

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI KADAR BAHAN TAMBAH
WATERPROOFING DAMDEX TERHADAP KUAT
TEKAN DAN ABSORPSI BETON
*(THE EFFECT OF DAMDEX WATERPROOFING
ADDITIVE LEVEL VARIATIONS ON CONCRETE
COMPRESSIVE STRENGTH AND ABSORPTION)***

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



**Miqdad Khosyi Akbar
18511221**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021**

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI KADAR BAHAN TAMBAH *WATERPROOFING* DAMDEX TERHADAP KUAT TEKAN DAN ABSORPSI BETON (*THE EFFECT OF DAMDEX WATERPROOFING ADDITIVE LEVEL VARIATIONS ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH AND ABSORPTION*)

Disusun oleh

Miqdad Khosyi Akbar
18511221

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

Diuji pada tanggal 25 Februari 2022

Oleh Dewan Penguji

Penguji I



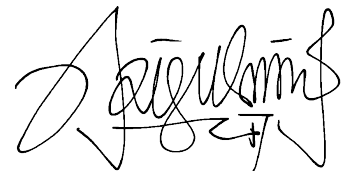
Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.
NIK: 885110105

Penguji II



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng.
NIK: 155111305

Penguji III




Anggit Mas Arifudin S.T., M.T.
NIK: 185111304

Mengesahkan,

Dekan Program Studi Teknik Sipil




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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 22 Februari 2022
Yang membuat pernyataan,

A 10,000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', '10000', 'METERA TEMPEL', and '12AJX667410080'.

Miqdad Khosyi Akbar
(18511221)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahiim.

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah *Waterproofing* Damdex terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton" dengan maksimal. Shalawat serta salam selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam, keluarga, sahabat dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penulisan Tugas Akhir ini saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang terlibat dan senantiasa memberi dukungan kepada saya selama proses penyusunan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

1. Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. Helmy Akbar Bale, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, nasihat, saran dan dorongan yang diberikan kepada saya selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng. selaku Penguji 2 dalam Sidang Tugas Akhir saya.
4. Anggit Mas Arifudin S.T., M.T. selaku Penguji 3 dalam Sidang Tugas Akhir saya.
5. Bapak Darussalam dan Suwarno selaku Laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik yang telah membantu saya selama proses pengumpulan data pengujian.

6. Bapak Mustaqiem, S.Pd., M.Si. dan Ibu Chairun Nufus, A.Md. selaku orang tua saya dan Nadya Adha Ninggara selaku kakak saya, yang selalu tanpa lelah memberi doa, nasihat dan semangat kepada saya dalam proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Bandungbondowoso Team yang telah membantu saya selama proses pembuatan beton.
8. Teman-teman Teknik Sipil 2018 lainnya yang juga ikut terlibat selama proses penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Takoyaki Disini yang telah meluangkan waktu dan memberikan motivasi kepada saya selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari Tugas Akhir saya ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saya memohon maaf dan berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi saya khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Yogyakarta, 22 Februari 2022
Penulis,



Miqdad Khosyi Akbar
(18511221)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
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	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton dengan Bahan Tambah <i>Waterproofing</i> Damdex	6
2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu	6
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Material Beton	11
3.2 Bahan Penyusun Beton	11
3.2.1 Agregat	11
3.2.2 Semen <i>Portland</i>	13
3.2.3 Air	14
3.2.4 Bahan Tambah (<i>Admixture</i>)	15
3.3 <i>Waterproofing</i> Damdex	17

3.4	Perencanaan Campuran Beton	17
3.5	Kuat Tekan Beton	21
3.6	Absorpsi Beton	21
3.7	Umur Beton	22
3.8	Koefisien Korelasi	23
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		24
4.1	Umum	24
4.2	Variabel Penelitian	24
4.3	Bahan yang Digunakan	24
4.4	Alat yang Digunakan	25
4.5	Benda Uji	26
4.6	Pelaksanaan Penelitian	29
4.6.1	Persiapan Penelitian	29
4.6.2	Pengujian Agregat	29
4.6.3	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	29
4.6.4	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	30
4.6.5	Pengujian Benda Uji	30
4.6.6	Olah Data	31
4.6.7	Analisis Data	31
4.6.8	Pembahasan	31
4.6.9	Kesimpulan dan Saran	31
4.6.10	Diagram Alir Penelitian	31
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN		33
5.1	Hasil Pengujian Agregat	33
5.1.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	33
5.1.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	42
5.2	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	50
5.3	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	62
5.4	Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton	65
5.4.2	Hubungan Berat Volume Beton dengan Variasi Penambahan Damdex	70

5.4.3	Hubungan Berat Volume Beton dengan Umur Beton	73
5.5	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	75
5.5.2	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Penambahan Damdex	81
5.5.3	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton	84
5.6	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	88
5.7	Hasil Pengujian Absorpsi Beton	96
5.7.2	Hubungan Absorpsi Beton dengan Variasi Penambahan Damdex	98
5.7.3	Hubungan Absorpsi Beton dengan Umur Beton	100
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		102
6.1	Kesimpulan	102
6.2	Saran	103
DAFTAR PUSTAKA		104
LAMPIRAN		106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	9
Tabel 3.1	Angka Konversi Umur Benda Uji	22
Tabel 3.2	Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi	23
Tabel 4.1	Rincian Benda Uji	27
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	34
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1	37
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2	37
Tabel 5.4	Gradasi Agregat Halus	38
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus	41
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus	41
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Lolos Saringan No. 200	42
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	43
Tabel 5.9	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1	46
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2	46
Tabel 5.11	Gradasi Agregat Kasar	47
Tabel 5.12	Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar	50
Tabel 5.13	Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar	50
Tabel 5.14	Faktor Pengali untuk Deviasi Standar Bila Data Hasil Uji yang Tersedia Kurang dari 30	51
Tabel 5.15	Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan fas 0,5 dan Jenis Semen serta Agregat yang Dipakai di Indonesia	52
Tabel 5.16	Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton	54
Tabel 5.17	Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus	55
Tabel 5.18	Rekapitulasi Hasil Perencanaan Campuran Beton	60

Tabel 5.19 Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah <i>Damdex Mixing</i> Pertama	62
Tabel 5.20 Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah <i>Damdex Mixing</i> Kedua	62
Tabel 5.21 Nilai <i>Slump</i> Beton	63
Tabel 5.22 Sisa Air	63
Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton	66
Tabel 5.24 Persentase Perubahan Berat Volume Terhadap Penambahan Kadar <i>Damdex</i> pada Berbagai Umur Beton	72
Tabel 5.25 Persentase Perubahan Berat Volume Beton Terhadap Umur Beton pada Berbagai Variasi Kadar <i>Damdex</i>	74
Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	77
Tabel 5.27 Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton dengan Penambahan <i>Damdex</i> terhadap Beton Normal	83
Tabel 5.28 Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton	85
Tabel 5.29 Selisih Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur 7 dan 14 Hari	86
Tabel 5.30 Hasil Perhitungan Tegangan-Regangan Beton Variasi <i>Damdex</i> 0% Umur 7 Hari Sampel 1	89
Tabel 5.31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	92
Tabel 5.32 Persentase Perubahan Modulus Elastisitas Beton Terhadap Umur Beton pada Berbagai Variasi Kadar <i>Damdex</i>	95
Tabel 5.33 Rekapitulasi Hasil Pengujian Absorpsi Beton	97
Tabel 5.34 Persentase Penurunan Absorpsi Beton dengan Penambahan <i>Damdex</i> terhadap Beton Normal	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Tampilan Kemasan dan Cairan Damdex	17
Gambar 3.2	Kuat Tekan Beton Silinder (150 x 300 mm) dengan Berbagai Jenis Semen	23
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 5.1	Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 1	39
Gambar 5.2	Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 2	39
Gambar 5.3	Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 1	48
Gambar 5.4	Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 2	48
Gambar 5.5	Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (<i>f</i> _{as}) untuk Benda Uji Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm	53
Gambar 5.6	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	56
Gambar 5.7	Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan	58
Gambar 5.8	Hubungan Nilai <i>Slump</i> dengan Variasi Kadar Damdex pada Campuran Beton	64
Gambar 5.9	Hubungan Berat Volume Beton dengan Persentase Penambahan Damdex pada Umur Beton 7 Hari	70
Gambar 5.10	Hubungan Berat Volume Beton dengan Persentase Penambahan Damdex pada Umur Beton 14 Hari	71
Gambar 5.11	Hubungan Berat Volume Beton dengan Persentase Penambahan Damdex pada Umur Beton 28 Hari	71
Gambar 5.12	Hubungan Berat Volume Beton dengan Umur Beton	74
Gambar 5.13	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 7 Hari	81
Gambar 5.14	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 14 Hari	82
Gambar 5.15	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 28 Hari	82

Gambar 5.16	Hubungan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton pada Berbagai Variasi Kadar Damdex	84
Gambar 5.17	Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton	86
Gambar 5.18	Grafik Modulus Elastisitas Beton Varian Damdex 0% Umur 7 Hari Sampel 1	91
Gambar 5.19	Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Kadar Penambahan Damdex	95
Gambar 5.2	Hubungan Absorpsi Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 7 Hari	98
Gambar 5.21	Hubungan Absorpsi Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 14 Hari	99
Gambar 5.22	Hubungan Absorpsi Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 28 Hari	99
Gambar 5.23	Hubungan Absorpsi Beton dengan Umur Beton	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penggunaan Laboratorium	107
Lampiran 2 Laporan Sementara Hasil Pemeriksaan Agregat	109
Lampiran 3 Laporan Sementara Hasil Perencanaan Campuran Beton	126
Lampiran 4 Laporan Sementara Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton	127
Lampiran 5 Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	131
Lampiran 6 Laporan Sementara Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	135
Lampiran 7 Laporan Sementara Hasil Pengujian Absorpsi Beton	261
Lampiran 8 Gambar Pengujian	262

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PC	= <i>Portland Cement</i>
SNI	= Standar nasional Indonesia
PBI	= Peraturan beton Indonesia
f'_c	= Kuat tekan beton (MPa)
MPa	= Megapascal
$^{\circ}\text{C}$	= Derajat celcius
M	= Nilai tambah
S_r	= Deviasi standar
f'_{cr}	= Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan
w	= Kadar air bebas (kg/m^3)
W_h	= Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (kg/m^3)
W_k	= Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (kg/m^3)
c	= Jumlah semen (kg/m^3)
fas	= Faktor air semen
BJ_{gab}	= Berat jenis relatif/gabungan agregat
%Ag. Halus	= Persentase agregat halus (%)
%Ag. Kasar	= Persentase agregat kasar (%)
$BJ_{ag. halus}$	= Berat jenis agregat halus
$BJ_{ag. kasar}$	= Berat jenis agregat kasar
$W_{ag. gab.}$	= Kadar agregat gabungan (kg/m^3)
W_{beton}	= Berat isi beton (kg/m^3)
W_{semen}	= Kadar semen (kg/m^3)
$W_{ag. halus}$	= Kadar agregat halus (kg/m^3)
$W_{ag. kasar}$	= Kadar agregat kasar (kg/m^3)
P	= Beban maksimum (N)
A	= Luas penampang benda uji (mm^2)
P_A	= Absorpsi beton (%)
B	= Massa contoh uji kering permukaan (gram)

A	= Massa contoh uji kering oven (gram)
mm	= Milimeter
cm	= Centimeter
d	= Diameter tabung silinder (mm)
t	= Tinggi tabung silinder (mm)
kg	= Kilogram
m	= meter
SSD	= <i>Saturated surface dry</i>
R^2	= Koefisien korelasi
L_0	= Panjang awal kompresometer (mm)
$\Delta L'$	= Pembacaan dial (μm)
ΔL	= Perubahan panjang beton (mm)
kN	= Kilonewton
N	= Newton
μm	= Mikrometer
ε	= Regangan beton
σ	= Tegangan beton (MPa)
E	= Modulus elastisitas beton (MPa)

ABSTRAK

Beton adalah material komposit yang terdiri dari beberapa material penyusun, yaitu kerikil, pasir, semen dan air. Pelaksanaan beton di lapangan yang buruk dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan yang rendah dan memiliki pori yang banyak. Oleh karena itu diperlukan cara-cara tertentu untuk meningkatkan kuat tekan dan meminimalkan pori pada beton. Salah satunya dengan menggunakan bahan tambah (*admixture*) dalam campuran beton. Bahan tambah *waterproofing* Damdex merupakan jenis bahan tambah yang menawarkan kemampuan dalam meningkatkan kuat tekan beton dan mencegah kebocoran pada beton. Pada penelitian ini digunakan bahan tambah *waterproofing* Damdex sebanyak 5%, 6%, 7% dan 8% dari berat semen. Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton, akselerasi peningkatan kuat tekan beton dan absorpsi beton pada umur beton 7, 14, dan 28 hari. Perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 2834-2000 dengan kuat tekan rencana 25 MPa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan Damdex sebanyak 5%, 6%, 7% dan 8% mampu meningkatkan kuat tekan beton, meningkatkan akselerasi peningkatan kuat tekan dan menurunkan absorpsi beton. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan Damdex pada umur 7 hari mengalami kenaikan sebesar 6,05%; 6,95%; 9,17%; dan 11,37%, pada umur 14 hari sebesar 8,17%; 9,22%; 11,39%; dan 14,80%, serta pada umur 28 hari sebesar 3,06%; 4,71%; 7,83%; dan 10,24% dari beton normal pada umur yang sama. Akselerasi peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan Damdex pada umur 7 hari mengalami kenaikan sebesar 1,93%; 1,43%; 0,83%; dan 0,69%, serta pada umur 14 hari sebesar 4,32%; 3,75%; 2,87%; dan 3,60% dari beton normal pada umur yang sama. Hasil pengujian absorpsi beton dengan penambahan Damdex pada umur 7 hari mengalami penurunan sebesar 36,33%; 37,46%; 39,81%; dan 40,41%, pada umur 14 hari sebesar 32,27%; 36,89%; 36,90%; dan 40,40%, serta pada umur 28 hari sebesar 33,03%; 33,32%; 39,62%; dan 43,70% dari beton normal pada umur yang sama.

Kata kunci: Beton, Damdex, Kuat tekan, Absorpsi, Akselerasi

ABSTRACT

Concrete is a composite material consisting of several constituent materials, consist of gravel, sand, portland cement and water. Poor implementation of concrete will produce concrete with low compressive strength and have a lot of pores. Therefore, certain methods are needed to increase the compressive strength and reduce number of pores in the concrete. One of them is using admixture in the concrete. Damdex waterproofing additive is a type of additive material that offers the ability to increase the compressive strength of concrete and prevent leakage in the concrete. In this study 5%, 6%, 7% and 8% of Damdex waterproofing additive to the cement weight were used. The test was conducted to determine the concrete's compressive strength value, the acceleration of the concrete's compressive strength increasement and the concrete's absorption at 7, 14, and 28 days. SNI 2834-2000 with a compressive strength plan of 25 MPa were used for mix design calculation.

The results of this study indicate that 5%, 6%, 7% and 8% addition of Damdex can increase the concrete's compressive strength, increase the acceleration of the concrete's compressive strength increasement and reduce the concrete's absorption. The results of the compressive strength test of concrete with Damdex addition at 7th day increased by 6,05%; 6,95%; 9,17%; and 11,37%, at 14th day increased by 8,17%; 9,22%; 11,39%; dan 14,80%, and at 28th day increased by 3,06%; 4,71%; 7,83%; and 10,24% to normal concrete at the same age. The acceleration of the compressive strength increasement of concrete with the addition of Damdex at the 7th day increased by 1,93%; 1,43%; 0,83%; and 0,69%, and at 14th day increased by 4,32%; 3,75%; 2,87%; and 3,60% to normal concrete at the same age. The results of the absorption test of concrete with the addition of Damdex at 7th day decreased by 36,33%; 37,46%; 39,81%; and 40,41%, at 14th day decreased by 32,27%; 36,89%; 36,90%; and 40,40%, and at 28th day decreased by 33,03%; 33,32%; 39,62%; and 43,70% to normal concrete at the same age.

Keywords: *Concrete, Damdex, Compressive strength, Absorption, Acceleration*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah material komposit yang terdiri dari beberapa material penyusun, yaitu kerikil, pasir, semen dan air. Kemudahan dalam memperoleh material penyusun inilah yang menjadi alasan utama beton masih banyak digunakan dalam berbagai proyek konstruksi saat ini. Selain itu, beton juga memiliki beberapa keunggulan lain, seperti kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap karat, lebih tahan terhadap api, serta dapat dicetak dengan berbagai ukuran dan bentuk sesuai kebutuhan. Meskipun beton dapat dicetak dengan berbagai bentuk dan ukuran, namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pembuatan beton di lapangan, yaitu kualitas material, proses pencampuran material, proses pengecoran dan proses pemadatan. Apabila hal-hal tersebut tidak diperhatikan dengan baik, maka kemungkinan besar beton yang dihasilkan akan memiliki kekuatan yang rendah dan jauh dari kekuatan rencana.

Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah meningkatkan pematatannya, yaitu meminimumkan pori atau rongga yang terbentuk di dalam beton (Nurmaidah, 2017). Selain dapat menurunkan kekuatan beton, pori yang terdapat pada permukaan beton menjadikan beton lebih mudah melewatkan air, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kebocoran pada beton. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dapat digunakan bahan tambah (*admixture*) pada campuran beton.

Admixture adalah bahan-bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat pencampuran (*mixing*) beton berlangsung. Fungsi *admixture* dalam campuran beton adalah mengubah performa dan sifat-sifat campuran beton sesuai dengan kondisi beton yang diinginkan. Salah satu jenis *admixture* yang dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton dan mencegah terjadinya kebocoran pada beton adalah *waterproofing*. Bahan tambah

waterproofing biasanya digunakan pada struktur beton yang berinteraksi langsung dengan air, seperti pada area *basement* dan kolam renang.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Olil dkk. (2015), penggunaan *waterproofing* merk Damdex dengan kadar 2% pada campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,33%. Sedangkan hasil penelitian yang Nurmaidah (2017) menunjukkan bahwa pada penambahan kadar *waterproofing* merk Damdex hingga 5%, masih terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton. Jika dibandingkan dengan kuat tekan beton normal, peningkatan yang terjadi sebesar 41,47 kg/cm² atau 17,53%. Selain mampu meningkatkan kuat tekan beton, Damdex Indonesia mengklaim bahwa *waterproofing* Damdex sebagai bahan tambah (*additive*) dalam campuran beton mampu mempercepat proses pengerasan beton hingga 50%, sehingga dapat mempersingkat pengerjaan beton di lapangan selama 7 sampai 14 hari. Selain itu, Damdex juga mengklaim kemampuannya dalam menghasilkan campuran beton yang lebih kedap air (anti bocor). Namun, belum ada penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan kekuatan beton pada usia muda dan kemampuan beton Damdex sebagai anti bocor untuk membuktikan klaim-klaim tersebut.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya di atas, dapat disimpulkan bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton naik seiring dengan meningkatnya kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex yang digunakan dalam campuran beton. Belum adanya penelitian mengenai penggunaan *waterproofing* Damdex di atas 5% dan adanya dugaan mengenai pengaruhnya terhadap pengembangan kekuatan beton pada usia muda menjadi latar belakang penelitian ini. Selain itu, pada penelitian ini juga akan dilakukan pengujian absorpsi pada beton untuk membuktikan klaim Damdex sebagai anti bocor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penggunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex dengan kadar di atas 5% terhadap mutu beton?

2. Berapakah kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex pada campuran beton yang menghasilkan persentase peningkatan kuat tekan beton tertinggi?
3. Berapakah kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex pada campuran beton yang menghasilkan nilai absorpsi terkecil?
4. Bagaimana pengaruh penggunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex terhadap pengembangan kekuatan beton terkait dengan umur beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex dengan kadar di atas 5% terhadap mutu beton.
2. Mengetahui kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex pada campuran beton yang menghasilkan persentase peningkatan kuat tekan beton tertinggi.
3. Mengetahui kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex pada campuran beton yang menghasilkan nilai absorpsi terkecil.
4. Mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex terhadap pengembangan kekuatan beton terkait dengan umur beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh melalui penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Memberikan informasi mengenai kegunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex dalam meningkatkan kuat tekan beton, mempercepat pengembangan kekuatan beton pada usia muda dan menjadikan beton lebih kedap air.
2. Memberikan kontribusi dalam dunia konstruksi berupa informasi mengenai kegunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex dalam mempercepat pengembangan kekuatan beton pada usia muda yang dapat mempersingkat durasi pekerjaan di lapangan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian dimaksudkan agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan beton rencana (f'_c) sebesar 25 MPa.
2. Metode *mix design* menggunakan SNI 2834-2000.
3. Variasi kadar bahan tambah *waterproofing* yang digunakan adalah sebesar 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% terhadap berat semen.
4. Nilai *slump* 10 ± 2 cm.
5. Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 merk Tiga Roda.
6. Agregat kasar yang digunakan berukuran maksimum 20 mm.
7. Agregat kasar berasal dari Clereng.
8. Agregat halus berasal dari Progo.
9. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
10. Bahan tambah *waterproofing* yang digunakan adalah merk Damdex.
11. Tidak meneliti mengenai kandungan kimia pada bahan tambah *waterproofing* Damdex.
12. Benda uji yang digunakan terdiri dari benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton dan benda uji kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm untuk pengujian absorpsi beton.
13. Pengujian beton keras dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari.
14. Macam-macam pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan SNI 1970-1990.
 - b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan SNI 1969-1990.
 - c. Pengujian analisa saringan agregat halus menggunakan SNI 1968-1990.
 - d. Pengujian analisa saringan agregat kasar menggunakan SNI 1968-1990.

- e. Pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus menggunakan SNI 4804-1998.
- f. Pengujian berat volume gembur dan berat volume padat agregat kasar menggunakan SNI 4804-1998.
- g. Pengujian butiran lolos ayakan no. 200 (uji kandungan lumpur dalam pasir) menggunakan SNI 4142-1996.
- h. Pengujian *slump* beton menggunakan SNI 1972-2008.
- i. Pengujian kuat tekan beton menggunakan SNI 1974-2011.
- j. Pengujian modulus elastisitas statis beton menggunakan SNI 4169-1996.
- k. Pengujian absorpsi beton menggunakan SNI 6433-2016.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton dengan Bahan Tambah *Waterproofing* Damdex

Beton adalah campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*) (SNI 2847-2019). Bahan tambah pada beton sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral. Bahan tambah ini dapat berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan pada campuran beton selama proses *mixing*. Bahan tambah kimia sendiri terdiri dari berbagai jenis dengan fungsi yang berbeda-beda, seperti menambah kuat tekan beton, mengurangi jumlah air pada campuran, menghambat waktu pengikatan beton, menjadikan beton lebih kedap air, dan lain sebagainya. Salah satu bahan tambah kimia yang dapat meningkatkan kuat tekan beton dan menjadikan beton lebih kedap air adalah *waterproofing* Damdex. Campuran mortar yang ditambah Damdex mampu mempercepat pengerasan campuran, meningkatkan kuat tekan, meningkatkan kuat lekat campuran dan menjadikan campuran bersifat kedap air yang tahan terhadap sinar ultra violet (Nisa, 2016).

