

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH TETES TEBU  
(MOLASE) TERHADAP KEKUATAN BETON  
BERSERAT *POLYPROPYLENE*  
(*THE EFFECT OF ADDING SUGAR CANE WASTE  
(MOLASE) TO STRENGTH OF CONCRETE WITH  
POLYPROPYLENE FIBER*)**

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



الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

**Achmad Nurcholis  
17511054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH TETES TEBU  
(MOLASE) TERHADAP KEKUATAN BETON  
BERSERAT POLYPROPYLENE  
(THE EFFECT OF ADDING SUGAR CANE WASTE  
(MOLASE) TO STRENGTH OF CONCRETE WITH  
POLYPROPYLENE FIBER)**

Disusun oleh

**Achmad Nurcholis**

**17511054**

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

Diuji pada tanggal 02 Agustus 2022

Oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**



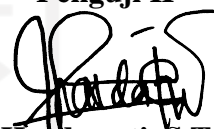
**Helmy Akbar B., Ir., M.T.**  
NIK: 885110105

**Penguji I**



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

**Penguji II**



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

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**  
NIK: 885110101



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

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

Tugas akhir ini disusun dengan 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 Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Helmy Akbar B., Ir., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat, serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing serta memberikan saran dan motivasi selama masah kuliah.
4. Bapak Elvis Saputra, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan koreksi sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik serta telah memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis.

5. Ibu Astriana Hardawati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan koreksi sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik serta telah memberikan nasihat dan motivasi kepada penulis.
6. Seluruh dosen, pengajar, asisten, serta staf dan karyawan Program Studi Teknik Sipil FTSP UII yang telah memberikan ilmu dan memfasilitasi penulis selama masa kuliah.
7. Bapak Nino Guritno, Ibu Elfrida, Bapak Ngadimin, dan Ibu Siti Badriyah, 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.
8. Semua 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, 02 Agustus 2022  
Penulis,

Achmad Nurcholis  
(17511054)



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 02 Agustus 2022

Penulis,



Achmad Nurcholis  
(17511054)

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Perbandingan Penelitian	8
2.3 Perbedaan Penelitian	12
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Beton	13
3.2 Beton Serat	13
3.3 Bahan Penyusun Beton	14
3.3.1 Air	14
3.3.2 Semen Portland	14
3.3.3 Agregat	15
3.3.4 Tetes Tebu ( <i>molase</i> )	19

3.3.5 Serat <i>Polypropylene</i>	19
3.4 Perencanaan Campuran Beton	20
3.5 <i>Slump</i>	28
3.6 <i>Curing</i>	29
3.7 Kuat Tekan Beton	30
3.8 Kuat Tarik Belah Beton	30
3.9 Modulus Elastisitas	31
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>34</b>
4.1 Tinjauan Umum	34
4.2 Variabel Penelitian	36
4.3 Bahan Pembuatan Benda Uji	37
4.4 Peralatan	37
4.4.1 Alat Pembuatan Benda Uji	38
4.4.2 Alat Pengujian Benda Uji	38
4.5 Benda Uji	38
4.6 Tahapan Penelitian	40
4.6.1 Persiapan	40
4.6.2 Pemeriksaan Bahan Susun Beton	40
4.6.3 Perencanaan Campuran	44
4.6.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	44
4.6.5 Pengujian Benda Uji	45
4.6.6 Pengolahan Data	47
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>73</b>
5.1 Umum	73
5.2 Pemeriksaan Agregat Halus	73
5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air Agregat Halus	73
5.2.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus	74
5.2.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus	76
5.2.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	77
5.3 Pemeriksaan Agregat Kasar	78
5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	78
5.3.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	79

5.3.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Kasar	81
5.4 Perencanaan Campur Beton	82
5.5 Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	83
5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	85
5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	89
5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	97
6.1 Kesimpulan	97
6.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	101





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Terkini	9
Tabel 3.1 Gradasi Agregat Kasar	16
Tabel 3.2 Gradasi Agregat Halus	17
Tabel 3.3 Faktor Pengali Deviasi Standar	21
Tabel 3.4 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan fas Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus	22
Tabel 3.5 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan fas = 0,5	23
Tabel 3.6 Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Bebas (kg/m <sup>3</sup> )	24
Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji	38
Tabel 4.2 Peralatan Pengujian Benda Uji	38
Tabel 4.3 Benda Uji	39
Tabel 4.4 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	48
Tabel 4.5 Analisis Saringan Agregat Kasar	49
Tabel 4.6 Berat Volume Gembur Agregat Kasar	49
Tabel 4.7 Berat Volume Padat Agregat Kasar	50
Tabel 4.8 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	51
Tabel 4.9 Analisis Saringan Agregat Halus	52
Tabel 4.10 Berat Volume Gembur Agregat Halus	53
Tabel 4.11 Berat Volume Padat Agregat Halus	53
Tabel 4.12 Kadar Lumpur Agregat Halus	54
Tabel 4.13 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan FAS = 0,5	55
Tabel 4.14 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m <sup>3</sup> )	55
Tabel 4.15 Persyaratan FAS dan Jumlah Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus	56
Tabel 4.16 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	61
Tabel 4.17 Kuat Tekan Beton	63
Tabel 4.18 Kuat Tarik Belah Beton	65
Tabel 4.19 Regangan dan Tegangan Sampel BTT-0-4	68

Tabel 4.20 Modulus Elastisitas Beton	71
Tabel 5.1 Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	73
Tabel 5.2 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 1	74
Tabel 5.3 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 2	75
Tabel 5.4 Rekapitulasi Berat Volume Gembur Agregat Halus	77
Tabel 5.5 Relapitulasi Berat Volume Padat Agregat Halus	77
Tabel 5.6 Rekapitulasi Kadar Lumpur Agregat Halus	78
Tabel 5.7 Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	79
Tabel 5.8 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 1	79
Tabel 5.9 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 2	80
Tabel 5.10 Batas Gradasi Agregat Kasar	80
Tabel 5.11 Rekapitulasi Berat Volume Padat Agregat Kasar	82
Tabel 5.12 Rekapitulasi Berat Volume Gembur Agregat Kasar	82
Tabel 5.13 Rekapitulasi Proposi campuran Setiap Variasi	83
Tabel 5.14 Nilai Slump	84
Tabel 5.15 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton	86
Tabel 5.16 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	89
Tabel 5.17 Rekapitulasi Pengujian Modulus Elastisitas Beton	94

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas)	23
Gambar 3.2 Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	25
Gambar 3.3 Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm	25
Gambar 3.4 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan	27
Gambar 3.5 Pengukuran Nilai Slump	29
Gambar 3.6 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton	30
Gambar 3.7 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	31
Gambar 3.8 Sketasa Pengujian Modulus Elastisitas	33
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 4.2 Hubungan Antar Kuat Tekan dan Faktor Air Semen	57
Gambar 4.3 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Uukuran Butir Maksimum 20 mm	58
Gambar 4.4 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan	59
Gambar 4.5 Tegangan - Regangan Variasi BTT-0,05-3	70
Gambar 5.1 Gradasi Agregat Halus Sampel 1	76
Gambar 5.2 Gradasi Agregat Halus Sampel 2	76
Gambar 5.3 Gradasi Agregat Kasar Sampel 1	81
Gambar 5.4 Gradasi Agregat Kasar Sampel 2	81
Gambar 5.5 Nilai Slump	84
Gambar 5.6 Nilai Kuat Tekan Beton	87
Gambar 5.7 Hubungan Presentase Kuat Tekan dan Kadar Tetes Tebu	88
Gambar 5.8 Nilai Kuat Tarik Belah Beton	91
Gambar 5.9 Hubungan Presentase Kuat Tarik Belah Beton dan Kadar Tetes Tebu	91
Gambar 5. 10 Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton	92

Gambar 5.11 Benda Uji Kuat Tarik Belah Beton (a) BTT-0,10; (b) BTT-0,30; (c) BTT-0,35	93
Gambar 5.12 Nilai Modulus Elastisitas Beton	95
Gambar 5.13 Hubungan Modulus Elastisitas Beton dan Kadar Tetes Tebu	95





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Alat yang Digunakan	102
Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan	107
Lampiran 3 Gambar Proses Pembuatan dan Pengujian Benda Uji	108
Lampiran 4 Data Hasil Pemeriksaan Bahan	113
Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	131
Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Kuat Tari Belah Beton	133
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	135
Lampiran 8 Grafik Modulus Elastisitas Beton	190



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A$	= Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )
ASTM	= <i>American society of Testing and Materials</i>
$B_j$	= Berat jenis
$B_{jAG}$	= Berat jenis agregat gabungan
$B_{jAH}$	= Berat jenis agregat halus
$B_{jAK}$	= Berat jenis agregat kasar
BTT	= Beton tetes tebu
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 Composit Cemen</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 ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\%AH$  = Presentase agregat halus
- $\%AK$  = Presentase agregat kasar
- $\Delta L$  = Deformasi longitudinal (mm)
- $L_o$  = Tinggi efektif pengukuran (mm)
- $\emptyset$  = diameter (cm/mm)



## ABSTRAK

Beton merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi bangunan modern. Sistem konstruksi beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun beton juga memiliki kelemahan dalam menahan gaya tarik dan bersifat getas. Penggunaan serat *polypropylene* pada beton diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton dalam menahan gaya tarik sehingga beton menjadi daktail. Penambahan serat pada beton juga dapat menurunkan tingkat kelecakan (*workability*) pada beton. Salah satu alternatif bahan tambah untuk meningkatkan kelecakan beton yaitu menambahkan *molase* atau sering disebut dengan tetes tebu pada campuran beton.

Dalam penelitian ini penambahan bahan tambah tetes tebu bertujuan untuk mengetahui kadar optimum penambahan tetes tebu terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan menambahkan limbah tetes tebu dengan variasi 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% terhadap berat semen dengan umur beton setelah 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 28 hari. Perencanaan campuran beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana 20 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah tetes tebu menyebabkan peningkatan kelecakan beton bertambah dengan nilai *slump* yang meningkat dari 8 cm sampai 14 cm seiring dengan penambahan tetes tebu. Kuat tekan beton optimum terdapat pada penambahan tetes tebu 0,05% sebesar 25,457 MPa meningkat sebesar 19,436% terhadap beton normal. Nilai kuat tarik belah beton terbesar terdapat pada varian 0,25% yaitu sebesar 1,976 MPa atau meningkat sebesar 26,677% dari beton normal. Nilai modulus elastisitas beton optimum terdapat pada varian tetes tebu 0,20% sebesar 26182,179 MPa atau meningkat 32,27% dari beton normal.

**Kata kunci:** Tetes tebu, *Polypropylene*, *Workability*, Kuat Tekan, Kuat Tarik

## **ABSTRACT**

*Concrete is one of the most widely used materials in modern building construction. The concrete construction system has a high compressive strength but the concrete also has a weakness in resisting tensile forces and is brittle. The use of polypropylene fibers in concrete is expected to increase the strength of the concrete in resisting tensile forces so that the concrete becomes ductile. The addition of fiber to the concrete can also reduce the workability of the concrete. One of the alternative additives to improve the workability of concrete is adding molasses or often referred to as molasses in the concrete mixture.*

*In this study, the addition of molasses was added to determine the optimum level of addition of molasses to the compressive strength and tensile strength of concrete by adding molasses waste with variations of 0%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 0.3%, and 0.35% of the cement weight with the age of the concrete after 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 28 days of age. Planning of concrete mix using SNI 03-2834-2000 method with a design compressive strength of 20 MPa.*

*The results showed that the addition of molasses waste caused an increase in the workability of the concrete with the slump value increasing from 8 cm to 14 cm along with the addition of molasses. The optimum concrete compressive strength is found in the addition of 0.05% molasses of 25.457 MPa, an increase of 19.436% against normal concrete. The value of the largest split tensile strength of concrete is in the 0.25% variant, which is 1.976 MPa or an increase of 26.677% from normal concrete. The optimum value of the modulus of elasticity of concrete is found in the 0.20% molasses variant of 26182.179 MPa or an increase of 32.27% from normal concrete.*

**Keywords:** *Molasses, Polypropylene, Workability, Compression Strength, Tension Strength*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang sering digunakan dalam bangunan. Saat ini berbagai pekerjaan konstruksi bangunan sudah menggunakan material dari beton. Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton merupakan unsur terpenting dalam sebuah konstruksi bangunan, mengingat fungsi beton sebagai salah satu pembentuk struktur yang paling sering diaplikasikan oleh masyarakat. Sistem konstruksi beton memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan bahan konstruksi lain. Keunggulan beton sebagai bahan konstruksi antara lain memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap api dan biaya perawatan yang relative murah. Selain memiliki kuat tekan yang tinggi, beton juga memiliki kelemahan yaitu dalam menahan gaya tarik dan bersifat getas.

Seiring berkembangnya jaman, berbagai inovasi teknologi beton terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan. Hasil inovasi pengembangan teknologi beton salah satunya adalah beton serat (*fiber reinforced concrete*). Beton serta (*fiber reinforced concrete*) merupakan beton hasil modifikasi beton konvensional yang terbuat dari campuran semen, air, agregat kasar, agregat halus serat dengan penambahan serat pada adukannya. Penggunaan serat dalam beton berfungsi untuk mengatasi tegangan tarik yang timbul akibat pembebanan dan mengatasi retak-retak pada beton sehingga beton menjadi lebih daktil dibandingkan dengan beton tanpa serat. Salah satu serat yang dapat digunakan salah satunya serat *polypropylene*.

Serat *polypropylene* merupakan bahan dasar yang sering digunakan dalam memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik. *Polypropylene* merupakan senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia  $C_3H_6$  yang berupa jaringan serat tipis yang berbentuk jala ataupun potongan dengan ukuran panjang 6 mm sampai 50 mm

dan memiliki diameter 8-90 mikron. Kadar serat *polypropylene* yang sering digunakan adalah sebesar 600-900 gr/m<sup>3</sup> untuk beton, sedangkan untuk pengendalian retak pada permukaan beton digunakan sebesar 244-255 m<sup>2</sup>/kg (Hasan dkk, 2013). Berdasarkan ACI *Committee 544*, 1982 dalam Kartini (2007) penggunaan serat *polypropylene* telah terbukti dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat-sifat struktural beton antara lain: daktilitas yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi, ketahanan terhadap beban kejut dan ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*). Selain memberikan efek yang baik terhadap beton, penambahan serat pada beton juga memberikan dampak negatif pada batas tertentu. Salah satunya adalah perbandingan penggunaan aspek rasio yang kurang tepat antar panjang serat (*l*) dan diameter (*d*) yang tinggi dapat mengakibatkan terjadinya *balling effect*, yaitu penggumpalan serat yang membentuk suatu bola diakibatkan penyebaran serat yang tidak merata (Malino dkk, 2019). Selain perbandingan aspek rasio serat, persentase penggunaan serat pada beton dimungkinkan dapat menurunkan kelecakan (*workability*) pada beton dan dapat menyulitkan pengerjaan di lapangan bila tidak diantisipasi dengan tepat. Upaya untuk mengatasi terjadinya *balling effect* dan penurunan kelecakan (*workability*) yaitu dengan memperhatikan perbandingan aspek rasio penggunaan serat dan penggunaan zat kimia tambahan (*additive*) yang dapat meningkatkan kelecakan (*workability*) pada beton. Salah satunya menggunakan limbah pabrik gula atau yang sering disebut dengan tetes tebu (*molase*).

Menurut Andriansyah (2018) penggunaan limbah tetes tebu dapat meningkatkan kuat tekan pada beton. Kuat tekan optimum penambahan limbah tetes tebu terdapat pada variasi 0,35% dengan nilai kuat tekan sebesar 33,268 Mpa dengan peningkatan 31,58% terhadap beton tanpa bahan tambah. Kuat tarik belah beton optimum penambahan limbah tetes tebu terdapat pada variasi 0,4% dengan nilai kuat tarik belah sebesar 4,513 MPa dengan peningkatan 24,489% terhadap beton tanpa bahan tambah. Nilai *slump* beton dengan penambahan limbah tetes tebu menyebabkan peningkatan kelecakan (*workability*) pada campuran beton sehingga beton lebih mudah dikerjakan, ditunjukkan dengan bertambahnya nilai *slump* dari 90 mm menjadi 110 mm sampai dengan 160 mm.

Tetes tebu merupakan limbah dari pabrik gula yang merupakan sisa dari hasil kristalisasi gula yang berulang-ulang secara terus menerus sehingga tidak memungkinkan untuk diproses kembali menjadi gula. Menurut Olbrich (2006) dalam Agus Santoso (2012), limbah tetes tebu mengandung 32% sukrosa, 14% glukosa, dan 16% fruktosa sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan tambah campuran beton. Dari penjelasan di atas penggunaan limbah tetes tebu (*molase*) sebagai bahan tambah dalam campuran beton diharapkan dapat meningkatkan kelecakan pada campuran beton agar dapat dikerjakan dengan mudah.

Dikarenakan pada penelitian terdahulu hanya melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan tetes tebu (*molase*) pada beton atau mengenai pengaruh penambahan serat *polypropylene* saja, maka perlu penelitian mengenai pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) terhadap beton berserat *polypropylene*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) sebagai bahan tambah pada beton berserat *polypropylene*?
2. Berapa presentase penambahan limbah tetes tebu (*molase*) optimum terhadap peningkatan kuat tekan beton berserat *polypropylene*?
3. Berapa presentase penambahan limbah tetes tebu (*molase*) optimum terhadap kuat tarik beton berserat *polypropylene*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) sebagai bahan tambah pada beton berserat *polypropylene*.
2. Mengetahui kadar optimum penambahan limbah tetes tebu untuk mendapatkan nilai kuat tekan optimum pada beton berserat *polypropylene*.
3. Mengetahui kadar optimum penambahan limbah tetes tebu untuk mendapatkan nilai kuat tarik optimum pada beton berserat *polypropylene*.



#### 1.4 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

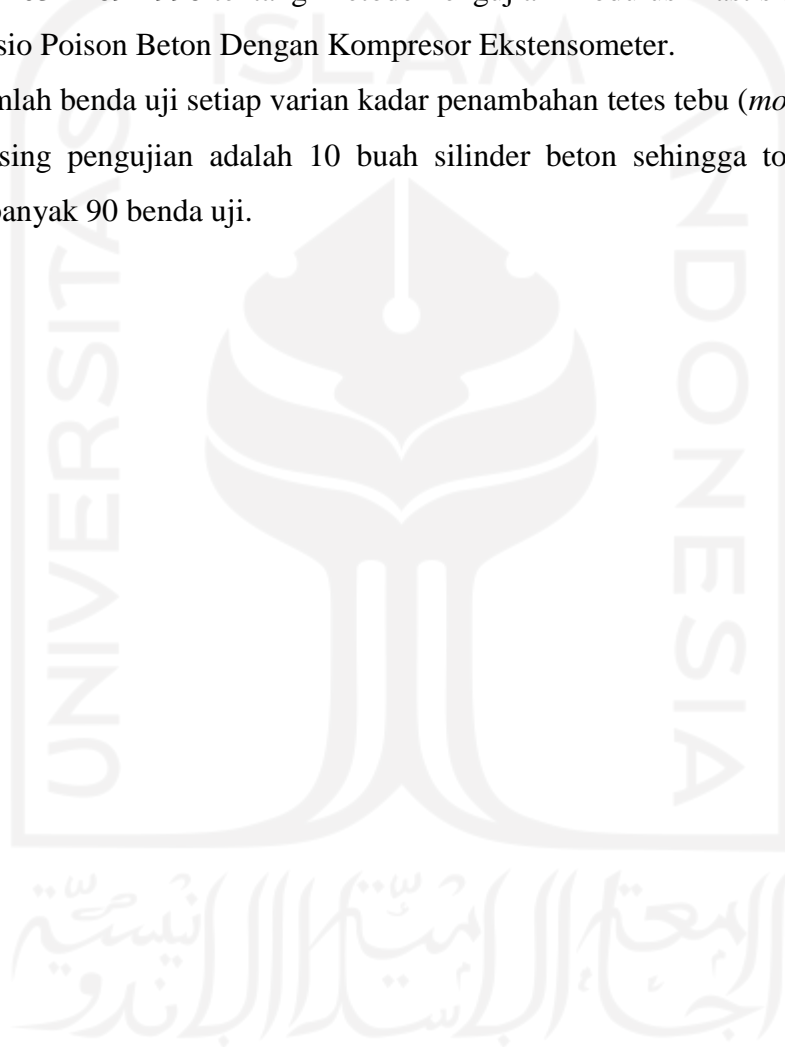
1. Memberikan informasi dan kontribusi dalam perkembangan teknologi bahan konstruksi.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) terhadap kekuatan beton berserat *polypropylene*.
3. Memberikan informasi tentang manfaat penggunaan limbah tetes tebu (*molase*) sebagai bahan tambah campuran beton.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan tujuan dan focus terhadap permasalahan yang dibahas maka diperlukan batasan penelitian sebagai berikut.

1. Perencanaan *mix design* menggunakan metode SNI 03-2834-2000.
2. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 20 MPa.
3. Semen yang digunakan adalah merek Semen Gresik.
4. Agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimal 20 mm yang berasal dari Clereng, Kulon Progo.
5. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Merapi.
6. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
8. Pengujian beton dilakukan setelah umur 28 hari.
9. Limbah tetes tebu diambil dari bekas pengolahan Pabrik Gula Madukismo, Bantul, D.I Yogyakarta.
10. Penggunaan serat *polypropylene* yang digunakan sebesar 0,6 kg untuk setiap  $m^3$  volume beton dengan merek *Fosroc PPF* berukuran panjang 12 mm dengan diameter 18-30 mikron.
11. Variasi penggunaan tetes tebu (*molase*) adalah sebesar 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% terhadap berat semen.
12. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan, kuat tarik belah beton dan modulus elastisitas beton.

13. Pengujian kuat tekan beton menggunakan metode yang sesuai dengan SNI 03-1974-2011 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
14. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan metode yang sesuai dengan SNI-03-2491-2002 tentang Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
15. Pengujian modulus elastisitas beton menggunakan metode yang sesuai dengan SNI-03-4169-1996 tentang Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis Dan Rasio Poison Beton Dengan Kompresor Ekstensometer.
16. Jumlah benda uji setiap varian kadar penambahan tetes tebu (*molase*) masing-masing pengujian adalah 10 buah silinder beton sehingga total benda uji sebanyak 90 benda uji.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Hasan, dkk (2013) telah melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan *Polypropylene Fiber Mesh* Terhadap Sifat Mekanis Beton” yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap sifat mekanik beton, mengingat kuat tarik beton yang sangat rendah dapat mengakibatkan beton mudah retak, yang pada akhirnya dapat mengurangi keawetan beton. Penggunaan serat *polypropylene* yang ditambahkan pada beton memiliki beberapa variasi mulai dari  $0 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,4 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,6 \text{ kg/m}^3$ ; dan  $0,8 \text{ kg/m}^3$  dari beton. Hasil dari pengujian beton dengan penambahan serat *polypropylene* mengalami penurunan pada *workability* dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan beton. Pada beton normal nilai *slump* 100 mm, beton serat pada varian  $0,4 \text{ kg/m}^3$  nilai *slump* 70 mm, varian  $0,6 \text{ kg/m}^3$  nilai *slump* 52 mm, dan beton serat dengan varian  $0,8 \text{ kg/m}^3$  nilai *slump* menjadi 43 mm. Selain itu, penambahan serat *polypropylene* pada beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Kuat tekan beton optimum didapatkan pada varian  $0,6 \text{ kg/m}^3$  sebesar 29,17 MPa pada umur 28 hari atau naik sebesar 3,62% dari beton normal. Penambahan serat *polypropylene* pada beton juga mengalami peningkatan pada kuat tarik. Kuat tarik belah yang optimum pada beton berserat  $0,65 \text{ kg/m}^3$  pada umur 28 hari sebesar 3,842 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 20,44% dari beton normal. Dapat diambil kesimpulan bahwa varian penambahan serat yang dapat menambah kekuatan beton yang optimum sebanyak  $0,6 \text{ kg/m}^3$  dari beton.

Khairizal, dkk (2015) dalam penelitian “Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal” bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton normal. Pada penelitian ini penggunaan serat *polypropylene* yang ditambahkan pada beton memiliki beberapa variasi mulai dari  $0 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,2 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,4 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,6$

$\text{kg/m}^3$ ;  $0,8 \text{ kg/m}^3$  dan  $1 \text{ kg/m}^3$ ; dari beton. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai *slump* dengan penambahan serat *polypropylene* pada adukan beton akan menurunkan *workability* beton. Pada beton normal nilai *slump* yang didapatkan sebesar 8 cm . Pada penambahan  $0,2 \text{ kg/m}^3$  tidak terjadi penurunan *slump* yang signifikan. Sedangkan pada varian  $0,4 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,6 \text{ kg/m}^3$ ;  $0,8 \text{ kg/m}^3$  dan  $1 \text{ kg/m}^3$  terjadi penurunan berturut-turut sebesar 7 cm, 7 cm, 6 cm, dan 5,5 cm. Nilai kuat tekan yang optimum didapatkan pada varian  $0,4 \text{ kg/m}^3$ . Kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton optimum terjadi pada varian  $1 \text{ kg/m}^3$ . Hasil pengujian modulus elastisitas mengalami peningkatan paling besar pada penambahan serat  $0,4 \text{ kg/m}^3$ .

Goro (2016) dalam penelitian “Pengaruh Penambahan Tetes Tebu (Limbah Pabrik Gula) Terhadap Perambatan Waktu Ikut Semen dan Kuat Tekan Beton”. Pada penelitian ini menggunakan sampel benda uji dengan variasi penambahan tetes tebu dalam campuran beton sebesar 0%, 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; dan 0,5% terhadap berat semen dan diuji pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari. Dari hasil penelitian didapatkan penambahan limbah tetes tebu dapat meningkatkan kelecakan pada beton, ditunjukkan dengan penambahan variasi tetes tebu sebesar 0,1%; 0,2%; 0,3%, menyebabkan peningkatan nilai *slump* dengan nilai *slump* berturut-turut 6,7 cm, 10 cm, 13 cm, dan 15 cm. Peningkatan nilai kuat tekan beton dengan kuat tekan umur 28 hari berturut-turut 27,931 MPa, 29,535 MPa, 29,724 MPa dan 30,101 MPa. Sehingga dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan tetes tebu pada campuran beton dapat meningkatkan kelecakan (*workability*) pada beton dan meningkatkan nilai kuat tekan pada beton, ditunjukkan dengan kadar optimum penambahan tetes tebu pada variasi 0,3% dengan nilai *slump* 15 cm dan nilai kuat tekan beton sebesar 30,101 MPa.

Andriansyah (2018) dalam penelitian “Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton”. Pada penelitian ini menggunakan sampel benda uji beton normal dengan penambahan tetes tebu dengan variasi 0%; 0,2%; 0,25%; 0,3%; 0,35%; 0,4%; 0,45%; 0,50%; dan 0,55%. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada umur beton 28 hari. Dari hasil penelitian didapatkan penambahan limbah tetes tebu menyebabkan beton menjadi lebih mudah untuk dikerjakan, ditunjukkan

dengan bertambahnya nilai *slump* dari 90 mm menjadi 110 mm – 160 mm. Selain itu, presentase optimum penambahan limbah tetes tebu pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 0,35% sebesar 33,268 MPa dengan peningkatan 31,58% dari beton tanpa bahan tambah. Sedangkan untuk presentase optimum penambahan limbah tetes tebu pada kuat tarik belah beton terdapat pada variasi 0,4% sebesar 4,513 MPa dengan peningkatan 24,489% dari beton tanpa bahan tambah. Sehingga dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan presentase optimum penambahan limbah tetes tebu terdapat pada variasi 0,3% - 0,4%.

## 2.2 Perbandingan Penelitian

Perbandingan penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian pada saat ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Terkini**

Peneliti	Hasan dkk (2013)	Khairizal dkk (2015)	Goro (2016)	Andriansyah (2018)	Nurcholis (2022)
Judul	Pengaruh Penambahan <i>Polypropylene Fiber Mesh</i> Terhadap Sifat Mekanis Beton	Pengaruh Penambahan Serat <i>Polypropylene</i> Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal	Pengaruh Penambahan Tetes Tebu (Limbah Pabrik Gula) Terhadap Perambatan Waktu Ikut Semen dan Kuat Tekan Beton	Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton	Pengaruh Penambahan Limbah Tetes Tebu ( <i>Molase</i> ) Terhadap Kekuatan Beton Berserat <i>Polypropylene</i>
Tujuan	Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat <i>polypropylene</i> terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat <i>polypropylene</i> terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tetes tebu terhadap sifat beton segar yaitu <i>setting time</i> dan nilai <i>slump</i>	Untuk mengetahui kadar optimum penggunaan tetes tebu sebagai bahan tambah yang dapat menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang optimum pada beton.	Untuk mengetahui presentase penambahan limbah tetes tebu ( <i>molase</i> ) optimum terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton berserat <i>polypropylene</i>
Parameter yang diuji	Kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari, kuat tarik belah pada umur 28 hari, kuat tarik lentur pada umur 28 hari dan pengaruh nilai <i>slump</i>	Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, modulus elastisitas, dan defleksi pada umur benda uji 28 hari.	Pengujian konsistensi normal, <i>setting time</i> , temperatur hidrasi, dan kuat tekan beton pada umur 3 hari, 7 hari, 28 hari.	Pengujian kuat tekan dan kuat tarik pada umur 28 hari serta pengujian waktu ikat.	Pengujian kuat tekan, kuat tarik beton, dan modulus elastisitas beton setelah umur 28 hari.
Varian penelitian	Variasi serat <i>polypropylene</i> dari 0 kg/m <sup>3</sup> ; 0,4 kg/m <sup>3</sup> ; 0,6 kg/m <sup>3</sup> ; dan 0,8 kg/m <sup>3</sup> dari beton dan menggunakan silinder beton dan balok ukuran 60 cm x 15 cm x 15 cm	Variasi mulai dari 0 kg/m <sup>3</sup> ; 0,2 kg/m <sup>3</sup> ; 0,4 kg/m <sup>3</sup> ; 0,6 kg/m <sup>3</sup> ; 0,8 kg/m <sup>3</sup> dan 1 kg/m <sup>3</sup> terhadap berat volume beton	Variasi penambahan tetes tebu dalam campuran beton sebesar 0%, 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; dan 0,5% terhadap semen	Penambahan tetes tebu dengan variasi 0%; 0,2%; 0,25%; 0,3%; 0,35%; 0,4%; 0,45%; 0,50%; dan 0,55% terhadap semen.	Penambahan tetes tebu dengan variasi 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% terhadap berat semen.

Lanjutan Tabel 2.1

Peneliti	Hasan dkk (2013)	Khairizal dkk (2015)	Goro (2016)	Andriansyah (2018)	Nurcholis (2022)
Metode Penelitian	Metode yang dilakukan dengan uji material, merencanakan komposisi dengan kuat tekan rencana ( $f'c$ ) 20 MPa, pembuatan beton segar, pengujian <i>slump</i> , pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari serta pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari.	Metode yang dilakukan dengan pengujian karakteristik material, pembuatan <i>mix design</i> , pembuatan benda uji silinder beton dan balok, pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, dan kuat lentur pada umur 28 hari.	Metode penelitian yang dilakukan merupakan eksperimen murni dengan pengujian material, pembuatan <i>mix design</i> , pembuatan benda uji berupa silinder beton, pengujian benda uji yaitu <i>setting time</i> , hidrasi pada pasta, dan pengujian kuat tekan pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.	Metode yang digunakan merupakan metode eksperimental dengan pengujian karakteristik material, pembuatan <i>mix design</i> , pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji yaitu kuat tekan, <i>setting time</i> , dan kuat tarik belah	Metode yang dilakukan dengan pengujian karakteristik material, pembuatan <i>mix design</i> sesuai standar SNI 03-2834-2000 dengan ( $f'c$ ) 20 MPa. Dari hasil campuran tersebut kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik beton.
Hasil	Peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan serat <i>polypropylene</i> pada kadar 0,6 kg/m <sup>3</sup> pada umur 28 hari sebesar 29,17 MPa dan kuat tarik optimum pada kadar serat 0,65 kg/m <sup>3</sup> pada umur 28 hari sebesar 3,842 MPa serta peningkatan kuat lentur optimum pada kadar 0,58 kg/m <sup>3</sup> sebesar 5,2404 MPa.	Penambahan serat <i>polypropylene</i> menurunkan <i>workability</i> beton. Kuat tekan optimum pada varian penambahan serat 0,4 kg/m <sup>3</sup> sebesar 35,65 MPa. Kuat tarik optimum pada variasi 1,0 kg/m <sup>3</sup> sebesar 3,04 MPa. Kuat lentur optimum pada variasi 1,0 kg/m <sup>3</sup> sebesar 7,12 MPa.	Penambahan tetes tebu memperlambat waktu setting beton dan meningkatkan <i>workability</i> . Kuat tekan optimum sebesar 30,101 MPa dengan variasi penambahan tetes tebu 0,3% dan penambahan dosis tetes tebu yang baik sebagai pengganti reterder sebesar 0,1% – 0,3%.	Penambahan tetes tebu meningkatkan <i>workability</i> . Penambahan tetes tebu yang optimum terdapat pada persentase 0,35% dengan nilai kuat tekan sebesar 33,268 MPa, kuat tarik optimum pada variasi 0,4% sebesar 4,513 MPa, dan waktu ikat maksimum diperoleh dari beton yaitu 330 menit pada variasi 0,55%.	Penambahan limbah tetes tebu meningkatkan kelecakan pada beton ( <i>workability</i> ). Kuat tekan optimum sebesar 25,457 MPa atau meningkat sebesar 19,44% pada kadar 0,05%, serta kuat tarik belah beton optimum sebesar 1,976 MPa meningkat sebesar 26,677% pada kadar 0,25%. Nilai modulus

				elastisitas menggunakan metode SNI 03-4169-1996 dan SNI 03-2847-2019 didapatkan nilai optimum berturut-turut pada kadar 0,20% dan 0,05% sebesar 26182,179 MPa dan 24733,421 MPa.
--	--	--	--	--



### 2.3 Perbedaan Penelitian

Penelitian dengan judul pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) terhadap kekuatan beton berserat *polypropylene* belum pernah dilakukan sebelumnya. Perbedaan penelitian pada Tugas Akhir ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini menggabungkan antara penggunaan serat *polypropylene* dengan limbah tetes tebu (*molase*) pada beton. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakter beton berserat *polypropylene* varian 0,6 kg/m<sup>3</sup> terhadap beton dengan penambahan limbah tetes tebu (*molase*) pada varian 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% dari berat semen. Penelitian ini menggunakan benda uji berupa silinder beton dengan umur rencana 28 hari. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan, kuat tarik belah beton, dan modulus elastisitas yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) terhadap beton berserat *polypropylene*.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Beton**

Beton merupakan material konstruksi yang umum digunakan dalam bangunan. Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton banyak digunakan sebagai material utama karena sifat beton yang mudah dibentuk dan menyesuaikan dengan cetakan serta memiliki kekuatan terhadap kuat tekan, sehingga beton masih digunakan sebagai bahan utama bangunan.

Beton normal merupakan beton yang umum digunakan pada dunia konstruksi. Beton normal ialah beton yang memiliki berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah, dengan kekuatan  $f'_c < 40$  MPa. Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor antara lain: faktor air semen, perbandingan bahan-bahannya, mutu bahan-bahannya, susunan butiran agregat yang dipakai, ukuran maksimum agregat yang dipakai, bentuk butiran agregat, dan perawatan beton.

#### **3.2 Beton Serat**

Menurut *ACI Commite 544*, beton serat (*Fiber Reinforced Concrete*) adalah beton yang terbuat dari campuran *sement Portland*, agregat halus dan agregat kasar, air, serta sejumlah kecil serat (*fiber*). Penggunaan serat pada adukan beton akan mengakibatkan berkurangnya sifat mudah dikerjakan (*workability*) sehingga sulit untuk diaplikasikan serta dapat terjadi *segregasi* diakibatkan pemadatan yang berlebihan. Serat dalam beton berfungsi untuk mengatasi kelemahan beton yaitu pada kuat tarik, diharapkan dengan adanya penambahan serat pada adukan beton dapat mencegah terjadinya retak-retak, sehingga beton menjadi *ductile* (liat) bila dibandingkan dengan beton normal. Penggunaan serat pada beton memiliki kadar optimum yang dapat mempengaruhi kualitas beton. Penambahan serat yang sedikit

ataupun terlalu banyak juga tidak berpengaruh terhadap kualitas yang dihasilkan, sehingga perlu kadar optimum yang dapat menghasilkan efek baik pada beton. Kadar optimum dipengaruhi oleh jenis serat yang digunakan dan aspek rasio perbandingan panjang dan diameter dari jenis serat yang digunakan.

Menurut Malino, dkk (2019) perbaikan yang dialami beton dengan adanya penambahan serat antara lain:

1. Daktilitas meningkat
2. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*)
3. Kekuatan lentur dan tarik meningkat
4. Penyusutan berkurang

### **3.3 Bahan Penyusun Beton**

Bahan penyusun beton secara umum terdiri dari beberapa macam bahan meliputi, air, semen Portland, agregat kasar, agregat halus, serta bahan tambah jika diperlukan. Setiap bahan yang digunakan memiliki fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda dan memiliki persyaratan tertentu dalam penyusunannya.

#### **3.3.1 Air**

Dalam proses pembuatan campuran beton, air akan bereaksi dengan semen sehingga membentuk pasta semen dan menjadi perekat antar butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Penggunaan air yang terlalu banyak dapat menurunkan kekuatan beton dan membuat beton menjadi keropos sehingga penambahan air pada campuran beton perlu diperhatikan. Air yang digunakan dapat berupa air tawar, sungai danau, kolam, dan lainnya. Air laut umumnya mengandung larutan garam, larutan garam dalam air laut dapat mengurangi kualitas beton hingga 20%. Penggunaan air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton bertulang karena dapat menimbulkan risiko terhadap karat lebih besar.

#### **3.3.2 Semen Portland**

Semen Portland merupakan bahan penyusun beton yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi beton. Menurut ASTM C-150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu

atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambah yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen berfungsi sebagai pengikat antar butiran-butiran agregat sehingga menjadi satu kesatuan yang padat dan kompak. Semen yang akan digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dan sesuai dengan perencanaan bangunan yang dirancang. Penggunaan semen yang berbeda-beda membuat semen dibagi menjadi 5 jenis semen sesuai dengan SNI 15-2049-2004 antara lain sebagai berikut.

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

### 3.3.3 Agregat

Agregat merupakan bahan penyusun beton yang memiliki komposisi campuran terbesar dalam campuran beton yang dapat membuat beton menjadi solid, agregat berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat yang digunakan sebagai bahan pengisi campuran beton harus memiliki bentuk yang baik (bulat mendekati kubus), kuat, bersih, permukaan tidak halus, dan memiliki gradasi yang baik. Agregat dipisahkan menjadi agregat alami dan agregat buatan yang dibedakan berdasarkan ukuran, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat kasar adalah kerikil dari batuan alam atau dihasilkan di industri pemecahan batu yang memiliki 3 golongan dapat dilihat pada Tabel 3.1 antara lain sebagai berikut.

Tabel 3.1 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Saringan (mm)	Presentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95 - 100	100	-
19	37 - 70	95 - 100	100
9,6	10 - 40	30 - 60	50 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: SNI-03-2834-2000

Agregat kasar yang akan digunakan harus dilakukan beberapa pemeriksaan untuk mengetahui kondisi agregat yang digunakan. Adapun pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat sebagai berikut.

a. Pemeriksaan berat jenis agregat

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu, dan angka penyerapan air agregat. Menurut SNI 03-1969-2008, pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dilakukan dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (3.1)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \quad (3.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \quad (3.3)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan:

$Ba$  = berat benda uji kering permukaan di dalam air (gram),

$Bj$  = berat jenis kering permukaan jenuh (gram), dan

$Bk$  = berat benda uji kering oven (gram).

b. Pemeriksaan modulus kasar butiran

Pemeriksaan modulus kasar butiran mengacu pada SNI 03-1968-1990, pengujian modulus halus butir/saringan agregat kasar. Pengujian modulus

halus butir/saringan agregat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

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

2. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran beragam yang mempunyai butiran terbesar 4,75 mm. Dalam pembuatan campuran beton, agregat halus harus memenuhi persyaratan gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

**Tabel 3.2 Gradasi Agregat Halus**

Lubang Saringan (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 – 70	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber: Tjokrodimulyo (2007)

Agregat halus yang akan digunakan harus dilakukan beberapa pemeriksaan untuk mengetahui kondisi agregat yang digunakan. Adapun pemeriksaan agregat halus dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Pemeriksaan berat jenis agregat

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

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{A}{B+S-C} \quad (3.6)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} = \frac{S}{B+S-C} \quad (3.7)$$

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

$$\text{Penyerapan air} = \frac{S-A}{A} \times 100\% \quad (3.9)$$

Keterangan:

$A$  = berat benda uji kering oven (gram),

$B$  = berat piknometer berisi air (gram),

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

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

b. Pemeriksaan modulus halus butiran

Pemeriksaan modulus halus butiran mengacu pada SNI 03-1968-1990, pengujian modulus halus butir/saringan agregat kasar. Pengujian modulus halus butir/saringan agregat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{MHB} = \frac{\text{jumlah berat tertinggal kumulatif}}{100} \quad (3.10)$$

c. Pemeriksaan kadar lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan untuk menentukan presentase kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus sebagai syarat untuk bahan konstruksi bangunan. Berdasarkan PUBI di Indonesia 1982 syarat yang diperbolehkan adalah berat bagian yang lolos saringan ayakan 200 untuk pasir maksimal 5%. Pengujian kadar lumpur menurut SNI 03-4142-1996, pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan sebagai berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (3.11)$$

Keterangan :

$A$  = berat kering sebelum dicuci (gram), dan

$B$  = berat kering setelah dicuci (gram).

d. Pemeriksaan berat volume gembur dan berat volume padat

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat volume agregat halus baik berat volume gembur maupun berat volume padat. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-4804-1998 dengan cara sebagai berikut.

$$M = \frac{G-T}{V} \quad (3.12)$$

Keterangan:

$M$  = berat isi agregat ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),

$G$  = berat agregat dan penakar (kg),

$T$  = berat penakar (kg), dan

$V$  = volume penakar ( $\text{m}^3$ ).

