15,163	30,333	180,584	5477,714
	5	12,533	15,153	30,227	180,345	5451,254

Lanjutan Tabel 5.27

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Volume
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BCAB-100-28	1	12,226	15,085	30,300	178,723	5415,308
	2	12,307	15,035	30,563	177,540	5426,221
	3	12,194	14,992	30,188	176,518	5328,793
	4	12,423	15,095	30,445	178,960	5448,439
	5	12,300	15,052	30,203	177,934	5374,201

Tabel 5.28 Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji		Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Kuat Tekan Konversi 28 Hari	Kuat Tekan Rata-Rata Konversi 28 Hari
		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
BNA-7	1	19,210	17,429	29,554	26,813
	2	16,165		24,870	
	3	16,738		25,750	
	4	15,171		23,340	
	5	19,859		30,552	
BNCACL-7	1	16,415	19,717	25,254	30,334
	2	19,683		30,282	
	3	20,987		32,287	
	4	21,127		32,503	
	5	20,373		31,343	
BCAB 12,5-7	1	14,468	16,048	22,258	24,689
	2	14,216		21,871	
	3	16,436		25,286	
	4	18,985		29,208	
	5	16,135		24,823	
BCAB-25-7	1	14,772	14,334	22,726	22,052
	2	15,775		24,269	
	3	14,599		22,459	
	4	15,726		24,193	
BCAB-50-7	1	23,197	20,594	35,687	31,683
	2	20,850		32,077	
	3	22,069		33,953	
	4	16,059		24,706	
	5	20,793		31,990	

Lanjutan Tabel 5.28

Kode Benda Uji		Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Kuat Tekan Konversi 28 Hari	Kuat Tekan Rata-Rata Konversi 28 Hari
		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
BCAB-100-7	1	16,506	16,519	25,394	25,414
	2	12,166		18,717	
	3	17,562		27,018	
	4	19,837		30,518	
	5	16,523		25,420	
BNA-14	1	22,115	22,167	25,131	25,189
	2	23,909		27,170	
	3	20,552		23,355	
	4	24,312		27,627	
	5	19,944		22,664	
BNCACL-14	1	23,371	24,528	26,558	27,873
	2	25,307		28,758	
	3	25,464		28,936	
	4	23,380		26,568	
	5	25,118		28,543	
BCAB-12,5-14	1	20,867	20,349	23,712	23,124
	2	17,841		20,274	
	3	23,359		26,545	
	4	20,711		23,535	
	5	18,966		21,552	
BCAB-25-14	1	20,904	19,500	23,754	22,159
	2	18,963		21,549	
	3	19,121		21,728	
	4	19,137		21,746	
	5	19,376		22,019	

Lanjutan Tabel 5.28

Kode Benda Uji		Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Kuat Tekan Konversi 28 Hari	Kuat Tekan Rata-Rata Konversi 28 Hari
		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
BCAB-50-14	1	23,473	22,320	26,674	25,364
	2	20,576		23,381	
	3	24,050		27,330	
	4	19,935		22,654	
	5	23,566		26,779	
BCAB-100-14	1	22,661	21,012	25,751	23,877
	2	18,869		21,442	
	3	19,828		22,532	
	4	23,469		26,669	
	5	20,232		22,991	
BNA-28	1	31,313	28,378	31,313	28,378
	2	32,402		32,402	
	3	25,196		25,196	
	4	23,474		23,474	
	5	29,505		29,505	
BNCACL-28	1	25,597	32,323	25,597	32,323
	2	29,244		29,244	
	3	35,538		35,538	
	4	37,746		37,746	
	5	33,490		33,490	
BCAB-12,5-28	1	18,919	21,661	18,919	21,661
	2	21,240		21,240	
	3	23,641		23,641	
	4	21,862		21,862	
	5	22,645		22,645	

Lanjutan Tabel 5.28

Kode Benda Uji		Kuat Tekan Rata-Rata	Kuat Tekan Konversi 28 Hari	Kuat Tekan Rata-Rata Konversi 28 Hari
		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
BCAB-25-28	1	20,632	18,953	20,632
	2		19,512	
	3		22,214	
	4		17,770	
	5		24,712	
BCAB-50-28	1	25,961	26,510	25,961
	2		28,011	
	3		22,150	
	4		27,170	
BCAB-100-28	1	21,424	20,143	21,424
	2		18,587	
	3		26,909	
	4		18,999	
	5		22,480	

Berdasarkan Tabel 5.28 di atas dapat diperoleh perbandingan nilai kuat tekan yang ditunjukkan pada Tabel 5.29 sebagai berikut.



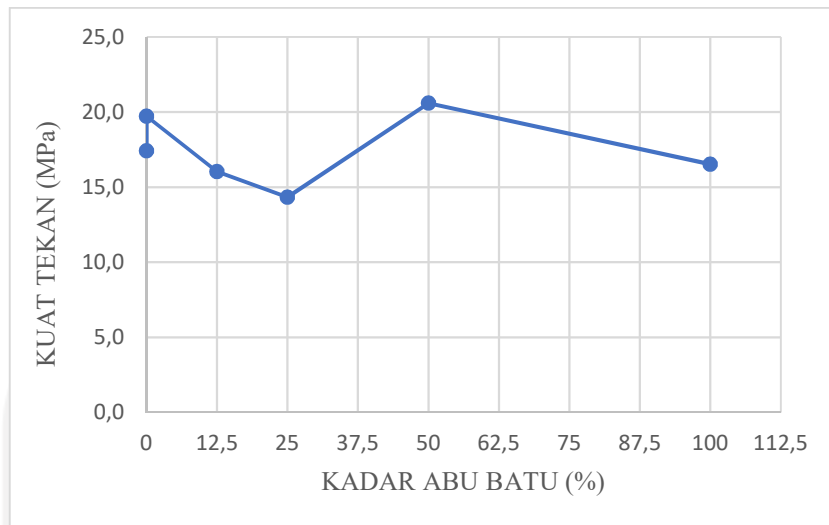
**Tabel 5. 29 Perbandingan Kuat Tekan Beton**

Kode variasi Sampel	Kuat Tekan Rerata (MPa)			Nilai Banding Terhadap 28 Hari		
	Umur Uji			Umur Uji		
	7	14	28	7	14	28
BNA	17,429	22,167	28,378	26,813	25,189	28,378
BNACL	19,717	24,528	32,323	30,334	27,873	32,323
BCAB 12,5	16,048	20,349	21,661	24,689	23,124	21,661
BCAB 25	14,334	19,500	20,632	22,052	22,159	20,632
BCAB 50	20,594	22,320	25,961	31,683	25,364	25,961
BCAB 100	16,519	21,012	21,242	25,414	23,877	21,242

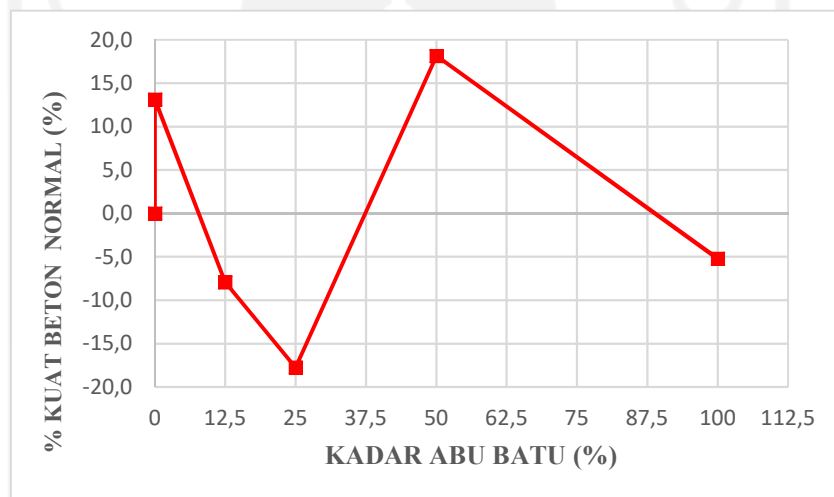
Berdasarkan Tabel 5.29 dapat diperoleh nilai variasi kuat tekan yang berbeda disetiap umur pengujian beton yang kemudian akan dibahas di sub bab selanjutnya.

#### 5.7.1 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Substitusi Abu Batu

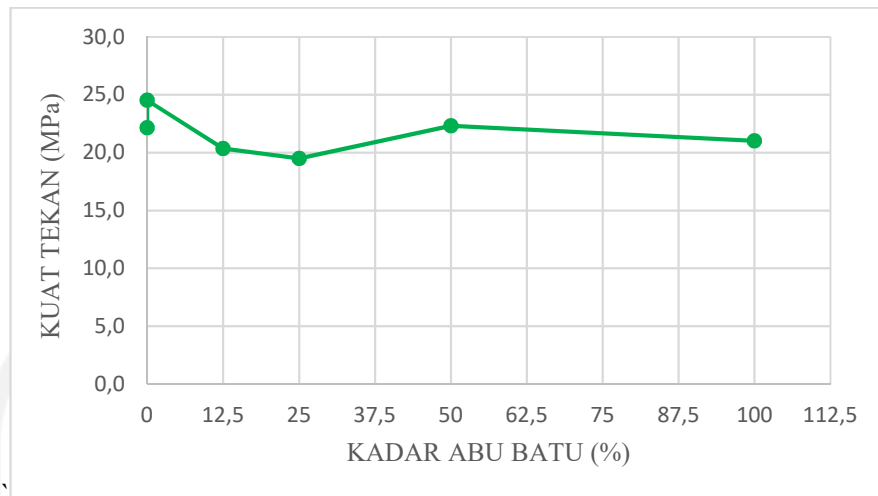
Berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata pada Tabel 5.27, nilai kuat tekan rata-rata tersebut dapat dibuat grafik hubungan kuat tekan beton dengan variasi substitusi agregat halus menggunakan abu batu dan grafik hubungan persentase kuat tekan beton abu batu terhadap kuat tekan beton normal. Untuk masing-masing umur pengujian beton dapat dilihat pada Gambar 5.12, Gambar 5.13, Gambar 5.14 Gambar 5.15, Gambar 5.16, dan Gambar 5.17 sebagai berikut.



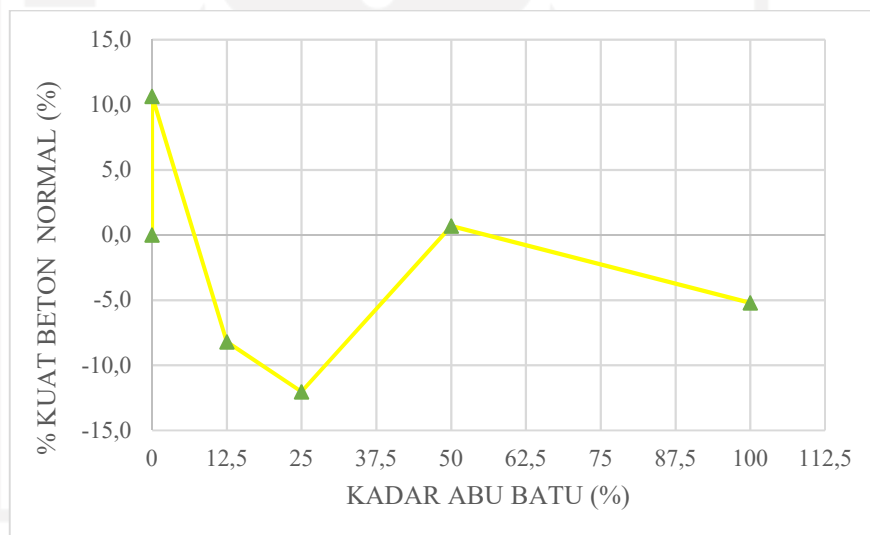
**Gambar 5.12 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari**



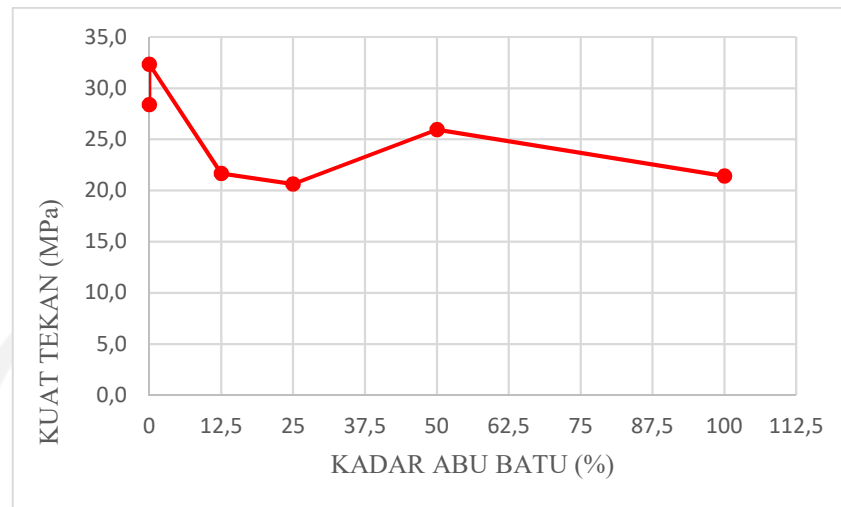
**Gambar 5.13 Persentase Kuat Tekan Beton 7 Hari**



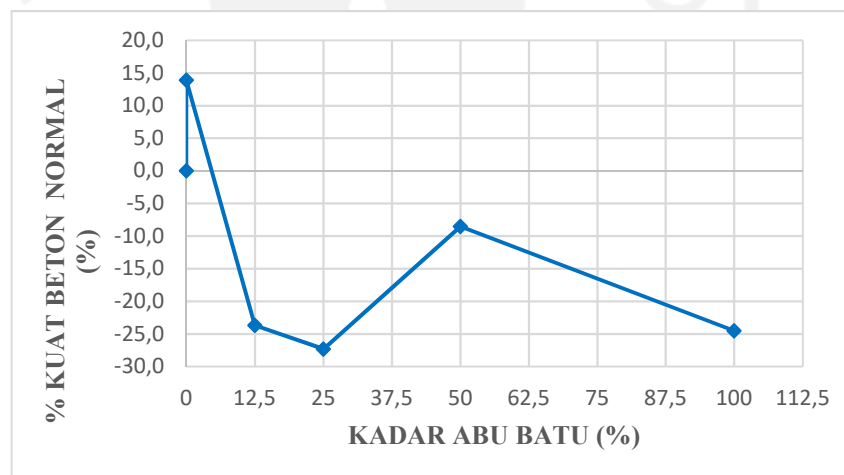
**Gambar 5.14 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari**



**Gambar 5.15 Persentase Kuat Tekan Beton 14 Hari**



**Gambar 5.16 Kuat Tekan Beton 28 Hari**



**Gambar 5.17 Persentase Kuat Tekan Beton 28 Hari**

Berdasarkan hasil Gambar 5.12, Gambar 5.14, dan Gambar 5.16 di atas dapat dilihat bahwa penggunaan abu batu sebagai substitusi agregat halus memengaruhi kuat tekan beton. Ditandai dengan variasi nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pada tiap kadar substitusi agregat halus menggunakan abu batu. Untuk beton umur 7 hari nilai kuat tekan BNA memiliki kuat tekan sebesar 17,429 MPa sedangkan BNACL mempunyai kuat tekan sebesar 19,717 MPa. Untuk BCAB (beton menggunakan substitusi agregat halus) terjadi penurunan nilai kuat tekan pada kadar substitusi 12,5% dan 25% yaitu 16,048 MPa dan 14,334 MPa kemudian kuat

tekan meningkat sebesar 20,594 MPa dengan kadar substitusi 50% dan mengalami penurunan sebesar 16,519 MPa pada kadar substitusi 100%.

Selanjutnya dapat dilihat bahwa pengujian kuat tekan beton setelah 14 hari kuat tekan beton BNA memiliki kuat tekan sebesar 22,167 MPa. Sedangkan beton BNACL mempunyai kuat tekan sebesar 24,528 MPa. Untuk kuat tekan beton BCAB mengalami penurunan kekuatan dengan kadar substitusi agregat halus sebesar 12,5% dan 25% yaitu sebesar 20,349 MPa dan 19,500 MPa kemudian mengalami peningkatan kuat tekan pada kadar substitusi 50% sebesar 22,320 MPa dan mengalami penurunan kuat tekan pada kadar substitusi 100% sebesar 21,012 MPa. Kemudian untuk beton setelah 28 hari kuat tekan BNA memiliki kuat tekan sebesar 28,378 MPa. Sedangkan beton BNACL mempunyai kuat tekan sebesar 32,323 MPa. Untuk kuat tekan beton BCAB mengalami perilaku yang sama seperti pengujian 7 dan 14 hari yaitu mengalami penurunan kekuatan pada kadar substitusi agregat halus sebesar 12,5% dan 25% yaitu sebesar 21,661 MPa dan 20,632 MPa kemudian mengalami peningkatan kuat tekan pada kadar substitusi 50% sebesar 25,961 MPa dan mengalami penurunan kuat tekan pada kadar substitusi 100% sebesar 21,424 MPa.

Variasi substitusi agregat halus menggunakan abu batu dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dikarenakan pengaruh abu batu yang dapat dilihat pada Gambar 5.12, Gambar 5.14, dan Gambar 5.16 di atas penggunaan pasir sebagai agregat halus sangat meningkatkan kuat tekan dimana nilai kuat tekan pada BNA maupun BNACL lebih besar dari kuat tekan rencana dibandingkan dengan kuat tekan beton dengan substitusi agregat halus yang nilai kuat tekanya tidak melampaui kuat tekan rencana kecuali BCAB 50%. Perbedaan nilai kuat tekan ini dapat disebabkan karena nilai gradasi campuran antara pasir dengan abu batu yang tidak dilakukan pengujian sebelumnya. Karena nilai gradasi yang baik dapat menghasilkan beton dengan kepadatan yang baik sehingga beton memiliki nilai kuat tekan yang tinggi.

Selanjutnya nilai berat volume beton antara berat beton normal dengan beton substitusi agregat halus (BCAB) juga memengaruhi nilai kuat tekan beton. Secara teoritis benda yang memiliki berat volume yang lebih besar maka tingkat kepadatannya lebih baik sehingga nilai kuat tekannya juga semakin tinggi. Berikut

adalah nilai perbandingan berat volume antara beton normal dengan beton dengan substitusi agregat halus yang ditunjukkan oleh Tabel 5.30 sebagai berikut.

**Tabel 5.30 Perbandingan Berat Volume Beton**

Kode Benda Uji	Umur Pengujian	Berat Volume Rata-Rata	Berat Volume Rata-Rata
	Hari	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
BNA	7	2295,336	2312,408
	14	2318,995	
	28	2322,893	
BNA CL	7	2300,709	2303,662
	14	2294,344	
	28	2315,932	
BCAB 12,5	7	2296,284	2286,393
	14	2267,899	
	28	2294,995	
BCAB 25	7	2280,209	2285,251
	14	2285,136	
	28	2290,408	
BCAB 50	7	2276,575	2275,735
	14	2268,295	
	28	2282,337	
BCAB 100	7	2257,561	2266,006
	14	2262,549	
	28	2277,907	

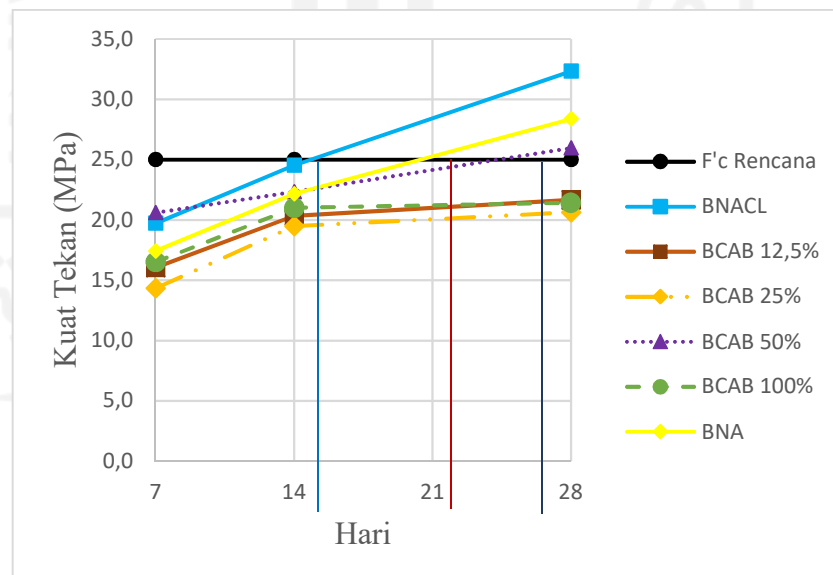
Dari Tabel 5.30 diatas dapat diperoleh semakin besar nilai substitusi agregat halus yang dilakukan nilai berat volume beton semakin kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa berat volume beton juga merupakan faktor penyebab perbedaan nilai kuat tekan yang dihasilkan. Dengan nilai berat volume yang mengecil maka kepadatan benda uji juga berkurang.

Selanjutnya pemadatan yang kurang maksimal pada campuran beton menyebabkan adanya rongga-rongga udara dalam beton segar yang umumnya harus diminimalisir rongga pada beton untuk memperoleh kepadatan yang maksimal. pemadatan yang kurang maksimal ini dikarenakan faktor *human eror* sehingga jumlah tusukan saat pemadatan tidak bisa terkontrol.

Selain itu hasil pengujian abrasi agregat kasar yang berasal dari Gunung Merapi menunjukkan bahwa nilai uji abrasi rata-rata agregat kasar dari Gunung Merapi sebesar 54,81%. Nilai tersebut menurut SII.0052-08 belum memenuhi syarat abrasi maksimum yaitu 40%-50%. Agregat batu Gunung Merapi berdasar pengujian abrasi tersebut termasuk agregat yang memiliki kekuatan relatif rendah sehingga abu batu yang dihasilkan dari pemecahan batu memiliki butiran yang kekuatannya rendah sehingga menyebabkan perbedaan kuat tekan beton yang dihasilkan.

### 5.7.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Beton

Berdasarkan kuat tekan beton rata-rata umur tertentu tanpa angka konversi yang ditunjukkan oleh Tabel 5.26 maka dibuat grafik hubungan *accelerator* dengan masing-masing variasi substitusi abu batu dengan penambahan kadar kalsium klorida sebesar 2% dari berat semen yang digunakan. Grafik hubungan antara kuat tekan dengan *accelerator* kalsium klorida dapat dilihat pada Gambar 5.18 Sebagai berikut.



**Gambar 5.18 Hubungan Abu Batu dengan Penambahan Accelerator Kalsium Klorida**

Dapat dilihat pada Gambar 5.18 semua beton variasi substitusi agregat halus menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan beton. Hasil ini telah sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh A.M. Neville (1981) yang dapat dilihat pada Gambar 3.1, di mana kuat tekan beton yang menggunakan semen tipe I meningkat seiring bertambahnya umur beton dari umur 7 hari sampai umur beton 28 hari. Perbedaan atau variasi akselerasi yang ditunjukkan pada tiap kadar substitusi abu batu menunjukkan waktu yang dibutuhkan tiap variasi untuk mencapai kuat tekan beton yang direncanakan pada umur beton 28 hari.

Nilai kuat tekan pada Tabel 5.28 dapat digunakan untuk menentukan besarnya peningkatan nilai kuat tekan beton (akselerasi kuat tekan beton) yaitu dengan cara membagi nilai kuat tekan aktual dengan nilai kuat tekan umur beton 28 hari. berikut adalah nilai persentase kuat tekan beton berdasarkan umur beton dapat dilihat pada Tabel 5.31 sebagai berikut.

**Tabel 5.31 Persentase Kuat Tekan Berdasarkan Umur Beton**

Kode Benda Uji	Persentase Kuat Tekan Beton (%)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
PBI 1971	65	88	100
BNA	61,416	78,112	100
BNACL	61,000	75,884	100
BCAB 12,5%	74,086	93,941	100
BCAB 25%	69,473	94,513	100
BCAB 50%	79,387	85,974	100
BCAB 100%	77,105	98,077	100

Untuk mempermudah mencari nilai akselerasi terbesar maka nilai persentase tersebut dikurangi dengan persentase kuat tekan beton normal dan nilai selisih persentase ditunjukkan oleh Tabel 5.32 sebagai berikut.



**Tabel 5.32 Selisih Persentase Kuat Tekan Berdasarkan Umur Beton**

Kode Benda Uji	Selisih Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur 7 hari (%)		Selisih Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur 14 hari (%)	
	PBI 1971	Beton Normal	PBI 1971	Beton Normal
BNA	-3,548	-	-9,888	-
BNACL	-4,000	-0,416	-12,116	-2,227
BCAB 12,5%	9,086	12,670	5,941	15,829
BCAB 25%	4,473	8,057	6,651	16,401
BCAB 50%	14,327	17,911	-2,023	7,864
BCAB 100%	12,105	15,689	10,077	19,965

Pada Tabel 5.31 dapat dilihat bahwa persentase kuat tekan beton dengan penambahan kalsium klorida sebesar 2% dari semua variasi BCAB nilai persentase kuat tekan beton masih lebih tinggi dari PBI 1971 dan beton normal. Akselerasi peningkatan kuat tekan beton optimum terjadi pada varian BCAB 100%. Dari analisis kuat tekan dan akselerasi peningkatan kuat tekan beton dapat disimpulkan bahwa kalsium klorida mampu mempercepat proses pengerasan beton di mana menurut Popovics (1992) beton yang menggunakan *accelerator* mampu menghasilkan kuat tekan diawal maupun diakhir mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton tanpa bahan tambah *accelerator*. Kemudian penggunaan abu batu sebagai substitusi agregat halus dengan umur beton 28 hari mencapai kuat tekan yang direncanakan.

Berdasarkan Gambar 5.18 beton normal tanpa penambahan kalsium klorida (BNA) mampu mencapai kuat tekan rencana pada umur beton 20 hari, kemudian beton normal dengan penambahan kalsium klorida (BNACL) mencapai kuat tekan yang direncanakan membutuhkan waktu 15 hari. Penggunaan abu batu sebagai substitusi agregat halus yang juga mengalami peningkatan kuat tekan hingga kadar substitusi mencapai 50% dan mencapai kuat tekan rencana dalam waktu 24 hari. Artinya penggunaan akselerator dengan substitusi agregat halus menggunakan abu batu memiliki dampak yang baik untuk campuran beton.

Dari hasil pembahasan dua sub bab tersebut dapat disimpulkan dengan penambahan kalsium klorida sebagai *accelerator* dalam campuran beton mampu mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kuat tekan rencana serta mampu meningkatkan kuat tekan ditandai dengan pencapaian nilai kuat tekan rencana sebesar 25 MPa untuk BNACL 15 hari, untuk BNA 20 hari, dan substitusi agregat halus menggunakan abu batu (BCAB) 50% 24 hari.

Nilai pencapaian kuat tekan rencana 25 MPa antara beton normal, beton normal berakselerator, dan beton substitusi agregat halus berakselerator diperoleh menggunakan nilai konversi PBI 1971 sehingga nilai kuat tekan yang diperoleh pada saat pengujian kemudian dikonversi menggunakan PBI 1971 yang digunakan sebagai acuan tingkat akselerasi beton namun, PBI 1971 digunakan untuk beton normal tanpa penambahan bahan tambah sehingga perlu diteliti lebih lanjut untuk menentukan nilai kuat tekan dan nilai akselerasi yang digunakan.

Hasil analisis dan pembahasan hubungan antara kuat tekan dan variasi abu batu serta hubungan antara kuat tekan dengan umur beton dapat diperoleh kadar abu batu optimum yang digunakan dalam substitusi agregat halus dalam pembuatan beton adalah sebanyak 50% dari berat agregat halus yang digunakan karena terbukti mampu mencapai kuat tekan yang direncanakan dalam 24 hari. Serta penggunaan kalsium klorida sebagai *accelerator* mampu mencapai kuat tekan beton normal 28 hari hanya dalam 15 hari dan mampu meningkatkan akselerasi hingga 19,965% dari beton normal.

## **5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas**

Hasil pengujian modulus elastisitas yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan setelah umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Benda uji yang dilakukan pengujian modulus elastisitas sebanyak 54 benda uji dengan tiap varian sebanyak 3 benda uji. Hasil pengujian modulus elastisitas beton dapat dilihat pada Tabel 5.31 sebagai berikut.

**Tabel 5.33 Modulus Elastisitas Beton**

Kode Sampel	No. Sampel	Kuat Tekan	Modulus Elastisitas				
			Uji	E Teroritis	Uji Rata-Rata	Teoritis Rata-Rata	E uji/E teoritis
		(MPa)	(Mpa)	(Mpa)	(MPa)	(MPa)	(%)
BNA-7	1	19,210	13439,32	20599,79	12184,80	20857,65	65,24
	3	16,738	10203,16	19228,48			53,06
	5	19,859	12911,91	20944,68			61,65
BNCACL-7	2	19,683	10430,25	20851,95	12160,60	20926,31	50,02
	3	20,987	15076,55	21531,35			70,02
	4	21,127	10974,99	21602,96			50,80
BCAB-12,5-7	3	16,436	14669,62	19054,45	10966,96	19470,77	76,99
	4	18,985	9043,22	20478,79			44,16
	5	16,135	9188,05	18879,07			48,67
BCAB-25-7	1	14,772	13596,39	18064,07	11600,40	18456,48	75,27
	2	15,775	10760,79	18667,20			57,65
	5	15,726	10444,01	18638,16			56,04
BCAB-50-7	1	23,197	13963,86	22636,56	12045,02	22049,40	61,69
	3	22,069	11509,38	22079,74			52,13
	5	20,793	10661,81	21431,89			49,75
BCAB-100-7	3	17,562	12668,26	19696,26	13218,23	19911,39	64,32
	4	19,837	13525,83	20933,12			64,61
	5	16,523	13460,61	19104,78			70,46

الجامعة الإسلامية  
الاستاذ الدكتور

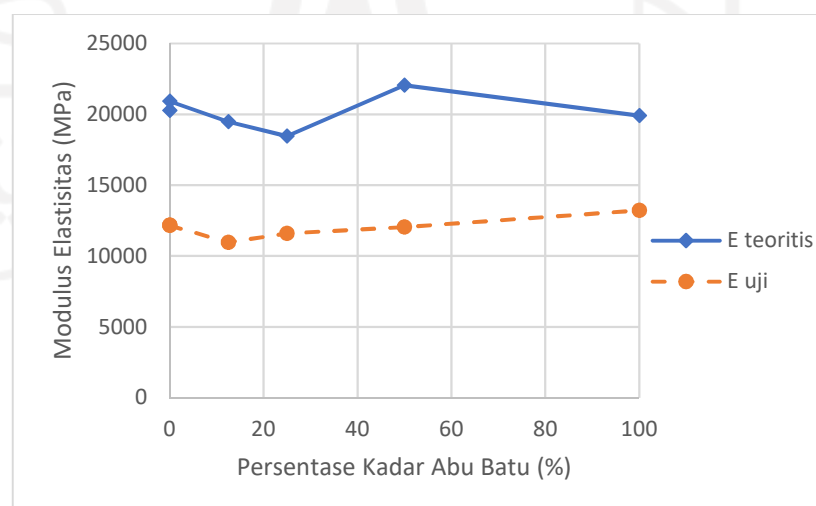
Lanjutan Tabel 5.31

Kode Sampel	No. Sampel	Kuat Tekan	Modulus Elastisitas				
			E Uji	E Teroritis	Uji Rata-Rata	Teoritis Rata-Rata	E uji/E teoritis
			(MPa)	(Mpa)	(Mpa)	(MPa)	(MPa)
BNA-14	1	22,115	10049,64	22102,50	12661,76	22194,71	45,47
	3	20,552	13540,04	21307,27			63,55
	4	24,312	14395,61	23174,35			62,12
BNCACL-14	2	25,307	12582,29	23643,89	14364,15	23638,72	53,22
	3	25,464	17170,76	23717,08			72,40
	5	25,118	13339,41	23555,18			56,63
BCAB-12,5-14	1	20,867	14263,06	21469,67	12712,35	21858,31	66,43
	3	23,359	10463,36	22715,86			46,06
	4	20,711	13410,62	21389,40			62,70
BCAB-25-14	3	19,121	12637,50	20551,90	13374,31	20600,36	61,49
	4	19,137	12389,93	20560,44			60,26
	5	19,376	15095,50	20688,72			72,96
BCAB-50-14	1	23,473	16594,41	22770,90	13744,40	22878,70	72,88
	3	24,050	13125,62	23049,21			56,95
	5	23,566	11513,17	22815,98			50,46
BCAB-100-14	1	22,661	11975,77	22373,56	12847,90	22094,43	53,53
	4	23,469	13701,60	22769,03			60,18
	5	20,232	12866,33	21140,71			60,86
BNA-28	1	31,313	15766,61	26300,12	13564,78	26194,49	59,95
	2	32,402	12495,29	26753,82			55,05
	5	29,505	12432,45	25529,53			48,70
BNCACL-28	3	35,538	15425,17	28018,34	15706,06	28031,13	55,05
	4	37,746	15145,34	28875,87			52,45
	5	33,490	16547,67	27199,18			60,84
BCAB-12,5-28	3	23.641	12007.81	22852.29	24112,09	22397,93	52.55
	4	21.862	16249.70	21975.52			73.94
	5	22.645	44078.75	22365.99			71.53

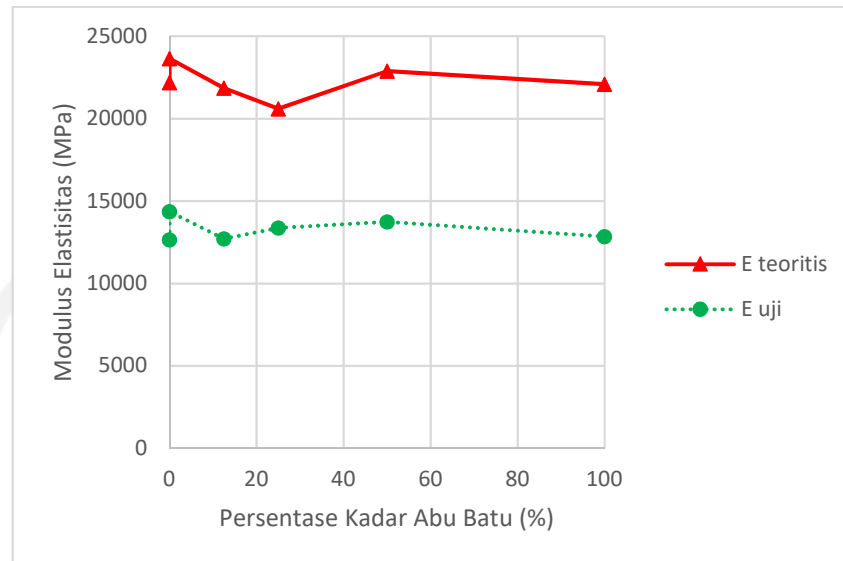
Lanjutan Tabel 5.31

Kode Sampel	No. Sampel	Kuat Tekan	Modulus Elastisitas				
			E Uji	E Teroritis	Uji Rata-Rata	Teoritis Rata-Rata	E uji/E teoritis
			(MPa)	(Mpa)	(MPa)	(MPa)	(%)
BCAB-25-28	2	19,512	27221,03	20761,20	25222,09	22092,43	131,11
	3	22,214	24177,29	22151,91			109,14
	5	24,712	24270,38	23364,17			103,88
BCAB-50-28	1	26,510	20240,54	24199,50	24071,44	24524,42	83,64
	3	28,011	27879,60	24875,07			112,08
	5	27,170	24094,20	24498,69			98,35
BCAB-100-28	1	20,143	16601,13	21094,00	13663,67	21213,80	78,70
	2	18,587	11434,71	20263,13			56,43
	5	22,480	12955,17	22284,27			58,14

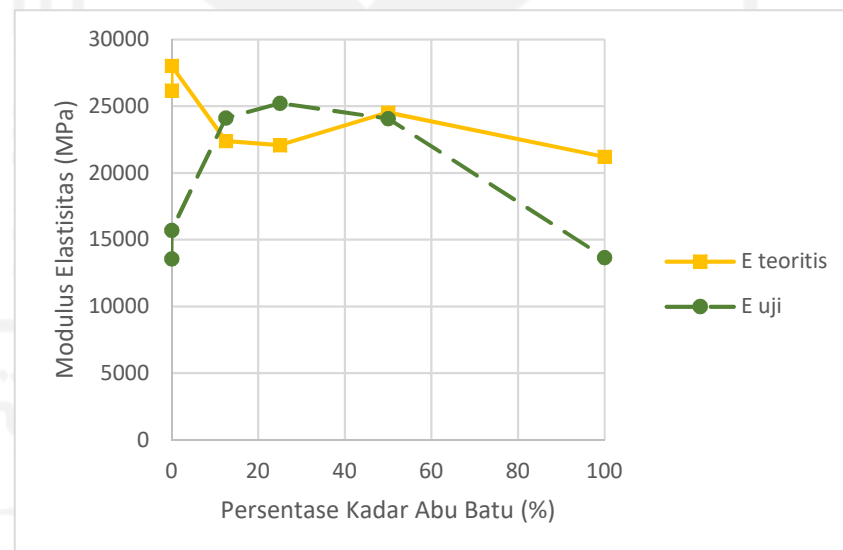
Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5.31 di atas, nilai modulus elastisitas beton tiap variasi substitusi agregat halus dengan umur uji yang berbeda menunjukkan perbedaan selisih modulus nilai elastisitas yang ditunjukkan pada Gambar 5.19, Gambar 5.20, dan Gambar 5.21 sebagai berikut.