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Perbandingan beberapa penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dijabarkan sebagai berikut.

1. Penggunaan Damdex Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton (Harianja dan Barus, 2008)

Pada penelitian ini kadar bahan tambah Damdex yang digunakan adalah sebesar 0,5%, 1,0%, 2,0% dan 2,5% terhadap berat semen. Benda uji berupa kubus dengan dimensi 15 x cm 15 x cm x 15 cm dengan lima buah sampel untuk setiap kadar Damdex yang digunakan. Metode *mix design* yang digunakan adalah SK SNI T-15-1990-03. Pengujian kuat tekan kubus beton dilakukan pada umur 28 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan tambah *waterproofing* Damdex yang ditambahkan pada campuran beton

mampu meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton terbaik diperoleh pada beton dengan kadar Damdex sebesar 2% dengan peningkatan kuat tekan terhadap beton normal sebesar 19,2%.

2. Pengaruh Penambahan Damdex pada Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton yang Mengalami Suhu Tinggi (Olil dkk., 2015)

Penelitian ini dilakukan menggunakan benda uji dengan kuat tekan rencana sebesar 24 MPa dan bahan tambah Damdex sebanyak 2% dari berat semen. Metode *mix design* yang digunakan adalah berdasarkan SNI 2834-2000. Benda uji menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selain pada kondisi normal, penelitian ini juga dilakukan pada beton yang mengalami suhu tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan beton dengan bahan tambah Damdex sebanyak 2% pada kondisi normal memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 26,24 MPa atau 3,33% lebih tinggi dari beton normal. Sedangkan pada kondisi suhu tinggi (200°C) beton dengan bahan tambah Damdex mengalami penurunan kuat tekan sebesar 39% dari beton normal.

3. Penggunaan Bahan Tambah Damdex (*Waterproofing*) pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton (Nurmaidah, 2017)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambah *waterproofing* Damdex dengan persentase yang berbeda-beda. Variasi kadar bahan tambah Damdex yang digunakan adalah 0%, 2,5% dan 5% dari berat semen. Benda uji menggunakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm. Pengujian beton keras dilakukan pada umur beton 28 hari. Dari penelitian ini diketahui kadar *waterproofing* Damdex sebesar 5% menghasilkan kuat tekan beton tertinggi, yaitu sebesar 278,04 kg/cm² dengan peningkatan sebesar 16,12% terhadap kuat tekan beton normal.

4. Pengaruh Penambahan *Admixture* Terhadap Kuat Tekan Beton dari Berbagai Merek Semen (Fitrawansyah dkk., 2020)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah Damdex terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan berbagai merek semen. Kadar bahan tambah Damdex yang digunakan yaitu sebesar

0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%. Merek semen yang digunakan yaitu Semen Tonasa, Semen Bosowa dan Semen Tiga Roda. Penelitian ini menggunakan tiga buah sampel untuk masing-masing kadar bahan tambah Damdex dan merek semen. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Dari penelitian ini diketahui bahwa Semen Tonasa menghasilkan kenaikan kuat tekan beton terhadap penambahan Damdex tertinggi pada hampir setiap kadar Damdex, yaitu 0%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Sedangkan untuk kadar Damdex 3% kenaikan kuat tekan beton tertinggi terjadi pada sampel beton dengan semen merek Tiga Roda.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut di atas, dilakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu, yaitu dengan menggunakan bahan tambah *waterproofing* Damdex dengan kadar 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% dengan mutu beton rencana 25 MPa serta menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan benda uji kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan dan absorpsi beton pada umur 7, 14 dan 28 hari. Pada penelitian sebelumnya kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex paling tinggi yang ditambahkan pada campuran beton hanya sebesar 5%, benda uji yang digunakan berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm, pengujian yang dilakukan hanya pengujian kuat tekan, dan tidak adanya variasi umur beton pada saat pengujian. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan keasliannya.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Peneliti	Harianja dan Barus (2008)	Olil dkk. (2015)	Nurmaidah (2017)	Fitrawansyah dkk. (2020)	Penulis (2021)
Judul Penelitian	Penggunaan Damdex sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton	Pengaruh Penambahan Damdex pada Campuran terhadap Kuat Tekan Beton yang Mengalami Suhu Tinggi	Penggunaan Bahan Tambah Damdex (Waterproofing) pada Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton	Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Kuat Tekan Beton Dari Berbagai Merek Semen	Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah <i>Waterproofing</i> Damdex terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton
Tujuan Penelitian	Mengetahui pengaruh Damdex sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton, dan persentase penambahan Damdex yang akan menghasilkan kuat tekan beton paling baik/tinggi.	Mengetahui pengaruh Damdex sebagai bahan tambah campuran beton terhadap kuat tekan beton yang dioven pada suhu 0°C-200°C selama 7 jam dan suhu 200°C selama 3 jam.	Mengetahui kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambah damdex dengan persentase yang berbeda-beda.	Mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan admixture (Damdex) terhadap kuat tekan dengan berbagai merek semen.	Mengetahui pengaruh penambahan Damdex terhadap kuat tekan, absorpsi, dan akselerasi peningkatan kuat tekan beton.
Kuat Tekan Rencana	34 MPa	24 MPa	225 kg/cm ²	-	25 MPa
Kadar Damdex	0,5%; 1%; 2%; dan 2,5%	2%	2,5% dan 5%	1%; 1,5%; 2%; 2,5%; dan 3%	5%; 6%; 7%; dan 8%
Jenis Pengujian	Kuat tekan	Kuat tekan	Kuat tekan	Kuat tekan	Kuat tekan dan absorpsi
Benda Uji	Kubus 15 x 15 x 15 cm	Silinder 15 x 30 cm	Kubus 15 x 15 x 15 cm	Kubus 15 x 15 x 15 cm	Silinder 15 x 30 cm dan Kubus 15 x 15 x 15 cm
Umur Beton	28 hari	28 hari	28 hari	28 hari	7, 14 dan 28 hari

Lanjutan Tabel 2.1

Peneliti	Harianja dan Barus (2008)	Olil dkk. (2015)	Nurmaidah (2017)	Fitrawansyah dkk. (2020)	Penulis (2021)
Hasil Pengujian	Kuat tekan tertinggi benda uji pada umur 28 hari sebesar 37,736 MPa pada penambahan Damdex 2,0 % atau mengalami kenaikan sebesar 19,23 % dari beton normal yang kuat tekannya 31,619 MPa.	Pada kondisi normal (tanpa diberi perlakuan apapun), beton dengan campuran bahan Damdex memiliki kuat tekan rata-rata 26,24 MPa atau 3,33% lebih besar dari beton normal yang memiliki nilai kuat tekan rata-rata 25,48 MPa.	Kuat tekan beton tertinggi pada saat umur beton 28 hari adalah pada saat penambahan damdex 5% dari berat semen yaitu sebesar 278,04 kg/cm ² . Penambahannya adalah 41,47 kg/cm ² dari kuat tekan beton normal atau 17,53% dari beton normal.	Dari ketiga merek semen, merek semen Tonasa yang memiliki kenaikan Kuat Tekan Beton terhadap penambahan Admixture (Damdex) tertinggi pada hampir setiap kadar admixture kecuali pada kadar penambahan admixture (Damdex) 3% dimana yang paling tinggi persentase kenaikan kuat tekannya yaitu pada semen merek Tiga Roda.	Kuat tekan beton tertinggi terjadi pada penambahan Damdex 8% dengan kenaikan sebesar 14,80% dari beton normal. Absorpsi terkecil terjadi pada penambahan Damdex 8% dengan penurunan sebesar 43,70% dari beton normal. Akselerasi beton tertinggi terjadi pada penambahan Damdex 5% dengan kenaikan sebesar 4,32% dari beton normal.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Material Beton

Beton adalah material bangunan yang paling banyak digunakan, seperti pada bendungan, pipa saluran, pondasi, basement, gedung tingkat tinggi, jembatan, maupun perkerasan jalan. Beton dihasilkan dari pencampuran bahan aktif dan pasif pada suatu nilai perbandingan tertentu. Bahan aktif berupa semen dan air sebagai perekat, sedangkan bahan pasif berupa pasir dan kerikil sebagai pengisi. Campuran kedua bahan tersebut bila dituang ke dalam cetakan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan dengan kuat tekan yang tinggi (Tjokrodinuljo, 1995).

3.2 Bahan Penyusun Beton

Beton adalah material komposit yang terdiri dari beberapa material penyusun, yaitu agregat kasar, agregat halus, semen portland, dan air. Selain itu, pada campuran beton juga dapat diberikan bahan tambah (*admixture*) untuk memperoleh beton dengan karakteristik tertentu yang diinginkan. Setiap bahan penyusun beton tersebut memiliki fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda serta memiliki persyaratan tertentu sebagai bahan penyusun beton.

3.2.1 Agregat

Agregat adalah material alami yang berfungsi sebagai material pengisi dalam campuran beton. Volume agregat pada suatu campuran beton adalah sebesar $\pm 70\%$. Agregat memberikan kekuatan pada beton, sehingga kualitas agregat yang digunakan akan sangat memengaruhi mutu beton yang dihasilkan. Agregat yang digunakan untuk menghasilkan beton dengan kualitas yang baik setidaknya harus terdiri dari dua kelompok ukuran, yaitu kelompok agregat halus dan kelompok agregat kasar.

1. Agregat Halus

Menurut SNI 2834-2000 agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil pecahan alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu

dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Adapun persyaratan agregat halus untuk campuran beton adalah sebagai berikut.

- a. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran tajam dan keras, tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur dengan kadar lebih dari 5% terhadap jumlah berat agregat kering. Apabila kondisi tersebut terjadi, maka agregat halus harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- d. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam ukurannya dan apabila diayak harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut.
 - 1) Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat agregat.
 - 2) Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat agregat.
 - 3) Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar 80%-90% berat agregat.
- e. Pasir laut tidak boleh digunakan untuk semua mutu beton, kecuali terdapat petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

2. Agregat Kasar

Menurut SNI 2834-2000 agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm. Adapun persyaratan agregat kasar untuk campuran beton adalah sebagai berikut.

- a. Agregat kasar terdiri dari butiran-butiran keras dan tidak berpori. Agregat kasar dengan butiran-butiran pipih boleh digunakan apabila jumlah butiran pipih tidak melebihi 20% dari berat total agregat. Butiran-butiran agregat kasar juga tidak boleh pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila kadar lumpur melebihi 1%, maka agregat kasar harus dicuci terlebih dahulu.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.

- d. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin Los Angeles dengan tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
- e. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam ukurannya dengan syarat sebagai berikut.
 - 1) Sisa di atas ayakan 31,5 mm, harus 0% berat agregat.
 - 2) Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90%-98% berat agregat.
 - 3) Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat agregat.
- f. Ukuran maksimum butir agregat kasar tidak boleh melebihi syarat sebagai berikut.
 - 1) 1/5 jarak terkecil antara sisi cetakan.
 - 2) 1/3 ketebalan slab.
 - 3) 3/4 jarak bersih minimum antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

3.2.2 Semen *Portland*

Semen adalah salah satu bahan penyusun beton yang berfungsi sebagai perekat butir-butir agregat dan sebagai pengisi rongga-rongga antar butir-butir agregat. Kedua fungsi semen tersebut menjadikan beton sebagai suatu massa padat dan kompak. Kadar semen dalam campuran beton pada umumnya sebesar $\pm 10\%$ dari volume beton. Berdasarkan karakteristiknya dalam bereaksi dengan air, semen dibagi menjadi dua jenis, yaitu semen hidraulis dan semen non-hidraulis. Semen hidraulis adalah semen yang mampu bereaksi dengan air dan mengeras di dalam air, sedangkan semen non-hidraulis adalah semen yang tidak dapat bereaksi dan mengeras di dalam air, tetapi dapat mengeras di udara.

Semen *Portland* atau *Portland Cement* (PC) adalah salah satu semen hidraulis karena kemampuannya dalam bereaksi dengan air, mampu mengeras di dalam air, tahan terhadap air dan stabil di dalam air setelah mengeras. Berdasarkan SNI 2049-2004, Semen *Portland* dibagi menjadi lima kategori berdasarkan jenis dan penggunaannya sebagai berikut.

1. Semen *Portland* tipe I untuk penggunaan umum yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti tipe-tipe lainnya.

2. Semen *Portland* tipe II yang pada penggunaannya diperlukan untuk ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen *Portland* tipe III yang dalam penggunaannya diperlukan untuk menghasilkan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* tipe IV yang dalam penggunaannya diperlukan kalor hidrasi yang rendah.
5. Semen *Portland* tipe V yang dalam penggunaannya diperlukan untuk ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

3.2.3 Air

Air adalah bahan penyusun beton yang paling murah dan mudah didapatkan. Air akan bereaksi dengan semen membentuk pasta semen, sehingga beton menjadi lecah (*workable*). Air berfungsi sebagai reaktor semen dan perekat antar butir-butir agregat. Air yang diperlukan pada suatu campuran beton dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut.

1. Ukuran Agregat Maksimum
Semakin besar ukuran butir agregat, maka kebutuhan air menurun. Begitu pula untuk jumlah mortar yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan luas permukaan agregat yang harus diselimuti air menjadi lebih kecil.
2. Bentuk Butir Agregat
Agregat dengan bentuk bulat membutuhkan jumlah air yang lebih sedikit dari pada agregat batu pecah.
3. Gradasi Agregat
Agregat dengan gradasi baik akan menurunkan jumlah kebutuhan air pada campuran beton untuk kelecakan yang sama. Gradasi agregat yang baik adalah agregat dengan ukuran butiran yang beragam dan tersusun sepadat mungkin dengan rongga udara mendekati nol.
4. Kotoran Dalam Agregat
Agregat yang mengandung banyak lanau, tanah liat dan lumpur akan meningkatkan kebutuhan air dalam campuran beton.

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

1. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang terlihat secara visual.
2. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
4. Kandungan klorida (Cl) harus kurang dari 0,5 gram/liter dan senyawa sulfat (SO₃) harus kurang dari 1 gram/liter.
5. Penurunan kuat tekan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak boleh lebih dari 10%.
6. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat di atas, air tidak boleh mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,05 gram/liter.

3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Selain agregat, semen dan air, terdapat pula bahan lain yang bisa ditambahkan ke dalam campuran beton, yaitu *admixture*. Bahan tambah atau *admixture* dapat ditambahkan pada adukan beton sebelum, segera atau selama proses pengadukan. Tujuan penggunaan *admixture* adalah untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton, sehingga dihasilkan beton dengan sifat dan karakteristik tertentu. Penggunaan *admixture* harus diawasi secara ketat, karena penggunaan yang berlebihan justru berpotensi menurunkan kualitas beton yang dihasilkan. Jenis bahan tambah (*admixture*) dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah kimia dan bahan tambah mineral.

1. Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*)

Menurut SNI 2495-1991, bahan tambah kimia dapat dikelompokkan sebagai berikut.

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

Water-Reducing Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi sebagai pengurang kadar penggunaan air dalam campuran beton, sehingga mampu menghasilkan beton dengan fas yang lebih rendah, namun dengan kemudahan pengerjaan yang sama dengan beton tanpa bahan tambah.

b. Tipe B (*Retarding Admixtures*)

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

c. Tipe C (*Accelerating Admixtures*)

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi sebagai *accelerator*, yaitu mempercepat waktu ikat beton (*setting time*) dan peningkatan kekuatan awal beton.

d. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixtures*)

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pada campuran beton dan memperlambat waktu ikat beton (*setting time*).

e. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*)

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi mengurangi jumlah air pada campuran beton dan mempercepat waktu ikat beton (*setting time*).

f. Tipe F (*Water Reducing, High Range Admixtures*)

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi mengurangi jumlah air pada campuran sebesar 12% atau lebih dengan tujuan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi yang ditetapkan.

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

Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi mengurangi jumlah air pada campuran sebesar 12% atau lebih untuk menghasilkan beton dengan konsistensi yang ditetapkan sekaligus memperlambat waktu ikat beton (*setting time*).

2. Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Bahan tambah mineral adalah bahan tambah yang ditujukan untuk memperbaiki kinerja beton dan mencapai tujuan tertentu. Saat ini, bahan tambah mineral lebih umum digunakan untuk memperbaiki nilai kuat tekan beton. Bahan tambah mineral seperti *pozzolan*, abu terbang (*fly ash*), terak besi tanur tinggi, silika fume (*fume silica*), dan lain-lain.

3.3 *Waterproofing* Damdex

Waterproofing adalah bahan tambah yang dapat ditambahkan ke dalam campuran beton untuk menghasilkan beton yang lebih kedap air. Damdex adalah salah satu jenis bahan tambah *waterproofing* berupa cairan kimia berwarna kecoklatan. Berdasarkan deskripsi produk di laman resmi Damdex Indonesia, Damdex sebagai bahan tambah dalam campuran beton akan meningkatkan kualitas dan daya tekan beton hingga 35%, mempercepat proses pengerasan beton hingga 50%, dan membuat beton menjadi tahan bocor. Untuk penggunaan sebagai bahan tambah dalam campuran beton, pada kemasan Damdex disyaratkan penggunaan sebanyak 2% dari berat semen. Adapun tampilan kemasan dan cairan Damdex dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Tampilan Kemasan dan Cairan Damdex

3.4 Perencanaan Campuran Beton

Metode perencanaan campuran beton (*mix design*) yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan SNI 2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Adapun langkah-langkah perencanaan secara urut adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur dan bentuk benda uji tertentu.

2. Menghitung deviasi standar berdasarkan mutu pekerjaan dan volume pembetonan yang akan dibuat.

3. Menghitung nilai tambah dengan persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$M = 1,64 \times S_r \quad (3.1)$$

Keterangan:

M = Nilai tambah

S_r = Deviasi standar

4. Menghitung kuat tekan beton rerata yang ditargetkan dengan persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$f_{cr} = f_c + M \quad (3.2)$$

Keterangan:

f_{cr} = Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan (MPa)

f_c = Kuat tekan beton rencana (MPa)

M = Nilai tambah

5. Menentukan jenis semen.

6. Menentukan jenis agregat yang digunakan, baik agregat halus maupun agregat kasar.

7. Menentukan faktor air semen dengan tahapan sebagai berikut.

a. Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari menggunakan Tabel 2 berdasarkan jenis semen dan agregat yang akan digunakan.

b. Menentukan kurva lengkung baru berdasarkan hubungan antara nilai kuat tekan yang diperoleh pada butir 7a di atas dengan faktor air semen sebesar 0,5 pada Grafik 1.

c. Menentukan faktor air semen yang diperlukan dengan menghubungkan kuat tekan beton rencana yang diperoleh pada butir 4 dengan kurva lengkung baru pada butir 7b.

8. Menetapkan faktor air semen maksimum, kemudian diambil nilai faktor air semen terkecil antara perhitungan butir 7 dengan butir 8.

9. Menetapkan tinggi *slump*.

10. Menetapkan ukuran agregat maksimum dari hasil pengujian properties agregat.

11. Menentukan nilai kadar air bebas dengan menggunakan Tabel 3 dan persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$w = \frac{2}{3} W_h + \frac{2}{3} W_k \quad (3.3)$$

Keterangan:

w = Kadar air bebas (kg/m^3)

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

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

12. Menentukan jumlah semen yang dibutuhkan dengan persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$c = \frac{w}{\text{fas}} \quad (3.4)$$

Keterangan:

c = Jumlah semen (kg/m^3)

w = Kadar air bebas (kg/m^3)

fas = Faktor air semen

13. Menentukan jumlah semen minimum berdasarkan lokasi beton rencana seperti pada Tabel 4.
14. Menentukan jumlah semen yang digunakan, yaitu dengan mengambil jumlah semen terbanyak dari hasil perhitungan, jumlah semen maksimum (apabila ditetapkan) dan jumlah semen minimum.
15. Menghitung faktor air semen yang disesuaikan apabila terjadi perubahan jumlah semen dari hasil perhitungan pada butir 12 menjadi jumlah semen maksimum atau jumlah semen minimum.
16. Menentukan susunan butir (gradasi) agregat halus berdasarkan hasil pengujian analisa saringan agregat.
17. Menentukan susunan agregat kasar (ukuran butir maksimum) berdasarkan hasil pengujian analisa saringan agregat.
18. Menentukan persentase agregat halus (pasir) menggunakan grafik 13 sampai dengan grafik 15, bergantung pada ukuran butir maksimum agregat kasar, nilai *slump* rencana dan gradasi agregat halus.

19. Menghitung berat jenis relatif/gabungan agregat dengan persamaan 3.5 berikut.

$$BJ_{gab} = \%Ag. Halus \times BJ_{ag. halus} + \%Ag. Kasar \times BJ_{ag. kasar} \quad (3.5)$$

Keterangan:

BJ_{gab} = Berat jenis relatif/gabungan agregat

$\%Ag. Halus$ = Persentase agregat halus (%)

$\%Ag. Kasar$ = Persentase agregat kasar (%)

$BJ_{ag. halus}$ = Berat jenis agregat halus

$BJ_{ag. kasar}$ = Berat jenis agregat kasar

20. Menentukan berat isi atau berat volume beton menggunakan Grafik 16 berdasarkan kadar air bebas dan berat jenis relatif/gabungan agregat.
21. Menghitung kadar agregat gabungan dengan persamaan 3.6 berikut.

$$W_{ag. gab.} = W_{beton} - W_{semen} - w \quad (3.6)$$

Keterangan:

$W_{ag. gab.}$ = Kadar agregat gabungan (kg/m^3)

W_{beton} = Berat isi beton (kg/m^3)

W_{semen} = Kadar semen (kg/m^3)

w = Kadar air bebas (kg/m^3)

22. Menghitung kadar agregat halus dengan persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$W_{ag. halus} = \%Ag. Halus \times W_{ag. gab.} \quad (3.7)$$

Keterangan:

$W_{ag. halus}$ = Kadar agregat halus (kg/m^3)

$\%Ag. Halus$ = Persentase agregat halus (%)

$W_{ag. gab.}$ = Kadar agregat gabungan (kg/m^3)

23. Menghitung kadar agregat kasar dengan persamaan 3.8 sebagai berikut.

$$W_{ag. kasar} = W_{ag. gab.} - W_{ag. halus} \quad (3.8)$$

Keterangan:

$W_{ag. kasar}$ = Kadar agregat kasar (kg/m^3)

$W_{ag. halus}$ = Kadar agregat halus (kg/m^3)

$W_{ag. gab.}$ = Kadar agregat gabungan (kg/m^3)

24. Diperoleh proporsi campuran untuk tiap m³ beton dengan kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD). Untuk memperoleh proporsi campuran uji, maka hasil perhitungan proporsi campuran untuk tiap m³ beton dikali dengan volume total benda uji.