#### 3.3.4 Tetes Tebu (*molase*)

Tetes tebu (*molase*) merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan pada pabrik gula yang merupakan hasil kristalisasi gula yang dilakukan berulang-ulang secara terus menerus sehingga tidak memungkinkan diproses kembali. Pada umumnya masyarakat memanfaatkan limbah tetes tebu sebagai campuran pada pakan ternak. Seiring perkembangan jaman, limbah tetes tebu tidak hanya digunakan sebagai bahan campuran pada pakan ternak melainkan sudah digunakan dalam dunia konstruksi. Menurut Olbrich (2006) dalam Agus Santoso (2012), limbah tetes tebu mengandung 32% *sukrosa*, 14% *glukosa*, dan 16% *fruktosa* sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan tambah campuran beton. Penggunaan limbah tetes tebu (*molase*) sebagai bahan tambah pada campuran beton mampu meningkatkan kelecakan (*workability*) pada beton sehingga beton mudah untuk dikerjakan.

#### 3.3.5 Serat *Polypropylene*

Serat *polypropylene* merupakan bahan dasar untuk memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik seperti botol minuman, pembungkus makanan dan lain-lain. Seiring berkembangnya jaman, inovasi dalam teknologi bahan konstruksi



penggunaan serat *polypropylene* tidak hanya digunakan sebagai bahan dasar dari plastik melainkan juga dapat digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia  $C_3H_6$  yang berupa filament tunggal ataupun jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang 6mm sampai 50 mm dan memiliki diameter 8–9 mikron (Hasan, 2013). Serat ini merupakan serat yang memiliki berat jenis yang rendah dan tidak menyerap air, sehingga serat ini tidak merubah fisik beton secara signifikan namun dapat merubah sifat mekanik beton (Mulyono, 2003). Serat *polypropylene* merek *Fosroc PPF* memiliki panjang serat 12 mm dan 6 mm dengan diameter 18-30 mikron serta memiliki modulus young sebesar 5500-7000 Mpa dan kuat tarik sebesar 350 N/mm<sup>2</sup>.

Menurut Dina (1999) dalam Kartini (2007) terdapat beberapa keuntungan penggunaan serat *polypropylene* dalam campuran beton adalah sebagai berikut.

1. Memperbaiki daya ikat matriks beton pada saat *pre-hardening stage* sehingga dapat mengurangi keretakan akibat penyusutan.
2. Memperbaiki ketahanan terhadap kikisan.
3. Memperbaiki ketahanan terhadap tumbukan.
4. Memperbaiki ketahanan terhadap penembusan air dan bahan kimia
5. Memperbaiki keawetan beton.

### **3.4 Perencanaan Campuran Beton**

Pada penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran beton sesuai dengan SNI-03-2834-2000. Penggunaan metode ini salah satu upaya untuk menghasilkan beton yang sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Berikut perencanaan campuran beton menurut SNI-03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menetapkan kuat tekan yang direncanakan saat pengujian beton setelah umur 28 hari. Pada penelitian ini kuat tekan rencana yang digunakan sebesar ( $f'_c$ ) 20 MPa.
2. Menentukan nilai standar deviasi standar (sd) berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran beton. Jika jumlah data benda uji yang

digunakan kurang dari 30 benda uji maka dilakukan koreksi dengan angka pengali standar deviasi (Tabel 3.3) dan bila benda uji yang digunakan kurang dari 15 benda uji, maka mengguankan nilai tambah (M) diambil tidak kurang dari 12 MPa.

**Tabel 3.3 Faktor Pengali Deviasi Standar**

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
< 15	-
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥ 30	1,00

Sumber: SNI-03-2834-2000

3. Nilai tambah (M) untuk kuat tekan rencana dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.13 berikut.

$$M = 1,64 \times Sd \times k \quad (3.13)$$

dengan:

- M = Nilai tambah (MPa)  
 1,64 = Ketetapan  
 Sd = Deviasi standar rencana (MPa)  
 k = Faktor Pengali deviasi standar

4. Menentukan kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f'_{cr}$ ) dengan menggunakan Persamaan (3.13). Kuat tekan yang disyaratkan ditentukan berdasarkan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat.

$$f'_{cr} = f'c + M \quad (3.14)$$

dengan:

- $f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (MPa)  
 $f'c$  = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa)  
 M = Nilai tambah (MPa)

5. Menentukan jenis tipe semen yang digunakan untuk perencanaan campuran beton, tipe semen harus ditetapkan untuk menentukan nilai faktor air semen.
6. Menentukan jenis agregat yang digunakan sebagai bahan campuran beton, berdasarkan SNI-03-2834-2000 agregat halus dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan gradasinya, yaitu, pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Sedangkan agregat kasar dibagi menjadi dua kelompok, yaitu batu alam dan batu tidak alami (batu pecah). Penelitian ini menggunakan agregat halus pasir agak kasar dan agregat kasar batu pecah.
7. Menentukan nilai faktor air semen (FAS), yaitu perbandingan penggunaan jumlah air dengan berat semen yang digunakan pada campuran beton. Untuk mencari nilai faktor air semen dapat menggunakan Tabel 3.4 maupun dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.1.

**Tabel 3.4 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan fas Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dan Lingkungan Khusus**

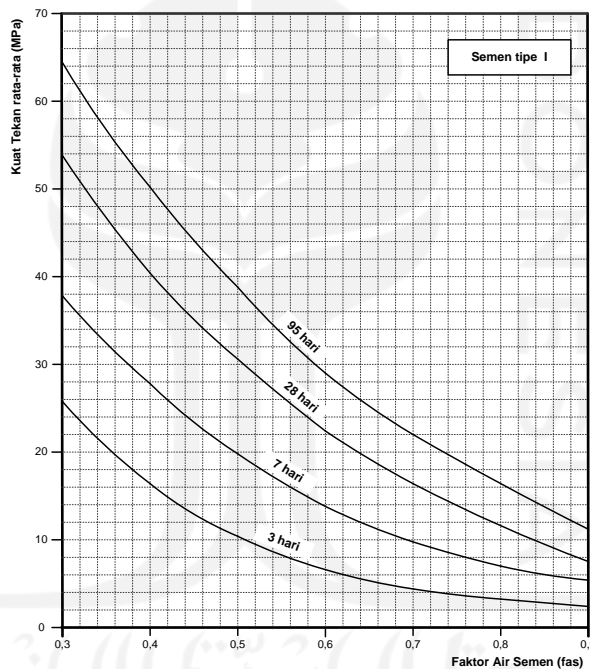
Jenis Pembetonan		Jumlah Semen minimum per-m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan			
a.	keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b.	keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan			
a.	tidak terlindung dari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

Sumber: SNI-03-2834-2000

**Tabel 3.5 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 Batu pecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber: SNI-03-2834-2000



**Gambar 3.1 Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas) (Benda Uji Silinder Diameter 150 mm dan Tinggi 300 mm)**

Sumber: SNI-03-2834-2000

8. Menentukan nilai *slump* yang merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Nilai *slump* digunakan sebagai patokan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*).
9. Menghitung kadar air bebas agregat campuran dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.15 berikut

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk \quad (3.15)$$

dengan:

$Wh$  = Perkiraan Jumlah air untuk agregat halus

$Wk$  = Perkiraan Jumlah air untuk agregat kasar

Nilai  $Wh$  dan  $Wk$  diperoleh dari Tabel 3.6 berikut.

**Tabel 3.6 Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Bebas (kg/m<sup>3</sup>)**

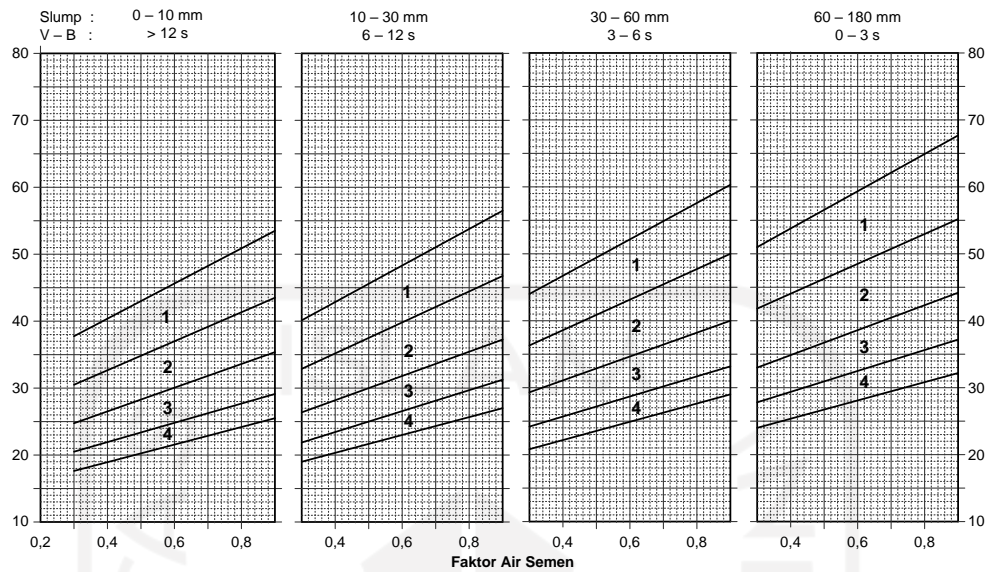
Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI-03-2834-2000

10. Jumlah kadar air semen yang dipakai per m<sup>3</sup> beton dihitung.
  - a. Dengan menggunakan tabel  
Tabel yang digunakan adalah Tabel 3.4 yang telah tertera dalam perhitungan nilai fas dalam kondisi lingkungan beton
  - b. Dengan menggunakan rumus  
Jumlah kadar semen yang dipakai per m<sup>3</sup> dapat dihitung dengan Persamaan 3.16 berikut.

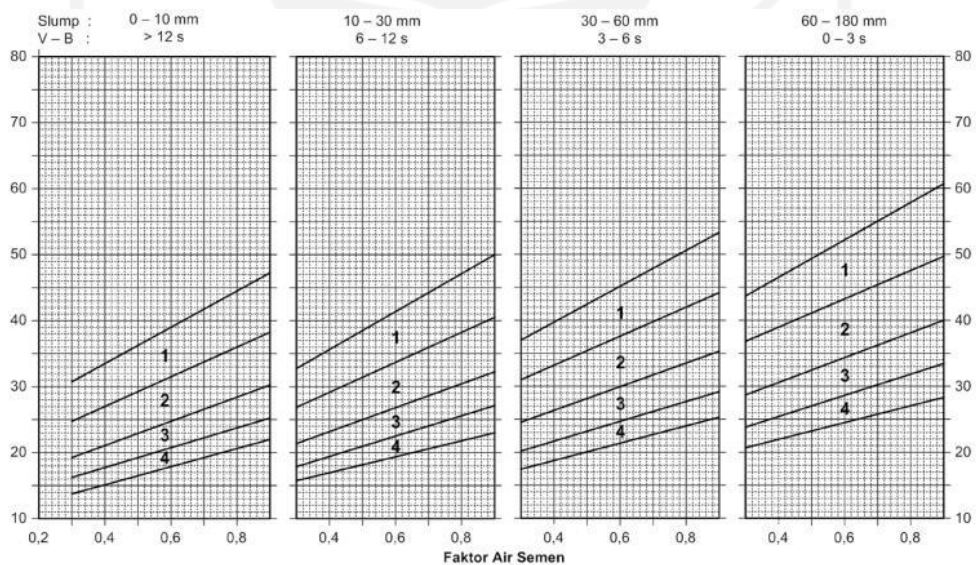
$$\text{Jumlah semen minimum per m}^3 \text{ beton} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{FAS}} \quad (3.16)$$

11. Menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut.



**Gambar 3.2 Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm**

Sumber: SNI-03-2834-2000



**Gambar 3.3 Persen Pasir terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm**

Sumber: SNI-03-2834-2000

Adapun cara untuk menentukan presentase agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan grafik diatas sebagai berikut.



- 1) Pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 di atas, tentukan grafik sesuai dengan ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan dan nilai *slump* yang digunakan.
- 2) Menarik garis vertikal ke atas sampai kurva yang paling atas yang menunjukkan daerah gradasi pasir
- 3) Kemudian, menarik garis horizontal ke kanan berdasarkan gradasi agregat halus, baik batas atas kurva maupun batas bawah kurva dan catat nilainya.
- 4) Mengambil nilai rata-rata dari kedua nilai tersebut.

Pada perhitungan nilai presentase agregat kasar dapat dihitung menggunakan persamaan 3.17 berikut.

$$\text{Nilai presentasi agregat kasar} = 100\% - \text{Presentase agregat halus} \quad (3.17)$$

12. Menghitung berat jenis agregat gabungan diambil berdasarkan data hasil pengujian agregat di laboratorium dengan menggunakan persamaan 3.18 berikut.

$$BJ_{AG} = (\%AH \times BJ_{AH}) + (\%AK \times BJ_{AK}) \quad (3.18)$$

dengan:

$BJ_{AG}$  = Berat jenis agregat gabungan

$BJ_{AH}$  = Berat jenis agregat halus

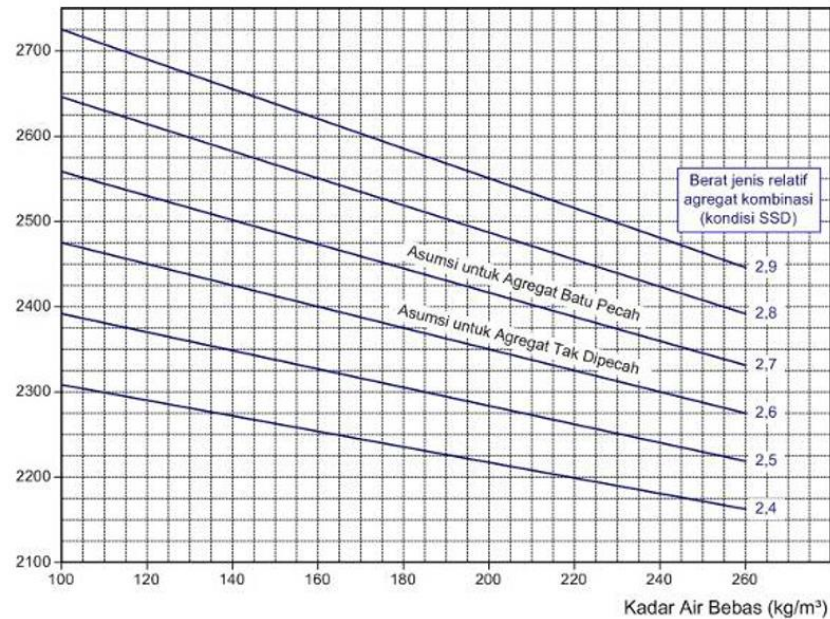
$BJ_{AK}$  = Berat jenis agregat kasar

$\%AH$  = Presentase agregat halus

$\%AK$  = Presentase agregat kasar

13. Mencari nilai berat isi beton dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.4 berikut.





**Gambar 3.4 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan**  
Sumber: SNI-03-2834-2000

Adapun langkah-langkah untuk menentukan nilai berat isi beton dengan menggunakan grafik di atas sebagai berikut.

- a. Pada Gambar 3.4 di atas, menarik garis sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan sejajar dengan garis linier yang telah ada pada grafik,
  - b. Kemudian menarik garis vertikal keatas sampai memotong garis yang telah dibuat sebelumnya sesuai dengan nilai kadar air bebas yang telah ditentukan sebelumnya, kemudian tarik garis horizontal ke kiri pada perpotongan kedua garis kemudian catat nilainya.
14. Menghitung proporsi agregat gabungan dengan menggunakan Persamaan 3.19 berikut.

$$\text{Agregat gabungan} = \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} \quad (3.19)$$

15. Menghitung proporsi masing-masing agregat menggunakan Persamaan 3.20 dan Persamaan 3.20 berikut.

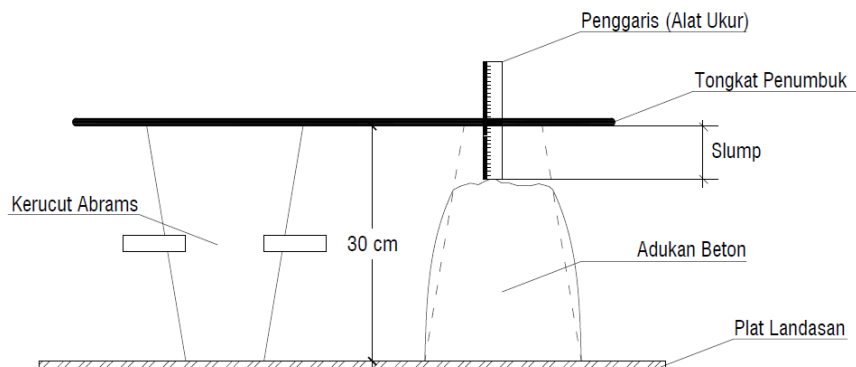
$$\text{Agregat halus} = \% \text{ agregat halus} \times \text{agregat gabungan} \quad (3.20)$$

$$\text{Agregat kasar} = \% \text{ agregat kasar} \times \text{agregat gabungan} \quad (3.21)$$

16. Menghitung proporsi campuran (agregat dalam kondisi SSD) dan kemudian didapatkan proporsi campuran secara teoritis untuk setiap 1 m<sup>3</sup> beton.
17. Menghitung berat masing – masing bahan setiap variasi campuran ditambah faktor keamanan dari setiap proporsinya.

### 3.5 Slump

*Slump* beton merupakan nilai tingkat kelecakan beton yang mempengaruhi *workability* dalam proses pengerjaan. Besaran nilai *slump* sangat berpengaruh pada mudah tidaknya dalam proses pengerjaan dan memiliki kaitan tingkat keenceran adukan beton segar. Nilai *slump* yang semakin rendah maka semakin kental adukan beton sehingga sulit untuk dikerjakan, sedangkan semakin tinggi nilai *slump* maka semakin cair adukan beton dan semakin mudah dikerjakan. Nilai *slump* juga dipengaruhi oleh faktor air semen (fas), semakin tinggi nilai fas maka nilai *slump* akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen. Untuk mengetahui nilai *slump* dapat dilakukan pengujian *slump* dengan cara menggunakan kerucut Abrams yang dilakukan pada saat kondisi beton segar dengan cara memasukkan beton segar ke dalam kerucut abrams setiap 1/3 tinggi kerucut, kemudian dipadatkan menggunakan besi baja sebanyak 25 kali hingga terisi penuh. Kemudian kerucut abrams diangkat secara konstan lalu diukur penurunan beton segar terhadap tinggi kerucut abrams, maka penurunan tersebut menunjukkan nilai *slump*.



**Gambar 3.5 Pengukuran Nilai Slump**

### 3.6 Curing

*Curing* merupakan tahapan terakhir pekerjaan pembeconan, yaitu proses menjaga agar permukaan beton tetap lembab sejak pemadatan hingga proses hidrasi sempurna selama 28 hari. Proses *curing* penting dilakukan untuk menjaga kelembaban beton tetap terjaga sehingga air dalam beton segar tidak hilang yang diperlukan untuk proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung sempurna. *Curing* juga berfungsi agar permukaan beton tidak mengalami retak-retak akibat dari air dalam beton menguap sehingga beton kekurangan air pada saat proses hidrasi. Dalam kondisi tertentu proses curing dapat dilakukan dalam berbagai cara tergantung dengan ukuran beton yang akan di *curing*. Adapun cara perawatan beton berdasarkan ukuran sebagai berikut.

1. Beton berukuran kecil
  - a. Meletakkan beton di dalam ruangan yang lembab.
  - b. Meletakkan beton di atas genangan air.
  - c. Meletakkan beton di dalam air.
2. Beton berukuran besar
  - a. Menyelimuti permukaan beton dengan karung goni yang dapat menyerap air.
  - b. Menggenangi permukaan beton dengan air (khusus plat lantai beton)
  - c. Melakukan penyiraman secara berkala terhadap permukaan beton.

### 3.7 Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990, 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. Nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh umur beton, dimana beton akan mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan pada umur 28 hari.

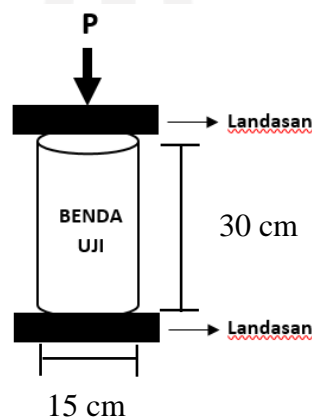
Berdasarkan SNI 03-1974-2011, nilai kuat tekan dapat dihitung menggunakan persamaan 3.22 berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.22)$$

Dengan:

- $f'c$  = Kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup>)
- $P$  = Beban maksimum (N)
- $A$  = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Benda uji yang digunakan pada pengujian kuat tekan beton berupa beton silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sketsa pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



**Gambar 3.6 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton**

### 3.8 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik merupakan bagian yang penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air, suhu dan pembebanan. Kuat tarik pada beton memiliki nilai

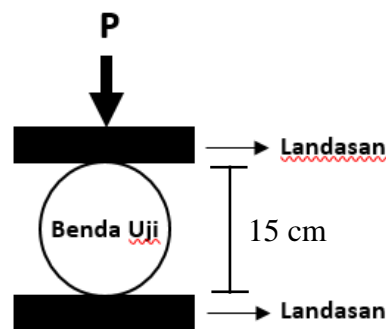
variasi antara 9 – 15% dari kuat tekannya (Prasetya: 2018). Nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (SNI 03-2491-2002). Rumus yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat tarik belah beton dapat dilihat pada persamaan 3.23 berikut.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3.23)$$

dengan:

- $f_{ct}$  = Kuat tarik belah beton ( $\text{N/mm}^2$ )
- $P$  = Beban Maksimum (N)
- $L$  = Panjang benda uji pada bagian tertekan (mm)
- $D$  = Diameter benda uji (mm)

Berikut ini merupakan sketsa pembebanan pada pengujian kuat tarik belah beton sebagai berikut.



**Gambar 3.7 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

### 3.9 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas beton adalah nilai tegangan dibagi regangan beton dalam kondisi elastis dimana tegangan mencapai 40% dari kuat tekan maksimum (SNI 03-4169-1996). Pada umumnya kurva regangan dan tegangan yang terjadi pada beton saat nilai 40% dari  $f'_c$  dianggap dalam kondisi yang linier dan sudah mendekati

70% tegangan hancur, pada saat kondisi hancur material banyak kehilangan kekakuannya sehingga menjadikan kurva tidak linier (Prasetya : 2018). Perhitungan Modulus elastisitas dapat dihitung menggunakan rumus SNI 03 4169 1996 pada persamaan 3.24 berikut.

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0,000050} \quad (3.24)$$

dengan:

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (MPa)

$S_2$  = Kuat Tekan pada saat 40% dari beban maksimum, dalam MPa

$S_1$  = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai  $\varepsilon_1 = 0,00005$

$\varepsilon_2$  = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat  $S_2$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3.25)$$

dengan:

$\Delta L$  = Deformasi longitudinal (mm)

$L_0$  = Tinggi efektif pengukuran (mm)

Menurut SNI-2847-2013 Pasal 8.5.1, modulus elastisitas untuk beton normal dengan  $w_c$  antara 1440 dan 2560 kg/m<sup>3</sup> dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$E_c = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f'_c} \quad (3.26)$$

dan

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} \quad (3.27)$$

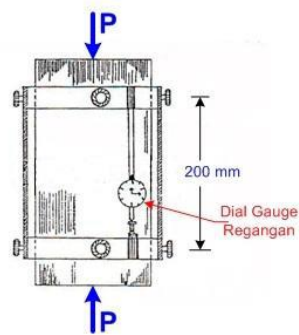
dengan:

$E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)

$W_c$  = Berat isi beton ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

Pengujian modulus elastisitas beton dapat dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat *dial gauge*. Sketsa pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



**Gambar 3.8 Sketsa Pengujian Modulus Elastisitas**

Sumber : Panduan Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia, (2015)

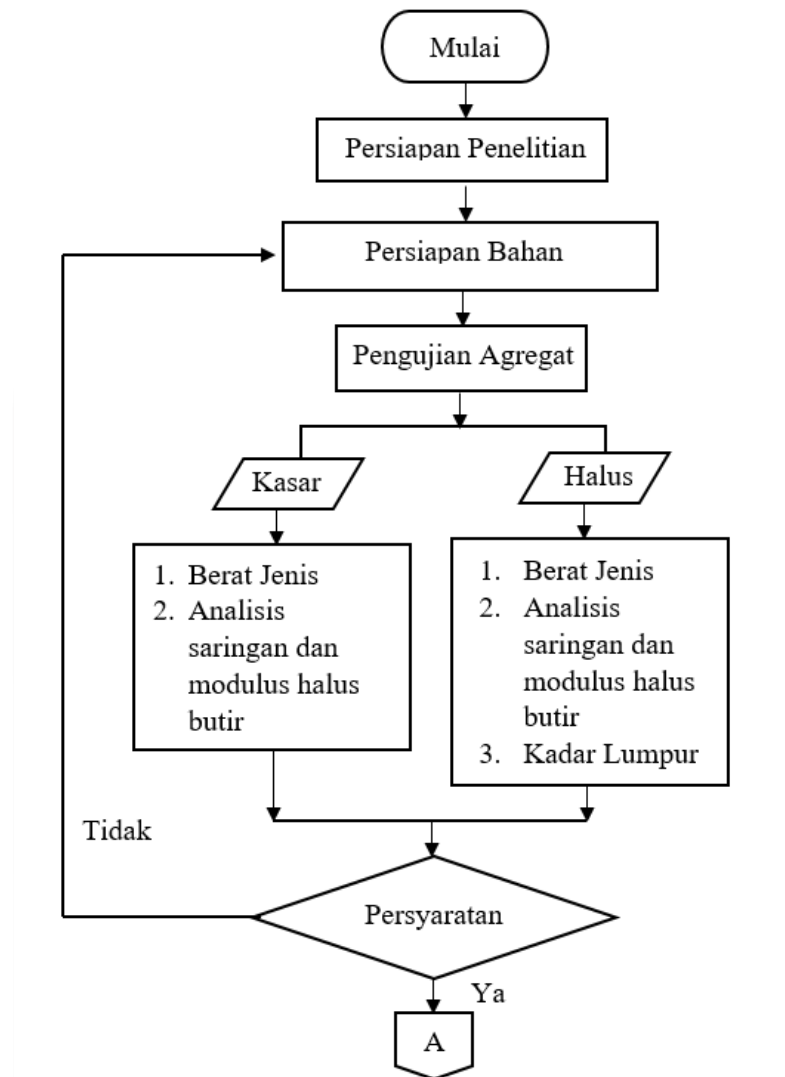


## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

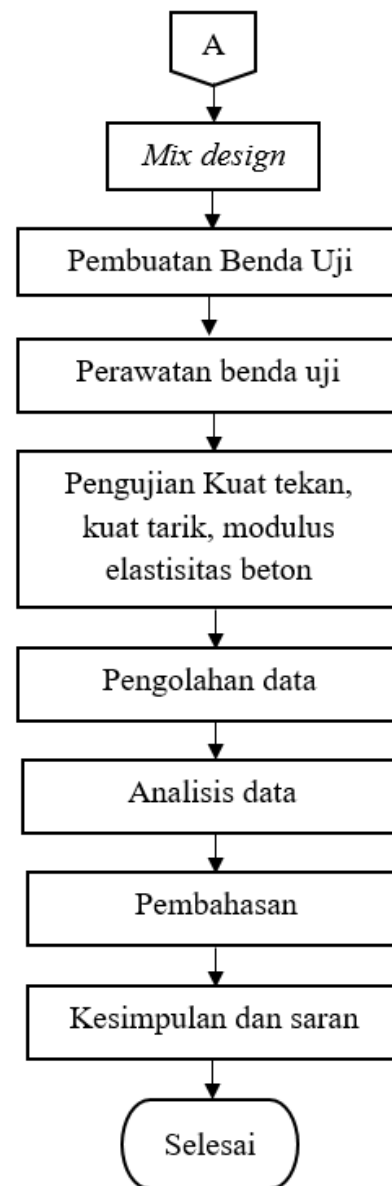
#### **4.1 Tinjauan Umum**

Metode penelitian merupakan langkah-langkah yang dimiliki dan dilakukan oleh peneliti untuk memberikan gambaran rancangan penelitian yang selanjutnya akan diolah dan dianalisis. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini menggunakan benda uji beton berserat *polypropylene* yang dicampurkan dengan limbah tetes tebu (*molase*) dengan variasi 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molase*) terhadap beton berserat *polypropylene*. Tahapan penelitian ini dapat dilihat secara keseluruhan pada bentuk bagan alir penelitian sebagai berikut.



**Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian**





Lanjutan Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

#### 4.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel bebas, meliputi kadar bahan tambah limbah tetes tebu (*molase*) dengan variasi 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35%

2. Variabel tetap, meliputi kadar serat *polypropylene* sebesar  $0,6 \text{ kg/m}^3$  terhadap volume beton, kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 20 MPa, dimensi benda uji silinder 15 cm x 30 cm, dan umur pengujian beton setelah umur 28 hari.
3. Variabel terikat, meliputi hasil dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah beton, dan modulus elastisitas beton.

### 4.3 Bahan Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini bahan dan material yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Agregat  
Agregat yang digunakan dalam penelitian ini terdapat agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus yang digunakan merupakan agregat yang berasal dari Merapi yang lolos saringan 4,80 mm dan agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimal 20 mm yang berasal dari Clereng, Kulon Progo.
2. Semen Portland  
Semen Portland yang digunakan merupakan semen dengan merek Semen Gresik.
3. Serat *Polypropylene*  
Serat *polypropylene monofilament* yang digunakan adalah merek *Fosroc PPF* dengan panjang 12 mm dengan diameter 18-30 mikron.
4. Tetes Tebu (*molase*)  
Tetes tebu yang digunakan berasal dari Pabrik Gula Madukismo, Bantul, D.I Yogyakarta.
5. Air  
Air yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan air berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

### 4.4 Peralatan

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan untuk menunjang pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut.

#### 4.4.1 Alat Pembuatan Benda Uji

Alat yang digunakan pada pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji**

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Alat Tulis	Menulis dan menandai benda uji.
2	Saringan Agregat Halus	Mengayak agregat halus (krikil)
3	Saringan Agregat Kasar	Mengayak agregat halus (pasir)
4	Ember	Menampung agregat
5	Palu Karet	Memadatkan adukan pada cetakan silinder
6	Talam	Menampung semen maupun serat <i>polypropylene</i>
7	Gelas Ukur	Mengukur takaran air dan tetes tebu ( <i>molase</i> )
8	Sendok Semen (Cetok)	Meratakan campuran atau adonan beton
9	Penggaris	Mengukur tinggi pengujian slump
10	Timbangan	Menimbang bahan uji
11	Kerucut Abrams	Untuk menguji slump
12	Mixer Beton	Untuk membuat campuran mortar beton
13	Sekop	Mengaduk dan memasukkan adukan ke dalam cetakan
14	Cetakan Silinder	Mencetak benda uji beton silinder
15	Tongkat Penumbuk (Linggis)	Memadatkan benda uji

#### 4.4.2 Alat Pengujian Benda Uji

Alat yang digunakan pada pengujian benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Peralatan Pengujian Benda Uji**

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Oven	Mengeringkan benda uji dari kadar air
2	<i>Compressing Test Machine (CTM)</i>	Menguji kuat tekan beton dan kuat tarik beton
3	Cetakan <i>Capping</i>	<i>Capping</i> benda uji
4	<i>Dial Gauge</i>	Membaca regangan beton

#### 4.5 Benda Uji

Pada penelitian menggunakan benda uji berupa beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian beton dilakukan pada umur beton setelah 28 hari dengan rincian jumlah benda uji sebagai berikut.

Tabel 4.3 Benda Uji

No.	Kode Benda Uji	Serat <i>Polypropylene</i> (kg/m <sup>3</sup> )	Limbah Tetes Tebu ( <i>molase</i> ) (0%)	Jumlah Sampel (Buah)
1	BN	0	0	10
2	BTT <sub>0</sub>	0,6	0	10
3	BTT <sub>0,05</sub>	0,6	0,05	10
4	BTT <sub>0,10</sub>	0,6	0,10	10
5	BTT <sub>0,15</sub>	0,6	0,15	10
6	BTT <sub>0,20</sub>	0,6	0,2	10
7	BTT <sub>0,25</sub>	0,6	0,25	10
8	BTT <sub>0,30</sub>	0,6	0,30	10
9	BTT <sub>0,35</sub>	0,6	0,35	10
Jumlah Total				90

Keterangan:

BN = Beton normal.

BTT<sub>0</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

BTT<sub>0,05</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,05% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

BTT<sub>0,10</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,10% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

BTT<sub>0,15</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,15% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

BTT<sub>0,20</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,20% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

BTT<sub>0,25</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,25% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen

BTT<sub>0,3</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,3% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

BTT<sub>0,35</sub> = Beton dengan campuran 0,6% serat *polypropylene* dari volume beton dan 0,35% limbah tetes tebu (*molase*) terhadap berat semen.

Pada penelitian ini masing-masing variasi penambahan tetes tebu menggunakan beton silinder sebanyak 5 buah digunakan untuk pengujian kuat tekan beton sekaligus pengujian modulus elastisitas dan sebanyak 5 buah beton silinder untuk pengujian kuat tarik beton.

#### **4.6 Tahapan Penelitian**

Pada penelitian Tugas Akhir ini tahapan penelitian menunjukkan langkah-langkah selama proses penelitian. Tahapan penelitian dibuat untuk dapat memudahkan dalam melakukan penelitian. Tahapan penelitian dapat dilihat sebagai berikut ini.

##### **4.6.1 Persiapan**

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka, literatur, persiapan bahan dan alat, serta persiapan laboratorium.

##### **4.6.2 Pemeriksaan Bahan Susun Beton**

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan penyusun beton guna memenuhi spesifikasi persyaratan yang ditentukan dalam perencanaan beton (*mix design*). Berikut merupakan macam-macam pemeriksaan yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar sebagai berikut.

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar mengacu pada SNI 03-1969-1990, prosedur pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat sebagai berikut.
  - a. Menimbang agregat kasar sebanyak 5000 gram dan mencuci agregat untuk menghilangkan debu yang melekat pada agregat.
  - b. Mengeringkan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ \text{C}$ .
  - c. Mengeluarkan agregat dari oven, kemudian mendinginkan agregat kasar pada suhu ruangan dan merendam dalam air selama 24 jam.
  - d. Mengeluarkan agregat dari air dan mengeringkan agregat menggunakan kain penyerap hingga air pada permukaan agregat hilang sehingga agregat dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD).
  - e. Menimbang benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh/SSD (Bj).



- f. Meletakkan agregat yang telah ditimbang ke dalam keranjang air, kemudian memasukkan keranjang ke dalam air, menggoncangkan agregat agar udara yang terperangkap keluar, serta mengukur beratnya di dalam air (Ba).
  - g. Memasukkan agregat ke dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ , selama  $\pm 24$  jam, kemudian menimbang agregat (Bk).
  - h. Rumus berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada persamaan (3.1), (3.2), (3.3), dan persamaan (3.4).
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus mengacu pada SNI 03-1970-1990, prosedur pemeriksaan agregat halus dapat dilihat 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 merendam agregat dalam air selama 24 jam.
  - c. Membuang air rendaman dengan perlahan dan tidak ada butiran yang terbang. Meletakkan agregat halus di atas talam dan dikeringkan pada udara panas dengan meratakan dan membalik-balikan agregat hingga dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD).
  - d. Memeriksa agregat dalam kondisi kering permukaan jenuh (SSD) dengan memasukkan agregat halus ke dalam kerucut terpuncung, kemudian melakukan pemadatan dengan cara ditumbuk sebanyak 25 kali. Keadaan kering permukaan jenuh (SSD) dimana apabila kerucut terpuncung diangkat, agregat halus runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
  - e. Mengambil sampel agregat halus yang sudah dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD) sebanyak 500 gram (S) dan memasukkan ke dalam piknometer, memasukkan air sulingan sampai 90% isi piknometer, kemudian piknometer diputar sambil diguncangkan sampai tidak terdapat gelembung udara yang terperangkap di dalamnya.
  - f. Merendam piknometer untuk menyesuaikan perhitungan terhadap suhu air standar  $25^\circ \text{C}$ .
  - g. Menambahkan air ke dalam piknometer sampai tanda batas.
  - h. Menimbang piknometer berisi air dan agregat halus (C)

- i. Mengeluarkan agregat halus dalam piknometer dengan hati-hati, jangan ada butiran yang terbang, kemudian tiriskan air dengan perlahan kemudian meletakkan agregat kedalam oven.
  - j. Mengeluarkan agregat halus dari oven, kemudian mendinginkan agregat halus dalam suhu ruangan dan menimbang (A).
  - k. Menimbang piknometer penuh air berisi air (B).
  - l. Rumus berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada persamaan (3.6), (3.7), (3.8), dan persamaan (3.9).
3. Pengujian berat volume padat/gembur agregat kasar dan agregat halus mengacu pada SNI 03-4804-1998, prosedur pemeriksaan berat volume padat dan volume gembur dapat dilihat sebagai berikut.
- a. Berat volume gembur
    - a. Menyiapkan agregat dalam kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
    - b. Mengisi penakar dengan agregat yang telah disiapkan hingga penuh dan meratakan permukaannya dengan batang perata.
    - c. Menimbang berat penakar dan isinya.
    - d. Menimbang berat penakar kosong
    - e. Menghitung berat isi gembur.
  - b. Berat volume padat
    - a. Menyiapkan agregat dalam kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
    - b. Mengisi penakar setiap 1/3 bagian dan ditumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali.
    - c. Melakukan langkah (2) hingga penuh dan meratakan permukaan penakar dengan batang perata.
    - d. Menimbang berat penakar dan isinya.
    - e. Menimbang berat penakar kosong
    - f. Menghitung berat isi padat.
4. Pengujian modulus halus butir/analisis saringan agregat kasar mengacu pada SNI 03-1968-1990, prosedur pemeriksaan modulus halus butiran/analisis saringan agregat kasar dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Menyiapkan agregat kasar dan mengeringkan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
  - b. Mendinginkan benda uji pada suhu ruangan.
  - c. Menimbang agregat kasar sebanyak 5000 gram.
  - d. Menyusun saringan/ayakan dari diameter besar berada paling atas yaitu 38 mm; 19 mm; 9,5 mm; 4,75 mm dan pan berada pada susunan paling bawah.
  - e. Meletakkan agregat ke dalam saringan yang telah disusun, kemudian meletakkan saring pada mesin penggoyang selama 10-15 menit.
  - f. Menuangkan sampel uji pada susunan saringan paling atas dan menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang selama 10-15 menit.
  - g. Menimbang masing-masing butiran yang tertahan atau tidak lolos saringan.
5. Pengujian modulus halus butir/analisis saringan agregat halus mengacu pada SNI 03-1968-1990, prosedur pemeriksaan modulus halus butiran/analisis saringan agregat halus dapat dilihat sebagai berikut.
- a. Menyiapkan agregat halus dan mengeringkan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
  - b. Mendinginkan benda uji pada suhu ruangan.
  - c. Menimbang agregat kasar sebanyak 2000 gram.
  - d. Menyusun saringan/ayakan dari diameter besar berada paling atas yaitu 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm dan pan berada pada susunan paling bawah.
  - e. Meletakkan agregat ke dalam saringan yang telah disusun, kemudian meletakkan saring pada mesin penggoyang selama 10-15 menit.
  - f. Menuangkan sampel uji pada susunan saringan paling atas dan menggoyangkan rangkaian saringan dengan mesin penggoyang selama 10-15 menit.
  - g. Menimbang masing-masing butiran yang tertahan atau tidak lolos saringan.
6. Pengujian kadar lumpur (lolos saringan no. 200) mengacu pada SNI 03-4142-1996, prosedur pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Menyiapkan agregat halus lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dalam keadaan kering oven sebanyak 500 gram (A).
- b. Meletakkan agregat halus dalam saringan no. 200 dan dialiri dengan air.
- c. Menggerakkan agregat halus dalam saringan dengan aliran air sehingga bagian yang halus lolos saringan no. 200 dan bagian kasar tertinggal dalam saringan.
- d. Mengulangi pekerjaan pada langkah (c) hingga air pada saringan jernih.
- e. Memindahkan agregat halus pada talam dengan hati-hati tanpa ada butiran agregat yang tertinggal pada saringan.
- f. Mengeringkan agregat kedalam oven.
- g. Mengeluarkan agregat dari oven, mendinginkan pada suhu ruangan, kemudian menimbang agregat kering oven (B).
- h. Rumus perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada persamaan 3.11

#### 4.6.3 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*mix design*) dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000. Perencanaan dilakukan setelah melakukan pemeriksaan berdasarkan hasil pemeriksaan masing-masing bahan susun. Perencanaan campuran bertujuan untuk menentukan jumlah proporsi campuran dan bahan tambah yang akan dibuat. Adapun proses perencanaan campuran secara lengkap dapat dilihat pada sub bab 4.6.6.