**Gambar 5.19 Hubungan Substitusi Abu Batu dengan Modulus Elastisitas Beton Umur 7 Hari**



**Gambar 5.20 Hubungan Substitusi Abu Batu dengan Modulus Elastisitas Beton Umur 14 Hari**



**Gambar 5.21 Hubungan Substitusi Abu Batu dengan Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari**

Nilai modulus elastisitas adalah kemampuan beton dalam menerima beban yang besar dengan nilai regangan yang kecil, dengan kata lain beton mampu menahan kuat tekan yang besar pada suatu regangan yang kecil. Berdasarkan Gambar 5.19, Gambar 5.20, dan Gambar 5.21 dapat dilihat bahwa penggunaan abu batu sebagai substitusi agregat halus memengaruhi nilai modulus elastisitas beton. Nilai modulus elastisitas beton mengalami penurunan hingga kadar substitusi 50% kemudian relatif sama seiring dengan bertambahnya kadar abu batu dan nilai modulus elastisitas uji lebih kecil dari nilai modulus elastisitas teori. Hal ini dikarenakan agregat kasar dan abu batu yang digunakan mempunyai kekuatan yang rendah terbukti dari hasil uji abrasi nilai abrasi sebesar 54,81%. Nilai tersebut menurut SII.0052-08 belum memenuhi syarat abrasi maksimum yaitu 40%-50%, pengujian nilai gradasi agregat campuran yang belum dilakukan, dan berat volume beton yang menunjukkan semakin bertambahnya kadar abu batu nilai berat volume beton semakin mengecil sehingga tingkat kepadatannya berkurang.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Hasil pengaruh akselerator tipe C (kalsium klorida) sebagai bahan tambah terhadap pengembangan kekuatan beton menunjukkan adanya perbedaan kuat tekan beton normal dengan beton normal berbahan tambah kalsium klorida. Penggunaan kalsium klorida sebagai bahan tambah terbukti mampu mempercepat nilai kuat tekan beton mencapai nilai kuat tekan rencana 25 MPa dalam waktu 15 hari untuk BNACL.
2. Abu batu sebagai substitusi agregat dan penambahan kalsium klorida baik digunakan sampai nilai substitusi sebesar 50% dengan persentase peningkatan kuat tekan untuk BCAB-50-7 sebesar 17,911% dan BCAB-50-14 sebesar 7,864% jika dibandingkan dengan akselerasi peningkatan beton normal tanpa penambahan kalsium klorida pada pengujian setelah umur beton 7 hari dan 14 hari.
3. Kadar optimum atau komposisi yang tepat diperoleh sebagai substitusi agregat halus menggunakan abu batu dapat diperoleh sebesar 50% dari berat agregat halus yang digunakan. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan berturut turut sebesar 20,594 Mpa, 22,320 MPa, dan 25,961 MPa pada umur pengujian beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.



## 6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

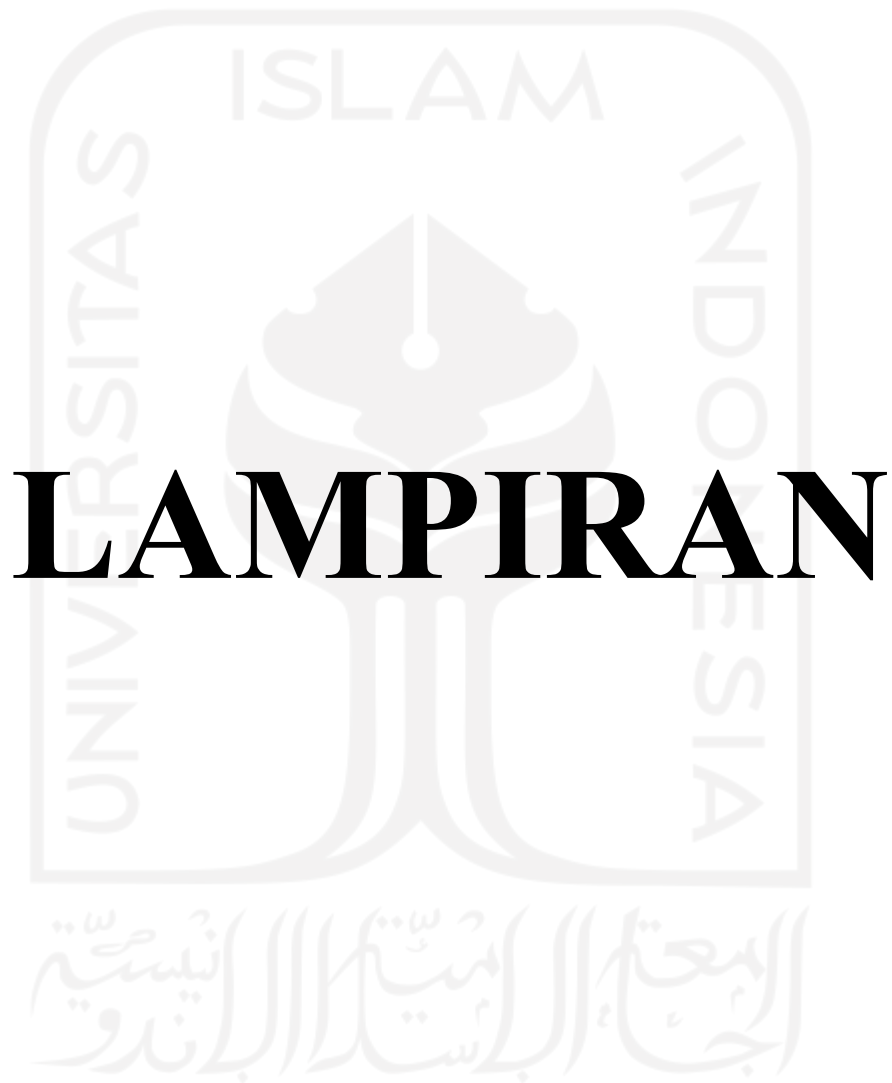
1. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai nilai gradasi campuran antara agregat halus pasir dengan abu batu untuk mencari gradasi agregat halus. Karena gradasi yang baik dapat menghasilkan tingkat kepadatan yang baik.
2. PBI 1971 tidak dapat digunakan sebagai konversi nilai kuat tekan beton berakselerator sehingga perlu dicari metode lebih lanjut untuk mengkonversi beton berakselerator.
3. Dalam penelitian ini, kuat tekan yang direncanakan sebesar 25 MPa perlu dilakukan variasi kuat tekan yang direncanakan untuk mengetahui penggunaan substitusi agregat halus dengan abu batu yang diperuntukan sebagai bahan pembuatan beton mutu tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Didik, K. 2014. Pengaruh Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir Untuk Pembuatan Beton. *Skripsi*. Universitas Jember. Jawa Timur.
- Jordy, H. 2017. Pengaruh Abu Batu sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta
- Murdock, L. J. Dan Brook, K. M. 1986. Bahan dan Praktek Beton. Edisi keempat, Terjemahan Stephanus Hindarko. Jakarta: Erlangga
- Nawy,E.G., 1990, "Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar", Eresco, Bandung.
- SNI 15-2049-2004 Semen Portland*.2004. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum. Jakarta
- SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*.1990. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum. 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 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. 1990. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. 2000. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- SNI 03-3449-2002 Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. 2002. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)*. Pustran Balitbang Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-4169-1996 Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton dengan Kompresometer*. 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.

- Triaswati, M.N, dkk. 2019. Penggunaan Abu Batu untuk Mengurangi Agregat Pasir Alami pada Campuran Beton dengan Penambahan Zat *Additive Type D*. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*. Vol. 3, Edisi Khusus 2 Juni 2019.
- Tjokrodinuljo, K. 1992. *Bahan Bangunan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Bahan Bangunan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.





# LAMPIRAN

**Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan****Gambar L-1.1 *Compressing Testing Mechine (CTM)*****Gambar L-1.2 Mesin Saringan Agregat****Gambar L-1.3 Timbangan**



**Gambar L-1.4 Jangka Sorong**



**Gambar L-1.5 Troli Barang**



**Gambar L-1.6 Saringan Agregat**



**Gambar L-1.7 Cetakan Silinder Beton 15 cm x 30 cm**



**Gambar L-1.8 Piknometer**



**Gambar L-1.9 Oven**



**Gambar L-1.10 Mixer/ Mesin Pengaduk Beton**



**Gambar L-1.11 Kerucut Abrams**



**Gambar L-1.12 LVDT**





**Gambar L-1.13 Cetakan *Capping* Silinder**



**Gambar L-1.14 Oven**

المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan



Gambar L-2.1 Semen Portland Merek Gresik



Gambar L-2.2 Kalsium Klorida (CaCl)



Gambar L-2.3 Abu Batu



**Gambar L-2.4 Pasir Merapi**



**Gambar L-2.5 Agregat Kasar, Merapi**



**Gambar L-2.6 Belerang**

### Lampiran 3 Gambar Proses Pembuatan dan Pengujian Benda Uji



**Gambar L-3.1 Pelumasan Pada Cetakan Silinder**



**Gambar L-3.2 Pencampuran Bahan Penyusun Beton**



**Gambar L-3.3 Proses Penambahan Abu Batu**



**Gambar L-3.4 Proses Pelarutan Kalsium Klorida (CaCl)**



**Gambar L-3.5 Proses Penambahan Kalsium Klorida**



**Gambar L-3.6 Pengujian Nilai *Slump***



**Gambar L-3.6 Proses Pencetakan dan Pematatan**



**Gambar L-3.7 Hasil Pembuatan Benda Uji**



**Gambar L-3.8 Pengukuran Benda Uji**



**Gambar L-3.9 Proses *Curing***



**Gambar L-3.10 Proses 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 Telpun (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	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

الجامعة الإسلامية  
الاستدراك





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

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

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

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

$$= 2,844$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 2,844 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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 Kalurawe Km 14,5 Telpon (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Hasil Analisis Saringan:

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**



الجامعة الإسلامية



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalurahan Km 14.5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

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

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

$$= 2,877$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 2,877 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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



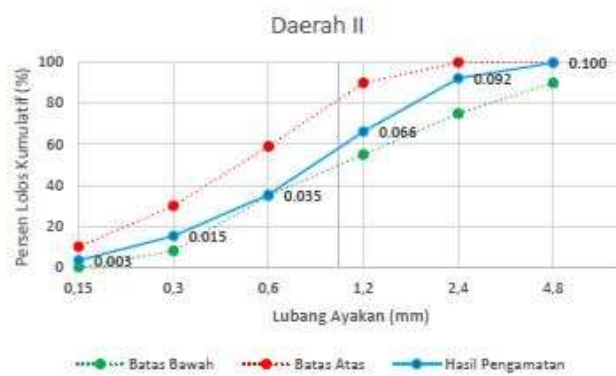
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejo Km 14.5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

**Hasil Analisis Saringan:**

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**



جامعة الإسلام اندونيسيا



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

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

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

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	493	492	492,5
Persentase yang lolos ayakan No. 200 $[(W1-W2/W1)] \times 100$	1,4	1,6	1,5

الجامعة الإسلامية



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

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

No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	-	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0.5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0.6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0.5		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	410.000	kg/m <sup>3</sup>	(11)-(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	410.000	kg/m <sup>3</sup>	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2.688		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2.438		
19	Persen Agregat Halus	41.65	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2.542		
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m <sup>3</sup>	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1685.000	kg/m <sup>3</sup>	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	701.803	kg/m <sup>3</sup>	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	983.198	kg/m <sup>3</sup>	(22)-(23)

No	Uraian	Semen	Air	Agregat	
		(kg)	(kg)	Halus (kg)	kasar (kg)
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m <sup>3</sup>	410.000	205.000	701.803	983.198
	* Setiap Campuran Uji (5 benda uji) : 0,02651 m <sup>3</sup>	10.868	5.434	18.603	26.062
26	* Setiap m <sup>3</sup>				
	* Setiap Campuran Uji (5 benda uji) : 0,02651 m <sup>3</sup>	533.000	266.500	912.343	1278.157
	Perbandingan	14.128	7.064	24.184	33.880
	* Setiap m <sup>3</sup>	1	0.5	1.712	2.398



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

#### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	5906 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13211 gram
Berat agregat (W3)	7305 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume padat (W3/V)	1,378 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7305}{5301,438} \\
 &= 1,378 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

الجامعة الإسلامية



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	5906 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	12211 gram
Berat agregat (W3)	6305 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,189 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{6305}{5301,438} \\
 &= 1,189 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

الجمعة، الأستد الأندو





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalireja Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3258 & 3259 Yogyakarta

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

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



اجتاز بسداد



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

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

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	272	5,441	5,441	94,559
10	3488	69,774	75,215	24,785
4,8	900	18,004	93,219	6,781
2,4	0,000	0,000	93,219	6,781
1,2	0,000	0,000	93,219	6,781
0,6	0,000	0,000	93,219	6,781
0,3	0,000	0,000	93,219	6,781
0,15	0,000	0,000	93,219	6,781
Pan	339	6,781		
<b>Jumlah</b>	<b>4999</b>	<b>100,000</b>	<b>639,968</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{639,968}{100}$$

$$= 6,400$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,400 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 6 – 7,1 (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 Kalurang Km 14,5 Telpom (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR



الجامعة الإسلامية  
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember



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

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

Asal Kenkil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	185	3,701	3,701	96,299
10	3556	71,148	74,850	25,150
4,8	1034	20,688	95,538	4,462
2,4	0	0,000	95,538	4,462
1,2	0	0,000	95,538	4,462
0,6	0	0,000	95,538	4,462
0,3	0	0,000	95,538	4,462
0,15	0	0,000	95,538	4,462
Pan	223	4,462		
<b>Jumlah</b>	<b>4998</b>	<b>100,000</b>	<b>651,781</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{651,781}{100}$$

$$= 6,518$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,518 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 6 – 7,1 (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

اجب البسار



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

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

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

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

الجنة، البلاستدالاندوت



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

#### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	15105 gram
Berat agregat (W3)	8518 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume padat (W3/V)	1,607 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{8518}{5301,438} \\
 &= 1,607 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

الجامعة الإسلامية  
 الباسطد الاندوني



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

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13725 gram
Berat agregat (W3)	7138 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,346 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7138}{5301,438} \\
 &= 1,346 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

الجامعة الإسلامية



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

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
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	495	495	495
Persentase yang lolos ayakan No. 200 $[(W1-W2/W1) \times 100]$	1	1	1

الجمهورية الإسلامية اندونيسية





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

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

**Hasil Analisis Saringan:**

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**



الجمهورية الإسلامية اندونيسية



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

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	17	0,850	0,850	99,150
2,4	316	15,808	16,658	83,342
1,2	524	26,213	42,871	57,129
0,6	477	23,862	66,733	33,267
0,3	336	16,808	83,542	16,458
0,15	218	10,905	94,447	5,553
Pan	111	5,553		
Jumlah	1999	100,000	305,103	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{305,103}{100}$$

$$= 3,051$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 3,051 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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

اجتازت الامتحان



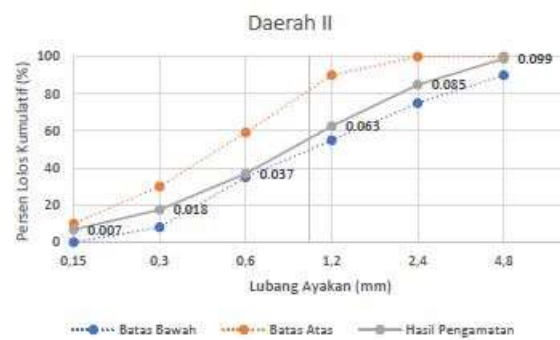
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaburung Km 14,5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Hasil Analisis Saringan:

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**



الجمهورية الإسلامية اندونيسية



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kalirane Km 14.5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	21	1,051	1,051	98,949
2,4	281	14,057	15,108	84,892
1,2	447	22,361	37,469	62,531
0,6	513	25,663	63,132	36,868
0,3	387	19,360	82,491	17,509
0,15	216	10,805	93,297	6,703
Pan	134	6,703		
Jumlah	1999	100,000	292,546	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{292,546}{100}$$

$$= 2,926$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 2,926 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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

الجامعة الإسلامية



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

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	489	487	488
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1028	1144	1086
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836
Berat jenis curah $(Bk/(B+500-Bt))$	1,588	2,536	2,062
Berat jenis kering muka $(500/(B+500-Bt))$	1,623	2,604	2,114
Berat jenis semu, $(Bk/(B+Bk-Bt))$	1,646	2,721	2,184
Penyerapan air, $((500-Bk)/(Bk \times 100))$	2,249	2,669	2,459

جاءوا بآياتهم



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

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

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{8975}{5301,438} \\
 &= 1,693 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	14215 gram
Berat agregat (W3)	7628 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,439 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7628}{5301,438} \\
 &= 1,439 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

#### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	15105 gram
Berat agregat (W3)	8518 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume padat (W3/V)	1,607 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{8518}{5301,438} \\
 &= 1,607 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

الجامعة الإسلامية  
 الباسطد الاندوني





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

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13725 gram
Berat agregat (W3)	7138 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,346 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7138}{5301,438} \\
 &= 1,346 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

الجامعة الإسلامية



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

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
Keperluan	Tugas Akhir

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

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	495	495	495
Persentase yang lolos ayakan No. 200 $[(W1-W2/W1) \times 100]$	1	1	1

الجمعة، الأستد الاندو



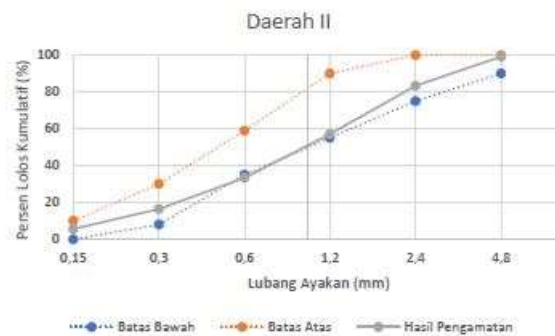
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalurahan Km 14,5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

**Hasil Analisis Saringan:**

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**



الجمهورية الإسلامية اندونيسية



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

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	17	0,850	0,850	99,150
2,4	316	15,808	16,658	83,342
1,2	524	26,213	42,871	57,129
0,6	477	23,862	66,733	33,267
0,3	336	16,808	83,542	16,458
0,15	218	10,905	94,447	5,553
Pan	111	5,553		
<b>Jumlah</b>	<b>1999</b>	<b>100,000</b>	<b>305,103</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{305,103}{100}$$

$$= 3,051$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 3,051 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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 Kaburung Km 14,5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Hasil Analisis Saringan:

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**



الجمهورية الإسلامية اندونيسية



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

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	489	487	488
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1028	1144	1086
Berat piknometer berisi air, gram (B)	836	836	836
Berat jenis curah $(Bk/(B+500-Bt))$	1,588	2,536	2,062
Berat jenis kering muka $(500/(B+500-Bt))$	1,623	2,604	2,114
Berat jenis semu, $(Bk/(B+Bk-Bt))$	1,646	2,721	2,184
Penyerapan air, $((500-Bk)/(Bk \times 100))$	2,249	2,669	2,459



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

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	21	1,051	1,051	98,949
2,4	281	14,057	15,108	84,892
1,2	447	22,361	37,469	62,531
0,6	513	25,663	63,132	36,868
0,3	387	19,360	82,491	17,509
0,15	216	10,805	93,297	6,703
Pan	134	6,703		
<b>Jumlah</b>	<b>1999</b>	<b>100,000</b>	<b>292,546</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{292,546}{100}$$

$$= 2,926$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 2,926 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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 & 3259 Yogyakarta

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

Hasil Analisis Saringan:

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**







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

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

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20		0,000	0,000	100,000
10		0,000	0,000	100,000
4,8	17	0,850	0,850	99,150
2,4	316	15,808	16,658	83,342
1,2	524	26,213	42,871	57,129
0,6	477	23,862	66,733	33,267
0,3	336	16,808	83,542	16,458
0,15	218	10,905	94,447	5,553
Pan	111	5,553		
<b>Jumlah</b>	<b>1999</b>	<b>100,000</b>	<b>305,103</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{305,103}{100}$$

$$= 3,051$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 3,051 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 – 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



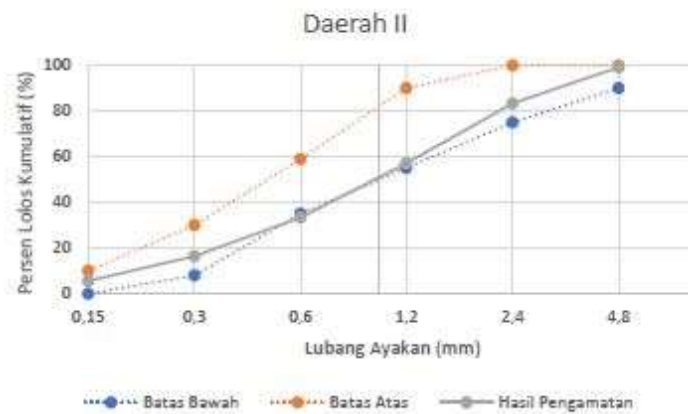
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpon (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Hasil Analisis Saringan:

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS**





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

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

Asal Pasir	Merapi (Abu Batu)
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	495	495	495
Persentase yang lolos ayakan No. 200 $[(W1-W2/W1)] \times 100$	1	1	1



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13725 gram
Berat agregat (W3)	7138 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,346 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7138}{5301,438} \\
 &= 1,346 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	6587 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	15105 gram
Berat agregat (W3)	8518 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume padat (W3/V)	1,607 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{8518}{5301,438} \\
 &= 1,607 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

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

Asal Kenkil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

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



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

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

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	185	3,701	3,701	96,299
10	3556	71,148	74,850	25,150
4,8	1034	20,688	95,538	4,462
2,4	0	0,000	95,538	4,462
1,2	0	0,000	95,538	4,462
0,6	0	0,000	95,538	4,462
0,3	0	0,000	95,538	4,462
0,15	0	0,000	95,538	4,462
Pan	223	4,462		
<b>Jumlah</b>	<b>4998</b>	<b>100,000</b>	<b>651,781</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{651,781}{100}$$

$$= 6,518$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,518 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 6 – 7,1 (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 Telpun (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

**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 Telpun (0274) 858444 ext 3250 & 3259 Yogyakarta

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

Asal Kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0,000	0,000	100,000
20	272	5,441	5,441	94,559
10	3488	69,774	75,215	24,785
4,8	900	18,004	93,219	6,781
2,4	0,000	0,000	93,219	6,781
1,2	0,000	0,000	93,219	6,781
0,6	0,000	0,000	93,219	6,781
0,3	0,000	0,000	93,219	6,781
0,15	0,000	0,000	93,219	6,781
Pan	339	6,781		
<b>Jumlah</b>	<b>4999</b>	<b>100,000</b>	<b>639,968</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{639,968}{100}$$

$$= 6,400$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,400 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 6 – 7,1 (SK SNI S-04-1989-F).

**Gradasi Agregat Kasar**

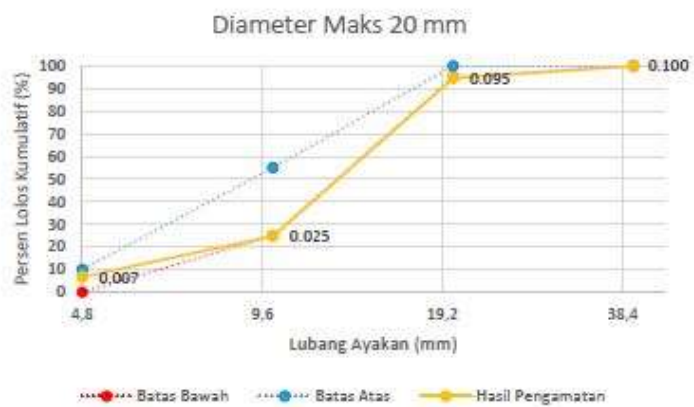
Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10



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

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

**GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR**





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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	5906 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	12211 gram
Berat agregat (W3)	6305 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,189 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{6305}{5301,438} \\
 &= 1,189 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	5906 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	13211 gram
Berat agregat (W3)	7305 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume padat (W3/V)	1,378 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7305}{5301,438} \\
 &= 1,378 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

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

No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	25	MPa	ditetapkan
2	Deviasi Standar (s)	-	MPa	
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa	
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	37	MPa	(1)+(3)
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan
7	Faktor Air Semen Bebas	0.5		tabel 2 dan grafik 1 dan 2
	Faktor Air Semen Maksimum	0.6		
8	Faktor Air Semen Digunakan	0.5		
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3
12	Kadar Semen	410.000	kg/m <sup>3</sup>	(11)-(8)
13	Kadar Semen Maksimum	-		
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4
15	Kadar Semen Digunakan	410.000	kg/m <sup>3</sup>	
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-		
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi
18	Berat Jenis Agregat Halus	2.688		
	Berat Jenis Agregat Kasar	2.438		
19	Persen Agregat Halus	41.65	%	grafik 13 / 14 / 15
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2.542		
21	Berat Isi Beton	2300	kg/m <sup>3</sup>	grafik 16
22	Kadar Agregat Gabungan	1685.000	kg/m <sup>3</sup>	(21)-(15)-(11)
23	Kadar Agregat Halus	701.803	kg/m <sup>3</sup>	(19)*(22)
24	Kadar Agregat Kasar	983.198	kg/m <sup>3</sup>	(22)-(23)

No	Uraian	Semen	Air	Agregat	
		(kg)	(kg)	Halus (kg)	kasar (kg)
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m <sup>3</sup>	410.000	205.000	701.803	983.198
	* Setiap Campuran Uji (5 benda uji) : 0,02651 m <sup>3</sup>	10.868	5.434	18.603	26.062
26	* Setiap m <sup>3</sup>				
	* Setiap Campuran Uji (5 benda uji) : 0,02651 m <sup>3</sup>	533.000	266.500	912.343	1278.157
	Perbandingan	14.128	7.064	24.184	33.880
	* Setiap m <sup>3</sup>	1	0.5	1.712	2.398

## Lampiran 4 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kalirejo Km 14,5 Telpun (0274) 858444 s.d. 3250 & 3259 Yogyakarta

### LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON (SNI 03-1974-2011)

Nama : Yuma Diwa panuntun  
NIM : 17 511 127  
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BNA-7	1	12.351	15.122	30.307	179.593	345000	19.210
	2	12.418	15.113	30.110	179.395	290000	16.165
	3	12.489	15.107	30.310	179.237	300000	16.738
	4	12.420	15.053	30.333	177.973	270000	15.171
	5	12.498	15.087	30.217	178.763	355000	19.859
BNA-7	1	12.38	15.127	30.090	179.712	295000	16.415
	2	12.461	15.047	30.380	177.816	350000	19.683
	3	12.495	15.083	30.412	178.684	375000	20.987
	4	12.41	15.033	30.233	177.501	375000	21.127
	5	12.527	15.103	30.460	179.158	365000	20.373
BCAB-12,5-7	1	12.432	15.127	30.388	179.712	260000	14.468
	2	12.316	14.993	30.057	176.558	251000	14.216
	3	12.159	15.040	30.080	177.658	292000	16.436
	4	12.308	14.877	30.547	173.821	330000	18.985
	5	12.277	14.997	30.403	176.636	285000	16.135
BCAB-25-7	1	12.364	15.113	30.227	179.395	265000	14.772
	2	12.336	15.220	30.310	181.936	287000	15.775
	3	12.339	15.047	30.420	177.816	192000	10.798
	4	12.385	15.260	30.473	182.894	267000	14.599
	5	12.299	15.057	30.465	178.052	280000	15.726



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

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON  
 (SNI 03-1974-2011)

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BCAB-50-7	1	12.390	15.183	30.367	181.0607	420000	23.197
	2	12.487	15.233	30.243	182.2551	380000	20.850
	3	12.501	15.000	30.180	176.7146	390000	22.069
	4	12.400	15.163	30.333	180.5840	290000	16.059
	5	12.533	15.153	30.227	180.3459	375000	20.793
BCAB-100-7	1	12.226	15.085	30.300	178.723	295000	16.506
	2	12.307	15.035	30.563	177.540	216000	12.166
	3	12.194	14.992	30.188	176.518	310000	17.562
	4	12.423	15.095	30.445	178.960	355000	19.837
	5	12.3	15.052	30.203	177.934	294000	16.523
BNA-14	1	12.43	15.270	30.307	183.134	405000	22.115
	2	12.482	15.220	30.110	181.936	435000	23.909
	3	12.428	15.140	30.310	180.029	370000	20.552
	4	12.35	15.180	30.333	180.981	440000	24.312
	5	12.513	15.160	30.217	180.505	360000	19.944
BNA-CL-14	1	12.38	15.127	30.090	179.712	420000	23.371
	2	12.461	15.047	30.380	177.816	450000	25.307
	3	12.495	15.083	30.412	178.684	455000	25.464
	4	12.41	15.033	30.233	12.41	415000	23.380
	5	12.527	15.103	30.460	12.527	450000	25.118



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

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON  
 (SNI 03-1974-2011)

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BCAB-12,5-14	1	12.432	15.127	30.388	179.712	375000	20.867
	2	12.316	14.993	30.057	176.558	315000	17.841
	3	12.159	15.040	30.080	177.658	415000	23.359
	4	12.308	14.877	30.547	173.821	360000	20.711
	5	12.277	14.997	30.403	176.636	375000	20.793
BCAB-25-14	1	12.364	15.113	30.227	179.395	375000	20.904
	2	12.336	15.220	30.310	181.936	345000	18.963
	3	12.339	15.047	30.420	177.816	340000	19.121
	4	12.385	15.260	30.473	182.894	350000	19.137
	5	12.299	15.057	30.465	178.052	345000	19.376
BCAB-50-14	1	12.390	15.183	30.367	181.0607	425000	23.473
	2	12.487	15.233	30.243	182.2551	375000	20.576
	3	12.501	15.000	30.180	176.7146	425000	24.050
	4	12.400	15.163	30.333	180.5840	360000	19.935
	5	12.533	15.153	30.227	180.3459	425000	23.566
BCAB-100-14	1	12.226	15.085	30.300	178.723	405000	22.661
	2	12.307	15.035	30.563	177.540	335000	18.869
	3	12.194	14.992	30.188	176.518	350000	19.828
	4	12.423	15.095	30.445	178.960	420000	23.469
	5	12.3	15.052	30.203	177.934	360000	20.232
BNA-28	1	12.351	15.122	30.307	179.593	560000	31.313
	2	12.418	15.113	30.110	179.395	580000	32.402
	3	12.489	15.107	30.310	179.237	455000	25.196
	4	12.420	15.053	30.333	177.973	420000	23.474
	5	12.498	15.087	30.217	178.763	520000	29.505





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

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON  
 (SNI 03-1974-2011)

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BNACL-28	1	12.38	15.127	30.090	179.712	460000	25.597
	2	12.461	15.047	30.380	177.816	520000	29.244
	3	12.495	15.083	30.412	178.684	635000	35.538
	4	12.41	15.033	30.233	177.501	670000	37.746
	5	12.527	15.103	30.460	179.158	600000	33.490
BCAB-12,5-28	1	12.432	15.127	30.388	179.712	340000	18.919
	2	12.316	14.993	30.057	176.558	375000	21.240
	3	12.159	15.040	30.080	177.658	420000	23.641
	4	12.308	14.877	30.547	173.821	380000	21.862
	5	12.277	14.997	30.403	176.636	400000	22.645
BCAB-25-28	1	12.364	15.113	30.227	12.364	340000	18.953
	2	12.336	15.220	30.310	12.336	355000	19.512
	3	12.339	15.047	30.420	12.339	395000	22.214
	4	12.385	15.260	30.473	12.385	325000	17.770
	5	12.299	15.057	30.465	12.299	440000	24.712
BCAB-50-28	1	12.390	15.183	30.367	12.390	480000	26.510
	2	-	-	-	-	-	-
	3	12.501	15.000	30.180	12.501	495000	28.011
	4	12.400	15.163	30.333	12.400	400000	22.150
	5	12.533	15.153	30.227	12.533	490000	27.170



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON  
 (SNI 03-1974-2011)

Kode Benda Uji		Berat	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BCAB-100-28	1	12.226	15.085	30.300	178.723	360000	20.143
	2	12.307	15.035	30.563	177.540	330000	18.587
	3	12.194	14.992	30.188	176.518	475000	26.909
	4	12.423	15.095	30.445	178.960	340000	18.999
	5	12.3	15.052	30.203	177.934	400000	22.480

Diperiksa,  
 Laboran

Disetujui,  
 Kepala Laboratorium

(Darussalam, A.Md.)