3.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton keras dalam menerima beban tekan per-satuan luas. Kuat tekan beton ditunjukkan dengan besarnya nilai beban per-satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur saat pengujian dengan mesin tekan. Berdasarkan SNI 1974-2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (3.9)$$

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan beton (MPa atau N/mm²)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

3.6 Absorpsi Beton

Absorpsi atau penyerapan air pada beton adalah peristiwa masuknya air ke dalam beton melalui pori-pori kapiler yang terdapat pada permukaan beton. Nilai absorpsi pada beton dipengaruhi oleh pori atau rongga pada beton. Semakin banyak pori-pori atau rongga-rongga pada beton, maka semakin besar pula nilai absorpsi beton, sehingga ketahanan beton terhadap air akan berkurang. Berdasarkan SNI 6433-2016, nilai absorpsi pada beton dapat dihitung dengan persamaan 3.10 sebagai berikut.

$$P_A = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (3.10)$$

Keterangan:

P_A = Absorpsi atau penyerapan air (%)

B = Massa contoh uji kering permukaan di udara setelah perendaman (gram)

A = Massa contoh uji kering oven, di udara (gram)

3.7 Umur Beton

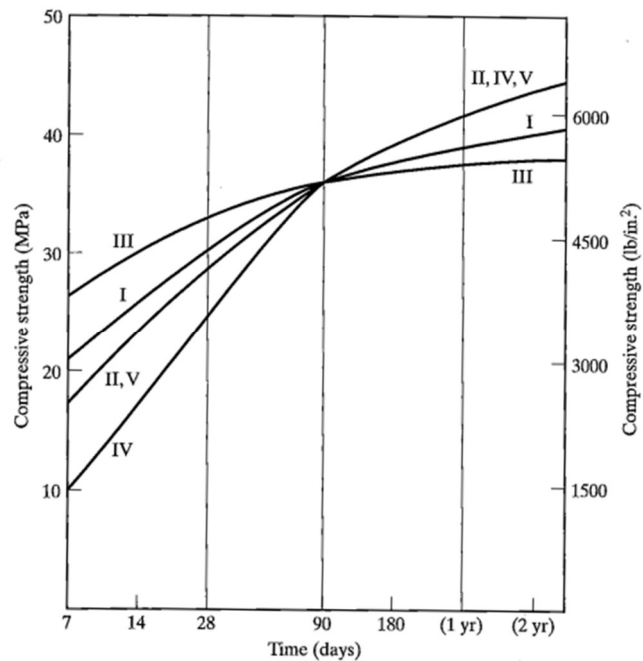
Menurut Mulyono (2003), kuat tekan beton akan terus bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton meningkat secara cepat sampai umur beton 7 hari, selanjutnya kenaikan kuat tekan yang terjadi hanya sedikit. Kuat desak rencana pada umumnya dihitung dalam 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dapat dilakukan bahkan sebelum beton mencapai umur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton umumnya dilakukan pada umur benda uji 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, dengan angka konversi kuat tekan beton ke umur 28 hari sebagaimana tercantum pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Angka Konversi Umur Benda Uji

Umur Benda Uji	Angka Konversi
3 hari	0,40
7 hari	0,65
14 hari	0,88
21 hari	0,95
28 hari	1,00

Sumber: PBI 1971

Menurut Mindess, Young, dan Darwin (2003), pengembangan kekuatan beton dari umur 7 hari hingga 2 tahun dengan jenis agregat yang sama, namun dengan jenis semen yang berbeda memiliki pola grafik yang berbeda, yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Kuat Tekan Beton Silinder (150 x 300 mm) dengan Berbagai Jenis Semen

(Sumber: Mindess, Young, dan Darwin, 2003)

3.8 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi diperoleh dari hasil analisis regresi yang bertujuan untuk mengukur seberapa kuat hubungan antara dua variabel atau lebih. Menurut Sugiyono (2013) pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2013)

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan dan memodifikasi kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex pada campuran beton. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex terhadap kuat tekan dan absorpsi beton.

4.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel bebas, meliputi kadar bahan tambah *waterproofing* Damdex dan umur beton saat pengujian.
2. Variabel terikat, meliputi kuat tekan beton dan absorpsi beton.
3. Variabel tetap, meliputi bentuk benda uji, dimensi benda uji dan kuat tekan beton rencana (f'_c).

4.3 Bahan yang Digunakan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semen *Portland* (PC)
Pada penelitian ini digunakan semen *portland* tipe I merk Tiga Roda dengan berat 50 kg.
2. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan dilakukan analisa saringan terlebih dahulu untuk menentukan gradasi agregat.

3. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. Air
Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Air yang digunakan jernih dan tidak mengandung benda-benda lain yang dapat dilihat secara visual.
5. Bahan Tambah
Bahan tambah yang digunakan adalah *waterproofing* merk Damdex yang diproduksi oleh Damdex Indonesia.

4.4 Alat yang Digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Set Saringan Agregat
Set saringan agregat digunakan untuk memisahkan agregat sesuai dengan ukuran butirnya, alat ini digunakan pada pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar.
2. Timbangan
Timbangan digunakan untuk menimbang berat material yang akan digunakan sesuai dengan hasil perhitungan pada *mix design*.
3. Neraca *Ohaus*
Neraca *ohauss* digunakan untuk menimbang berat material yang akan digunakan dengan ketelitian yang lebih baik dari timbangan biasa.
4. Piknometer
Piknometer digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.
5. Oven
Oven digunakan untuk mengeringkan agregat halus dan agregat kasar. Oven digunakan pada pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat. Selain itu,

oven juga digunakan untuk mengeringkan beton keras dalam pengujian absorpsi beton.

6. *Concrete Mixer*

Concrete mixer digunakan untuk mencampur bahan-bahan penyusun beton, yaitu agregat, air, semen dan bahan tambah dengan kadar masing-masing sesuai dengan hasil perhitungan *mix design*.

7. Sekop

Sekop digunakan untuk menuangkan beton segar ke dalam cetakan.

8. Kerucut Abrams

Kerucut abrams digunakan pada pengujian *slump* beton segar.

9. Bekisting Beton

Bekisting atau cetakan beton digunakan sebagai wadah/tempat membentuk beton sesuai dengan dimensi benda uji yang diinginkan. Bekisting beton yang digunakan ada dua, yaitu bekisting silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta bekisting kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm.

10. Mesin Uji Tekan

Mesin uji tekan digunakan pada pengujian kuat tekan beton. Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai beban yang diterima benda uji sampai benda uji hancur (beban maksimum).

4.5 Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini adalah beton yang diberi bahan tambah *waterproofing* Damdex dengan variasi kadar bahan tambah yang digunakan sebesar 0%, 5%, 6%, 7% dan 8%. Masing-masing varian diuji pada umur beton 7, 14 dan 28 hari. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton serta benda uji kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm untuk pengujian absorpsi beton. Menurut SNI 2847-2019 jumlah sampel silinder untuk uji tekan adalah minimal 5 buah benda uji. Sedangkan untuk pengujian absorpsi tidak ada persyaratan untuk jumlah benda uji minimum, sehingga digunakan 2 buah benda

uji untuk dapat memperoleh nilai rata-ratanya. Adapun perincian benda uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Rincian Benda Uji

Jenis Pengujian	Kadar Damdex	Umur Benda Uji (hari)	Kode Benda Uji	Jumlah Sampel
Kuat Tekan Beton	0%	7	S-0-7	5
		14	S-0-14	5
		28	S-0-28	5
	5%	7	S-5-7	5
		14	S-5-14	5
		28	S-5-28	5
	6%	7	S-6-7	5
		14	S-6-14	5
		28	S-6-28	5
	7%	7	S-7-7	5
		14	S-7-14	5
		28	S-7-27	5
	8%	7	S-8-7	5
		14	S-8-14	5
		28	S-8-27	5
Absorpsi Beton	0%	7	K-0-7	2
		14	K-0-14	2
		28	K-0-28	2
	5%	7	K-5-7	2
		14	K-5-14	2
		28	K-5-28	2
	6%	7	K-6-7	2
		14	K-6-14	2
		28	K-6-28	2
	7%	7	K-7-7	2
		14	K-7-14	2
		28	K-7-27	2
	8%	7	K-8-7	2
		14	K-8-14	2
		28	K-8-27	2
Total Sampel				105

Keterangan:

- S-0-7 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 0%, umur beton 7 hari.
S-0-14 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 0%, umur beton 14 hari.
S-0-28 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 0%, umur beton 28 hari.
S-5-7 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 5%, umur beton 7 hari.
S-5-14 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 5%, umur beton 14 hari.
S-5-28 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 5%, umur beton 28 hari.
S-6-7 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 6%, umur beton 7 hari.
S-6-14 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 6%, umur beton 14 hari.
S-6-28 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 6%, umur beton 28 hari.
S-7-7 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 7%, umur beton 7 hari.
S-7-14 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 7%, umur beton 14 hari.
S-7-28 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 7%, umur beton 28 hari.
S-8-7 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, umur beton 7 hari.
S-8-14 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, umur beton 14 hari.
S-8-28 = Uji kuat tekan, kadar Damdex 8%, umur beton 28 hari.
K-0-7 = Uji absorpsi, kadar Damdex 0%, umur beton 7 hari.
K-0-14 = Uji absorpsi, kadar Damdex 0%, umur beton 14 hari.
K-0-28 = Uji absorpsi, kadar Damdex 0%, umur beton 28 hari.
K-5-7 = Uji absorpsi, kadar Damdex 5%, umur beton 7 hari.
K-5-14 = Uji absorpsi, kadar Damdex 5%, umur beton 14 hari.
K-5-28 = Uji absorpsi, kadar Damdex 5%, umur beton 28 hari.
K-6-7 = Uji absorpsi, kadar Damdex 6%, umur beton 7 hari.
K-6-14 = Uji absorpsi, kadar Damdex 6%, umur beton 14 hari.
K-6-28 = Uji absorpsi, kadar Damdex 6%, umur beton 28 hari.
K-7-7 = Uji absorpsi, kadar Damdex 7%, umur beton 7 hari.
K-7-14 = Uji absorpsi, kadar Damdex 7%, umur beton 14 hari.
K-7-28 = Uji absorpsi, kadar Damdex 7%, umur beton 28 hari.
K-8-7 = Uji absorpsi, kadar Damdex 8%, umur beton 7 hari.
K-8-14 = Uji absorpsi, kadar Damdex 8%, umur beton 14 hari.
K-8-28 = Uji absorpsi, kadar Damdex 8%, umur beton 28 hari.

4.6 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu tahapan persiapan, pengujian agregat, perencanaan campuran, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian benda uji, olah data, analisis data, pembahasan dan kesimpulan.

4.6.1 Persiapan Penelitian

Pada tahap persiapan kegiatan yang dilakukan meliputi studi literatur, penyiapan bahan/material dan penyiapan peralatan yang akan digunakan selama penelitian.

4.6.2 Pengujian Agregat

Pengujian agregat yang meliputi pengujian agregat halus dan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik agregat yang akan digunakan pada campuran beton. Sifat dan karakteristik agregat yang didapat pada tahap pengujian agregat ini digunakan sebagai acuan dalam perencanaan campuran beton (*mix design*). Adapun macam-macam pengujian agregat adalah sebagai berikut.

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan SNI 1970-1990.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan SNI 1969-1990.
3. Pengujian analisa saringan agregat halus menggunakan SNI 1968-1990.
4. Pengujian analisa saringan agregat kasar menggunakan SNI 1968-1990.
5. Pengujian berat volume padat dan gembur agregat halus menggunakan SNI 4804-1998.
6. Pengujian berat volume padat dan gembur agregat kasar menggunakan SNI 4804-1998.
7. Pengujian lolos saringan no. 200 (uji kadar lumpur dalam pasir) menggunakan SNI 4142-1996.

4.6.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Pada tahap ini dilakukan perencanaan campuran beton (*mix design*) berdasarkan hasil dari pengujian agregat. Perencanaan campuran dilakukan berdasarkan SNI 2834-2000 yang detail perhitungannya dapat dilihat pada bab V pembahasan.

4.6.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pada tahap ini komposisi bahan penyusun beton yang diperoleh dari tahapan *mix design* dicampur dengan alat *concrete mixer*. Selanjutnya beton segar diuji *slump* dan dicor ke dalam cetakan. Setelah beton mengeras atau mencapai *setting time*, beton dilepas dari cetakan dan diberi perawatan. Metode perawatan beton yang digunakan berupa perendaman benda uji di dalam air sampai mencapai umur rencana.

4.6.5 Pengujian Benda Uji

Pada tahap ini benda uji yang telah mencapai umur rencana diuji tekan dan absorpsi yang pelaksanaannya dijelaskan sebagai berikut.

1. Uji Kuat Tekan Beton

Uji tekan menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Berdasarkan SNI 1974-2011, pengujian kuat tekan beton dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut.

- a. Mengangkat benda uji dari perendaman dan dibiarkan selama ± 24 jam.
- b. Mengukur dimensi dan berat benda uji.
- c. Meletakkan benda uji pada landasan tekan bawah dan memastikan penunjuk beban sudah menunjukkan nol.
- d. Menjalankan mesin uji tekan dengan kecepatan pembebanan 0,15 MPa/detik sampai 0,35 MPa/detik.
- e. Melakukan pembebanan hingga benda uji hancur dan mencatat beban maksimum yang diterima benda uji.

2. Uji Absorpsi Beton

Uji absorpsi menggunakan benda uji kubus dengan diameter 15 cm x 15 cm x 15 cm. Berdasarkan SNI 6433-2016, pengujian absorpsi beton dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut.

- a. Mengangkat benda uji dari perendaman dan memasukkan benda uji ke dalam oven pada temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama tidak kurang dari 24 jam.
- b. Mengeluarkan benda uji dari oven, didiamkan hingga dingin pada temperatur ruang (temperatur 20°C sampai 25°C)
- c. Mengukur berat benda uji kering oven (A).

- d. Merendam benda uji kering oven di dalam air selama tidak kurang dari 48 jam.
- e. Mengeringkan permukaan benda uji dengan menggunakan kain kering untuk menghilangkan kelembapan permukaan.
- f. Mengukur berat benda uji hasil perendaman (B).

4.6.6 Olah Data

Pada tahap ini data mentah yang diperoleh dari hasil pengujian diolah berdasarkan *code* dan landasan teori yang digunakan untuk memperoleh parameter yang mempunyai makna.

4.6.7 Analisis Data

Pada tahap ini parameter yang diperoleh dari hasil olah data dibandingkan/dikomparasikan berdasarkan kelompok variabel tertentu untuk mengetahui perbedaan nilai yang terjadi.

4.6.8 Pembahasan

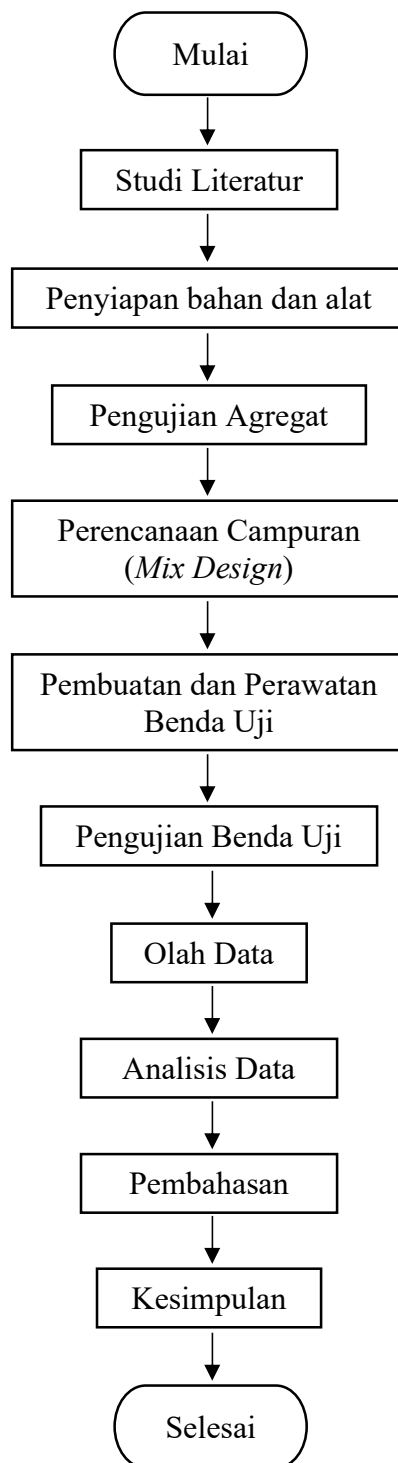
Pada tahap ini hasil analisis dibahas untuk memberikan jawaban dan penafsiran terhadap perbedaan-perbedaan nilai yang ditemui pada tahap analisis data.

4.6.9 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini hasil yang diperoleh dari analisis data dan pembahasan dibuat kesimpulan yang mengacu pada tujuan penelitian. Selain itu, pada tahap ini juga dibuat saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya berdasarkan kesimpulan yang diperoleh.

4.6.10 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk memeriksa dan mengetahui sifat serta karakteristik agregat yang akan digunakan sebagai penyusun beton. Agregat memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebelum melakukan perencanaan campuran (*mix design*). Adapun pengujian agregat dibagi menjadi dua, yaitu pengujian agregat halus dan pemeriksaan agregat kasar.

5.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian analisa saringan, pengujian berat volume, dan pengujian lolos saringan no. 200 (pengujian kadar lumpur). Adapun hasil dari pengujian agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan SNI 1970-1990 yang data pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.1. Adapun perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Curah

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis curah} &= \frac{Bk}{(B+500-Bt)} \\ &= \frac{491}{(860+500-1180)} \\ &= 2,73\end{aligned}$$

b. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering muka} &= \frac{500}{(B+500-Bt)} \\ &= \frac{500}{(860+500-1180)} \\ &= 2,78\end{aligned}$$

c. Berat Jenis Semu

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{(B+Bk)} \\ &= \frac{491}{(860+491-118)} \\ &= 2,87 \end{aligned}$$

d. Penyerapan Air

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan air} &= \frac{(500-Bk)}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{(500-491)}{491} \times 100\% \\ &= 1,83\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dihitung juga nilai berat jenis dan penyerapan air agregat halus untuk sampel 2 dan nilai rata-ratanya. Adapun rekapitulasi hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	491	489	490
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1180	1179	1179,50
Berat piknometer berisi air, gram (B)	860	860	860
Berat jenis curah (Bk/(B+500-Bt))	2,73	2,70	2,71
Berat jenis jenuh kering muka (500/(B+500-Bt))	2,78	2,76	2,77
Berat jenis semu, (Bk/(B+Bk-Bt))	2,87	2,88	2,87
Penyerapan air, ((500-Bk)/(Bk x 100))	1,83%	2,25%	2,04%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus di atas, diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,77.

2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus menggunakan SNI 1968-1990 dengan berat sampel sebesar 2000 gram. Dalam pengujian ini diperoleh data berat tertinggal pada masing-masing nomor saringan yang datanya dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3. Adapun perhitungan analisa saringan agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Persentase Berat Tertinggal

$$\text{Persentase berat tertinggal} = \frac{\text{Berat Tertinggal}}{\Sigma \text{Berat Tertinggal}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 4,8 mm} &= \frac{0}{1999} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= \frac{100}{1999} \times 100\% \\ &= 5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 1,2 mm} &= \frac{202}{1999} \times 100\% \\ &= 10,11\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 0,6 mm} &= \frac{638}{1999} \times 100\% \\ &= 31,92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 0,3 mm} &= \frac{700}{1999} \times 100\% \\ &= 35,02\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 0,15 mm} &= \frac{265}{1999} \times 100\% \\ &= 13,26\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pan} &= \frac{94}{1999} \times 100\% \\ &= 4,7\% \end{aligned}$$

b. Persentase Berat Tertinggal Kumulatif

$$\text{Lubang ayakan 4,8 mm} = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= 0\% + 5\% \\ &= 5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 1,2 mm} &= 5\% + 10,11\% \\ &= 15,11\% \end{aligned}$$

Lubang ayakan 0,6 mm	= 15,11% + 31,92%
	= 47,02%
Lubang ayakan 0,3 mm	= 47,02% + 35,02%
	= 82,04%
Lubang ayakan 0,15 mm	= 82,04% + 13,26%
	= 95,30%
Pan	= 95,30% + 4,7%
	= 100%

c. Persentase Lolos Kumulatif

Lubang ayakan 4,8 mm	= 100% - 0%
	= 100%
Lubang ayakan 2,4 mm	= 100% - 5%
	= 95%
Lubang ayakan 1,2 mm	= 100% - 15,11%
	= 84,89%
Lubang ayakan 0,6 mm	= 100% - 47,02%
	= 52,98%
Lubang ayakan 0,3 mm	= 100% - 82,04%
	= 17,96%
Lubang ayakan 0,15 mm	= 100% - 95,30%
	= 4,70%
Pan	= 100% - 100%
	= 0%

Dengan langkah-langkah yang sama, dilakukan pula perhitungan untuk analisa saringan agregat halus sampel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan analisa saringan agregat halus sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40				
20				
10				
4,8	0	0	0	100
2,4	100	5	5	95
1,2	202	10,11	15,11	84,89
0,6	638	31,92	47,02	52,98
0,3	700	35,02	82,04	17,96
0,15	265	13,26	95,30	4,70
Pan	94	4,70	100	0
Jumlah	1999	100	244,47	

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40				
20				
10				
4,8	1	0,05	0,05	99,95
2,4	122	6,11	6,16	93,84
1,2	249	12,46	18,62	81,38
0,6	695	34,78	53,4	46,6
0,3	665	33,28	86,69	13,31
0,15	198	9,91	96,6	3,4
Pan	68	3,4	100	0
Jumlah	1998	100	261,51	

Dari hasil pengujian analisa saringan dapat dihitung nilai modulus halus butir sebagai berikut.

d. Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \text{Persentase berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

$$\text{MHB sampel 1} = \frac{244,47}{100}$$

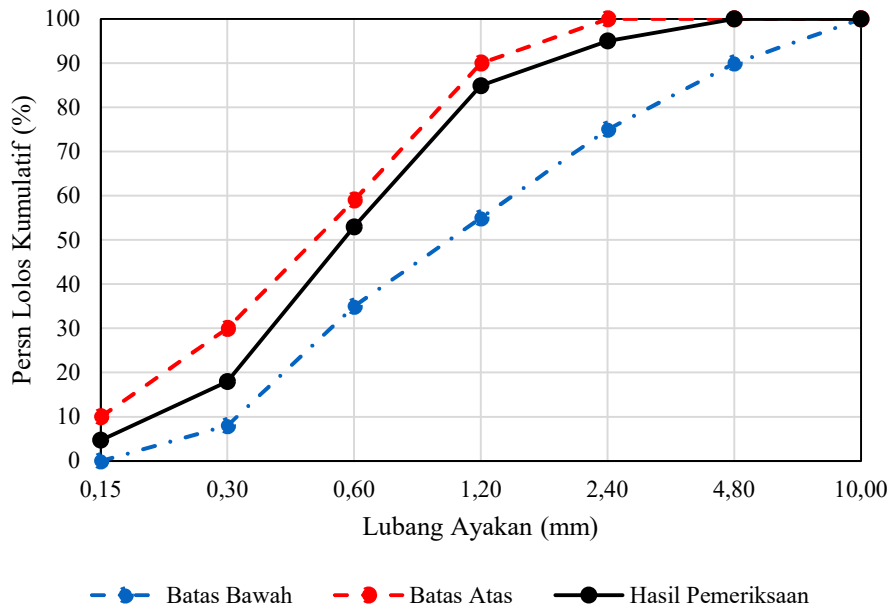
$$\begin{aligned}
 &= 2,44 \\
 \text{MHB sampel 2} &= \frac{261,51}{100} \\
 &= 2,60 \\
 \text{MHB rata-rata} &= \frac{2,44+2,60}{2} \\
 &= 2,53
 \end{aligned}$$

Menurut SK SNI S-04-1989-F, nilai modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8. Sehingga nilai modulus halus butir agregat halus pada pengujian ini telah memenuhi syarat. Selain itu, hasil analisa saringan juga digunakan untuk menentukan gradasi agregat berdasarkan tabel gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5.4. Dari tabel gradasi tersebut dibuat kurva gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut.