#### 4.6.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pada tahapan pembuatan benda uji ini dilakukan beberapa pekerjaan-pekerjaan. Pada penelitian ini dibuat beton normal dan beton berserat *polypropylene* dengan bahan tambah limbah tetes tebu (*molase*) dengan 9 variasi kadar tetes tebu (*molase*) yaitu 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% dari berat semen dan beton normal. Setiap variasi dibuat 10 sampel benda uji silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji sebagai berikut.

1. Mempersiapkan cetakan dengan membersihkan dari kerak-kerak dan sisa beton dan mengolesi dengan oli.

2. Menimbang material sesuai dengan perencanaan desain yang direncanakan sebelumnya.
3. Memasukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam *mixer* selama  $\pm 5$  menit hingga tercampur merata.
4. Memasukkan semen, serat *polypropylene*, air dan limbah tetes tebu (*molase*) ke dalam *mixer* dan diputar hingga adukan homogen.
5. Mengeluarkan adukan beton segar, kemudian dilakukan pengujian *slump*.
6. Setelah pengujian *slump* memenuhi/sesuai rencana, beton segar dituangkan ke dalam cetakan silinder setiap 1/3 bagian dari tinggi cetakan dan kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali secara merata, lakukan hingga cetakan penuh.
7. Meratakan permukaan cetakan beton dan didiamkan hingga beton mengeras sempurna selama  $\pm 24$  jam.
8. Membuka cetakan dan melakukan kodefikasi pada beton silinder, kemudian direndam dalam air selama 28 hari.

#### 4.6.5 Pengujian Benda Uji

Pada penelitian ini dilakukan 3 jenis pengujian beton untuk silinder yaitu kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, dan modulus elastisitas. Adapun pengujian benda uji sebagai berikut.

##### 1. Pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui besaran beban per satuan luas. Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-2011. Adapun prosedur pengujian kuat tekan beton dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Mengambil benda uji dari tempat perawatan beton dan membersihkan dari kotoran yang menempel pada benda uji.
- b. Mengukur dan menimbang benda uji.
- c. Melapisi permukaan atas benda uji dengan mortar belerang agar permukaan rata.
- d. Meletakkan benda uji pada mesin *Compressing Testing Mechine* (CTM) pada titik tengah bidang tekan, menjalankan mesin CTM dengan penambahan beban yang konstan.

- e. Pembebanan dilakukan hingga benda uji hancur, mencatat beban maksimum yang diterima benda uji.
2. Pengujian kuat tarik belah beton digunakan untuk mengetahui ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton. Pada penelitian ini pengujian kuat tarik belah beton mengacu pada SNI 03-2491-2000. Adapun prosedur pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat sebagai berikut.
    - a. Mengambil benda uji dari tempat perawatan beton dan membersihkan dari kotoran yang menempel pada benda uji.
    - b. Mengukur dan menimbang benda uji.
    - c. Memberi tanda benda uji, menarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji.
    - d. Meletakkan benda uji pada mesin pembebanan dengan garis tengah pada benda uji tegak lurus terhadap titik tengah bidang tekan.
    - e. Menjalankan mesin uji pembebanan dengan pemberian beban secara konstan, tanpa hentakan hingga benda uji hancur/terbelah.
    - f. Mencatat beban maksimum yang terjadi pada saat pengujian.
  3. Pengujian modulus elastisitas

Pada penelitian ini pengujian modulus elastisitas mengacu pada SNI 03-4169-1996 dilakukan menggunakan mesin uji tekan dan memasang alat ukur (*dial gauge*) arah longitudinal. Adapun prosedur pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat sebagai berikut.

    - a. Mengukur diameter benda uji pada permukaan bidang tekan.
    - b. Menimbang benda uji.
    - c. Memasangkan alat kompresometer-ekstensometer dan alat pengukur deformasi (*dial gauge*) pada benda uji.
    - d. Meletakkan benda uji pada mesin *Compressing Testing Mechine* (CTM) pada titik tengah bidang tekan, menjalankan mesin CTM dengan penambahan beban yang konstan.
    - e. Mencatat regangan/deformasi setiap peningkatan beban 10 kN.

#### 4.6.6 Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang didapatkan merupakan data dari hasil penelitian di laboratorium dan dilakukan pengolahan data sesuai dengan teori dan peraturan-peraturan yang sudah ada dengan bantuan program *Microsoft Excel*. Adapun cara pengolahan data dapat dilihat sebagai berikut.

##### 1. Pengujian agregat kasar

###### a. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Data yang dihasilkan dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar kemudian dilakukan pengolahan dengan menggunakan persamaan (3.1), (3.2), (3.3), dan persamaan (3.4) berikut.

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{Bj - Ba} \\ &= \frac{4942}{5000 - 3035} \\ &= 2,515 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} &= \frac{BJ}{Bj - Ba} \\ &= \frac{5000}{5000 - 3035} \\ &= 2,545 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{Bk - Ba} \\ &= \frac{4942}{4942 - 3035} \\ &= 2,592 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4942}{4942} \times 100\% \\ &= 1,174 \% \end{aligned}$$

Hasil pengujian dan perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.



**Tabel 4.4 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4942	4948
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3035	3033
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,515	2,516
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,545	2,542
Berat jenis semu (Bk/(Bk-Ba))	2,592	2,584
Penyerapan air ((Bj-Bk)/(Bk x 100%))	1,174	1,051

b. Analisis saringan dan modulus halus butiran agregat kasar

Data yang dihasilkan dari pengujian analisis saringan dan modulus halus butiran agregat kasar kemudian dilakukan pengolahan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB) sampel 1} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{657,160}{100} \\
 &= 6,572
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB) sampel 2} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{669,860}{100} \\
 &= 6,698
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir Rata-rata} &= \frac{6,572+6,698}{2} \\
 &= 6,635
 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian dan perhitungan analisis saringan dan modulus halus butiran agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5 Analisis Saringan Agregat Kasar**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)
40		0	0
20	69	1,380	1,380
10	3404	68,080	69,460
4.8	1413	28,260	97,720
Pan	114	2,280	
<b>Jumlah</b>	5000	100,000	657,160

c. 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 (3.12).

$$\begin{aligned} \text{Berat volume gembur} &= \frac{G-T}{V} \\ &= \frac{13692-6579}{5301,437} \\ &= 1,341 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat volume padat} &= \frac{G-T}{V} \\ &= \frac{14445-6579}{5301,437} \\ &= 1,483 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian dan perhitungan berat volume gembur dan berat volume padat dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.6 Berat Volume Gembur Agregat Kasar**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (T)	6579
Berat tabung + agregat SSd, gram (G)	13692

Lanjutan Tabel 4.6

Uraian	Nilai
Berat agregat, gram (G-T)	7113
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume gembur, gram/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1,342

Tabel 4.7 Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (T)	6579
Berat tabung + agregat SSd, gram (G)	14445
Berat agregat, gram (G-T)	7866
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1,484

## 2. Pengujian agregat halus

### a. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Data yang dihasilkan dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar kemudian dilakukan pengolahan dengan menggunakan (3.6), (3.7), (3.8), dan persamaan (3.9) berikut.

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis curah} &= \frac{A}{B + S - C} \\ &= \frac{485}{837 + 500 - 1144} \\ &= 2,513 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)} &= \frac{S}{B + S - C} \\ &= \frac{500}{837 + 500 - 1144} \\ &= 2,591 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis semu} &= \frac{A}{B + A - C} \\ &= \frac{485}{837 + 485 - 1144} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,725 \\
 \text{Penyerapan air} &= \frac{S}{B+S-C} \times 100\% \\
 &= \frac{500}{837+500 - 1144} \times 100\% \\
 &= 3,093 \%
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian dan perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

**Tabel 4.8 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat pasir mutlak, gram (A)	485	486
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (S)	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (C)	1144	1025
Berat piknometer berisi air, gram (B)	837	716
Berat jenis curah (A/(B + S - C))	2,513	2,545
Berat jenis kering muka (S/( B + S - C))	2,591	2,618
Berat jenis semu (A/(B + A - C))	2,725	2,746
Penyerapan air (S/( B + S - C)) x 100%	3,093	2,881

b. Analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus

Data yang dihasilkan dari pengujian analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus kemudian dilakukan pengolahan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB) sampel 1} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{235,650}{100} \\
 &= 2,356
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB) sampel 2} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{243,050}{100} \\
 &= 2,430
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir Rata-rata} &= \frac{2,356+2,430}{2} \\
 &= 2,394
 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian dan perhitungan analisis saringan dan modulus halus butiran agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut.

**Tabel 4.9 Analisis Saringan Agregat Halus**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)
40	-	0	0
20	-	0	0
10	-	0	0
4.8	4	0,200	0,200
2.4	85	4,250	4,450
1.2	274	13,700	18,150
0.6	562	28,100	46,250
0.3	571	28,550	74,800
0.15	340	17	91,800
Sisa	164	8,200	100
<b>Jumlah</b>	2000	100	235,650

c. Berat volume gembur dan volume padat agregat halus

Data yang dihasilkan dari pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat kasar kemudian dilakukan pengolahan dengan persamaan (3.12).

$$\begin{aligned}
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{G-T}{V} \\
 &= \frac{17459-10974}{5301,437} \\
 &= 1,223 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat volume padat} &= \frac{G-T}{V} \\
 &= \frac{19025-10974}{5301,437} \\
 &= 1,518 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian dan perhitungan berat volume gembur dan berat volume padat dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 berikut.

**Tabel 4.10 Berat Volume Gembur Agregat Halus**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (T)	6579
Berat tabung + agregat SSd, gram (G)	13692
Berat agregat, gram (G-T)	7113
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume gembur, gram/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1,342

**Tabel 4.11 Berat Volume Padat Agregat Halus**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (T)	6579
Berat tabung + agregat SSd, gram (G)	14445
Berat agregat, gram (G-T)	7866
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup> (G-T/V)	1,484

d. Kadar lumpur agregat halus

Data yang dihasilkan dari pengujian berat volume gembur dan volume padat agregat kasar kemudian dilakukan pengolahan dengan persamaan (3.11).

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar lumpur} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{500}{491} \times 100\% \\
 &= 1,8\%
 \end{aligned}$$

Hasil Pengujian dan perhitungan kadar lumpur agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

**Tabel 4.12 Kadar Lumpur Agregat Halus**

Uraian	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (w2)	491	491
Persentasi yang lolos ayakan No.200, % [ (w1 – w2) / w1] x 100%	1,8	1,8

3. Perencanaan campuran beton (*mix design*)

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana. Perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Pada perencanaan beton normal ini memiliki kuat tekan rencana 20 MPa yang perhitungannya sebagai berikut.

- a. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 20 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian setelah umur rencana 28 hari.
- b. Nilai tambah margin (M) karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.
- c. Kuat tekan beton rata-rata ditargetkan ( $f'cr$ )

$$\begin{aligned}
 f'cr &= f'c + M \\
 &= 20 + 12 \\
 &= 32 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- d. Jenis semen yang digunakan yaitu semen *Portland Composite Cement* (PCC) merek Semen Gresik.

- e. Jenis agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Gunung Merapi dan agregat kasar merupakan batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm dari Clereng, Kulon Progo.
- f. Faktor air semen (FAS), berdasarkan Tabel 4.4 perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan  $f_{as} = 0,50$  dengan nilai kuat tekan rata-rata 37 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah.

**Tabel 4.13 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan FAS = 0,5**

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk Uji
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	40	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber: SNI-03-2834-2000

- g. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana 60-180 mm.
- h. Kadar air bebas agregat campuran  
Ukuran agregat maksimum adalah 20 mm dan nilai slump rencana 60-180 mm sehingga dari Tabel 4.14 diperoleh nilai perkiraan jumlah air agregat halus ( $W_h$ ) adalah  $195 \text{ kg/m}^3$  dan untuk agregat kasar ( $W_k$ ) adalah  $225 \text{ kg/m}^3$  sehingga nilai kadar air bebas diperoleh sebagai berikut.

**Tabel 4.14 Perkiraan 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



Lanjutan Tabel 4.14

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 - 10			0 - 10
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	145	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI-03-2834-2000

Berdasarkan tabel di atas kadar air bebas dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

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

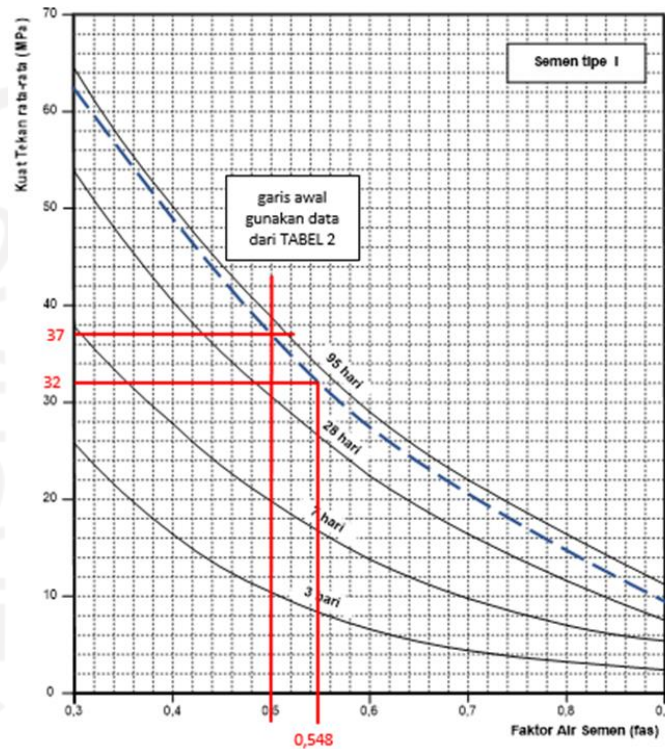
- i. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan di luar ruangan dan tidak terlindungi dari hujan serta terik matahari langsung sehingga kadar semen minimum dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 4.15 Persyaratan FAS dan Jumlah Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus**

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	0,6
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk ke dalam tanah		
a. mengalami pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		tabel 6

Sumber: SNI-03-2834-2000

Berdasarkan tabel di atas didapatkan jumlah semen minimum per- $m^3$  beton sebesar  $325 \text{ kg}/m^3$  dengan nilai fas maksimum sebesar 0,6. Berdasarkan grafik Gambar 4.2 didapatkan nilai faktor air semen sebesar 0,548.



**Gambar 4.2 Hubungan Antar Kuat Tekan dan Faktor Air Semen**

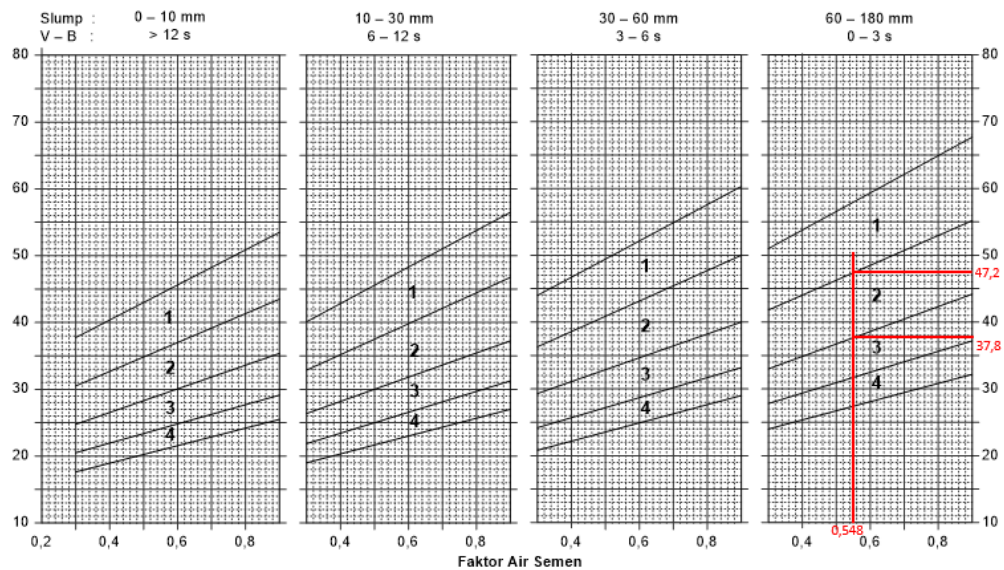
Sumber: SNI-03-2834-2000

Maka berdasarkan tabel dan grafik di atas jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar semen} &= \text{kadar air bebas} / \text{faktor air semen} \\ &= 205 / 0,548 \\ &= 374,088 \text{ kg}/m^3 \end{aligned}$$

j. Presentase agregat halus dan agregat kasar

Dengan mengacu pada slump 60-180 mm, faktor air semen 0,5 dan ukuran butiran maksimum 20 mm serta agregat halus berada pada daerah gradasi II, maka presentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai grafik Gambar 4.3 berikut ini.



**Gambar 4.3 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm**

Sumber: SNI-03-2834-2000

Nilai presentase agregat halus yang didapat dari grafik di atas yaitu berkisar 37,8% - 47,2%. Nilai yang digunakan adalah nilai rata-rata yaitu 42,50%.

Nilai presentase agregat kasar =  $100\% - \text{Presentase agregat halus}$   
 $= 100\% - 42,50\%$   
 $= 57,50\%$

k. Berat jenis agregat gabungan

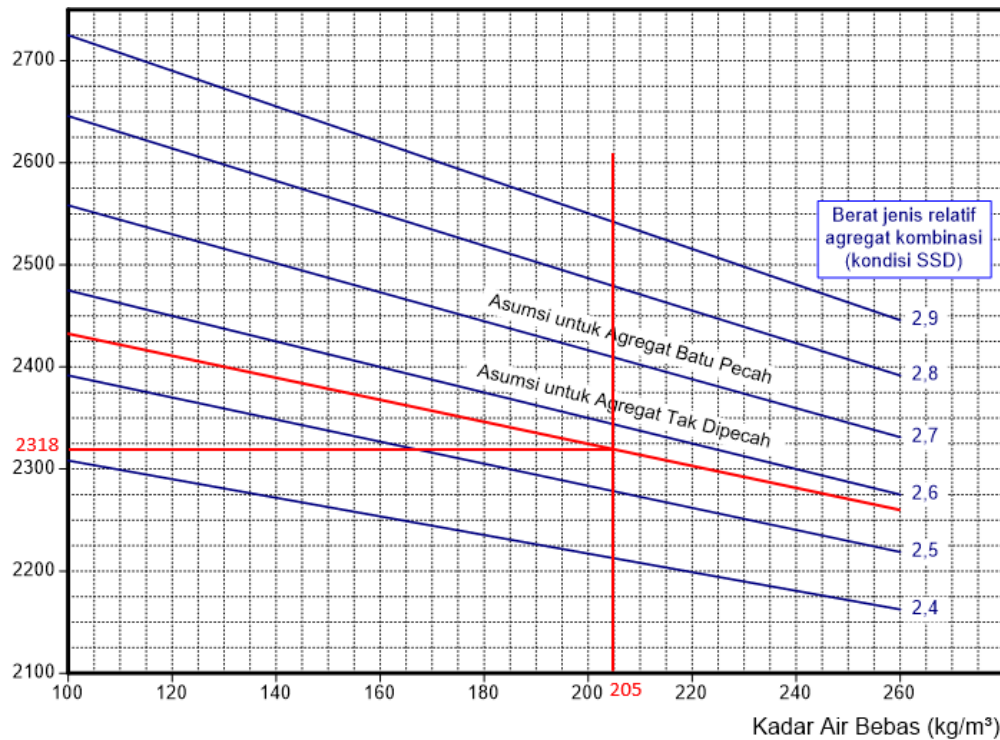
$$\text{Berat jenis agregat halus (bj}_{\text{ag-halus}}) = 2,604$$

$$\text{Berat jenis agregat kasar (bj}_{\text{ag-kasar}}) = 2,543$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat halus (bj}_{\text{ag-gab}}) &= \frac{P}{100} \cdot \text{bj}_{\text{ag-halus}} + \frac{K}{100} \cdot \text{bj}_{\text{ag-kasar}} \\ &= \frac{42,50}{100} \cdot 2,604 + \frac{57,50}{100} \cdot 2,543 \\ &= 2,569 \end{aligned}$$

l. Berat isi beton

Berat isi beton yang diperoleh dengan kadar air bebas  $205 \text{ kg/m}^3$  dan berat jenis agregat gabungan 2,569 maka diperkirakan berat isi beton dapat dilihat pada grafik Gambar 4.4 berikut.



**Gambar 4.4** Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang telah selesai dipadatkan  
Sumber: SNI-03-2834-2000

Berdasarkan grafik di atas didapatkan berat isi beton sebesar 2318 kg/m<sup>3</sup>.

m. Proposi agregat gabungan

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat gabungan} &= \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kebutuhan air} \\
 &= 2318 - 374,008 - 205 \\
 &= 1738,912 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

n. Proposi agregat halus

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat halus} &= \% \text{ agregat halus} \times \text{agregat gabungan} \\
 &= 42,50\% \times 1738,912 \\
 &= 739,038 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

o. Proposi Agregat kasar

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat kasar} &= \% \text{ agregat kasar} \times \text{agregat gabungan} \\
 &= 57,50\% \times 1738,912 \\
 &= 999,875 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

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

- 1) Semen = 374,088 kg
- 2) Air = 205 kg
- 3) Agregat halus = 739,797 kg
- 4) Agraget kasar = 999,875 kg

q. Proporsi campuran dengan angka penyusutan dalam penelitian ini digunakan sebesar 25%, maka didapatkan proporsi campuran untuk setiap 1 m<sup>3</sup> sebagai berikut

- 1) Semen = 374,088 + (374,088 x 25%)  
= 467,609 kg
- 2) Air = 205 + (205 x 25%)  
= 256,250 kg
- 3) Agregat halus = 739,797 + (739,797 x 25%)  
= 923,797 kg
- 4) Agregat kasar = 999,875 + (999,875 x 25%)  
= 1249,843 kg

r. Proporsi campuran setiap varian, pada penelitian ini digunakan benda uji silinder sebanyak 10 buah untuk setiap variasi.

$$\begin{aligned} \text{Volume 10 silinder (D=0,15 m; t=0,30)} &= 10 \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t \\ &= 10 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berat masing-masing bahan dalam setiao variasi (10 silinder)

- 1) Semen = Volume untuk setiap 1 m<sup>3</sup> × Volume benda uji  
= 467,609 × 0,053  
= 24,790 kg
- 2) Air = Volume untuk setiap 1 m<sup>3</sup> × Volume benda uji  
= 256,250 × 0,053  
= 19,585 kg

- 3) Agregat halus = Volume untuk setiap  $1 \text{ m}^3 \times$  Volume benda uji  
 $= 923,797 \times 0,053$   
 $= 48,975 \text{ kg}$
- 4) Agregat kasar = Volume untuk setiap  $1 \text{ m}^3 \times$  Volume benda uji  
 $= 1249,843 \times 0,053$   
 $= 66,260 \text{ kg}$

s. Hasil rekapitulasi perhitungan perencanaan campuran beton (*mix design*) dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut.

**Tabel 4.16 Rekapitulasi 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	20	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	-	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	32	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0,548		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0,6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0,548			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	374,088	kg/m3	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	374,088	kg/m3		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2,604			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2,543			
19	Persen Agregat Halus	42,5	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2,569			
21	Berat Isi Beton	2318	kg/m3	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1738,912	kg/m3	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	739,038	kg/m3	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	999,875	kg/m3	(22)-(23)	
No	Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
				Halus (kg)	Kasar (kg)
25	Proporsi Campuran Teoritis (Agregat Kondisi SSD)				
	* Setiap m3	374,088	205,000	739,038	999,875
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m3	19,832	10,868	39,180	53,008
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (25%)				
	* Setiap m3	467,609	256,250	923,797	1249,843
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m3	24,790	13,585	48,975	66,260
	Perbandingan	1	0,548	1,976	2,673



#### 4. Kuat tekan beton

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dapat dilakukan menggunakan persamaan (3.22). Berikut merupakan contoh perhitungan kuat tekan beton pada beton BTT-0-1 dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 149,300 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi} &= 300,187 \text{ mm} \\
 \text{Berat silinder} &= 12,445 \text{ kg} \\
 \text{Beban Maksimum} &= 385000 \text{ N} \\
 \text{Luas Penampang} &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\
 &= 0,25 \times \pi \times 149,300^2 \\
 &= 17506,909 \text{ mm}^2 \\
 \text{Berat volume} &= \frac{\text{berat} \times 10^9}{\text{luas penampang} \times \text{tinggi}} \\
 &= \frac{12,445 \times 10^9}{17506,909 \times 30,187} \\
 &= 2354,888 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Kuat tekan} &= \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas penampang}} \\
 &= \frac{385000}{17506,909} \\
 &= 21,9913 \text{ MPa} \\
 \text{Kuat tekan rata-rata beton Beton Normal (BN)} &= 21,314 \text{ MPa} \\
 \text{Kuat tekan rata-rata beton BTT-0} &= 20,458 \text{ MPa} \\
 \text{Presentase kuat tekan} &= \frac{\text{Kuat tekan rerata BTT-0\%} - \text{Kuat tekan rerata BN}}{\text{Kuat tekan rerata BN}} \\
 &= \frac{20,458 - 21,314}{21,314} \\
 &= - 4,018 \%
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji		Berat Benda Uji	Diameter	Tinggi	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(kg)	(cm)	(cm)	kN	(MPa)	(MPa)
BTT-BN	1	12,708	14,998	30,323	220	19,157	21,314
	2	12,541	14,990	30,313	212	18,481	
	3	12,794	15,027	30,283	289	25,071	
	4	12,674	15,057	30,323	239	20,651	
	5	12,689	15,067	30,147	269	23,212	
BTT-0	1	12,445	14,930	30,187	385	21,991	20,458
	2	12,469	15,000	30,405	350	19,806	
	3	12,649	15,113	30,303	345	19,231	
	4	12,615	15,103	30,273	355	19,815	
	5	12,457	15,020	30,167	380	21,446	
BTT-0,05	1	12,3	15,060	30,123	525	29,473	25,457
	2	12,442	15,093	30,342	405	22,636	
	3	12,56	15,155	30,300	520	28,827	
	4	12,514	15,115	30,387	385	21,456	
	5	12,367	15,087	30,247	445	24,893	
BTT-0,10	1	12,488	15,053	30,257	340	19,104	20,761
	2	12,399	15,297	30,202	405	22,038	
	3	12,522	15,200	30,328	380	20,941	
	4	12,566	15,105	30,323	425	23,717	
	5	12,519	15,160	30,318	325	18,005	
BTT-0,15	1	12,315	15,073	30,260	385	21,575	20,181
	2	12,38	14,907	30,342	395	22,633	
	3	12,368	14,963	30,380	310	17,628	
	4	12,41	15,053	30,273	289	16,238	
	5	12,288	15,028	30,323	405	22,832	
BTT-0,20	1	12,166	15,070	30,263	355	19,903	21,177
	2	12,016	14,873	30,087	385	22,159	



Lanjutan Tabel 4.17

Kode Benda Uji		Berat Benda Uji	Diameter	Tinggi	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(kg)	(cm)	(cm)	kN	(MPa)	(MPa)
	3	12,087	15,043	30,173	375	21,099	
	4	12,069	14,987	30,255	425	24,093	
	5	11,851	15,017	29,857	330	18,633	
BTT-0,25	1	12,395	14,983	30,510	215	12,194	18,004
	2	12,272	15,028	30,188	350	19,731	
	3	12,261	15,257	30,330	350	19,145	
	4	12,11	14,985	30,133	330	18,712	
	5	12,203	15,050	30,280	360	20,237	
BTT-0,30	1	12,355	15,063	30,140	305	17,115	17,271
	2	12,224	14,975	30,227	268	15,216	
	3	12,131	14,900	30,330	261	14,968	
	4	12,099	14,900	30,170	335	19,212	
	5	12,18	14,987	30,350	350	19,841	
BTT-0,35	1	12,104	14,952	30,360	295	16,802	14,865
	2	12,299	15,042	30,432	254	14,294	
	3	12,152	15,057	30,190	272	15,276	
	4	11,878	14,908	30,070	242	13,863	
	5	12,509	15,002	30,368	249	14,087	

#### 5. Kuat tarik belah beton

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan persamaan (3.23). Berikut merupakan contoh perhitungan kuat tekan beton pada beton BTT-0-6 dapat dilihat sebagai berikut.

Diameter = 150,152 mm

Tinggi = 300,130 mm

Berat silinder = 12,529 kg

Beban Maksimum = 109000 N

$$\begin{aligned}\text{Luas Penampang} &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times 150,152^2 \\ &= 18030,621 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat volume} &= \frac{\text{berat} \times 10^9}{\text{luas penampang} \times \text{tinggi}} \\ &= \frac{12,529 \times 10^9}{18030,621 \times 30,130} \\ &= 2306,251 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kuat tarik belah} &= \frac{2 \times \text{beban maksimum}}{\pi \times L \times D} \\ &= \frac{2 \times 109000}{\pi \times 300,130 \times 150,152} \\ &= 1,520 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\text{Kuat tarik rata-rata beton Beton Normal (BN)} = 1,559 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat tarik rata-rata beton BTT-0} = 1,970 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}\text{Presentase kuat tekan} &= \frac{\text{Kuat tekan rerata (BTT-0-6)} - \text{Kuat tekan rerata (BN)}}{\text{Kuat tekan rerata (BN)}} \\ &= \frac{1,970 - 1,559}{1,559} \\ &= 26,341 \%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan dan pengujian kuat tarik belah beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut.

**Tabel 4.18 Kuat Tarik Belah Beton**

Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)
BTT-BN	7	12,681	15,017	30,283	93	1,302
	8	12,613	15,110	30,063	97	1,359
	9	12,539	15,060	29,957	107	1,510
	10	12,575	15,073	30,217	113	1,579
						1,560

Lanjutan Tabel 4.18

Kode Benda Uji		Berat Benda Uji	Diameter	Tinggi	Beban Maksimum	Kuat Tarik	Kuat Tarik Rata-Rata
		(kg)	(cm)	(cm)	kN	(MPa)	(MPa)
BTT-0,05	6	12,360	14,970	30,280	130	1,826	1,970
	7	12,634	15,098	30,470	133	1,840	
	8	12,532	15,077	30,400	152	2,111	
	9	12,443	14,940	30,253	135	1,901	
	10	12,502	15,013	30,250	155	2,173	
BTT-0,10	6	12,414	15,087	30,123	132	1,849	1,594
	7	12,169	14,927	29,980	105	1,494	
	8	12,214	15,023	29,847	137	1,945	
	9	12,323	14,963	30,050	95	1,345	
	10	12,519	15,160	30,318	96	1,339	
BTT-0,15	6	12,336	15,003	30,430	108	1,506	1,609
	7	12,318	15,020	30,257	129	1,807	
	8	12,035	14,890	29,997	128	1,824	
	9	12,347	15,023	30,453	99	1,378	
	10	12,382	15,053	30,178	109	1,527	
BTT-0,20	6	11,751	14,832	30,112	120	1,711	1,788
	7	12,140	15,115	30,275	112	1,558	
	8	12,232	15,078	30,460	136	1,885	
	9	12,093	15,020	30,180	137	1,924	
	10	12,078	15,017	30,050	132	1,862	
BTT-0,25	6	12,124	15,013	30,070	135	1,904	1,976
	7	12,332	15,002	30,240	175	2,456	
	8	12,091	14,880	30,057	156	2,221	
	9	12,129	14,957	30,092	119	1,683	
	10	12,183	14,992	29,947	114	1,617	

Lanjutan Tabel 4.18

Kode Benda Uji		Berat Benda Uji	Diameter	Tinggi	Beban Maksimum	Kuat Tarik	Kuat Tarik Rata-Rata
		(kg)	(cm)	(cm)	kN	(MPa)	(MPa)
BTT-0,30	6	12,350	15,020	30,243	109	1,528	1,486
	7	12,113	15,025	30,067	137	1,931	
	8	12,522	15,110	30,267	116	1,615	
	9	12,210	58,553	30,330	106	0,380	
	10	12,194	14,984	30,320	141	1,976	
BTT-0,35	6	12,165	15,028	30,110	100	1,407	1,325
	7	12,408	14,995	30,257	89	1,249	
	8	12,242	15,053	30,222	88	1,231	
	9	12,211	14,972	30,258	106	1,490	
	10	12,215	14,980	30,290	89	1,249	

## 6. Modulus elastisitas beton

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai modulus elastisitas pada beton BTT-0,05-3 dengan data hasil pengujian sebagai berikut.

$$\text{Beban} = 10000 \text{ N}$$

$$L_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Pembacaan dial} = 8 \times 10^{-3}$$

$$\text{Luas penampang} = 18038,556 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-3}$$

$$= 0,004 \text{ mm}$$

$$\text{Regangan} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$= \frac{0,004}{200}$$

$$= 0,00002 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{10000}{18038,556} \\
 &= 0,5544 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

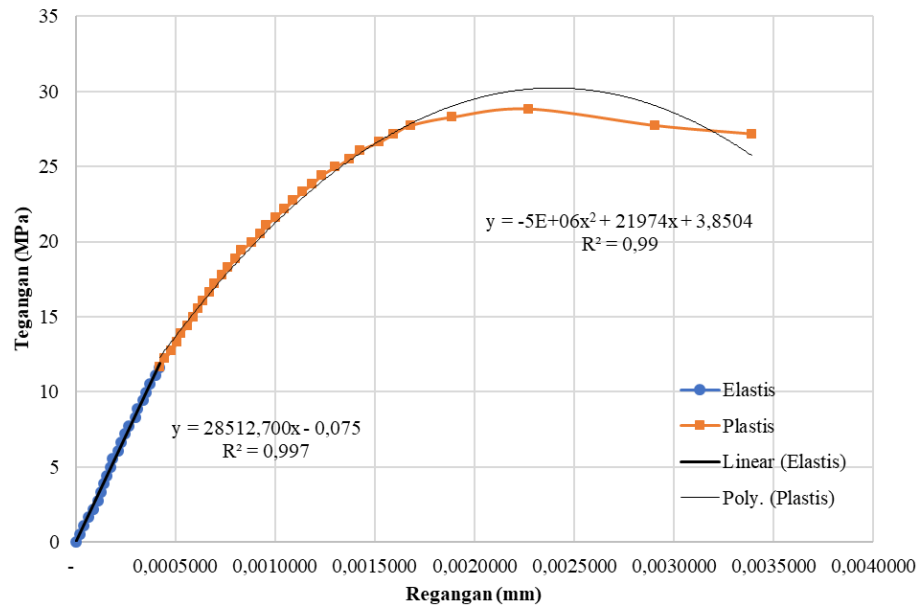
**Tabel 4.19 Regangan dan Tegangan Sampel BTT-0-4**

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	0,5544
20	20000	16	0,008	0,00004	1,1087
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6631
40	40000	34,5	0,01725	0,00008625	2,2175
50	50000	45	0,0225	0,0001125	2,7718
60	60000	50,5	0,02525	0,00012625	3,3262
70	70000	55,5	0,02775	0,00013875	3,8806
80	80000	62	0,031	0,000155	4,4349
90	90000	69,5	0,03475	0,00017375	4,9893
100	100000	73,5	0,03675	0,00018375	5,5437
110	110000	83,9	0,04195	0,00020975	6,0980
120	120000	90,4	0,0452	0,000226	6,6524
130	130000	98,9	0,04945	0,00024725	7,2068
140	140000	106,4	0,0532	0,000266	7,7612
150	150000	118,4	0,0592	0,000296	8,3155
160	160000	122,9	0,06145	0,00030725	8,8699
170	170000	134,4	0,0672	0,000336	9,4243
180	180000	139,4	0,0697	0,0003485	9,9786
190	190000	147,4	0,0737	0,0003685	10,5330
200	200000	160,4	0,0802	0,000401	11,0874
210	210000	167,4	0,0837	0,0004185	11,6417
220	220000	176,9	0,08845	0,00044225	12,1961
230	230000	191,9	0,09595	0,00047975	12,7505
240	240000	201,9	0,10095	0,00050475	13,3048
250	250000	210,9	0,10545	0,00052725	13,8592
260	260000	223,4	0,1117	0,0005585	14,4136
270	270000	235,9	0,11795	0,00058975	14,9679
280	280000	245,4	0,1227	0,0006135	15,5223
290	290000	253,8	0,1269	0,0006345	16,0767
300	300000	267,8	0,1339	0,0006695	16,6310

Lanjutan Tabel 4.19

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	kN				
310	310000	277,8	0,1389	0,0006945	17,1854
320	320000	293,8	0,1469	0,0007345	17,7398
330	330000	304,3	0,15215	0,00076075	18,2941
340	340000	320,8	0,1604	0,000802	18,8485
350	350000	332,3	0,16615	0,00083075	19,4029
360	360000	351,8	0,1759	0,0008795	19,9573
370	370000	369,8	0,1849	0,0009245	20,5116
380	380000	381,8	0,1909	0,0009545	21,0660
390	390000	400,3	0,20015	0,00100075	21,6204
400	400000	418,7	0,20935	0,00104675	22,1747
410	410000	435,7	0,21785	0,00108925	22,7291
420	420000	453,7	0,22685	0,00113425	23,2835
430	430000	474,7	0,23735	0,00118675	23,8378
440	440000	492,7	0,24635	0,00123175	24,3922
450	450000	520,2	0,2601	0,0013005	24,9466
460	460000	548,7	0,27435	0,00137175	25,5009
470	470000	570,2	0,2851	0,0014255	26,0553
480	480000	608,6	0,3043	0,0015215	26,6097
490	490000	638,1	0,31905	0,00159525	27,1640
500	500000	671,1	0,33555	0,00167775	27,7184
510	510000	754	0,377	0,001885	28,2728
520	520000	907,5	0,45375	0,00226875	28,8271
500	500000	1162,3	0,58115	0,00290575	27,7184
490	490000	1355,7	0,67785	0,00338925	27,1640

Berdasarkan Tabel 4.19 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 polinomial pangkat 2 untuk daerah plastis.



**Gambar 4.5 Tegangan - Regangan Variasi BTT-0,05-3**

Berdasarkan data yang diperoleh dari persamaan regresi linier untuk daerah elastis dan regresi polinomial tingkat 2 untuk daerah plastis pada Gambar 4.5 dilakukan proses koreksi sehingga didapatkan nilai untuk menghitung nilai modulus elastisitas berdasarkan Persamaan 3.24 sebagai berikut.

$$S_1 = 1,350 \text{ MPa}$$

$$S_2 = 11,889 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_1 = 0,00005$$

$$\varepsilon_2 = 0,0005661$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas } (E_c) &= \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \\ &= \frac{11,889 - 1,350}{0,000419 - 0,00005} \\ &= 28512,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus pendekatan empiris dari SNI 2847-2013 pada Persamaan 3.27 untuk beton dengan berat volume di antara 1400 – 2560 kg/m<sup>3</sup> dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kuat tekan BTT-0,05-3 } (f_c') = 28,827 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas teoritis } (E_c) &= 4700 \times \sqrt{f_c} \\ &= 4700 \times \sqrt{28,827} \\ &= 25234,729 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Modulus elastisitas uji rerata BN} = 19795,236 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas uji rerata BTT-0,05} = 26063,120 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase modulus elastisitas} &= \frac{\text{Modulus (BTT-0,05)} - \text{Modulus (BN)}}{\text{Modulus (BN)}} \\ &= \frac{26063,120 - 19795,236}{19795,236} \\ &= 31,66 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dan pengujian Modulus elastisitas beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut.

**Tabel 4.20 Modulus Elastisitas Beton**

Kodefikasi Benda Uji		Kuat Tekan	Modulus Elastisitas Uji	Modulus Elastisitas Uji Rata-Rata	Modulus Elastisitas Teoritis	Modulus Elastisitas Teoritis Rata-Rata
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
BTT-BN	1	25,071	23655,301	19795,236	23533,282	22511,891
	2	20,651	17570,598		21358,284	
	3	23,212	18159,808		22644,107	
BTT-0	1	21,991	20346,430	17584,827	22040,603	21575,994
	2	19,815	16072,824		20921,571	
	3	21,446	16335,228		21765,807	
BTT-0.05	1	29,473	27899,017	26063,120	25515,706	24733,421
	2	28,827	28512,700		25234,729	
	3	24,893	21777,642		23449,826	
BTT-0.1	1	22,038	18448,031	21265,911	22063,968	22153,671
	2	20,941	25352,574		21508,054	
	3	23,717	19997,128		22888,991	
BTT-0.15	1	21,575	19809,552	23533,843	21831,018	22216,299
	2	22,633	21159,412		22359,955	
	3	22,832	29632,564		22457,924	



**Lanjutan Tabel 4.20**

BTT-0.2	1	22,159	25753,133	26182,179	22124,577	22260,966
	2	21,099	20582,380		21588,600	
	3	24,093	32211,024		23069,721	
BTT-0.25	1	18,712	20800,922	19483,931	20330,738	20679,574
	2	19,145	19191,121		20564,932	
	3	20,237	18459,749		21143,052	
BTT-0.3	1	17,115	27268,970	24761,387	19443,827	20326,764
	2	19,212	29740,783		20601,036	
	3	19,841	17274,409		20935,430	
BTT-0.35	1	16,802	21041,740	16155,352	19265,235	18468,217
	2	14,294	12815,672		17769,443	
	3	15,276	14608,643		18369,974	

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Umum

Dalam sebuah penelitian perlu dilakukan sebuah analisis dan pembahasan dari sebuah data yang didapat dari hasil pengujian untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi, pengujian karakteristik bahan-bahan yang dipakai, pengujian *slump*, pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah beton, dan pengujian modulus elastisitas. Hasil dari pengujian kemudian dilakukan pengolahan data yang akan dianalisis terhadap perubahan-perubahan kekuatan beton.