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

## Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton



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

### LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA (SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Yuma Diwa Panuntun  
NIM : 17 511 127

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

#### I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-1-7	151.217	303.067

#### II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	15.5	0.00775	0.00003875	0.5568
20	20000	27.5	0.01375	0.00006875	1.1136
30	30000	44.5	0.02225	0.00011125	1.6704
40	40000	57	0.0285	0.0001425	2.2273
50	50000	70.5	0.03525	0.00017625	2.7841
60	60000	83.4	0.0417	0.0002085	3.3409
70	70000	100.9	0.05045	0.00025225	3.8977
80	80000	117.4	0.0587	0.0002935	4.4545
90	90000	138.9	0.06945	0.00034725	5.0113
100	100000	158.9	0.07945	0.00039725	5.5681
110	110000	171.4	0.0857	0.0004285	6.1250
120	120000	190.4	0.0952	0.000476	6.6818
130	130000	212.4	0.1062	0.000531	7.2386
140	140000	233.4	0.1167	0.0005835	7.7954
150	150000	253.3	0.12665	0.00063325	8.3522
160	160000	274.3	0.13715	0.00068575	8.9090
170	170000	304.8	0.1524	0.000762	9.4659
180	180000	325.8	0.1629	0.0008145	10.0227
190	190000	360.3	0.18015	0.00090075	10.5795



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

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
200	200000	387.3	0.19365	0.00096825	11.1363
210	210000	395.8	0.1979	0.0009895	11.6931
220	220000	439.2	0.2196	0.001098	12.2499
230	230000	466.2	0.2331	0.0011655	12.8067
240	240000	495.7	0.24785	0.00123925	13.3636
250	250000	528.2	0.2641	0.0013205	13.9204
260	260000	553.2	0.2766	0.001383	14.4772
270	270000	593.1	0.29655	0.00148275	15.0340
280	280000	638.1	0.31905	0.00159525	15.5908
290	290000	680.6	0.3403	0.0017015	16.1476
300	300000	775.5	0.38775	0.00193875	16.7044
310	310000	869.5	0.43475	0.00217375	17.2613
320	320000	958.4	0.4792	0.002396	17.8181
330	330000	1047.9	0.52395	0.00261975	18.3749



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-3-7	151.067	303.100

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	25	0.0125	0.0000625	0.5579
20	20000	40	0.02	0.0001	1.1158
30	30000	56	0.028	0.00014	1.6738
40	40000	77.5	0.03875	0.00019375	2.2317
50	50000	90.9	0.04545	0.00022725	2.7896
60	60000	116.4	0.0582	0.000291	3.3475
70	70000	141.9	0.07095	0.00035475	3.9054
80	80000	169.9	0.08495	0.00042475	4.4634
90	90000	186.4	0.0932	0.000466	5.0213
100	100000	214.9	0.10745	0.00053725	5.5792
110	110000	237.4	0.1187	0.0005935	6.1371
120	120000	261.8	0.1309	0.0006545	6.6951
130	130000	282.8	0.1414	0.000707	7.2530
140	140000	301.8	0.1509	0.0007545	7.8109
150	150000	324.3	0.16215	0.00081075	8.3688
160	160000	351.8	0.1759	0.0008795	8.9267
170	170000	382.3	0.19115	0.00095575	9.4847
180	180000	414.3	0.20715	0.00103575	10.0426
190	190000	443.7	0.22185	0.00110925	10.6005
200	200000	468.2	0.2341	0.0011705	11.1584
210	210000	495.2	0.2476	0.001238	11.7163
220	220000	524.2	0.2621	0.0013105	12.2743
230	230000	557.2	0.2786	0.001393	12.8322
240	240000	591.6	0.2958	0.001479	13.3901



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	641.6	0.3208	0.001604	13.9480
260	260000	672.1	0.33605	0.00168025	14.5059
270	270000	722.1	0.36105	0.00180525	15.0639
280	280000	802	0.401	0.002005	15.6218
290	290000	906	0.453	0.002265	16.1797
300	300000	1138.8	0.5694	0.002847	16.7376
290	290000	1327.7	0.66385	0.00331925	16.1797
280	280000	1470.1	0.73505	0.00367525	15.6218



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLOORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-5-7	150.867	302.167

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	21.5	0.01075	0.00005375	0.5594
20	20000	34.5	0.01725	0.00008625	1.1188
30	30000	45.5	0.02275	0.00011375	1.6782
40	40000	62.5	0.03125	0.00015625	2.2376
50	50000	80.5	0.04025	0.00020125	2.7970
60	60000	98.9	0.04945	0.00024725	3.3564
70	70000	125.9	0.06295	0.00031475	3.9158
80	80000	139.9	0.06995	0.00034975	4.4752
90	90000	160.4	0.0802	0.000401	5.0346
100	100000	175.4	0.0877	0.0004385	5.5940
110	110000	182.9	0.09145	0.00045725	6.1534
120	120000	203.9	0.10195	0.00050975	6.7128
130	130000	220.9	0.11045	0.00055225	7.2722
140	140000	239.9	0.11995	0.00059975	7.8316
150	150000	289.3	0.14465	0.00072325	8.3910
160	160000	313.8	0.1569	0.0007845	8.9504
170	170000	335.3	0.16765	0.00083825	9.5098
180	180000	365.3	0.18265	0.00091325	10.0692
190	190000	396.3	0.19815	0.00099075	10.6286
200	200000	421.2	0.2106	0.001053	11.1880
210	210000	444.2	0.2221	0.0011105	11.7474
220	220000	480.7	0.24035	0.00120175	12.3068
230	230000	520.7	0.26035	0.00130175	12.8662
240	240000	560.7	0.28035	0.00140175	13.4256



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	600.1	0.30005	0.00150025	13.9850
260	260000	637.1	0.31855	0.00159275	14.5444
270	270000	676.6	0.3383	0.0016915	15.1038
280	280000	736.6	0.3683	0.0018415	15.6632
290	290000	789.5	0.39475	0.00197375	16.2226
300	300000	847	0.4235	0.0021175	16.7820
310	310000	891	0.4455	0.0022275	17.3414
320	320000	949.9	0.47495	0.00237475	17.9008
330	330000	1019.4	0.5097	0.0025485	18.4602
340	340000	1088.3	0.54415	0.00272075	19.0196
350	350000	1123.8	0.5619	0.0028095	19.5790
355	355000	1422.6	0.7113	0.0035565	19.8587
350	350000	1512.1	0.75605	0.00378025	19.5790
340	340000	1621	0.8105	0.0040525	19.0196





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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-1-14	152.700	303.067

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	32	0.016	0.00008	0.5460
20	20000	47.5	0.02375	0.00011875	1.0921
30	30000	70.5	0.03525	0.00017625	1.6381
40	40000	93.9	0.04695	0.00023475	2.1842
50	50000	112.9	0.05645	0.00028225	2.7302
60	60000	136.9	0.06845	0.00034225	3.2763
70	70000	155.9	0.07795	0.00038975	3.8223
80	80000	176.4	0.0882	0.000441	4.3684
90	90000	199.4	0.0997	0.0004985	4.9144
100	100000	221.9	0.11095	0.00055475	5.4605
110	110000	233.4	0.1167	0.0005835	6.0065
120	120000	262.3	0.13115	0.00065575	6.5526
130	130000	288.3	0.14415	0.00072075	7.0986
140	140000	310.8	0.1554	0.000777	7.6447
150	150000	331.8	0.1659	0.0008295	8.1907
160	160000	355.3	0.17765	0.00088825	8.7368
170	170000	379.8	0.1899	0.0009495	9.2828
180	180000	400.8	0.2004	0.001002	9.8289
190	190000	425.2	0.2126	0.001063	10.3749
200	200000	451.2	0.2256	0.001128	10.9210
210	210000	475.2	0.2376	0.001188	11.4670
220	220000	504.7	0.25235	0.00126175	12.0131
230	230000	527.7	0.26385	0.00131925	12.5591
240	240000	557.2	0.2786	0.001393	13.1052



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejo Km 14.5 Telpun (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	581.2	0.2906	0.001453	13.6512
260	260000	608.1	0.30405	0.00152025	14.1973
270	270000	636.1	0.31805	0.00159025	14.7433
280	280000	663.6	0.3318	0.001659	15.2894
290	290000	694.1	0.34705	0.00173525	15.8354
300	300000	738.6	0.3693	0.0018465	16.3815
310	310000	765	0.3825	0.0019125	16.9275
320	320000	790.5	0.39525	0.00197625	17.4736
330	330000	811	0.4055	0.0020275	18.0196
340	340000	836	0.418	0.00209	18.5657
350	350000	859.5	0.42975	0.00214875	19.1117
360	360000	905.5	0.45275	0.00226375	19.6578
370	370000	947.9	0.47395	0.00236975	20.2038
380	380000	990.4	0.4952	0.002476	20.7499
390	390000	1047.9	0.52395	0.00261975	21.2959
400	400000	1094.8	0.5474	0.002737	21.8420
405	405000	1165.8	0.5829	0.0029145	22.1150
400	400000	1422.6	0.7113	0.0035565	21.8420
390	390000	1594.5	0.79725	0.00398625	21.2959



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-3-14	151.400	303.100

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial	$\Delta L$ Sebenarnya ( $1/2\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N	$\times 10^{-3}$			
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	16.5	0.00825	0.00004125	0.5555
20	20000	26.5	0.01325	0.00006625	1.1109
30	30000	39.5	0.01975	0.00009875	1.6664
40	40000	54	0.027	0.000135	2.2219
50	50000	70.5	0.03525	0.00017625	2.7773
60	60000	85.9	0.04295	0.00021475	3.3328
70	70000	100.9	0.05045	0.00025225	3.8883
80	80000	119.4	0.0597	0.0002985	4.4437
90	90000	154.4	0.0772	0.000386	4.9992
100	100000	169.9	0.08495	0.00042475	5.5547
110	110000	166.4	0.0832	0.000416	6.1101
120	120000	186.4	0.0932	0.000466	6.6656
130	130000	201.9	0.10095	0.00050475	7.2211
140	140000	221.9	0.11095	0.0005475	7.7765
150	150000	242.9	0.12145	0.00060725	8.3320
160	160000	261.3	0.13065	0.00065325	8.8875
170	170000	282.3	0.14115	0.00070575	9.4429
180	180000	305.3	0.15265	0.00076325	9.9984
190	190000	329.3	0.16465	0.00082325	10.5539
200	200000	351.8	0.1759	0.0008795	11.1093
210	210000	373.3	0.18665	0.00093325	11.6648
220	220000	399.3	0.19965	0.00099825	12.2203
230	230000	423.2	0.2116	0.001058	12.7757
240	240000	448.7	0.22435	0.00112175	13.3312



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

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	468.2	0.2341	0.0011705	13.8867
260	260000	498.7	0.24935	0.00124675	14.4421
270	270000	520.2	0.2601	0.0013005	14.9976
280	280000	550.7	0.27535	0.00137675	15.5531
290	290000	579.7	0.28985	0.00144925	16.1085
300	300000	612.1	0.30605	0.00153025	16.6640
310	310000	635	0.3175	0.0015875	17.2195
320	320000	660.1	0.33005	0.00165025	17.7749
330	330000	694.1	0.34705	0.00173525	18.3304
340	340000	731.6	0.3658	0.001829	18.8859
350	350000	791.5	0.39575	0.00197875	19.4413
360	360000	885	0.4425	0.0022125	19.9968
370	370000	1154.8	0.5774	0.002887	20.5523
360	360000	1421.7	0.71085	0.00355425	19.9968
350	350000	1575.6	0.7878	0.003939	19.4413



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-4-14	151.800	303.333

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	18.5	0.00925	0.00004625	0.5525
20	20000	29.5	0.01475	0.00007375	1.1051
30	30000	42	0.021	0.000105	1.6576
40	40000	56	0.028	0.00014	2.2102
50	50000	69	0.0345	0.0001725	2.7627
60	60000	81.5	0.04075	0.00020375	3.3153
70	70000	100.9	0.05045	0.00025225	3.8678
80	80000	114.4	0.0572	0.000286	4.4203
90	90000	128.4	0.0642	0.000321	4.9729
100	100000	141.4	0.0707	0.0003535	5.5254
110	110000	159.4	0.0797	0.0003985	6.0780
120	120000	178.9	0.08945	0.00044725	6.6305
130	130000	193.4	0.0967	0.0004835	7.1831
140	140000	212.9	0.10645	0.00053225	7.7356
150	150000	226.9	0.11345	0.00056725	8.2882
160	160000	243.9	0.12195	0.00060975	8.8407
170	170000	263.3	0.13165	0.00065825	9.3932
180	180000	285.8	0.1429	0.0007145	9.9458
190	190000	304.8	0.1524	0.000762	10.4983
200	200000	324.3	0.16215	0.00081075	11.0509
210	210000	347.3	0.17365	0.00086825	11.6034
220	220000	372.8	0.1864	0.000932	12.1560
230	230000	397.8	0.1989	0.0009945	12.7085
240	240000	421.7	0.21085	0.00105425	13.2610



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km 14.5 Telpun (0274) 858444 ekst: 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	441.7	0.22085	0.00110425	13.8136
260	260000	464.7	0.23235	0.00116175	14.3661
270	270000	494.7	0.24735	0.00123675	14.9187
280	280000	518.7	0.25935	0.00129675	15.4712
290	290000	546.7	0.27335	0.00136675	16.0238
300	300000	579.2	0.2896	0.001448	16.5763
310	310000	599.6	0.2998	0.001499	17.1289
320	320000	637.6	0.3188	0.001594	17.6814
330	330000	663.1	0.33155	0.00165775	18.2339
340	340000	690.1	0.34505	0.00172525	18.7865
350	350000	724.1	0.36205	0.00181025	19.3390
360	360000	783.5	0.39175	0.00195875	19.8916
370	370000	814.5	0.40725	0.00203625	20.4441
380	380000	855	0.4275	0.0021375	20.9967
390	390000	902	0.451	0.002255	21.5492
400	400000	972.4	0.4862	0.002431	22.1017
410	410000	1032.9	0.51645	0.00258225	22.6543
420	420000	1101.8	0.5509	0.0027545	23.2068
430	430000	1159.3	0.57965	0.00289825	23.7594
440	440000	1295.7	0.64785	0.00323925	24.3119
430	430000	1543.6	0.7718	0.003859	23.7594
420	420000	1685	0.8425	0.0042125	23.2068



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-1-28	150.900	301.533

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0
10	10000	18	0.009	0.000045	10
20	20000	29	0.0145	0.0000725	20
30	30000	43	0.0215	0.0001075	30
40	40000	57	0.0285	0.0001425	40
50	50000	65.5	0.03275	0.00016375	50
60	60000	81.5	0.04075	0.00020375	60
70	70000	93.9	0.04695	0.00023475	70
80	80000	106.9	0.05345	0.00026725	80
90	90000	120.9	0.06045	0.00030225	90
100	100000	133.9	0.06695	0.00033475	100
110	110000	146.9	0.07345	0.00036725	110
120	120000	160.9	0.08045	0.00040225	120
130	130000	175.4	0.0877	0.0004385	130
140	140000	187.9	0.09395	0.00046975	140
150	150000	205.4	0.1027	0.0005135	150
160	160000	220.4	0.1102	0.000551	160
170	170000	235.9	0.11795	0.00058975	170
180	180000	253.3	0.12665	0.00063325	180
190	190000	270.3	0.13515	0.00067575	190
200	200000	284.8	0.1424	0.000712	200
210	210000	298.8	0.1494	0.000747	210
220	220000	316.3	0.15815	0.00079075	220
230	230000	335.3	0.16765	0.00083825	230
240	240000	352.8	0.1764	0.000882	240



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	367.8	0.1839	0.0009195	13.9789
260	260000	387.3	0.19365	0.00096825	14.5380
270	270000	406.8	0.2034	0.001017	15.0972
280	280000	429.7	0.21485	0.00107425	15.6563
290	290000	444.7	0.22235	0.00111175	16.2155
300	300000	462.7	0.23135	0.00115675	16.7746
310	310000	479.7	0.23985	0.00119925	17.3338
320	320000	497.2	0.2486	0.001243	17.8929
330	330000	518.2	0.2591	0.0012955	18.4521
340	340000	537.2	0.2686	0.001343	19.0112
350	350000	555.7	0.27785	0.00138925	19.5704
360	360000	584.1	0.29205	0.00146025	20.1296
370	370000	602.6	0.3013	0.0015065	20.6887
380	380000	628.1	0.31405	0.00157025	21.2479
390	390000	658.1	0.32905	0.00164525	21.8070
400	400000	675.1	0.33755	0.00168775	22.3662
410	410000	695.1	0.34755	0.00173775	22.9253
420	420000	719.6	0.3598	0.001799	23.4845
430	430000	745.1	0.37255	0.00186275	24.0436
440	440000	771	0.3855	0.0019275	24.6028
450	450000	794	0.397	0.001985	25.1619
460	460000	819.5	0.40975	0.00204875	25.7211
470	470000	846.5	0.42325	0.00211625	26.2803
480	480000	874.5	0.43725	0.00218625	26.8394
490	490000	904.5	0.45225	0.00226125	27.3986
500	500000	933.4	0.4667	0.0023335	27.9577
510	510000	967.9	0.48395	0.00241975	28.5169
520	520000	992.4	0.4962	0.002481	29.0760
530	530000	1019.9	0.50995	0.00254975	29.6352
540	540000	1055.9	0.52795	0.00263975	30.1943
550	550000	1085.8	0.5429	0.0027145	30.7535





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
560	560000	1119.3	0.55965	0.00279825	31.3126
550	550000	1163.8	0.5819	0.0029095	30.7535
540	540000	1230.8	0.6154	0.003077	30.1943



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-2-28	150.967	300.333

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	17	0.0085	0.0000425	0.5587
20	20000	27	0.0135	0.0000675	1.1173
30	30000	38	0.019	0.000095	1.6760
40	40000	49.5	0.02475	0.00012375	2.2346
50	50000	59	0.0295	0.0001475	2.7933
60	60000	73.5	0.03675	0.00018375	3.3520
70	70000	85.4	0.0427	0.0002135	3.9106
80	80000	99.9	0.04995	0.00024975	4.4693
90	90000	113.4	0.0567	0.0002835	5.0279
100	100000	128.4	0.0642	0.000321	5.5866
110	110000	144.9	0.07245	0.00036225	6.1453
120	120000	160.9	0.08045	0.00040225	6.7039
130	130000	175.4	0.0877	0.0004385	7.2626
140	140000	192.9	0.09645	0.00048225	7.8212
150	150000	209.4	0.1047	0.0005235	8.3799
160	160000	226.4	0.1132	0.000566	8.9386
170	170000	243.4	0.1217	0.0006085	9.4972
180	180000	258.8	0.1294	0.000647	10.0559
190	190000	276.3	0.13815	0.00069075	10.6146
200	200000	293.3	0.14665	0.00073325	11.1732
210	210000	309.8	0.1549	0.0007745	11.7319
220	220000	328.3	0.16415	0.00082075	12.2905
230	230000	347.8	0.1739	0.0008695	12.8492
240	240000	364.3	0.18215	0.00091075	13.4079



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	381.3	0.19065	0.00095325	13.9665
260	260000	404.8	0.2024	0.001012	14.5252
270	270000	419.2	0.2096	0.001048	15.0838
280	280000	442.2	0.2211	0.0011055	15.6425
290	290000	458.2	0.2291	0.0011455	16.2012
300	300000	480.7	0.24035	0.00120175	16.7598
310	310000	490.2	0.2451	0.0012255	17.3185
320	320000	509.2	0.2546	0.001273	17.8771
330	330000	528.2	0.2641	0.0013205	18.4358
340	340000	547.2	0.2736	0.001368	18.9945
350	350000	566.7	0.28335	0.00141675	19.5531
360	360000	585.6	0.2928	0.001464	20.1118
370	370000	616.1	0.30805	0.00154025	20.6704
380	380000	635.1	0.31755	0.00158775	21.2291
390	390000	656.1	0.32805	0.00164025	21.7878
400	400000	682.1	0.34105	0.00170525	22.3464
410	410000	709.6	0.3548	0.001774	22.9051
420	420000	730.1	0.36505	0.00182525	23.4637
430	430000	754.5	0.37725	0.00188625	24.0224
440	440000	783.5	0.39175	0.00195875	24.5811
450	450000	813	0.4065	0.0020325	25.1397
460	460000	839.5	0.41975	0.00209875	25.6984
470	470000	871	0.4355	0.0021775	26.2570
480	480000	896.4	0.4482	0.002241	26.8157
490	490000	925.9	0.46295	0.00231475	27.3744
500	500000	955.9	0.47795	0.00238975	27.9330
510	510000	990.9	0.49545	0.00247725	28.4917
520	520000	1021.4	0.5107	0.0025535	29.0503
530	530000	1051.4	0.5257	0.0026285	29.6090
540	540000	1088.8	0.5444	0.002722	30.1677
550	550000	1128.3	0.56415	0.00282075	30.7263



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
560	560000	1174.8	0.5874	0.002937	31.2850
570	570000	1231.8	0.6159	0.0030795	31.8437
580	580000	1308.7	0.65435	0.00327175	32.4023
570	570000	1485.6	0.7428	0.003714	31.8437
560	560000	1640.5	0.82025	0.00410125	31.2850



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL TANPA  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNA-S-28	149.800	303.700

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	30	0.015	0.000075	0.5674
20	20000	56	0.028	0.00014	1.1348
30	30000	77	0.0385	0.0001925	1.7022
40	40000	93.9	0.04695	0.00023475	2.2696
50	50000	113.4	0.0567	0.0002835	2.8370
60	60000	135.4	0.0677	0.0003385	3.4044
70	70000	158.9	0.07945	0.00039725	3.9718
80	80000	184.4	0.0922	0.000461	4.5392
90	90000	200.4	0.1002	0.000501	5.1066
100	100000	216.4	0.1082	0.000541	5.6740
110	110000	229.9	0.11495	0.00057475	6.2414
120	120000	246.4	0.1232	0.000616	6.8088
130	130000	263.3	0.13165	0.00065825	7.3762
140	140000	280.8	0.1404	0.000702	7.9435
150	150000	294.8	0.1474	0.000737	8.5109
160	160000	311.3	0.15565	0.00077825	9.0783
170	170000	324.8	0.1624	0.000812	9.6457
180	180000	344.3	0.17215	0.00086075	10.2131
190	190000	361.8	0.1809	0.0009045	10.7805
200	200000	378.3	0.18915	0.00094575	11.3479
210	210000	395.3	0.19765	0.00098825	11.9153
220	220000	409.8	0.2049	0.0010245	12.4827
230	230000	432.2	0.2161	0.0010805	13.0501
240	240000	451.7	0.22585	0.00112925	13.6175



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	466.7	0.23335	0.00116675	14.1849
260	260000	488.7	0.24435	0.00122175	14.7523
270	270000	508.2	0.2541	0.0012705	15.3197
280	280000	522.7	0.26135	0.00130675	15.8871
290	290000	543.2	0.2716	0.001358	16.4545
300	300000	564.2	0.2821	0.0014105	17.0219
310	310000	583.6	0.2918	0.001459	17.5893
320	320000	601.1	0.30055	0.00150275	18.1567
330	330000	620.1	0.31005	0.00155025	18.7241
340	340000	636.6	0.3183	0.0015915	19.2915
350	350000	662.1	0.33105	0.00165525	19.8589
360	360000	684.1	0.34205	0.00171025	20.4263
370	370000	712.1	0.35605	0.00178025	20.9937
380	380000	735.6	0.3678	0.001839	21.5611
390	390000	760.5	0.38025	0.00190125	22.1285
400	400000	796	0.398	0.00199	22.6959
410	410000	828.5	0.41425	0.00207125	23.2632
420	420000	848.5	0.42425	0.00212125	23.8306
430	430000	866.5	0.43325	0.00216625	24.3980
440	440000	882.5	0.44125	0.00220625	24.9654
450	450000	917.4	0.4587	0.0022935	25.5328
460	460000	938.9	0.46945	0.00234725	26.1002
470	470000	974.9	0.48745	0.00243725	26.6676
480	480000	1004.9	0.50245	0.00251225	27.2350
490	490000	1049.4	0.5247	0.0026235	27.8024
500	500000	1098.3	0.54915	0.00274575	28.3698
510	510000	1128.8	0.5644	0.002822	28.9372
520	520000	1190.8	0.5954	0.002977	29.5046
510	510000	1279.7	0.63985	0.00319925	28.9372
500	500000	1532.6	0.7663	0.0038315	28.3698



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-2-7	150.467	303.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N	$\dots \times 10^{-3}$			
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	26.5	0.01325	0.00006625	0.5624
20	20000	45	0.0225	0.0001125	1.1248
30	30000	69	0.0345	0.0001725	1.6871
40	40000	85.4	0.0427	0.0002135	2.2495
50	50000	111.4	0.0557	0.0002785	2.8119
60	60000	131.4	0.0657	0.0003285	3.3743
70	70000	159.4	0.0797	0.0003985	3.9367
80	80000	181.4	0.0907	0.0004535	4.4990
90	90000	199.9	0.09995	0.00049975	5.0614
100	100000	220.9	0.11045	0.00055225	5.6238
110	110000	241.9	0.12095	0.00060475	6.1862
120	120000	252.3	0.12615	0.00063075	6.7486
130	130000	287.7	0.14385	0.00071925	7.3109
140	140000	299.8	0.1499	0.0007495	7.8733
150	150000	337.3	0.16865	0.00084325	8.4357
160	160000	349.3	0.17465	0.00087325	8.9981
170	170000	376.8	0.1884	0.000942	9.5605
180	180000	404.8	0.2024	0.001012	10.1228
190	190000	433.2	0.2166	0.001083	10.6852
200	200000	460.7	0.23035	0.00115175	11.2476
210	210000	487.7	0.24385	0.00121925	11.8100
220	220000	517.2	0.2586	0.001293	12.3724
230	230000	563.2	0.2816	0.001408	12.9347
240	240000	597.1	0.29855	0.00149275	13.4971



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	649.1	0.32455	0.00162275	14.0595
260	260000	666.6	0.3333	0.0016665	14.6219
270	270000	724.6	0.3623	0.0018115	15.1842
280	280000	786	0.393	0.001965	15.7466
290	290000	829.5	0.41475	0.00207375	16.3090
300	300000	916	0.458	0.00229	16.8714
310	310000	982.9	0.49145	0.00245725	17.4338
320	320000	1057.4	0.5287	0.0026435	17.9961
330	330000	1126.8	0.5634	0.002817	18.5585
340	340000	1299.7	0.64985	0.00324925	19.1209
350	350000	1397.7	0.69885	0.00349425	19.6833
340	340000	1669.5	0.83475	0.00417375	19.1209
330	330000	1845.4	0.9227	0.0046135	18.5585





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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-3-7	150.833	304.117

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	21	0.0105	0.0000525	0.5596
20	20000	29.5	0.01475	0.00007375	1.1193
30	30000	40.5	0.02025	0.00010125	1.6789
40	40000	54	0.027	0.000135	2.2386
50	50000	67.5	0.03375	0.00016875	2.7982
60	60000	78	0.039	0.000195	3.3579
70	70000	89.4	0.0447	0.0002235	3.9175
80	80000	109.9	0.05495	0.00027475	4.4772
90	90000	125.9	0.06295	0.00031475	5.0368
100	100000	133.9	0.06695	0.00033475	5.5965
110	110000	147.9	0.07395	0.00036975	6.1561
120	120000	170.4	0.0852	0.000426	6.7158
130	130000	187.9	0.09395	0.00046975	7.2754
140	140000	212.4	0.1062	0.000531	7.8351
150	150000	229.4	0.1147	0.0005735	8.3947
160	160000	247.9	0.12395	0.00061975	8.9544
170	170000	268.3	0.13415	0.00067075	9.5140
180	180000	290.3	0.14515	0.00072575	10.0737
190	190000	312.3	0.15615	0.00078075	10.6333
200	200000	334.3	0.16715	0.00083575	11.1930
210	210000	356.3	0.17815	0.00089075	11.7526
220	220000	377.8	0.1889	0.0009445	12.3123
230	230000	410.8	0.2054	0.001027	12.8719
240	240000	438.2	0.2191	0.0010955	13.4316



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	453.2	0.2266	0.001133	13.9912
260	260000	483.7	0.24185	0.00120925	14.5509
270	270000	514.7	0.25735	0.00128675	15.1105
280	280000	545.7	0.27285	0.00136425	15.6702
290	290000	592.1	0.29605	0.00148025	16.2298
300	300000	619.6	0.3098	0.001549	16.7895
310	310000	646.1	0.32305	0.00161525	17.3491
320	320000	677.1	0.33855	0.00169275	17.9088
330	330000	697.1	0.34855	0.00174275	18.4684
340	340000	743.1	0.37155	0.00185775	19.0281
350	350000	793	0.3965	0.0019825	19.5877
360	360000	847	0.4235	0.0021175	20.1474
370	370000	942	0.471	0.002355	20.7070
375	375000	1025.4	0.5127	0.0025635	20.9868
370	370000	1139.8	0.5699	0.0028495	20.7070
360	360000	1224.3	0.61215	0.00306075	20.1474



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejo Km 14.5 Telpun (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-4-7	150.333	302.333