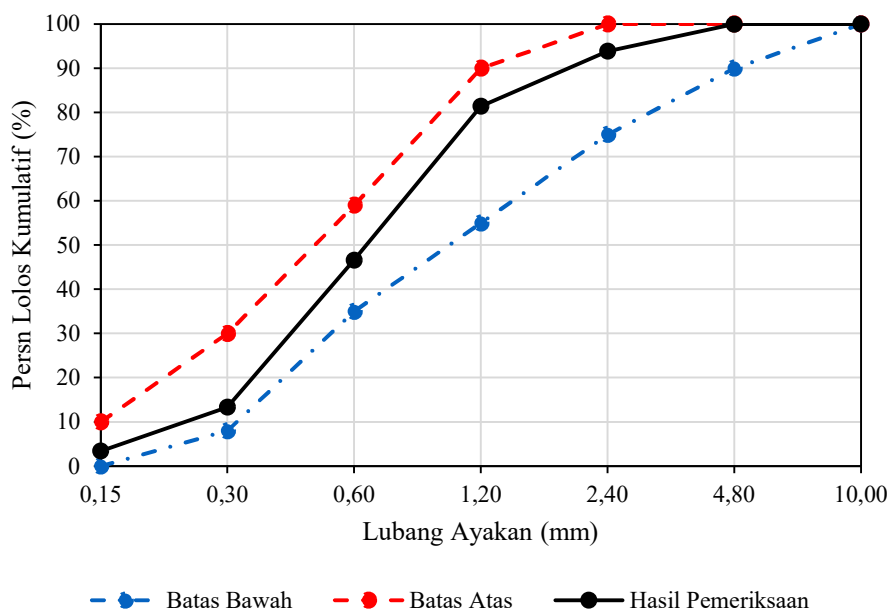
Tabel 5.4 Gradasi Agregat Halus

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

Sumber: SNI 2834-2000



Gambar 5.1 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 1



Gambar 5.2 Kurva Gradasi Agregat Halus Daerah II Sampel 2

Berdasarkan kurva gradasi agregat halus di atas, maka agregat halus yang digunakan termasuk dalam daerah gradasi II (pasir agak kasar).

3. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Halus

Pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus menggunakan SNI 4804-1998. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6. Adapun perhitungan berat volume gembur dan padat agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Berat Volume Gembur

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 13092 - 5222 \\
 &= 7870 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 14,85^2 \times 29,8 \\
 &= 5161,3 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{7870}{5161,3} \\
 &= 1,53 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Berat Volume Padat

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 14047 - 5222 \\
 &= 8825 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 14,85^2 \times 29,8 \\
 &= 5161,3 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{8825}{5161,3} \\
 &= 1,71 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah yang sama dihitung pula berat volume gembur dan padat agregat halus untuk sampel 2, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Diameter silinder (d), cm	14,85	14,85	14,85
Tinggi silinder (t), cm	29,8	29,8	29,8
Berat tabung (W1), gram	5222	5222	5222
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	13092	13122	13107
Berat agregat (W3), gram	7870	7900	7885
Volume tabung (V), gram	5161,3	5161,3	5161,3
Berat volume padat (W3/V), gram/cm ³	1,53	1,53	1,53

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Diameter silinder (d), cm	14,85	14,85	14,85
Tinggi silinder (t), cm	29,8	29,8	29,8
Berat tabung (W1), gram	5222	5222	5222
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	13092	13122	14080,5
Berat agregat (W3), gram	8825	8892	8858,5
Volume tabung (V), gram	5161,3	5161,3	5161,3
Berat volume padat (W3/V), gram/cm ³	1,71	1,72	1,715

Dari hasil pengujian di atas diperoleh berat volume gembur agregat halus rata-rata sebesar 1,53 gram/cm³ dan berat volume padat agregat halus rata-rata sebesar 1,715 gram/cm³.

4. Pengujian Lolos Saringan No. 200 (Uji Kadar Lumpur dalam Pasir)

Pengujian lolos saringan no. 200 atau pengujian kadar lumpur dalam pasir menggunakan SNI 4142-1996. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.7. Adapun perhitungan kadar lumpur dalam pasir untuk sampel 1 adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar lumpur dalam pasir} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

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

$$= 1,2\%$$

Dengan langkah-langkah yang sama dihitung pula kadar lumpur dalam pasir untuk sampel 2 dan nilai rata-ratanya, sehingga diperoleh hasil pengujian lolos saringan no. 200 atau pengujian kadar lumpur dalam pasir yang dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Lolos Saringan No. 200

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	494	494	494
Persentase yang lolos ayakan No. 200 [(W1-W2/W1)x100	1,2%	1,2%	1,2%

5.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian analisa saringan, dan pengujian berat volume. Adapun hasil dari pengujian agregat kasar adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan SNI 1969-1990 yang data pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.8. Adapun perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Berat Jenis Curah

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{(Bj-B)}$$

$$= \frac{4945}{(5000-3160)}$$

$$= 2,69$$

b. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis jenuh kering muka} &= \frac{Bj}{(Bj-Ba)} \\ &= \frac{5000}{(5000-3160)} \\ &= 2,72\end{aligned}$$

c. Berat Jenis Semu

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis semu} &= \frac{Bk}{(Bk-B)} \\ &= \frac{4945}{(4945-316)} \\ &= 2,77\end{aligned}$$

d. Penyerapan Air

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan air} &= \frac{(Bj-Bk)}{Bk} \times 100\% \\ &= \frac{(5000-4945)}{4945} \times 100\% \\ &= 1,11\%\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, dihitung juga nilai berat jenis dan penyerapan air agregat kasar untuk sampel 2 dan nilai rata-ratanya. Adapun rekapitulasi hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4945	4960	4952,5
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3160	3162	3161
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,69	2,70	2,69
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,72	2,72	2,72
Berat jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))	2,77	2,76	2,76
Penyerapan air, ((Bj-Bk)/(Bk x 100))	1,11%	0,81%	0,96%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar di atas, diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,72.

2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar menggunakan SNI 1968-1990 dengan berat sampel sebesar 5000 gram. Dalam pengujian ini diperoleh data berat tertinggal pada masing-masing nomor saringan yang datanya dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10. Adapun perhitungan analisa saringan agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Persentase Berat Tertinggal

$$\text{Persentase berat tertinggal} = \frac{\text{Berat Tertinggal}}{\Sigma \text{Berat Tertinggal}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 40 mm} &= \frac{0}{4999} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 20 mm} &= \frac{0}{4999} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 10 mm} &= \frac{3701}{4999} \times 100\% \\ &= 74,03\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 4,8 mm} &= \frac{1176}{4999} \times 100\% \\ &= 23,52\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 2,4 mm} &= \frac{96}{4999} \times 100\% \\ &= 1,92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lubang ayakan 1,2 mm} &= \frac{4}{4999} \times 100\% \\ &= 0,08\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pan} &= \frac{22}{4999} \times 100\% \\ &= 0,44\% \end{aligned}$$

b. Persentase Berat Tertinggal Kumulatif

$$\text{Lubang ayakan 40 mm} = 0\%$$

$$\text{Lubang ayakan 20 mm} = 0\% + 0\%$$

	= 0%
Lubang ayakan 10 mm	= 0% + 74,03%
	= 74,03%
Lubang ayakan 4,8 mm	= 74,03% + 23,52%
	= 97,56%
Lubang ayakan 2,4 mm	= 97,56% + 1,92%
	= 99,48%
Lubang ayakan 1,2 mm	= 99,48% + 0,08%
	= 99,56%
Pan	= 99,56% + 0,44%
	= 100%

c. Persentase Lolos Kumulatif

Lubang ayakan 40 mm	= 100% - 0%
	= 100%
Lubang ayakan 20 mm	= 100% - 0%
	= 100%
Lubang ayakan 10 mm	= 100% - 74,03%
	= 25,97%
Lubang ayakan 4,8 mm	= 100% - 97,56%
	= 2,44%
Lubang ayakan 2,4 mm	= 100% - 99,48%
	= 0,52%
Lubang ayakan 1,2 mm	= 100% - 99,56%
	= 0,44%
Pan	= 100% - 100%
	= 0%

Dengan langkah-langkah yang sama, dilakukan pula perhitungan untuk analisa saringan agregat kasar sampel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	3701	74,03	74,03	25,97
4,8	1176	23,52	97,56	2,44
2,4	96	1,92	99,48	0,52
1,2	4	0,08	99,56	0,44
0,6	0	0	99,56	0,44
0,3	0	0	99,56	0,44
0,15	0	0	99,56	0,44
Pan	22	0,44	100	0
Jumlah	4999	100	669,31	

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Sampel 2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	3594	71,91	71,91	1,86
4,8	1311	26,23	98,14	0,26
2,4	80	1,6	99,74	0,22
1,2	2	0,04	99,78	0,22
0,6	0	0	99,78	0,22
0,3	0	0	99,78	0,22
0,15	0	0	99,78	0,22
Pan	11	0,22	100	0
Jumlah	4998	100	668,91	

Dari hasil pengujian analisa saringan dapat dihitung nilai modulus halus butir sebagai berikut.

d. Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{\% \text{Persentase berat tertinggal kumulatif}}{100}$$

$$\text{MHB sampel 1} = \frac{669,31}{100}$$

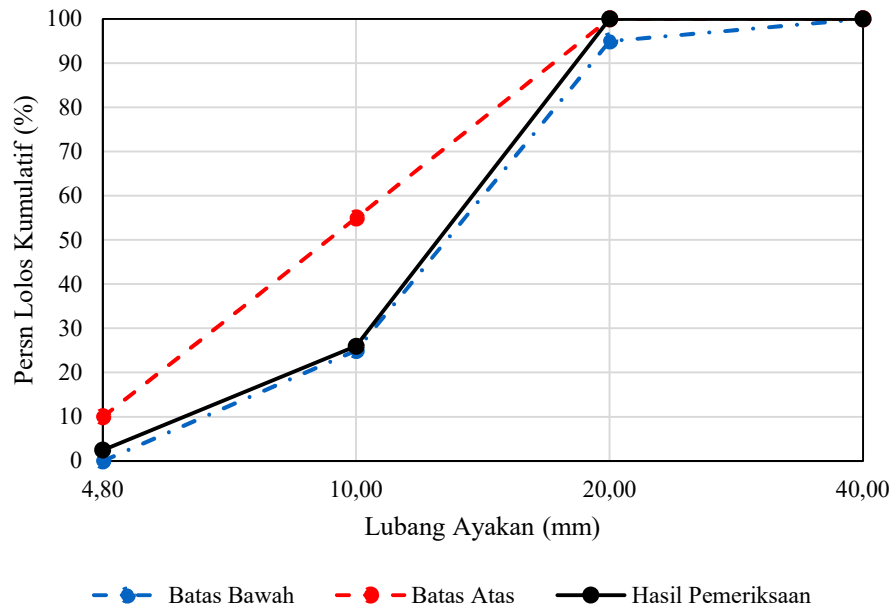
$$\begin{aligned}
 &= 6,69 \\
 \text{MHB sampel 2} &= \frac{668,91}{100} \\
 &= 6,69 \\
 \text{MHB rata-rata} &= \frac{6,69+6,69}{2} \\
 &= 6,69
 \end{aligned}$$

Menurut SK SNI S-04-1989-F, nilai modulus halus butir agregat kasar berkisar antara 5 – 8. Sehingga nilai modulus halus butir agregat kasar pada pengujian ini telah memenuhi syarat. Selain itu, hasil analisa saringan juga digunakan untuk menentukan ukuran agregat maksimum berdasarkan tabel gradasi agregat kasar yang dapat dilihat pada Tabel 5.11. Dari tabel gradasi tersebut dibuat kurva gradasi agregat kasar yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 berikut.

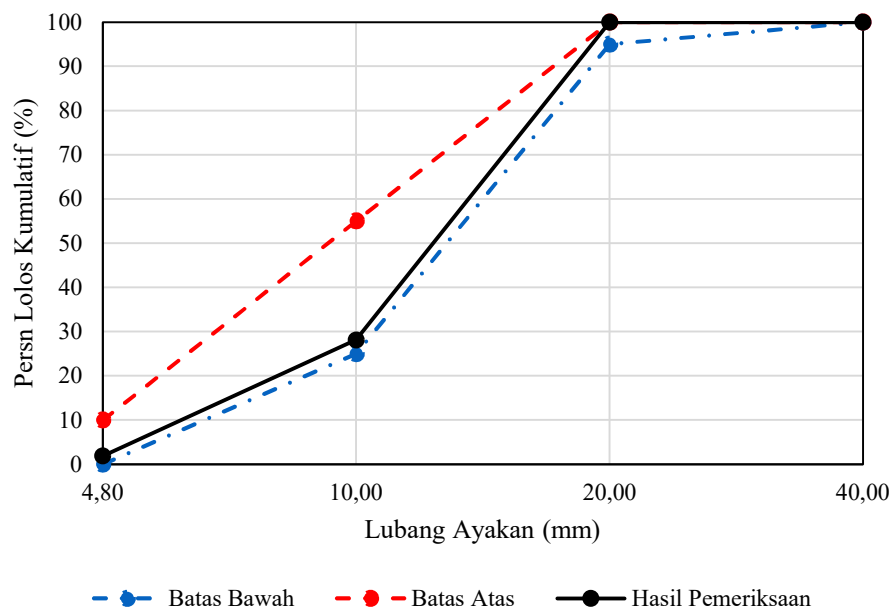
Tabel 5.11 Gradasi Agregat Kasar

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

Sumber: SNI 2834-2000



Gambar 5.3 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 1



Gambar 5.4 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm Sampel 2

Berdasarkan kurva gradasi agregat kasar di atas, maka agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimum 20 mm.

3. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Kasar

Pengujian berat volume gembur dan padat agregat kasar menggunakan SNI 4804-1998. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13. Adapun perhitungan berat volume gembur dan padat agregat kasar sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Berat Volume Gembur

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 17725 - 10519 \\
 &= 7206 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 14,98^2 \times 30,06 \\
 &= 5294,94 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{7206}{5294,94} \\
 &= 1,36 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Berat Volume Padat

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Agregat (W3)} &= W_2 - W_1 \\
 &= 18531 - 10519 \\
 &= 8012 \text{ gram} \\
 \text{Volume tabung (V)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\
 &= \frac{1}{4} \pi \times 14,98^2 \times 30,06 \\
 &= 5294,94 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat volume gembur} &= \frac{W_3}{V} \\
 &= \frac{8012}{5294,94} \\
 &= 1,51 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Dengan langkah-langkah yang sama dihitung pula berat volume gembur dan padat agregat kasar untuk sampel 2, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian berat volume gembur dan padat agregat kasar yang dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Diameter silinder (d), cm	14,98	14,98	14,98
Tinggi silinder (t), cm	30,06	30,06	30,06
Berat tabung (W1), gram	10519	10519	10519
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	17725	17677	17701
Berat agregat (W3), gram	7206	7158	7182
Volume tabung (V), gram	5294,94	5294,94	5294,94
Berat volume padat (W3/V), gram/cm ³	1,36	1,35	1,355

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Diameter silinder (d), cm	14,98	14,98	14,98
Tinggi silinder (t), cm	30,06	30,06	30,06
Berat tabung (W1), gram	10519	10519	10519
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	18531	18482	18506,5
Berat agregat (W3), gram	8012	7963	7987,5
Volume tabung (V), gram	5294,94	5294,94	5294,94
Berat volume padat (W3/V), gram/cm ³	1,51	1,50	1,505

Dari hasil pengujian di atas diperoleh berat volume gembur agregat kasar rata-rata sebesar 1,355 gram/cm³ dan berat volume padat agregat kasar rata-rata sebesar 1,505 gram/cm³.

5.2 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan SNI 2834-2000. Adapun perhitungan rencana campuran adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan rencana (f'_c) sebesar 25 MPa dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

2. Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I merk Tiga Roda jenis PCC.
3. Berat jenis agregat halus sebesar 2,77 dan berat jenis agregat kasar sebesar 2,72, diperoleh dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar.
4. Ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm, diperoleh dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.
5. Susunan butir agregat halus masuk dalam gradasi daerah II, diperoleh dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus.
6. Karena sampel pengujian sebanyak 5 buah, maka berdasarkan Tabel 5.14 berikut digunakan nilai margin (M) sebesar 12 MPa.

Tabel 5.14 Faktor Pengali untuk Deviasi Standar Bila Data Hasil Uji yang Tersedia Kurang dari 30

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	*)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber: SNI 2834-2000

*) bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar yang memenuhi persyaratan di atas tidak tersedia, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari ($f_c + 12$ MPa).

7. Menentukan kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan.

$$\begin{aligned} f_{cr} &= f_c + M \\ &= 25 + 12 \end{aligned}$$

$$f_{cr} = 37 \text{ Mpa}$$

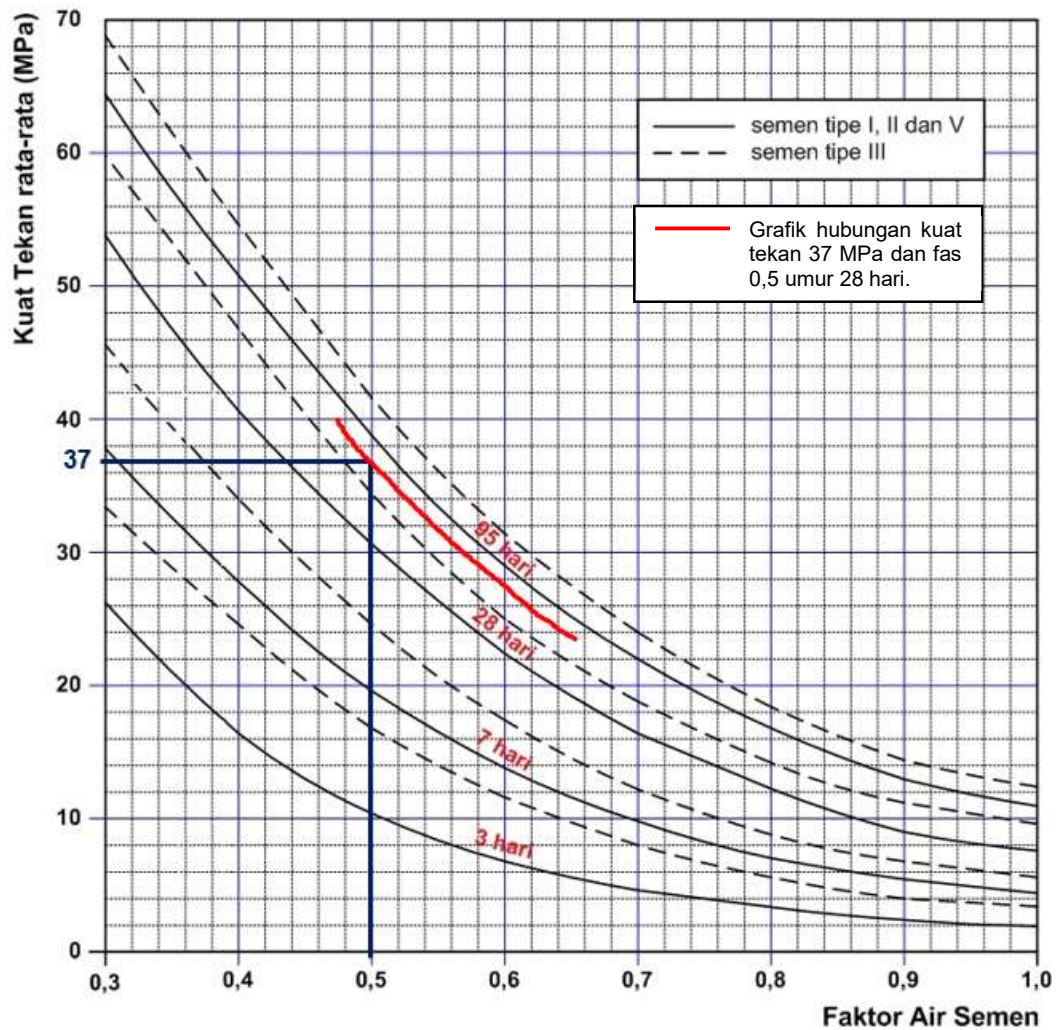
8. Menentukan nilai faktor air semen (fas) berdasarkan Tabel 5.15 dan Gambar 5.5 berikut.

Tabel 5.15 Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan fas 0,5 dan Jenis Semen serta Agregat yang Dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland tipe I atau	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	23	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber: SNI 2834-2000

- a. Digunakan semen *portland* tipe I, jenis agregat kasar batu pecah, benda uji silinder dan kuat tekan pada umur 28 hari. Maka, berdasarkan Tabel 5.15 diperoleh perkiraan kuat tekan beton dengan fas 0,5 sebesar 37 MPa.
- b. Dengan menggunakan Gambar 5.5 berikut, tarik garis vertikal ke atas dari nilai fas sebesar 0,5 dan tarik garis horizontal ke kanan dari nilai kuat tekan rata-rata sebesar 37 MPa (dari Tabel 5.15), sehingga diperoleh titik perpotongan antara kedua garis tersebut.
- c. Dibuat kurva baru yang memotong titik perpotongan pada butir b.
- d. Tarik garis horizontal ke kanan dari nilai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}) sebesar 37 MPa sampai memotong kurva pada butir c.
- e. Tarik garis vertikal ke bawah dari titik perpotongan pada butir d, sehingga diperoleh nilai fas sebesar 0,5.



Gambar 5.5 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (fas) untuk Benda Uji Silinder Diameter 150 mm, Tinggi 300 mm

(Sumber: SNI 2834-2000)

9. Menentukan kadar air yang dibutuhkan.

Kadar air dalam campuran beton ditentukan berdasarkan Tabel 5.16 berikut.

- a. Ukuran butir maksimum agregat dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar diperoleh sebesar 20 mm.
- b. Jenis batuan terdiri dari agregat halus (batu tak dipecahkan) dan agregat kasar (batu pecah).
- c. *Slump* yang direncanakan sebesar 10 ± 2 cm, sehingga masuk pada range *slump* 60 – 180 mm.

Tabel 5.16 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

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

Sumber: SNI 2834-2000

d. Kadar air yang dibutuhkan dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{2}{3} W_h + \frac{2}{3} W_k \\
 &= \frac{2}{3} \times 195 + \frac{2}{3} \times 225 \\
 &= 205 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

10. Menentukan jumlah semen minimum dan fas maksimum.

Jumlah semen minimum dan fas maksimum ditentukan berdasarkan Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum Per-m ³ beton (kg)	Nilai fas Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		Tabel 6

Sumber: SNI 2834-2000

Jenis pembetonan yang digunakan adalah beton di dalam ruang bangunan dengan keadaan keliling non korosif, sehingga diperoleh jumlah semen minimum sebesar 275 kg/m³ dan fas maksimum sebesar 0,60.