### 5.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari agregat halus yang akan digunakan sebagai salah satu bahan penyusun beton. Adapun pemeriksaan agregat halus meliputi, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian modulus halus butir agregat halus, pengujian kadar lumpur, dan pengujian berat volume padat dan berat volume gembur agregat halus.

#### 5.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan metode dari SNI 03-1968-1990. Berikut merupakan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

**Tabel 5.1 Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir mutlak, gram (A)	485	486	485.5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (S)	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (C)	1144	1025	1084.5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	837	716	776.5

Lanjutan Tabel 5.1

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat jenis curah ( $A/(B + S - C)$ )	2,513	2,545	2,529
Berat jenis kering muka ( $S/(B + S - C)$ )	2,591	2,618	2,604
Berat jenis semu ( $A/(B + A - C)$ )	2,725	2,746	2,735
Penyerapan air ( $S/(B + S - C) \times 100\%$ )	3,093	2,881	2,987

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh berat jenis kering muka rata-rata sebesar 2,604 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air rata-rata sebesar 2,987%. Menurut Tjokrodimuljo (2021), berat jenis agregat normal berada diantara 2,5–2,7. Dari hasil pengujian di atas agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,5–2,7.

#### 5.2.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Pengujian analisis saringan agregat halus dilakukan untuk mengetahui nilai modulus halus butir (MHB). Pada penelitian ini pengujian analisis saringan agregat halus menggunakan metode SNI 03-1968-1990. Berikut merupakan hasil pengujian analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	-	0	0	100
20	-	0	0	100
10	-	0	0	100
4,8	4	0,200	0,200	99,800
2,4	85	4,250	4,450	95,550
1,2	274	13,700	18,150	81,850

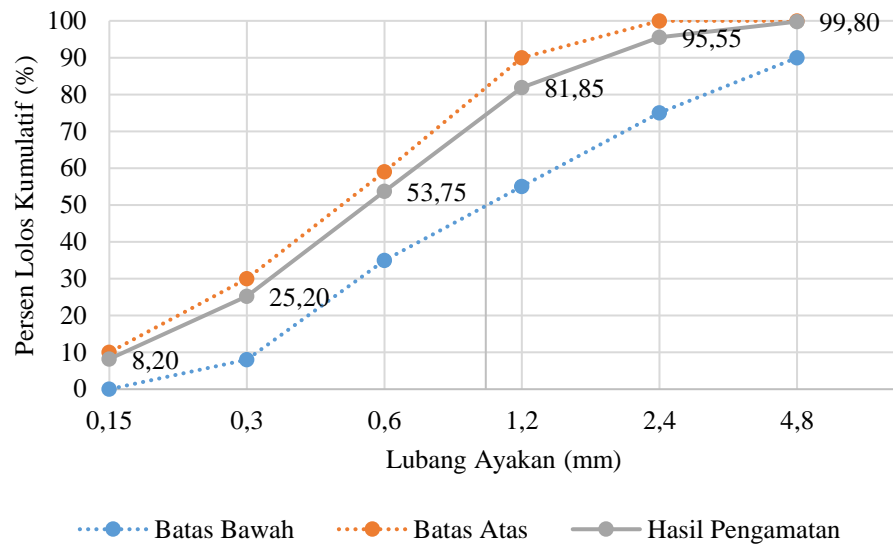
Lanjutan Tabel 5.2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
0,6	562	28,100	46,250	53,750
0,3	571	28,550	74,800	25,200
0,15	340	17	91,800	8,200
Sisa	164	8,200	100	-
<b>Jumlah</b>	2000	100	235,650	

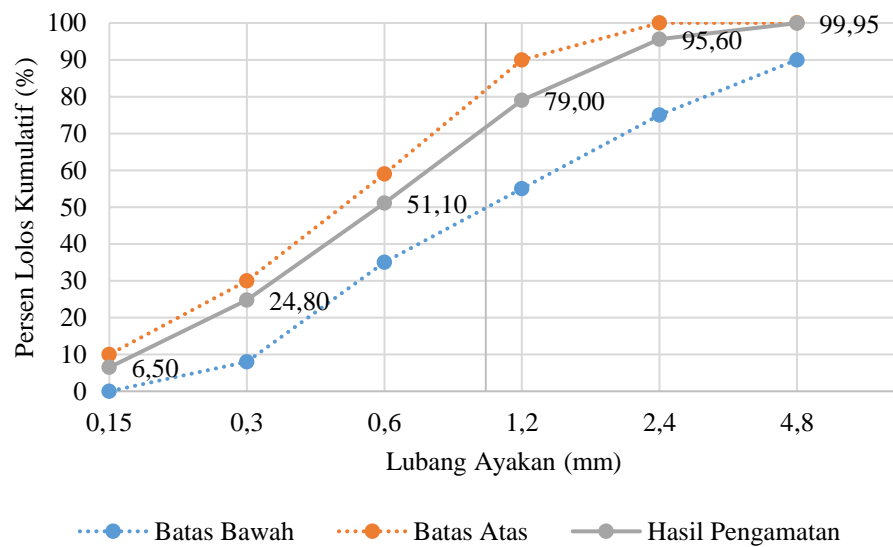
Tabel 5.3 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Halus Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0	0	100
20		0	0	100
10		0	0	100
4,8	1	0,050	0,050	99,950
2,4	87	4,350	4,400	95,600
1,2	332	16,600	21,000	79,000
0,6	558	27,900	48,900	51,100
0,3	526	26,300	75,200	24,800
0,15	366	18,300	93,500	6,500
Pan	130	6,500		
<b>Jumlah</b>	2000	100	243,050	

Dari hasil pengujian analisis saringan agregat halus diatas didapatkan nilai modulus halus butir rata-rata sebesar 2,394. Menurut Tjokrodimulyo (2021) pada umumnya modulus halus butir agregat halus memiliki nilai antara 1,5 - 3,8. Hasil pengujian modulus halus butir dari kedua sampel sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Selain itu, analisis saringan agregat halus digunakan untuk menentukan daerah gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Berdasarkan Tabel 3.2 hasil pengujian analisis saringan agregat halus berasal dari Merapi termasuk dalam gradasi daerah II yaitu jenis pasir jenis agak kasar. Spesifikasi gradasi dapat dilihat pada grafik Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut ini.



**Gambar 5.1 Gradasi Agregat Halus Sampel 1**



**Gambar 5.2 Gradasi Agregat Halus Sampel 2**

### 5.2.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Halus

Pengujian berat volume padat dan volume gembur agregat halus dilakukan menggunakan metode SNI 03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume padat dan volume gembur dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Berat Volume Gembur Agregat Halus**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (W1)	10974
Berat tabung + agregat SSd, gram (W2)	17459
Berat agregat, gram (W3)	6485
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume gembur, gram/cm <sup>3</sup> (W3/V)	1,2233

**Tabel 5.5 Relapitulasi Berat Volume Padat Agregat Halus**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (W1)	10974
Berat tabung + agregat SSd, gram (W2)	19025
Berat agregat, gram (W3)	8051
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,437
Berat Volume Padat, gram/cm <sup>3</sup> (W3/V)	1,5187

Berdasarkan data hasil pengujian dan analisis perhitungan berat volume gembur diperoleh nilai sebesar 1,2233 gram/cm<sup>3</sup> dan berat volume padat diperoleh nilai sebesar 1,5187 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil nilai berat volume padat lebih besar dari berat volume gembur karena dalam proses pengujiannya dilakukan penumbukan 25 kali disetiap 1/3 tinggi tabung untuk mengurai rongga udara sehingga nilai yang diperoleh lebih besar. Berat volume yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5 – 1,8 sehingga agregat yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi persyaratan.

#### 5.2.4 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur dalam pasir dilakukan menggunakan metode SNI 03-4142-1996. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Kadar Lumpur Agregat Halus**

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (w2)	491	491	491
Persentasi yang lolos ayakan No.200, % [ (w1 – w2) / w1 ] x 100%	1,8	1,8	1,8

Berdasarkan hasil pengujian lolos saringan no.200 pasir Merapi memiliki kadar lumpur rata-rata sebesar 1,8%. Menurut PUBI-1982 dalam Panduan Praktik Teknologi Bahan dan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia bahwa agregat halus tidak diperbolehkan memiliki kadar lumpur lebih dari 5%. Kandungan lumpur yang berlebihan dalam agregat dapat mengurangi kelekatan agregat halus dengan pasta semen. Dari hasil pengujian kadar lumpur agregat halus yang berasal dari Merapi sudah memenuhi syarat dengan <5% sehingga dapat digunakan sebagai bahan penyusun campuran beton.

### 5.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang diperoleh dari Clereng, Kulon Progo. Pemeriksaan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan penyusun campuran beton yang akan digunakan. Dalam pemeriksaan ini dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, pengujian analisis saringan agregat kasar, dan pengujian berat volume padat dan volume gembur agregat kasar.

#### 5.3.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar menggunakan metode SNI 03-1969-1990. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel. 5.7 berikut.

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4942	4948	4945
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3035	3033	3034
Berat jenis curah ( $Bk/(Bj-Ba)$ )	2,515	2,516	2,515
Berat jenis kering muka ( $Bj/(Bj-Ba)$ )	2,545	2,542	2,543
Berat jenis semu ( $Bk/(Bk-Ba)$ )	2,592	2,584	2,588
Penyerapan air ( $((Bj-Bk)/(Bk \times 100\%))$ )	1,174	1,051	1,112

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis agregat kasar diatas diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,515 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air sebesar 1,112%. Penyerapan agregat kasar lebih kecil dari pada agregat halus karena rongga-rongga yang diisi air oleh lebih sedikit dibandingkan dengan agregat halus. Menurut Tjokrodinuljo (2021), berat jenis agregat normal berada diantara 2,5 – 2,7. Dari hasil pengujian didapatkan berat jenis agregat kasar sebesar 2,515 gram/cm<sup>3</sup> dan sudah memenuhi ketentuan karena berada diantara 2,5 – 2,7.

### 5.3.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisis saringan agregat kasar bertujuan untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat. Pada pengujian ini menggunakan metode SNI 03-1969-1990. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 berikut.

**Tabel 5.8 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 1**

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0	0	100
20	69	1,380	1,380	98,620



Lanjutan Tabel 5.8

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
10	3404	68,080	69,460	30,540
4,8	1413	28,260	97,720	2,280
Pan	114	2,280		
<b>Jumlah</b>	5000	100,000	657,160	

Tabel 5.9 Rekapitulasi Analisis Saringan Agregat Kasar Sampel 2

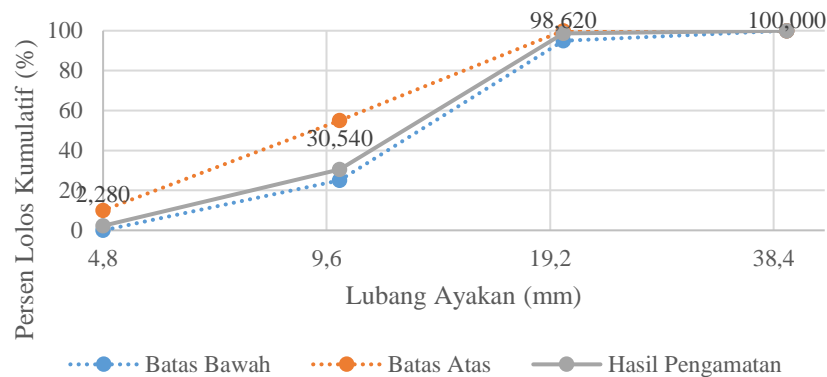
Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	0
20	56	1,120	1,120	98,880
10	3561	71,220	72,340	27,660
4.8	1353	27,060	99,400	0,600
Pan	30	0,600		
<b>Jumlah</b>	5000	100,000	669,860	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis di atas diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) untuk sampel 1 sebesar 6,572 dan sampel 2 sebesar 6,698. Menurut Tjokrodinuljo (2021), nilai modulus halus butir agregat kasar pada umumnya antara 6 – 7,10. Dari hasil pengujian di atas diperoleh nilai modulus halus butir agregat sampel untuk kedua sampel sudah memenuhi ketentuan antara 6 – 7,10. Selain itu, analisis saringan agregat kasar digunakan untuk menentukan daerah gradasi agregat kasar yang dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

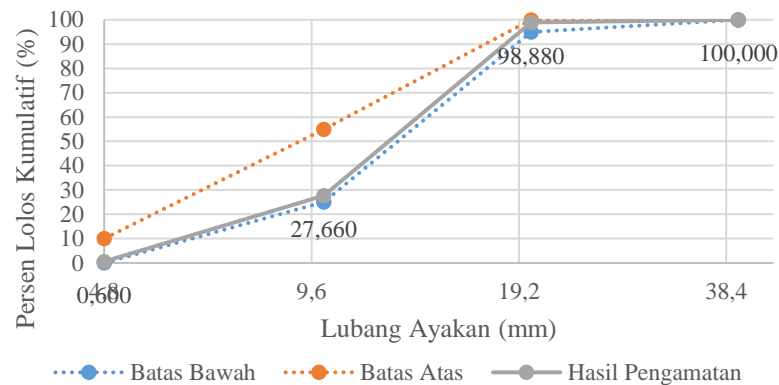
Tabel 5.10 Batas Gradasi Agregat Kasar

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

Berdasarkan Tabel 5.10 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran maksimum 20 mm. Grafik hubungan persentase lolos kumulatif dengan persen butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 berikut ini.



**Gambar 5.3 Gradasi Agregat Kasar Sampel 1**



**Gambar 5.4 Gradasi Agregat Kasar Sampel 2**

### 5.3.3 Pengujian Berat Volume Padat dan Gembur Agregat Kasar

Pengujian berat volume padat dan volume gembur pada penelitian ini menggunakan metode SNI 03-4804-1998. Hasil pengujian berat volume padat dan berat volume gembur dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 berikut.

**Tabel 5.11 Rekapitulasi Berat Volume Padat Agregat Kasar**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (W1)	6579
Berat tabung + agregat SSd, gram (W2)	14445
Berat agregat, gram (W3)	7866
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume gembur, gram/cm <sup>3</sup> (W3/V)	1,484

**Tabel 5.12 Rekapitulasi Berat Volume Gembur Agregat Kasar**

Uraian	Nilai
Diameter silinder, cm	15
Tinggi silinder, cm	30
Berat tabung, gram (W1)	6579
Berat tabung + agregat SSd, gram (W2)	13692
Berat agregat, gram (W3)	7113
Volume tabung, cm <sup>3</sup> (V)	5301,438
Berat Volume gembur, gram/cm <sup>3</sup> (W3/V)	1,342

Berdasarkan hasil analisis perhitungan berat volume didapatkan berat volume padat agregat kasar sebesar 1,484 gram/cm<sup>3</sup> dan berat volume gembur agregat kasar sebesar 1,342 gram/cm<sup>3</sup>. Berat volume padat memiliki nilai yang lebih besar dari berat volume gembur karena dalam pengujiannya berat volume padat agregat dimasukkan ke tabung dan dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali di setiap 1/3 tabung.

#### 5.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana. Perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Pada perencanaan beton normal ini memiliki kuat tekan rencana 20 MPa. Hasil rekapitulasi kebutuhan material campuran beton dengan bahan tambah serat *polypropylene* dan tetes tebu (*molase*) dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13 Rekapitulasi Proporsi campuran Setiap Variasi**

Sampel Silinder	Volume	Variasi Molase	Agregat Halus	Agregat Kasar	Semen	Air	Polypropylene	Molase
(buah)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
10	0,05301	0	48,975	66,260	24,790	13,585	0	0
10	0,05301	0	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0
10	0,05301	0,05	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,012
10	0,05301	0,10	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,025
10	0,05301	0,15	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,037
10	0,05301	0,20	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,050
10	0,05301	0,25	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,062
10	0,05301	0,30	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,074
10	0,05301	0,35	48,975	66,260	24,790	13,585	0,0398	0,087
<b>Jumlah</b>			440,775	596,34	223,164	122,265	0,318	0,347

Berdasarkan Tabel 5.13 di atas proporsi kebutuhan campuran beton tetes tebu untuk masing-masing variasi memiliki komposisi kerikil, pasir, semen, dan air yang sama untuk pembuatan 10 buah sampel silinder beton dengan volume sebesar 0,053 m<sup>3</sup> dengan agregat halus sebanyak 48,975 kg, agregat kasar sebanyak 66,260 kg, semen sebanyak 24,790 kg, dan air sebanyak 13,585 kg. Perbedaan antar masing-masing variasi terletak pada komposisi bahan tambah serat *polypropylene* dan tetes tebu (*molase*) yang berguna untuk mengetahui pengaruh penambahan serat dan tetes tebu pada campuran beton.

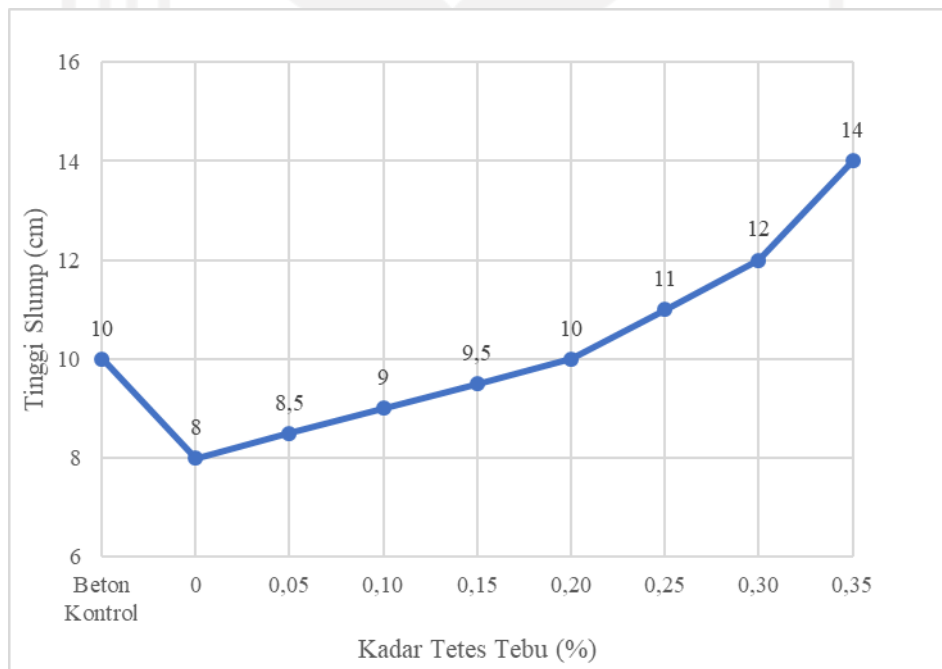
### 5.5 Hasil Pengujian Nilai *Slump*

Pengujian *slump* beton bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan sebuah adukan beton yang diukur setelah dilakukan cetakan uji *slump* dengan mengukur selisih tinggi adukan beton dengan tinggi cetakan. Pada pengujian *slump* menggunakan metode SNI 03-1972-2008 dengan nilai *slump* rencana sebesar 60 – 180 mm. Berikut ini merupakan hasil pengujian nilai *slump* dapat dilihat Pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Nilai *Slump*

Kode Benda Uji	Komposisi Campuran		Tinggi <i>Slump</i> (cm)	Keterangan
	Serat <i>Polypropylene</i> (kg/m <sup>3</sup> )	Tetes Tebu ( <i>Molase</i> ) (%)		
BN	0	0	10	Memenuhi
BTT - 0%	0,6	0	8	Memenuhi
BTT - 0,05%	0,6	0,05	8,5	Memenuhi
BTT - 0,10%	0,6	0,10	9	Memenuhi
BTT - 0,15%	0,6	0,15	9,5	Memenuhi
BTT - 0,20%	0,6	0,20	10	Memenuhi
BTT - 0,25%	0,6	0,25	11	Memenuhi
BTT - 0,30%	0,6	0,3	12	Memenuhi
BTT - 0,35%	0,6	0,35	14	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 5.14 diperoleh grafik hasil pengujian *slump* yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.

Gambar 5.5 Nilai *Slump*

Pada penelitian ini penambahan bahan tambah pada adukan beton tidak mengurangi komposisi campuran adukan beton normal. Penambahan bahan tambah

bertujuan untuk melihat kondisi adukan beton setelah diberi bahan tambah serat *polypropylene* dan Tetes Tebu (*Molase*). Berdasarkan hasil pengujian *slump* pada Gambar 5.8 di atas terdapat peningkatan nilai *slump* seiring dengan penambahan tetes tebu (*molase*). Beton dengan penambahan serat *polypropylene* sebesar  $0,6 \text{ kg/m}^3$  dengan tanpa bahan tambah tetes tebu (*molase*) memiliki nilai *slump* yang lebih kecil dibandingkan dengan beton menggunakan bahan tambah tetes tebu (*molase*) ditunjukkan dengan nilai *slump* sebesar 8 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat pada beton segar dapat mempengaruhi kekentalan beton serta kelecakan (*workability*) beton, serta dapat mengurangi kemampuan alir (*flow ability*) dan kemampuan beton mengisi ruang (*passing ability*). Peningkatan kelecakan (*workability*) beton segar dapat dilihat dengan meningkatnya nilai *slump* seiring dengan penambahan presentase tetes tebu (*molase*) ditunjukkan dengan peningkatan mulai dari 8,5-14 cm, hal ini terjadi karena tetes tebu mengandung gula yang biasa disebut sebagai *sukrosa* dan termasuk dalam golongan disakarida yang memiliki rasa manis. Kandungan *glukosa* yang terdapat pada tetes tebu digunakan sebagai filter, untuk mengontrol rekristalisasi larutan gula super jenuh, dan memberi pengaruh pada viskositas.

## 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton melalui proses *curing* dan setelah umur beton 28 hari. Pengujian kuat tekan pada penelitian ini sebanyak 45 benda uji dengan masing-masing varian sebanyak 5 buah benda uji beton silinder. Sebelum pengujian kuat tekan beton silinder dilakukan perataan permukaan bagian silinder beton (*capping*) dengan menggunakan belerang yang dicairkan kemudian dicetakkan pada permukaan yang belum rata. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

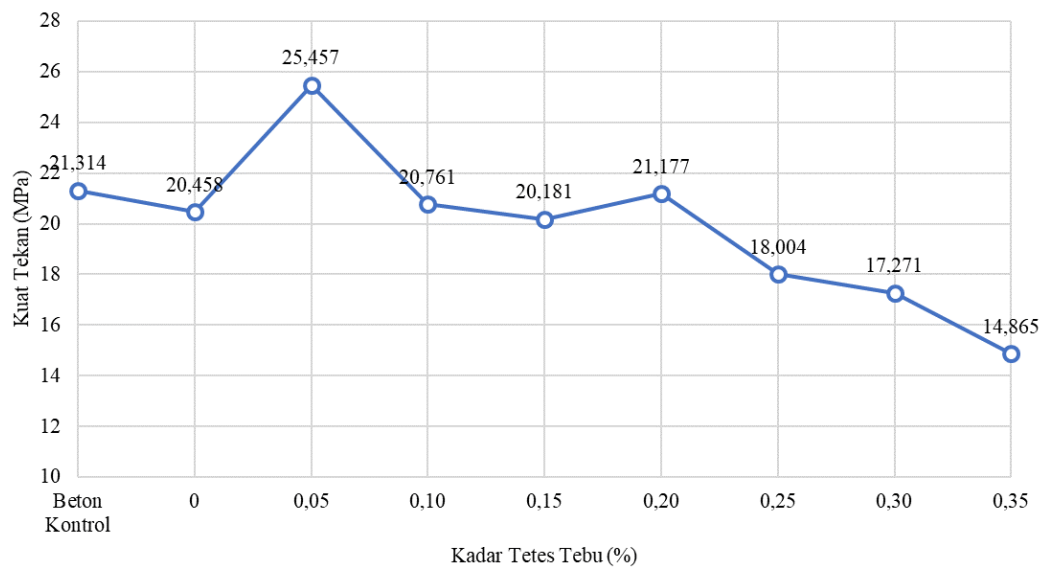
**Tabel 5.15 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton**

Kode Benda Uji		Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Persentase Kuat Tekan
		kN	(MPa)	(MPa)	(%)
BTT-BN	1	220	19,157	21,314	0
	2	212	18,481		
	3	289	25,071		
	4	239	20,651		
	5	269	23,212		
BTT-0	1	385	21,991	20,458	-4,018
	2	350	19,806		
	3	345	19,231		
	4	355	19,815		
	5	380	21,446		
BTT-0,05	1	525	29,473	25,457	19,436
	2	405	22,636		
	3	520	28,827		
	4	385	21,456		
	5	445	24,893		
BTT-0,10	1	340	19,104	20,761	-2,596
	2	405	22,038		
	3	380	20,941		
	4	425	23,717		
	5	325	18,005		
BTT-0,15	1	385	21,575	20,181	-5,316
	2	395	22,633		
	3	310	17,628		
	4	289	16,238		
	5	405	22,832		
BTT-0,20	1	355	19,903	21,177	-0,644
	2	385	22,159		
	3	375	21,099		
	4	425	24,093		
	5	330	18,633		
BTT-0,25	1	215	12,194	18,004	-15,533
	2	350	19,731		
	3	350	19,145		
	4	330	18,712		
	5	360	20,237		

Lanjutan Tabel 5.15

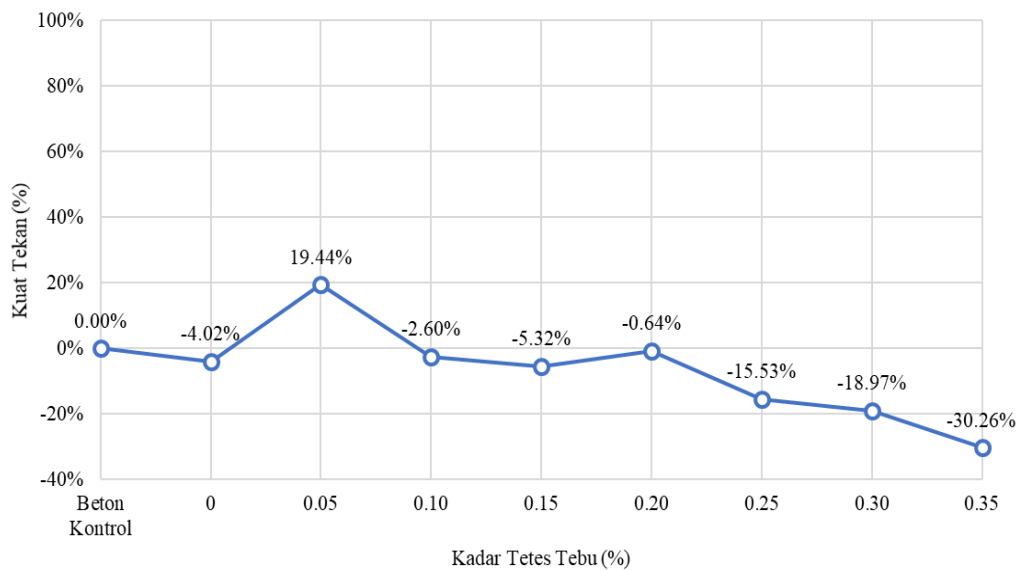
Kode Benda Uji		Beban Maksimum	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Persentase Kuat Tekan
		kN	(MPa)	(MPa)	(%)
BTT-0,30	1	305	17,115	17,271	-18,972
	2	268	15,216		
	3	261	14,968		
	4	335	19,212		
	5	350	19,841		
BTT-0,35	1	295	16,802	14,865	-30,261
	2	254	14,294		
	3	272	15,276		
	4	242	13,863		
	5	249	14,087		

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5.15 diperoleh grafik hasil pengujian kuat tekan yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Nilai Kuat Tekan Beton





**Gambar 5.7 Hubungan Presentase Kuat Tekan dan Kadar Tetes Tebu**

Berdasarkan Gambar 5.7 nilai kuat tekan rata-rata paling tinggi pada varian BTT-0,05 dengan serat *polypropylene*  $0,6 \text{ kg/m}^3$  dan penambahan tetes tebu (*molase*) 0,05% sebesar 25,457 MPa, atau meningkat sebesar 19,436% dari beton kontrol. Penambahan tetes tebu pada beton dapat meningkatkan kekuatan beton seiring dengan bertambahnya kadar tetes tebu hingga titik optimum pada varian tetes tebu (*molase*) 0,05% dan mulai mengalami penurunan kekuatan setelah varian 0,05% yaitu pada varian 0,10% - 0,35% dengan berturut – turut sebesar 20,486 MPa; 20,181 MPa; 21,177 MPa; 18,004 MPa; 17,271 MPa; dan 14,865 MPa.

Tetes tebu mengandung zat kimia yang disebut *selulosa* yang menghasilkan *lignin*. *Lignin* yang terkandung dalam bahan tambah berbasis gula pada campuran beton dapat meningkatkan lekatan pada campuran beton, sehingga agregat akan lebih bersatu dengan pasta semen dan dapat meningkatkan kekuatan beton dalam menahan beban. Penambahan tetes tebu juga dapat meningkatkan *workability* pada beton, dengan adanya peningkatan kelecakan beton (*workability*) proses pencampuran material penyusun beton menjadi lebih mudah tanpa ada penambahan air yang dapat mempengaruhi faktor air semen (FAS) yang dapat menyebabkan penurunan kuat tekan beton. Selain itu, tetes tebu juga mengandung *glukosa* yang menyebabkan adanya terjadi reaksi pengkristalan akibat kandungan *glukosa* yang

tinggi pada tetes tebu yang bereaksi dengan air pada campuran beton akan menyebabkan pengikatan yang cepat (*accelerator*) dan mengakibatkan semen memiliki waktu yang sedikit dalam berhidrasi sehingga kapiler air yang terdapat dalam campuran beton menjadi lebih banyak yang dapat menurunkan kekuatan beton.

### 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan metode SNI 03-2491-2002 tentang pengujian kuat tarik belah beton. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada beton setelah umur 28 hari. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban yang dapat diterima oleh benda uji pada sisi beton yang diletakkan secara mendatar pada mesin uji. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

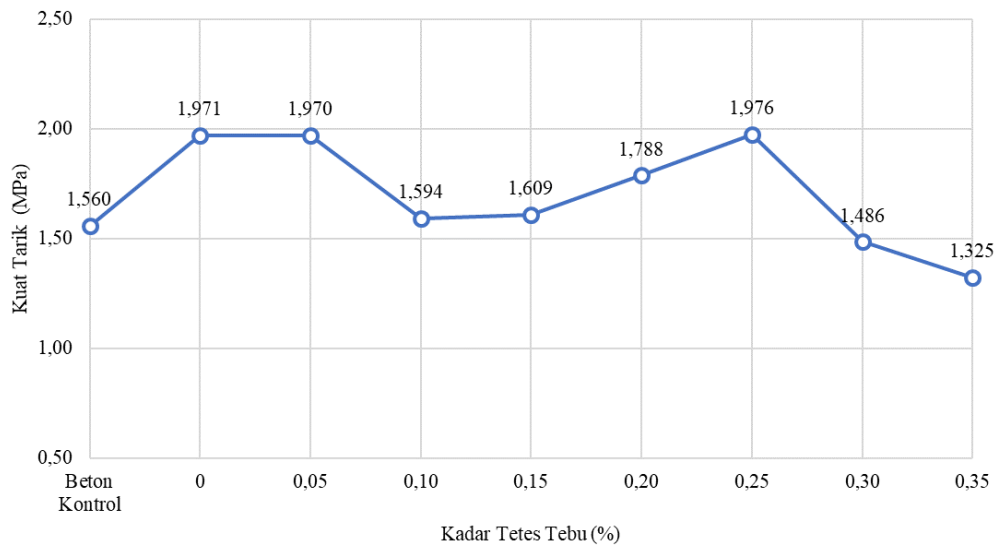
**Tabel 5.16 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Kode Benda Uji		Beban Maksimum	Kuat Tarik	Kuat Tarik Rata-Rata	Persentase Kuat Tarik Belah
		kN	(MPa)	(MPa)	(%)
BTT-BN	6	145	2,049	1,560	0
	7	93	1,302		
	8	97	1,359		
	9	107	1,510		
	10	113	1,579		
BTT-0	6	109	1,520	1,971	26,341
	7	132	1,867		
	8	163	2,265		
	9	154	2,156		
	10	145	2,046		
BTT-0,05	6	130	1,826	1,970	26,316
	7	133	1,840		
	8	152	2,111		
	9	135	1,901		
	10	155	2,173		

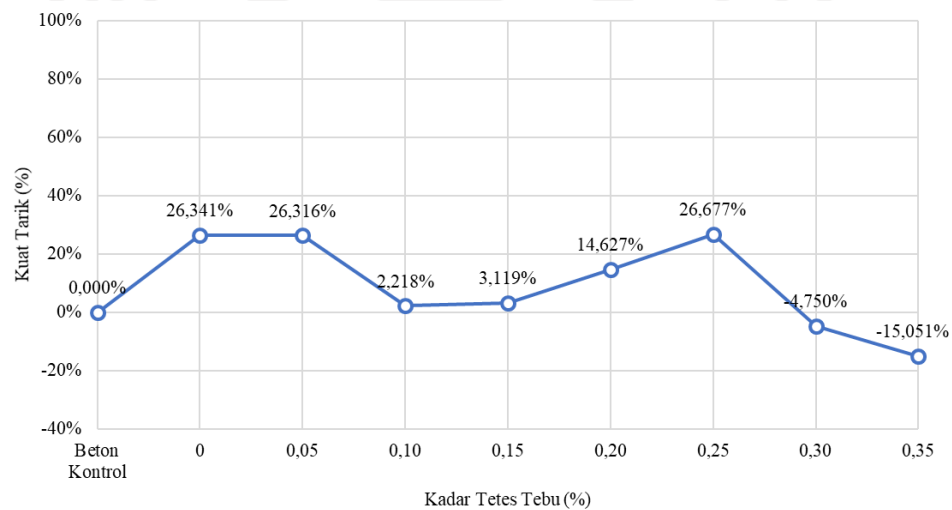
Lanjutan Tabel 5.16

Kode Benda Uji		Beban Maksimum	Kuat Tarik	Kuat Tarik Rata-Rata	Persentase Kuat Tarik Belah
		kN	(MPa)	(MPa)	(%)
BTT-0,1	6	132	1,849	1,594	2,218
	7	105	1,494		
	8	137	1,945		
	9	95	1,345		
	10	96	1,339		
BTT-0,15	6	108	1,506	1,609	3,119
	7	129	1,807		
	8	128	1,824		
	9	99	1,378		
	10	109	1,527		
BTT-0,2	6	120	1,711	1,788	14,627
	7	112	1,558		
	8	136	1,885		
	9	137	1,924		
	10	132	1,862		
BTT-0,25	6	135	1,904	1,976	26,677
	7	175	2,456		
	8	156	2,221		
	9	119	1,683		
	10	114	1,617		
BTT-0,3	6	109	1,528	1,486	-4,750
	7	137	1,931		
	8	116	1,615		
	9	106	0,380		
	10	141	1,976		
BTT-0,35	6	100	1,407	1,325	-15,051
	7	89	1,249		
	8	88	1,231		
	9	106	1,490		
	10	89	1,249		

Berdasarkan Tabel 5.16 diperoleh hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



**Gambar 5.8 Nilai Kuat Tarik Belah Beton**

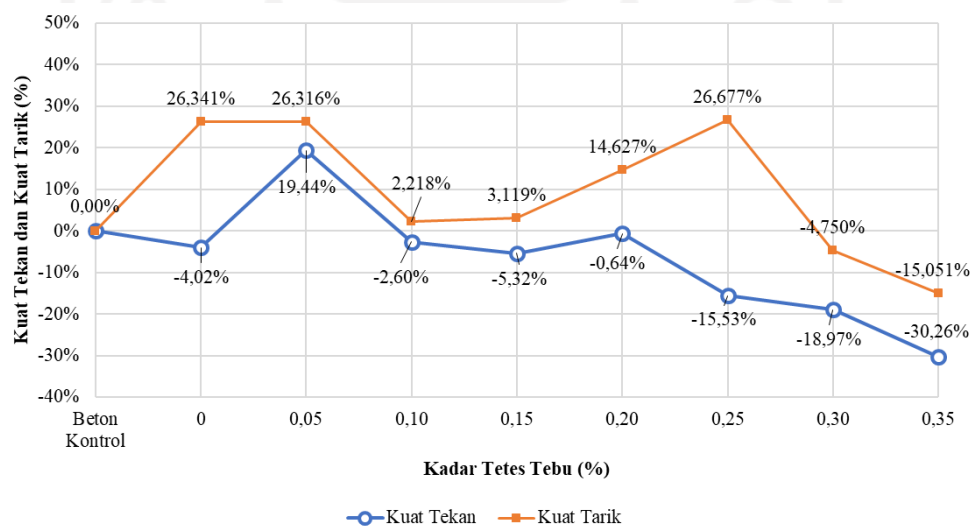


**Gambar 5.9 Hubungan Presentase Kuat Tarik Belah Beton dan Kadar Tetes Tebu**

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah beton pada Gambar 5.8 pengaruh penambahan tetes tebu sebesar 0%; 0,05%; 0,1%; 0,15%; 0,20%; 0,25%; 0,3%; dan 0,35% terhadap berat semen didapatkan nilai kuat tarik belah beton berturut – turut sebesar 1,971 MPa; 1,970 MPa; 1,594 MPa; 1,609 MPa; 1,788 MPa; 1,976 MPa; 1,486 MPa; dan 1,325 MPa. Penambahan serat *polypropylene* 0,6 kg/m<sup>3</sup> dan tetes tebu (*molase*) 0,25% memiliki nilai kuat tarik belah beton tertinggi

sebesar 1,976 MPa atau meningkat 26,667% dari beton kontrol. Hal ini terjadi karena tetes tebu dapat mendispersikan partikel semen menjadi partikel yang lebih kecil sehingga reaktivitas semen selama proses hidrasi menjadi lebih optimal dan beton menjadi lebih padat (Santoso. A, 2012). Sedangkan pada penambahan tetes tebu (*molase*) 0,35% dari berat semen memiliki nilai kuat tarik belah beton terkecil sebesar 1,325 MPa atau menurun 15,051% dari beton kontrol.

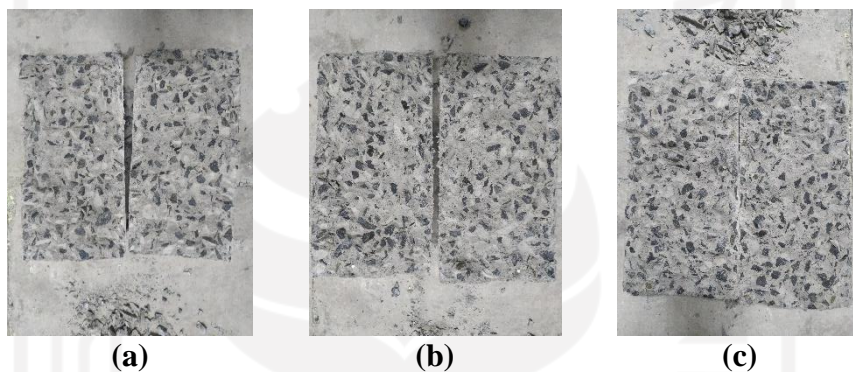
Ditemukan perbedaan nilai optimum dari kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Nilai optimum pada kuat tekan pada kadar 0,05% yaitu sebesar 25,457 MPa meningkat 19,44%, sedangkan nilai optimum kuat tarik belah pada kadar 0,25% sebesar 1,976 MPa meningkat 26,677%. Perbedaan nilai optimum kuat tekan dan kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini.