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	25	0.0125	0.0000625	0.5634
20	20000	45.5	0.02275	0.00011375	1.1268
30	30000	63	0.0315	0.0001575	1.6901
40	40000	80.5	0.04025	0.00020125	2.2535
50	50000	102.4	0.0512	0.000256	2.8169
60	60000	125.4	0.0627	0.0003135	3.3803
70	70000	147.4	0.0737	0.0003685	3.9436
80	80000	158.9	0.07945	0.00039725	4.5070
90	90000	177.9	0.08895	0.0004475	5.0704
100	100000	198.4	0.0992	0.000496	5.6338
110	110000	223.9	0.11195	0.00055975	6.1972
120	120000	264.4	0.1322	0.000661	6.7605
130	130000	270.8	0.1354	0.000677	7.3239
140	140000	283.8	0.1419	0.0007095	7.8873
150	150000	306.8	0.1534	0.000767	8.4507
160	160000	330.3	0.16515	0.00082575	9.0140
170	170000	356.3	0.17815	0.00089075	9.5774
180	180000	382.3	0.19115	0.00095575	10.1408
190	190000	413.8	0.2069	0.0010345	10.7042
200	200000	442.7	0.22135	0.00110675	11.2676
210	210000	471.2	0.2356	0.001178	11.8309
220	220000	486.7	0.24335	0.00121675	12.3943
230	230000	517.2	0.2586	0.001293	12.9577
240	240000	544.7	0.27235	0.00136175	13.5211



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	585.6	0.2928	0.001464	14.0844
260	260000	624.1	0.31205	0.00156025	14.6478
270	270000	653.6	0.3268	0.001634	15.2112
280	280000	684.4	0.3422	0.001711	15.7746
290	290000	731.1	0.36555	0.00182775	16.3379
300	300000	776.5	0.38825	0.00194125	16.9013
310	310000	791.5	0.39575	0.00197875	17.4647
320	320000	831.5	0.41575	0.00207875	18.0281
330	330000	878	0.439	0.002195	18.5915
340	340000	928.9	0.46445	0.00232225	19.1548
350	350000	993.4	0.4967	0.0024835	19.7182
360	360000	1075.4	0.5377	0.0026885	20.2816
370	370000	1178.3	0.58915	0.00294575	20.8450
375	375000	1653	0.8265	0.0041325	21.1267
370	370000	1767.9	0.88395	0.00441975	20.8450
360	360000	2012.3	1.00615	0.00503075	20.2816



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-2-14	150.467	303.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	27	0.0135	0.0000675	0.5624
20	20000	38	0.019	0.000095	1.1248
30	30000	54	0.027	0.000135	1.6871
40	40000	70.5	0.03525	0.00017625	2.2495
50	50000	87.4	0.0437	0.0002185	2.8119
60	60000	101.9	0.05095	0.00025475	3.3743
70	70000	118.4	0.0592	0.000296	3.9367
80	80000	136.9	0.06845	0.00034225	4.4990
90	90000	158.9	0.07945	0.00039725	5.0614
100	100000	168.9	0.08445	0.00042225	5.6238
110	110000	189.4	0.0947	0.0004735	6.1862
120	120000	205.9	0.10295	0.00051475	6.7486
130	130000	228.4	0.1142	0.000571	7.3109
140	140000	248.4	0.1242	0.000621	7.8733
150	150000	267.3	0.13365	0.00066825	8.4357
160	160000	289.3	0.14465	0.00072325	8.9981
170	170000	308.3	0.15415	0.00077075	9.5605
180	180000	326.3	0.16315	0.00081575	10.1228
190	190000	351.8	0.1759	0.0008795	10.6852
200	200000	387.3	0.19365	0.00096825	11.2476
210	210000	400.3	0.20015	0.00100075	11.8100
220	220000	421.2	0.2106	0.001053	12.3724
230	230000	452.2	0.2261	0.0011305	12.9347
240	240000	480.2	0.2401	0.0012005	13.4971



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	502.2	0.2511	0.0012555	14.0595
260	260000	526.2	0.2631	0.0013155	14.6219
270	270000	555.2	0.2776	0.001388	15.1842
280	280000	581.2	0.2906	0.001453	15.7466
290	290000	612.6	0.3063	0.0015315	16.3090
300	300000	647.6	0.3238	0.001619	16.8714
310	310000	668.6	0.3343	0.0016715	17.4338
320	320000	705.6	0.3528	0.001764	17.9961
330	330000	774	0.387	0.001935	18.5585
340	340000	808	0.404	0.00202	19.1209
350	350000	827.5	0.41375	0.00206875	19.6833
360	360000	871	0.4355	0.0021775	20.2457
370	370000	910.5	0.45525	0.00227625	20.8080
380	380000	996.9	0.49845	0.00249225	21.3704
390	390000	1026.9	0.51345	0.00256725	21.9328
400	400000	1071.4	0.5357	0.0026785	22.4952
410	410000	1148.3	0.57415	0.00287075	23.0576
420	420000	1203.3	0.60165	0.00300825	23.6199
430	430000	1295.2	0.6476	0.003238	24.1823
440	440000	1349.2	0.6746	0.003373	24.7447
450	450000	1539.1	0.76955	0.00384775	25.3071
440	440000	1656.5	0.82825	0.00414125	24.7447
430	430000	1729	0.8645	0.0043225	24.1823



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-3-14	150.833	303.100

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	24.5	0.01225	0.00006125	0.5596
20	20000	38	0.019	0.000095	1.1193
30	30000	53.5	0.02675	0.00013375	1.6789
40	40000	62.5	0.03125	0.00015625	2.2386
50	50000	71	0.0355	0.0001775	2.7982
60	60000	81.5	0.04075	0.00020375	3.3579
70	70000	92.4	0.0462	0.000231	3.9175
80	80000	103.9	0.05195	0.00025975	4.4772
90	90000	118.9	0.05945	0.00029725	5.0368
100	100000	130.9	0.06545	0.00032725	5.5965
110	110000	139.9	0.06995	0.00034975	6.1561
120	120000	156.4	0.0782	0.000391	6.7158
130	130000	169.9	0.08495	0.00042475	7.2754
140	140000	186.9	0.09345	0.00046725	7.8351
150	150000	197.9	0.09895	0.00049475	8.3947
160	160000	213.9	0.10695	0.00053475	8.9544
170	170000	234.4	0.1172	0.000586	9.5140
180	180000	249.4	0.1247	0.0006235	10.0737
190	190000	267.8	0.1339	0.0006695	10.6333
200	200000	286.3	0.14315	0.00071575	11.1930
210	210000	304.8	0.1524	0.000762	11.7526
220	220000	324.3	0.16215	0.00081075	12.3123
230	230000	344.8	0.1724	0.000862	12.8719
240	240000	367.3	0.18365	0.00091825	13.4316



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

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	384.3	0.19215	0.00096075	13.9912
260	260000	409.8	0.2049	0.0010245	14.5509
270	270000	434.2	0.2171	0.0010855	15.1105
280	280000	456.2	0.2281	0.0011405	15.6702
290	290000	479.7	0.23985	0.00119925	16.2298
300	300000	517.7	0.25885	0.00129425	16.7895
310	310000	545.7	0.27285	0.00136425	17.3491
320	320000	587.1	0.29355	0.00146775	17.9088
330	330000	620.1	0.31005	0.00155025	18.4684
340	340000	653.6	0.3268	0.001634	19.0281
350	350000	669.6	0.3348	0.001674	19.5877
360	360000	703.6	0.3518	0.001759	20.1474
370	370000	768.5	0.38425	0.00192125	20.7070
380	380000	819	0.4095	0.0020475	21.2666
390	390000	866.5	0.43325	0.00216625	21.8263
400	400000	884.5	0.44225	0.00221125	22.3859
410	410000	941.4	0.4707	0.0023535	22.9456
420	420000	1009.9	0.50495	0.00252475	23.5052
430	430000	1055.9	0.52795	0.00263975	24.0649
440	440000	1107.3	0.55365	0.00276825	24.6245
450	450000	1207.3	0.60365	0.00301825	25.1842
455	455000	1230.3	0.61515	0.00307575	25.4640
450	450000	1334.7	0.66735	0.00333675	25.1842
440	440000	1402.7	0.70135	0.00350675	24.6245





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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-5-14	150.033	304.600

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial $\dots \times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	26.5	0.01325	0.00006625	0.5582
20	20000	41.5	0.02075	0.00010375	1.1163
30	30000	56	0.028	0.00014	1.6745
40	40000	68.5	0.03425	0.00017125	2.2327
50	50000	84.4	0.0422	0.000211	2.7908
60	60000	97.4	0.0487	0.0002435	3.3490
70	70000	113.9	0.05695	0.00028475	3.9072
80	80000	131.9	0.06595	0.00032975	4.4653
90	90000	150.9	0.07545	0.00037725	5.0235
100	100000	161.4	0.0807	0.0004035	5.5817
110	110000	176.4	0.0882	0.000441	6.1398
120	120000	199.9	0.09995	0.00049975	6.6980
130	130000	215.4	0.1077	0.0005385	7.2562
140	140000	233.4	0.1167	0.0005835	7.8143
150	150000	251.3	0.12565	0.00062825	8.3725
160	160000	274.3	0.13715	0.00068575	8.9307
170	170000	288.3	0.14415	0.00072075	9.4888
180	180000	311.8	0.1559	0.0007795	10.0470
190	190000	333.3	0.16665	0.00083325	10.6052
200	200000	355.3	0.17765	0.00088825	11.1633
210	210000	372.3	0.18615	0.00093075	11.7215
220	220000	400.3	0.20015	0.00100075	12.2797
230	230000	421.2	0.2106	0.001053	12.8379
240	240000	442.2	0.2211	0.0011055	13.3960



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirane Km 14.5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	468.7	0.23435	0.00117175	13.9542
260	260000	495.7	0.24785	0.00123925	14.5124
270	270000	523.2	0.2616	0.001308	15.0705
280	280000	545.7	0.27285	0.00136425	15.6287
290	290000	578.7	0.28935	0.00144675	16.1869
300	300000	607.1	0.30355	0.00151775	16.7450
310	310000	622.6	0.3113	0.0015565	17.3032
320	320000	647.1	0.32355	0.00161775	17.8614
330	330000	700.1	0.35005	0.00175025	18.4195
340	340000	733.6	0.3668	0.001834	18.9777
350	350000	770	0.385	0.001925	19.5359
360	360000	836.5	0.41825	0.00209125	20.0940
370	370000	863	0.4315	0.0021575	20.6522
380	380000	915	0.4575	0.0022875	21.2104
390	390000	961.9	0.48095	0.00240475	21.7685
400	400000	1019.4	0.5097	0.0025485	22.3267
410	410000	1119.3	0.55965	0.00279825	22.8849
420	420000	1220.8	0.6104	0.003052	23.4430
430	430000	1313.2	0.6566	0.003283	24.0012
440	440000	1448.1	0.72405	0.00362025	24.5594
450	450000	1526.6	0.7633	0.0038165	25.1175
440	440000	1635.5	0.81775	0.00408875	24.5594
430	430000	1701	0.8505	0.0042525	24.0012



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-3-28	150.833	304.117

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	17	0.0085	0.0000425	0.5596
20	20000	30.5	0.01525	0.00007625	1.1193
30	30000	40.5	0.02025	0.00010125	1.6789
40	40000	52	0.026	0.00013	2.2386
50	50000	68	0.034	0.00017	2.7982
60	60000	81	0.0405	0.0002025	3.3579
70	70000	93.9	0.04695	0.00023475	3.9175
80	80000	103.9	0.05195	0.00025975	4.4772
90	90000	119.4	0.0597	0.0002985	5.0368
100	100000	135.4	0.0677	0.0003385	5.5965
110	110000	148.9	0.07445	0.00037225	6.1561
120	120000	159.4	0.0797	0.0003985	6.7158
130	130000	175.4	0.0877	0.0004385	7.2754
140	140000	188.4	0.0942	0.000471	7.8351
150	150000	202.9	0.10145	0.00050725	8.3947
160	160000	221.9	0.11095	0.0005475	8.9544
170	170000	235.9	0.11795	0.00058975	9.5140
180	180000	250.8	0.1254	0.000627	10.0737
190	190000	265.8	0.1329	0.0006645	10.6333
200	200000	283.3	0.14165	0.00070825	11.1930
210	210000	301.3	0.15065	0.00075325	11.7526
220	220000	316.3	0.15815	0.00079075	12.3123
230	230000	332.3	0.16615	0.00083075	12.8719
240	240000	348.8	0.1744	0.000872	13.4316



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	366.3	0.18315	0.00091575	13.9912
260	260000	386.3	0.19315	0.00096575	14.5509
270	270000	403.8	0.2019	0.0010095	15.1105
280	280000	421.2	0.2106	0.001053	15.6702
290	290000	436.2	0.2181	0.0010905	16.2298
300	300000	454.2	0.2271	0.0011355	16.7895
310	310000	467.7	0.23385	0.00116925	17.3491
320	320000	490.7	0.24535	0.00122675	17.9088
330	330000	506.2	0.2531	0.0012655	18.4684
340	340000	528.7	0.26435	0.00132175	19.0281
350	350000	550.2	0.2751	0.0013755	19.5877
360	360000	570.2	0.2851	0.0014255	20.1474
370	370000	592.1	0.29605	0.00148025	20.7070
380	380000	617.1	0.30855	0.00154275	21.2666
390	390000	639.1	0.31955	0.00159775	21.8263
400	400000	658.1	0.32905	0.00164525	22.3859
410	410000	674.1	0.33705	0.00168525	22.9456
420	420000	700.1	0.35005	0.00175025	23.5052
430	430000	721.6	0.3608	0.001804	24.0649
440	440000	742.1	0.37105	0.00185525	24.6245
450	450000	768.5	0.38425	0.00192125	25.1842
460	460000	784.5	0.39225	0.00196125	25.7438
470	470000	809	0.4045	0.0020225	26.3035
480	480000	834	0.417	0.002085	26.8631
490	490000	854.5	0.42725	0.00213625	27.4228
500	500000	885	0.4425	0.0022125	27.9824
510	510000	905.5	0.45275	0.00226375	28.5421
520	520000	937.9	0.46895	0.00234475	29.1017
530	530000	962.4	0.4812	0.002406	29.6614
540	540000	993.4	0.4967	0.0024835	30.2210
550	550000	1016.4	0.5082	0.002541	30.7807
560	560000	1045.4	0.5227	0.0026135	31.3403
570	570000	1072.9	0.53645	0.00268225	31.9000
580	580000	1106.3	0.55315	0.00276575	32.4596
590	590000	1126.3	0.56315	0.00281575	33.0193
600	600000	1161.3	0.58065	0.00290325	33.5789
610	610000	1191.3	0.59565	0.00297825	34.1386
620	620000	1224.3	0.61215	0.00306075	34.6982
630	630000	1259.2	0.6296	0.003148	35.2579



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
635	635000	1295.2	0.6476	0.003238	35.5377
630	630000	1350.7	0.67535	0.00337675	35.2579
620	620000	1401.7	0.70085	0.00350425	34.6982



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-4-28	150.333	303.333

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	17	0.0085	0.0000425	0.5634
20	20000	30.5	0.01525	0.00007625	1.1268
30	30000	40.5	0.02025	0.00010125	1.6901
40	40000	52	0.026	0.00013	2.2535
50	50000	68	0.034	0.00017	2.8169
60	60000	81	0.0405	0.0002025	3.3803
70	70000	93.9	0.04695	0.00023475	3.9436
80	80000	103.9	0.05195	0.00025975	4.5070
90	90000	119.4	0.0597	0.0002985	5.0704
100	100000	135.4	0.0677	0.0003385	5.6338
110	110000	154.9	0.07745	0.00038725	6.1972
120	120000	165.9	0.08295	0.00041475	6.7605
130	130000	179.4	0.0897	0.0004485	7.3239
140	140000	191.9	0.09595	0.00047975	7.8873
150	150000	202.9	0.10145	0.00050725	8.4507
160	160000	221.9	0.11095	0.00055475	9.0140
170	170000	235.9	0.11795	0.00058975	9.5774
180	180000	250.8	0.1254	0.000627	10.1408
190	190000	269.8	0.1349	0.0006745	10.7042
200	200000	286.8	0.1434	0.000717	11.2676
210	210000	301.3	0.15065	0.00075325	11.8309
220	220000	319.8	0.1599	0.0007995	12.3943
230	230000	336.3	0.16815	0.00084075	12.9577
240	240000	352.3	0.17615	0.00088075	13.5211



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	366.3	0.18315	0.00091575	14.0844
260	260000	386.3	0.19315	0.00096575	14.6478
270	270000	408.8	0.2044	0.001022	15.2112
280	280000	421.2	0.2106	0.001053	15.7746
290	290000	436.2	0.2181	0.0010905	16.3379
300	300000	454.2	0.2271	0.0011355	16.9013
310	310000	467.7	0.23385	0.00116925	17.4647
320	320000	490.7	0.24535	0.00122675	18.0281
330	330000	510.7	0.25535	0.00127675	18.5915
340	340000	528.7	0.26435	0.00132175	19.1548
350	350000	550.2	0.2751	0.0013755	19.7182
360	360000	570.2	0.2851	0.0014255	20.2816
370	370000	598.6	0.2993	0.0014965	20.8450
380	380000	617.1	0.30855	0.00154275	21.4083
390	390000	639.1	0.31955	0.00159775	21.9717
400	400000	662.1	0.33105	0.00165525	22.5351
410	410000	674.1	0.33705	0.00168525	23.0985
420	420000	705.6	0.3528	0.001764	23.6619
430	430000	721.6	0.3608	0.001804	24.2252
440	440000	747.6	0.3738	0.001869	24.7886
450	450000	768.5	0.38425	0.00192125	25.3520
460	460000	790.5	0.39525	0.00197625	25.9154
470	470000	815	0.4075	0.0020375	26.4787
480	480000	834	0.417	0.002085	27.0421
490	490000	861	0.4305	0.0021525	27.6055
500	500000	891	0.4455	0.0022275	28.1689
510	510000	913	0.4565	0.0022825	28.7323
520	520000	937.9	0.46895	0.00234475	29.2956
530	530000	969.9	0.48495	0.00242475	29.8590
540	540000	993.4	0.4967	0.0024835	30.4224
550	550000	1023.9	0.51195	0.00255975	30.9858
560	560000	1052.4	0.5262	0.002631	31.5491
570	570000	1079.4	0.5397	0.0026985	32.1125
580	580000	1106.3	0.55315	0.00276575	32.6759
590	590000	1133.3	0.56665	0.00283325	33.2393
600	600000	1168.8	0.5844	0.002922	33.8027
610	610000	1199.3	0.59965	0.00299825	34.3660
620	620000	1232.8	0.6164	0.003082	34.9294
630	630000	1262.7	0.63135	0.00315675	35.4928



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
640	640000	1304.7	0.65235	0.00326175	36.0562
650	650000	1350.7	0.67535	0.00337675	36.6195
660	660000	1415.7	0.70785	0.00353925	37.1829
670	670000	1475.1	0.73755	0.00368775	37.7463
660	660000	1561.1	0.78055	0.00390275	37.1829
650	650000	1658	0.829	0.004145	36.6195





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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON NORMAL DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BNACL-5-28	151.033	304.600

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial $\times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	16	0.008	0.00004	0.5582
20	20000	24.5	0.01225	0.00006125	1.1163
30	30000	33.5	0.01675	0.00008375	1.6745
40	40000	48	0.024	0.00012	2.2327
50	50000	58	0.029	0.000145	2.7908
60	60000	70	0.035	0.000175	3.3490
70	70000	81	0.0405	0.0002025	3.9072
80	80000	95.9	0.04795	0.00023975	4.4653
90	90000	107.9	0.05395	0.00026975	5.0235
100	100000	115.9	0.05795	0.00028975	5.5817
110	110000	132.4	0.0662	0.000331	6.1398
120	120000	145.9	0.07295	0.00036475	6.6980
130	130000	158.9	0.07945	0.00039725	7.2562
140	140000	177.9	0.08895	0.00044475	7.8143
150	150000	186.4	0.0932	0.000466	8.3725
160	160000	202.4	0.1012	0.000506	8.9307
170	170000	216.4	0.1082	0.000541	9.4888
180	180000	229.9	0.11495	0.00057475	10.0470
190	190000	243.4	0.1217	0.0006085	10.6052
200	200000	258.8	0.1294	0.000647	11.1633
210	210000	277.3	0.13865	0.00069325	11.7215
220	220000	295.3	0.14765	0.00073825	12.2797
230	230000	309.8	0.1549	0.0007745	12.8379
240	240000	325.3	0.16265	0.00081325	13.3960



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Ka	N				
250	250000	342.8	0.1714	0.000857	13.9542
260	260000	361.3	0.18065	0.00090325	14.5124
270	270000	380.3	0.19015	0.00095075	15.0705
280	280000	397.3	0.19865	0.00099325	15.6287
290	290000	410.8	0.2054	0.001027	16.1869
300	300000	430.7	0.21535	0.00107675	16.7450
310	310000	453.2	0.2266	0.001133	17.3032
320	320000	470.6	0.2353	0.0011765	17.8614
330	330000	494.2	0.2471	0.0012355	18.4195
340	340000	513.7	0.25685	0.00128425	18.9777
350	350000	535.2	0.2676	0.001338	19.5359
360	360000	548.2	0.2741	0.0013705	20.0940
370	370000	568.7	0.28435	0.00142175	20.6522
380	380000	589.6	0.2948	0.001474	21.2104
390	390000	610.6	0.3053	0.0015265	21.7685
400	400000	636.1	0.31805	0.00159025	22.3267
410	410000	659.6	0.3298	0.001649	22.8849
420	420000	679.6	0.3398	0.001699	23.4430
430	430000	700.1	0.35005	0.00175025	24.0012
440	440000	724.1	0.36205	0.00181025	24.5594
450	450000	747.6	0.3738	0.001869	25.1175
460	460000	771	0.3855	0.0019275	25.6757
470	470000	797	0.3985	0.0019925	26.2339
480	480000	819.5	0.40975	0.00204875	26.7920
490	490000	859.5	0.42975	0.00214875	27.3502
500	500000	874.5	0.43725	0.00218625	27.9084
510	510000	896	0.448	0.00224	28.4665
520	520000	916.9	0.45845	0.00229225	29.0247
530	530000	948.4	0.4742	0.002371	29.5829
540	540000	980.9	0.49045	0.00245225	30.1410
550	550000	1013.4	0.5067	0.0025335	30.6992
560	560000	1054.9	0.52745	0.00263725	31.2574
570	570000	1090.8	0.5454	0.002727	31.8155
580	580000	1140.3	0.57015	0.00285075	32.3737



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-3-7	150.400	300.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	24.5	0.01225	0.00006125	0.5629
20	20000	30.5	0.01525	0.00007625	1.1258
30	30000	47	0.0235	0.0001175	1.6886
40	40000	54.5	0.02725	0.00013625	2.2515
50	50000	70.5	0.03525	0.00017625	2.8144
60	60000	86.9	0.04345	0.00021725	3.3773
70	70000	100.4	0.0502	0.000251	3.9401
80	80000	116.9	0.05845	0.00029225	4.5030
90	90000	133.4	0.0667	0.0003335	5.0659
100	100000	152.4	0.0762	0.000381	5.6288
110	110000	170.9	0.08545	0.00042725	6.1917
120	120000	189.9	0.09495	0.00047475	6.7545
130	130000	212.4	0.1062	0.000531	7.3174
140	140000	236.9	0.11845	0.00059225	7.8803
150	150000	261.3	0.13065	0.00065325	8.4432
160	160000	288.8	0.1444	0.000722	9.0061
170	170000	333.3	0.16665	0.00083325	9.5689
180	180000	349.3	0.17465	0.00087325	10.1318
190	190000	381.3	0.19065	0.00095325	10.6947
200	200000	441.7	0.22085	0.00110425	11.2576
210	210000	464.2	0.2321	0.0011605	11.8204
220	220000	514.7	0.25735	0.00128675	12.3833
230	230000	567.7	0.28385	0.00141925	12.9462
240	240000	626.1	0.31305	0.00156525	13.5091



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	688.1	0.34405	0.00172025	14.0720
260	260000	797.5	0.39875	0.00199375	14.6348
270	270000	917.9	0.45895	0.00229475	15.1977
280	280000	1095.8	0.5479	0.0027395	15.7606
290	290000	1367.7	0.68385	0.00341925	16.3235
280	280000	1837.4	0.9187	0.0045935	15.7606
270	270000	1996.8	0.9984	0.004992	15.1977
260	260000	2165.7	1.08285	0.00541425	14.6348



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-4-7	148.767	305.467

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	27.5	0.01375	0.00006875	0.5753
20	20000	55	0.0275	0.0001375	1.1506
30	30000	75	0.0375	0.0001875	1.7259
40	40000	104.4	0.0522	0.000261	2.3012
50	50000	131.4	0.0657	0.0003285	2.8765
60	60000	158.9	0.07945	0.00039725	3.4518
70	70000	169.9	0.08495	0.00042475	4.0271
80	80000	202.9	0.10145	0.00050725	4.6024
90	90000	222.9	0.11145	0.00055725	5.1778
100	100000	259.3	0.12965	0.00064825	5.7531
110	110000	273.3	0.13665	0.00068325	6.3284
120	120000	310.8	0.1554	0.000777	6.9037
130	130000	335.8	0.1679	0.0008395	7.4790
140	140000	366.8	0.1834	0.000917	8.0543
150	150000	398.8	0.1994	0.000997	8.6296
160	160000	415.3	0.20765	0.00103825	9.2049
170	170000	444.7	0.22235	0.00111175	9.7802
180	180000	488.7	0.24435	0.00122175	10.3555
190	190000	520.2	0.2601	0.0013005	10.9308
200	200000	552.7	0.27635	0.00138175	11.5061
210	210000	583.6	0.2918	0.001459	12.0814
220	220000	635.1	0.31755	0.00158775	12.6567
230	230000	653.6	0.3268	0.001634	13.2320
240	240000	705.6	0.3528	0.001764	13.8073



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	743.1	0.37155	0.00185775	14.3826
260	260000	778.5	0.38925	0.00194625	14.9580
270	270000	837.5	0.41875	0.00209375	15.5333
280	280000	880.5	0.44025	0.00220125	16.1086
290	290000	955.4	0.4777	0.0023885	16.6839
300	300000	1192.8	0.5964	0.002982	17.2592
310	310000	1309.2	0.6546	0.003273	17.8345
320	320000	1445.6	0.7228	0.003614	18.4098
330	330000	1545.6	0.7728	0.003864	18.9851
320	320000	1676.5	0.83825	0.00419125	18.4098
310	310000	1856.4	0.9282	0.004641	17.8345



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLOORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25 \text{ MPa}$

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-5-7	149,967	304,033

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	27.5	0.01375	0.00006875	0.5661
20	20000	44	0.022	0.00011	1.1323
30	30000	64.5	0.03225	0.00016125	1.6984
40	40000	84.4	0.0422	0.000211	2.2645
50	50000	100.9	0.05045	0.00025225	2.8307
60	60000	129.9	0.06495	0.00032475	3.3968
70	70000	166.9	0.08345	0.00041725	3.9630
80	80000	191.9	0.09595	0.00047975	4.5291
90	90000	212.9	0.10645	0.00053225	5.0952
100	100000	226.9	0.11345	0.00056725	5.6614
110	110000	270.3	0.13515	0.00067575	6.2275
120	120000	296.8	0.1484	0.000742	6.7936
130	130000	329.8	0.1649	0.0008245	7.3598
140	140000	391.8	0.1959	0.0009795	7.9259
150	150000	415.3	0.20765	0.00103825	8.4920
160	160000	463.7	0.23185	0.00115925	9.0582
170	170000	512.2	0.2561	0.0012805	9.6243
180	180000	563.2	0.2816	0.001408	10.1904
190	190000	643.1	0.32155	0.00160775	10.7566
200	200000	669.1	0.33455	0.00167275	11.3227
210	210000	719.1	0.35955	0.00179775	11.8889
220	220000	772	0.386	0.00193	12.4550
230	230000	825.5	0.41275	0.00206375	13.0211
240	240000	883.5	0.44175	0.00220875	13.5873



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	981.9	0.49095	0.00245475	14.1534
260	260000	1055.9	0.52795	0.00263975	14.7195
270	270000	1151.8	0.5759	0.0028795	15.2857
280	280000	1263.2	0.6316	0.003158	15.8518
285	285000	1383.7	0.69185	0.00345925	16.1349
280	280000	1560.1	0.78005	0.00390025	15.8518
270	270000	1678	0.839	0.004195	15.2857

اجتهدوا في العلم





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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-1-14	151.267	303.883

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	20.5	0.01025	0.00005125	0.5564
20	20000	38.5	0.01925	0.00009625	1.1129
30	30000	50.5	0.02525	0.00012625	1.6693
40	40000	64.5	0.03225	0.00016125	2.2258
50	50000	80.5	0.04025	0.00020125	2.7822
60	60000	91.4	0.0457	0.0002285	3.3387
70	70000	107.4	0.0537	0.0002685	3.8951
80	80000	120.9	0.06045	0.00030225	4.4516
90	90000	138.9	0.06945	0.00034725	5.0080
100	100000	153.9	0.07695	0.00038475	5.5645
110	110000	171.4	0.0857	0.0004285	6.1209
120	120000	186.4	0.0932	0.000466	6.6774
130	130000	205.4	0.1027	0.0005135	7.2338
140	140000	223.9	0.11195	0.00055975	7.7903
150	150000	240.9	0.12045	0.00060225	8.3467
160	160000	258.3	0.12915	0.00064575	8.9031
170	170000	278.3	0.13915	0.00069575	9.4596
180	180000	295.3	0.14765	0.00073825	10.0160
190	190000	314.3	0.15715	0.00078575	10.5725
200	200000	342.3	0.17115	0.00085575	11.1289
210	210000	358.8	0.1794	0.000897	11.6854
220	220000	378.8	0.1894	0.000947	12.2418
230	230000	406.3	0.20315	0.00101575	12.7983
240	240000	424.2	0.2121	0.0010605	13.3547



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	454.7	0.22735	0.00113675	13.9112
260	260000	476.7	0.23835	0.00119175	14.4676
270	270000	495.2	0.2476	0.001238	15.0241
280	280000	521.7	0.26085	0.00130425	15.5805
290	290000	550.7	0.27535	0.00137675	16.1370
300	300000	585.6	0.2928	0.001464	16.6934
310	310000	625.1	0.31255	0.00156275	17.2499
320	320000	672.2	0.3361	0.0016805	17.8063
330	330000	722.6	0.3613	0.0018065	18.3627
340	340000	733.5	0.36675	0.00183375	18.9192
350	350000	795	0.3975	0.0019875	19.4756
360	360000	830	0.415	0.002075	20.0321
370	370000	876	0.438	0.00219	20.5885
375	375000	902	0.451	0.002255	20.8668
370	370000	954.9	0.47745	0.00238725	20.5885
360	360000	1006.4	0.5032	0.002516	20.0321

اجتازت در این دوره



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-3-14	150.400	300.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	27	0.0135	0.0000675	0.5629
20	20000	44.5	0.02225	0.00011125	1.1258
30	30000	60	0.03	0.00015	1.6886
40	40000	83.4	0.0417	0.0002085	2.2515
50	50000	107.9	0.05395	0.00026975	2.8144
60	60000	118.4	0.0592	0.000296	3.3773
70	70000	140.9	0.07045	0.00035225	3.9401
80	80000	164.4	0.0822	0.000411	4.5030
90	90000	185.9	0.09295	0.00046475	5.0659
100	100000	215.9	0.10795	0.00053975	5.6288
110	110000	230.9	0.11545	0.00057725	6.1917
120	120000	254.8	0.1274	0.000637	6.7545
130	130000	274.8	0.1374	0.000687	7.3174
140	140000	292.8	0.1464	0.000732	7.8803
150	150000	326.3	0.16315	0.00081575	8.4432
160	160000	344.3	0.17215	0.00086075	9.0061
170	170000	368.8	0.1844	0.000922	9.5689
180	180000	396.3	0.19815	0.00099075	10.1318
190	190000	422.7	0.21135	0.00105675	10.6947
200	200000	445.7	0.22285	0.00111425	11.2576
210	210000	471.2	0.2356	0.001178	11.8204
220	220000	506.7	0.25335	0.00126675	12.3833
230	230000	539.2	0.2696	0.001348	12.9462
240	240000	557.2	0.2786	0.001393	13.5091



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

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	581.7	0.29085	0.00145425	14.0720
260	260000	614.6	0.3073	0.0015365	14.6348
270	270000	640.6	0.3203	0.0016015	15.1977
280	280000	675.1	0.33755	0.00168775	15.7606
290	290000	709.1	0.35455	0.00177275	16.3235
300	300000	768	0.384	0.00192	16.8863
310	310000	788.5	0.39425	0.00197125	17.4492
320	320000	844.5	0.42225	0.00211125	18.0121
330	330000	862.5	0.43125	0.00215625	18.5750
340	340000	905.5	0.45275	0.00226375	19.1379
350	350000	943	0.4715	0.0023575	19.7007
360	360000	1011.4	0.5057	0.0025285	20.2636
370	370000	1082.8	0.5414	0.002707	20.8265
380	380000	1147.3	0.57365	0.00286825	21.3894
390	390000	1212.3	0.60615	0.00303075	21.9523
400	400000	1345.2	0.6726	0.003363	22.5151
410	410000	1406.7	0.70335	0.00351675	23.0780
415	415000	1527.1	0.76355	0.00381775	23.3594
410	410000	1708.5	0.85425	0.00427125	23.0780
400	400000	1977.3	0.98865	0.00494325	22.5151