11. Menentukan kadar semen yang digunakan.
 - a. Diperoleh nilai fas dari hasil pembacaan grafik sebesar 0,5 dan fas maksimum berdasarkan jenis pembetonan sebesar 0,60. Diambil nilai fas terkecil, yaitu fas dari hasil pembacaan grafik sebesar 0,5.
 - b. Menghitung kadar semen berdasarkan nilai fas dan kadar air sebagai berikut.

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{fas}}$$

$$= \frac{205}{0,5}$$

$$= 410 \text{ kg/m}^3$$

c. Diperoleh kadar semen hasil hitungan sebesar 410 kg/m^3 dan kadar semen minimum berdasarkan jenis pembetonan sebesar 275 kg/m^3 , sehingga kadar semen yang digunakan sebesar 410 kg/m^3 .

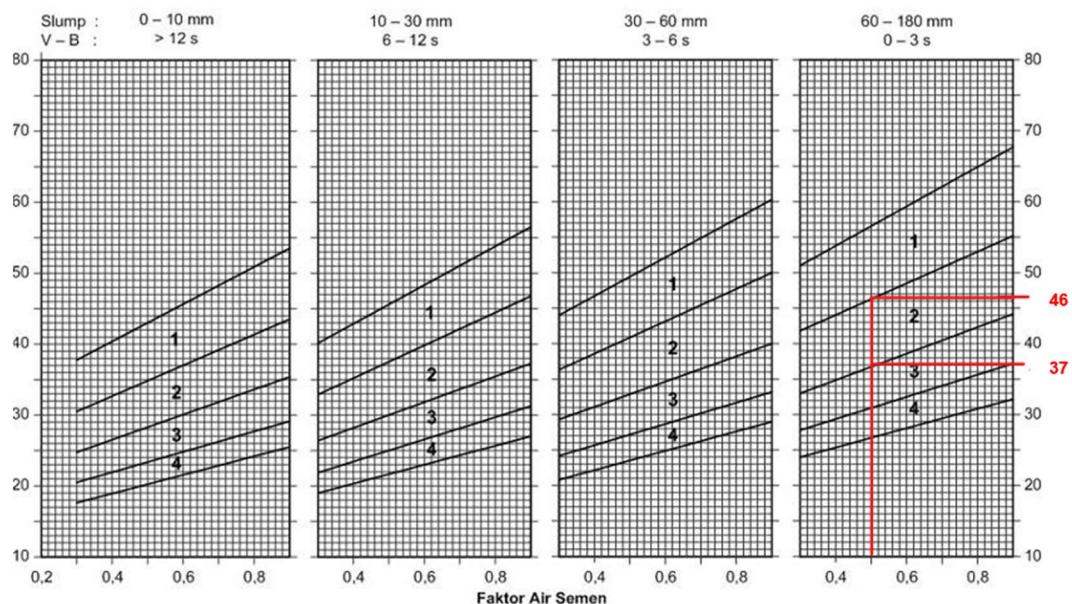
12. Menentukan persentase agregat halus dan agregat kasar.

Persentase agregat halus ditentukan berdasarkan Gambar 5.6 berikut.

a. Ukuran maksimum agregat yang digunakan adalah 20 mm, *slump* yang direncanakan masuk dalam range 60-180 mm, nilai fas sebesar 0,5 dan gradasi agregat halus masuk dalam gradasi II.

b. Tarik garis vertikal ke atas dari nilai fas 0,5 sampai memotong dua buah kurva yang membatasi daerah gradasi II.

c. Dari dua titik perpotongan pada butir b, tarik garis horinzotal ke kanan, sehingga diperoleh persentase batas atas agregat halus sebesar 46% dan persentase batas bawah agregat halus sebesar 37%.



Gambar 5.6 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

(Sumber: SNI 2834-2000)

d. Nilai persentase agregat halus rata-rata dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase agregat halus} &= \frac{46\%+3\%}{2} \\ &= 41,50\%\end{aligned}$$

e. Nilai persentase agregat kasar dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase agregat kasar} &= 100\% - \text{Persentase agregat halus} \\ &= 100\% - 41,50\% \\ &= 58,50\%\end{aligned}$$

13. Menentukan berat jenis relatif agregat gabungan (kondisi SSD).

Berat jenis relatif agregat gabungan dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis gabungan} &= (\text{Persen Agregat Halus} \times \text{Berat Jenis Agregat Halus}) \\ &\quad + (\text{Persen Agregat Kasar} \times \text{Berat Jenis Agregat Kasar}) \\ &= (41,50\% \times 2,77) + (58,50\% \times 2,72) \\ &= 2,74\end{aligned}$$

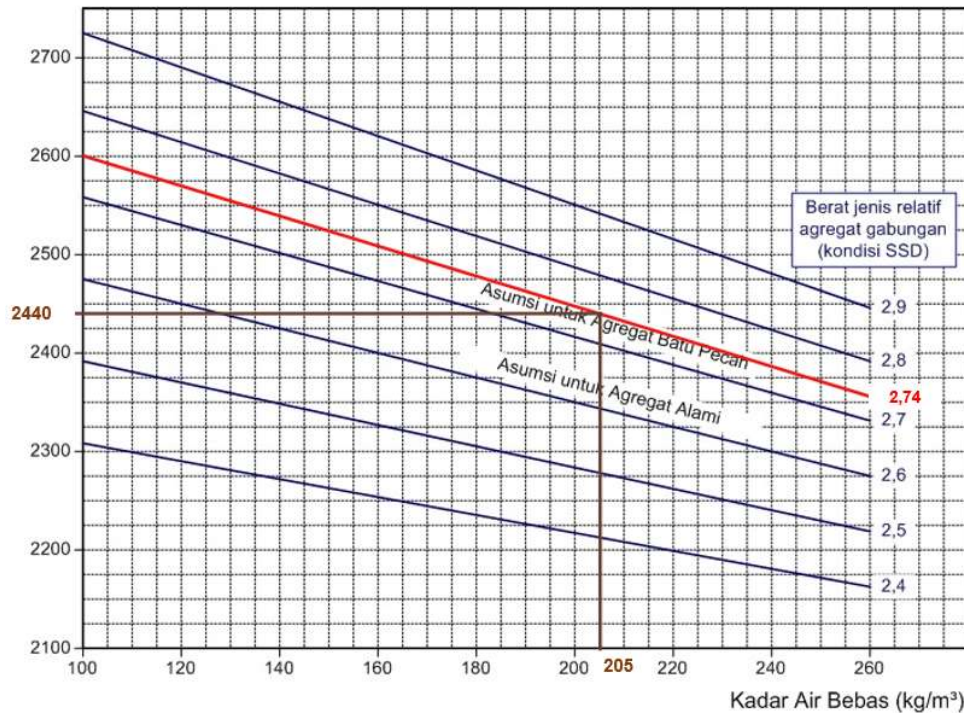
14. Menentukan berat isi beton.

Berat isi beton ditentukan berdasarkan Gambar 5.7 berikut.

a. Membuat kurva baru dengan nilai berat jenis relatif agregat gabungan sebesar 2,74.

b. Tarik garis vertikal ke atas dari nilai kadar air sebesar 205 kg sampai memotong kurva baru pada butir a.

c. Dari titik perpotongan pada butir b, tarik garis horizontal ke kiri, sehingga diperoleh nilai perkiraan berat isi beton sebesar 2440 kg/m³.



Gambar 5.7 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan

(Sumber: SNI 2834-2000)

15. Menentukan kadar agregat dalam campuran beton.

Kadar agregat dalam campuran beton dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat} &= \text{Berat isi beton} - \text{Kadar semen} - \text{Kadar air} \\ &= 2440 - 410 - 205 \\ &= 1825 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

16. Menentukan kadar agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton.

Kadar agregat halus dan agregat kasar dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \text{Persen agregat halus} \times \text{Kadar agregat} \\ &= 41,50\% \times 1825 \\ &= 757,375 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat} - \text{Kadar agregat halus} \\ &= 1825 - 757,375 \\ &= 1067,625 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

17. Proporsi campuran per 1 m³ beton.

Dari hasil perencanaan campuran diperoleh proporsi tiap material untuk tiap 1 m³ beton sebagai berikut.

- a. Semen = 410 kg
- b. Air = 205 kg
- c. Agregat halus = 757,375 kg
- d. Agregat kasar = 1067,625 kg

18. Proporsi campuran per 1 m³ beton dengan angka penyusutan.

Dalam penelitian ini diambil angka penyusutan sebesar 20%, sehingga diperoleh proporsi tiap material untuk tiap 1 m³ beton dengan angka penyusutan sebagai berikut.

- a. Semen = 492 kg
- b. Air = 246 kg
- c. Agregat halus = 908,85 kg
- d. Agregat kasar = 1281,15 kg

19. Hasil perencanaan campuran beton.

Adapun rekapitulasi hasil perencanaan campuran beton (*mix design*) dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Perencanaan Campuran Beton

Formulir Perencanaan Campuran Beton (SNI 2834-2000)			
No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan beton yang disyaratkan	25	Mpa
2	Standar Deviasi	-	-
3	Nilai Tambah / Margin (M)	12	Mpa
4	Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan	37	Mpa
5	Jenis Semen	Tipe I	
6	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah	
	Jenis Agregat Halus	Alami	
7	Faktor air semen bebas (fas)	0.5	
	Faktor air semen maksimum	0.6	
8	FAS digunakan	0.5	
9	Slump	10 ± 2	cm
10	Ukuran agregat maksimum	20	mm
11	Kadar air bebas	205	kg/m ³
12	Kadar semen	410.000	kg/m ³
13	Kadar semen maksimum	-	kg/m ³
14	Kadar semen minimum	275	kg/m ³
15	Kadar semen digunakan	410.00	kg/m ³
16	Fas disesuaikan	-	
17	Susunan besar butir agregat halus	Gradasi 2	
18	Berat jenis agregat kasar (SSD)	2.72	
	Berat jenis agregat halus (SSD)	2.77	
19	Persen Agregat Halus	41.50%	%
20	Persen Agregat Kasar	58.50%	%
21	Berat jenis relatif agregat gabungan (SSD)	2.74	
22	Berat isi Beton	2440	kg/m ³
23	Kadar agregat gabungan	1825.000	kg/m ³
24	Kadar agregat halus	757.375	kg/m ³
25	Kadar agregat kasar	1067.625	kg/m ³
26	Kadar semen dengan angka penyusutan	492.000	kg/m ³
27	Kadar agregat halus dengan angka penyusutan	908.850	kg/m ³
28	Kadar agregat kasar dengan angka penyusutan	1281.150	kg/m ³
29	Kadar air dengan angka penyusutan	246.000	kg/m ³

20. Volume benda uji.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini masing-masing varian terdiri dari 15 silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm serta 6 kubus dengan dimensi 150 x 150 x 150 mm. Adapun volume benda uji dihitung berdasarkan jumlah benda uji dalam satu kali *mixing*. Dalam penelitian ini, pembuatan benda uji masing-masing varian dilakukan dalam dua kali *mixing*. *Mixing* pertama terdiri dari 9 silinder dan 3 kubus, sedangkan *mixing* kedua terdiri dari 6 silinder dan 3 kubus, sehingga diperoleh volume benda uji untuk tiap *mixing* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{mixing} 1 &= (9 \times \frac{1}{4} \pi \times d^2 \times t) + (3 \times s \times s \times s) \\ &= (9 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3) + (3 \times 0,15 \times 0,15 \times 0,15) \\ &= 0,0578 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{mixing} 2 &= (6 \times \frac{1}{4} \pi \times d^2 \times t) + (3 \times s \times s \times s) \\ &= (6 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3) + (3 \times 0,15 \times 0,15 \times 0,15) \\ &= 0,0419 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

21. Proporsi campuran untuk tiap kali *mixing*.a. Proporsi campuran untuk *mixing* pertama.

- 1) Semen = $0,0578 \times 492 = 28,456 \text{ kg}$
- 2) Air = $0,0578 \times 246 = 14,228 \text{ kg}$
- 3) Agregat halus = $0,0578 \times 908,85 = 52,566 \text{ kg}$
- 4) Agregat kasar = $0,0578 \times 1281,15 = 74,099 \text{ kg}$

b. Proporsi campuran untuk *mixing* kedua.

- 1) Semen = $0,0419 \times 492 = 20,631 \text{ kg}$
- 2) Air = $0,0419 \times 246 = 10,316 \text{ kg}$
- 3) Agregat halus = $0,0419 \times 908,85 = 38,111 \text{ kg}$
- 4) Agregat kasar = $0,0419 \times 1281,15 = 53,723 \text{ kg}$

Adapun rekapitulasi proporsi campuran dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 berikut.

**Tabel 5.19 Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah *Damdex*
*Mixing Pertama***

Kadar Damdex	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Damdex (kg)
0%	28.456	14.228	52.566	74.099	0
5%	28.456	14.228	52.566	74.099	1.423
6%	28.456	14.228	52.566	74.099	1.707
7%	28.456	14.228	52.566	74.099	1.992
8%	28.456	14.228	52.566	74.099	2.277
Jumlah	28.456	71.141	262.830	370.495	7.399

**Tabel 5.20 Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah *Damdex*
*Mixing Kedua***

Kadar Damdex	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Damdex (kg)
0%	20.631	10.316	38.111	53.723	0
5%	20.631	10.316	38.111	53.723	1.032
6%	20.631	10.316	38.111	53.723	1.238
7%	20.631	10.316	38.111	53.723	1.444
8%	20.631	10.316	38.111	53.723	1.651
Jumlah	20.631	51.578	190.557	268.616	5.364

5.3 Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* pada beton segar bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) pada beton. Semakin tinggi nilai *slump*, maka beton semakin mudah dikerjakan (*workability* meningkat), begitu pula sebaliknya. Beton segar yang baik adalah beton yang mudah dikerjakan (*workability* baik), tidak terjadi pemisahan antara agregat dengan campuran (*segregasi*), dan pemisahan air dari campuran (*bleeding*). Pada pelaksanaan *mixing* beton dengan penambahan *Damdex*, perlu dilakukan pengurangan air campuran untuk mencapai range *slump* rencana. Adapun hasil pengujian *slump* dan hubungannya dengan variasi kadar *Damdex* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Gambar

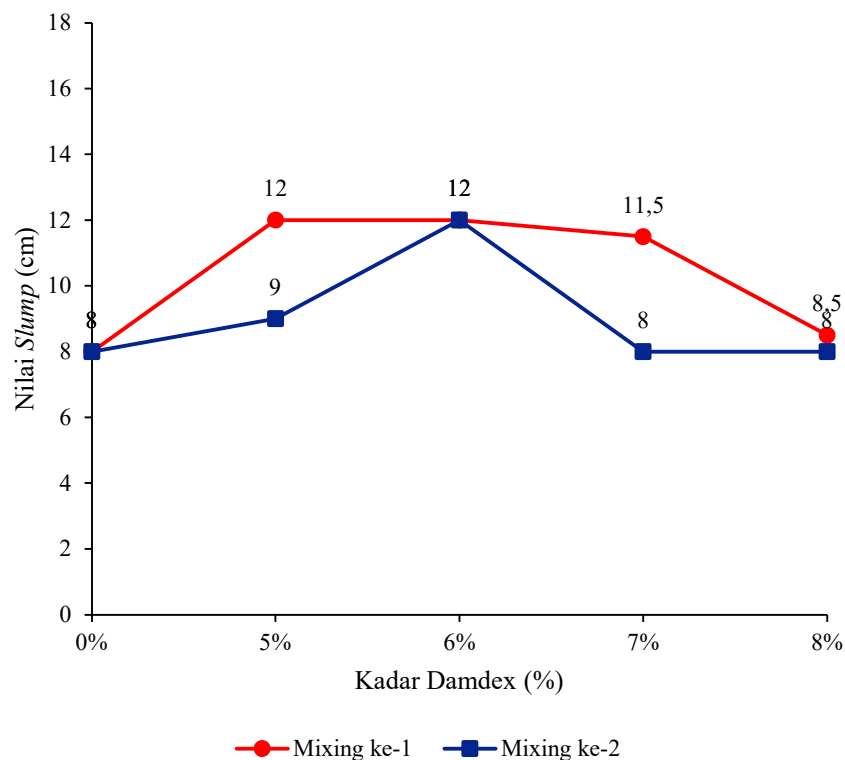
5.8, sedangkan untuk jumlah pengurangan air pada tiap variasi kadar Damdex dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.21 Nilai *Slump* Beton

Variasi Kadar Damdex	<i>Slump</i> (cm)	
	<i>Mixing</i> ke-1	<i>Mixing</i> ke-2
0%	8	8
5%	12	9
6%	12	12
7%	11,5	8
8%	8,5	8

Tabel 5.22 Sisa Air

Variasi Kadar Damdex	Pengurangan Air (mL)			
	<i>Mixing</i> ke-1	<i>Mixing</i> ke-2	Rata-rata	Persentase (%)
0%	0	0	0	0
5%	300	180	240	0,98
6%	440	200	320	1,30
7%	920	510	715	2,91
8%	1500	820	1160	4,73



Gambar 5.8 Hubungan Nilai *Slump* dengan Variasi Kadar Damdex pada Campuran Beton

Berdasarkan Tabel 5.21 dan Gambar 5.8, dapat dilihat bahwa nilai *slump* terbesar terjadi pada adukan varian 6%, yaitu sebesar 12 cm. Sedangkan nilai *slump* terkecil sebesar 8 cm pada adukan kedua varian 0%, 7% dan 8%. Nilai *slump* pada masing-masing adukan tiap varian telah memenuhi nilai *slump* rencana, yaitu 10 ± 2 cm. Perbedaan nilai *slump* pada masing-masing adukan tiap varian ini terjadi karena perbedaan kadar air pada agregat dan pengurangan kadar air saat proses *mixing*, untuk mencapai range *slump* yang direncanakan. Pada Tabel 5.22, dapat dilihat pengurangan air terendah terjadi pada beton dengan penambahan Damdex 5%, yaitu sebesar 0,98%, sedangkan pengurangan air tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan Damdex 8%, yaitu sebesar 4,73%. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan penggunaan Damdex pada campuran beton mampu mengurangi penggunaan air (*water reducer*) dalam campuran beton dengan kemudahan pengerjaan (*workability*) yang sama dengan beton normal. Besarnya

pengurangan air yang terjadi meningkat seiring dengan meningkatnya kadar Damdex yang digunakan dalam campuran beton.

5.4 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton dengan volume beton. Berat volume beton bergantung pada komposisi material dan proses pemadatan beton segar. Pemeriksaan berat volume dilakukan pada benda uji silinder sesaat sebelum pengujian tekan beton. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menimbang beton dan menghitung volume beton berdasarkan pengukuran dimensi beton. Rekapitulasi hasil pemeriksaan berat volume beton dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Volume (m ³)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rerata (kg/m ³)
0%	7 Hari	1	150,477	303,207	0,005392	12,897	2391,783	2377,633
		2	150,700	301,870	0,005384	12,738	2365,729	
		3	151,217	303,647	0,005453	12,941	2373,068	
		4	150,837	302,287	0,005402	12,823	2373,925	
		5	150,660	303,523	0,005411	12,898	2383,661	
	14 Hari	1	150,433	302,517	0,005377	12,926	2404,013	2412,601
		2	150,517	300,733	0,005351	12,898	2410,359	
		3	150,267	302,000	0,005356	13,017	2430,462	
		4	151,100	301,517	0,005407	12,978	2400,367	
		5	150,333	302,333	0,005366	12,975	2417,803	
	28 Hari	1	151,067	301,817	0,005410	13,033	2409,206	2398,719
		2	150,917	302,417	0,005410	12,981	2399,596	
		3	151,583	302,733	0,005463	12,979	2375,681	
		4	150,600	303,250	0,005402	13,009	2408,259	
		5	150,583	301,633	0,005372	12,897	2400,854	
5%	7 Hari	1	150,867	301,117	0,005383	12,835	2384,430	2389,281
		2	151,200	301,250	0,005409	12,914	2387,483	
		3	151,067	303,400	0,005438	12,910	2374,015	
		4	150,817	300,450	0,005367	12,961	2414,781	
		5	151,700	301,417	0,005448	12,997	2385,694	

Lanjutan Tabel 5.23

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Volume (m ³)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rerata (kg/m ³)
5%	14 Hari	1	151,183	301,517	0,005413	12,929	2388,669	2403,140
		2	150,583	300,917	0,005359	12,896	2406,385	
		3	149,767	301,683	0,005315	12,767	2402,245	
		4	149,883	301,383	0,005318	12,871	2420,452	
		5	150,950	302,817	0,005419	12,995	2397,951	
	28 Hari	1	150,967	302,667	0,005418	12,984	2396,580	2400,316
		2	150,283	301,900	0,005355	12,790	2388,339	
		3	150,817	302,900	0,005411	12,936	2390,629	
		4	150,933	303,483	0,005430	13,080	2408,866	
		5	151,633	302,633	0,005465	13,210	2417,168	
6%	7 Hari	1	150,433	300,650	0,005344	12,958	2424,927	2414,899
		2	151,167	300,733	0,005397	12,941	2397,642	
		3	150,617	302,517	0,005390	13,054	2421,912	
		4	150,883	300,150	0,005367	12,954	2413,755	
		5	150,517	298,650	0,005314	12,840	2416,259	
	14 Hari	1	149,983	301,900	0,005334	12,931	2424,338	2412,096
		2	150,183	302,083	0,005351	12,834	2398,291	
		3	150,367	299,283	0,005315	12,802	2408,808	
		4	149,783	301,917	0,005320	12,918	2428,238	
		5	150,933	299,683	0,005362	12,873	2400,805	

Lanjutan Tabel 5.23

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Volume (m ³)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rerata (kg/m ³)
6%	28 Hari	1	150,933	300,950	0,005385	12,906	2396,829	2411,866
		2	149,767	302,667	0,005332	12,804	2401,380	
		3	151,467	303,750	0,005473	13,165	2405,363	
		4	152,867	300,517	0,005515	13,201	2393,441	
		5	149,450	303,050	0,005316	13,090	2462,315	
7%	7 Hari	1	150,683	303,267	0,005408	13,063	2415,449	2400,678
		2	150,983	300,250	0,005376	12,907	2401,012	
		3	152,267	302,683	0,005512	13,224	2399,246	
		4	150,900	304,033	0,005437	13,065	2402,812	
		5	151,550	301,583	0,005440	12,974	2384,870	
	14 Hari	1	150,633	301,717	0,005377	12,895	2398,225	2403,020
		2	149,833	299,683	0,005284	12,723	2407,799	
		3	149,500	301,767	0,005297	12,772	2411,101	
		4	150,933	302,733	0,005417	12,973	2395,080	
		5	150,100	301,533	0,005336	12,821	2402,898	
	28 Hari	1	152,967	303,217	0,005572	13,295	2385,898	2396,394
		2	150,167	301,083	0,005332	12,769	2394,601	
		3	151,100	302,350	0,005422	12,994	2396,702	
		4	151,917	303,150	0,005495	13,173	2397,322	
		5	151,483	303,167	0,005464	13,154	2407,447	