**Gambar 5. 10 Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton**

Nilai kuat tarik belah beton memiliki hubungan dengan nilai kuat tekan beton. Kenaikan nilai kuat tarik belah beton yang terjadi seharusnya bersamaan dengan kenaikan nilai kuat tekan beton. Sehingga jika terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton, maka kenaikan tersebut juga terjadi pada kuat tarik belah beton. Namun, hasil dari pengujian menunjukkan sebaran nilai kuat tekan dan kuat tarik belah tidak mencapai nilai optimum pada persentase tetes tebu yang sama dan kenaikan pada nilai kuat tekan pada persentase tertentu tidak selalu diiringi dengan kenaikan nilai

kuat tarik belah dan begitu sebaliknya. Hal ini mungkin bisa terjadi karena salah satu penyebab menurunnya nilai kuat tarik belah beton rata-rata pada presentase tetes tebu 0,1%, 0,30%, dan 0,35% berdasarkan Gambar 5.11 dikarenakan banyak agregat kasar yang terlepas pada ikatannya dan letak pecah yang tidak merata diakibatkan pemadatan yang kurang maksimal serta terdapat bentuk agregat kasar yang pipih sehingga mempengaruhi nilai kuat tarik belah beton dari pengujian yang telah dilakukan. Hasil pengujian nilai kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



**Gambar 5.11 Benda Uji Kuat Tarik Belah Beton (a) BTT-0,10; (b) BTT-0,30; (c) BTT-0,35**

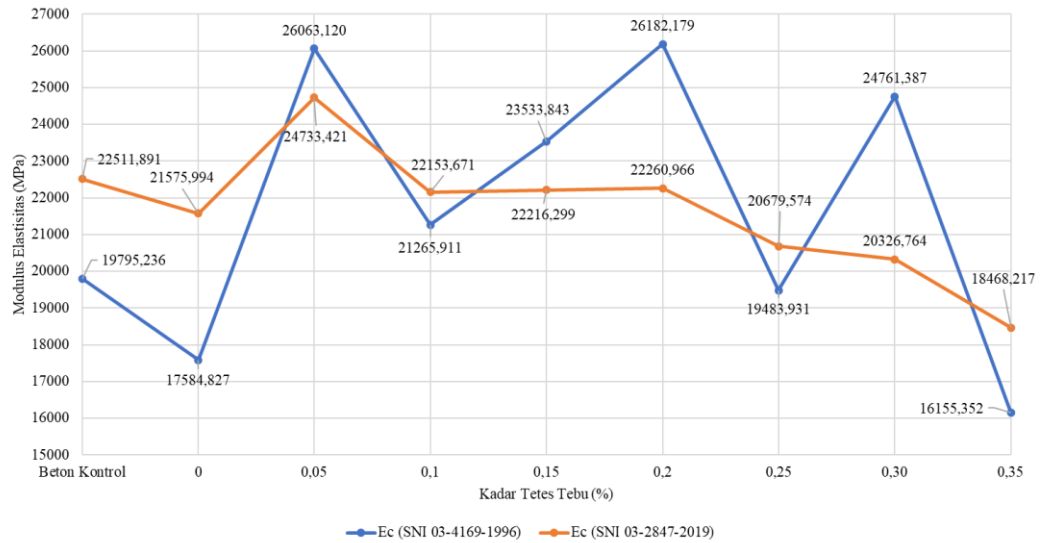
### 5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton setelah umur 28 hari. Pengujian dilaksanakan menggunakan bantuan alat kompresometer yang dipasangkan pada beton silinder uji. Pelaksanaan pengujian modulus elastisitas menggunakan metode SNI 03-4169-1996 diambil 3 sampel pada setiap varian benda uji yang bertujuan untuk mengetahui besarnya perubahan panjang arah longitudinal (aksial) dan nilai regangan beton yang diperoleh dari pembacaan alat *dial guage* dengan kelipatan beban yang diberikan hingga beton mengalami penurunan kemampuan menahan beban. Hasil analisis perhitungan nilai modulus elastisitas beton secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

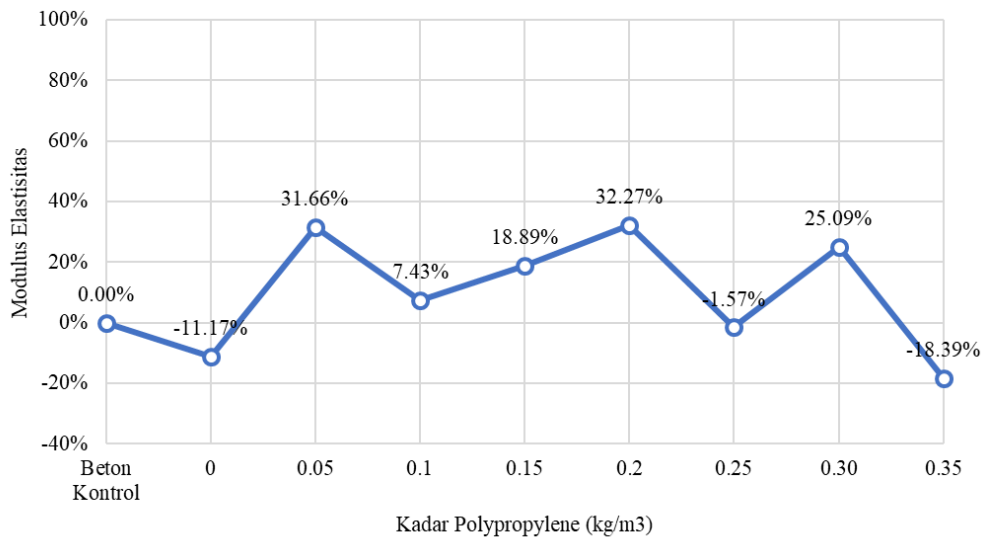
**Tabel 5.17 Rekapitulasi Pengujian Modulus Elastisitas Beton**

Kode Sampel	No. Sampel	Modulus Elastisitas					
		Uji (SNI 03-4169-1996)	Uji Rata-Rata	Teoritis (SNI 2847-2019)	Teoritis Rata-Rata	E uji / E teoritis	Presentase
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
BTT-BN	1	23655,301	19795,236	23533,282	22511,891	87,93%	0
	2	17570,598		21358,284			
	3	18159,808		22644,107			
BTT-0	1	20346,430	17584,827	22040,603	21575,994	81,50%	-11,17
	2	16072,824		20921,571			
	3	16335,228		21765,807			
BTT-0.05	1	27899,017	26063,120	25515,706	24733,421	105,38%	31,66
	2	28512,700		25234,729			
	3	21777,642		23449,826			
BTT-0.1	1	18448,031	21265,911	22063,968	22153,671	95,99%	7,43
	2	25352,574		21508,054			
	3	19997,128		22888,991			
BTT-0.15	1	19809,552	23533,843	21831,018	22216,299	105,93%	18,89
	2	21159,412		22359,955			
	3	29632,564		22457,924			
BTT-0.2	1	25753,133	26182,179	22124,577	22260,966	117,61%	32,27
	2	20582,380		21588,600			
	3	32211,024		23069,721			
BTT-0.25	1	20800,922	19483,931	20330,738	20679,574	94,22%	-1,57
	2	19191,121		20564,932			
	3	18459,749		21143,052			
BTT-0.3	1	27268,970	24761,387	19443,827	20326,764	121,82%	25,09
	2	29740,783		20601,036			
	3	17274,409		20935,430			
BTT-0.35	1	21041,740	16155,352	19265,235	18468,217	87,48%	-18,39
	2	12815,672		17769,443			
	3	14608,643		18369,974			

Berdasarkan Tabel 5.17 diperoleh grafik hasil pengujian modulus elastisitas beton dan hubungan presentase modulus elastisitas dengan kadar tetes tebu pada Gambar 5.12 dan Gambar 5.13 beriktu.



**Gambar 5.12 Nilai Modulus Elastisitas Beton**



**Gambar 5.13 Hubungan Modulus Elastisitas Beton dan Kadar Tetes Tebu**

Berdasarkan Gambar 5.12 pengujian modulus elastisitas beton yang diperoleh dari metode SNI 03-4169-1996 menunjukkan nilai yang lebih besar dari metode SNI 2847-2019, hal ini dikarenakan metode SNI 03-4169-1996 merupakan hasil pengujian modulus elastisitas beton yang diperoleh dari kondisi yang terjadi pada benda uji saat proses pengujian. Sedangkan metode SNI 2847-2019 untuk



menghitung nilai modulus elastisitas beton menggunakan pendekatan rumus empiris dari nilai kuat tekan beton dan berat isi beton.

Nilai modulus elastisitas beton menunjukkan kemampuan beton dalam menerima beban yang besar dengan nilai regangan yang kecil, artinya beton mampu menahan kuat tekan yang besar pada suatu regangan yang kecil. Pada pengujian modulus elastisitas beton menggunakan metode SNI 2847-2019 dan SNI 03-4169-1996 diperoleh hasil yang optimum pada kadar penambahan tetes tebu 0,05% serta 0,20% sebesar 24733,421 MPa dan 26182,179 MPa. Penurunan nilai modulus elastisitas terendah dengan perhitungan menggunakan metode SNI 03-4169-1996 dan SNI 247-2019 terdapat pada kadar penambahan tetes tebu 0,35% dengan nilai berturut-turut sebesar 16155,352 MPa dan 18468.217 MPa. Penambahan tetes tebu dapat memudahkan proses pencampuran beton serta memperlambat pengikatan semen sehingga memiliki waktu lebih banyak untuk berhidrasi dan membuat beton menjadi lebih mudah bercampur dan saling mengikat antar agregat dengan pasta semen yang diakibatkan kandungan *lignin* yang terdapat pada tetes tebu yang dapat meningkatkan kekuatan beton. Dengan kata lain peningkatan nilai kuat tekan beton diikuti dengan peningkatan nilai modulus elastisitas beton. Persentase peningkatan nilai modulus elastisitas beton terdapat pada kadar penambahan tetes tebu sebesar 0,05% dan 0,20% terhadap beton kontrol dengan nilai berturut – turut sebesar 31,66% dan 32,27%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan tetes tebu pada beton serat *polypropylene* dapat membuat beton menjadi lebih padat sehingga meningkatkan kekuatan beton dan nilai modulus elastisitas beton. Beton yang memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi menunjukkan bahwa beton semakin daktil, sedangkan beton dengan nilai modulus elastisitas yang rendah menunjukkan bahwa beton semakin getas. Menurut SNI 2847-2019 nilai modulus elastisitas beton terukur berkisar antara 80% - 120% dari modulus elastisitas beton terhitung. Pada penelitian ini nilai modulus elastisitas beton dengan penambahan tetes tebu pada seluruh varian masih masuk dalam kategori 80% -120%.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

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

1. Hasil pengaruh penambahan limbah tetes tebu (*molasse*) pada campuran beton berserat *polypropylene* 0,6 kg/m<sup>3</sup> terhadap berat volume beton terhadap karakteristik beton normal adalah sebagai berikut.
  - a. Penambahan serat *polypropylene* pada campuran beton dapat menurunkan tingkat kelecakan pada campuran beton (*workability*), hal ini ditunjukkan dengan pengujian *slump* beton yang rendah setelah ditambahkan serat.
  - b. Tetes tebu (*molase*) dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton yang diharapkan dapat meningkatkan kelecakan pada campuran beton. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya kelecakan beton (*workability*) seiring dengan penambahan kadar tetes tebu (*molase*) pada campuran beton berserat *polypropylene*.
2. Hasil pengujian *slump* menunjukkan bahwa penambahan limbah tetes tebu (*molase*) dapat meningkatkan nilai *workability* terhadap beton berserat *polypropylene* seiring dengan penambahan kadar tetes tebu. Pada beton kontrol didapatkan nilai *slump* sebesar 10 cm, sedangkan pada penambahan kadar tetes tebu 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,3%, dan 0,35% nilai *slump* mengalami peningkatan dengan nilai *slump* berturut – turut sebesar 8 cm, 8,5 cm, 9 cm, 9,5 cm, 10 cm, 11 cm, 12 cm, dan 14 cm. Kandungan zat kimia pada tetes tebu yaitu *sukrosa* dan *glukosa* dapat memberi pengaruh terhadap viskositas campuran beton.
3. Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan, penambahan kadar tetes tebu sebesar 0,05% terhadap berat semen memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 25,457 MPa atau meningkat sebesar 19,44% terhadap beton normal.

Selain itu, terdapat penurunan kuat tekan beton paling kecil yaitu sebesar 14,865 MPa atau menurun 30,26% terhadap beton kontrol. Hal ini terjadi karena kandungan *selulosa* pada tetes tebu mengandung *lignin* dapat meningkatkan lekatan pada campuran beton, sehingga agregat akan lebih bersatu dengan pasta semen dan dapat meningkatkan kekuatan beton dalam menahan beban.

4. Hasil pengujian kuat tarik belah beton menunjukkan, penambahan limbah tetes tebu sebanyak 0,25% memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 1,976 MPa, meningkat 26,677% terhadap beton kontrol. Namun sebaliknya, nilai kuat tarik belah beton paling rendah pada kadar penambahan tetes tebu 0,35% yaitu sebesar 1,325 MPa, menurun sebesar 15,051% terhadap beton kontrol.
5. Hasil pengujian modulus elastisitas beton menunjukkan, penambahan tetes tebu pada beton berserat *polypropylene* memiliki nilai modulus elastisitas paling tinggi berdasarkan metode SNI 2847-2019 dan SNI 03-4169-1996 berturut – turut terdapat pada kadar 0,05% dan 0,20% sebesar 24733,421 MPa dan 26182,179 MPa. Sebaliknya, nilai modulus elastisitas paling kecil berdasarkan metode SNI 03-4169-1996 dan Metode SNI 2847-2019 terdapat pada kadar penambahan tetes tebu 0,35% dengan nilai berturut-turut sebesar 18468,217 MPa dan 16155,352 MPa.

## 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.

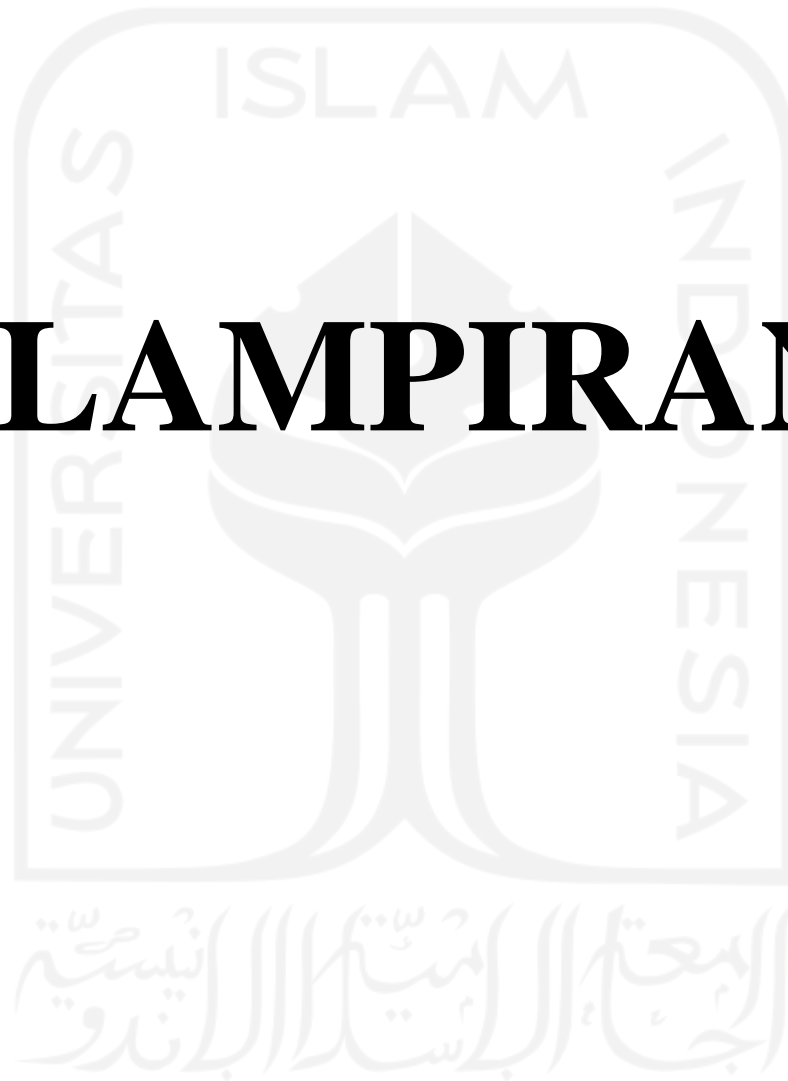
1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemakaian bahan *reterder* dan hasilnya dibandingkan dengan penggunaan tetes tebu pada campuran beton.
2. Dalam penelitian ini, pengujian beton dilakukan setelah umur 28 hari, perlu dilakukan variasi pengujian dengan umur beton 7 hari, dan 14 hari untuk mengetahui pengaruh penggunaan tetes tebu pada campuran beton berserat.
3. Dalam melakukan kegiatan penelitian ini harus dilakukan secara teliti untuk meminimalisir kesalahan yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, D.B. 2018. Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Goro, dkk. 2016. Pengaruh Penambahan Tetes Tebu (Limbah Pabrik Gula) Terhadap Perambatan Waktu Ikut Semen dan Kuat Tekan Beton. *Artikel Ilmiah. Jurusan Teknik Sipil*. FT-Universitas Mataram. NTB.
- Hartanto, T.D.T. 2016. Pengaruh Veriasi Konsentrasi Bahan Tambah Limbah Tetes Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Tugas Akhir*. Universitas Muhammadiyah Surakata. Surakarta.
- Hasan, dkk. 2013. Pengaruh Penambahan *Polypropylene Fiber Mesh* Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Mektek*. Vol. 15 No.1.
- Kartini, W. 2007. Penggunaan Serat *Polypropylene* Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*. Vol. 4 No.1.
- Khairizal, dkk. 2015. Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. *Jom FTEKNIK*. Vol. 2 No.2:1-11
- Malino, dkk. 2019. Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik*. Vol.7 No.6.
- Mulyono, T. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta. CV. Andi Offset
- Prasetya, D.A. 2018. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Viscocrete 1003 Terhadap Karakteristik Beton Normal. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Santoso, A. 2012. Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Alternatif Pengganti *Set-Retarder* Dan *Water Reducer* Untuk Bahan Tambah Beton. *Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan*. FT-UNY. Vol. VIII. No.2
- Tjokrodinuljo, K. 2021. Teknologi Beton. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- SNI 03-1968-1990 *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. 1990. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum. Jakarta.

- SNI 03-1969-1990 Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar* Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1970-1990 Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus* Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1972-2008 Metode Pengujian Slump Beton* Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1974-2011 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. 2011. Badan Standardisasi Nasional.
- 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 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. 2002. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2834-2000 Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Normal*. 2000. 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.

# 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**



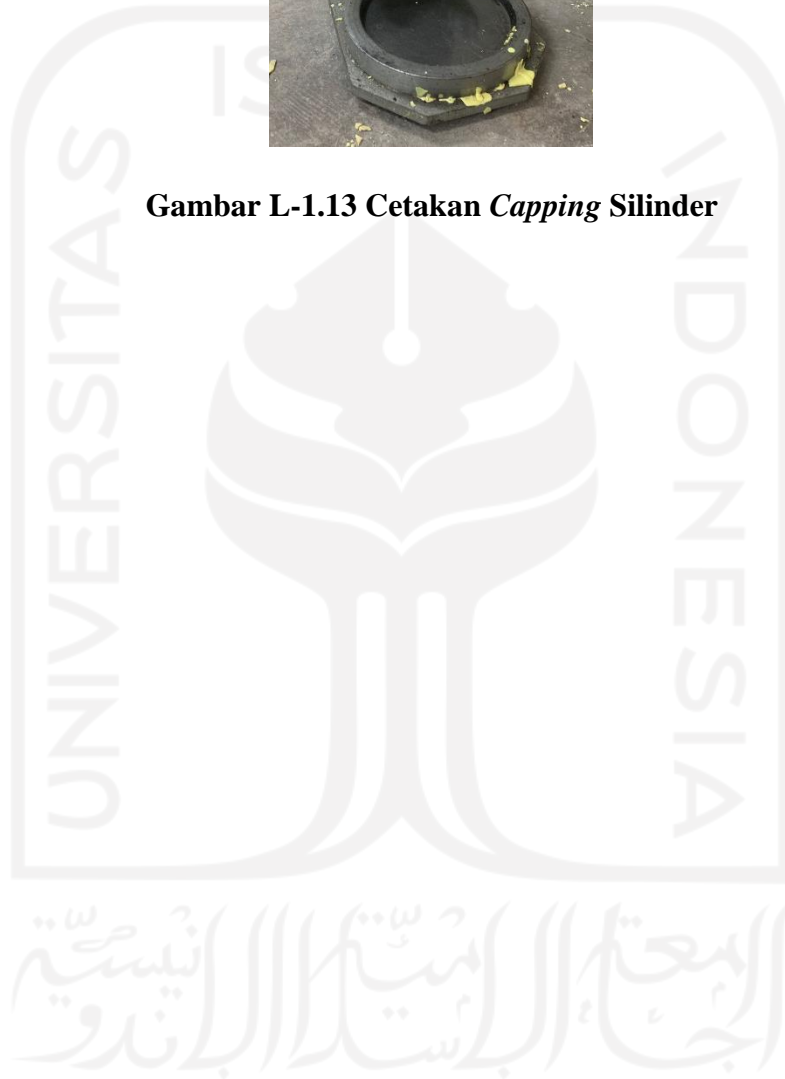
**Gambar L-1.11 Kerucut Abrams**



**Gambar L-1.12 LVDT**



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



**Lampiran 2 Gambar Bahan yang Digunakan****Gambar L-2.1 Semen Portland Merek Gersik****Gambar L-2.2 Tetes Tebu (*Molase*)****Gambar L-2.3 Serat *Polipropylene***



**Gambar L-2.4 Pasir Merapi**



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

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



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

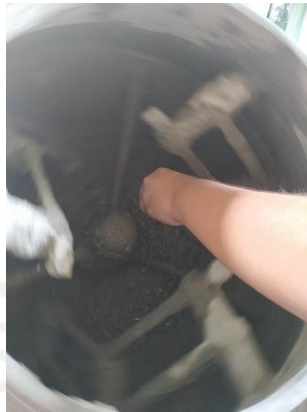


**Gambar L-3.2 Pencampuran Bahan Penyusun Beton**



**Gambar L-3.3 Proses Penambahan Tetes Tebu (*Molase*)**





**Gambar L-3.4 Proses Penambahan Serat *Polypropylene***



**Gambar L-3.5 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**



**Gambar L-3.11 Proses Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية

## Lampiran 4 Data Hasil Pemeriksaan Bahan



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kullurung 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)	485	486	485,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1144	1025	1084,5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	837	716	776,5
Berat jenis curah $(Bk/(B+500-Bt))$	2,513	2,545	2,529
Berat jenis kering muka $(500/(B+500-Bt))$	2,591	2,618	2,604
Berat jenis semu, $(Bk/(B+Bk-Bt))$	2,725	2,746	2,735
Penyerapan air, $((500-Bk)/(Bk \times 100))$	3,093	2,881	2,987



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	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0	0.000	100
20		0	0.000	100
10		0	0.000	100
4,8	4	0,200	0,200	99,800
2,4	85	4,250	4,450	95,550
1,2	274	13,700	18,150	81,850
0,6	562	28,100	46,250	53,750
0,3	571	28,550	74,800	22,200
0,15	340	17	91,800	8,20
Pan	164	8,200		
<b>Jumlah</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>235,650</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{235,650}{100}$$

$$= 2,356$$

**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



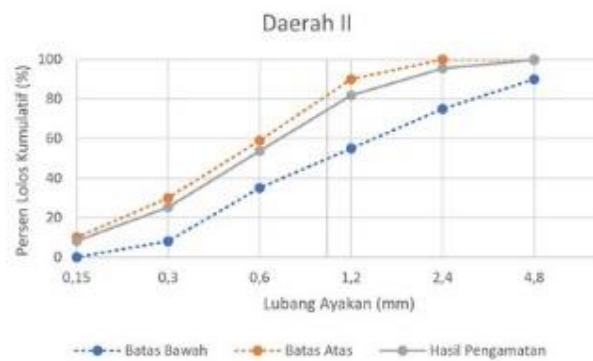
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalurang Km 14,5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

**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**





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	0	100
20		0	0	100
10		0	0	100
4,8	1	0,050	0,050	99,950
2,4	87	4,350	4,400	95,600
1,2	332	16,600	21	79,000
0,6	558	27,900	48,900	51,100
0,3	526	26,300	75,200	24,800
0,15	366	18,300	93,500	6,500
Pan	130	6,500		
<b>Jumlah</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>243,050</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{243,050}{100}$$

$$= 2,430$$

**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



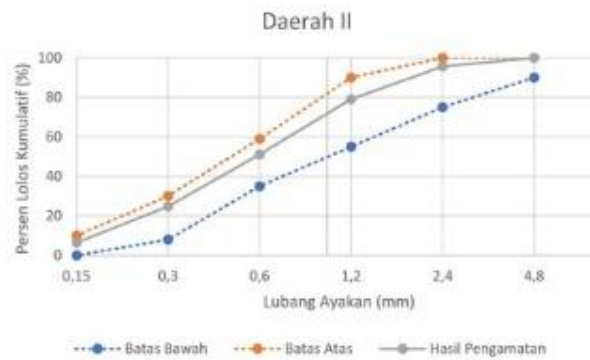
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpun (0274) 858444 eks 3250 & 3250 Yogyakarta

**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 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	491	491	491
Persentase yang lolos ayakan No. 200 $[(W1-W2/W1)] \times 100$	1,8	1,8	1,8



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

#### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Merapi
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1)	10974 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	17459 gram
Berat agregat (W3)	6485 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume gembur (W3/V)	1,223 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{6485}{5301,438} \\
 &= 1,223 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$





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

### 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)	10974 gram
Berat tabung + agregat SSD (W2)	19025 gram
Berat agregat (W3)	8051 gram
Volume tabung (V)	5301,438 cm <sup>3</sup>
Berat volume padat (W3/V)	1,519 gram/cm <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{8051}{5301,438} \\
 &= 1,519 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

Asal Kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4942	4948	4945
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3035	3033	3034
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,515	2,516	2,515
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,545	2,542	2,543
Berat jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))	2,592	2,584	2,588
Penyerapan air, ((Bj-Bk)/(Bk x 100))	1,174	1,051	1,112



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

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

Asal Kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0	0	100
20	69	1,380	1,380	98,620
10	3404	68,080	69,460	30,540
4,8	1413	28,260	97,720	2,280
2,4		0	97,720	2,280
1,2		0	97,720	2,280
0,6		0	97,720	2,280
0,3		0	97,720	2,280
0,15		0	97,720	2,280
Pan	114	2,280		
<b>Jumlah</b>	<b>5000</b>	<b>100</b>	<b>657,160</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{657,160}{100}$$

$$= 6,572$$

**Gradasi Agregat Kasar**

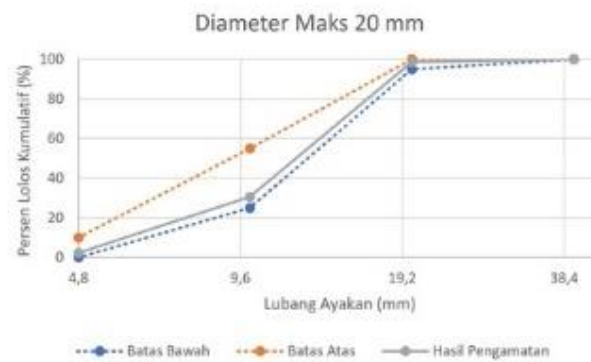
Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10



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

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

Asal Kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40		0	0	100
20	56	1,120	1,120	98,880
10	3561	71,220	72,340	27,660
4,8	1353	27,060	99,400	0,600
2,4		0	99,400	0,600
1,2		0	99,400	0,600
0,6		0	99,400	0,600
0,3		0	99,400	0,600
0,15		0	99,400	0,600
Pan	30	0,600		
<b>Jumlah</b>	<b>5000</b>	<b>100</b>	<b>669,860</b>	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{669,860}{100}$$

$$= 6,698$$

**Gradasi Agregat Kasar**

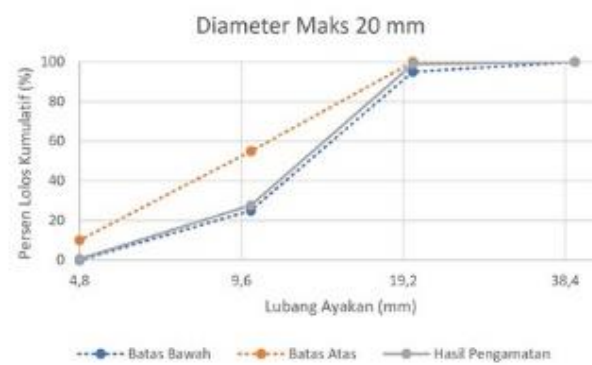
Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Agregat yang Lolos Ayakan/Besar Butiran Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	6579
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	13692
Berat agregat (W3), gram	7113
Volume tabung (V), cm <sup>3</sup>	5301,437
Berat volume gembur (W3/V), gram/cm <sup>3</sup>	1,3417

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7113}{5301,437} \\
 &= 1,3417 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$



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

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	15 cm
Tinggi Silinder	30 cm

Uraian	Hasil Pengamatan
Berat tabung (W1), gram	6579
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	14445
Berat agregat (W3), gram	7866
Volume tabung (V), cm <sup>3</sup>	5301,437
Berat volume gembur (W3/V), gram/cm <sup>3</sup>	1,483

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7866}{5301,437} \\
 &= 1,483 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$





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

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

Formulir Rencana Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> )					
SNI-03-2834-2000					
No	Uraian	Nilai	Satuan	Keterangan	
1	Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan	20	MPa	ditetapkan	
2	Deviasi Standar (s)	-	MPa		
3	Nilai Tambah/Margin(M)	12	MPa		
4	Kuat Tekan Beton Rata-rata yang Ditargetkan	32	MPa	(1)+(3)	
5	Jenis Semen	Type 1		ditetapkan	
6	Jenis Agregat Halus	alami		ditetapkan	
	Jenis Agregat Kasar	batu pecah		ditetapkan	
7	Faktor Air Semen Bebas	0.548		tabel 2 dan grafik 1 dan 2	
	Faktor Air Semen Maksimum	0.6			
8	Faktor Air Semen Digunakan	0.548			
9	Slump	60-180	mm	ditetapkan	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	mm	ditetapkan	
11	Kadar Air Bebas	205		tabel 3	
12	Kadar Semen	374.088	kg/m <sup>3</sup>	(11):(8)	
13	Kadar Semen Maksimum	-			
14	Kadar Semen Minimum	325		tabel 4	
15	Kadar Semen Digunakan	374.088	kg/m <sup>3</sup>		
16	Faktor Air Semen Disesuaikan	-			
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	2		Daerah gradasi	
18	Berat Jenis Agregat Halus	2.604			
	Berat Jenis Agregat Kasar	2.543			
19	Persen Agregat Halus	42.5	%	grafik 13 / 14 / 15	
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Gabungan) SSD	2.569			
21	Berat Isi Beton	2318	kg/m <sup>3</sup>	grafik 16	
22	Kadar Agregat Gabungan	1738.912	kg/m <sup>3</sup>	(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	739.038	kg/m <sup>3</sup>	(19)*(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	999.875	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>	374.088	205.000	739.038	999.875
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m <sup>3</sup>	19.832	10.868	39.180	53.008
26	Proporsi Campuran dengan Angka Penyusutan (25%)				
	* Setiap m <sup>3</sup>	467.609	256.250	923.797	1249.843
	* Setiap Campuran Uji (10 benda uji) : 0,05301 m <sup>3</sup>	24.790	13.585	48.975	66.260

## Fosroc PPF\*



constructive solutions

### High performance micro polypropylene fibre

#### Uses

Fosroc PPF is primarily used as a crack controlling additive for cementitious materials. Typical applications are:

- crack control in readymix concrete, precast concrete, conventional shotcrete, screeds, rendering mortars, micro-silica concrete
- concrete slabs, pavements, driveways, imprinted concrete
- water retaining structures, marine concrete etc.
- patch repair, thin section walling etc.

#### Advantages

- Cost effective - replaces anti crack wire mesh
- User friendly - decreases construction time and labour
- Versatile - Inhibits intrinsic cracking in concrete, improves finishing characteristics, concrete durability and acts as a rust proof.
- Disperses uniformly throughout the mix and does not rust.

#### Standards compliance

Fosroc PPF complies with the requirements of ASTM C111.6

#### Description

Fosroc PPF, is a high performance micro polypropylene fibre, developed as a crack controlling additive for cementitious materials. It is available as monofilament 12mm in length for concrete and 6mm in length for plaster and mortar. It is used to inhibit the formation of small cracks which can occur through plastic shrinkage, premature drying and early thermal changes, in order to provide utilization of the intrinsic properties of the hardened cementitious material.

Fosroc PPF is based on selected raw materials and manufactured under controlled conditions to give a consistent product.

Fosroc PPF is supplied in two sizes:

- 12mm fibre length is designed for concrete mixes, with aggregate size greater than 5mm
- 6mm fibre length is designed for mortar mixes.

#### Specification

Where shown on the contract documents, concrete shall be manufactured using Fosroc PPF, a high performance micro polypropylene fibre. The crack controlling additive shall meet the requirements of ASTM C111.6 and have a tensile strength of minimum 300 N/m<sup>2</sup>.

#### Properties

<i>Form</i>	: Virgin Polypropylene fibre
<i>Specific gravity</i>	: 0.91 g/cm <sup>3</sup>
<i>Alkali content</i>	: Nil
<i>Sulphate content</i>	: Nil
<i>Air Entrainment</i>	: Air content of concrete will not be significantly increased
<i>Chloride content</i>	: Nil
<i>Fibre thickness</i>	: 18 and 30 microns
<i>Youngs Modulus</i>	: 5500 - 7000 MPa
<i>Tensile Strength</i>	: 350 N/mm <sup>2</sup>
<i>Melting Point</i>	: 160°C

#### Dosage

The optimum dosage of Fosroc PPF to meet specific requirements should always be determined by trial mixes using the materials and conditions that will be experienced in use.

As a guide to trials, the following dosage levels of Fosroc PPF are recommended.

#### Product

<i>Fibre length</i>	: 12mm 6mm
<i>Aggregate size, max</i>	: 32mm
<i>Dosage</i>	
12mm fibres	: 0.6 / 0.91 kg/m <sup>3</sup>
6mm fibres	: 1 kg/m <sup>3</sup>
<i>Typical areas of application</i>	: Ready mix concrete

#### Use at other dosages

Dosages outside the typical ranges quoted above can be used to meet particular requirements. Contact Fosroc for advice.

#### Effects of overdosing

Overdosing of Fosroc PPF will generally produce a reduction in workability, and an increase in the cohesiveness of the mix.

## Fosroc PPF\*

### Technical support

Fosroc offers a comprehensive technical support service to specifiers, end users and contractors. It is also able to offer on-site technical assistance, an AutoCAD facility and dedicated specification assistance in locations all over the world.

### Estimating

#### Supply

Fosroc PPF 12mm fibres : 0.6kg and 0.91kg bags

Fosroc PPF 6mm fibres : 1kg bags

All bags are supplied in cardboard box containers.

### Storage

Should be stored in warehouse conditions below 35 °C.

### Additional Information

Fosroc manufactures a wide range of complementary products which include :

- waterproofing membranes & waterstops
- joint sealants & filler boards
- cementitious & epoxy grouts
- specialised flooring materials

Fosroc additionally offers a comprehensive package of products specifically designed for the repair and refurbishment of damaged concrete. Fosroc's 'Systematic Approach' to concrete repair features the following :

- hand-placed repair mortars
- spray grade repair mortars
- fluid micro-concretes
- chemically resistant epoxy mortars
- anti-carbonation/anti-chloride protective coatings
- chemical and abrasion resistant coatings

For further information on any of the above, please consult your local Fosroc office - as below.



### PT. Fosroc Indonesia

Jl. Akasia II Blok A8 No. 1  
Delta Silicon Industrial Park  
Lippo Cikarang  
Bekasi 17550  
Indonesia

[www.fosroc.com](http://www.fosroc.com)

### Important note

Fosroc products are guaranteed against defective materials and manufacture and are sold subject to its standard terms and conditions of sale, copies of which may be obtained on request. Whilst Fosroc endeavours to ensure that any advice, recommendation, specification or information it may give is accurate and correct, it cannot, because it has no direct or continuous control over where or how its products are applied, accept any liability either directly or indirectly arising from the use of its products, whether or not in accordance with any advice, specification, recommendation or information given by it.