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-4-14	148.767	305.467

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial $\times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya ( $1/2\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	17.5	0.00875	0.00004375	0.5753
20	20000	26	0.013	0.000065	1.1506
30	30000	40	0.02	0.0001	1.7259
40	40000	55	0.0275	0.0001375	2.3012
50	50000	70.5	0.03525	0.00017625	2.8765
60	60000	85.4	0.0427	0.0002135	3.4518
70	70000	100.4	0.0502	0.000251	4.0271
80	80000	117.9	0.05895	0.00029475	4.6024
90	90000	130.9	0.06545	0.00032725	5.1778
100	100000	155.9	0.07795	0.00038975	5.7531
110	110000	170.4	0.0852	0.000426	6.3284
120	120000	194.9	0.09745	0.00048725	6.9037
130	130000	213.4	0.1067	0.0005335	7.4790
140	140000	236.4	0.1182	0.000591	8.0543
150	150000	258.3	0.12915	0.00064575	8.6296
160	160000	288.3	0.14415	0.00072075	9.2049
170	170000	308.3	0.15415	0.00077075	9.7802
180	180000	335.8	0.1679	0.0008395	10.3555
190	190000	364.8	0.1824	0.000912	10.9308
200	200000	395.3	0.19765	0.00098825	11.5061
210	210000	422.2	0.2111	0.0010555	12.0814
220	220000	452.2	0.2261	0.0011305	12.6567
230	230000	479.7	0.23985	0.00119925	13.2320
240	240000	510.2	0.2551	0.0012755	13.8073



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	541.2	0.2706	0.001353	14.3826
260	260000	579.7	0.28985	0.00144925	14.9580
270	270000	624.1	0.31205	0.00156025	15.5333
280	280000	659.1	0.32955	0.00164775	16.1086
290	290000	688.1	0.34405	0.00172025	16.6839
300	300000	735.1	0.36755	0.00183775	17.2592
310	310000	782.5	0.39125	0.00195625	17.8345
320	320000	839	0.4195	0.0020975	18.4098
330	330000	939	0.4695	0.0023475	18.9851
340	340000	988.9	0.49445	0.00247225	19.5604
350	350000	1026.9	0.51345	0.00256725	20.1357
360	360000	1133.3	0.56665	0.00283325	20.7110
350	350000	1438.1	0.71905	0.00359525	20.1357
340	340000	1632.5	0.81625	0.00408125	19.5604



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kalirejo Km 14,5 Telpun (0274) 858444 s.d. 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-3-28	150.400	300.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	23	0.0115	0.0000575	0.5629
20	20000	35	0.0175	0.0000875	1.1258
30	30000	48.5	0.02425	0.00012125	1.6886
40	40000	61	0.0305	0.0001525	2.2515
50	50000	79.5	0.03975	0.00019875	2.8144
60	60000	87.9	0.04395	0.00021975	3.3773
70	70000	112.9	0.05645	0.00028225	3.9401
80	80000	132.4	0.0662	0.000331	4.5030
90	90000	152.9	0.07645	0.00038225	5.0659
100	100000	169.4	0.0847	0.0004235	5.6288
110	110000	186.9	0.09345	0.00046725	6.1917
120	120000	209.4	0.1047	0.0005235	6.7545
130	130000	229.4	0.1147	0.0005735	7.3174
140	140000	261.3	0.13065	0.00065325	7.8803
150	150000	274.8	0.1374	0.000687	8.4432
160	160000	295.8	0.1479	0.0007395	9.0061
170	170000	316.8	0.1584	0.000792	9.5689
180	180000	339.3	0.16965	0.00084825	10.1318
190	190000	358.8	0.1794	0.000897	10.6947
200	200000	382.8	0.1914	0.000957	11.2576
210	210000	408.3	0.20415	0.00102075	11.8204
220	220000	432.7	0.21635	0.00108175	12.3833
230	230000	465.2	0.2326	0.001163	12.9462
240	240000	483.7	0.24185	0.00120925	13.5091



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

Beban		Pembacaan Dial $\times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya ( $1/2\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	508.2	0.2541	0.0012705	14.0720
260	260000	546.2	0.2731	0.0013655	14.6348
270	270000	568.2	0.2841	0.0014205	15.1977
280	280000	597.6	0.2988	0.001494	15.7606
290	290000	629.1	0.31455	0.00157275	16.3235
300	300000	665.1	0.33255	0.00166275	16.8863
310	310000	705.1	0.35255	0.00176275	17.4492
320	320000	751.5	0.37575	0.00187875	18.0121
330	330000	780	0.39	0.00195	18.5750
340	340000	812	0.406	0.00203	19.1379
350	350000	845.5	0.42275	0.00211375	19.7007
360	360000	905.5	0.45275	0.00226375	20.2636
370	370000	941.4	0.4707	0.0023535	20.8265
380	380000	989.4	0.4947	0.0024735	21.3894
390	390000	1049.9	0.52495	0.00262475	21.9523
400	400000	1125.8	0.5629	0.0028145	22.5151
410	410000	1260.2	0.6301	0.0031505	23.0780
420	420000	1380.7	0.69035	0.00345175	23.6409
410	410000	1548.1	0.77405	0.00387025	23.0780
400	400000	1620	0.81	0.00405	22.5151





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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-4-28	148.767	305.467

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	14.5	0.00725	0.00003625	0.5753
20	20000	22	0.011	0.000055	1.1506
30	30000	30.5	0.01525	0.00007625	1.7259
40	40000	42	0.021	0.000105	2.3012
50	50000	52	0.026	0.00013	2.8765
60	60000	67.5	0.03375	0.00016875	3.4518
70	70000	75	0.0375	0.0001875	4.0271
80	80000	85.9	0.04295	0.00021475	4.6024
90	90000	102.4	0.0512	0.000256	5.1778
100	100000	118.9	0.05945	0.00029725	5.7531
110	110000	134.4	0.0672	0.000336	6.3284
120	120000	152.9	0.07645	0.00038225	6.9037
130	130000	174.4	0.0872	0.000436	7.4790
140	140000	194.4	0.0972	0.000486	8.0543
150	150000	214.4	0.1072	0.000536	8.6296
160	160000	230.9	0.11545	0.00057725	9.2049
170	170000	252.3	0.12615	0.00063075	9.7802
180	180000	275.8	0.1379	0.0006895	10.3555
190	190000	294.8	0.1474	0.000737	10.9308
200	200000	315.8	0.1579	0.0007895	11.5061
210	210000	337.3	0.16865	0.00084325	12.0814
220	220000	372.8	0.1864	0.000932	12.6567
230	230000	385.6	0.1928	0.000964	13.2320
240	240000	420.7	0.21035	0.00105175	13.8073



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	441.2	0.2206	0.001103	14.3826
260	260000	477.2	0.2386	0.001193	14.9580
270	270000	508.7	0.25435	0.00127175	15.5333
280	280000	534.7	0.26735	0.00133675	16.1086
290	290000	565.2	0.2826	0.001413	16.6839
300	300000	594.1	0.29705	0.00148525	17.2592
310	310000	623.6	0.3118	0.001559	17.8345
320	320000	663.6	0.3318	0.001659	18.4098
330	330000	706.6	0.3533	0.0017665	18.9851
340	340000	747.1	0.37355	0.00186775	19.5604
350	350000	837	0.4185	0.0020925	20.1357
360	360000	904	0.452	0.00226	20.7110
370	370000	987.9	0.49395	0.00246975	21.2863
380	380000	1118.8	0.5594	0.002797	21.8616
370	370000	1340.7	0.67035	0.00335175	21.2863
360	360000	1501.7	0.75085	0.00375425	20.7110



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirung Km 14.5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 12,5-5-28	149.967	304.033

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0
10	10000	3	0.0015	0.0000075	10
20	20000	4.5	0.00225	0.00001125	20
30	30000	8.5	0.00425	0.00002125	30
40	40000	10.5	0.00525	0.00002625	40
50	50000	13	0.0065	0.0000325	50
60	60000	17	0.0085	0.0000425	60
70	70000	21.5	0.01075	0.00005375	70
80	80000	26	0.013	0.000065	80
90	90000	31	0.0155	0.0000775	90
100	100000	35.5	0.01775	0.00008875	100
110	110000	42	0.021	0.000105	110
120	120000	48	0.024	0.00012	120
130	130000	56	0.028	0.00014	130
140	140000	63	0.0315	0.0001575	140
150	150000	72.5	0.03625	0.00018125	150
160	160000	81	0.0405	0.0002025	160
170	170000	90.9	0.04545	0.00022725	170
180	180000	101.4	0.0507	0.0002535	180
190	190000	114.4	0.0572	0.000286	190
200	200000	123.9	0.06195	0.00030975	200
210	210000	136.9	0.06845	0.00034225	210
220	220000	152.4	0.0762	0.000381	220
230	230000	165.9	0.08295	0.00041475	230
240	240000	180.9	0.09045	0.00045225	240



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km 14.5 Telpun (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	195.9	0.09795	0.00048975	14.1534
260	260000	212.9	0.10645	0.00053225	14.7195
270	270000	231.4	0.1157	0.0005785	15.2857
280	280000	243.9	0.12195	0.00060975	15.8518
290	290000	261.8	0.1309	0.0006545	16.4179
300	300000	278.8	0.1394	0.000697	16.9841
310	310000	301.8	0.1509	0.0007545	17.5502
320	320000	318.3	0.15915	0.00079575	18.1163
330	330000	338.8	0.1694	0.000847	18.6825
340	340000	370.3	0.18515	0.00092575	19.2486
350	350000	400	0.2	0.001	19.8148
360	360000	440.2	0.2201	0.0011005	20.3809
370	370000	478.7	0.23935	0.00119675	20.9470
380	380000	520.2	0.2601	0.0013005	21.5132
390	390000	572.2	0.2861	0.0014305	22.0793
400	400000	660.6	0.3303	0.0016515	22.6454
390	390000	891.5	0.44575	0.00222875	22.0793
380	380000	997.4	0.4987	0.0024935	21.5132



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: 3150 & 3159 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-1-7	151.133	302.267

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	19.5	0.00975	0.00004875	0.5574
20	20000	32	0.016	0.00008	1.1149
30	30000	45	0.0225	0.0001125	1.6723
40	40000	57.5	0.02875	0.00014375	2.2297
50	50000	76.5	0.03825	0.00019125	2.7871
60	60000	87.9	0.04395	0.00021975	3.3446
70	70000	104.4	0.0522	0.000261	3.9020
80	80000	124.9	0.06245	0.00031225	4.4594
90	90000	142.9	0.07145	0.00035725	5.0169
100	100000	165.4	0.0827	0.0004135	5.5743
110	110000	183.4	0.0917	0.0004585	6.1317
120	120000	202.9	0.10145	0.00050725	6.6891
130	130000	226.9	0.11345	0.00056725	7.2466
140	140000	254.8	0.1274	0.000637	7.8040
150	150000	296.3	0.14815	0.00074075	8.3614
160	160000	317.3	0.15865	0.00079325	8.9189
170	170000	349.8	0.1749	0.0008745	9.4763
180	180000	389.8	0.1949	0.0009745	10.0337
190	190000	441.2	0.2206	0.001103	10.5912
200	200000	494.7	0.24735	0.00123675	11.1486
210	210000	554.7	0.27735	0.00138675	11.7060
220	220000	618.1	0.30905	0.00154525	12.2634
230	230000	682.1	0.34105	0.00170525	12.8209
240	240000	763	0.3815	0.0019075	13.3783



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

Beban		Pembacaan Dial $\dots \times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	883.5	0.44175	0.00220875	13.9357
260	260000	1044.9	0.52245	0.00261225	14.4932
265	265000	1346.7	0.67335	0.00336675	14.7719
260	260000	1505.6	0.7528	0.003764	14.4932
250	250000	1699.5	0.84975	0.00424875	13.9357



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-3-7	150.467	304.200

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	29.5	0.01475	0.00007375	0.5624
20	20000	52	0.026	0.00013	1.1248
30	30000	75.5	0.03775	0.00018875	1.6871
40	40000	103.4	0.0517	0.0002585	2.2495
50	50000	136.9	0.06845	0.00034225	2.8119
60	60000	170.9	0.08545	0.00042725	3.3743
70	70000	201.9	0.10095	0.00050475	3.9367
80	80000	237.9	0.11895	0.00059475	4.4990
90	90000	273.9	0.13695	0.00068475	5.0614
100	100000	316.8	0.1584	0.000792	5.6238
110	110000	354.8	0.1774	0.000887	6.1862
120	120000	422.2	0.2111	0.0010555	6.7486
130	130000	461.2	0.2306	0.001153	7.3109
140	140000	501.7	0.25085	0.00125425	7.8733
150	150000	545.2	0.2726	0.001363	8.4357
160	160000	573.7	0.28685	0.00143425	8.9981
170	170000	599.7	0.29985	0.00149925	9.5605
180	180000	586.6	0.2933	0.0014665	10.1228
190	190000	646.2	0.3231	0.0016155	10.6852
192	192000	712.7	0.35635	0.00178175	10.7977
190	190000	776.7	0.38835	0.00194175	10.6852
180	180000	826.4	0.4132	0.002066	10.1228



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-S-7	150.567	304.650

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	27	0.0135	0.0000675	0.5616
20	20000	39.5	0.01975	0.00009875	1.1233
30	30000	57	0.0285	0.0001425	1.6849
40	40000	78.5	0.03925	0.00019625	2.2465
50	50000	97.9	0.04895	0.00024475	2.8082
60	60000	117.9	0.05895	0.00029475	3.3698
70	70000	136.9	0.06845	0.00034225	3.9314
80	80000	164.4	0.0822	0.000411	4.4931
90	90000	190.9	0.09545	0.00047725	5.0547
100	100000	210.9	0.10545	0.00052725	5.6163
110	110000	242.4	0.1212	0.000606	6.1780
120	120000	272.3	0.13615	0.00068075	6.7396
130	130000	303.8	0.1519	0.0007595	7.3012
140	140000	337.8	0.1689	0.0008445	7.8629
150	150000	361.8	0.1809	0.0009045	8.4245
160	160000	402.8	0.2014	0.001007	8.9861
170	170000	445.2	0.2226	0.001113	9.5478
180	180000	475.2	0.2376	0.001188	10.1094
190	190000	531.2	0.2656	0.001328	10.6710
200	200000	577.7	0.28885	0.00144425	11.2327
210	210000	672.1	0.33605	0.00168025	11.7943
220	220000	685.1	0.34255	0.00171275	12.3559
230	230000	740.1	0.37005	0.00185025	12.9176
240	240000	803.5	0.40175	0.00200875	13.4792





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

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
250	250000	878.5	0.43925	0.00219625	14.0408
260	260000	972.4	0.4862	0.002431	14.6025
270	270000	1109.3	0.55465	0.00277325	15.1641
280	280000	1500.6	0.7503	0.0037515	15.7257
270	270000	1862.4	0.9312	0.004656	15.1641
260	260000	2094.7	1.04735	0.00523675	14.6025



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-3-14	150.467	304.200

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	17.5	0.00875	0.00004375	0.5624
20	20000	21.5	0.01075	0.00005375	1.1248
30	30000	30	0.015	0.000075	1.6871
40	40000	40	0.02	0.0001	2.2495
50	50000	52	0.026	0.00013	2.8119
60	60000	73	0.0365	0.0001825	3.3743
70	70000	96.4	0.0482	0.000241	3.9367
80	80000	114.4	0.0572	0.000286	4.4990
90	90000	134.4	0.0672	0.000336	5.0614
100	100000	145.4	0.0727	0.0003635	5.6238
110	110000	168.4	0.0842	0.000421	6.1862
120	120000	191.9	0.09595	0.00047975	6.7486
130	130000	214.4	0.1072	0.000536	7.3109
140	140000	249.9	0.12495	0.00062475	7.8733
150	150000	260.8	0.1304	0.000652	8.4357
160	160000	284.8	0.1424	0.000712	8.9981
170	170000	308.8	0.1544	0.000772	9.5605
180	180000	333.8	0.1669	0.0008345	10.1228
190	190000	374.3	0.18715	0.00093575	10.6852
200	200000	402.8	0.2014	0.001007	11.2476
210	210000	433.2	0.2166	0.001083	11.8100
220	220000	462.7	0.23135	0.00115675	12.3724
230	230000	509.2	0.2546	0.001273	12.9347
240	240000	543.7	0.27185	0.00135925	13.4971
250	250000	562.2	0.2811	0.0014055	14.0595
260	260000	604.1	0.30205	0.00151025	14.6219



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	651.1	0.32555	0.00162775	15.1842
280	280000	707.1	0.35355	0.00176775	15.7466
290	290000	757.5	0.37875	0.00189375	16.3090
300	300000	808	0.404	0.00202	16.8714
310	310000	857	0.4285	0.0021425	17.4338
320	320000	964.4	0.4822	0.002411	17.9961
330	330000	1045.9	0.52295	0.00261475	18.5585
340	340000	1135.3	0.56765	0.00283825	19.1209
330	330000	1324.7	0.66235	0.00331175	18.5585
320	320000	1414.2	0.7071	0.0035355	17.9961



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-4-14	152.600	304.733

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	19	0.0095	0.0000475	0.5468
20	20000	31	0.0155	0.0000775	1.0935
30	30000	44	0.022	0.00011	1.6403
40	40000	64.5	0.03225	0.00016125	2.1871
50	50000	81	0.0405	0.0002025	2.7338
60	60000	91.4	0.0457	0.0002285	3.2806
70	70000	114.4	0.0572	0.000286	3.8274
80	80000	132.9	0.06645	0.00033225	4.3741
90	90000	149.4	0.0747	0.0003735	4.9209
100	100000	177.4	0.0887	0.0004435	5.4677
110	110000	195.9	0.09795	0.00048975	6.0144
120	120000	221.9	0.11095	0.00055475	6.5612
130	130000	246.9	0.12345	0.00061725	7.1080
140	140000	281.3	0.14065	0.00070325	7.6547
150	150000	312.3	0.15615	0.00078075	8.2015
160	160000	353.3	0.17665	0.00088325	8.7482
170	170000	384.3	0.19215	0.00096075	9.2950
180	180000	430.2	0.2151	0.0010755	9.8418
190	190000	487.7	0.24385	0.00121925	10.3885
200	200000	526.7	0.26335	0.00131675	10.9353
210	210000	593.1	0.29655	0.00148275	11.4821
220	220000	652.1	0.32605	0.00163025	12.0288
230	230000	714.6	0.3573	0.0017865	12.5756
240	240000	777	0.3885	0.0019425	13.1224
250	250000	867	0.4335	0.0021675	13.6691
260	260000	1004.9	0.50245	0.00251225	14.2159



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
267	267000	1284.3	0.64215	0.00321075	14.5986
260	260000	1521.1	0.76055	0.00380275	14.2159
250	250000	1729.5	0.86475	0.00432375	13.6691



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-5-14	150.567	304.650

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	16	0.008	0.00004	0.5616
20	20000	27.5	0.01375	0.00006875	1.1233
30	30000	42.5	0.02125	0.00010625	1.6849
40	40000	52	0.026	0.00013	2.2465
50	50000	63.5	0.03175	0.00015875	2.8082
60	60000	76	0.038	0.00019	3.3698
70	70000	97.4	0.0487	0.0002435	3.9314
80	80000	112.9	0.05645	0.00028225	4.4931
90	90000	127.9	0.06395	0.00031975	5.0547
100	100000	144.4	0.0722	0.000361	5.6163
110	110000	153.4	0.0767	0.0003835	6.1780
120	120000	170.4	0.0852	0.000426	6.7396
130	130000	190.9	0.09545	0.00047725	7.3012
140	140000	213.4	0.1067	0.0005335	7.8629
150	150000	237.4	0.1187	0.0005935	8.4245
160	160000	261.8	0.1309	0.0006545	8.9861
170	170000	284.3	0.14215	0.00071075	9.5478
180	180000	308.8	0.1544	0.000772	10.1094
190	190000	340.8	0.1704	0.000852	10.6710
200	200000	378.8	0.1894	0.000947	11.2327
210	210000	420.7	0.21035	0.00105175	11.7943
220	220000	483.7	0.24185	0.00120925	12.3559
230	230000	521.7	0.26085	0.00130425	12.9176
240	240000	559.7	0.27985	0.00139925	13.4792
250	250000	597.1	0.29855	0.00149275	14.0408
260	260000	633.6	0.3168	0.001584	14.6025



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	684.6	0.3423	0.0017115	15.1641
280	280000	735.1	0.36755	0.00183775	15.7257
290	290000	768.5	0.38425	0.00192125	16.2874
300	300000	815.5	0.40775	0.00203875	16.8490
310	310000	865	0.4325	0.0021625	17.4106
320	320000	933.4	0.4667	0.0023335	17.9722
330	330000	1028.9	0.51445	0.00257225	18.5339
340	340000	1158.8	0.5794	0.002897	19.0955
345	345000	1511.1	0.75555	0.00377775	19.3763
340	340000	1815.9	0.90795	0.00453975	19.0955
330	330000	2048.3	1.02415	0.00512075	18.5339



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-2-28	152.200	303.100

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	10.5	0.00525	0.00002625	0.5496
20	20000	15.5	0.00775	0.00003875	1.0993
30	30000	22	0.011	0.000055	1.6489
40	40000	28	0.014	0.00007	2.1986
50	50000	39.5	0.01975	0.00009875	2.7482
60	60000	42	0.021	0.000105	3.2979
70	70000	48.5	0.02425	0.00012125	3.8475
80	80000	53.6	0.0268	0.000134	4.3971
90	90000	62.6	0.0313	0.0001565	4.9468
100	100000	70	0.035	0.000175	5.4964
110	110000	77.5	0.03875	0.00019375	6.0461
120	120000	85	0.0425	0.0002125	6.5957
130	130000	104.4	0.0522	0.000261	7.1454
140	140000	124.4	0.0622	0.000311	7.6950
150	150000	142.9	0.07145	0.00035725	8.2446
160	160000	157.9	0.07895	0.00039475	8.7943
170	170000	178.9	0.08945	0.00044725	9.3439
180	180000	207.4	0.1037	0.0005185	9.8936
190	190000	236.4	0.1182	0.000591	10.4432
200	200000	263.8	0.1319	0.0006595	10.9929
210	210000	290.8	0.1454	0.000727	11.5425
220	220000	311.8	0.1559	0.0007795	12.0921
230	230000	332.3	0.16615	0.00083075	12.6418
240	240000	363.8	0.1819	0.0009095	13.1914
250	250000	387.3	0.19365	0.00096825	13.7411
260	260000	423.7	0.21185	0.00105925	14.2907





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	461.2	0.2306	0.001153	14.8404
280	280000	500.7	0.25035	0.00125175	15.3900
290	290000	541.7	0.27085	0.00135425	15.9397
300	300000	597.6	0.2988	0.001494	16.4893
310	310000	661.1	0.33055	0.00165275	17.0389
320	320000	726.6	0.3633	0.0018165	17.5886
330	330000	825	0.4125	0.0020625	18.1382
340	340000	913.9	0.45695	0.00228475	18.6879
350	350000	1062.9	0.53145	0.00265725	19.2375
355	355000	1403.2	0.7016	0.003508	19.5123
350	350000	1637	0.8185	0.0040925	19.2375
340	340000	1820.4	0.9102	0.004551	18.6879



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-3-28	150.467	304.200

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	16	0.008	0.00004	0.5624
20	20000	25.5	0.01275	0.00006375	1.1248
30	30000	34	0.017	0.000085	1.6871
40	40000	42	0.021	0.000105	2.2495
50	50000	49.5	0.02475	0.00012375	2.8119
60	60000	57.5	0.02875	0.00014375	3.3743
70	70000	66.5	0.03325	0.00016625	3.9367
80	80000	75.5	0.03775	0.00018875	4.4990
90	90000	83.9	0.04195	0.00020975	5.0614
100	100000	94.4	0.0472	0.000236	5.6238
110	110000	103.4	0.0517	0.0002585	6.1862
120	120000	110.9	0.05545	0.00027725	6.7486
130	130000	124.9	0.06245	0.00031225	7.3109
140	140000	133.4	0.0667	0.0003335	7.8733
150	150000	144.9	0.07245	0.00036225	8.4357
160	160000	156.4	0.0782	0.000391	8.9981
170	170000	169.9	0.08495	0.00042475	9.5605
180	180000	181.9	0.09095	0.00045475	10.1228
190	190000	193.9	0.09695	0.00048475	10.6852
200	200000	207.4	0.1037	0.0005185	11.2476
210	210000	219.9	0.10995	0.00054975	11.8100
220	220000	236.4	0.1182	0.000591	12.3724
230	230000	252.3	0.12615	0.00063075	12.9347
240	240000	267.3	0.13365	0.00066825	13.4971
250	250000	282.3	0.14115	0.00070575	14.0595
260	260000	300.8	0.1504	0.000752	14.6219



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	324.3	0.16215	0.00081075	15.1842
280	280000	342.8	0.1714	0.000857	15.7466
290	290000	362.8	0.1814	0.000907	16.3090
300	300000	384.8	0.1924	0.000962	16.8714
310	310000	411.8	0.2059	0.0010295	17.4338
320	320000	436.2	0.2181	0.0010905	17.9961
330	330000	469.2	0.2346	0.001173	18.5585
340	340000	483.2	0.2416	0.001208	19.1209
350	350000	522.2	0.2611	0.0013055	19.6833
360	360000	557.7	0.27885	0.00139425	20.2457
370	370000	602.1	0.30105	0.00150525	20.8080
380	380000	649.1	0.32455	0.00162275	21.3704
390	390000	691.6	0.3458	0.001729	21.9328
395	395000	1151.8	0.5759	0.0028795	22.2140
390	390000	1449	0.7245	0.0036225	21.9328
380	380000	1594	0.797	0.003985	21.3704



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 25-S-28	150.567	304.650

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	21	0.0105	0.0000525	0.5616
20	20000	27.5	0.01375	0.00006875	1.1233
30	30000	34.6	0.0173	0.0000865	1.6849
40	40000	39.6	0.0198	0.000099	2.2465
50	50000	45.5	0.02275	0.00011375	2.8082
60	60000	55	0.0275	0.0001375	3.3698
70	70000	60	0.03	0.00015	3.9314
80	80000	69.5	0.03475	0.00017375	4.4931
90	90000	75	0.0375	0.0001875	5.0547
100	100000	84.9	0.04245	0.00021225	5.6163
110	110000	96.9	0.04845	0.00024225	6.1780
120	120000	106.4	0.0532	0.000266	6.7396
130	130000	117.9	0.05895	0.00029475	7.3012
140	140000	131.9	0.06595	0.00032975	7.8629
150	150000	141.4	0.0707	0.0003535	8.4245
160	160000	153.9	0.07695	0.00038475	8.9861
170	170000	168.4	0.0842	0.000421	9.5478
180	180000	183.4	0.0917	0.0004585	10.1094
190	190000	193.9	0.09695	0.00048475	10.6710
200	200000	215.9	0.10795	0.00053975	11.2327
210	210000	238.4	0.1192	0.000596	11.7943
220	220000	263.8	0.1319	0.0006595	12.3559
230	230000	278.3	0.13915	0.00069575	12.9176
240	240000	302.8	0.1514	0.000757	13.4792
250	250000	317.8	0.1589	0.0007945	14.0408
260	260000	341.8	0.1709	0.0008545	14.6025



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km 14.5 Telpom (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	374.3	0.18715	0.00093575	15.1641
280	280000	398.8	0.1994	0.000997	15.7257
290	290000	429.2	0.2146	-0.001073	16.2874
300	300000	452.2	0.2261	0.0011305	16.8490
310	310000	501.7	0.25085	0.00125425	17.4106
320	320000	519.2	0.2596	0.001298	17.9722
330	330000	544.2	0.2721	0.0013605	18.5339
340	340000	578.2	0.2891	0.0014455	19.0955
350	350000	607.6	0.3038	-0.001519	19.6571
360	360000	640.1	0.32005	0.00160025	20.2188
370	370000	668.1	0.33405	0.00167025	20.7804
380	380000	709.1	0.35455	0.00177275	21.3420
390	390000	741.6	0.3708	0.001854	21.9037
400	400000	792	0.396	0.00198	22.4653
410	410000	830	0.415	0.002075	23.0269
420	420000	875	0.4375	0.0021875	23.5886
430	430000	938.4	0.4692	0.002346	24.1502
440	440000	1006.9	0.50345	0.00251725	24.7118
430	430000	1106.3	0.55315	0.00276575	24.1502
420	420000	1355.2	0.6776	0.003388	23.5886



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-1-7	151.883	303.667

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	15	0.0075	0.0000375	0.5523
20	20000	25	0.0125	0.0000625	1.1046
30	30000	39	0.0195	0.0000975	1.6569
40	40000	54.5	0.02725	0.00013625	2.2092
50	50000	66.5	0.03325	0.00016625	2.7615
60	60000	76.5	0.03825	0.00019125	3.3138
70	70000	94.9	0.04745	0.00023725	3.8661
80	80000	109.4	0.0547	0.0002735	4.4184
90	90000	123.9	0.06195	0.00030975	4.9707
100	100000	144.4	0.0722	0.000361	5.5230
110	110000	158.4	0.0792	0.000396	6.0753
120	120000	172.4	0.0862	0.000431	6.6276
130	130000	197.4	0.0987	0.0004935	7.1799
140	140000	207.9	0.10395	0.00051975	7.7322
150	150000	236.9	0.11845	0.00059225	8.2845
160	160000	245.9	0.12295	0.00061475	8.8368
170	170000	268.3	0.13415	0.00067075	9.3891
180	180000	293.3	0.14665	0.00073325	9.9414
190	190000	312.8	0.1564	0.000782	10.4937
200	200000	330.8	0.1654	0.000827	11.0460
210	210000	348.3	0.17415	0.00087075	11.5983
220	220000	366.3	0.18315	0.00091575	12.1506
230	230000	396.8	0.1984	0.000992	12.7029
240	240000	421.7	0.21085	0.00105425	13.2552
250	250000	443.7	0.22185	0.00110925	13.8075
260	260000	466.7	0.23335	0.00116675	14.3598



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

Beban		Pembacaan Dial $\times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya ( $1/2\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	492.2	0.2461	0.0012305	14.9121
280	280000	518.7	0.25935	0.00129675	15.4644
290	290000	544.2	0.2721	0.0013605	16.0167
300	300000	568.2	0.2841	0.0014205	16.5690
310	310000	608.1	0.30405	0.00152025	17.1213
320	320000	644.1	0.32205	0.00161025	17.6736
330	330000	678.6	0.3393	0.0016965	18.2259
340	340000	711.1	0.35555	0.00177775	18.7782
350	350000	742.1	0.37105	0.00185525	19.3305
360	360000	758	0.379	0.001895	19.8828
370	370000	815	0.4075	0.0020375	20.4351
380	380000	858.5	0.42925	0.00214625	20.9874
390	390000	906.5	0.45325	0.00226625	21.5397
400	400000	962.4	0.4812	0.002406	22.0920
410	410000	1060.9	0.53045	0.00265225	22.6443
420	420000	1140.3	0.57015	0.00285075	23.1966
410	410000	1395.7	0.69785	0.00348925	22.6443
400	400000	1503	0.7515	0.0037575	22.0920



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-3-7	150.000	301.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	20.5	0.01025	0.00005125	0.5659
20	20000	33.5	0.01675	0.00008375	1.1318
30	30000	48	0.024	0.00012	1.6977
40	40000	64	0.032	0.00016	2.2635
50	50000	73.5	0.03675	0.00018375	2.8294
60	60000	93.9	0.04695	0.00023475	3.3953
70	70000	112.4	0.0562	0.000281	3.9612
80	80000	133.9	0.06695	0.00033475	4.5271
90	90000	156.4	0.0782	0.000391	5.0930
100	100000	166.9	0.08345	0.00041725	5.6588
110	110000	198.4	0.0992	0.000496	6.2247
120	120000	219.9	0.10995	0.00054975	6.7906
130	130000	243.4	0.1217	0.0006085	7.3565
140	140000	266.8	0.1334	0.000667	7.9224
150	150000	289.8	0.1449	0.0007245	8.4883
160	160000	312.3	0.15615	0.00078075	9.0541
170	170000	334.8	0.1674	0.000837	9.6200
180	180000	356.8	0.1784	0.000892	10.1859
190	190000	395.8	0.1979	0.0009895	10.7518
200	200000	410.3	0.20515	0.00102575	11.3177
210	210000	440.7	0.22035	0.00110175	11.8836
220	220000	455.7	0.22785	0.00113925	12.4495
230	230000	487.2	0.2436	0.001218	13.0153
240	240000	520.7	0.26035	0.00130175	13.5812
250	250000	555.7	0.27785	0.00138925	14.1471
260	260000	585.5	0.29275	0.00146375	14.7130





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

Beban		Pembacaan Dial $\dots \times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	615.6	0.3078	0.001539	15.2789
280	280000	645.1	0.32255	0.00161275	15.8448
290	290000	691.1	0.34555	0.00172775	16.4106
300	300000	723.1	0.36155	0.00180775	16.9765
310	310000	753.5	0.37675	0.00188375	17.5424
320	320000	802	0.401	0.002005	18.1083
330	330000	856	0.428	0.00214	18.6742
340	340000	895	0.4475	0.0022375	19.2401
350	350000	958.9	0.47945	0.00239725	19.8059
360	360000	1008.9	0.50445	0.00252225	20.3718
370	370000	1098.3	0.54915	0.00274575	20.9377
380	380000	1170.8	0.5854	0.002927	21.5036
390	390000	1308.2	0.6541	0.0032705	22.0695
380	380000	1818.4	0.9092	0.004546	21.5036
370	370000	2106.2	1.0531	0.0052655	20.9377