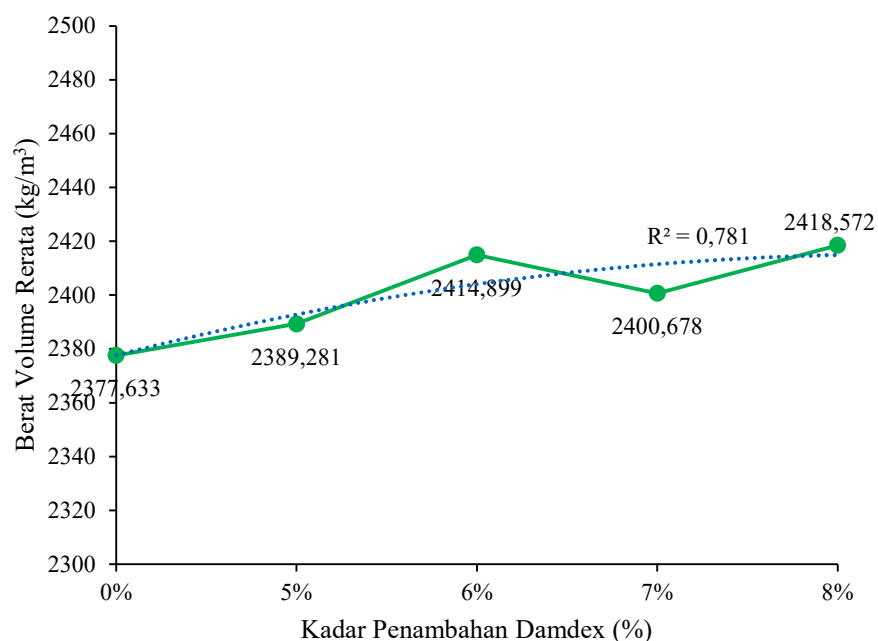
Lanjutan Tabel 5.23

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Volume (m3)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m3)	Berat Volume Rerata (kg/m3)
8%	7 Hari	1	150,967	303,350	0,005430	12,912	2377,921	2418,572
		2	150,983	303,000	0,005425	12,997	2395,811	
		3	150,800	304,833	0,005444	13,258	2435,135	
		4	150,667	300,450	0,005357	13,099	2445,354	
		5	150,700	302,317	0,005392	13,150	2438,638	
	14 Hari	1	150,200	303,150	0,005371	12,875	2396,955	2412,961
		2	151,067	303,717	0,005444	13,111	2408,463	
		3	149,983	302,383	0,005342	12,862	2407,547	
		4	149,783	302,050	0,005322	12,975	2437,876	
		5	151,717	304,467	0,005504	13,287	2413,964	
	28 Hari	1	151,150	304,367	0,005461	12,973	2375,402	2399,954
		2	150,783	304,450	0,005436	13,079	2405,814	
		3	150,517	300,550	0,005348	12,756	2385,276	
		4	150,917	301,633	0,005396	13,109	2429,551	
		5	152,117	303,150	0,005509	13,243	2403,728	

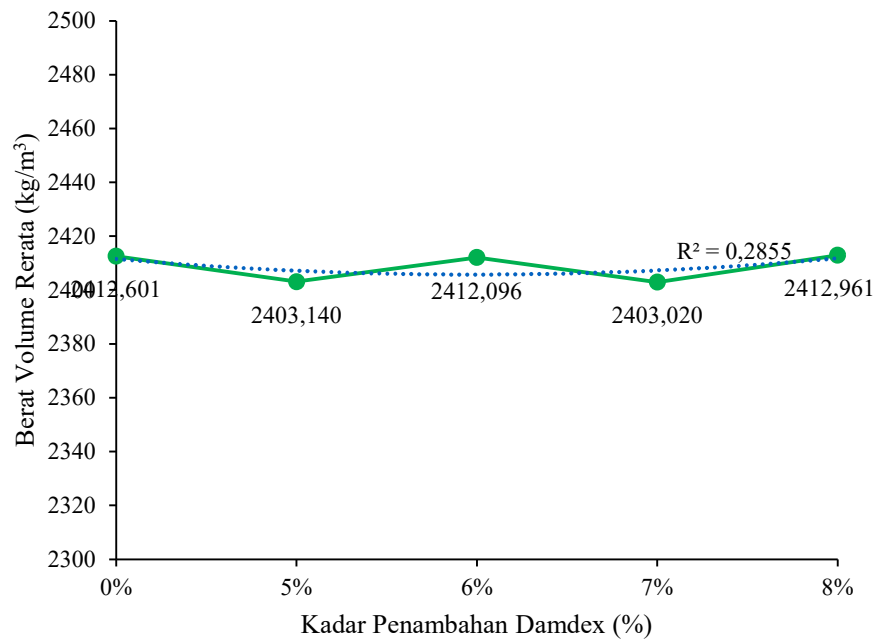
Berdasarkan Tabel 5.23 di atas didapatkan nilai berat volume beton rata-rata pada penambahan Damdex sebanyak 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% untuk umur uji 7 hari secara berturut-turut sebesar 2377,633 kg/m³, 2389,281 kg/m³, 2414,899 kg/m³, 2400,678 kg/m³ dan 2418,572 kg/m³. Untuk umur uji 14 hari secara berturut-turut sebesar 2412,601 kg/m³, 2403,140 kg/m³, 2412,096 kg/m³, 2403,020 kg/m³ dan 2412,961 kg/m³. Sedangkan untuk umur uji 28 hari secara berturut-turut sebesar 2398,719 kg/m³, 2400,316 kg/m³, 2411,866 kg/m³ dan 2396,394 kg/m³, 2399,954 kg/m³.

5.4.2 Hubungan Berat Volume Beton dengan Variasi Penambahan Damdex

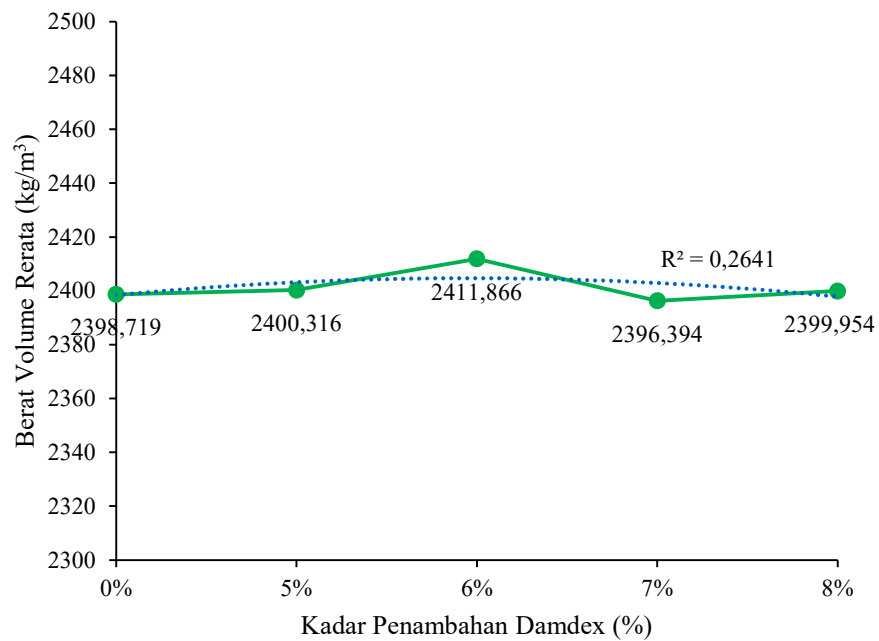
Berdasarkan hasil berat volume rata-rata pada Tabel 5.23, nilai-nilai tersebut dapat diplot menjadi grafik hubungan berat volume beton dengan kadar penambahan Damdex untuk masing-masing umur uji yang dapat dilihat pada Gambar 5.9, Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 sebagai berikut.



Gambar 5.9 Hubungan Berat Volume Beton dengan Persentase Penambahan Damdex pada Umur Beton 7 Hari



Gambar 5.10 Hubungan Berat Volume Beton dengan Persentase Penambahan Damdex pada Umur Beton 14 Hari



Gambar 5.11 Hubungan Berat Volume Beton dengan Persentase Penambahan Damdex pada Umur Beton 28 Hari

Tabel 5.24 Persentase Perubahan Berat Volume Terhadap Penambahan Kadar Damdex pada Berbagai Umur Beton

Variasi Kadar Damdex	Persentase Perubahan Berat Volume Beton pada Umur Beton Tertentu (%)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
5%	0,490	-0,392	0,067
6%	1,567	-0,021	0,548
7%	0,969	-0,397	-0,097
8%	1,722	0,015	0,051

Pada Gambar 5.9, Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 di atas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai koefisien korelasi (R^2). Nilai ini berpengaruh pada tingkat hubungan antara dua variabel, yaitu berat volume beton dengan kadar Damdex yang digunakan.

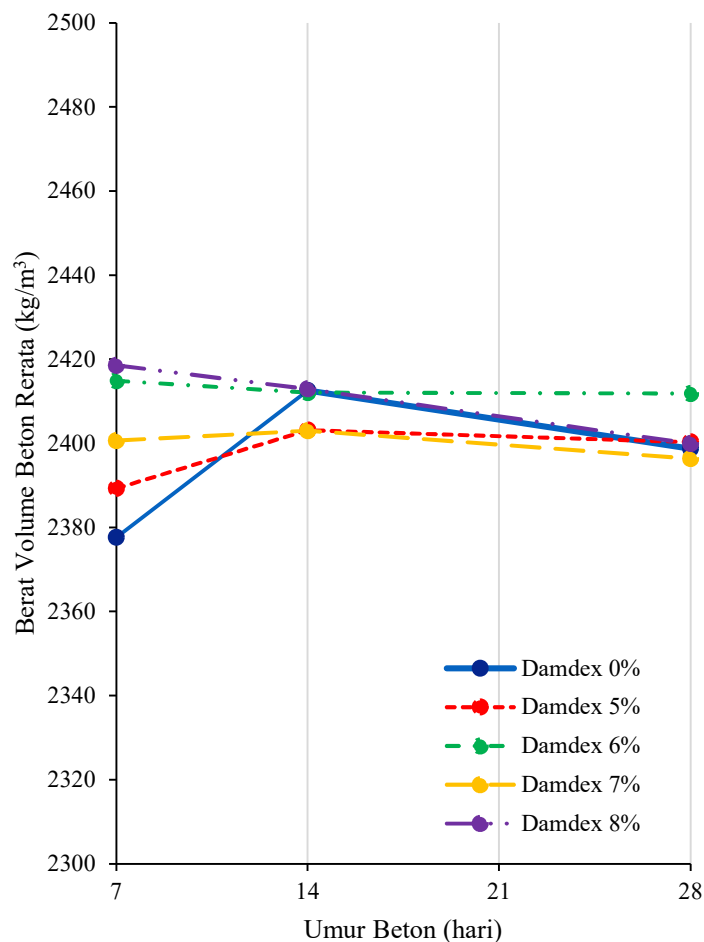
1. Pada umur beton 7 hari diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,739. Berdasarkan Tabel 3.2 nilai tersebut termasuk dalam tingkat hubungan yang kuat. Artinya penambahan Damdex memengaruhi nilai berat volume beton pada umur dini, yaitu umur 7 hari. Namun, berdasarkan Tabel 5.24 nilai perubahan berat volume beton yang menggunakan Damdex terhadap berat volume beton normal pada umur 7 hari relatif kecil.
2. Pada umur beton 14 hari diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,2855. Berdasarkan Tabel 3.2 nilai tersebut termasuk dalam tingkat hubungan yang rendah. Artinya penambahan Damdex tidak memengaruhi nilai berat volume beton pada umur beton 14 hari. Berdasarkan Tabel 5.24 nilai perubahan berat volume yang menggunakan Damdex terhadap berat volume beton normal pada umur 14 hari juga relatif kecil.
3. Pada umur beton 28 hari diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,2641. Berdasarkan Tabel 3.2 nilai tersebut termasuk dalam tingkat hubungan yang rendah. Artinya penambahan Damdex tidak memengaruhi nilai berat volume beton pada umur beton 28 hari. Berdasarkan Tabel 5.24 nilai perubahan berat

volume yang menggunakan Damdex terhadap berat volume beton normal pada umur 28 hari juga relatif kecil.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan Damdex dalam campuran beton tidak memengaruhi nilai berat volume beton. Hal ini ditandai dengan nilai koefisien korelasi yang rendah serta nilai persentase perubahan berat volume beton yang relatif kecil. Hal tersebut dikarenakan pada tahap *mixing* terjadi pengurangan air pada campuran beton dengan penambahan Damdex, sehingga ruang-ruang pada campuran beton yang seharusnya diisi oleh air digantikan oleh Damdex. Hasil ini menunjukkan bahwa berat Damdex tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan berat air, sehingga tidak terjadi perbedaan berat volume beton yang berarti antara beton normal dengan beton dengan penambahan Damdex

5.4.3 Hubungan Berat Volume Beton dengan Umur Beton

Berdasarkan hasil berat volume rata-rata pada Tabel 5.23, nilai-nilai tersebut dapat diplot menjadi grafik hubungan berat volume beton dengan umur beton untuk masing-masing kadar Damdex pada campuran beton yang dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



Gambar 5.12 Hubungan Berat Volume Beton dengan Umur Beton

Tabel 5.25 Persentase Perubahan Berat Volume Beton Terhadap Umur Beton pada Berbagai Variasi Kadar Damdex

Umur Beton	Persentase Perubahan Berat Volume Beton pada Berbagai Variasi Kadar Damdex (%)				
	0%	5%	6%	7%	8%
7 Hari	0	0	0	0	0
14 Hari	1,471	0,580	-0,116	0,098	-0,232
28 Hari	0,887	0,462	-0,126	-0,178	-0,770

Pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan berat volume yang signifikan dari umur beton 7 hari sampai 28 hari. Hal ini juga ditunjukkan

pada Tabel 5.25, di mana nilai persentase perubahan berat volume beton pada umur 14 hari dan 28 hari relatif sangat kecil pada semua variasi kadar Damdex. Maka, dapat disimpulkan bahwa umur beton tidak memengaruhi nilai berat volume beton, baik pada beton normal maupun pada beton dengan penambahan Damdex.

5.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton dilakukan pada beton umur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *compression machine*. Sampel silinder untuk uji tekan berjumlah 75 sampel dengan masing-masing variasi penambahan Damdex terdiri dari 15 sampel. Sebelum pengujian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan proses *capping* pada bagian permukaan atas beton menggunakan belerang. *Capping* bertujuan untuk meratakan permukaan beton agar beban dari *compression machine* terdistribusi secara merata pada permukaan beton. Pengujian dilakukan sampai benda uji hancur (*crack*), artinya benda uji tidak mampu lagi menahan beban yang diberikan mesin uji. Kondisi ini ditandai dengan salah satu jarum *dial* beban yang turun sampai nilai beban sama dengan nol. Pada perhitungan nilai kuat tekan beton untuk sampel uji umur 7 hari dan 14 hari perlu dibagi dengan angka konversi umur uji. Adapun perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

1. Kuat tekan beton varian Damdex 5% umur 7 hari sampel 1

$$\begin{aligned} f'_{c \text{ aktual}} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{360 \times 10^3}{17876,252} \\ &= 20,138 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_{c \text{ konversi}} &= f'_{c \text{ aktual}} \times \frac{1}{\text{Angka Konversi}} \\ &= 20,138 \times \frac{1}{0,65} \\ &= 30,982 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Kuat tekan beton varian Damdex 5% umur 14 hari sampel 1

$$\begin{aligned} f'_{c \text{ aktual}} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{470 \times 10^3}{17951,375} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 26,182 \text{ MPa} \\
 f'_{c \text{ konversi}} &= f'_{c \text{ aktual}} \times \frac{1}{\text{Angka Konversi}} \\
 &= 26,182 \times \frac{1}{0,88} \\
 &= 29,752 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

3. Kuat tekan beton varian Damdex 5% umur 28 hari sampel 1

$$\begin{aligned}
 f'_{c \text{ aktual}} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{480 \times 10^3}{17899,958} \\
 &= 26,816 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f'_{c \text{ konversi}} &= f'_{c \text{ aktual}} \times \frac{1}{\text{Angka Konversi}} \\
 &= 26,816 \times \frac{1}{1} \\
 &= 26,816 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dihitung pula kuat tekan beton untuk sampel-sampel pada varian lainnya, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
0%	7 Hari	1	150,477	17783,949	350	19,681	18,448	0,65	30,278	28,381
		2	150,700	17836,777	340	19,062		0,65	29,326	
		3	151,217	17959,292	355	19,767		0,65	30,411	
		4	150,837	17869,143	302	16,901		0,65	26,001	
		5	150,660	17827,310	300	16,828		0,65	25,889	
	14 Hari	1	150,433	17773,708	425	23,912	24,166	0,88	27,172	27,461
		2	150,517	17793,405	445	25,009		0,88	28,420	
		3	150,267	17734,346	460	25,938		0,88	29,475	
		4	151,100	17931,590	400	22,307		0,88	25,349	
		5	150,333	17750,086	420	23,662		0,88	26,888	
	28 Hari	1	151,067	17923,680	520	29,012	27,769	1,00	29,012	27,769
		2	150,917	17888,103	500	27,952		1,00	27,952	
		3	151,583	18046,492	505	27,983		1,00	27,983	
		4	150,600	17813,113	505	28,350		1,00	28,350	
		5	150,583	17809,171	455	25,549		1,00	25,549	
5%	7 Hari	1	150,867	17876,252	360	20,138	19,564	0,65	30,982	30,098
		2	151,200	17955,333	300	16,708		0,65	25,705	
		3	151,067	17923,680	350	19,527		0,65	30,042	
		4	150,817	17864,405	350	19,592		0,65	30,142	
		5	151,700	18074,282	395	21,854		0,65	33,622	

Lanjutan Tabel 5.26

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
5%	14 Hari	1	151,183	17951,375	470	26,182	26,140	0,88	29,752	29,705
		2	150,583	17809,171	490	27,514		0,88	31,266	
		3	149,767	17616,524	420	23,841		0,88	27,092	
		4	149,883	17643,980	450	25,504		0,88	28,982	
		5	150,950	17896,006	495	27,660		0,88	31,432	
	28 Hari	1	150,967	17899,958	480	26,816	28,619	1,00	26,816	28,619
		2	150,283	17738,281	520	29,315		1,00	29,315	
		3	150,817	17864,405	490	27,429		1,00	27,429	
		4	150,933	17892,054	550	30,740		1,00	30,740	
		5	151,633	18058,399	520	28,795		1,00	28,795	
6%	7 Hari	1	150,433	17773,708	390	21,943	19,731	0,65	33,758	30,355
		2	151,167	17947,417	320	17,830		0,65	27,431	
		3	150,617	17817,056	320	17,960		0,65	27,631	
		4	150,883	17880,202	390	21,812		0,65	33,557	
		5	150,517	17793,405	340	19,108		0,65	29,397	
	14 Hari	1	149,983	17667,532	480	27,168	26,394	0,88	30,873	29,993
		2	150,183	17714,682	460	25,967		0,88	29,508	
		3	150,367	17757,958	460	25,904		0,88	29,436	
		4	149,783	17620,445	455	25,822		0,88	29,343	
		5	150,933	17892,054	485	27,107		0,88	30,803	

Lanjutan Tabel 5.26

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
6%	28 Hari	1	150,933	17892,054	540	30,181	29,076	1,00	30,181	29,076
		2	149,767	17616,524	470	26,679		1,00	26,679	
		3	151,467	18018,723	520	28,859		1,00	28,859	
		4	152,867	18353,355	530	28,878		1,00	28,878	
		5	149,450	17542,106	540	30,783		1,00	30,783	
7%	7 Hari	1	150,683	17832,832	380	21,309	20,140	0,65	32,783	30,985
		2	150,983	17903,911	340	18,990		0,65	29,216	
		3	152,267	18209,565	370	20,319		0,65	31,260	
		4	150,900	17884,152	350	19,570		0,65	30,108	
		5	151,550	18038,556	370	20,512		0,65	31,556	
	14 Hari	1	150,633	17820,999	470	26,373	26,919	0,88	29,970	30,589
		2	149,833	17632,211	430	24,387		0,88	27,713	
		3	149,500	17553,845	510	29,053		0,88	33,015	
		4	150,933	17892,054	515	28,784		0,88	32,709	
		5	150,100	17695,028	460	25,996		0,88	29,541	
	28 Hari	1	152,967	18377,375	525	28,568	29,945	1,00	28,568	29,945
		2	150,167	17710,750	510	28,796		1,00	28,796	
		3	151,100	17931,590	555	30,951		1,00	30,951	
		4	151,917	18125,948	570	31,447		1,00	31,447	
		5	151,483	18022,689	540	29,962		1,00	29,962	

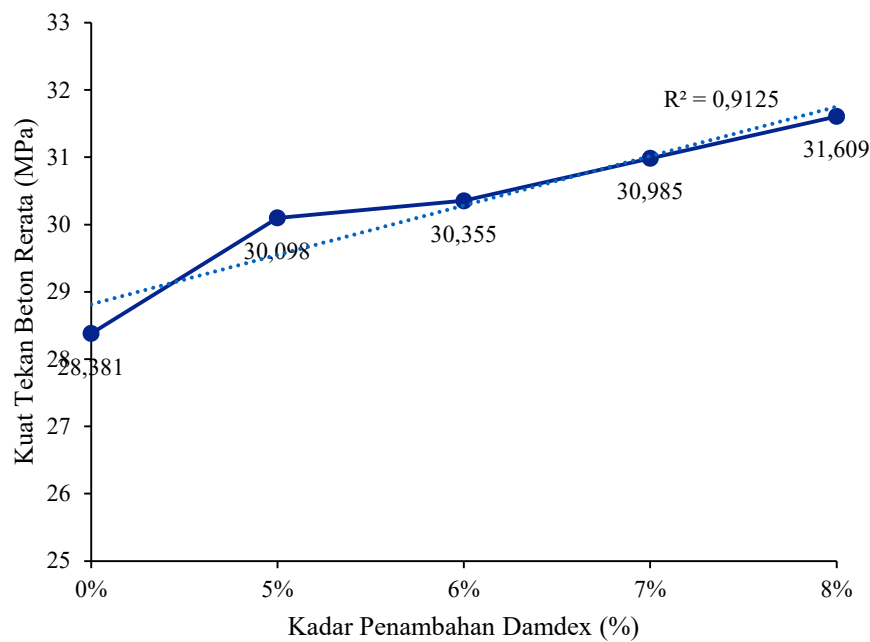
Lanjutan Tabel 5.26

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
8%	7 Hari	1	150,967	17899,958	320	17,877	20,546	0,65	27,503	31,609
		2	150,983	17903,911	310	17,315		0,65	26,638	
		3	150,800	17860,457	400	22,396		0,65	34,455	
		4	150,667	17828,887	395	22,155		0,65	34,085	
		5	150,700	17836,777	410	22,986		0,65	35,363	
	14 Hari	1	150,200	17718,614	490	27,655	27,741	0,88	31,426	31,524
		2	151,067	17923,680	510	28,454		0,88	32,334	
		3	149,983	17667,532	440	24,904		0,88	28,301	
		4	149,783	17620,445	500	28,376		0,88	32,246	
		5	151,717	18078,253	530	29,317		0,88	33,315	
	28 Hari	1	151,150	17943,460	530	29,537	30,611	1,00	29,537	30,611
		2	150,783	17856,509	570	31,921		1,00	31,921	
		3	150,517	17793,405	495	27,819		1,00	27,819	
		4	150,917	17888,103	570	31,865		1,00	31,865	
		5	152,117	18173,705	580	31,914		1,00	31,914	

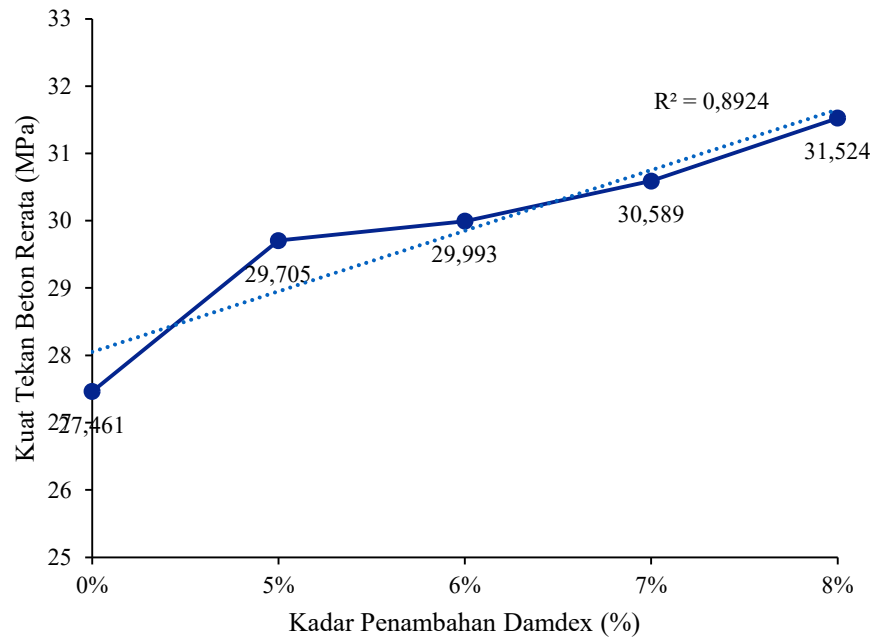
Berdasarkan Tabel 5.26 di atas didapatkan nilai kuat tekan beton (f'_c) rata-rata pada penambahan Damdex sebanyak 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% untuk umur uji 7 hari secara berturut-turut sebesar 28,381 MPa, 30,098 MPa, 30,355 MPa, 30,985 MPa dan 31,609 MPa. Untuk umur uji 14 hari secara berturut-turut sebesar 27,461 MPa, 29,705 MPa, 29,993 MPa, 30,589 MPa dan 31,524 MPa. Sedangkan untuk umur uji 28 hari secara berturut-turut sebesar 27,769 MPa, 28,619 MPa, 29,076 MPa, 29,945 MPa dan 30,611 MPa.