#### telephone:

+ 62 21 897 2103

+ 62 22 520 1308

+ 62 31 502 9142

#### fax:

+ 62 21 897 2107

+ 62 22 522 2713

+ 62 31 502 2711

#### email:

[indonesia@fosroc.com](mailto:indonesia@fosroc.com)



074 01 020 2011 - 2010

Registered Office: Jl. Akasia II Blok A8 No. 1, Delta Silicon Industrial Park, Lippo Cikarang, Bekasi 17550, Indonesia

FO S/1202/04/R

## Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



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

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

Nama : Achmad Nurcholis  
NIM : 17511054  
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Kode Benda Uji		Beban	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tekan Beton
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BTT-BN	1	12,708	149,983	303,233	17667,532	220000	19,157
	2	12,541	149,900	303,133	17647,905	212000	18,481
	3	12,794	150,267	302,833	17734,346	289000	25,071
	4	12,674	150,567	303,233	17805,229	239000	20,651
	5	12,689	150,667	301,467	17828,887	269000	23,212
BTT-0	1	12,445	149,300	301,867	17506,910	385000	21,991
	2	12,469	150,000	304,047	17671,459	350000	19,806
	3	12,649	151,133	303,033	17939,503	345000	19,231
	4	12,615	151,033	302,733	17915,771	355000	19,815
	5	12,457	150,200	301,667	17718,614	380000	21,446
BTT-0.05	1	12,300	150,600	301,233	17813,113	525000	29,473
	2	12,442	150,933	303,417	17892,054	405000	22,636
	3	12,560	151,550	303,000	18038,556	520000	28,827
	4	12,514	151,150	303,867	17943,460	385000	21,456
	5	12,367	150,867	302,467	17876,252	445000	24,893
BTT-0.1	1	12,488	150,533	302,567	17797,346	340000	19,104
	2	12,399	152,967	302,017	18377,375	405000	22,038
	3	12,522	152,000	303,283	18145,839	380000	20,941
	4	12,566	151,050	303,233	17919,725	425000	23,717
	5	12,519	151,600	303,183	18050,460	325000	18,005
BTT-0.15	1	12,315	150,733	302,600	17844,669	385000	21,575
	2	12,380	149,067	303,417	17452,231	395000	22,633
	3	12,368	149,633	303,800	17585,170	310000	17,628
	4	12,410	150,533	302,733	17797,346	289000	16,238
	5	12,288	150,283	303,233	17738,281	405000	22,832
BTT-0.2	1	12,166	150,700	302,633	17836,777	355000	19,903
	2	12,016	148,733	300,867	17374,268	385000	22,159
	3	12,087	150,433	301,733	17773,708	375000	21,099
	4	12,069	149,867	302,550	17640,057	425000	24,093
	5	11,851	150,167	298,567	17710,750	330000	18,633



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

Kode Benda Uji		Beban	Diameter	Tinggi	Luas	Beban	Kuat tekan
		(kg)	(mm)	(mm)	Penampang (mm <sup>2</sup> )	Maksimum (N)	Beton (MPa)
BTT-0.25	1	12,395	149,833	305,100	17632,211	215000	12,194
	2	12,272	150,283	301,883	17738,281	350000	19,731
	3	12,261	152,567	303,300	18281,389	350000	19,145
	4	12,110	149,850	301,333	17636,133	330000	18,712
	5	12,203	150,500	302,800	17789,465	360000	20,237
BTT-0.3	1	12,355	150,633	301,400	17820,999	305000	17,115
	2	12,224	149,750	302,267	17612,603	268000	15,216
	3	12,131	149,000	303,300	17436,625	261000	14,968
	4	12,099	149,000	301,700	17436,625	335000	19,212
	5	12,180	149,867	303,500	17640,057	350000	19,841
BTT-0.35	1	12,104	149,517	303,600	17557,759	295000	16,802
	2	12,299	150,417	304,317	17769,770	254000	14,294
	3	12,152	150,567	301,900	17805,229	272000	15,276
	4	11,878	149,083	300,700	17456,134	242000	13,863
	5	12,509	150,017	303,683	17675,386	249000	14,087

Diperiksa,  
Laboran

*(Signature)*

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,  
Kepala Laboratorium



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



## Lampiran 6 Data Hasil Pengujian Kuat Tari Belah Beton



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

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

Nama : Achmad Nurcholis  
NIM : 17511054  
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Kode Benda Uji	Beban	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tarik Beton	
	(kg)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)	
BTT-BN	6	12,512	149,567	301,267	17569,504	145000	2,049
	7	12,681	150,167	302,833	17710,750	93000	1,302
	8	12,613	151,100	300,633	17931,590	97000	1,359
	9	12,539	150,600	299,567	17813,113	107000	1,510
	10	12,575	150,733	302,167	17844,669	113000	1,579
BTT-0	6	12,529	151,517	301,300	18030,621	109000	1,520
	7	12,455	150,400	299,267	17765,832	132000	1,867
	8	12,686	150,483	304,467	17785,525	163000	2,265
	9	12,422	151,100	300,967	17931,590	154000	2,156
	10	12,443	149,267	302,267	17499,093	145000	2,046
BTT-0.05	6	12,360	149,700	302,800	17600,844	130000	1,826
	7	12,634	150,983	304,700	17903,911	133000	1,840
	8	12,532	150,767	304,000	17852,562	152000	2,111
	9	12,443	149,400	302,533	17530,370	135000	1,901
	10	12,502	150,133	302,500	17702,889	155000	2,173
BTT-0.1	6	12,414	150,867	301,233	17876,252	132000	1,849
	7	12,169	149,267	299,800	17499,093	105000	1,494
	8	12,214	150,233	298,467	17726,479	137000	1,945
	9	12,323	149,633	300,500	17585,170	95000	1,345
	10	12,338	150,933	302,333	17892,054	96000	1,339
BTT-0.15	6	12,336	150,033	304,300	17679,314	108000	1,506
	7	12,318	150,200	302,567	17718,614	129000	1,807
	8	12,035	148,900	299,967	17413,228	128000	1,824
	9	12,347	150,233	304,533	17726,479	99000	1,378
	10	12,382	150,533	301,783	17797,346	109000	1,527
BTT-0.2	6	11,751	148,317	301,117	17277,058	120000	1,711
	7	12,140	151,150	302,750	17943,460	112000	1,558
	8	12,232	150,783	304,600	17856,509	136000	1,885
	9	12,093	150,200	301,800	17718,614	137000	1,924
	10	12,078	150,167	300,500	17710,750	132000	1,862



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

Kode Benda Uji		Beban	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kuat Tarik Beton
		(kg)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(MPa)
BTT-0.3	6	12,350	150,200	302,433	17718,614	109000	1,528
	7	12,113	150,250	300,667	17730,413	137000	1,931
	8	12,522	151,100	302,667	17931,590	116000	1,615
	9	12,210	585,533	303,300	269273,198	106000	0,380
	10	12,194	149,837	303,200	17632,995	141000	1,976
BTT-0.35	6	12,165	150,283	301,100	17738,281	100000	1,407
	7	12,408	149,950	302,567	17659,680	89000	1,249
	8	12,242	150,533	302,217	17797,346	88000	1,231
	9	12,211	149,717	302,583	17604,763	106000	1,490
	10	12,215	149,800	302,900	17624,366	89000	1,249

Diperiksa,  
Laboran

*Darussalam*

(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,  
Kepala Laboratorium



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

## Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton



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

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

Pengirim : Achmad Nurcholis

NIM : 17511054

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

#### I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BN-1	150,267	302,833

#### II. Data Pengujian

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	0,007	0,000035	0,5639
20	20000	21	0,0105	0,0000525	1,1278
30	30000	29	0,0145	0,0000725	1,6916
40	40000	37,5	0,01875	0,00009375	2,2555
50	50000	46,5	0,02325	0,00011625	2,8194
60	60000	56	0,028	0,00014	3,3833
70	70000	62,5	0,03125	0,00015625	3,9471
80	80000	74,5	0,03725	0,00018625	4,5110
90	90000	83	0,0415	0,0002075	5,0749
100	100000	96,4	0,0482	0,000241	5,6388
110	110000	103,9	0,05195	0,00025975	6,2027
120	120000	120,4	0,0602	0,000301	6,7665
130	130000	135,4	0,0677	0,0003385	7,3304
140	140000	153,4	0,0767	0,0003835	7,8943
150	150000	172,4	0,0862	0,000431	8,4582
160	160000	189,4	0,0947	0,0004735	9,0220
170	170000	205,9	0,10295	0,00051475	9,5859
180	180000	217,4	0,1087	0,0005435	10,1498
190	190000	246,9	0,12345	0,00061725	10,7137
200	200000	264,5	0,13225	0,00066125	11,2776
210	210000	295,3	0,14765	0,00073825	11,8414
220	220000	319,3	0,15965	0,00079825	12,4053
230	230000	338,3	0,16915	0,00084575	12,9692





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				
240	240000	367,3	0,18365	0,00091825	13,5331
250	250000	413,3	0,20665	0,00103325	14,0969
260	260000	456,7	0,22835	0,00114175	14,6608
270	270000	506,7	0,25335	0,00126675	15,2247
280	280000	575,7	0,28785	0,00143925	15,7886
289	289000	757,5	0,37875	0,00189375	16,2961
250	250000	801,5	0,40075	0,00200375	14,0969
200	200000	773	0,3865	0,0019325	11,2776
150	150000	738,6	0,3693	0,0018465	8,4582



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  
(SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Achmad Nurcholih  
NIM : 17511054  
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'_c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BN-2	150,567	303,233

II. Data Pengujian

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	43	0,0215	0,0001075	1,1233
30	30000	60,5	0,03025	0,00015125	1,6849
40	40000	72,5	0,03625	0,00018125	2,2465
50	50000	84,9	0,04245	0,00021225	2,8082
60	60000	94,4	0,0472	0,000236	3,3698
70	70000	103,9	0,05195	0,00025975	3,9314
80	80000	113,9	0,05695	0,00028475	4,4931
90	90000	122,4	0,0612	0,000306	5,0547
100	100000	132,4	0,0662	0,000331	5,6163
110	110000	140,9	0,07045	0,00035225	6,1780
120	120000	149,9	0,07495	0,00037475	6,7396
130	130000	164,9	0,08245	0,00041225	7,3012
140	140000	174,9	0,08745	0,00043725	7,8629
150	150000	189,4	0,0947	0,0004735	8,4245
160	160000	207,4	0,1037	0,0005185	8,9861
170	170000	231,4	0,1157	0,0005785	9,5478
180	180000	256,3	0,12815	0,00064075	10,1094
190	190000	285,8	0,1429	0,0007145	10,6710
200	200000	320,3	0,16015	0,00080075	11,2327
210	210000	364,8	0,1824	0,000912	11,7943
220	220000	420,7	0,21035	0,00105175	12,3559
230	230000	533,7	0,26685	0,00133425	12,9176



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalurahan Km 14,5 Telpom (0274) 858444 eks 3259 & 3289 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				
239	239000	771,5	0,38575	0,00192875	13,4230
200	200000	913,5	0,45675	0,00228375	11,2327
150	150000	878	0,439	0,002195	8,4245
100	100000	809,5	0,40475	0,00202375	5,6163



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  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis

**NIM** : 17511054

**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BN-3	150,667	301,467

**II. Data Pengujian**

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	0,5609
20	20000	25,5	0,01275	0,00006375	1,1218
30	30000	35	0,0175	0,0000875	1,6827
40	40000	46,5	0,02325	0,00011625	2,2435
50	50000	56	0,028	0,00014	2,8044
60	60000	68,5	0,03425	0,00017125	3,3653
70	70000	80,5	0,04025	0,00020125	3,9262
80	80000	94,4	0,0472	0,000236	4,4871
90	90000	107,9	0,05395	0,00026975	5,0480
100	100000	123,9	0,06195	0,00030975	5,6089
110	110000	140,9	0,07045	0,00035225	6,1698
120	120000	157,4	0,0787	0,0003935	6,7306
130	130000	174,4	0,0872	0,000436	7,2915
140	140000	190,9	0,09545	0,00047725	7,8524
150	150000	206,4	0,1032	0,000516	8,4133
160	160000	225,4	0,1127	0,0005635	8,9742
170	170000	246,9	0,12345	0,00061725	9,5351
180	180000	272,8	0,1364	0,000682	10,0960
190	190000	296,8	0,1484	0,000742	10,6569
200	200000	316,8	0,1584	0,000792	11,2177
210	210000	353,8	0,1769	0,0008845	11,7786
220	220000	389,3	0,19465	0,00097325	12,3395
230	230000	422,2	0,2111	0,0010555	12,9004



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Sebaranya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
240	240000	472,2	0,2361	0,0011805	13,4613
250	250000	528,2	0,2641	0,0013205	14,0222
260	260000	627,6	0,3138	0,001569	14,5831
269	269000	828	0,414	0,00207	15,0879
250	250000	956,4	0,4782	0,002391	14,0222
200	200000	909,5	0,45475	0,00227375	11,2177
150	150000	855	0,4275	0,0021375	8,4133



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0% - 1	149,300	301,867

**II. Data Pengujian**

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	11,5	0,00575	0,00002875	0,5712
20	20000	16,5	0,00825	0,00004125	1,1424
30	30000	23	0,0115	0,0000575	1,7136
40	40000	28,5	0,01425	0,00007125	2,2848
50	50000	37,5	0,01875	0,00009375	2,8560
60	60000	42,5	0,02125	0,00010625	3,4272
70	70000	50	0,025	0,000125	3,9984
80	80000	75,5	0,03775	0,00018875	4,5696
90	90000	80	0,04	0,0002	5,1408
100	100000	89,9	0,04495	0,00022475	5,7120
110	110000	96,4	0,0482	0,000241	6,2832
120	120000	101,9	0,05095	0,00025475	6,8544
130	130000	133,9	0,06695	0,00033475	7,4256
140	140000	153,4	0,0767	0,0003835	7,9968
150	150000	171,9	0,08595	0,00042975	8,5680
160	160000	185,9	0,09295	0,00046475	9,1392
170	170000	203,9	0,10195	0,00050975	9,7105
180	180000	222,9	0,11145	0,00055725	10,2817
190	190000	239,4	0,1197	0,0005985	10,8529
200	200000	253,3	0,12665	0,00063325	11,4241
210	210000	273,8	0,1369	0,0006845	11,9953
220	220000	293,3	0,14665	0,00073325	12,5665



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejan Km 14,5 Telpom (0274) 858444 sds 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				
230	230000	307,3	0,15365	0,00076825	13,1377
240	240000	321,8	0,1609	0,0008045	13,7089
250	250000	345,8	0,1729	0,0008645	14,2801
260	260000	364,8	0,1824	0,000912	14,8513
270	270000	386,3	0,19315	0,00096575	15,4225
280	280000	411,3	0,20565	0,00102825	15,9937
290	290000	433,7	0,21685	0,00108425	16,5649
300	300000	473,7	0,23685	0,00118425	17,1361
310	310000	500,2	0,2501	0,0012505	17,7073
320	320000	528,7	0,26435	0,00132175	18,2785
330	330000	553,2	0,2766	0,001383	18,8497
340	340000	583,1	0,29155	0,00145775	19,4209
350	350000	618,1	0,30905	0,00154525	19,9921
360	360000	659,1	0,32955	0,00164775	20,5633
370	370000	692,1	0,34605	0,00173025	21,1345
380	380000	748	0,374	0,00187	21,7057
385	385000	881	0,4405	0,0022025	21,9913
380	380000	902,5	0,45125	0,00225625	21,7057
360	360000	903	0,4515	0,0022575	20,5633



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0% - 2	151,033	302,733

**II. Data Pengujian**

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	22,5	0,01125	0,00005625	0,5582
20	20000	31	0,0155	0,0000775	1,1163
30	30000	43,5	0,02175	0,00010875	1,6745
40	40000	57	0,0285	0,0001425	2,2327
50	50000	66,5	0,03325	0,00016625	2,7908
60	60000	75	0,0375	0,0001875	3,3490
70	70000	90,9	0,04545	0,00022725	3,9072
80	80000	105,9	0,05295	0,00026475	4,4653
90	90000	120,9	0,06045	0,00030225	5,0235
100	100000	131,4	0,0657	0,0003285	5,5817
110	110000	148,9	0,07445	0,00037225	6,1398
120	120000	167,9	0,08395	0,00041975	6,6980
130	130000	182,4	0,0912	0,000456	7,2562
140	140000	204,4	0,1022	0,000511	7,8143
150	150000	219,4	0,1097	0,0005485	8,3725
160	160000	234,4	0,1172	0,000586	8,9307
170	170000	250,3	0,12515	0,00062575	9,4888
180	180000	274,8	0,1374	0,000687	10,0470
190	190000	293,3	0,14665	0,00073325	10,6052
200	200000	313,3	0,15665	0,00078325	11,1633
210	210000	338,8	0,1694	0,000847	11,7215
220	220000	356,3	0,17815	0,00089075	12,2797





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejan Km 14,5 Telp. (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				
230	230000	385,3	0,19265	0,00096325	12,8379
240	240000	405,3	0,20265	0,00101325	13,3960
250	250000	435,2	0,2176	0,001088	13,9542
260	260000	458,2	0,2291	0,0011455	14,5124
270	270000	480,7	0,24035	0,00120175	15,0705
280	280000	517,2	0,2586	0,001293	15,6287
290	290000	557,7	0,27885	0,00139425	16,1869
300	300000	607,1	0,30355	0,00151775	16,7450
310	310000	684,1	0,34205	0,00171025	17,3032
320	320000	723,6	0,3618	0,001809	17,8614
330	330000	804,5	0,40225	0,00201125	18,4195
340	340000	932,4	0,4662	0,002331	18,9777
350	350000	1147,8	0,5739	0,0028695	19,5359
355	355000	1484,1	0,74205	0,00371025	19,8149
340	340000	1826,4	0,9132	0,004566	18,9777
320	320000	2043,3	1,02165	0,00510825	17,8614



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

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
*POLYPROPYLENE* 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0%  
(SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Achmad Nurcholis  
NIM : 17511054  
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0% - 3	150,200	301,667

II. Data Pengujian

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	0,0065	0,0000325	0,5644
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1288
30	30000	41	0,0205	0,0001025	1,6931
40	40000	53,5	0,02675	0,00013375	2,2575
50	50000	66,5	0,03325	0,00016625	2,8219
60	60000	81,5	0,04075	0,00020375	3,3863
70	70000	95,9	0,04795	0,00023975	3,9506
80	80000	112,9	0,05645	0,00028225	4,5150
90	90000	122,4	0,0612	0,000306	5,0794
100	100000	137,9	0,06895	0,00034475	5,6438
110	110000	147,4	0,0737	0,0003685	6,2082
120	120000	162,4	0,0812	0,000406	6,7725
130	130000	179,4	0,0897	0,0004485	7,3369
140	140000	192,4	0,0962	0,000481	7,9013
150	150000	209,4	0,1047	0,0005235	8,4657
160	160000	225,4	0,1127	0,0005635	9,0301
170	170000	239,4	0,1197	0,0005985	9,5944
180	180000	261,3	0,13065	0,00065325	10,1588
190	190000	274,8	0,1374	0,000687	10,7232
200	200000	288,3	0,14415	0,00072075	11,2876
210	210000	310,3	0,15515	0,00077575	11,8519
220	220000	325,8	0,1629	0,0008145	12,4163



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalireng Km 14,5 Telpen (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				
230	230000	349,8	0,1749	0,0008745	12,9807
240	240000	365,8	0,1829	0,0009145	13,5451
250	250000	381,8	0,1909	0,0009545	14,1095
260	260000	402,8	0,2014	0,001007	14,6738
270	270000	417,7	0,20885	0,00104425	15,2382
280	280000	445,7	0,22285	0,00111425	15,8026
290	290000	472,2	0,2361	0,0011805	16,3670
300	300000	496,2	0,2481	0,0012405	16,9313
310	310000	523,7	0,26185	0,00130925	17,4957
320	320000	543,7	0,27185	0,00135925	18,0601
330	330000	571,7	0,28585	0,00142925	18,6245
340	340000	600,6	0,3003	0,0015015	19,1889
350	350000	631,6	0,3158	0,001579	19,7532
360	360000	652,1	0,32605	0,00163025	20,3176
370	370000	696,1	0,34805	0,00174025	20,8820
380	380000	753,5	0,37675	0,00188375	21,4464
360	360000	772	0,386	0,00193	20,3176
340	340000	694,1	0,34705	0,00173525	19,1889



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,05%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,05% - 1	150,600	301,233

**II. Data Pengujian**

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	0,005	0,000025	0,5614
20	20000	18	0,009	0,000045	1,1228
30	30000	27	0,0135	0,0000675	1,6842
40	40000	38	0,019	0,000095	2,2455
50	50000	50	0,025	0,000125	2,8069
60	60000	58	0,029	0,000145	3,3683
70	70000	67	0,0335	0,0001675	3,9297
80	80000	72	0,036	0,00018	4,4911
90	90000	75	0,0375	0,0001875	5,0525
100	100000	78	0,039	0,000195	5,6138
110	110000	80	0,04	0,0002	6,1752
120	120000	90	0,045	0,000225	6,7366
130	130000	100,4	0,0502	0,000251	7,2980
140	140000	110,4	0,0552	0,000276	7,8594
150	150000	121,9	0,06095	0,00030475	8,4208
160	160000	127,4	0,0637	0,0003185	8,9821
170	170000	137,4	0,0687	0,0003435	9,5435
180	180000	148,4	0,0742	0,000371	10,1049
190	190000	159,4	0,0797	0,0003985	10,6663
200	200000	167,4	0,0837	0,0004185	11,2277
210	210000	175,4	0,0877	0,0004385	11,7891
220	220000	185,9	0,09295	0,00046475	12,3505



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>	$\Delta L$ Seebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	198,9	0,09945	0,00049725	12,9118
240	240000	208,4	0,1042	0,000521	13,4732
250	250000	220,9	0,11045	0,00055225	14,0346
260	260000	229,9	0,11495	0,00057475	14,5960
270	270000	237,9	0,11895	0,00059475	15,1574
280	280000	251,3	0,12565	0,00062825	15,7188
290	290000	265,3	0,13265	0,00066325	16,2801
300	300000	272,8	0,1364	0,000682	16,8415
310	310000	284,3	0,14215	0,00071075	17,4029
320	320000	295,8	0,1479	0,0007395	17,9643
330	330000	303,8	0,1519	0,0007595	18,5257
340	340000	319,3	0,15965	0,00079825	19,0871
350	350000	333,8	0,1669	0,0008345	19,6484
360	360000	344,8	0,1724	0,000862	20,2098
370	370000	362,3	0,18115	0,00090575	20,7712
380	380000	372,3	0,18615	0,00093075	21,3326
390	390000	389,8	0,1949	0,0009745	21,8940
400	400000	404,3	0,20215	0,00101075	22,4554
410	410000	424,2	0,2121	0,0010605	23,0168
420	420000	435,2	0,2176	0,001088	23,5781
430	430000	451,2	0,2256	0,001128	24,1395
440	440000	469,7	0,23485	0,00117425	24,7009
450	450000	490,2	0,2451	0,0012255	25,2623
460	460000	513,7	0,25685	0,00128425	25,8237
470	470000	529,2	0,2646	0,001323	26,3851
480	480000	554,7	0,27735	0,00138675	26,9464
490	490000	576,2	0,2881	0,0014405	27,5078
500	500000	599,1	0,29955	0,00149775	28,0692
510	510000	634,1	0,31705	0,00158525	28,6306
520	520000	657,6	0,3288	0,001644	29,1920
525	525000	697,6	0,3488	0,001744	29,4727
490	490000	938,4	0,4692	0,002346	27,5078



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,05%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,05% - 2	151,550	303,000

**II. Data Pengujian**

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	0,5544
20	20000	16	0,008	0,00004	1,1087
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6631
40	40000	34,5	0,01725	0,00008625	2,2175
50	50000	45	0,0225	0,0001125	2,7718
60	60000	50,5	0,02525	0,00012625	3,3262
70	70000	55,5	0,02775	0,00013875	3,8806
80	80000	62	0,031	0,000155	4,4349
90	90000	69,5	0,03475	0,00017375	4,9893
100	100000	73,5	0,03675	0,00018375	5,5437
110	110000	83,9	0,04195	0,00020975	6,0980
120	120000	90,4	0,0452	0,000226	6,6524
130	130000	98,9	0,04945	0,00024725	7,2068
140	140000	106,4	0,0532	0,000266	7,7612
150	150000	118,4	0,0592	0,000296	8,3155
160	160000	122,9	0,06145	0,00030725	8,8699
170	170000	134,4	0,0672	0,000336	9,4243
180	180000	139,4	0,0697	0,0003485	9,9786
190	190000	147,4	0,0737	0,0003685	10,5330
200	200000	160,4	0,0802	0,000401	11,0874
210	210000	167,4	0,0837	0,0004185	11,6417
220	220000	176,9	0,08845	0,0004225	12,1961



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				
230	230000	191,9	0,09595	0,00047975	12,7505
240	240000	201,9	0,10095	0,00050475	13,3048
250	250000	210,9	0,10545	0,00052725	13,8592
260	260000	223,4	0,1117	0,0005585	14,4136
270	270000	235,9	0,11795	0,00058975	14,9679
280	280000	245,4	0,1227	0,0006135	15,5223
290	290000	253,8	0,1269	0,0006345	16,0767
300	300000	267,8	0,1339	0,0006695	16,6310
310	310000	277,8	0,1389	0,0006945	17,1854
320	320000	293,8	0,1469	0,0007345	17,7398
330	330000	304,3	0,15215	0,00076075	18,2941
340	340000	320,8	0,1604	0,000802	18,8485
350	350000	332,3	0,16615	0,00083075	19,4029
360	360000	351,8	0,1759	0,0008795	19,9573
370	370000	369,8	0,1849	0,0009245	20,5116
380	380000	381,8	0,1909	0,0009545	21,0660
390	390000	400,3	0,20015	0,00100075	21,6204
400	400000	418,7	0,20935	0,00104675	22,1747
410	410000	435,7	0,21785	0,00108925	22,7291
420	420000	453,7	0,22685	0,00113425	23,2835
430	430000	474,7	0,23735	0,00118675	23,8378
440	440000	492,7	0,24635	0,00123175	24,3922
450	450000	520,2	0,2601	0,0013005	24,9466
460	460000	548,7	0,27435	0,00137175	25,5009
470	470000	570,2	0,2851	0,0014255	26,0553
480	480000	608,6	0,3043	0,0015215	26,6097
490	490000	638,1	0,31905	0,00159525	27,1640
500	500000	671,1	0,33555	0,00167775	27,7184
510	510000	754	0,377	0,001885	28,2728
520	520000	907,5	0,45375	0,00226875	28,8271
500	500000	1162,3	0,58115	0,00290575	27,7184
490	490000	1355,7	0,67785	0,00338925	27,1640



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,05%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,05% - 3	150,867	302,467

**II. Data Pengujian**

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	0,007	0,000035	0,5594
20	20000	20	0,01	0,00005	1,1188
30	30000	29	0,0145	0,0000725	1,6782
40	40000	39	0,0195	0,0000975	2,2376
50	50000	44	0,022	0,00011	2,7970
60	60000	52,5	0,02625	0,00013125	3,3564
70	70000	61,5	0,03075	0,00015375	3,9158
80	80000	77	0,0385	0,0001925	4,4752
90	90000	88,4	0,0442	0,000221	5,0346
100	100000	94,4	0,0472	0,000236	5,5940
110	110000	104,4	0,0522	0,000261	6,1534
120	120000	114,4	0,0572	0,000286	6,7128
130	130000	125,9	0,06295	0,00031475	7,2722
140	140000	137,9	0,06895	0,00034475	7,8316
150	150000	156,4	0,0782	0,000391	8,3910
160	160000	162,4	0,0812	0,000406	8,9504
170	170000	174,4	0,0872	0,000436	9,5098
180	180000	185,4	0,0927	0,0004635	10,0692
190	190000	203,4	0,1017	0,0005085	10,6286
200	200000	213,9	0,10695	0,00053475	11,1880
210	210000	225,9	0,11295	0,00056475	11,7474
220	220000	237,4	0,1187	0,0005935	12,3068





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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Seebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	250,3	0,12515	0,00062575	12,8662
240	240000	271,8	0,1359	0,0006795	13,4256
250	250000	285,8	0,1429	0,0007145	13,9850
260	260000	299,3	0,14965	0,00074825	14,5444
270	270000	317,8	0,1589	0,0007945	15,1038
280	280000	330,8	0,1654	0,000827	15,6632
290	290000	349,3	0,17465	0,00087325	16,2226
300	300000	369,8	0,1849	0,0009245	16,7820
310	310000	387,3	0,19365	0,00096825	17,3414
320	320000	411,8	0,2059	0,0010295	17,9008
330	330000	430,7	0,21535	0,00107675	18,4602
340	340000	467,2	0,2336	0,001168	19,0196
350	350000	489,2	0,2446	0,001223	19,5790
360	360000	511,2	0,2556	0,001278	20,1384
370	370000	533,7	0,26685	0,00133425	20,6979
380	380000	558,7	0,27935	0,00139675	21,2573
390	390000	603,6	0,3018	0,001509	21,8167
400	400000	639,1	0,31955	0,00159775	22,3761
410	410000	674,1	0,33705	0,00168525	22,9355
420	420000	731,1	0,36555	0,00182775	23,4949
430	430000	780	0,39	0,00195	24,0543
440	440000	875,5	0,43775	0,00218875	24,6137
445	445000	1268,2	0,6341	0,0031705	24,8934
420	420000	1585	0,7925	0,0039625	23,4949
410	410000	2023,3	1,01165	0,00505825	22,9355



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,10%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholih  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,10% - 1	152,967	302,017

**II. Data Pengujian**

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	16,5	0,00825	0,00004125	0,5441
20	20000	27	0,0135	0,0000675	1,0883
30	30000	38,5	0,01925	0,00009625	1,6324
40	40000	57	0,0285	0,0001425	2,1766
50	50000	69,5	0,03475	0,00017375	2,7207
60	60000	80	0,04	0,0002	3,2649
70	70000	93,4	0,0467	0,0002335	3,8090
80	80000	106,4	0,0532	0,000266	4,3532
90	90000	117,9	0,05895	0,00029475	4,8973
100	100000	126,9	0,06345	0,00031725	5,4415
110	110000	136,4	0,0682	0,000341	5,9856
120	120000	147,4	0,0737	0,0003685	6,5298
130	130000	159,9	0,07995	0,00039975	7,0739
140	140000	166,9	0,08345	0,00041725	7,6181
150	150000	181,4	0,0907	0,0004535	8,1622
160	160000	188,9	0,09445	0,00047225	8,7064
170	170000	197,9	0,09895	0,00049475	9,2505
180	180000	203,9	0,10195	0,00050975	9,7947
190	190000	216,9	0,10845	0,00054225	10,3388
200	200000	232,9	0,11645	0,00058225	10,8829
210	210000	246,4	0,1232	0,000616	11,4271
220	220000	258,3	0,12915	0,00064575	11,9712



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telpn (0271)858444 eks 3250 & 3299 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Seebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	271,3	0,13565	0,00067825	12,5154
240	240000	284,8	0,1424	0,000712	13,0595
250	250000	298,8	0,1494	0,000747	13,6037
260	260000	312,8	0,1564	0,000782	14,1478
270	270000	333,8	0,1669	0,0008345	14,6920
280	280000	384,3	0,19215	0,00096075	15,2361
290	290000	372,3	0,18615	0,00093075	15,7803
300	300000	391,3	0,19565	0,00097825	16,3244
310	310000	410,8	0,2054	0,001027	16,8686
320	320000	431,7	0,21585	0,00107925	17,4127
330	330000	458,2	0,2291	0,0011455	17,9569
340	340000	482,2	0,2411	0,0012055	18,5010
350	350000	509,7	0,25485	0,00127425	19,0452
360	360000	539,7	0,26985	0,00134925	19,5893
370	370000	571,7	0,28585	0,00142925	20,1335
380	380000	603,1	0,30155	0,00150775	20,6776
390	390000	666,6	0,3333	0,0016665	21,2217
400	400000	758,5	0,37925	0,00189625	21,7659
405	405000	1121,3	0,56065	0,00280325	22,0380
390	390000	1396,2	0,6981	0,0034905	21,2217
380	380000	1567,6	0,7838	0,003919	20,6776



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,10%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,10% - 2	152,000	303,283

**II. Data Pengujian**

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	12,5	0,00625	0,00003125	0,5511
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1022
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6533
40	40000	30,5	0,01525	0,00007625	2,2044
50	50000	38	0,019	0,000095	2,7555
60	60000	43	0,0215	0,0001075	3,3065
70	70000	57	0,0285	0,0001425	3,8576
80	80000	63,5	0,03175	0,00015875	4,4087
90	90000	73	0,0365	0,0001825	4,9598
100	100000	81,5	0,04075	0,00020375	5,5109
110	110000	92,5	0,04625	0,00023125	6,0620
120	120000	101,9	0,05095	0,00025475	6,6131
130	130000	111,9	0,05595	0,00027975	7,1642
140	140000	121,9	0,06095	0,00030475	7,7153
150	150000	132,4	0,0662	0,000331	8,2664
160	160000	142,4	0,0712	0,000356	8,8174
170	170000	152,4	0,0762	0,000381	9,3685
180	180000	164,9	0,08245	0,00041225	9,9196
190	190000	176,4	0,0882	0,000441	10,4707
200	200000	189,4	0,0947	0,0004735	11,0218
210	210000	203,4	0,1017	0,0005085	11,5729
220	220000	217,4	0,1087	0,0005435	12,1240



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalitirang Km 14,5 Telpn 402740 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				
230	230000	224,9	0,11245	0,00056225	12,6751
240	240000	245,9	0,12295	0,00061475	13,2262
250	250000	260,8	0,1304	0,000652	13,7773
260	260000	274,8	0,1374	0,000687	14,3284
270	270000	295,3	0,14765	0,00073825	14,8794
280	280000	309,8	0,1549	0,0007745	15,4305
290	290000	330,3	0,16515	0,00082575	15,9816
300	300000	349,8	0,1749	0,0008745	16,5327
310	310000	364,8	0,1824	0,000912	17,0838
320	320000	391,8	0,1959	0,0009795	17,6349
330	330000	416,3	0,20815	0,00104075	18,1860
340	340000	448,2	0,2241	0,0011205	18,7371
350	350000	482,7	0,24135	0,00120675	19,2882
360	360000	543,2	0,2716	0,001358	19,8393
370	370000	596,1	0,29805	0,00149025	20,3903
380	380000	819,5	0,40975	0,00204875	20,9414
370	370000	1166,3	0,58315	0,00291575	20,3903
360	360000	1552,1	0,77605	0,00388025	19,8393



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,10%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,10% - 3	151,050	303,233

**II. Data Pengujian**

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	0,5580
20	20000	32,5	0,01625	0,00008125	1,1161
30	30000	45,5	0,02275	0,00011375	1,6741
40	40000	53,5	0,02675	0,00013375	2,2322
50	50000	65	0,0325	0,0001625	2,7902
60	60000	74,5	0,03725	0,00018625	3,3483
70	70000	83,9	0,04195	0,00020975	3,9063
80	80000	96,9	0,04845	0,00024225	4,4644
90	90000	105,4	0,0527	0,0002635	5,0224
100	100000	115,9	0,05795	0,00028975	5,5804
110	110000	131,9	0,06595	0,00032975	6,1385
120	120000	141,9	0,07095	0,00035475	6,6965
130	130000	155,4	0,0777	0,0003885	7,2546
140	140000	162,9	0,08145	0,00040725	7,8126
150	150000	175,4	0,0877	0,0004385	8,3707
160	160000	185,4	0,0927	0,0004635	8,9287
170	170000	196,4	0,0982	0,000491	9,4868
180	180000	210,4	0,1052	0,000526	10,0448
190	190000	223,9	0,11195	0,00055975	10,6028
200	200000	236,9	0,11845	0,00059225	11,1609
210	210000	250,8	0,1254	0,000627	11,7189
220	220000	257,8	0,1289	0,0006445	12,2770



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalurang Km 14,5 Telpn. 02741 858444 sds 3259 & 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				
230	230000	277,3	0,13865	0,00069325	12,8350
240	240000	290,3	0,14515	0,00072575	13,3931
250	250000	303,8	0,1519	0,0007595	13,9511
260	260000	323,8	0,1619	0,0008095	14,5092
270	270000	341,8	0,1709	0,0008545	15,0672
280	280000	354,8	0,1774	0,000887	15,6252
290	290000	374,8	0,1874	0,000937	16,1833
300	300000	387,8	0,1939	0,0009695	16,7413
310	310000	404,3	0,20215	0,00101075	17,2994
320	320000	428,2	0,2141	0,0010705	17,8574
330	330000	444,2	0,2221	0,0011105	18,4155
340	340000	471,2	0,2356	0,001178	18,9735
350	350000	491,7	0,24585	0,00122925	19,5315
360	360000	515,2	0,2576	0,001288	20,0896
370	370000	539,2	0,2696	0,001348	20,6476
380	380000	580,2	0,2901	0,0014505	21,2057
390	390000	614,6	0,3073	0,0015365	21,7637
400	400000	652,6	0,3263	0,0016315	22,3218
410	410000	718,6	0,3593	0,0017965	22,8798
420	420000	779	0,3895	0,0019475	23,4379
425	425000	1214,3	0,60715	0,00303575	23,7169
400	400000	1560,1	0,78005	0,00390025	22,3218
380	380000	1761,4	0,8807	0,0044035	21,2057



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,15%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,15% - 1	150,733	302,600

**II. Data Pengujian**

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	0,5604
20	20000	27	0,0135	0,0000675	1,1208
30	30000	37,5	0,01875	0,00009375	1,6812
40	40000	44,5	0,02225	0,00011125	2,2416
50	50000	55	0,0275	0,0001375	2,8020
60	60000	68,5	0,03425	0,00017125	3,3623
70	70000	77,5	0,03875	0,00019375	3,9227
80	80000	86,4	0,0432	0,000216	4,4831
90	90000	101,4	0,0507	0,0002535	5,0435
100	100000	111,9	0,05595	0,00027975	5,6039
110	110000	123,4	0,0617	0,0003085	6,1643
120	120000	135,9	0,06795	0,00033975	6,7247
130	130000	150,9	0,07545	0,00037725	7,2851
140	140000	159,4	0,0797	0,0003985	7,8455
150	150000	175,9	0,08795	0,00043975	8,4059
160	160000	190,9	0,09545	0,00047725	8,9663
170	170000	207,9	0,10395	0,00051975	9,5267
180	180000	224,9	0,11245	0,00056225	10,0870
190	190000	242,9	0,12145	0,00060725	10,6474
200	200000	258,3	0,12915	0,00064575	11,2078
210	210000	271,8	0,1359	0,0006795	11,7682
220	220000	291,3	0,14565	0,00072825	12,3286





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalbarang Km 14.5 Telpun (0274) 854444 rks 3250 & 3250 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				
230	230000	307,8	0,1539	0,0007695	12,8890
240	240000	328,8	0,1644	0,000822	13,4494
250	250000	351,3	0,17565	0,00087825	14,0098
260	260000	371,8	0,1859	0,0009295	14,5702
270	270000	403,3	0,20165	0,00100825	15,1306
280	280000	428,2	0,2141	0,0010705	15,6910
290	290000	461,2	0,2306	0,001153	16,2514
300	300000	502,2	0,2511	0,0012555	16,8117
310	310000	538,7	0,26935	0,00134675	17,3721
320	320000	595,1	0,29755	0,00148775	17,9325
330	330000	669,1	0,33455	0,00167275	18,4929
340	340000	705,6	0,3528	0,001764	19,0533
350	350000	742,1	0,37105	0,00185525	19,6137
360	360000	812,5	0,40625	0,00203125	20,1741
370	370000	884	0,442	0,00221	20,7345
380	380000	1019,4	0,5097	0,0025485	21,2949
385	385000	1424,6	0,7123	0,0035615	21,5751
370	370000	1621,5	0,81075	0,00405375	20,7345



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,15%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,15% - 2	149,067	303,417

**II. Data Pengujian**

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	12	0,006	0,00003	0,5730
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1460
30	30000	28	0,014	0,00007	1,7190
40	40000	34,5	0,01725	0,00008625	2,2920
50	50000	44,5	0,02225	0,00011125	2,8650
60	60000	53,5	0,02675	0,00013375	3,4380
70	70000	60	0,03	0,00015	4,0109
80	80000	77	0,0385	0,0001925	4,5839
90	90000	86,4	0,0432	0,000216	5,1569
100	100000	94,4	0,0472	0,000236	5,7299
110	110000	103,9	0,05195	0,00025975	6,3029
120	120000	116,9	0,05845	0,00029225	6,8759
130	130000	132,4	0,0662	0,000331	7,4489
140	140000	143,4	0,0717	0,0003585	8,0219
150	150000	158,9	0,07945	0,00039725	8,5949
160	160000	171,4	0,0857	0,0004285	9,1679
170	170000	186,4	0,0932	0,000466	9,7409
180	180000	201,9	0,10095	0,00050475	10,3139
190	190000	219,9	0,10995	0,00054975	10,8869
200	200000	228,4	0,1142	0,000571	11,4599
210	210000	243,4	0,1217	0,0006085	12,0328
220	220000	258,8	0,1294	0,000647	12,6058



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaharaz Km 14.5 Telpon 602740 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				
230	230000	276,8	0,1384	0,000692	13,1788
240	240000	295,8	0,1479	0,0007395	13,7518
250	250000	313,8	0,1569	0,0007845	14,3248
260	260000	332,3	0,16615	0,00083075	14,8978
270	270000	351,8	0,1759	0,0008795	15,4708
280	280000	369,8	0,1849	0,0009245	16,0438
290	290000	396,8	0,1984	0,000992	16,6168
300	300000	433,2	0,2166	0,001083	17,1898
310	310000	472,2	0,2361	0,0011805	17,7628
320	320000	497,7	0,24885	0,00124425	18,3358
330	330000	543,7	0,27185	0,00135925	18,9088
340	340000	581,7	0,29085	0,00145425	19,4817
350	350000	648,1	0,32405	0,00162025	20,0547
360	360000	703,6	0,3518	0,001759	20,6277
370	370000	766	0,383	0,001915	21,2007
380	380000	890	0,445	0,002225	21,7737
390	390000	1002,9	0,50145	0,00250725	22,3467
395	395000	1144,8	0,5724	0,002862	22,6332
370	370000	1476,6	0,7383	0,0036915	21,2007



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,15%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,15% - 3	150,283	303,233

**II. Data Pengujian**

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	0,5638
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1275
30	30000	25	0,0125	0,0000625	1,6913
40	40000	29	0,0145	0,0000725	2,2550
50	50000	38	0,019	0,000095	2,8188
60	60000	47,5	0,02375	0,00011875	3,3825
70	70000	52	0,026	0,00013	3,9463
80	80000	59	0,0295	0,0001475	4,5100
90	90000	66,5	0,03325	0,00016625	5,0738
100	100000	75	0,0375	0,0001875	5,6375
110	110000	82,5	0,04125	0,00020625	6,2013
120	120000	89,9	0,04495	0,00022475	6,7650
130	130000	97,9	0,04895	0,00024475	7,3288
140	140000	110,4	0,0552	0,000276	7,8925
150	150000	118,4	0,0592	0,000296	8,4563
160	160000	125,9	0,06295	0,00031475	9,0200
170	170000	135,4	0,0677	0,0003385	9,5838
180	180000	148,4	0,0742	0,000371	10,1475
190	190000	158,4	0,0792	0,000396	10,7113
200	200000	166,9	0,08345	0,00041725	11,2750
210	210000	175,9	0,08795	0,00043975	11,8388
220	220000	190,9	0,09545	0,00047725	12,4026



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliburang Km 14.3 Telpun (0271) 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Seebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	202,9	0,10145	0,00050725	12,9663
240	240000	215,9	0,10795	0,00053975	13,5301
250	250000	225,9	0,11295	0,00056475	14,0938
260	260000	235,9	0,11795	0,00058975	14,6576
270	270000	246,9	0,12345	0,00061725	15,2213
280	280000	263,8	0,1319	0,0006595	15,7851
290	290000	279,8	0,1399	0,0006995	16,3488
300	300000	293,3	0,14665	0,00073325	16,9126
310	310000	308,8	0,1544	0,000772	17,4763
320	320000	319,8	0,1599	0,0007995	18,0401
330	330000	331,3	0,16565	0,00082825	18,6038
340	340000	350,3	0,17515	0,00087575	19,1676
350	350000	375,3	0,18765	0,00093825	19,7313
360	360000	389,3	0,19465	0,00097325	20,2951
370	370000	406,3	0,20315	0,00101575	20,8588
380	380000	437,2	0,2186	0,001093	21,4226
390	390000	469,7	0,23485	0,00117425	21,9863
400	400000	562,7	0,28135	0,00140675	22,5501
405	405000	680,6	0,3403	0,0017015	22,8320
390	390000	910,5	0,45525	0,00227625	21,9863
370	370000	1016,4	0,5082	0,002541	20,8588



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,20%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,20% - 1	148,733	300,867

**II. Data Pengujian**

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	0,5756
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1511
30	30000	30	0,015	0,000075	1,7267
40	40000	37	0,0185	0,0000925	2,3023
50	50000	47,5	0,02375	0,00011875	2,8778
60	60000	54	0,027	0,000135	3,4534
70	70000	63,5	0,03175	0,00015875	4,0289
80	80000	71	0,0355	0,0001775	4,6045
90	90000	80	0,04	0,0002	5,1801
100	100000	88,9	0,04445	0,00022225	5,7556
110	110000	98,4	0,0492	0,000246	6,3312
120	120000	105,9	0,05295	0,00026475	6,9068
130	130000	119,4	0,0597	0,0002985	7,4823
140	140000	128,9	0,06445	0,00032225	8,0579
150	150000	138,9	0,06945	0,00034725	8,6335
160	160000	149,9	0,07495	0,00037475	9,2090
170	170000	160,4	0,0802	0,000401	9,7846
180	180000	170,4	0,0852	0,000426	10,3601
190	190000	181,9	0,09095	0,00045475	10,9357
200	200000	192,4	0,0962	0,000481	11,5113
210	210000	204,4	0,1022	0,000511	12,0868
220	220000	220,4	0,1102	0,000551	12,6624



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliburang Km 14.5 Telpom 02741 858444 rks 3259 & 3299 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				
230	230000	234,4	0,1172	0,000586	13,2380
240	240000	246,9	0,12345	0,00061725	13,8135
250	250000	264,3	0,13215	0,00066075	14,3891
260	260000	279,3	0,13965	0,00069825	14,9647
270	270000	300,8	0,1504	0,000752	15,5402
280	280000	313,8	0,1569	0,0007845	16,1158
290	290000	332,8	0,1664	0,000832	16,6914
300	300000	367,3	0,18365	0,00091825	17,2669
310	310000	383,3	0,19165	0,00095825	17,8425
320	320000	401,8	0,2009	0,0010045	18,4180
330	330000	432,2	0,2161	0,0010805	18,9936
340	340000	454,7	0,22735	0,00113675	19,5692
350	350000	480,7	0,24035	0,00120175	20,1447
360	360000	525,7	0,26285	0,00131425	20,7203
370	370000	600,6	0,3003	0,0015015	21,2959
380	380000	652,6	0,3263	0,0016315	21,8714
385	385000	1032,9	0,51645	0,00258225	22,1592
380	380000	1249,3	0,62465	0,00312325	21,8714
370	370000	1529,1	0,76455	0,00382275	21,2959



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,20%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,20% - 2	150,433	301,733