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25 \text{ MPa}$

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-S-7	151.533	302.267

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	32.5	0.01625	0.00008125	0.5545
20	20000	49.5	0.02475	0.00012375	1.1090
30	30000	75	0.0375	0.0001875	1.6635
40	40000	90.9	0.04545	0.00022725	2.2180
50	50000	105.9	0.05295	0.00026475	2.7725
60	60000	135.9	0.06795	0.00033975	3.3269
70	70000	157.4	0.0787	0.0003935	3.8814
80	80000	179.4	0.0897	0.0004485	4.4359
90	90000	202.4	0.1012	0.000506	4.9904
100	100000	225.4	0.1127	0.0005635	5.5449
110	110000	234.4	0.1172	0.000586	6.0994
120	120000	254.3	0.12715	0.00063575	6.6539
130	130000	277.8	0.1389	0.0006945	7.2084
140	140000	300.3	0.15015	0.00075075	7.7629
150	150000	311.8	0.1559	0.0007795	8.3174
160	160000	338.8	0.1694	0.000847	8.8718
170	170000	362.3	0.18115	0.00090575	9.4263
180	180000	387.8	0.1939	0.0009695	9.9808
190	190000	413.8	0.2069	0.0010345	10.5353
200	200000	444.7	0.22235	0.00111175	11.0898
210	210000	472.2	0.2361	0.0011805	11.6443
220	220000	500.2	0.2501	0.0012505	12.1988
230	230000	530.2	0.2651	0.0013255	12.7533
240	240000	558.7	0.27935	0.00139675	13.3078
250	250000	588.1	0.29405	0.00147025	13.8623
260	260000	617.6	0.3088	0.001544	14.4167



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	648.1	0.32405	0.00162025	14.9712
280	280000	680.6	0.3403	0.0017015	15.5257
290	290000	711.6	0.3558	0.001779	16.0802
300	300000	741.6	0.3708	0.001854	16.6347
310	310000	771	0.3855	0.0019275	17.1892
320	320000	817.5	0.40875	0.00204375	17.7437
330	330000	855.5	0.42775	0.00213875	18.2982
340	340000	893	0.4465	0.0022325	18.8527
350	350000	957.4	0.4787	0.0023935	19.4072
360	360000	1005.9	0.50295	0.00251475	19.9616
370	370000	1089.3	0.54465	0.00272325	20.5161
375	375000	1198.3	0.59915	0.00299575	20.7934
370	370000	1502.1	0.75105	0.00375525	20.5161
360	360000	1925.8	0.9629	0.0048145	19.9616

اجتازت در این دوره



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang Km 14.5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-1-14	151.833	303.667

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ..... $\times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya ( $1/2\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	17.5	0.00875	0.00004375	0.5523
20	20000	26	0.013	0.000065	1.1046
30	30000	36.5	0.01825	0.00009125	1.6569
40	40000	47	0.0235	0.0001175	2.2092
50	50000	58.5	0.02925	0.00014625	2.7615
60	60000	68.5	0.03425	0.00017125	3.3138
70	70000	81.5	0.04075	0.00020375	3.8661
80	80000	98.4	0.0492	0.000246	4.4184
90	90000	110.9	0.05545	0.00027725	4.9707
100	100000	120.4	0.0602	0.000301	5.5230
110	110000	132.9	0.06645	0.00033225	6.0753
120	120000	149.9	0.07495	0.00037475	6.6276
130	130000	163.4	0.0817	0.0004085	7.1799
140	140000	180.9	0.09045	0.00045225	7.7322
150	150000	197.9	0.09895	0.00049475	8.2845
160	160000	212.9	0.10645	0.00053225	8.8368
170	170000	230.9	0.11545	0.00057725	9.3891
180	180000	250.3	0.12515	0.00062575	9.9414
190	190000	269.3	0.13465	0.00067325	10.4937
200	200000	291.8	0.1459	0.0007295	11.0460
210	210000	307.8	0.1539	0.0007695	11.5983
220	220000	328.8	0.1644	0.000822	12.1506
230	230000	353.3	0.17665	0.00088325	12.7029
240	240000	374.3	0.18715	0.00093575	13.2552
250	250000	398.8	0.1994	0.000997	13.8075
260	260000	432.2	0.2161	0.0010805	14.3598



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalireja Km 14,5 Telpun (0274) 858444 s.d: 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	450.2	0.2251	0.0011255	14.9121
280	280000	469.7	0.23485	0.00117425	15.4644
290	290000	496.7	0.24835	0.00124175	16.0167
300	300000	527.7	0.26385	0.00131925	16.5690
310	310000	555.2	0.2776	0.001388	17.1213
320	320000	594.1	0.29705	0.00148525	17.6736
330	330000	645.6	0.3228	0.001614	18.2259
340	340000	701.6	0.3508	0.001754	18.7782
350	350000	728.1	0.36405	0.00182025	19.3305
360	360000	773.5	0.38675	0.00193375	19.8828
370	370000	843	0.4215	0.0021075	20.4351
380	380000	913.5	0.45675	0.00228375	20.9874
390	390000	956.9	0.47845	0.00239225	21.5397
400	400000	1002.4	0.5012	0.002506	22.0920
410	410000	1088.3	0.54415	0.00272075	22.6443
420	420000	1267.7	0.63385	0.00316925	23.1966
425	425000	1316.2	0.6581	0.0032905	23.4728
420	420000	1439.6	0.7198	0.003599	23.1966
410	410000	1546.1	0.77305	0.00386525	22.6443



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-3-14	150.000	301.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	19.5	0.00975	0.00004875	0.5659
20	20000	33	0.0165	0.0000825	1.1318
30	30000	46	0.023	0.000115	1.6977
40	40000	59	0.0295	0.0001475	2.2635
50	50000	71.5	0.03575	0.00017875	2.8294
60	60000	88.9	0.04445	0.00022225	3.3953
70	70000	110.9	0.05545	0.00027725	3.9612
80	80000	119.4	0.0597	0.0002985	4.5271
90	90000	138.4	0.0692	0.000346	5.0930
100	100000	157.9	0.07895	0.00039475	5.6588
110	110000	176.4	0.0882	0.000441	6.2247
120	120000	193.9	0.09695	0.00048475	6.7906
130	130000	211.4	0.1057	0.0005285	7.3565
140	140000	237.9	0.11895	0.00059475	7.9224
150	150000	251.8	0.1259	0.0006295	8.4883
160	160000	272.3	0.13615	0.00068075	9.0541
170	170000	296.8	0.1484	0.000742	9.6200
180	180000	314.8	0.1574	0.000787	10.1859
190	190000	335.8	0.1679	0.0008395	10.7518
200	200000	346.3	0.17315	0.00086575	11.3177
210	210000	382.8	0.1914	0.000957	11.8836
220	220000	407.3	0.20365	0.00101825	12.4495
230	230000	425.7	0.21285	0.00106425	13.0153
240	240000	454.2	0.2271	0.0011355	13.5812
250	250000	482.7	0.24135	0.00120675	14.1471
260	260000	503.2	0.2516	0.001258	14.7130



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	524.7	0.26235	0.00131175	15.2789
280	280000	554.2	0.2771	0.0013855	15.8448
290	290000	588.1	0.29405	0.00147025	16.4106
300	300000	622.6	0.3113	0.0015565	16.9765
310	310000	652.1	0.32605	0.00163025	17.5424
320	320000	710.1	0.35505	0.00177525	18.1083
330	330000	773	0.3865	0.0019325	18.6742
340	340000	799.5	0.39975	0.00199875	19.2401
350	350000	829	0.4145	0.0020725	19.8059
360	360000	875	0.4375	0.0021875	20.3718
370	370000	946.9	0.47345	0.00236725	20.9377
380	380000	986.4	0.4932	0.002466	21.5036
390	390000	1059.4	0.5297	0.0026485	22.0695
400	400000	1116.3	0.55815	0.00279075	22.6354
410	410000	1178.8	0.5894	0.002947	23.2013
420	420000	1287.2	0.6436	0.003218	23.7671
425	425000	1378.2	0.6891	0.0034455	24.0501
420	420000	1637.8	0.8189	0.0040945	23.7671
410	410000	1774.9	0.88745	0.00443725	23.2013

الجامعة الإسلامية



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-S-14	151.533	302.267

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	23	0.0115	0.0000575	0.5545
20	20000	36	0.018	0.00009	1.1090
30	30000	51	0.0255	0.0001275	1.6635
40	40000	71.5	0.03575	0.00017875	2.2180
50	50000	87.9	0.04395	0.00021975	2.7725
60	60000	103.9	0.05195	0.00025975	3.3269
70	70000	122.4	0.0612	0.000306	3.8814
80	80000	139.9	0.06995	0.00034975	4.4359
90	90000	156.9	0.07845	0.00039225	4.9904
100	100000	180.9	0.09045	0.00045225	5.5449
110	110000	201.9	0.10095	0.00050475	6.0994
120	120000	220.4	0.1102	0.000551	6.6539
130	130000	244.9	0.12245	0.00061225	7.2084
140	140000	262.8	0.1314	0.000657	7.7629
150	150000	285.3	0.14265	0.00071325	8.3174
160	160000	308.8	0.1544	0.000772	8.8718
170	170000	328.3	0.16415	0.00082075	9.4263
180	180000	350.3	0.17515	0.00087575	9.9808
190	190000	376.8	0.1884	0.000942	10.5353
200	200000	402.3	0.20115	0.00100575	11.0898
210	210000	423.7	0.21185	0.00105925	11.6443
220	220000	451.2	0.2256	0.001128	12.1988
230	230000	471.7	0.23585	0.00117925	12.7533
240	240000	493.7	0.24685	0.00123425	13.3078
250	250000	524.2	0.2621	0.0013105	13.8623
260	260000	547.2	0.2736	0.001368	14.4167





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	582.7	0.29135	0.00145675	14.9712
280	280000	611.6	0.3058	0.001529	15.5257
290	290000	655.1	0.32755	0.00163775	16.0802
300	300000	677.6	0.3388	0.001694	16.6347
310	310000	715.6	0.3578	0.001789	17.1892
320	320000	797	0.3985	0.0019925	17.7437
330	330000	846	0.423	0.002115	18.2982
340	340000	871	0.4355	0.0021775	18.8527
350	350000	907.5	0.45375	0.00226875	19.4072
360	360000	931.4	0.4657	0.0023285	19.9616
370	370000	1003.9	0.50195	0.00250975	20.5161
380	380000	1076.4	0.5382	0.002691	21.0706
390	390000	1145.3	0.57265	0.00286325	21.6251
400	400000	1219.8	0.6099	0.0030495	22.1796
410	410000	1322.7	0.66135	0.00330675	22.7341
420	420000	1504.6	0.7523	0.0037615	23.2886
425	425000	1619.5	0.80975	0.00404875	23.5658
420	420000	1815.9	0.90795	0.00453975	23.2886
410	410000	1909.9	0.95495	0.00477475	22.7341



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kalirang Km 14,5 Telpn (0274) 858444 ek: 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-1-28	151.833	303.833

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial $\dots \times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya ( $1/2\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	15	0.0075	0.0000375	0.5523
20	20000	23.5	0.01175	0.00005875	1.1046
30	30000	33	0.0165	0.0000825	1.6569
40	40000	43	0.0215	0.0001075	2.2092
50	50000	51	0.0255	0.0001275	2.7615
60	60000	64.5	0.03225	0.00016125	3.3138
70	70000	70.5	0.03525	0.00017625	3.8661
80	80000	82.5	0.04125	0.00020625	4.4184
90	90000	92.9	0.04645	0.00023225	4.9707
100	100000	104.9	0.05245	0.00026225	5.5230
110	110000	113.9	0.05695	0.00028475	6.0753
120	120000	127.4	0.0637	0.0003185	6.6276
130	130000	137.4	0.0687	0.0003435	7.1799
140	140000	152.4	0.0762	0.000381	7.7322
150	150000	161.9	0.08095	0.00040475	8.2845
160	160000	173.9	0.08695	0.00043475	8.8368
170	170000	184.4	0.0922	0.000461	9.3891
180	180000	197.4	0.0987	0.0004935	9.9414
190	190000	211.4	0.1057	0.0005285	10.4937
200	200000	219.9	0.10995	0.00054975	11.0460
210	210000	235.9	0.11795	0.00058975	11.5983
220	220000	248.4	0.1242	0.000621	12.1506
230	230000	261.3	0.13065	0.00065325	12.7029
240	240000	273.3	0.13665	0.00068325	13.2552
250	250000	285.8	0.1429	0.0007145	13.8075
260	260000	303.8	0.1519	0.0007595	14.3598



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

Beban		Pembacaan Dial $\times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	317.8	0.1589	0.0007945	14.9121
280	280000	333.8	0.1669	0.0008345	15.4644
290	290000	347.8	0.1739	0.0008695	16.0167
300	300000	363.8	0.1819	0.0009095	16.5690
310	310000	388.8	0.1944	0.000972	17.1213
320	320000	402.8	0.2014	0.001007	17.6736
330	330000	418.2	0.2091	0.0010455	18.2259
340	340000	436.2	0.2181	0.0010905	18.7782
350	350000	450.2	0.2251	0.0011255	19.3305
360	360000	465.2	0.2326	0.001163	19.8828
370	370000	482.7	0.24135	0.00120675	20.4351
380	380000	509.2	0.2546	0.001273	20.9874
390	390000	534.7	0.26735	0.00133675	21.5397
400	400000	557.7	0.27885	0.00139425	22.0920
410	410000	579.2	0.2896	0.001448	22.6443
420	420000	610.1	0.30505	0.00152525	23.1966
430	430000	635.6	0.3178	0.001589	23.7489
440	440000	668.1	0.33405	0.00167025	24.3012
450	450000	712.6	0.3563	0.0017815	24.8535
460	460000	751	0.3755	0.0018775	25.4058
470	470000	815.5	0.40775	0.00203875	25.9581
480	480000	905.5	0.45275	0.00226375	26.5105
470	470000	924.9	0.46245	0.00231225	25.9581
460	460000	955.9	0.47795	0.00238975	25.4058



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-3-28	150.000	301.800

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	21.5	0.01075	0.00005375	0.5659
20	20000	34.5	0.01725	0.00008625	1.1318
30	30000	40	0.02	0.0001	1.6977
40	40000	46.5	0.02325	0.00011625	2.2635
50	50000	51.5	0.02575	0.00012875	2.8294
60	60000	58.5	0.02925	0.00014625	3.3953
70	70000	66.5	0.03325	0.00016625	3.9612
80	80000	72	0.036	0.00018	4.5271
90	90000	80	0.04	0.0002	5.0930
100	100000	86.9	0.04345	0.00021725	5.6588
110	110000	93.9	0.04695	0.00023475	6.2247
120	120000	102.9	0.05145	0.00025725	6.7906
130	130000	110.4	0.0552	0.000276	7.3565
140	140000	118.4	0.0592	0.000296	7.9224
150	150000	127.4	0.0637	0.0003185	8.4883
160	160000	139.4	0.0697	0.0003485	9.0541
170	170000	147.9	0.07395	0.00036975	9.6200
180	180000	156.4	0.0782	0.000391	10.1859
190	190000	167.9	0.08395	0.00041975	10.7518
200	200000	176.9	0.08845	0.00044225	11.3177
210	210000	189.9	0.09495	0.00047475	11.8836
220	220000	200.9	0.10045	0.00050225	12.4495
230	230000	211.4	0.1057	0.0005285	13.0153
240	240000	223.4	0.1117	0.0005585	13.5812
250	250000	234.4	0.1172	0.000586	14.1471
260	260000	247.9	0.12395	0.00061975	14.7130



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

Beban		Pembacaan Dial $\dots \times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	261.3	0.13065	0.00065325	15.2789
280	280000	274.8	0.1374	0.000687	15.8448
290	290000	287.3	0.14365	0.00071825	16.4106
300	300000	303.3	0.15165	0.00075825	16.9765
310	310000	320.8	0.1604	0.000802	17.5424
320	320000	343.3	0.17165	0.00085825	18.1083
330	330000	361.3	0.18065	0.00090325	18.6742
340	340000	370.8	0.1854	0.000927	19.2401
350	350000	383.3	0.19165	0.00095825	19.8059
360	360000	393.8	0.1969	0.0009845	20.3718
370	370000	414.3	0.20715	0.00103575	20.9377
380	380000	443.7	0.22185	0.00110925	21.5036
390	390000	462.7	0.23135	0.00115675	22.0695
400	400000	479.7	0.23985	0.00119925	22.6354
410	410000	502.7	0.25135	0.00125675	23.2013
420	420000	523.7	0.26185	0.00130925	23.7671
430	430000	560.7	0.28035	0.00140175	24.3330
440	440000	589.1	0.29455	0.00147275	24.8989
450	450000	615.6	0.3078	0.001539	25.4648
460	460000	684.6	0.3423	0.0017115	26.0307
470	470000	676.6	0.3383	0.0016915	26.5966
480	480000	713.1	0.35655	0.00178275	27.1624
490	490000	757.5	0.37875	0.00189375	27.7283
495	495000	768.5	0.38425	0.00192125	28.0113
490	490000	920.9	0.46045	0.00230225	27.7283
480	480000	1104.3	0.55215	0.00276075	27.1624



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalurahan Km 14.5 Telpun (0274) 858444 ekst 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 50-4-28	151.533	302.267

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial ...x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	13.5	0.00675	0.00003375	0.5545
20	20000	20.5	0.01025	0.00005125	1.1090
30	30000	27.5	0.01375	0.00006875	1.6635
40	40000	34	0.017	0.000085	2.2180
50	50000	40	0.02	0.0001	2.7725
60	60000	48.5	0.02425	0.00012125	3.3269
70	70000	56.5	0.02825	0.00014125	3.8814
80	80000	64.5	0.03225	0.00016125	4.4359
90	90000	75.5	0.03775	0.00018875	4.9904
100	100000	83	0.0415	0.0002075	5.5449
110	110000	92.9	0.04645	0.00023225	6.0994
120	120000	101.4	0.0507	0.0002535	6.6539
130	130000	112.4	0.0562	0.000281	7.2084
140	140000	122.4	0.0612	0.000306	7.7629
150	150000	131.4	0.0657	0.0003285	8.3174
160	160000	142.9	0.07145	0.00035725	8.8718
170	170000	154.9	0.07745	0.00038725	9.4263
180	180000	163.4	0.0817	0.0004085	9.9808
190	190000	176.4	0.0882	0.000441	10.5353
200	200000	187.9	0.09395	0.00046975	11.0898
210	210000	200.4	0.1002	0.000501	11.6443
220	220000	213.9	0.10695	0.00053475	12.1988
230	230000	226.4	0.1132	0.000566	12.7533
240	240000	240.4	0.1202	0.000601	13.3078
250	250000	251.8	0.1259	0.0006295	13.8623
260	260000	263.8	0.1319	0.0006595	14.4167



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 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Ku	N				
270	270000	276.3	0.13815	0.00069075	14.9712
280	280000	290.3	0.14515	0.00072575	15.5257
290	290000	303.3	0.15165	0.00075825	16.0802
300	300000	317.8	0.1589	0.0007945	16.6347
310	310000	338.3	0.16915	0.00084575	17.1892
320	320000	353.3	0.17665	0.00088325	17.7437
330	330000	366.3	0.18315	0.00091575	18.2982
340	340000	380.8	0.1904	0.000952	18.8527
350	350000	398.3	0.19915	0.00099575	19.4072
360	360000	411.8	0.2059	0.0010295	19.9616
370	370000	429.7	0.21485	0.00107425	20.5161
380	380000	453.7	0.22685	0.00113425	21.0706
390	390000	476.2	0.2381	0.0011905	21.6251
400	400000	490.7	0.24535	0.00122675	22.1796
410	410000	503.2	0.2516	0.001258	22.7341
420	420000	519.2	0.2596	0.001298	23.2886
430	430000	542.7	0.27135	0.00135675	23.8431
440	440000	586.6	0.2933	0.0014665	24.3976
450	450000	634.1	0.31705	0.00158525	24.9521
460	460000	684.1	0.34205	0.00171025	25.5065
470	470000	753	0.3765	0.0018825	26.0610
480	480000	843	0.4215	0.0021075	26.6155
490	490000	1173.8	0.5869	0.0029345	27.1700
480	480000	1312.7	0.65635	0.00328175	26.6155
470	470000	1622.5	0.81125	0.00405625	26.0610



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kalirejo Km 14.5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-3-7	149.917	301.883

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	18	0.009	0.000045	0.5665
20	20000	30.5	0.01525	0.00007625	1.1330
30	30000	43.5	0.02175	0.00010875	1.6995
40	40000	59	0.0295	0.0001475	2.2661
50	50000	77.5	0.03875	0.00019375	2.8326
60	60000	95.4	0.0477	0.0002385	3.3991
70	70000	111.9	0.05595	0.00027975	3.9656
80	80000	133.9	0.06695	0.00033475	4.5321
90	90000	153.4	0.0767	0.0003835	5.0986
100	100000	173.4	0.0867	0.0004335	5.6651
110	110000	193.4	0.0967	0.0004835	6.2316
120	120000	212.9	0.10645	0.00053225	6.7982
130	130000	246.4	0.1232	0.000616	7.3647
140	140000	270.8	0.1354	0.000677	7.9312
150	150000	293.3	0.14665	0.00073325	8.4977
160	160000	322.8	0.1614	0.000807	9.0642
170	170000	354.8	0.1774	0.000887	9.6307
180	180000	378.8	0.1894	0.000947	10.1972
190	190000	418.2	0.2091	0.0010455	10.7638
200	200000	450.7	0.22535	0.00112675	11.3303
210	210000	481.2	0.2406	0.001203	11.8968
220	220000	519.7	0.25985	0.00129925	12.4633
230	230000	561.2	0.2806	0.001403	13.0298
240	240000	589.1	0.29455	0.00147275	13.5963
250	250000	628.1	0.31405	0.00157025	14.1628
260	260000	675.6	0.3378	0.001689	14.7294





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	737.1	0.36855	0.00184275	15.2959
280	280000	796	0.398	0.00199	15.8624
290	290000	856.5	0.42825	0.00214125	16.4289
300	300000	954.4	0.4772	0.002386	16.9954
310	310000	1296.2	0.6481	0.0032405	17.5619
300	300000	1506.6	0.7533	0.0037665	16.9954
290	290000	1716	0.858	0.00429	16.4289



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-4-7	149.950	304.450

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	19.5	0.00975	0.00004875	0.5588
20	20000	31	0.0155	0.0000775	1.1176
30	30000	42.5	0.02125	0.00010625	1.6764
40	40000	66	0.033	0.000165	2.2351
50	50000	70.5	0.03525	0.00017625	2.7939
60	60000	86.4	0.0432	0.000216	3.3527
70	70000	107.4	0.0537	0.0002685	3.9115
80	80000	120.4	0.0602	0.000301	4.4703
90	90000	142.4	0.0712	0.000356	5.0291
100	100000	158.4	0.0792	0.000396	5.5878
110	110000	175.9	0.08795	0.00043975	6.1466
120	120000	192.9	0.09645	0.00048225	6.7054
130	130000	214.9	0.10745	0.00053725	7.2642
140	140000	233.4	0.1167	0.0005835	7.8230
150	150000	254.4	0.1272	0.000636	8.3818
160	160000	276.8	0.1384	0.000692	8.9405
170	170000	303.3	0.15165	0.00075825	9.4993
180	180000	325.3	0.16265	0.00081325	10.0581
190	190000	349.3	0.17465	0.00087325	10.6169
200	200000	370.8	0.1854	0.000927	11.1757
210	210000	398.8	0.1994	0.000997	11.7345
220	220000	425.2	0.2126	0.001063	12.2932
230	230000	464.7	0.23235	0.00116175	12.8520
240	240000	503.2	0.2516	0.001258	13.4108
250	250000	525.7	0.26285	0.00131425	13.9696
260	260000	569.2	0.2846	0.001423	14.5284



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	609.1	0.30455	0.00152275	15.0872
280	280000	641.1	0.32055	0.00160275	15.6459
290	290000	686.6	0.3433	0.0017165	16.2047
300	300000	814.5	0.40725	0.00203625	16.7635
310	310000	877.5	0.43875	0.00219375	17.3223
320	320000	937.4	0.4687	0.0023435	17.8811
330	330000	1016.9	0.50845	0.00254225	18.4399
340	340000	1078.4	0.5392	0.002696	18.9987
350	350000	1165.8	0.5829	0.0029145	19.5574
355	355000	1249.3	0.62465	0.00312325	19.8368
350	350000	1299.7	0.64985	0.00324925	19.5574
340	340000	1386.2	0.6931	0.0034655	18.9987

اجتہاد الہیستدرا الہندو



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-5-7	150.517	302.033

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	20.5	0.01025	0.00005125	0.5620
20	20000	33.5	0.01675	0.00008375	1.1240
30	30000	50	0.025	0.000125	1.6860
40	40000	67	0.0335	0.0001675	2.2480
50	50000	79.5	0.03975	0.00019875	2.8100
60	60000	97.9	0.04895	0.00024475	3.3720
70	70000	112.9	0.05645	0.00028225	3.9340
80	80000	122.9	0.06145	0.00030725	4.4960
90	90000	147.4	0.0737	0.0003685	5.0581
100	100000	170.9	0.08545	0.00042725	5.6201
110	110000	183.4	0.0917	0.0004585	6.1821
120	120000	204.4	0.1022	0.000511	6.7441
130	130000	224.9	0.11245	0.00056225	7.3061
140	140000	248.9	0.12445	0.00062225	7.8681
150	150000	264.8	0.1324	0.000662	8.4301
160	160000	294.8	0.1474	0.000737	8.9921
170	170000	316.3	0.15815	0.00079075	9.5541
180	180000	340.3	0.17015	0.00085075	10.1161
190	190000	370.8	0.1854	0.000927	10.6781
200	200000	390.8	0.1954	0.000977	11.2401
210	210000	428.2	0.2141	0.0010705	11.8021
220	220000	461.7	0.23085	0.00115425	12.3641
230	230000	499.2	0.2496	0.001248	12.9261
240	240000	522.7	0.26135	0.00130675	13.4881
250	250000	563.2	0.2816	0.001408	14.0501
260	260000	607.1	0.30355	0.00151775	14.6122



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	649.6	0.3248	0.001624	15.1742
280	280000	697.1	0.34855	0.00174275	15.7362
290	290000	759	0.3795	0.0018975	16.2982
294	294000	833.5	0.41675	0.00208375	16.5230
290	290000	873.5	0.43675	0.00218375	16.2982
280	280000	928.4	0.4642	0.002321	15.7362



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-1-14	150.850	303.000

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	8	0.004	0.00002	0.5595
20	20000	14.5	0.00725	0.00003625	1.1190
30	30000	32.5	0.01625	0.00008125	1.6786
40	40000	51.5	0.02575	0.00012875	2.2381
50	50000	62.5	0.03125	0.00015625	2.7976
60	60000	84.4	0.0422	0.000211	3.3571
70	70000	99.9	0.04995	0.00024975	3.9167
80	80000	121.4	0.0607	0.0003035	4.4762
90	90000	141.4	0.0707	0.0003535	5.0357
100	100000	151.4	0.0757	0.0003785	5.5952
110	110000	180.4	0.0902	0.000451	6.1548
120	120000	201.4	0.1007	0.0005035	6.7143
130	130000	222.4	0.1112	0.000556	7.2738
140	140000	248.4	0.1242	0.000621	7.8333
150	150000	261.3	0.13065	0.00065325	8.3929
160	160000	287.8	0.1439	0.0007195	8.9524
170	170000	309.8	0.1549	0.0007745	9.5119
180	180000	344.3	0.17215	0.00086075	10.0714
190	190000	370.3	0.18515	0.00092575	10.6310
200	200000	396.3	0.19815	0.00099075	11.1905
210	210000	410.3	0.20515	0.00102575	11.7500
220	220000	437.2	0.2186	0.001093	12.3095
230	230000	463.7	0.23185	0.00115925	12.8691
240	240000	487.7	0.24385	0.00121925	13.4286
250	250000	506.2	0.2531	0.0012655	13.9881
260	260000	544.7	0.27235	0.00136175	14.5476



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	579.2	0.2896	0.001448	15.1072
280	280000	603.6	0.3018	0.001509	15.6667
290	290000	640.1	0.32005	0.00160025	16.2262
300	300000	662.6	0.3313	0.0016565	16.7857
310	310000	693.6	0.3468	0.001734	17.3453
320	320000	745.1	0.37255	0.00186275	17.9048
330	330000	784	0.392	0.00196	18.4643
340	340000	821.5	0.41075	0.00205375	19.0238
350	350000	857	0.4285	0.0021425	19.5834
360	360000	876	0.438	0.00219	20.1429
370	370000	937.9	0.46895	0.00234475	20.7024
380	380000	1020.9	0.51045	0.00255225	21.2619
390	390000	1089.8	0.5449	0.0027245	21.8215
400	400000	1208.3	0.60415	0.00302075	22.3810
405	405000	1457.1	0.72855	0.00364275	22.6608
400	400000	1746	0.873	0.004365	22.3810
390	390000	2414.6	1.2073	0.0060365	21.8215



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 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-4-14	150.950	304.450

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	18	0.009	0.000045	0.5588
20	20000	27.5	0.01375	0.00006875	1.1176
30	30000	42.5	0.02125	0.00010625	1.6764
40	40000	58.5	0.02925	0.00014625	2.2351
50	50000	69	0.0345	0.0001725	2.7939
60	60000	81.5	0.04075	0.00020375	3.3527
70	70000	101.9	0.05095	0.00025475	3.9115
80	80000	115.4	0.0577	0.0002885	4.4703
90	90000	131.9	0.06595	0.00032975	5.0291
100	100000	149.4	0.0747	0.0003735	5.5878
110	110000	167.9	0.08395	0.00041975	6.1466
120	120000	185.9	0.09295	0.00046475	6.7054
130	130000	206.4	0.1032	0.000516	7.2642
140	140000	216.4	0.1082	0.000541	7.8230
150	150000	238.4	0.1192	0.000596	8.3818
160	160000	258.8	0.1294	0.000647	8.9405
170	170000	278.3	0.13915	0.00069575	9.4993
180	180000	297.8	0.1489	0.0007445	10.0581
190	190000	318.3	0.15915	0.00079575	10.6169
200	200000	338.8	0.1694	0.000847	11.1757
210	210000	359.8	0.1799	0.0008995	11.7345
220	220000	378.3	0.18915	0.00094575	12.2932
230	230000	397.8	0.1989	0.0009945	12.8520
240	240000	428.2	0.2141	0.0010705	13.4108
250	250000	439.7	0.21985	0.00109925	13.9696
260	260000	461.7	0.23085	0.00115425	14.5284





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	492.7	0.24635	0.00123175	15.0872
280	280000	513.2	0.2566	0.001283	15.6459
290	290000	528.7	0.26435	0.00132175	16.2047
300	300000	544.7	0.27235	0.00136175	16.7635
310	310000	560.2	0.2801	0.0014005	17.3223
320	320000	582.2	0.2911	0.0014555	17.8811
330	330000	610.6	0.3053	0.0015265	18.4399
340	340000	641.1	0.32055	0.00160275	18.9987
350	350000	670.1	0.33505	0.00167525	19.5574
360	360000	697.1	0.34855	0.00174275	20.1162
370	370000	742.1	0.37105	0.00185525	20.6750
380	380000	777.5	0.38875	0.00194375	21.2338
390	390000	829	0.4145	0.0020725	21.7926
400	400000	873.5	0.43675	0.00218375	22.3514
410	410000	978.4	0.4892	0.002446	22.9101
420	420000	1076.9	0.53845	0.00269225	23.4689
410	410000	2177.2	1.0886	0.005443	22.9101
400	400000	2489.5	1.24475	0.00622375	22.3514



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f_c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-S-14	150.517	302.033

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	13.5	0.00675	0.00003375	0.5620
20	20000	24.5	0.01225	0.00006125	1.1240
30	30000	40	0.02	0.0001	1.6860
40	40000	56	0.028	0.00014	2.2480
50	50000	73.5	0.03675	0.00018375	2.8100
60	60000	104.4	0.0522	0.000261	3.3720
70	70000	112.9	0.05645	0.00028225	3.9340
80	80000	123.9	0.06195	0.00030975	4.4960
90	90000	139.9	0.06995	0.00034975	5.0581
100	100000	158.9	0.07945	0.00039725	5.6201
110	110000	177.9	0.08895	0.00044475	6.1821
120	120000	199.4	0.0997	0.0004985	6.7441
130	130000	220.9	0.11045	0.00055225	7.3061
140	140000	246.9	0.12345	0.00061725	7.8681
150	150000	274.3	0.13715	0.00068575	8.4301
160	160000	303.8	0.1519	0.0007595	8.9921
170	170000	331.8	0.1659	0.0008295	9.5541
180	180000	362.3	0.18115	0.00090575	10.1161
190	190000	393.8	0.1969	0.0009845	10.6781
200	200000	427.2	0.2136	0.001068	11.2401
210	210000	463.2	0.2316	0.001158	11.8021
220	220000	498.2	0.2491	0.0012455	12.3641
230	230000	538.2	0.2691	0.0013455	12.9261
240	240000	581.7	0.29085	0.00145425	13.4881
250	250000	628.6	0.3143	0.0015715	14.0501
260	260000	653.1	0.32655	0.00163275	14.6122