5.5.2 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Penamabahan Damdex

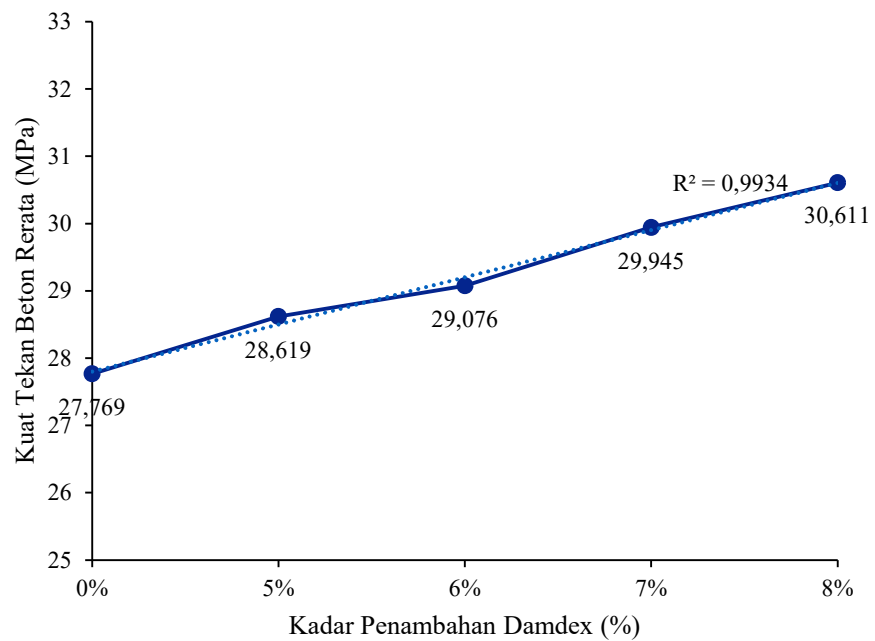
Berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata pada Tabel 5.26, nilai-nilai tersebut dapat diplot menjadi grafik hubungan kuat tekan beton dengan kadar penambahan Damdex untuk masing-masing umur uji yang dapat dilihat pada Gambar 5.13, Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 sebagai berikut.



Gambar 5.13 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 7 Hari



Gambar 5.14 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 14 Hari



Gambar 5.15 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 28 Hari

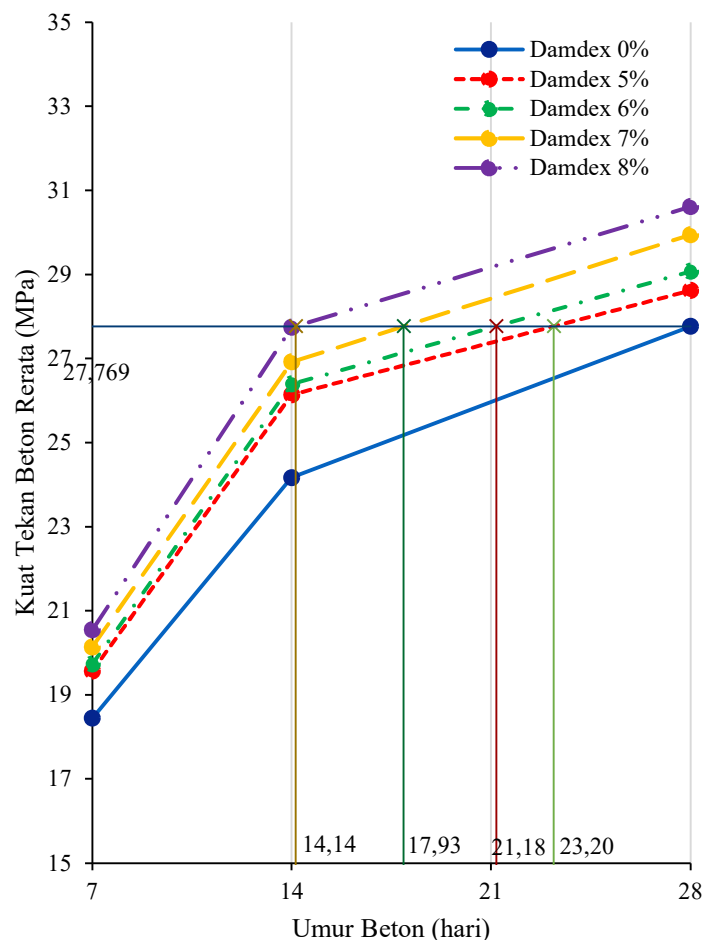
Tabel 5.27 Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Damdex terhadap Beton Normal

Variasi Kadar Damdex	Persentase Kenaikan Kuat Tekan pada Umur Beton Tertentu (%)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
5%	6,05	8,17	3,06
6%	6,95	9,22	4,71
7%	9,17	11,39	7,83
8%	11,37	14,80	10,24

Pada Gambar 5.13, Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 di atas dapat dilihat bahwa penambahan Damdex pada campuran beton memengaruhi nilai kuat tekan beton, yaitu ditandai dengan nilai koefisien korelasi pada umur 7 hari sebesar 0,9125; pada umur 14 hari sebesar 0,8924; dan pada umur 28 hari sebesar 0,9934. Berdasarkan Tabel 3.2 maka hubungan antara penambahan Damdex dengan kuat tekan beton adalah sangat kuat. Beton dengan penambahan Damdex menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada kuat tekan beton normal, dengan persentase kenaikan seperti pada Tabel 5.26, di mana baik pada umur beton 7 hari, 14 hari maupun 28 hari, penambahan Damdex sebanyak 5% hingga 8% pada campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton meningkat seiring dengan meningkatnya kadar Damdex yang digunakan dalam campuran beton. Kuat tekan terendah terjadi pada beton normal tanpa penambahan Damdex, sedangkan kuat tekan tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8%. Peningkatan kuat tekan ini dikarenakan fungsi Damdex yang bekerja untuk mengisi pori-pori di dalam beton dan mengurangi kadar udara di dalamnya (Nurmaidah, 2017). Selain itu, peningkatan kuat tekan ini juga dikarenakan perilaku Damdex sebagai *accelerator*, di mana menurut Popovics (1992) beton yang menggunakan *accelerator* mampu menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada kuat tekan beton tanpa *accelerator*.

5.5.3 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton

Berdasarkan hasil kuat tekan beton rata-rata pada umur uji tertentu (tanpa angka konversi) pada Tabel 5.26, nilai-nilai tersebut dapat diplot menjadi grafik hubungan nilai kuat tekan beton dengan umur beton untuk masing-masing variasi penambahan Damdex yang dapat dilihat pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Hubungan Nilai Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton pada Berbagai Variasi Kadar Damdex

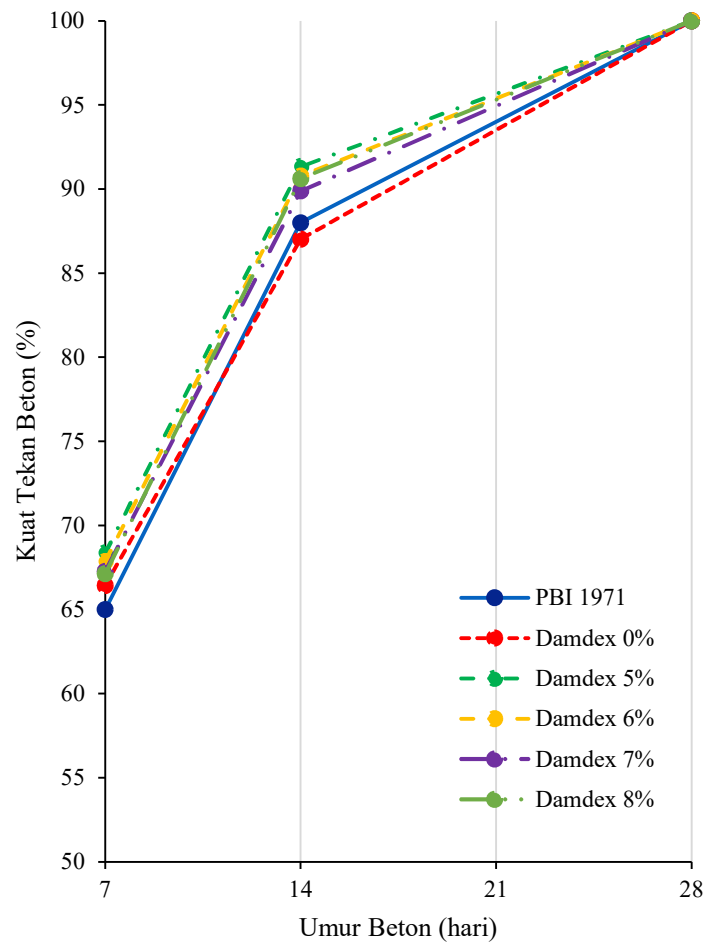
Berdasarkan Gambar 5.16 di atas dapat dilihat bahwa pada semua variasi kadar Damdex kuat tekan nominal yang diperoleh saat umur pengujian tertentu (tanpa angka konversi) menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Hasil ini telah sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Mindess,

Young dan Darwin (2003) yang dapat dilihat pada Gambar 3.1, di mana kuat tekan beton yang menggunakan semen tipe I meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton, dari umur 7 hari sampai umur 28 hari. Perbedaan nilai kuat tekan pada tiap variasi kadar Damdex dapat menunjukkan waktu (hari) yang dibutuhkan tiap variasi untuk mencapai kuat tekan beton normal umur 28 hari. Berdasarkan Gambar 5.16 beton dengan penambahan Damdex mencapai kuat tekan beton normal umur 28 hari membutuhkan waktu yang lebih cepat, yaitu beton dengan Damdex 5% membutuhkan waktu 23,20 hari, beton dengan Damdex 6% membutuhkan waktu 21,18 hari, beton dengan Damdex 7% membutuhkan waktu 17,93 hari dan beton dengan Damdex 8% membutuhkan waktu 14,14 hari. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar Damdex dalam campuran beton maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kuat tekan rencana.

Hasil kuat tekan beton pada Tabel 5.26 juga dapat digunakan untuk menentukan besarnya akselerasi peningkatan kuat tekan beton, yaitu dengan membagi nilai kuat tekan aktual pada umur uji 7 hari dan 14 hari dengan nilai kuat tekan pada umur uji 28 hari, sehingga diperoleh persentase kuat tekan berdasarkan umur beton seperti pada Tabel 5.28 dan Gambar 5.17.

Tabel 5.28 Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton

Variasi Kadar Damdex	Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur Beton Tertentu (%)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
PBI 1971	65	88	100
0%	66,43	87,02	100
5%	68,36	91,34	100
6%	67,86	90,78	100
7%	67,26	89,89	100
8%	67,12	90,62	100



Gambar 5.17 Persentase Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur Beton

Tabel 5.29 Selisih Persentase Kuat Tekan Beton pada Umur 7 dan 14 Hari

Variasi Kadar Damdex	Selisih Persentase Kuat Tekan pada Umur 7 Hari (%)		Selisih Persentase Kuat Tekan pada Umur 14 Hari (%)	
	PBI 1971	Beton Normal	PBI 1971	Beton Normal
0%	1,43	-	-0,98	-
5%	3,36	1,93	3,34	4,32
6%	2,86	1,43	2,78	3,75
7%	2,26	0,83	1,89	2,87
8%	2,12	0,69	2,62	3,60

Pada Tabel 5.28 dan Gambar 5.17 dapat dilihat bahwa persentase kuat tekan beton dengan penambahan Damdex lebih tinggi dari persentase kuat tekan beton normal dan persentase kuat tekan beton menurut PBI 1971 dengan perbedaan/selisih yang dapat dilihat pada Tabel 5.29. Pada umur beton 7 hari, persentase kuat tekan beton tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 5%. Selanjutnya pada variasi penambahan Damdex sebanyak 6%, 7% dan 8% nilai persentase kuat tekan beton masih lebih tinggi dari PBI 1971 dan beton normal, namun nilainya cenderung menurun dari varian Damdex 5%. Pada umur beton 14 hari, persentase kuat tekan beton tertinggi juga terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 5%. Selanjutnya pada variasi penambahan Damdex sebanyak 6%, 7% dan 8% nilai persentase kuat tekan beton masih lebih tinggi dari PBI 1971 dan beton normal, namun nilainya cenderung menurun dari varian Damdex 5%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan Damdex sebanyak 5% hingga 8% pada beton dapat meningkatkan nilai akselerasi peningkatan kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari, di mana akselerasi peningkatan kuat tekan beton optimum terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 5%.

Berdasarkan analisis kuat tekan nominal dan akselerasi peningkatan kuat tekan beton berdasarkan umur beton, maka hasil tersebut membuktikan klaim Damdex mengenai penggunaan Damdex yang dapat mempercepat proses pengerasan beton dan mempersingkat durasi pengerjaan. Hal ini dikarenakan perilaku Damdex sebagai *accelerator*, di mana menurut Popovics (1992) beton yang menggunakan *accelerator* mampu menghasilkan kuat tekan, baik kekuatan awal maupun kekuatan akhir, yang lebih tinggi dari pada kuat tekan beton tanpa *accelerator*.

Dari hasil analisis dan pembahasan pada dua subbab sebelumnya, maka kadar Damdex terbaik yang dapat digunakan dalam campuran beton adalah sebanyak 8% dari berat semen, karena dengan kadar tersebut mampu meningkatkan kuat tekan beton hingga 14,80% dari beton normal, mampu mencapai kuat tekan beton normal umur 28 hari hanya dalam 14,14 hari dan mampu meningkatkan akselerasi hingga 3,60% dari beton normal.

5.6 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada semua variasi kadar Damdex dan variasi umur beton. Pengujian dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton. Sampel yang digunakan pada pengujian ini diambil sebanyak 3 dari 5 sampel untuk tiap varian, sehingga jumlah keseluruhan sampel adalah 45 buah silinder beton. Data yang harus diperiksa sebelum pengujian modulus elastisitas beton adalah luas penampang benda uji (A) dan panjang awal kompresometer (L_o). Sedangkan data yang diperoleh pada pengujian ini berupa data penambahan beban tiap 10 kN menggunakan *compression machine* dan data penurunan silinder beton ($\Delta L'$) tiap penambahan beban 10 kN menggunakan *handheld data logger*. Adapun contoh perhitungan nilai tegangan dan regangan saat beban mencapai 10 kN pada pengujian modulus elastisitas beton sampel 1 beton normal umur 7 hari adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Nilai ΔL

$$\begin{aligned}\Delta L &= \frac{\Delta L'}{2} \times 10^{-3} \\ &= \frac{10}{2} \times 10^{-3} \\ &= 0,005 \text{ mm}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Nilai Regangan (ϵ)

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L_o} \\ &= \frac{0,005}{200} \\ &= 0,000025\end{aligned}$$

3. Perhitungan Nilai Tegangan (σ)

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{10000}{17783,949} \\ &= 0,5623 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, selanjutnya dihitung pula nilai tegangan dan regangan untuk setiap nilai penambahan beban 10 kN. Rekapitulasi hasil perhitungan tegangan dan regangan pada sampel 1 beton normal umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut.

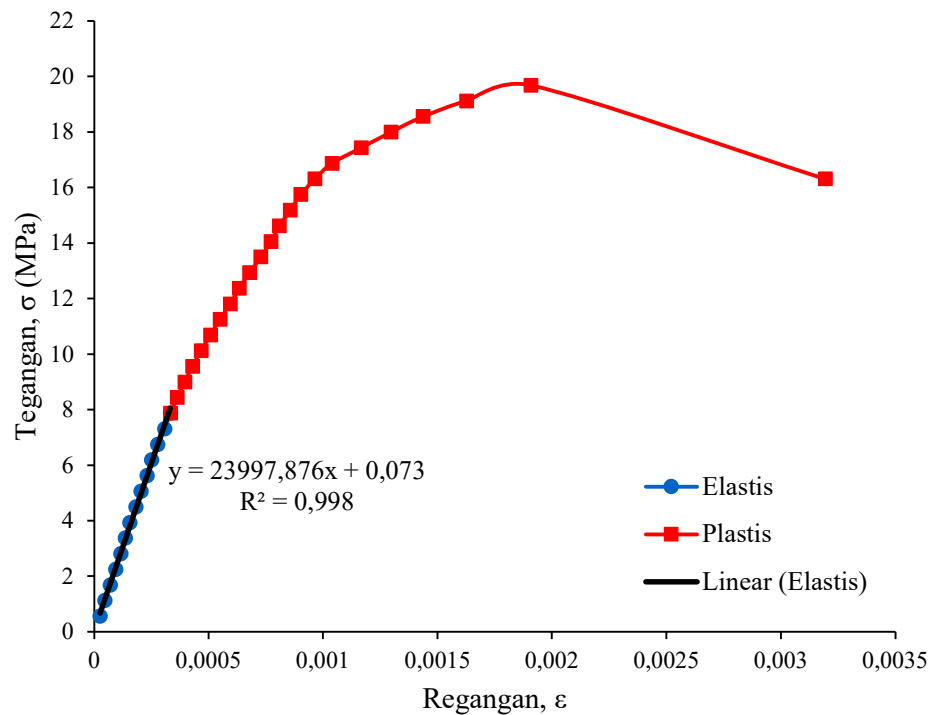
Tabel 5.30 Hasil Perhitungan Tegangan-Regangan Beton Varian Damdex 0% Umur 7 Hari Sampel 1

Beban (kN)	Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
10	10	0,00500	0,000025	0,5623
20	18	0,00900	0,000045	1,1246
30	27,5	0,01375	0,000069	1,6869
40	37,5	0,01875	0,000094	2,2492
50	46	0,02300	0,000115	2,8115
60	54	0,02700	0,000135	3,3738
70	62	0,03100	0,000155	3,9361
80	72,5	0,03625	0,000181	4,4984
90	81,5	0,04075	0,000204	5,0607
100	91,9	0,04595	0,000230	5,6230
110	99,9	0,04995	0,000250	6,1854
120	110,4	0,05520	0,000276	6,7477
130	122,9	0,06145	0,000307	7,3100
140	132,9	0,06645	0,000332	7,8723
150	144,9	0,07245	0,000362	8,4346
160	157,9	0,07895	0,000395	8,9969
170	171,4	0,08570	0,000429	9,5592
180	186,4	0,09320	0,000466	10,1215
190	202,9	0,10145	0,000507	10,6838
200	219,4	0,10970	0,000549	11,2461
210	237,4	0,11870	0,000594	11,8084
220	253,3	0,12665	0,000633	12,3707
230	271,3	0,13565	0,000678	12,9330
240	290,8	0,14540	0,000727	13,4953
250	308,8	0,15440	0,000772	14,0576
260	323,3	0,16165	0,000808	14,6199
270	342,3	0,17115	0,000856	15,1822
280	360,8	0,18040	0,000902	15,7445

Lanjutan Tabel 5.30

Beban (kN)	Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
290	385,3	0,19265	0,000963	16,3068
300	415,3	0,20765	0,001038	16,8691
310	466,2	0,23310	0,001166	17,4314
320	518,2	0,25910	0,001296	17,9938
330	574,4	0,28720	0,001436	18,5561
340	650,1	0,32505	0,001625	19,1184
350	763	0,38150	0,001908	19,6807
290	1277,7	0,63885	0,003194	16,3068

Dari hasil perhitungan nilai tegangan dan regangan di atas, selanjutnya diplot grafik tegangan-regangan beton. Nilai modulus elastisitas beton diperoleh dari kemiringan kurva regresi linier (*linear trendline*) pada daerah elastis/linier. Menurut Nawy (2010) daerah linier masih terjadi hingga tegangan mencapai nilai $0,40 f'_c$ maksimum, sehingga batas dari kurva regresi linier yang digunakan adalah dari tegangan saat beban 10 kN sampai tegangan saat $0,40 f'_c$ maksimum. Grafik modulus elastisitas beton varian Damdex 0% umur 7 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut. Sedangkan untuk grafik modulus elastisitas sampel lainnya dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 5.18 Grafik Modulus Elastisitas Beton Varian Damdex 0% Umur 7 Hari Sampel 1

Berdasarkan Gambar 5.18 di atas diperoleh nilai modulus elastisitas untuk beton varian Damdex 0% umur 7 hari sampel 1 sebesar 23997,876 MPa. Pada penelitian ini dihitung pula modulus elastisitas teoritis untuk tiap sampel. Persamaan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2019, yaitu $4700 \sqrt{f_c}$. Untuk beton varian Damdex 0% umur 7 hari sampel 1 diperoleh modulus elastisitas teoritis sebesar 25861,940 MPa. Adapun rekapitulasi nilai modulus elastisitas beton untuk semua varian sampel dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut.