**II. Data Pengujian**

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	16,5	0,00825	0,00004125	0,5626
20	20000	26,5	0,01325	0,00006625	1,1253
30	30000	41,5	0,02075	0,00010375	1,6879
40	40000	49,5	0,02475	0,00012375	2,2505
50	50000	61,5	0,03075	0,00015375	2,8131
60	60000	70	0,035	0,000175	3,3758
70	70000	82	0,041	0,000205	3,9384
80	80000	93	0,0465	0,0002325	4,5010
90	90000	103,4	0,0517	0,0002585	5,0637
100	100000	115,9	0,05795	0,00028975	5,6263
110	110000	124,9	0,06245	0,00031225	6,1889
120	120000	135,4	0,0677	0,0003385	6,7515
130	130000	146,4	0,0732	0,000366	7,3142
140	140000	150,7	0,07845	0,00039225	7,8768
150	150000	168,4	0,0842	0,000421	8,4394
160	160000	180,9	0,09045	0,00045225	9,0021
170	170000	192,9	0,09645	0,00048225	9,5647
180	180000	207,4	0,1037	0,0005185	10,1273
190	190000	222,4	0,1112	0,000556	10,6899
200	200000	237,4	0,1187	0,0005935	11,2526
210	210000	251,8	0,1259	0,0006295	11,8152
220	220000	269,8	0,1349	0,0006745	12,3778





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 3256 & 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				
230	230000	283,8	0,1419	0,0007095	12,9405
240	240000	300,3	0,15015	0,00075075	13,5031
250	250000	317,3	0,15865	0,00079325	14,0657
260	260000	333,3	0,16665	0,00083325	14,6283
270	270000	359,8	0,1799	0,0008995	15,1910
280	280000	387,3	0,19365	0,00096825	15,7536
290	290000	405,8	0,2029	0,0010145	16,3162
300	300000	431,2	0,2156	0,001078	16,8789
310	310000	472,7	0,23635	0,00118175	17,4415
320	320000	497,2	0,2486	0,001243	18,0041
330	330000	542,2	0,2711	0,0013555	18,5668
340	340000	619,6	0,3098	0,001549	19,1294
350	350000	675,6	0,3378	0,001689	19,6920
360	360000	776	0,388	0,00194	20,2546
370	370000	916,4	0,4582	0,002291	20,8173
375	375000	1232,8	0,6164	0,003082	21,0986
365	365000	1527,6	0,7638	0,003819	20,5360



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,20%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,20% - 3	149,867	302,550

**II. Data Pengujian**

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	11,5	0,00575	0,00002875	0,5669
20	20000	15,5	0,00775	0,00003875	1,1338
30	30000	19,5	0,00975	0,00004875	1,7007
40	40000	23	0,0115	0,0000575	2,2676
50	50000	29	0,0145	0,0000725	2,8345
60	60000	33,5	0,01675	0,00008375	3,4013
70	70000	38,5	0,01925	0,00009625	3,9682
80	80000	50,5	0,02525	0,00012625	4,5351
90	90000	58,5	0,02925	0,00014625	5,1020
100	100000	67	0,0335	0,0001675	5,6689
110	110000	75	0,0375	0,0001875	6,2358
120	120000	78,5	0,03925	0,00019625	6,8027
130	130000	88,4	0,0442	0,000221	7,3696
140	140000	95,4	0,0477	0,0002385	7,9365
150	150000	103,4	0,0517	0,0002585	8,5034
160	160000	112,9	0,05645	0,00028225	9,0703
170	170000	118,9	0,05945	0,00029725	9,6372
180	180000	128,4	0,0642	0,000321	10,2040
190	190000	140,9	0,07045	0,00035225	10,7709
200	200000	148,9	0,07445	0,00037225	11,3378
210	210000	155,9	0,07795	0,00038975	11,9047
220	220000	166,9	0,08345	0,00041725	12,4716



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalbarang Km 14.5 Telpon (0274) 858444 rks 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				
230	230000	175,4	0,0877	0,0004385	13,0385
240	240000	183,4	0,0917	0,0004585	13,6054
250	250000	196,9	0,09845	0,00049225	14,1723
260	260000	207,4	0,1037	0,0005185	14,7392
270	270000	216,9	0,10845	0,00054225	15,3061
280	280000	228,4	0,1142	0,000571	15,8730
290	290000	235,4	0,1177	0,0005885	16,4399
300	300000	246,9	0,12345	0,00061725	17,0067
310	310000	253,3	0,12665	0,00063325	17,5736
320	320000	262,3	0,13115	0,00065575	18,1405
330	330000	274,3	0,13715	0,00068575	18,7074
340	340000	282,8	0,1414	0,000707	19,2743
350	350000	297,8	0,1489	0,0007445	19,8412
360	360000	306,8	0,1534	0,000767	20,4081
370	370000	320,8	0,1604	0,000802	20,9750
380	380000	334,8	0,1674	0,000837	21,5419
390	390000	346,3	0,17315	0,00086575	22,1088
400	400000	377,8	0,1889	0,0009445	22,6757
410	410000	393,3	0,19665	0,00098325	23,2426
420	420000	416,3	0,20815	0,00104075	23,8094
425	425000	532,7	0,26635	0,00133175	24,0929
330	330000	671,6	0,3358	0,001679	18,7074



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,25%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,25% - 1	149,850	301,333

**II. Data Pengujian**

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	7	0,0035	0,0000175	0,5670
20	20000	11	0,0055	0,0000275	1,1340
30	30000	15,5	0,00775	0,00003875	1,7011
40	40000	21,5	0,01075	0,00005375	2,2681
50	50000	28	0,014	0,00007	2,8351
60	60000	38	0,019	0,000095	3,4021
70	70000	50	0,025	0,000125	3,9691
80	80000	58	0,029	0,000145	4,5361
90	90000	62,5	0,03125	0,00015625	5,1032
100	100000	70,5	0,03525	0,00017625	5,6702
110	110000	102,9	0,05145	0,00025725	6,2372
120	120000	121,9	0,06095	0,00030475	6,8042
130	130000	139,4	0,0697	0,0003485	7,3712
140	140000	151,9	0,07595	0,00037975	7,9382
150	150000	172,4	0,0862	0,000431	8,5053
160	160000	197,9	0,09895	0,00049475	9,0723
170	170000	224,4	0,1122	0,000561	9,6393
180	180000	238,9	0,11945	0,00059725	10,2063
190	190000	272,3	0,13615	0,00068075	10,7733
200	200000	290,8	0,1454	0,000727	11,3404
210	210000	306,8	0,1534	0,000767	11,9074
220	220000	336,3	0,16815	0,00084075	12,4744



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalireng Km. 14.5 Telpun. 02741 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				
230	230000	357,8	0,1789	0,0008945	13,0414
240	240000	379,3	0,18965	0,00094825	13,6084
250	250000	408,8	0,2044	0,001022	14,1754
260	260000	431,7	0,21585	0,00107925	14,7425
270	270000	506,2	0,2531	0,0012655	15,3095
280	280000	573,1	0,28655	0,00143275	15,8765
290	290000	642,1	0,32105	0,00160525	16,4435
300	300000	715,6	0,3578	0,001789	17,0105
310	310000	805	0,4025	0,0020125	17,5775
320	320000	873,5	0,43675	0,00218375	18,1446
330	330000	930,4	0,4652	0,002326	18,7116
300	300000	1165,5	0,58275	0,00291375	17,0105



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,25%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,25% - 2	152,567	303,300

**II. Data Pengujian**

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	0,5470
20	20000	25,5	0,01275	0,00006375	1,0940
30	30000	36	0,018	0,00009	1,6410
40	40000	46,5	0,02325	0,00011625	2,1880
50	50000	54,5	0,02725	0,00013625	2,7350
60	60000	70,5	0,03525	0,00017625	3,2820
70	70000	75	0,0375	0,0001875	3,8290
80	80000	89,4	0,0447	0,0002235	4,3760
90	90000	98,9	0,04945	0,00024725	4,9230
100	100000	112,9	0,05645	0,00028225	5,4700
110	110000	122,4	0,0612	0,000306	6,0170
120	120000	136,4	0,0682	0,000341	6,5641
130	130000	153,4	0,0767	0,0003835	7,1111
140	140000	165,4	0,0827	0,0004135	7,6581
150	150000	175,9	0,08795	0,00043975	8,2051
160	160000	192,4	0,0962	0,000481	8,7521
170	170000	204,4	0,1022	0,000511	9,2991
180	180000	222,4	0,1112	0,000556	9,8461
190	190000	234,4	0,1172	0,000586	10,3931
200	200000	253,3	0,12665	0,00063325	10,9401
210	210000	267,3	0,13365	0,00066825	11,4871
220	220000	291,3	0,14565	0,00072825	12,0341



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejan Km 14.5 Temon (0274) 858444 eks 3258 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Seebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	304,3	0,15215	0,00076075	12,5811
240	240000	316,8	0,1584	0,000792	13,1281
250	250000	340,3	0,17015	0,00085075	13,6751
260	260000	360,3	0,18015	0,00090075	14,2221
270	270000	387,8	0,1939	0,0009695	14,7691
280	280000	423,7	0,21185	0,00105925	15,3161
290	290000	454,2	0,2271	0,0011355	15,8631
300	300000	486,7	0,24335	0,00121675	16,4101
310	310000	518,7	0,25935	0,00129675	16,9571
320	320000	555,7	0,27785	0,00138925	17,5041
330	330000	594,6	0,2973	0,0014865	18,0511
340	340000	649,6	0,3248	0,001624	18,5981
350	350000	777	0,3885	0,0019425	19,1452
340	340000	846,5	0,42325	0,00211625	18,5981
330	330000	826	0,413	0,002065	18,0511



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,25%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,25% - 3	150,500	302,800

**II. Data Pengujian**

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	0,5621
20	20000	28,5	0,01425	0,00007125	1,1243
30	30000	42,5	0,02125	0,00010625	1,6864
40	40000	52,5	0,02625	0,00013125	2,2485
50	50000	65	0,0325	0,0001625	2,8107
60	60000	77	0,0385	0,0001925	3,3728
70	70000	87,4	0,0437	0,0002185	3,9349
80	80000	102,4	0,0512	0,000256	4,4970
90	90000	113,4	0,0567	0,0002835	5,0592
100	100000	121,4	0,0607	0,0003035	5,6213
110	110000	135,4	0,0677	0,0003385	6,1834
120	120000	153,4	0,0767	0,0003835	6,7456
130	130000	162,4	0,0812	0,000406	7,3077
140	140000	181,4	0,0907	0,0004535	7,8698
150	150000	192,4	0,0962	0,000481	8,4320
160	160000	206,9	0,10345	0,00051725	8,9941
170	170000	221,9	0,11095	0,00055475	9,5562
180	180000	237,9	0,11895	0,00059475	10,1183
190	190000	248,9	0,12445	0,00062225	10,6805
200	200000	266,3	0,13315	0,00066575	11,2426
210	210000	285,8	0,1429	0,0007145	11,8047
220	220000	298,3	0,14915	0,00074575	12,3669





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km.14.5 Telp. (0274) 858441 eks. 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Sebabarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	325,8	0,1629	0,0008145	12,9290
240	240000	340,3	0,17015	0,00085075	13,4911
250	250000	364,3	0,18215	0,00091075	14,0533
260	260000	381,8	0,1909	0,0009545	14,6154
270	270000	411,8	0,2059	0,0010295	15,1775
280	280000	433,2	0,2166	0,001083	15,7397
290	290000	471,2	0,2356	0,001178	16,3018
300	300000	501,7	0,25085	0,00125425	16,8639
310	310000	543,2	0,2716	0,001358	17,4260
320	320000	592,1	0,29605	0,00148025	17,9882
330	330000	668,1	0,33405	0,00167025	18,5503
340	340000	749,1	0,37455	0,00187275	19,1124
350	350000	867	0,4335	0,0021675	19,6746
360	360000	1063,9	0,53195	0,00265975	20,2367
350	350000	1564,6	0,7823	0,0039115	19,6746



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,30%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,30% - 1	150,633	301,400

**II. Data Pengujian**

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	7,5	0,00375	0,00001875	0,5611
20	20000	9	0,0045	0,0000225	1,1223
30	30000	12	0,006	0,00003	1,6834
40	40000	15,5	0,00775	0,00003875	2,2445
50	50000	24,5	0,01225	0,00006125	2,8057
60	60000	33	0,0165	0,0000825	3,3668
70	70000	38,5	0,01925	0,00009625	3,9280
80	80000	48	0,024	0,00012	4,4891
90	90000	61	0,0305	0,0001525	5,0502
100	100000	70,5	0,03525	0,00017625	5,6114
110	110000	84,9	0,04245	0,00021225	6,1725
120	120000	95,4	0,0477	0,0002385	6,7336
130	130000	111,4	0,0557	0,0002785	7,2948
140	140000	123,9	0,06195	0,00030975	7,8559
150	150000	137,4	0,0687	0,0003435	8,4170
160	160000	155,9	0,07795	0,00038975	8,9782
170	170000	168,4	0,0842	0,000421	9,5393
180	180000	182,9	0,09145	0,00045725	10,1004
190	190000	204,4	0,1022	0,000511	10,6616
200	200000	233,9	0,11695	0,00058475	11,2227
210	210000	249,9	0,12495	0,00062475	11,7839
220	220000	275,3	0,13765	0,00068825	12,3450



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km.14.5 Telp. (0274) 858444 eks. 3259 & 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				
230	230000	293,3	0,14665	0,00073325	12,9061
240	240000	354,8	0,1774	0,000887	13,4673
250	250000	384,8	0,1924	0,000962	14,0284
260	260000	416,3	0,20815	0,00104075	14,5895
270	270000	461,7	0,23085	0,00115425	15,1507
280	280000	515,2	0,2576	0,001288	15,7118
290	290000	574,2	0,2871	0,0014355	16,2729
300	300000	690	0,345	0,001725	16,8341
305	305000	868,5	0,43425	0,00217125	17,1146
300	300000	1268,2	0,6341	0,0031705	16,8341



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km.14,5 Telp. (0271) 858444 eks. 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>5</sup>	$\Delta L$ Sebenarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	293,3	0,14665	0,00073325	12,9061
240	240000	354,8	0,1774	0,000887	13,4673
250	250000	384,8	0,1924	0,000962	14,0284
260	260000	416,3	0,20815	0,00104075	14,5895
270	270000	461,7	0,23085	0,00115425	15,1507
280	280000	515,2	0,2576	0,001288	15,7118
290	290000	574,2	0,2871	0,0014355	16,2729
300	300000	690	0,345	0,001725	16,8341
305	305000	868,5	0,43425	0,00217125	17,1146
300	300000	1268,2	0,6341	0,0031705	16,8341



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 SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,30%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,30% - 2	149,000	301,700

**II. Data Pengujian**

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	0,005	0,000025	0,5735
20	20000	13	0,0065	0,0000325	1,1470
30	30000	18	0,009	0,000045	1,7205
40	40000	24	0,012	0,00006	2,2940
50	50000	29,5	0,01475	0,00007375	2,8675
60	60000	36	0,018	0,00009	3,4410
70	70000	44,5	0,02225	0,00011125	4,0145
80	80000	55,5	0,02775	0,00013875	4,5880
90	90000	64,5	0,03225	0,00016125	5,1615
100	100000	72,5	0,03625	0,00018125	5,7351
110	110000	82,5	0,04125	0,00020625	6,3086
120	120000	88,9	0,04445	0,00022225	6,8821
130	130000	99,9	0,04995	0,00024975	7,4556
140	140000	107,4	0,0537	0,0002685	8,0291
150	150000	114,9	0,05745	0,00028725	8,6026
160	160000	123,9	0,06195	0,00030975	9,1761
170	170000	131,4	0,0657	0,0003285	9,7496
180	180000	150,4	0,0752	0,000376	10,3231
190	190000	160,9	0,08045	0,00040225	10,8966
200	200000	176,4	0,0882	0,000441	11,4701
210	210000	189,4	0,0947	0,0004735	12,0436
220	220000	212,4	0,1062	0,000531	12,6171



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kaliurang Km. 14,5 Telpun. 02741 858444 eks 3250 & 3259 Yogyakarta

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Sebebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	228,4	0,1142	0,000571	13,1906
240	240000	255,3	0,12765	0,00063825	13,7641
250	250000	274,3	0,13715	0,00068575	14,3376
260	260000	294,3	0,14715	0,00073575	14,9111
270	270000	327,8	0,1639	0,0008195	15,4846
280	280000	353,8	0,1769	0,0008845	16,0582
290	290000	382,3	0,19115	0,00095575	16,6317
300	300000	459,2	0,2296	0,001148	17,2052
310	310000	524,7	0,26235	0,00131175	17,7787
320	320000	624,6	0,3123	0,0015615	18,3522
330	330000	997,9	0,49895	0,00249475	18,9257
335	335000	1402,7	0,70135	0,00350675	19,2124
250	250000	2020,8	1,0104	0,005052	14,3376



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,30%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,30% - 3	149,867	303,500

**II. Data Pengujian**

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	0,5669
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1338
30	30000	41	0,0205	0,0001025	1,7007
40	40000	49	0,0245	0,0001225	2,2676
50	50000	59	0,0295	0,0001475	2,8345
60	60000	76	0,038	0,00019	3,4013
70	70000	86,9	0,04345	0,00021725	3,9682
80	80000	101,4	0,0507	0,0002535	4,5351
90	90000	116,4	0,0582	0,000291	5,1020
100	100000	128,9	0,06445	0,00032225	5,6689
110	110000	140,4	0,0702	0,000351	6,2358
120	120000	156,9	0,07845	0,00039225	6,8027
130	130000	170,9	0,08545	0,00042725	7,3696
140	140000	189,4	0,0947	0,0004735	7,9365
150	150000	206,4	0,1032	0,000516	8,5034
160	160000	218,9	0,10945	0,00054725	9,0703
170	170000	239,4	0,1197	0,0005985	9,6372
180	180000	257,8	0,1289	0,0006445	10,2040
190	190000	275,3	0,13765	0,00068825	10,7709
200	200000	292,3	0,14615	0,00073075	11,3378
210	210000	306,8	0,1534	0,000767	11,9047
220	220000	329,3	0,16465	0,00082325	12,4716



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

Beban		Pembacaan Dial .....x10 <sup>3</sup>	$\Delta L$ Seebarnya (1/2 $\Delta L$ )(mm)	Regangan ( $\Delta L/L_0$ )(mm)	Tegangan (P/A)(MPa)
kN	N				
230	230000	342,3	0,17115	0,00085575	13,0385
240	240000	364,8	0,1824	0,000912	13,6054
250	250000	380,3	0,19015	0,00095075	14,1723
260	260000	395,8	0,1979	0,0009895	14,7392
270	270000	423,2	0,2116	0,001058	15,3061
280	280000	455,2	0,2276	0,001138	15,8730
290	290000	490,7	0,24535	0,00122675	16,4399
300	300000	530,2	0,2651	0,0013255	17,0067
310	310000	579,7	0,28985	0,00144925	17,5736
320	320000	634,1	0,31705	0,00158525	18,1405
330	330000	714,6	0,3573	0,0017865	18,7074
340	340000	807	0,4035	0,0020175	19,2743
350	350000	912	0,456	0,00228	19,8412
320	320000	1306,7	0,65335	0,00326675	18,1405
300	300000	1415,2	0,7076	0,003538	17,0067





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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,35%  
(SNI 03-4169-1996)**

**Pengirim** : Achmad Nurcholis  
**NIM** : 17511054  
**Asal Instansi** : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'_c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,35% - 1	149,517	303,600

**II. Data Pengujian**

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	0,5695
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1391
30	30000	41,5	0,02075	0,00010375	1,7086
40	40000	48,5	0,02425	0,00012125	2,2782
50	50000	58,5	0,02925	0,00014625	2,8477
60	60000	69	0,0345	0,0001725	3,4173
70	70000	78	0,039	0,000195	3,9868
80	80000	92,9	0,04645	0,00023225	4,5564
90	90000	100,9	0,05045	0,00025225	5,1259
100	100000	113,4	0,0567	0,0002835	5,6955
110	110000	121,4	0,0607	0,0003035	6,2650
120	120000	136,9	0,06845	0,00034225	6,8346
130	130000	146,9	0,07345	0,00036725	7,4041
140	140000	158,4	0,0792	0,000396	7,9737
150	150000	171,9	0,08595	0,00042975	8,5432
160	160000	184,9	0,09245	0,00046225	9,1128
170	170000	200,4	0,1002	0,000501	9,6823
180	180000	214,9	0,10745	0,00053725	10,2519
190	190000	238,9	0,11945	0,00059725	10,8214
200	200000	255,3	0,12765	0,00063825	11,3910
210	210000	273,8	0,1369	0,0006845	11,9605
220	220000	300,8	0,1504	0,000752	12,5301



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kullorane Km 14,5 Telpun (0274) 858444 cks 3750 & 3759 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				
230	230000	329,3	0,16465	0,00082325	13,0996
240	240000	350,3	0,17515	0,00087575	13,6692
250	250000	392,8	0,1964	0,000982	14,2387
260	260000	426,2	0,2131	0,0010655	14,8083
270	270000	465,7	0,23285	0,00116425	15,3778
280	280000	540,2	0,2701	0,0013505	15,9474
290	290000	630,6	0,3153	0,0015765	16,5169
295	295000	760,5	0,38025	0,00190125	16,8017
290	290000	883,5	0,44175	0,00220875	16,5169
280	280000	1046,9	0,52345	0,00261725	15,9474



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

**LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
POLYPROPYLENE 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,35%  
(SNI 03-4169-1996)**

Pengirim : Achmad Nurcholis  
NIM : 17511054  
Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

**I. Data Benda Uji**

Mutu beton rencana  $f'_c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,35% - 2	149,517	303,600

**II. Data Pengujian**

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	0,5628
20	20000	37,5	0,01875	0,00009375	1,1255
30	30000	56	0,028	0,00014	1,6883
40	40000	72,5	0,03625	0,00018125	2,2510
50	50000	91,9	0,04595	0,00022975	2,8138
60	60000	102,9	0,05145	0,00025725	3,3765
70	70000	125,4	0,0627	0,0003135	3,9393
80	80000	143,4	0,0717	0,0003585	4,5020
90	90000	159,4	0,0797	0,0003985	5,0648
100	100000	179,4	0,0897	0,0004485	5,6275
110	110000	205,9	0,10295	0,00051475	6,1903
120	120000	228,9	0,11445	0,00057225	6,7530
130	130000	245,4	0,1227	0,0006135	7,3158
140	140000	272,8	0,1364	0,000682	7,8785
150	150000	296,3	0,14815	0,00074075	8,4413
160	160000	320,8	0,1604	0,000802	9,0041
170	170000	344,8	0,1724	0,000862	9,5668
180	180000	366,8	0,1834	0,000917	10,1296
190	190000	404,3	0,20215	0,00101075	10,6923
200	200000	432,2	0,2161	0,0010805	11,2551
210	210000	463,7	0,23185	0,00115925	11,8178
220	220000	499,2	0,2496	0,001248	12,3806



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 Jalan Kalirejan Km 14.5 Telpn. (0274) 858444 eks. 3259 & 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				
230	230000	549,2	0,2746	0,001373	12,9433
240	240000	611,1	0,30555	0,00152775	13,5061
250	250000	670,6	0,3353	0,0016765	14,0688
254	254000	800	0,4	0,002	14,2939
250	250000	857	0,4285	0,0021425	14,0688
200	200000	1047,4	0,5237	0,0026185	11,2551



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kaliurang Km 14,5 Telp. (0271) 858444 eks. 3250 & 3259 Yogyakarta

LAPORAN PENGAMATAN REGANGAN SILINDER BETON SERAT  
*POLYPROPYLENE* 0,6 kg/m<sup>3</sup> TAMBAHAN TETES TEBU 0,35%  
(SNI 03-4169-1996)

Pengirim : Achmad Nurcholis

NIM : 17511054

Asal Instansi : Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

I. Data Benda Uji

Mutu beton rencana  $f'_c = 20$  MPa

Benda Uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
BTT - 0,35% - 3	150,567	301,900

II. Data Pengujian

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	0,012	0,00006	0,5616
20	20000	35,5	0,01775	0,00008875	1,1233
30	30000	48	0,024	0,00012	1,6849
40	40000	62	0,031	0,000155	2,2465
50	50000	72,5	0,03625	0,00018125	2,8082
60	60000	94,9	0,04745	0,00023725	3,3698
70	70000	105,9	0,05295	0,00026475	3,9314
80	80000	122,9	0,06145	0,00030725	4,4931
90	90000	141,4	0,0707	0,0003535	5,0547
100	100000	160,4	0,0802	0,000401	5,6163
110	110000	174,4	0,0872	0,000436	6,1780
120	120000	189,4	0,0947	0,0004735	6,7396
130	130000	211,9	0,10595	0,00052975	7,3012
140	140000	237,4	0,1187	0,0005935	7,8629
150	150000	256,8	0,1284	0,000642	8,4245
160	160000	277,8	0,1389	0,0006945	8,9861
170	170000	308,8	0,1544	0,000772	9,5478
180	180000	333,8	0,1669	0,0008345	10,1094
190	190000	373,3	0,18665	0,00093325	10,6710
200	200000	402,8	0,2014	0,001007	11,2327
210	210000	430,2	0,2151	0,0010755	11,7943
220	220000	459,7	0,22985	0,00114925	12,3559



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Jalan Kalirejan Km 14.5 Telp. (0274) 858444 cks 3780 & 3759 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				
230	230000	517,7	0,25885	0,00129425	12,9176
240	240000	552,7	0,27635	0,00138175	13,4792
250	250000	611,6	0,3058	0,001529	14,0408
260	260000	687,1	0,34355	0,00171775	14,6025
270	270000	886,5	0,44325	0,00221625	15,1641
272	272000	943,9	0,47195	0,00235975	15,2764
270	270000	1070,9	0,53545	0,00267725	15,1641
260	260000	1238,8	0,6194	0,003097	14,6025

Diperiksa,  
Laboran

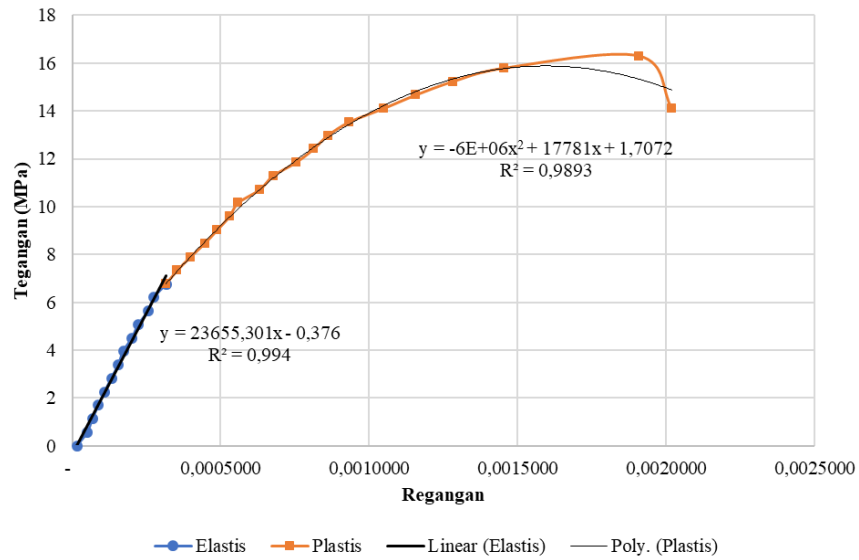
(Darussalam, A.Md.)

Disetujui,  
Kepala Laboratorium

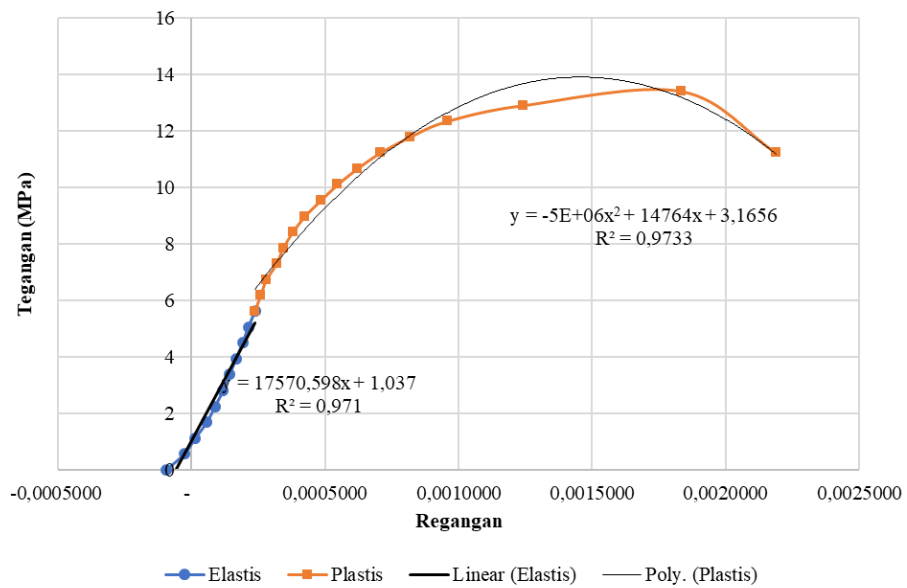


(Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng)

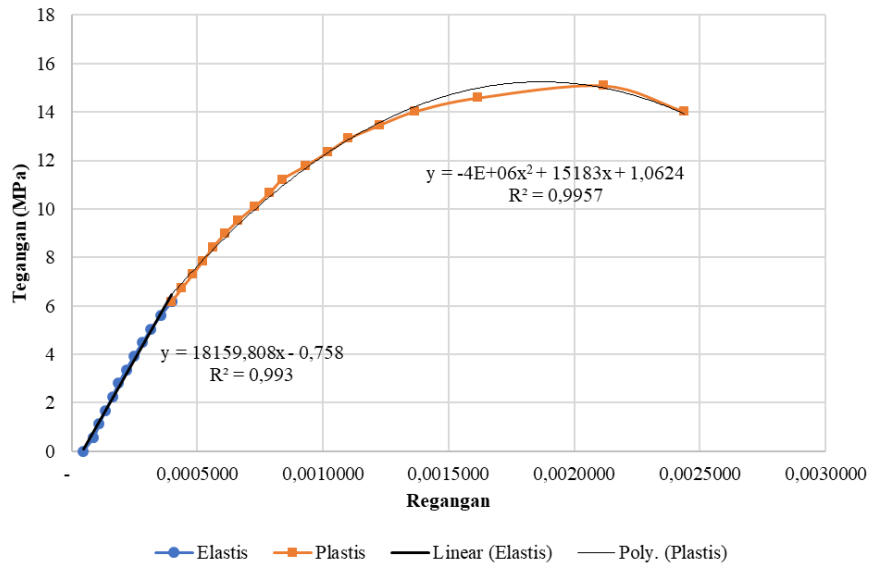
### Lampiran 8 Grafik Modulus Elastisitas Beton



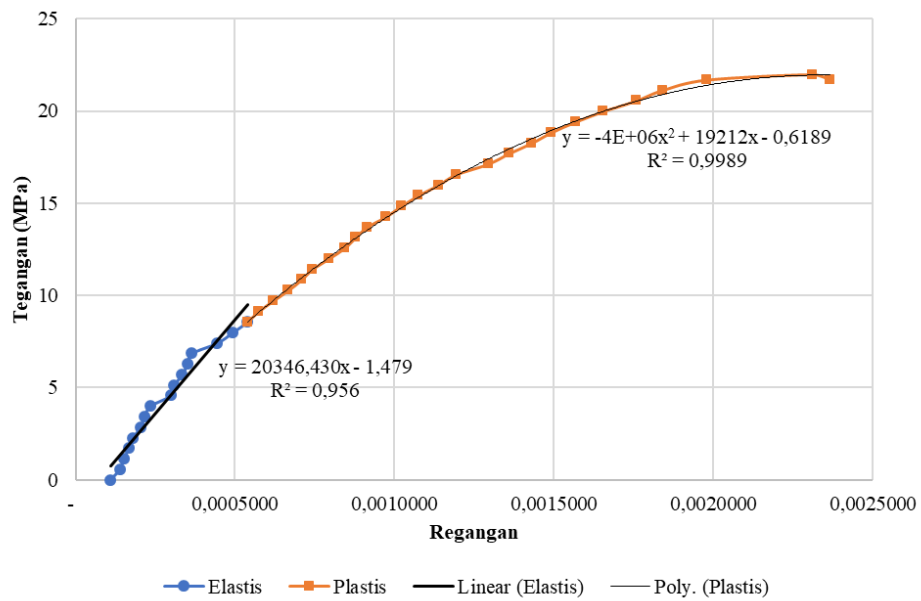
**Gambar L-8.1 Modulus Elastisitas Beton Kontrol 1**



**Gambar L-8.2 Modulus Elastisitas Beton Kontrol 2**

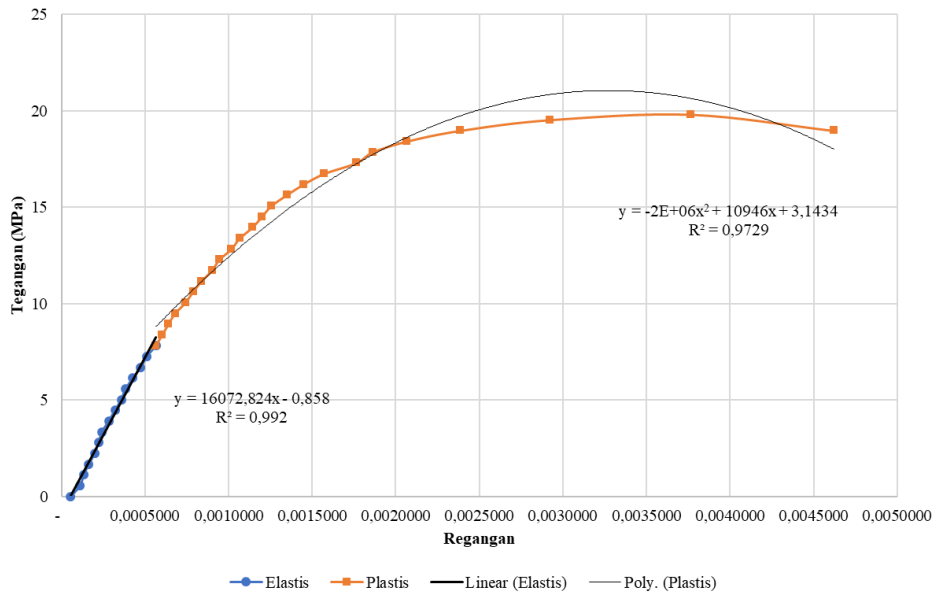


**Gambar L-8.3 Modulus Elastisitas Beton Kontrol 3**

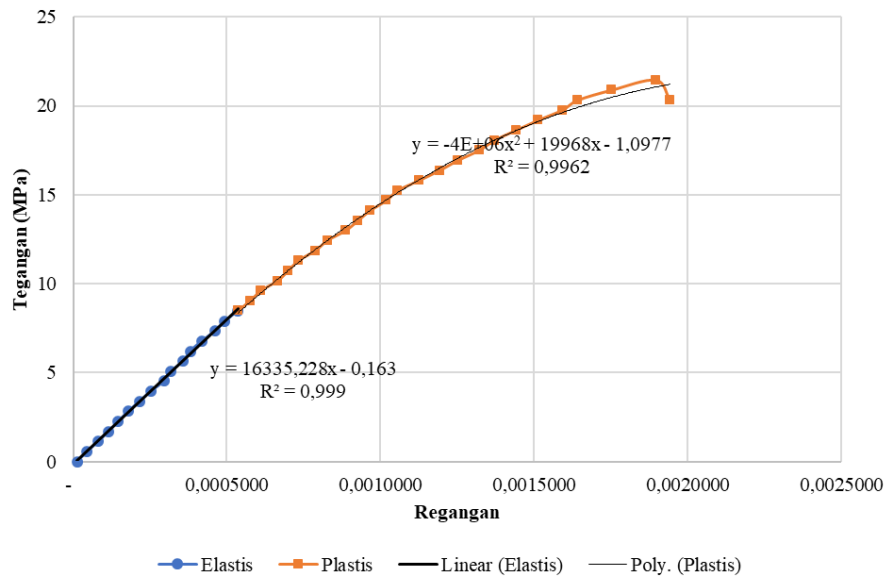


**Gambar L-8.4 Modulus Elastisitas Beton BTT-0%-1**

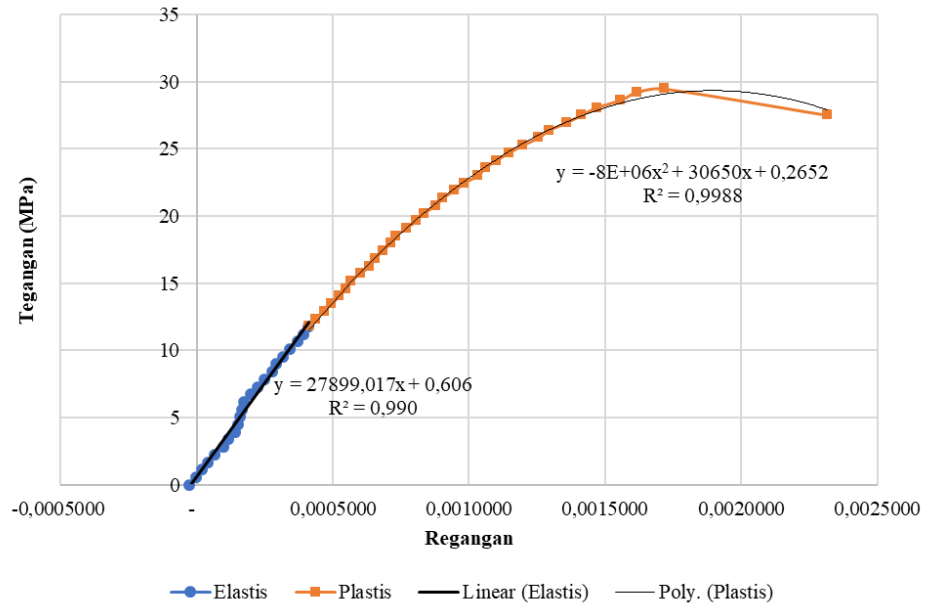




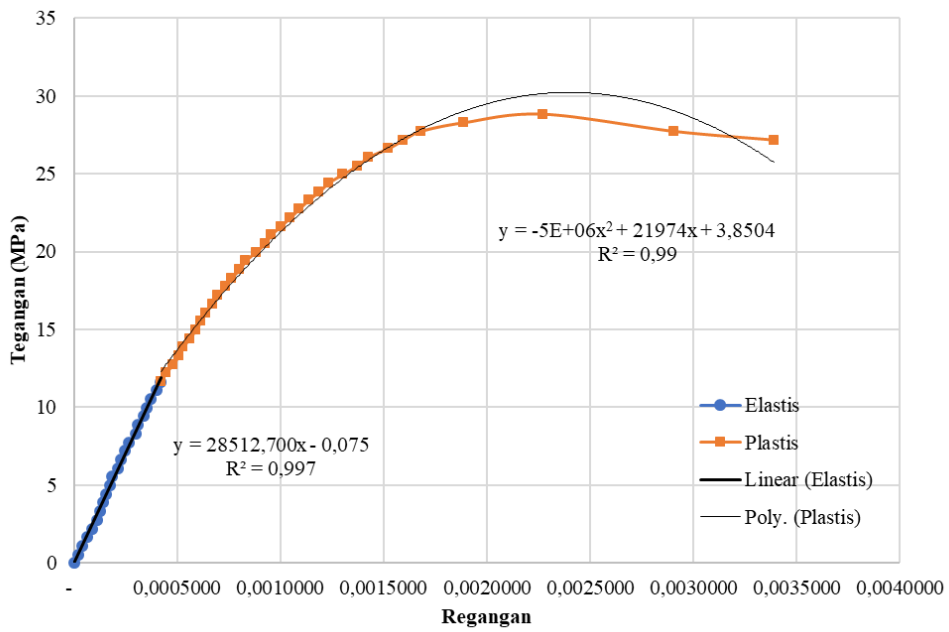
**Gambar L-8.5 Modulus Elastisitas Beton BTT-0%-2**



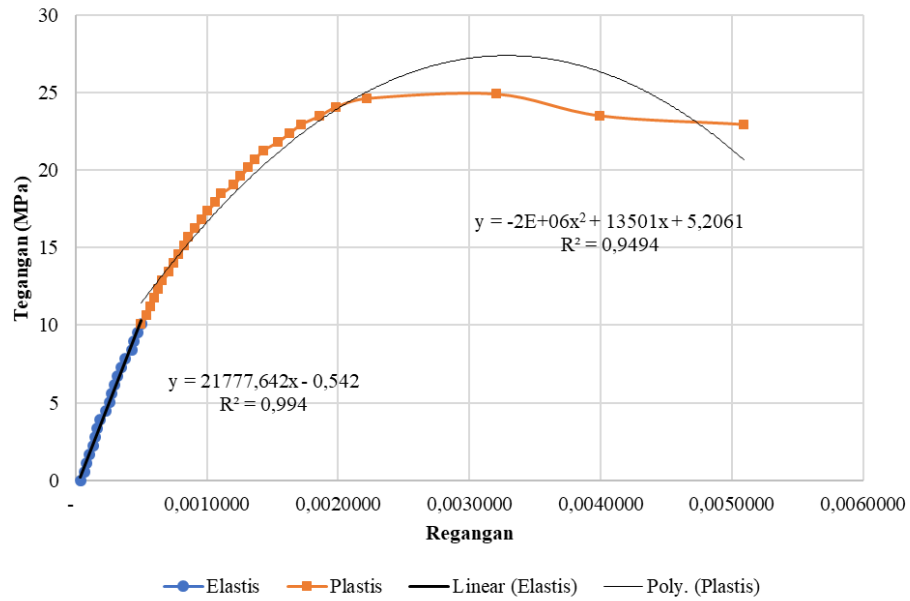
**Gambar L-8.6 Modulus Elastisitas Beton BTT-0%-3**