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

Beban		Pembacaan Dial $\dots \times 10^{-3}$	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	702.1	0.35105	0.00175525	15.1742
280	280000	752	0.376	0.00188	15.7362
290	290000	802.5	0.40125	0.00200625	16.2982
300	300000	876	0.438	0.00219	16.8602
310	310000	925.4	0.4627	0.0023135	17.4222
320	320000	1014.4	0.5072	0.002536	17.9842
330	330000	1096.8	0.5484	0.002742	18.5462
340	340000	1188.3	0.59415	0.00297075	19.1082
350	350000	1290.7	0.64535	0.00322675	19.6702
360	360000	1493.1	0.74655	0.00373275	20.2322
350	350000	1870.9	0.93545	0.00467725	19.6702
340	340000	2226.7	1.11335	0.00556675	19.1082



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
(SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-1-28	150.850	303.000

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial	$\Delta L$ Sebenarnya	Regangan	Tegangan
Kn	N	$\dots \times 10^{-3}$	( $1/2\Delta L$ )(mm)	( $\Delta L/L_0$ )(mm)	(P/A)(MPa)
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	18.5	0.00925	0.00004625	0.5595
20	20000	30.5	0.01525	0.00007625	1.1190
30	30000	42	0.021	0.000105	1.6786
40	40000	53.5	0.02675	0.00013375	2.2381
50	50000	67	0.0335	0.0001675	2.7976
60	60000	81.5	0.04075	0.00020375	3.3571
70	70000	93.9	0.04695	0.00023475	3.9167
80	80000	104.9	0.05245	0.00026225	4.4762
90	90000	114.9	0.05745	0.00028725	5.0357
100	100000	124.9	0.06245	0.00031225	5.5952
110	110000	136.4	0.0682	0.000341	6.1548
120	120000	159.9	0.07995	0.00039975	6.7143
130	130000	181.9	0.09095	0.00045475	7.2738
140	140000	199.9	0.09995	0.00049975	7.8333
150	150000	217.9	0.10895	0.00054475	8.3929
160	160000	239.4	0.1197	0.0005985	8.9524
170	170000	260.8	0.1304	0.000652	9.5119
180	180000	281.8	0.1409	0.0007045	10.0714
190	190000	301.8	0.1509	0.0007545	10.6310
200	200000	320.8	0.1604	0.000802	11.1905
210	210000	342.8	0.1714	0.000857	11.7500
220	220000	361.3	0.18065	0.00090325	12.3095
230	230000	386.3	0.19315	0.00096575	12.8691
240	240000	409.8	0.2049	0.0010245	13.4286
250	250000	435.2	0.2176	0.001088	13.9881
260	260000	460.7	0.23035	0.00115175	14.5476



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	485.2	0.2426	0.001213	15.1072
280	280000	510.7	0.25535	0.00127675	15.6667
290	290000	528.7	0.26435	0.00132175	16.2262
300	300000	560.2	0.2801	0.0014005	16.7857
310	310000	592.6	0.2963	0.0014815	17.3453
320	320000	620.6	0.3103	0.0015515	17.9048
330	330000	649.6	0.3248	0.001624	18.4643
340	340000	685.1	0.34255	0.00171275	19.0238
350	350000	728.1	0.36405	0.00182025	19.5834
360	360000	825	0.4125	0.0020625	20.1429
350	350000	946	0.473	0.002365	19.5834
340	340000	994.4	0.4972	0.002486	19.0238



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-2-28	150.350	305.633

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	26.5	0.01325	0.00006625	0.5633
20	20000	39	0.0195	0.0000975	1.1265
30	30000	52	0.026	0.00013	1.6898
40	40000	67	0.0335	0.0001675	2.2530
50	50000	80.5	0.04025	0.00020125	2.8163
60	60000	96.9	0.04845	0.00024225	3.3795
70	70000	122.4	0.0612	0.000306	3.9428
80	80000	140.4	0.0702	0.000351	4.5060
90	90000	162.9	0.08145	0.00040725	5.0693
100	100000	190.4	0.0952	0.000476	5.6325
110	110000	209.4	0.1047	0.0005235	6.1958
120	120000	232.9	0.11645	0.00058225	6.7590
130	130000	261.8	0.1309	0.0006545	7.3223
140	140000	282.3	0.14115	0.00070575	7.8855
150	150000	303.3	0.15165	0.00075825	8.4488
160	160000	329.3	0.16465	0.00082325	9.0120
170	170000	356.3	0.17815	0.00089075	9.5753
180	180000	380.3	0.19015	0.00095075	10.1385
190	190000	406.8	0.2034	0.001017	10.7018
200	200000	429.2	0.2146	0.001073	11.2651
210	210000	467.2	0.2336	0.001168	11.8283
220	220000	484.7	0.24235	0.00121175	12.3916
230	230000	525.7	0.26285	0.00131425	12.9548
240	240000	573.2	0.2866	0.001433	13.5181
250	250000	626.1	0.31305	0.00156525	14.0813
260	260000	674.6	0.3373	0.0016865	14.6446



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	727.6	0.3638	0.001819	15.2078
280	280000	776	0.388	0.00194	15.7711
290	290000	834.5	0.41725	0.00208625	16.3343
300	300000	899	0.4495	0.0022475	16.8976
310	310000	970.9	0.48545	0.00242725	17.4608
320	320000	1000.9	0.50045	0.00250225	18.0241
330	330000	1474.1	0.73705	0.00368525	18.5873
320	320000	1703	0.8515	0.0042575	18.0241
310	310000	1780.4	0.8902	0.004451	17.4608



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON ABU BATU DENGAN  
 PENAMBAHAN AKSELERATOR KALSIMUM KLORIDA  
 (SNI 03-4169-1996)

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 25$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BCAB 100-5-28	150.517	302.033

II. Data Benda Uji

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
0	0	0	0	0	0.0000
10	10000	25.5	0.01275	0.00006375	0.5620
20	20000	40.5	0.02025	0.00010125	1.1240
30	30000	53.5	0.02675	0.00013375	1.6860
40	40000	69.5	0.03475	0.00017375	2.2480
50	50000	86.4	0.0432	0.000216	2.8100
60	60000	103.4	0.0517	0.0002585	3.3720
70	70000	119.4	0.0597	0.0002985	3.9340
80	80000	133.9	0.06695	0.00033475	4.4960
90	90000	152.9	0.07645	0.00038225	5.0581
100	100000	172.4	0.0862	0.000431	5.6201
110	110000	190.4	0.0952	0.000476	6.1821
120	120000	205.4	0.1027	0.0005135	6.7441
130	130000	225.9	0.11295	0.00056475	7.3061
140	140000	243.9	0.12195	0.00060975	7.8681
150	150000	264.8	0.1324	0.000662	8.4301
160	160000	285.3	0.14265	0.00071325	8.9921
170	170000	302.3	0.15115	0.00075575	9.5541
180	180000	324.3	0.16215	0.00081075	10.1161
190	190000	346.3	0.17315	0.00086575	10.6781
200	200000	367.3	0.18365	0.00091825	11.2401
210	210000	387.3	0.19365	0.00096825	11.8021
220	220000	411.8	0.2059	0.0010295	12.3641
230	230000	438.7	0.21935	0.00109675	12.9261
240	240000	463.2	0.2316	0.001158	13.4881
250	250000	486.7	0.24335	0.00121675	14.0501
260	260000	519.2	0.2596	0.001298	14.6122





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>-3</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
Kn	N				
270	270000	542.2	0.2711	0.0013555	15.1742
280	280000	567.7	0.28385	0.00141925	15.7362
290	290000	588.1	0.29405	0.00147025	16.2982
300	300000	614.1	0.30705	0.00153525	16.8602
310	310000	652.6	0.3263	0.0016315	17.4222
320	320000	705.6	0.3528	0.001764	17.9842
330	330000	744.1	0.37205	0.00186025	18.5462
340	340000	775.5	0.38775	0.00193875	19.1082
350	350000	809	0.4045	0.0020225	19.6702
360	360000	842.5	0.42125	0.00210625	20.2322
370	370000	888.5	0.44425	0.00222125	20.7942
380	380000	933.9	0.46695	0.00233475	21.3562
390	390000	988.9	0.49445	0.00247225	21.9182
400	400000	1515.1	0.75755	0.00378775	22.4802
390	390000	1731	0.8655	0.0043275	21.9182
380	380000	1891.4	0.9457	0.0047285	21.3562

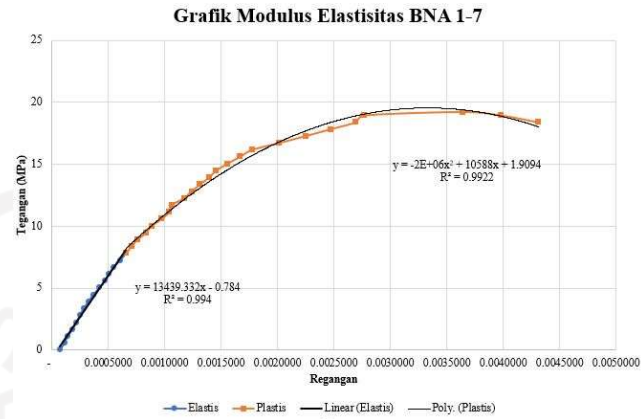
Diperiksa,  
 Laboran

Disetujui,  
 Kepala Laboratorium

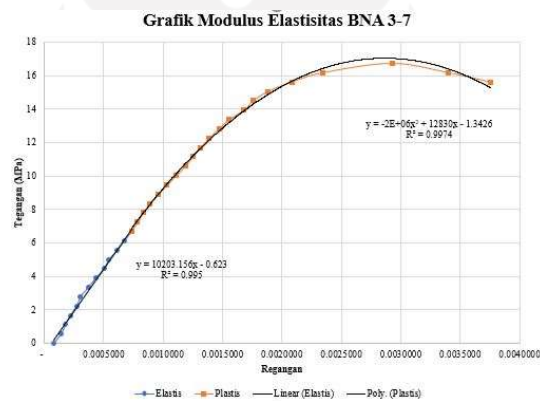
(Darussalam, A.Md.)

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

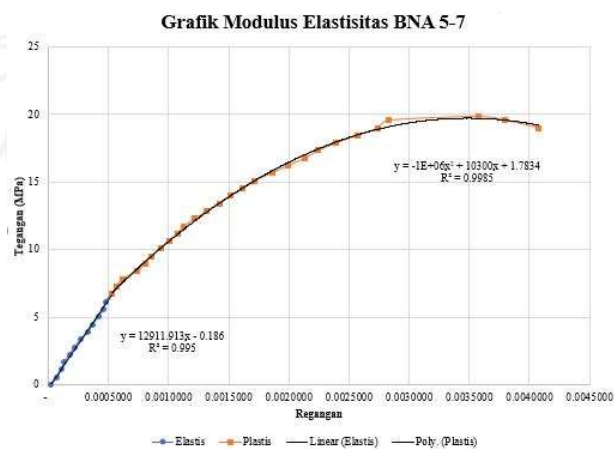
## Lampiran 7 Grafik Modulus Elastisitas Beton



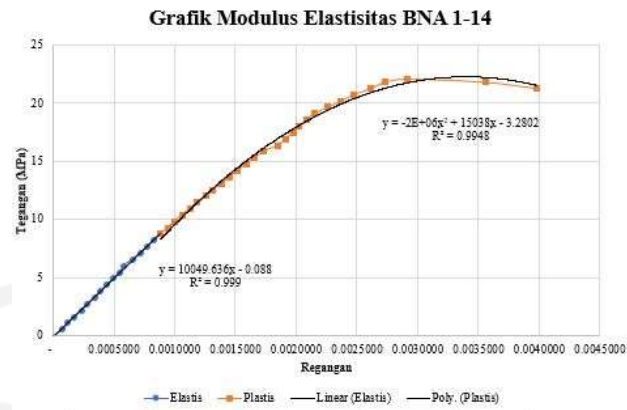
**Gambar L-7.1 Modulus Elastisitas BNA 1-7**



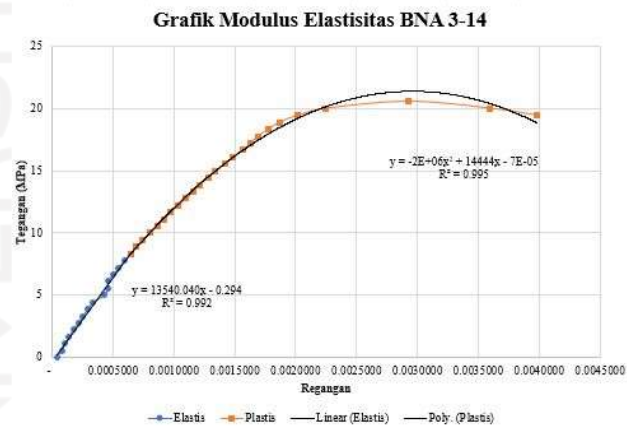
**Gambar L-7.2 Modulus Elastisitas BNA 3-7**



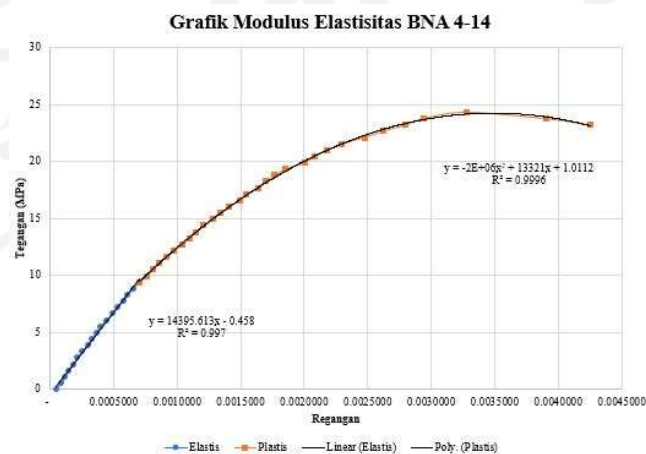
**Gambar L-7.3 Modulus Elastisitas BNA 5-7**



**Gambar L-7.4 Modulus Elastisitas BNA 1-14**

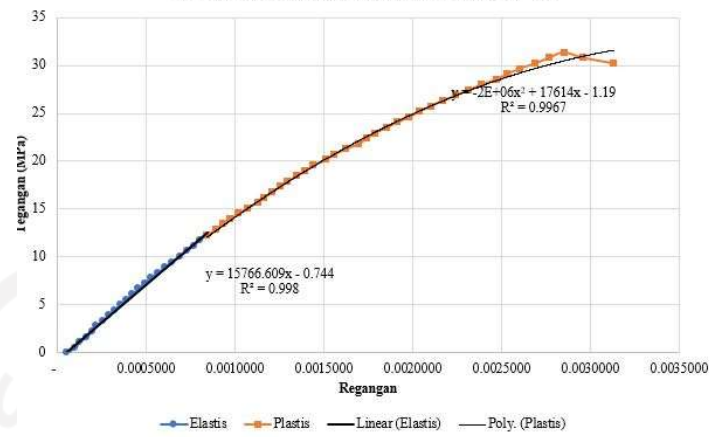


**Gambar L-7.5 Modulus Elastisitas BNA 3-14**



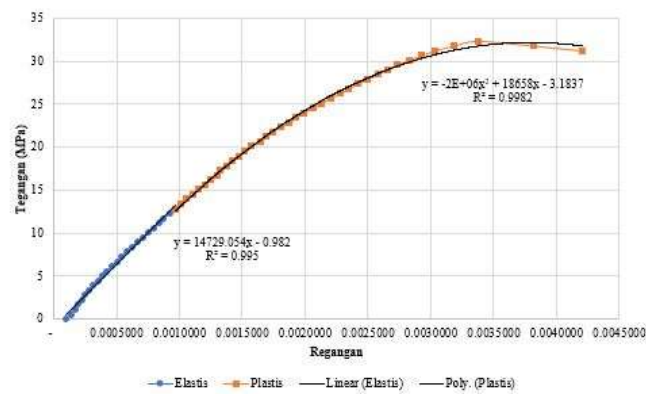
**Gambar L-7.6 Modulus Elastisitas BNA 4-14**

Grafik Modulus Elastisitas BNA 1-28



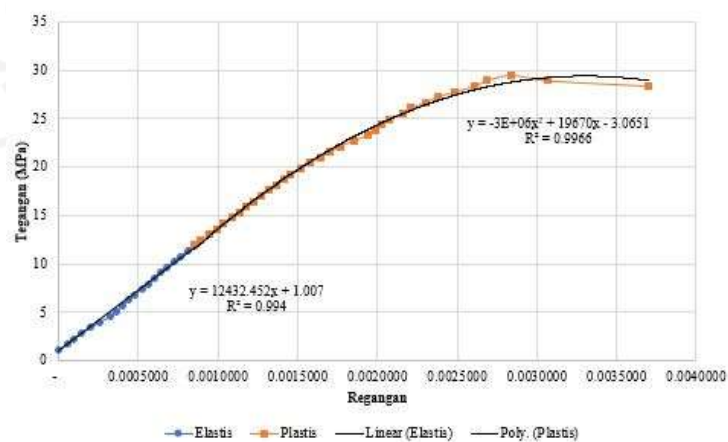
Gambar L-7.7 Modulus Elastisitas BNA 1-28

Grafik Modulus Elastisitas BNA 2-28

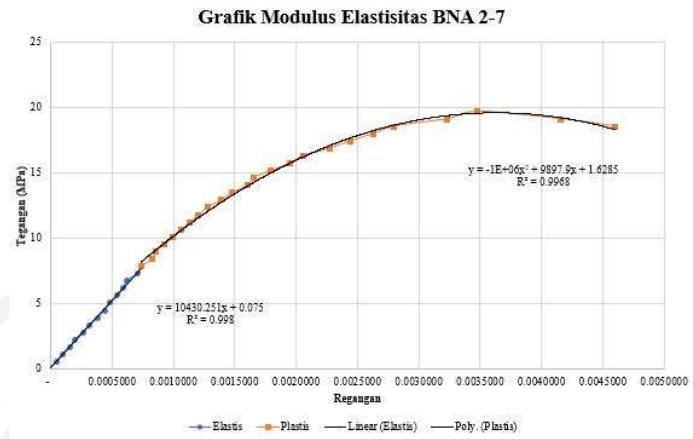


Gambar L-7.8 Modulus Elastisitas BNA 2-28

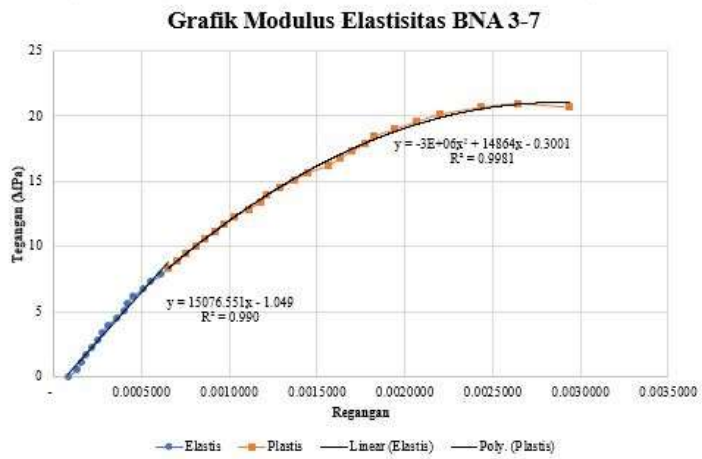
Grafik Modulus Elastisitas BNA 5-28



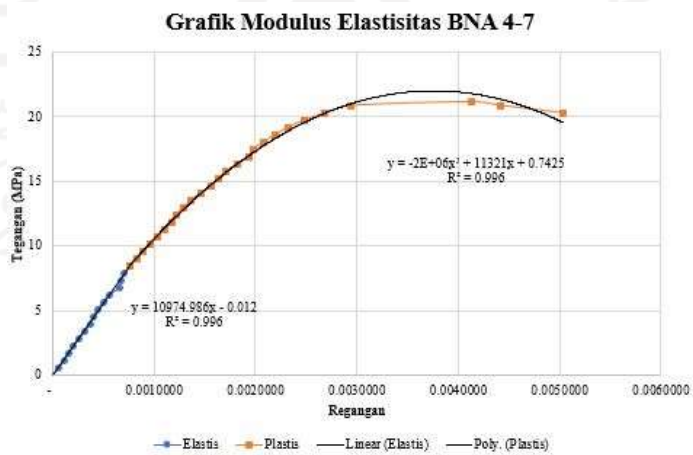
Gambar L-7.9 Modulus Elastisitas BNA 5-28



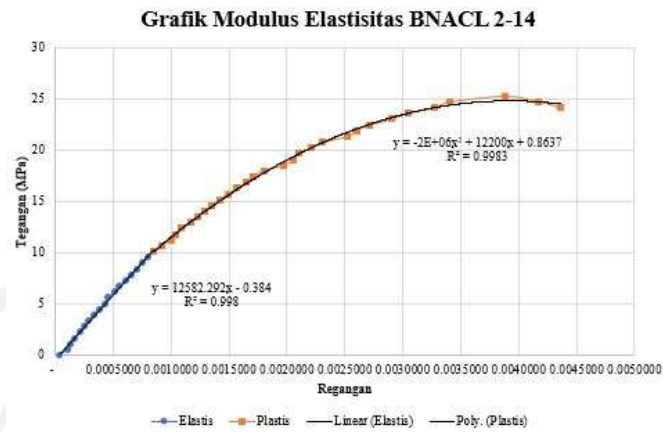
**Gambar L-7.10 Modulus Elastisitas BNACL 2-7**



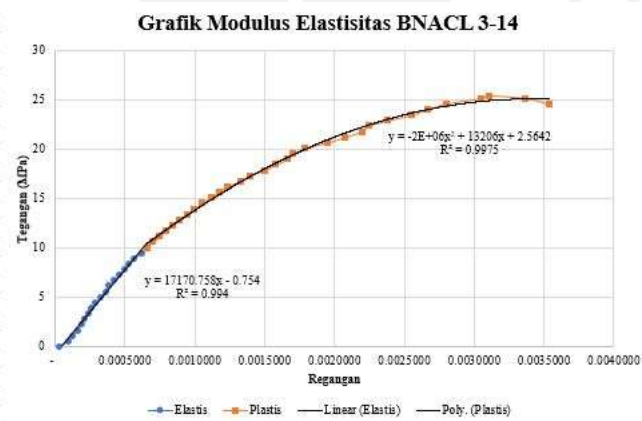
**Gambar L-7.11 Modulus Elastisitas BNACL 3-7**



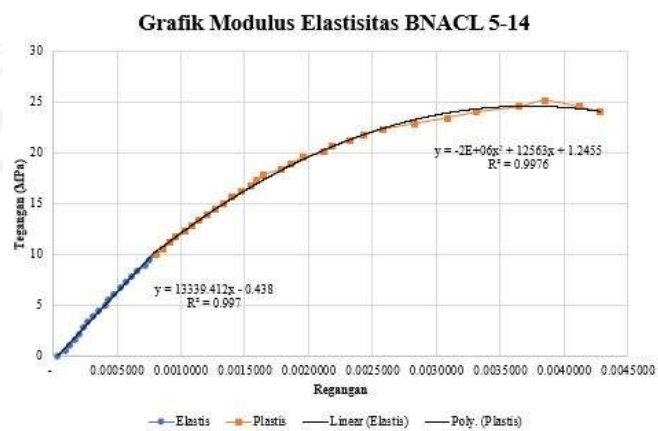
**Gambar L-7.12 Modulus Elastisitas BNACL 4-7**



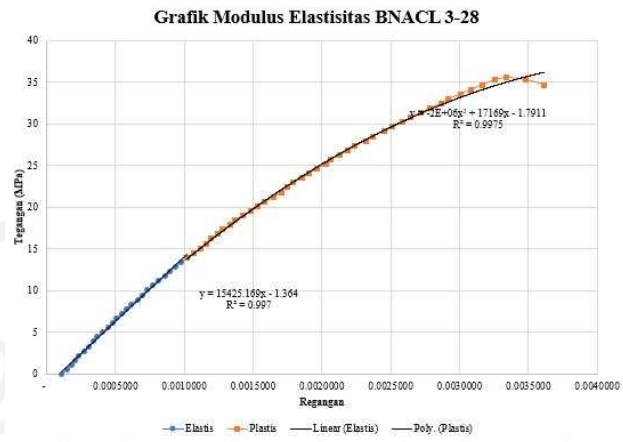
**Gambar L-7.13 Modulus Elastisitas BNACL 2-14**



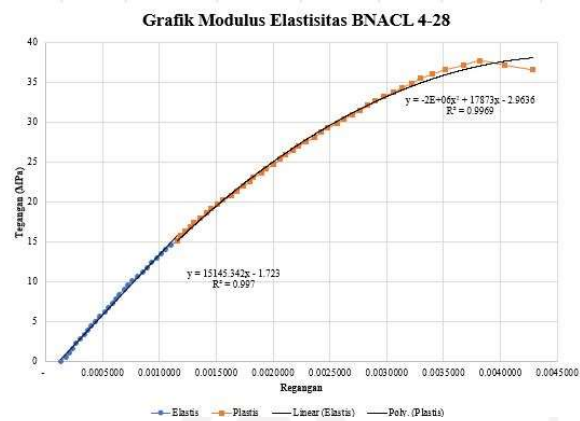
**Gambar L-7.14 Modulus Elastisitas BNACL 3-14**



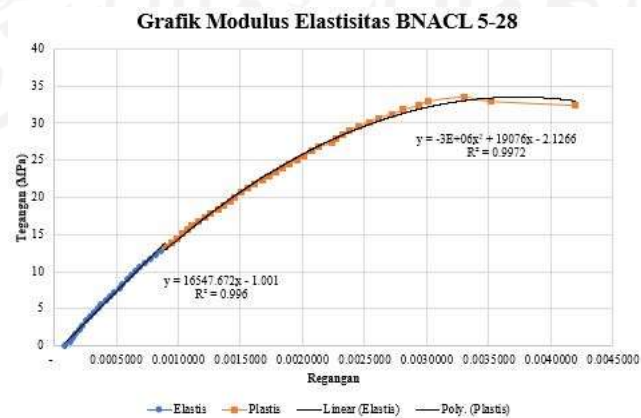
**Gambar L-7.15 Modulus Elastisitas BNACL 5-14**



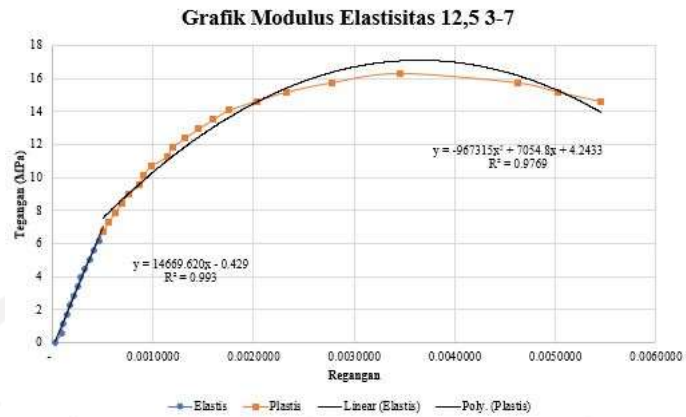
**Gambar L-7.16 Modulus Elastisitas BNACL 3-28**



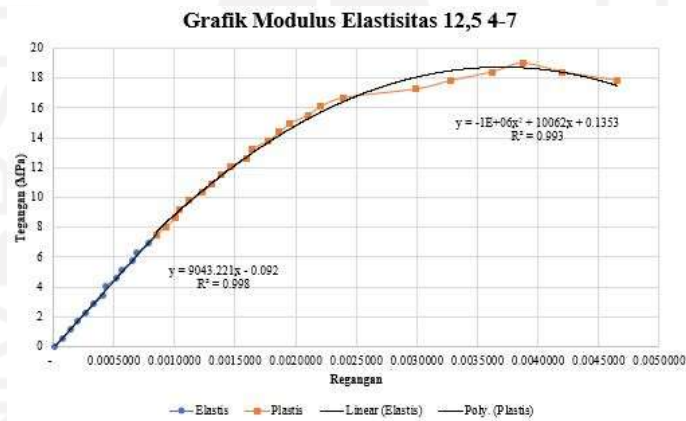
**Gambar L-7.17 Modulus Elastisitas BNACL 4-28**



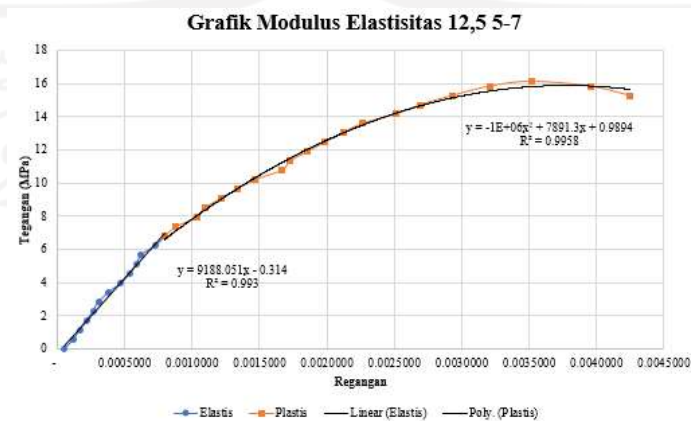
**Gambar L-7.18 Modulus Elastisitas BNACL 5-28**



**Gambar L-7.19 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-3-7**

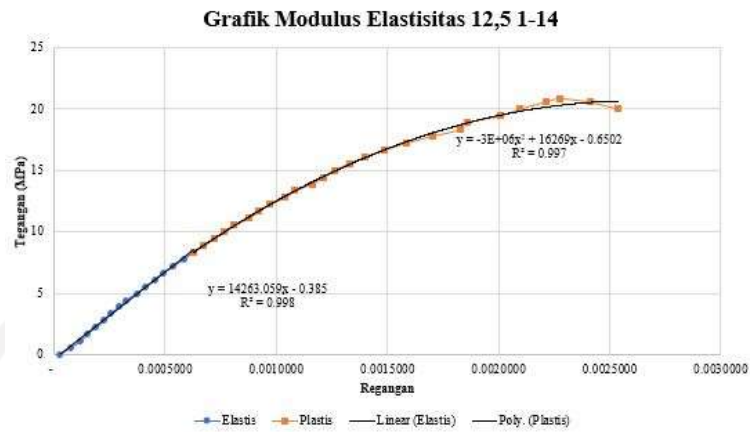


**Gambar L-7.20 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-4-7**

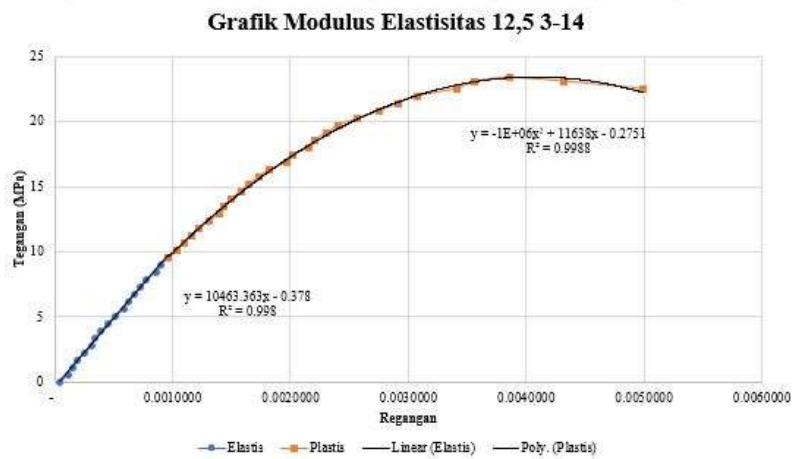


**Gambar L-7.21 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-5-7**

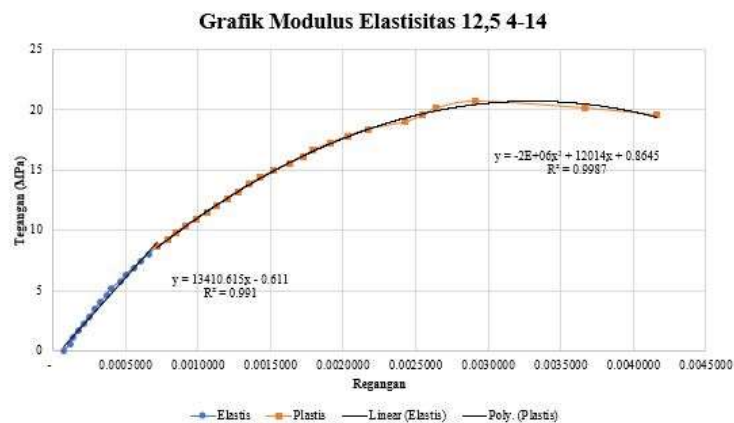




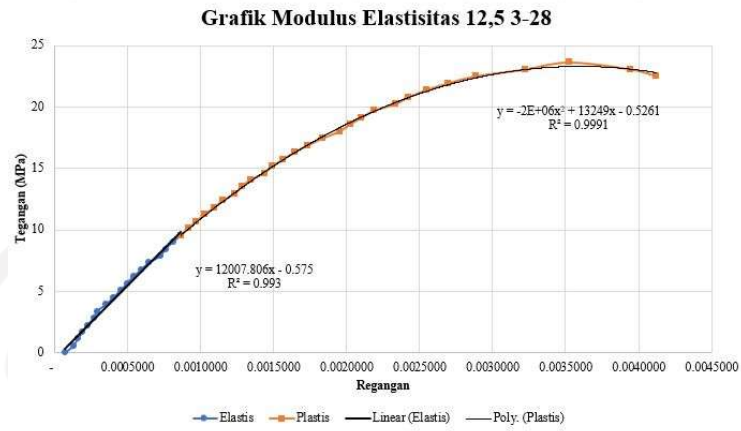
**Gambar L-7.22 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-1-14**