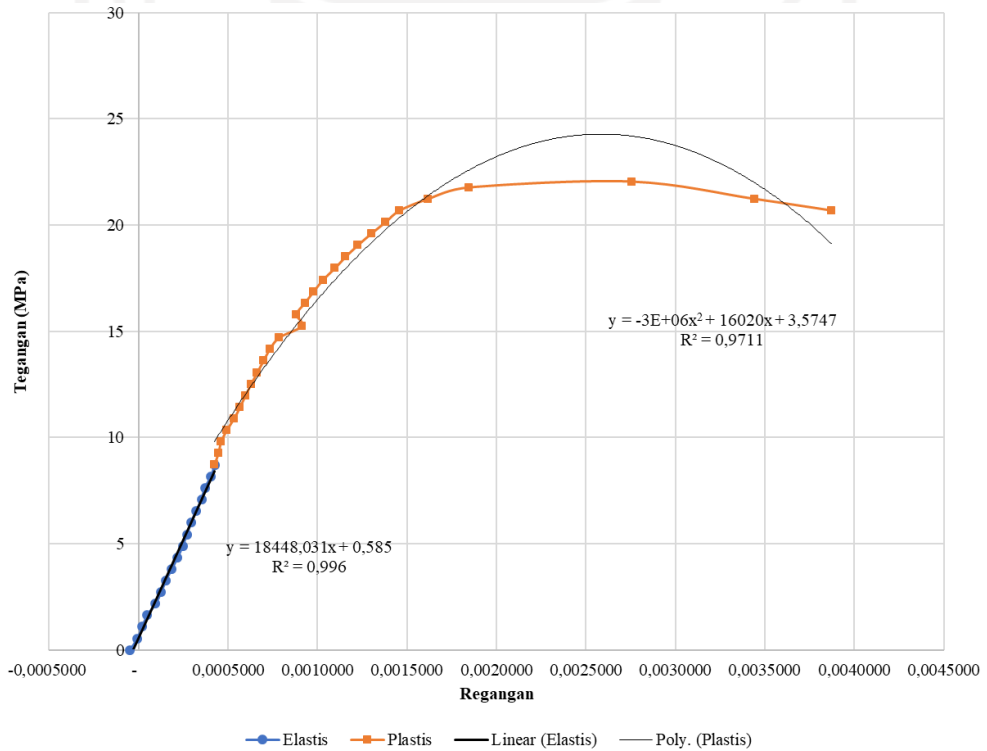
**Gambar L-8.7 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,05%-1**



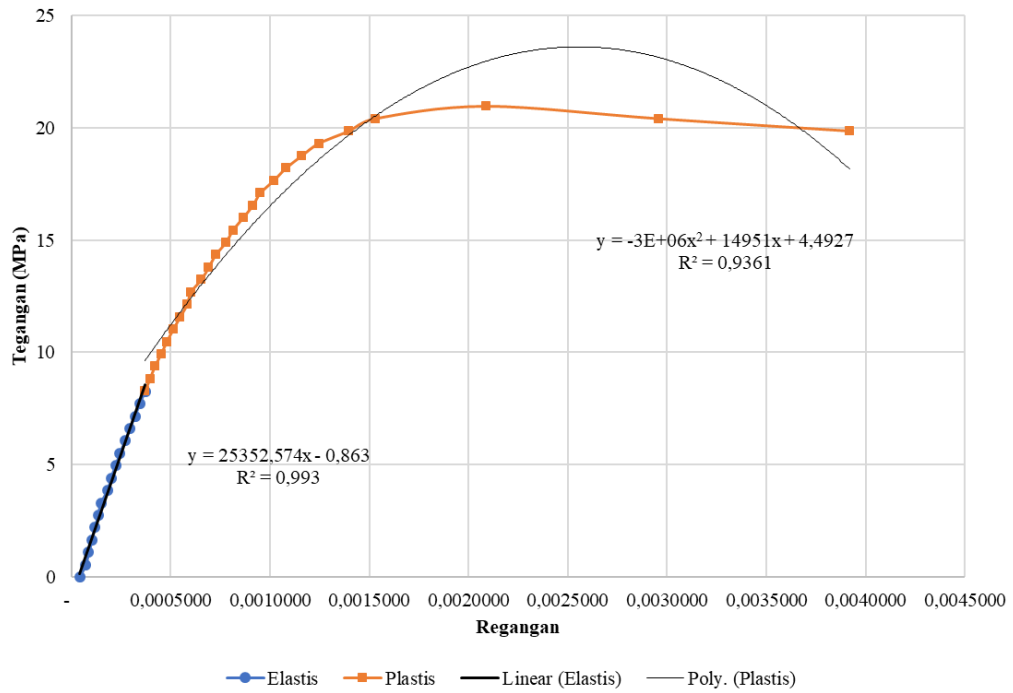
**Gambar L-8.8 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,05%-2**



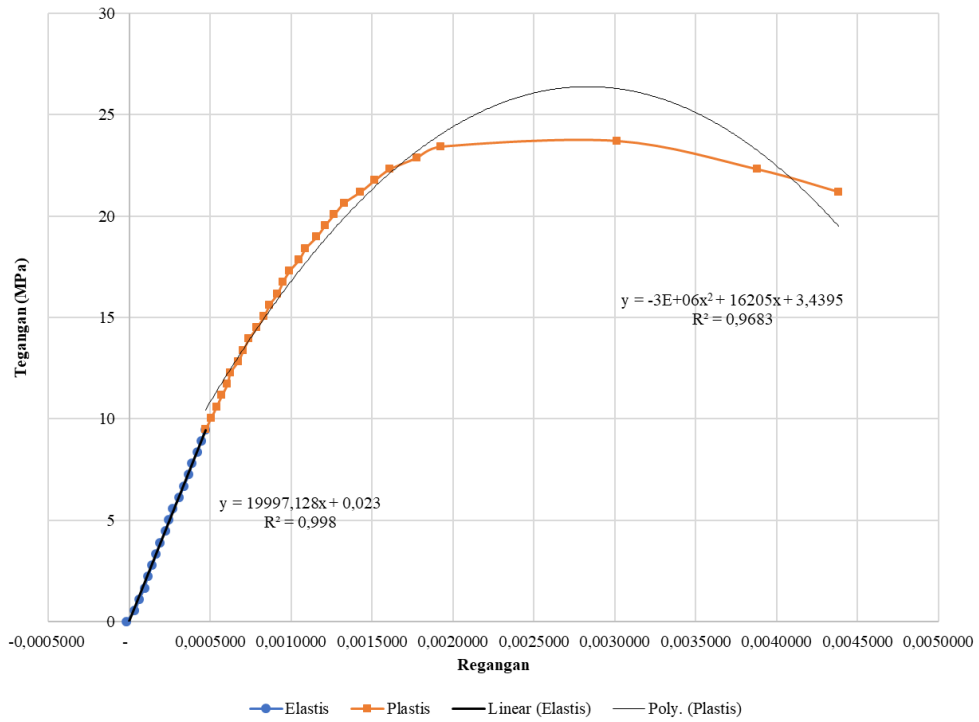
**Gambar L-8.9 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,05%-3**



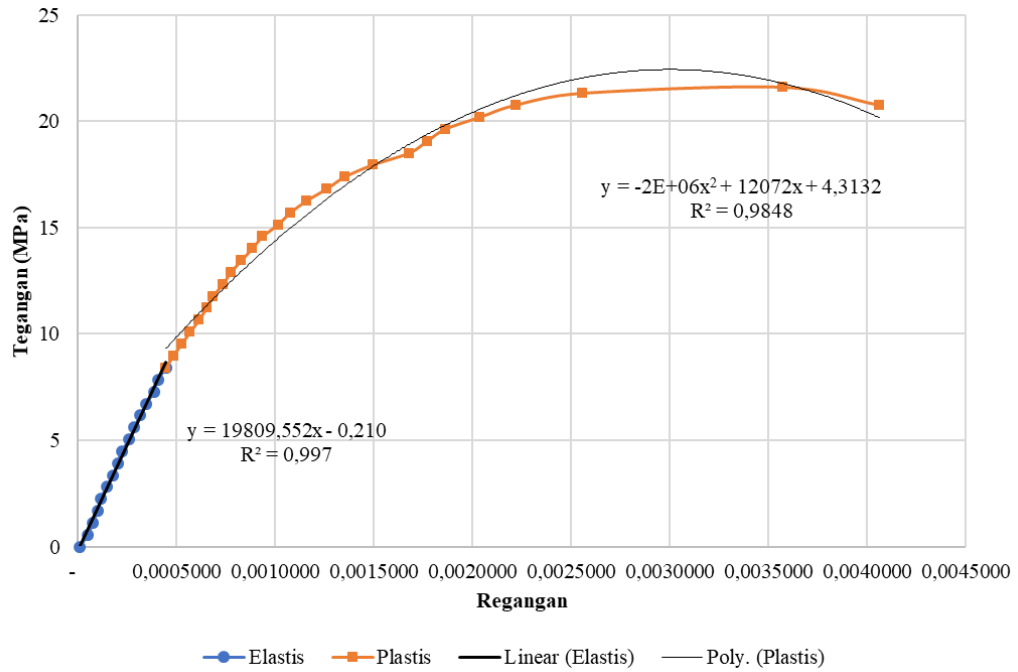
**Gambar L-8.10 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,10%-1**



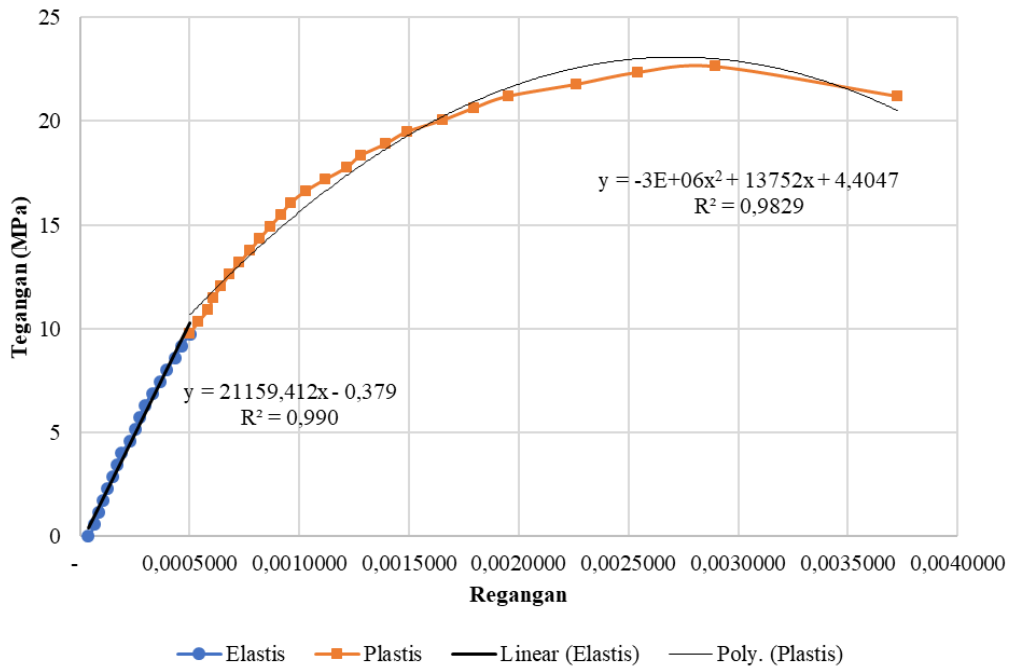
**Gambar L-8.11 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,10%-2**



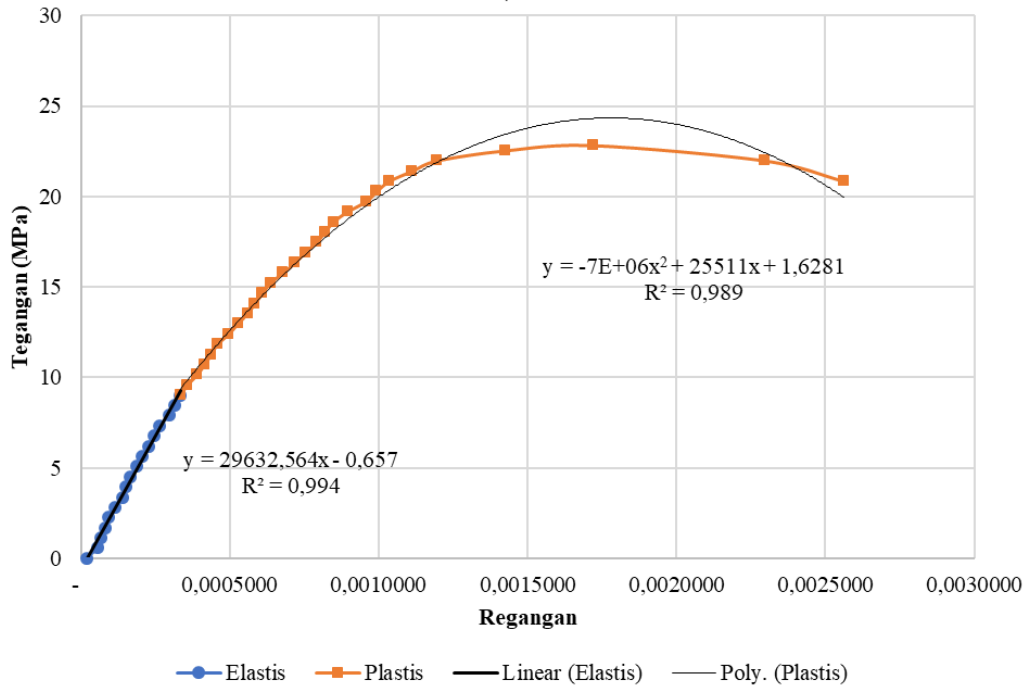
**Gambar L-8.12 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,10%-3**



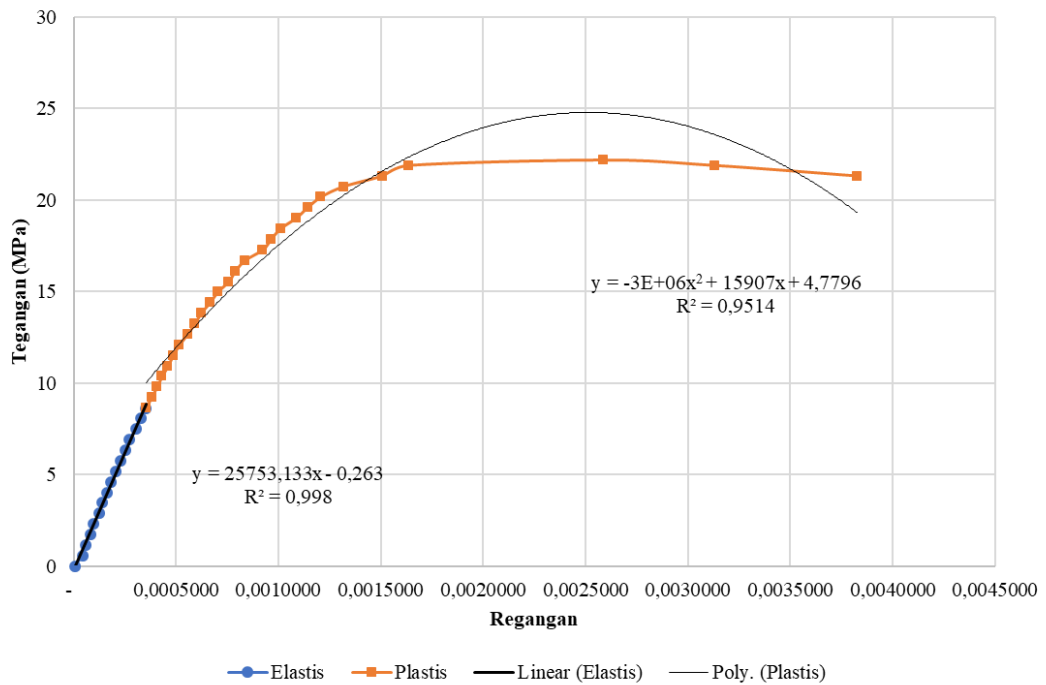
**Gambar L-8.13 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,15%-1**



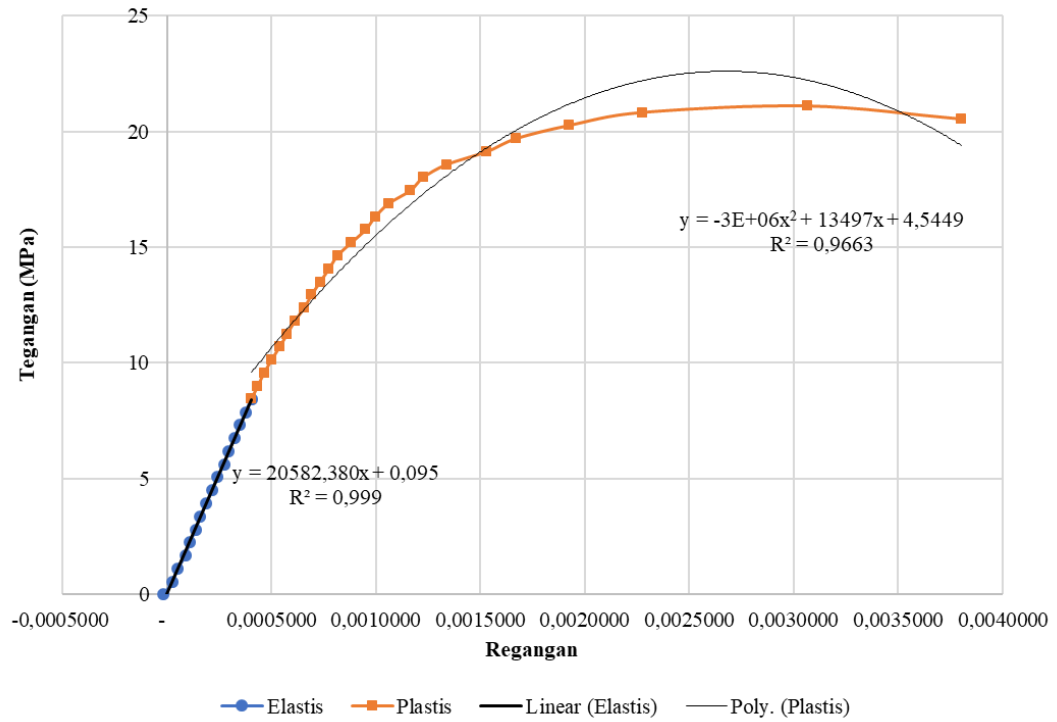
**Gambar L-8.14 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,15%-2**



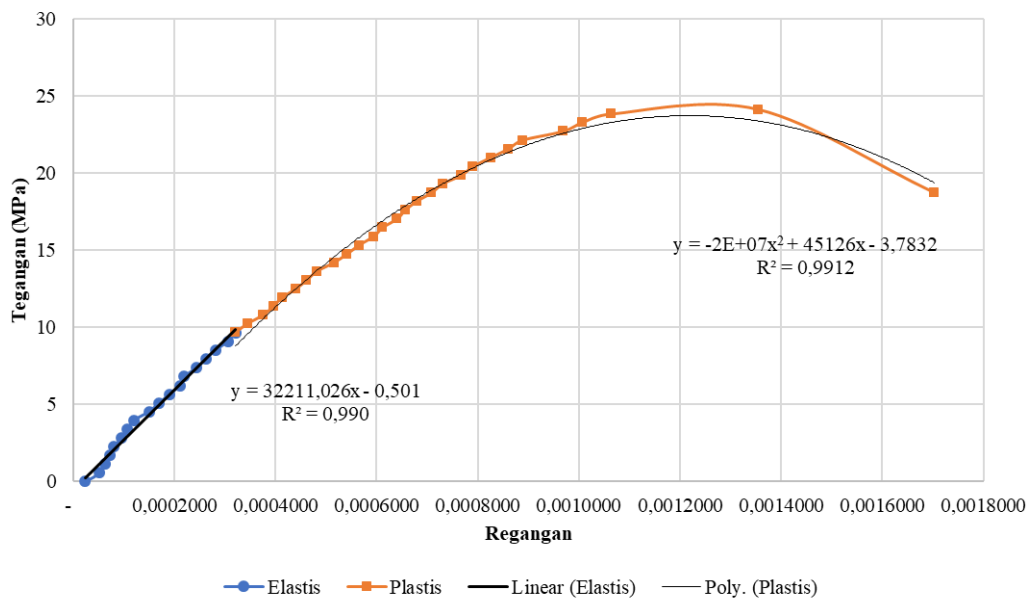
**Gambar L-8.15 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,15%-3**



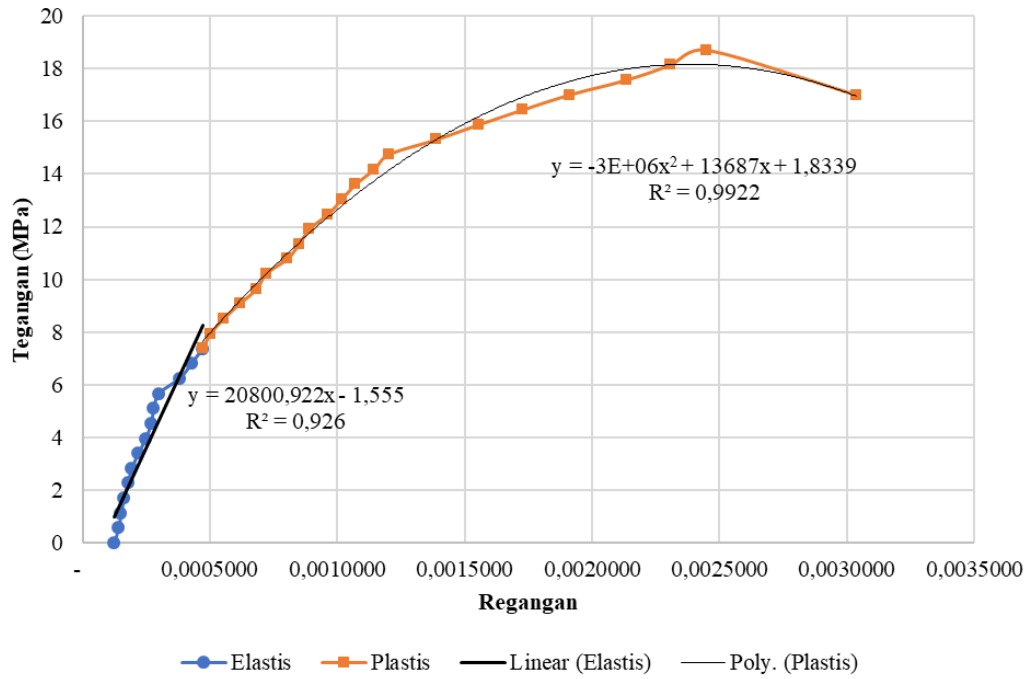
**Gambar L-8.16 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,20%-1**



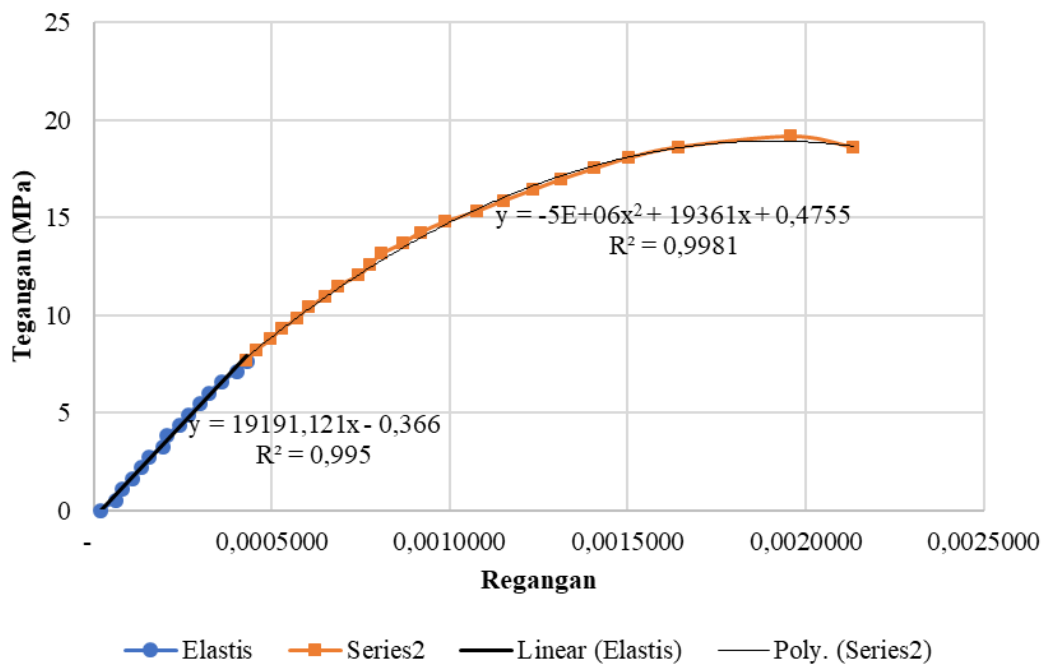
**Gambar L-8.17 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,20%-2**



**Gambar L-8.18 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,20%3**

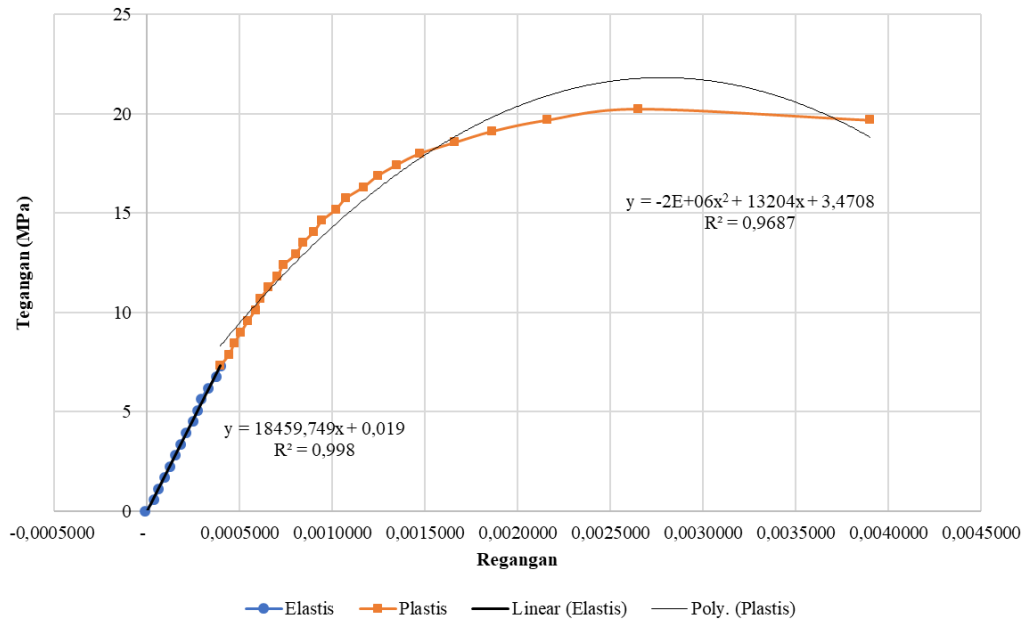


**Gambar L-8.19 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,25%-1**

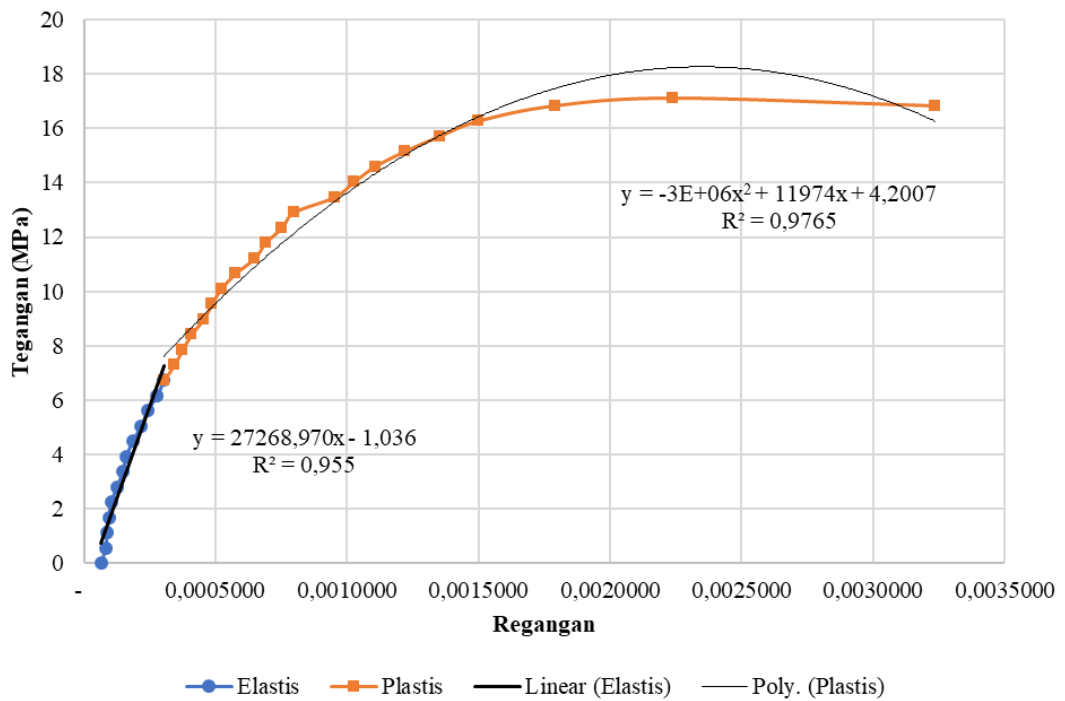


**Gambar L-8.20 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,25%-2**

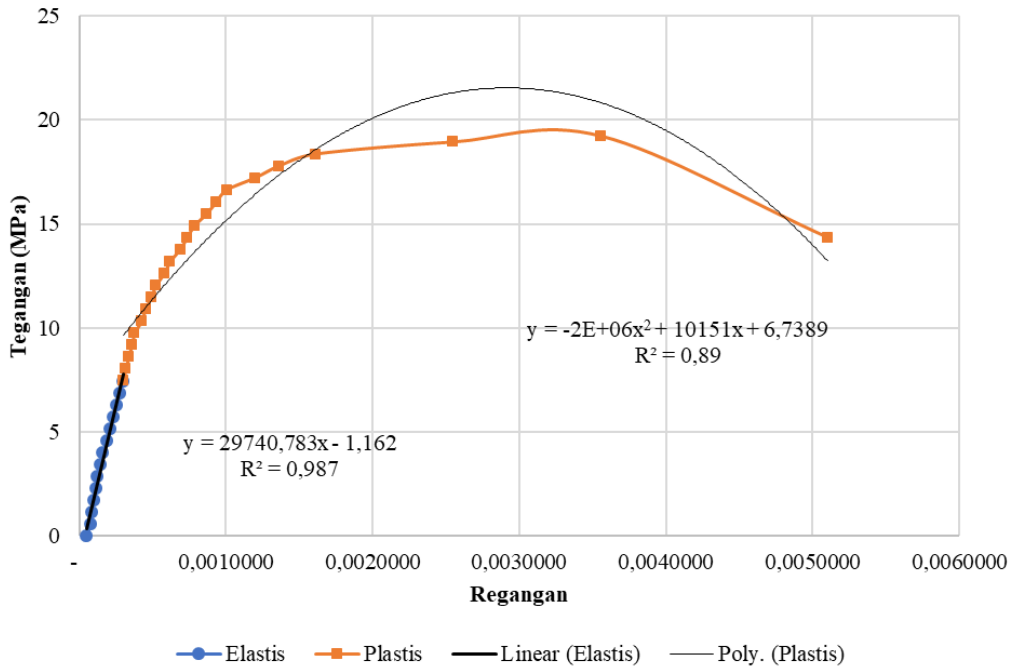




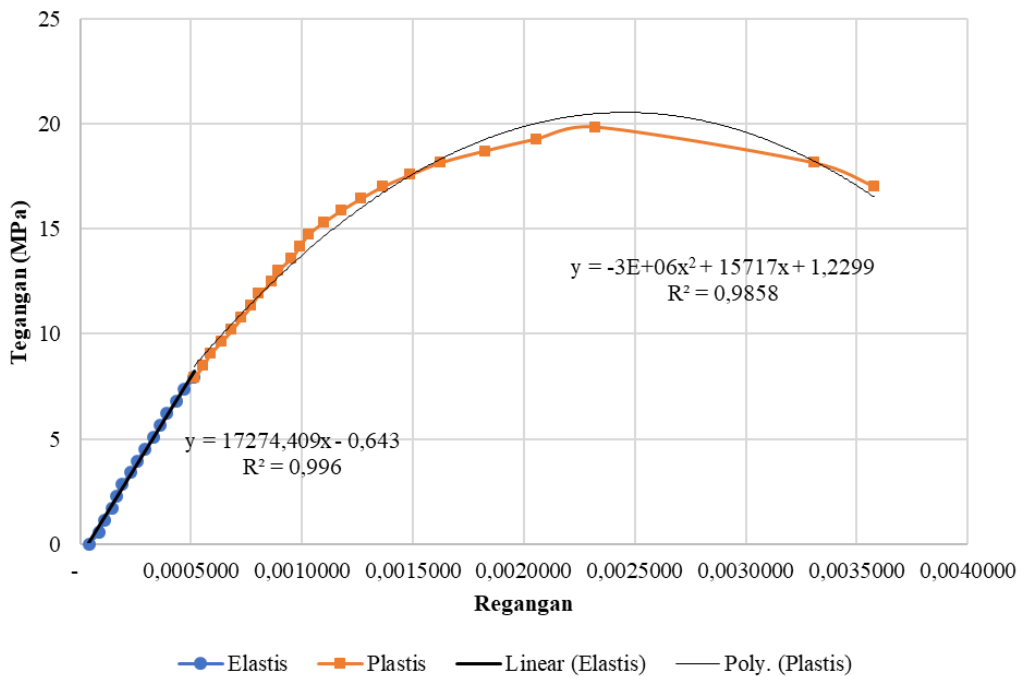
**Gambar L-8.21 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,25%-3**



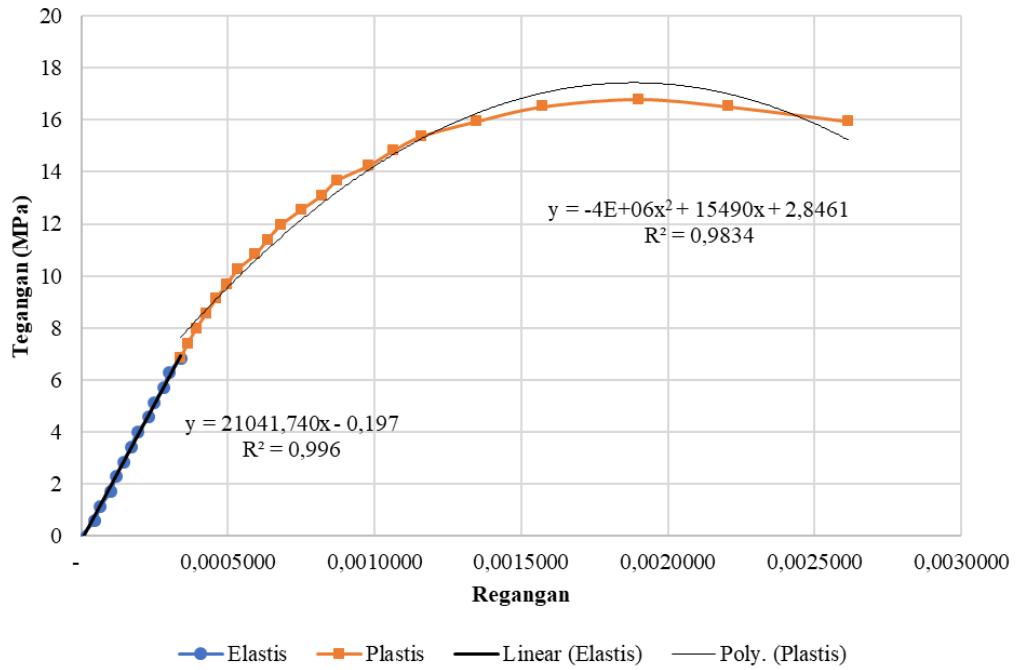
**Gambar L-8.22 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,30%-1**



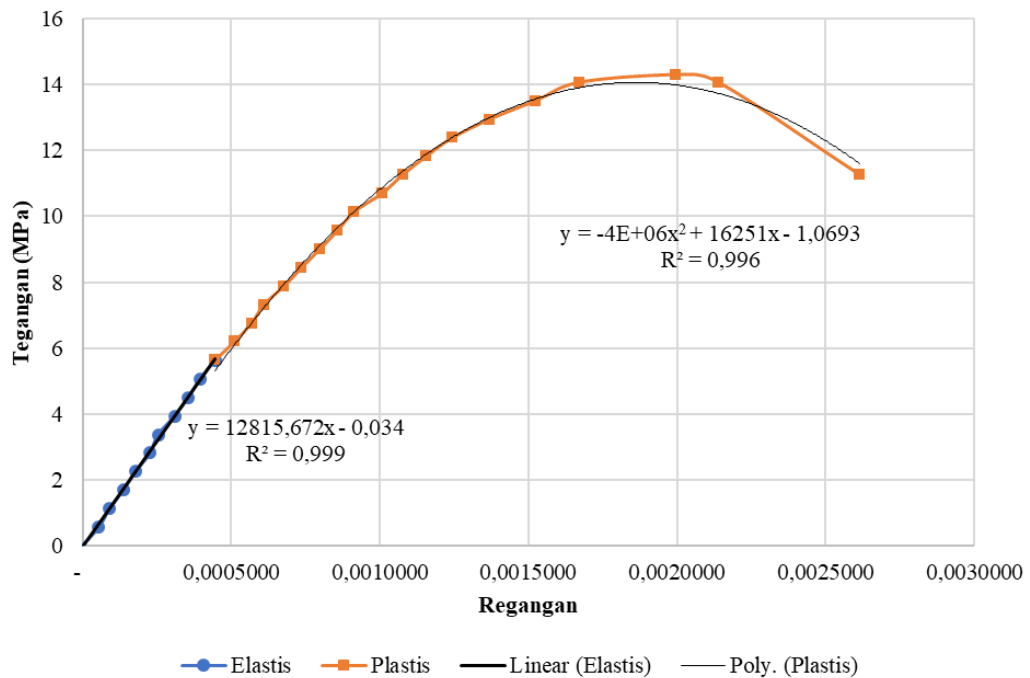
**Gambar L-8.23 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,30%-2**



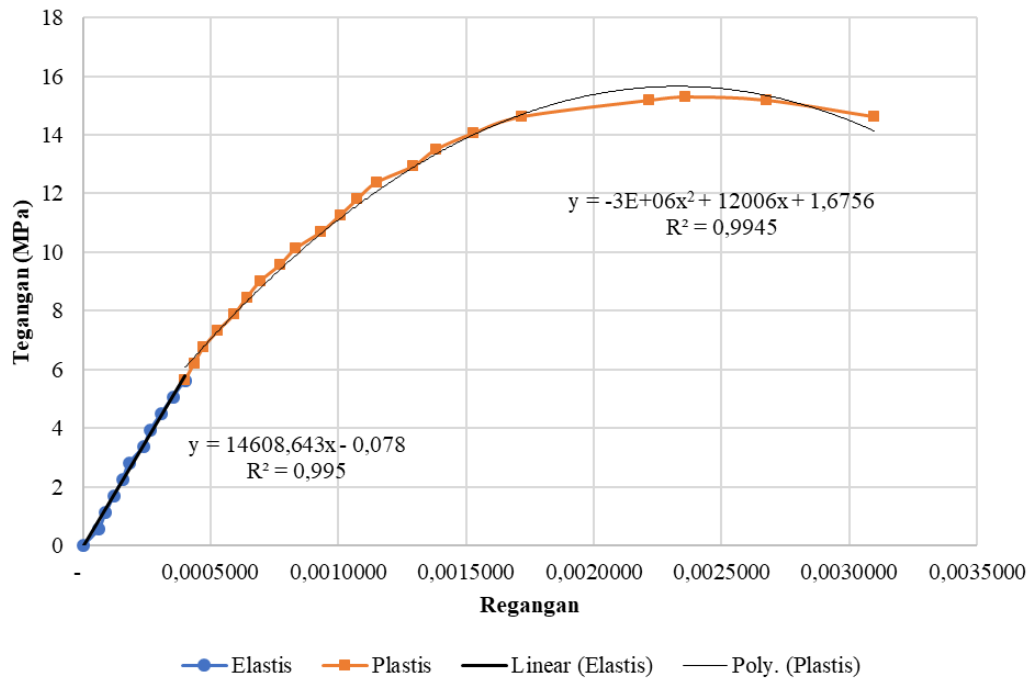
**Gambar L-8.24 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,30%-3**



**Gambar L-8.25 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,35%-1**



**Gambar L-8.26 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,35%-2**



**Gambar L-8.27 Modulus Elastisitas Beton BTT-0,35%-3**