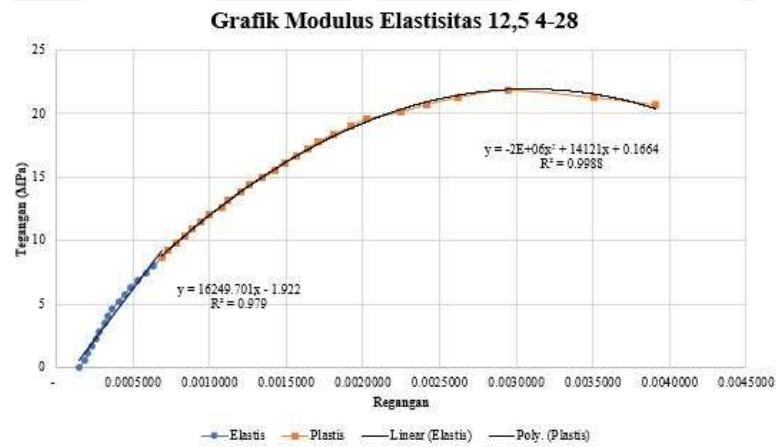
**Gambar L-7.23 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-3-14**



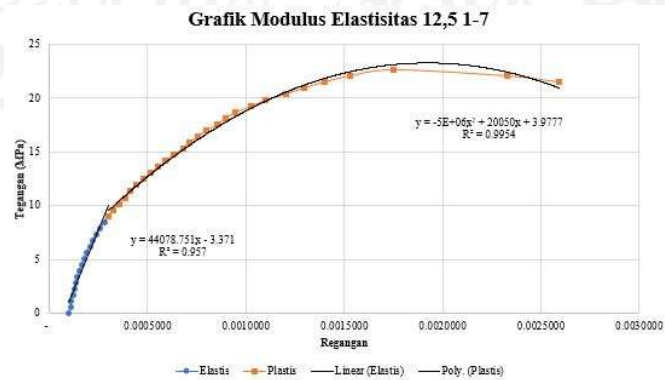
**Gambar L-7.24 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-4-14**



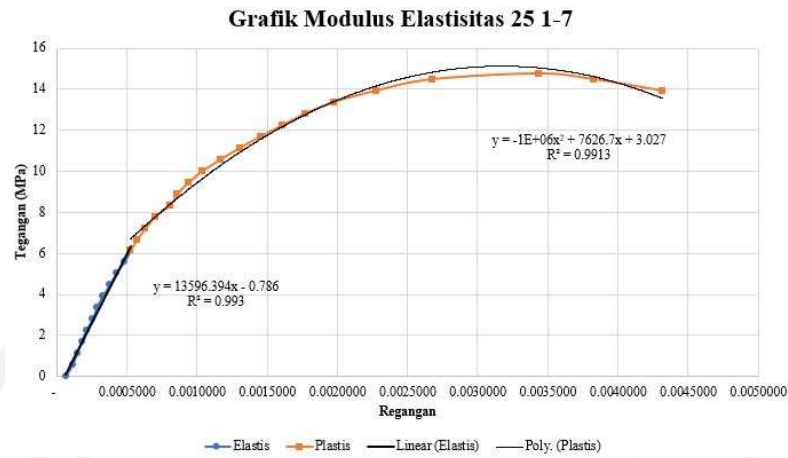
**Gambar L-7.25 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-3-28**



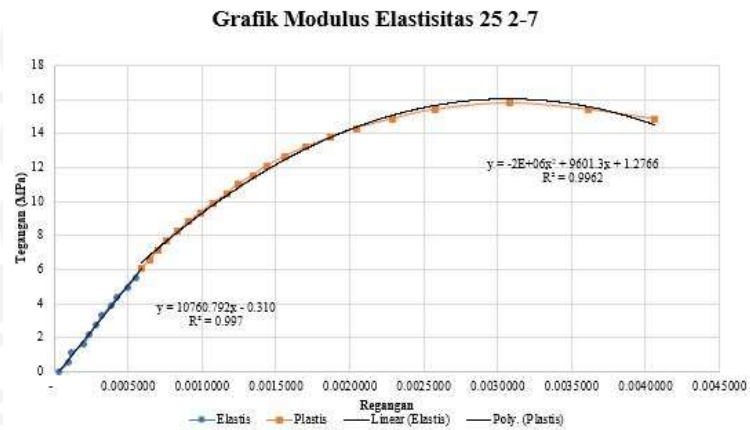
**Gambar L-7.26 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-4-28**



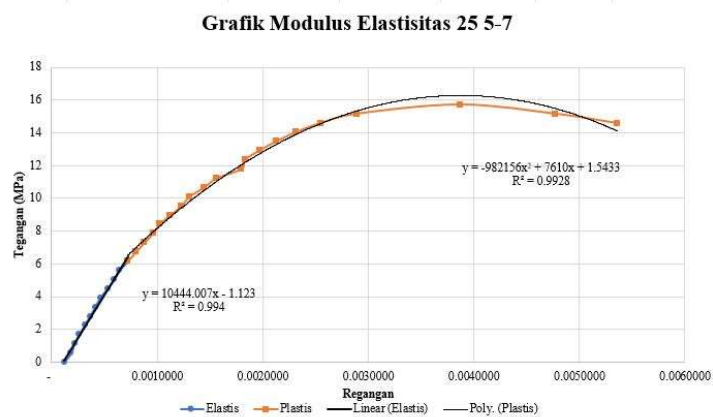
**Gambar L-7.27 Modulus Elastisitas BCAB 12,5-5-28**



**Gambar L-7.28 Modulus Elastisitas BCAB 25-1-7**

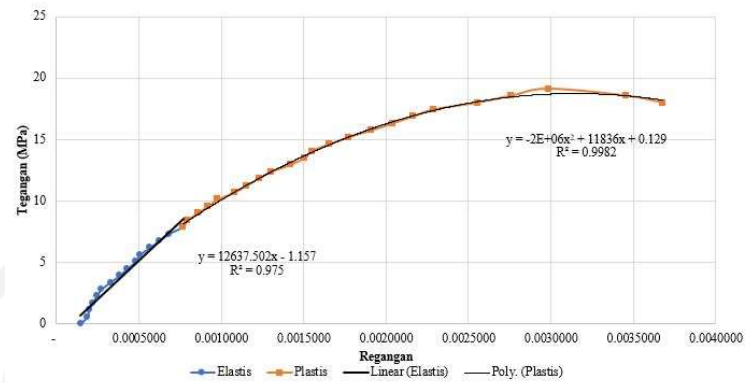


**Gambar L-7.29 Modulus Elastisitas BCAB 25-2-7**



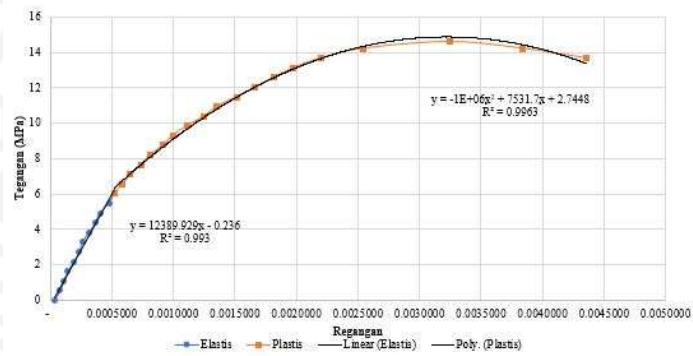
**Gambar L-7.30 Modulus Elastisitas BCAB 25-5-7**

Grafik Modulus Elastisitas 25 3-14



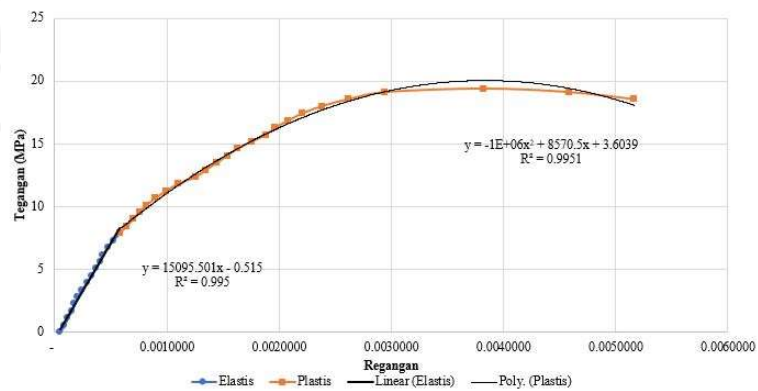
Gambar L-7.31 Modulus Elastisitas BCAB 25-3-14

Grafik Modulus Elastisitas 25 4-14



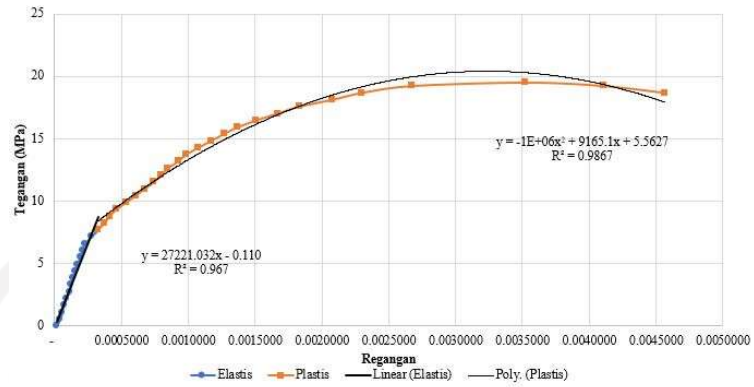
Gambar L-7.32 Modulus Elastisitas BCAB 25-4-14

Grafik Modulus Elastisitas 25 5-14



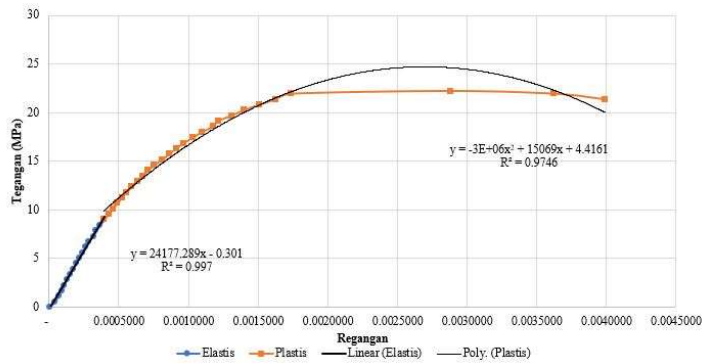
Gambar L-7.33 Modulus Elastisitas BCAB 25-5-14

Grafik Modulus Elastisitas 25 2-28



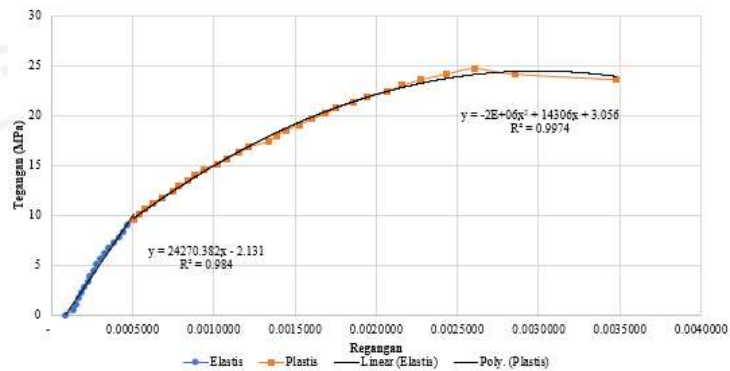
Gambar L-7.34 Modulus Elastisitas BCAB 25-2-28

Grafik Modulus Elastisitas 25 3-28

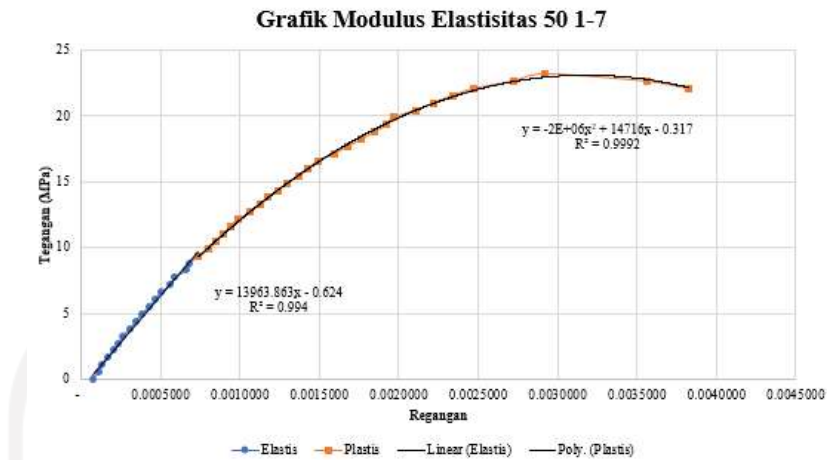


Gambar L-7.35 Modulus Elastisitas BCAB 25-3-28

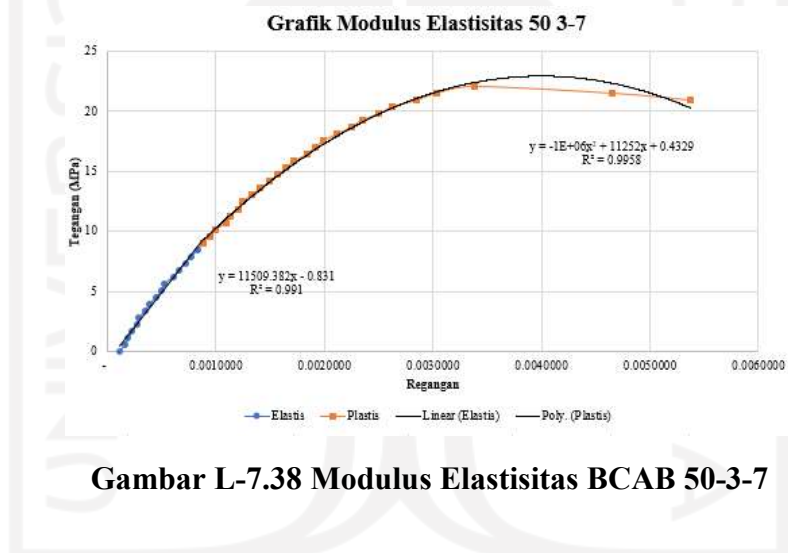
Grafik Modulus Elastisitas 25 5-28



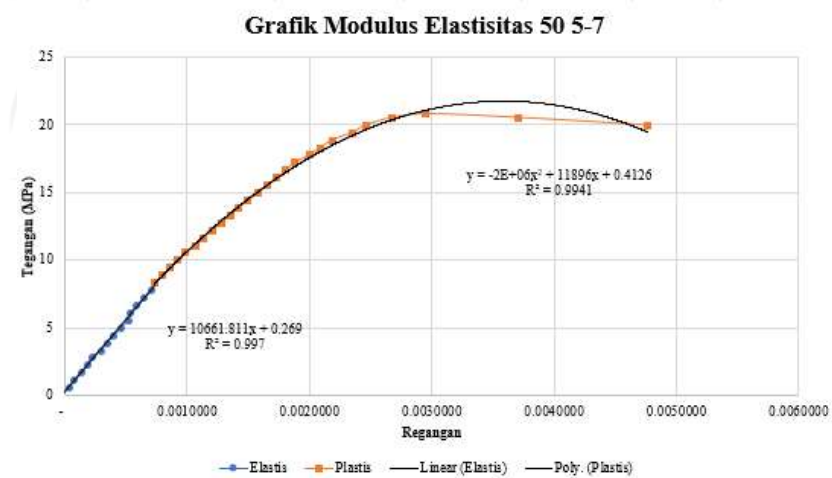
Gambar L-7.36 Modulus Elastisitas BCAB 25-5-28



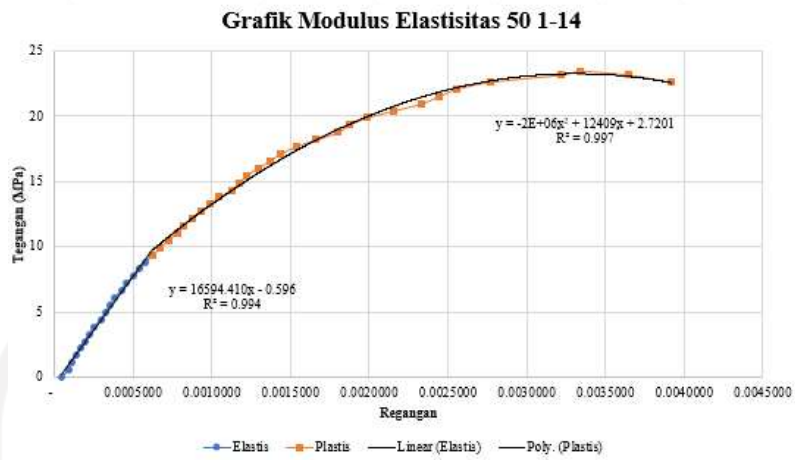
**Gambar L-7.37 Modulus Elastisitas BCAB 50-1-7**



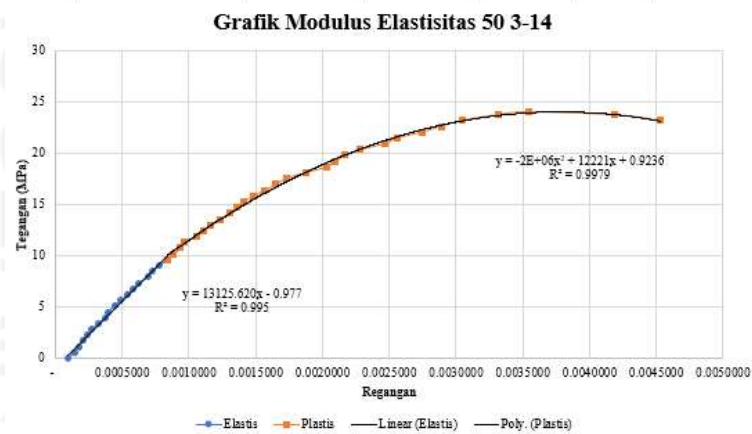
**Gambar L-7.38 Modulus Elastisitas BCAB 50-3-7**



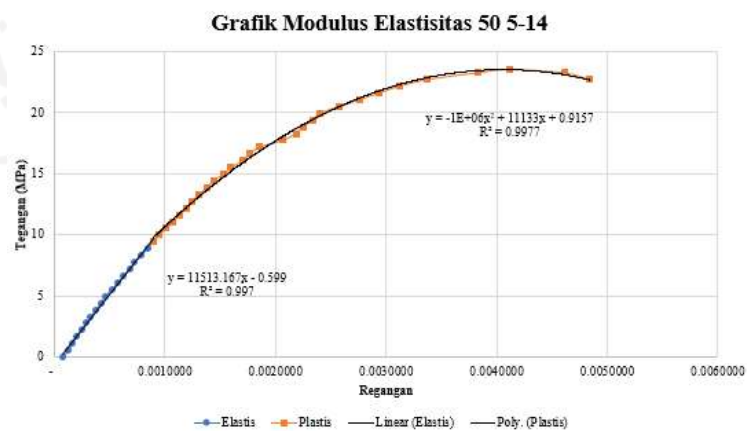
**Gambar L-7.39 Modulus Elastisitas BCAB 50-5-7**



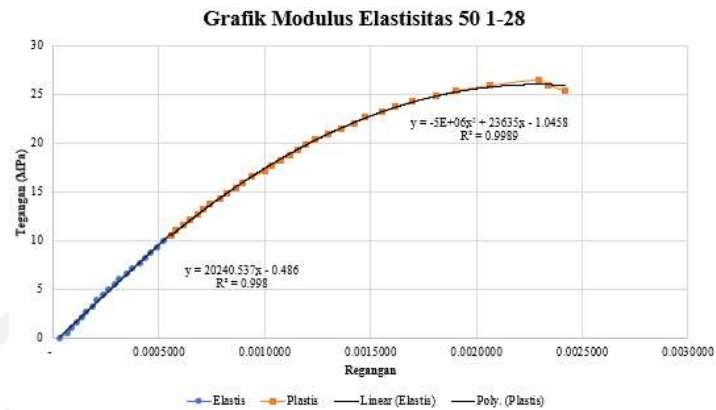
**Gambar L-7.40 Modulus Elastisitas BCAB 50-1-14**



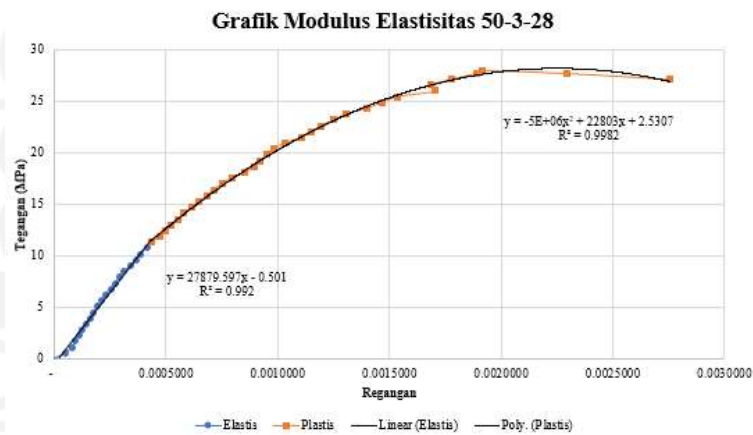
**Gambar L-7.41 Modulus Elastisitas BCAB 50-3-14**



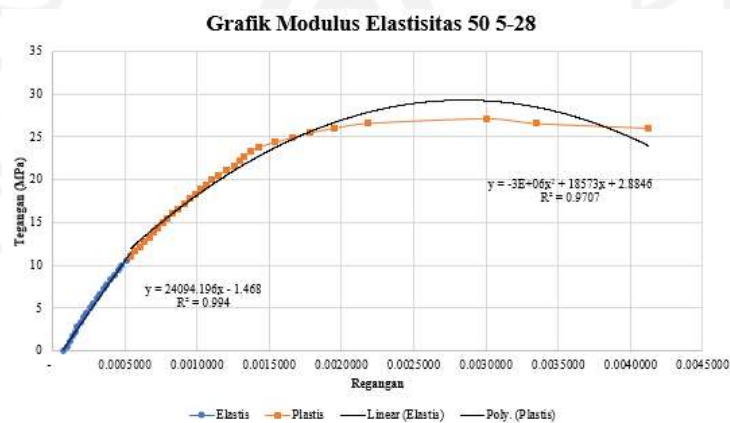
**Gambar L-7.42 Modulus Elastisitas BCAB 50-5-14**



**Gambar L-7.43 Modulus Elastisitas BCAB 50-1-28**

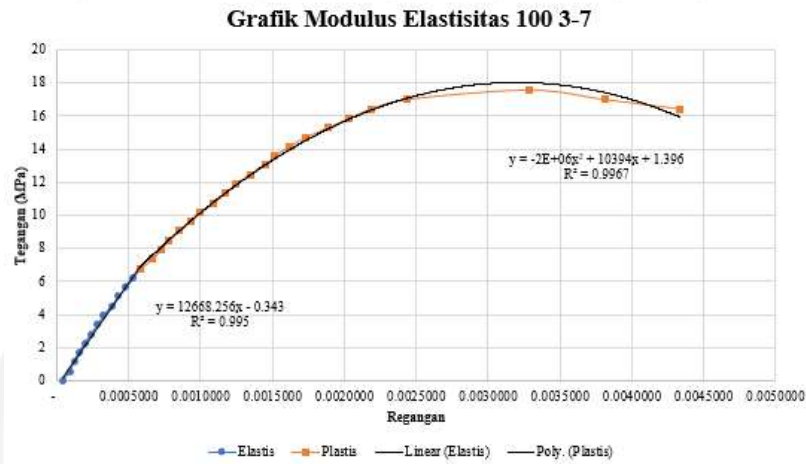


**Gambar L-7.44 Modulus Elastisitas BCAB 50-3-28**

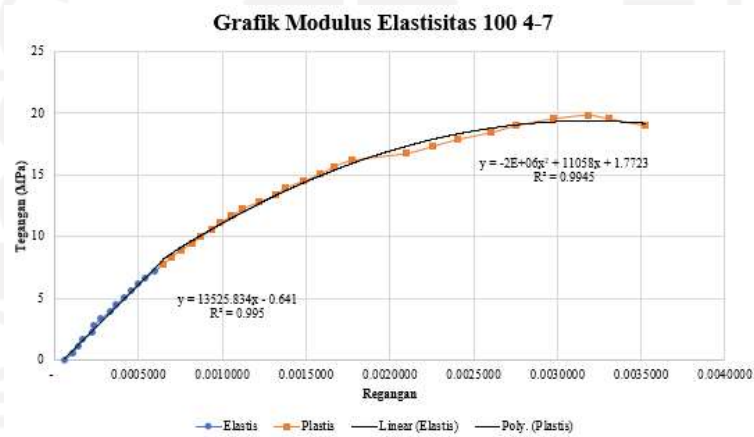


**Gambar L-7.45 Modulus Elastisitas BCAB 50-5-28**

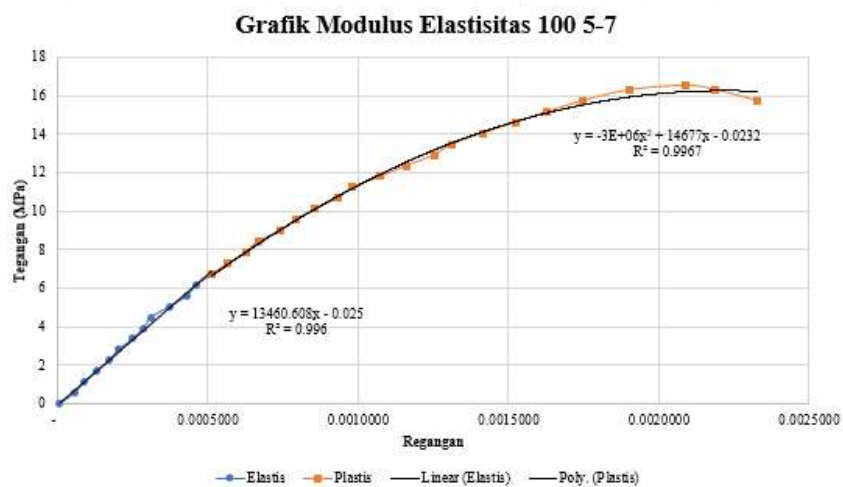




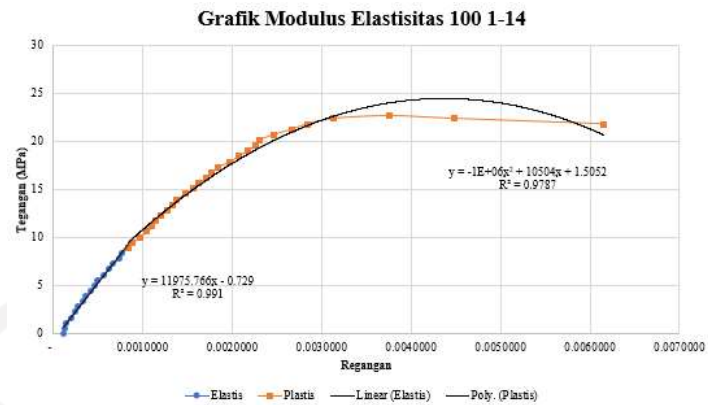
**Gambar L-7.46 Modulus Elastisitas BCAB 100-3-7**



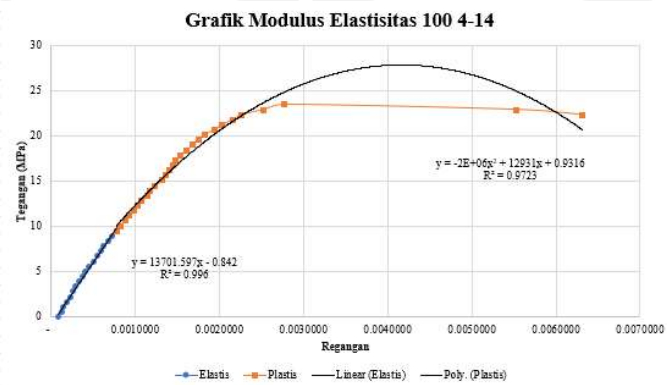
**Gambar L-7.47 Modulus Elastisitas BCAB 100-4-7**



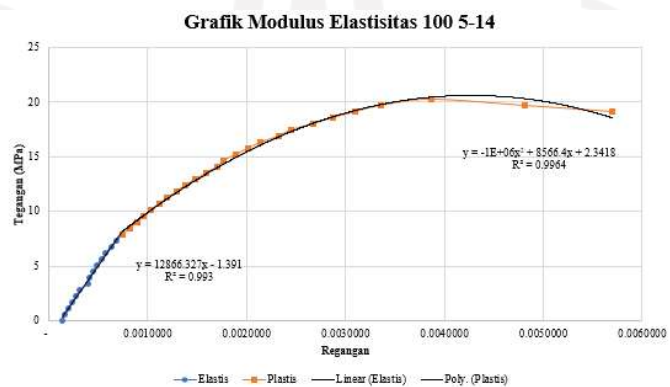
**Gambar L-7.48 Modulus Elastisitas BCAB 100-5-7**



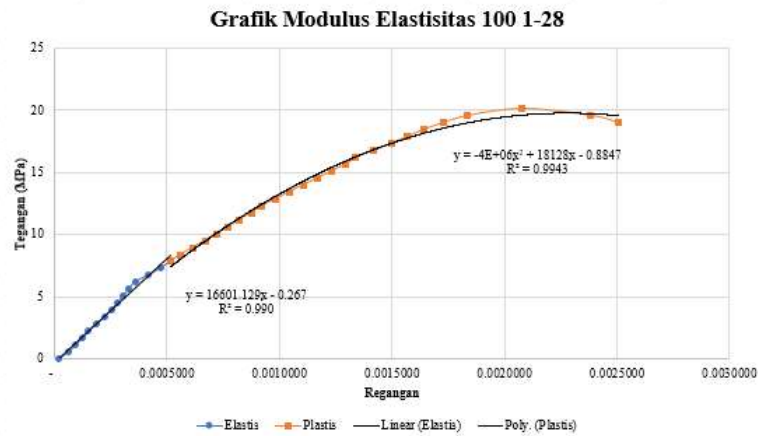
**Gambar L-7.49 Modulus Elastisitas BCAB 100-1-14**



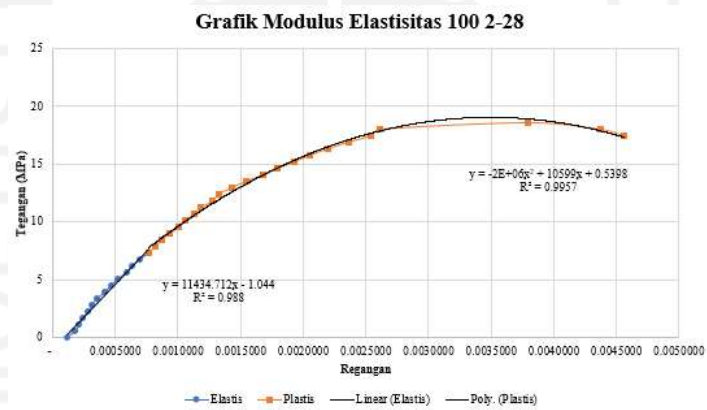
**Gambar L-7.50 Modulus Elastisitas BCAB 100-4-14**



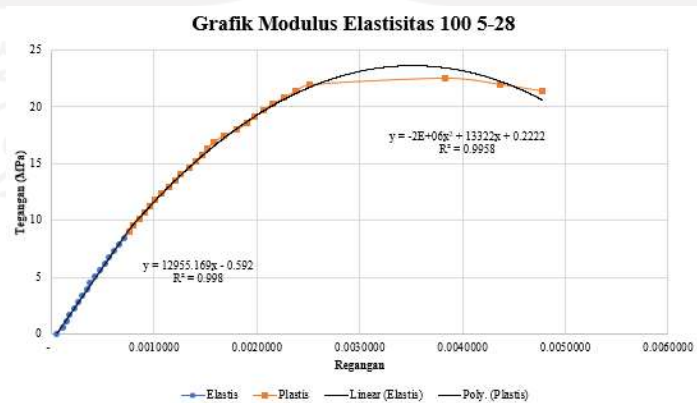
**Gambar L-7.51 Modulus Elastisitas BCAB 100-5-14**



**Gambar L-7.52 Modulus Elastisitas BCAB 100-1-28**



**Gambar L-7.53 Modulus Elastisitas BCAB 100-2-28**



**Gambar L-7.54 Modulus Elastisitas BCAB 100-5-28**