Tabel 5.31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Varian Damdex	Umur Uji	No. Sampel	f'c (Mpa)	Modulus Elastisitas, E (Mpa)		Modulus Elastisitas Rerata, E (Mpa)		Selisih (%)
				Pengujian	Teoritis	Pengujian	Teoritis	
0%	7 Hari	1	30,278	23997,876	25861,940	23528,662	25744,175	-8,61
		2	29,326	21677,555	25452,031			
		3	30,411	24910,554	25918,553			
	14 Hari	1	27,172	22030,266	24499,768	23148,640	25024,130	-7,49
		2	28,420	25693,145	25055,726			
		3	29,475	21722,508	25516,896			
	28 Hari	1	29,012	21988,331	25315,467	21939,722	25008,878	-12,27
		2	27,952	23289,315	24848,531			
		3	27,983	20541,519	24862,635			
5%	7 Hari	1	30,982	22623,187	26160,991	22050,013	25250,295	-12,67
		2	25,705	22886,100	23828,959			
		3	30,042	20640,752	25760,935			
	14 Hari	1	29,752	21495,806	25636,374	22680,806	25460,153	-10,92
		2	31,266	24488,172	26280,445			
		3	27,092	22058,441	24463,639			

Lanjutan Tabel 5.31

Varian Damdex	Umur Uji	No. Sampel	f'c (Mpa)	Modulus Elastisitas, E (Mpa)		Modulus Elastisitas Rerata, E (Mpa)		Selisih (%)
				Pengujian	Teoritis	Pengujian	Teoritis	
5%	28 Hari	1	26,816	19328,319	24338,425	23789,805	24800,316	-4,07
		2	29,315	28620,546	25447,421			
		3	27,429	23420,549	24615,101			
6%	7 Hari	1	33,758	23805,702	27307,659	23471,328	25543,096	-8,11
		2	27,431	22054,021	24615,870			
		3	27,631	24554,262	24705,759			
	14 Hari	1	30,873	21677,850	26114,950	22085,782	25715,310	-14,11
		2	29,508	22497,169	25531,055			
		3	29,436	22082,328	25499,926			
	28 Hari	1	30,181	23089,842	25820,499	25334,983	25115,215	0,88
		2	26,679	26896,358	24276,534			
		3	28,859	26018,750	25248,613			
7%	7 Hari	1	32,783	27020,248	26910,565	26741,073	26197,610	2,07
		2	29,216	25453,729	25404,268			
		3	31,260	27749,243	26277,997			

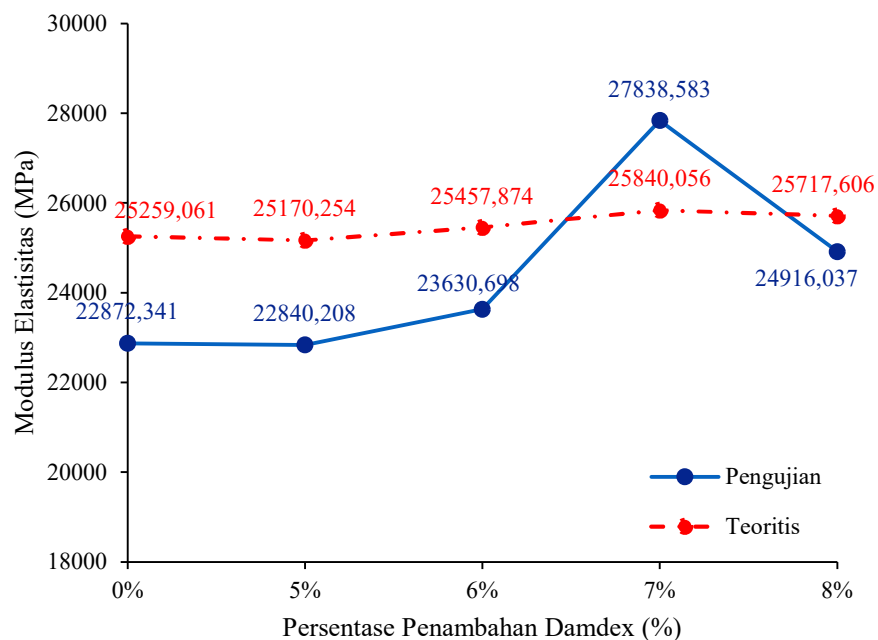
Lanjutan Tabel 5.31

Varian Damdex	Umur Uji	No. Sampel	f'c (Mpa)	Modulus Elastisitas, E (Mpa)		Modulus Elastisitas Rerata, E (Mpa)		Selisih (%)
				Pengujian	Teoritis	Pengujian	Teoritis	
7%	14 Hari	1	29,970	28974,439	25729,979	28616,943	25825,942	10,81
		2	27,713	27174,813	24742,146			
		3	33,015	29701,578	27005,702			
	28 Hari	1	28,568	23063,054	25120,933	28157,732	25496,615	10,44
		2	28,796	29436,695	25221,126			
		3	30,951	31973,447	26147,787			
8%	7 Hari	1	27,503	27293,335	24648,481	24910,621	25498,131	-2,30
		2	26,638	23056,763	24257,614			
		3	34,455	24381,765	27588,297			
	14 Hari	1	31,426	23708,376	26347,517	25171,787	26025,437	-3,28
		2	32,334	27052,811	26725,634			
		3	28,301	24754,175	25003,161			
	28 Hari	1	29,537	25823,925	25543,635	24665,702	25629,249	-3,76
		2	31,921	25783,830	26554,431			
		3	27,819	22389,351	24789,680			

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5.31 di atas, nilai modulus elastisitas pada tiap variasi kadar Damdex dengan umur uji yang berbeda menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan seperti pada Tabel 5.32 berikut, sehingga diambil nilai rata-rata modulus elastisitas dari tiga umur uji yang berbeda. Selanjutnya diplot grafik hubungan modulus elastisitas beton dengan kadar penambahan Damdex pada campuran beton yang dapat dilihat pada Gambar 5.19.

Tabel 5.32 Persentase Perubahan Modulus Elastisitas Beton Terhadap Umur Beton pada Berbagai Variasi Kadar Damdex

Umur Beton	Persentase Perubahan Modulus Elastisitas Beton pada Berbagai Variasi Kadar Damdex (%)				
	0%	5%	6%	7%	8%
7 Hari	0	0	0	0	0
14 Hari	-1,62	2,86	-5,90	7,01	1,05
28 Hari	-6,75	7,89	7,94	5,30	-0,98



Gambar 5.19 Hubungan Modulus Elastisitas Beton dengan Kadar Penambahan Damdex

Berdasarkan Gambar 5.19 di atas dapat dilihat bahwa penambahan Damdex pada campuran beton memengaruhi nilai modulus elastisitas beton hasil pengujian. Modulus elastisitas beton cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kadar Damdex pada campuran beton. Hal ini dikarenakan modulus elastisitas akan meningkat seiring dengan meningkatnya kuat tekan beton (Widiarsa, 2006). Selanjutnya dilakukan perbandingan modulus elastisitas pengujian dan modulus elastisitas teoritis menurut SNI 2847:2019. Perbedaan nilai modulus elastisitas hasil pengujian dengan modulus elastisitas teoritis yang disyaratkan pada SNI 2847:2019 adalah sebesar 20%. Berdasarkan Tabel 5.31, maka modulus elastisitas hasil pengujian telah memenuhi ketentuan SNI 2847:2019.

5.7 Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Pengujian absorpsi dilakukan dengan memasukkan sampel kubus ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Setelah itu sampel ditimbang pada kondisi kering oven. Selanjutnya sampel direndam dalam air selama 48 jam. Setelah proses perendaman selesai, sampel dikeringkan dengan menggunakan kain kering untuk menghilangkan kelembapan permukaan. Setelah itu sampel ditimbang pada kondisi kering permukaan. Adapun perhitungan absorpsi beton adalah sebagai berikut.

1. Absorpsi beton varian Damdex 5% umur 7 hari sampel 1

$$\begin{aligned} P_A &= \frac{B-A}{A} \times 100 \\ &= \frac{7,913-7,692}{7,692} \times 100 \\ &= 2,873\% \end{aligned}$$

2. Absorpsi beton varian Damdex 5% umur 14 hari sampel 1

$$\begin{aligned} P_A &= \frac{B-A}{A} \times 100 \\ &= \frac{8,206 - 7,985}{7,985} \times 100 \\ &= 2,768\% \end{aligned}$$

3. Absorpsi beton varian Damdex 5% umur 28 hari sampel 1

$$P_A = \frac{B-A}{A} \times 100$$

$$= \frac{8,178-7,975}{7,975} \times 100$$

$$= 2,545\%$$

Dengan cara yang sama dihitung pula absorpsi beton untuk sampel-sampel pada varian lainnya, sehingga diperoleh rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

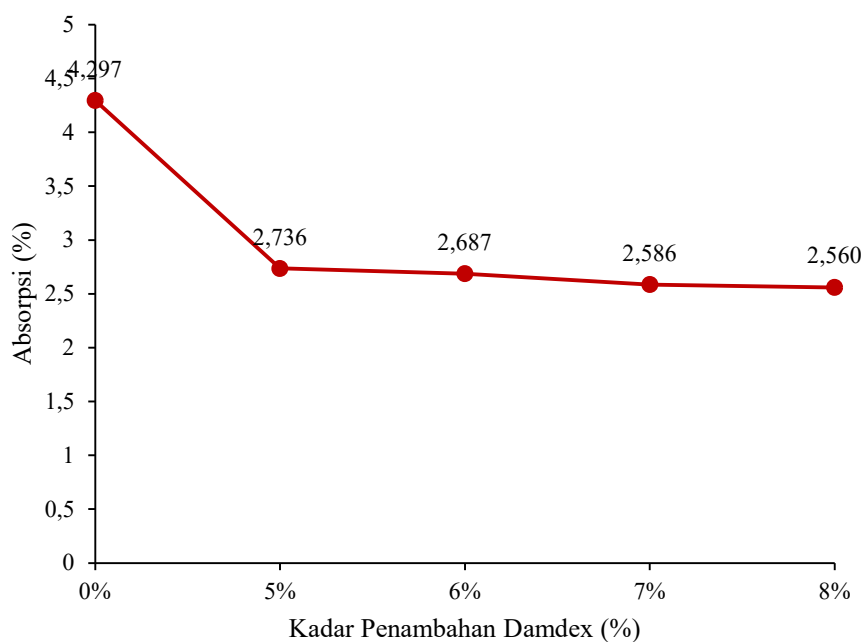
Tabel 5.33 Rekapitulasi Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Berat Kering Oven (kg)	Berat Kering Permukaan (kg)	Absorpsi (%)	Absorpsi Rerata (%)
0%	7 Hari	1	7,918	8,252	4,218	4,297
		2	7,657	7,992	4,375	
	14 Hari	1	7,976	8,296	4,012	4,046
		2	7,894	8,216	4,079	
	28 Hari	1	7,940	8,262	4,055	3,992
		2	7,892	8,202	3,928	
5%	7 Hari	1	7,692	7,913	2,873	2,736
		2	8,043	8,252	2,599	
	14 Hari	1	7,985	8,206	2,768	2,740
		2	7,705	7,914	2,713	
	28 Hari	1	7,975	8,178	2,545	2,673
		2	7,854	8,074	2,801	
6%	7 Hari	1	7,923	8,130	2,613	2,687
		2	7,786	8,001	2,761	
	14 Hari	1	7,852	8,049	2,509	2,553
		2	7,853	8,057	2,598	
	28 Hari	1	7,944	8,144	2,518	2,661
		2	8,056	8,282	2,805	
7%	7 Hari	1	8,108	8,299	2,356	2,586
		2	7,811	8,031	2,817	
	14 Hari	1	8,100	8,296	2,420	2,553
		2	7,820	8,030	2,685	
	28 Hari	1	7,963	8,134	2,147	2,410
		2	7,857	8,067	2,673	
8%	7 Hari	1	7,923	8,131	2,625	2,560
		2	8,055	8,256	2,495	
	14 Hari	1	7,727	7,909	2,355	2,411
		2	8,107	8,307	2,467	
	28 Hari	1	8,159	8,353	2,378	2,247
		2	7,888	8,055	2,117	

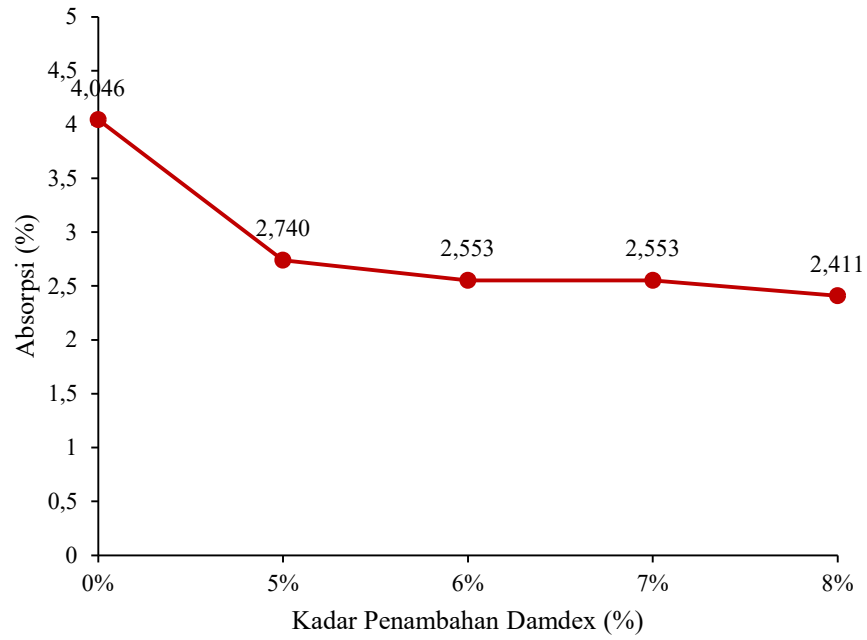
Berdasarkan Tabel 5.33 di atas didapatkan nilai absorpsi beton rata-rata pada penambahan Damdex sebanyak 0%, 5%, 6%, 7% dan 8% untuk umur uji 7 hari secara berturut-turut sebesar 4,297%, 2,736%, 2,687%, 2,586% dan 2,560%. Untuk umur uji 14 hari secara berturut-turut sebesar 4,046%, 2,740%, 2,553%, 2,553% dan 2,411%. Sedangkan untuk umur uji 28 hari secara berturut-turut sebesar 3,992%, 2,673%, 2,661%, 2,410% dan 2,247%.

5.7.2 Hubungan Absorpsi Beton dengan Variasi Penambahan Damdex

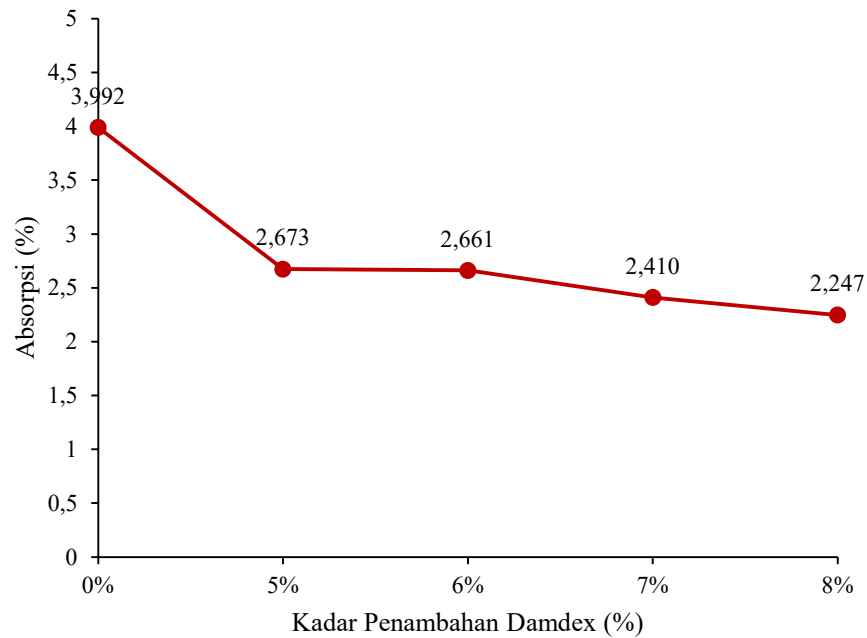
Adapun grafik hubungan absorpsi beton dengan kadar penambahan Damdex pada campuran beton untuk masing-masing umur uji dapat dilihat pada Gambar 5.20, Gambar 5.21 dan Gambar 5.22 berikut.



Gambar 5.20 Hubungan Absorpsi Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 7 Hari



Gambar 5.21 Hubungan Absorpsi Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 14 Hari



Gambar 5.22 Hubungan Absorpsi Beton dengan Kadar Penambahan Damdex pada Umur Beton 28 Hari

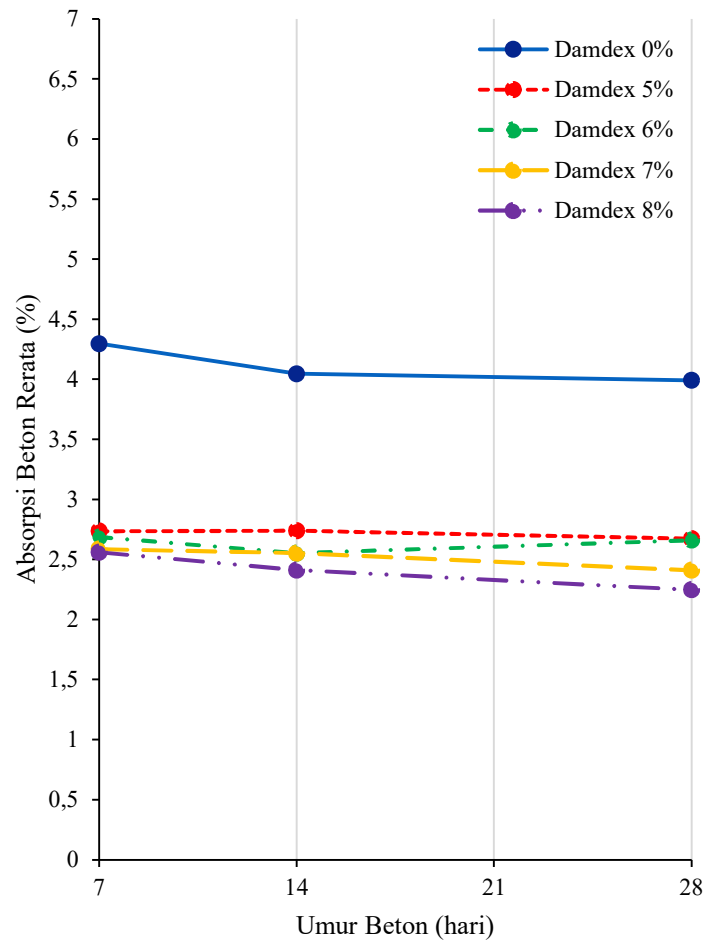
Tabel 5.34 Persentase Penurunan Absorpsi Beton dengan Penambahan Damdex terhadap Beton Normal

Variasi Kadar Damdex	Persentase Penurunan Absorpsi Beton pada Umur Beton Tertentu (%)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
5%	-36,33	-32,33	-33,03
6%	-37,46	-36,89	-33,32
7%	-39,81	-36,90	-39,62
8%	-40,41	-40,40	-43,70

Pada Gambar 5.20, Gambar 5.21 dan Gambar 5.22 di atas dapat dilihat bahwa penambahan Damdex pada campuran beton memengaruhi nilai absorpsi pada beton. Absorpsi beton menurun seiring dengan meningkatnya kadar Damdex dalam campuran beton. Namun, perbedaan nilai absorpsi paling signifikan terjadi antara beton tanpa Damdex (beton normal) dengan beton menggunakan Damdex, sedangkan perbedaan nilai absorpsi pada beton yang menggunakan Damdex dengan beberapa variasi kadar tidak terjadi secara signifikan atau relatif tetap, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.34 di atas. Pada pembahasan subbab sebelumnya mengenai hubungan berat volume beton dengan kadar penambahan Damdex tidak terdapat perbedaan berat volume yang signifikan antara beton normal dengan beton Damdex, namun dari nilai absorpsi perbedaan yang terjadi cukup signifikan. Hal ini dikarenakan pada berat volume beton yang relatif sama, pori-pori pada beton normal terisi oleh air sepenuhnya, sedangkan pada beton dengan penambahan Damdex sebagian air tergantikan oleh cairan Damdex, di mana fungsi Damdex sendiri bekerja sebagai pengisi pori-pori pada beton. Hasil ini telah sesuai dengan klaim Damdex yaitu sebagai anti bocor.

5.7.3 Hubungan Absorpsi Beton dengan Umur Beton

Adapun grafik hubungan antara absorpsi beton dengan umur beton dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut.



Gambar 5.23 Hubungan Absorpsi Beton dengan Umur Beton

Berdasarkan Gambar 5.23 dapat dilihat bahwa umur beton tidak memengaruhi absorpsi pada beton. Nilai absorpsi beton baik pada beton normal maupun beton dengan penambahan Damdex cenderung tetap dari umur 7 hari sampai umur 28 hari. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Harahap (2018), di mana tidak terjadi perbedaan absorpsi yang signifikan pada beton umur 14 hari dan 28 hari.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan Damdex pada campuran beton sebanyak 5% sampai 8% dari berat semen memengaruhi mutu beton, yaitu meningkatkan kuat tekan beton hingga 14,80% dan menurunkan absorpsi beton hingga 43,70%.
2. Nilai kuat tekan beton tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% dari berat semen dengan hasil sebagai berikut.
 - a. Pada umur beton 7 hari, kuat tekan beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% adalah 31,609 MPa atau 11,37% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal.
 - b. Pada umur beton 14 hari, kuat tekan beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% adalah 31,524 MPa atau 14,80% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal.
 - c. Pada umur beton 28 hari, kuat tekan beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% adalah 30,611 MPa atau 10,24% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal.
3. Nilai absorpsi beton terendah terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% dari berat semen dengan hasil sebagai berikut.
 - a. Pada umur beton 7 hari, absorpsi beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% adalah 2,560% atau 40,41% lebih rendah dari absorpsi beton normal.
 - b. Pada umur beton 14 hari, absorpsi beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% adalah 2,411% atau 40,40% lebih rendah dari absorpsi beton normal.

- c. Pada umur beton 28 hari, absorpsi beton dengan penambahan Damdex sebanyak 8% adalah 2,247 atau 43,70% lebih rendah dari absorpsi beton normal.
4. Penambahan Damdex pada campuran beton sebanyak 5% sampai 8% dari berat semen memengaruhi pengembangan kekuatan beton terkait dengan umur beton. Persentase kuat tekan beton tertinggi di umur 7 hari dan 14 hari terjadi pada beton dengan penambahan Damdex sebanyak 5%. Kuat tekan yang tercapai pada umur 7 hari adalah 68,36% atau 3,36% lebih tinggi dari persentase kuat tekan beton menurut PBI 1971 dan 1,93% lebih tinggi dari persentase kuat tekan beton normal, sedangkan kuat tekan yang tercapai pada umur 14 hari adalah 91,34% atau 3,34% lebih tinggi dari persentase kuat tekan beton menurut PBI 1971 dan 4,32% lebih tinggi dari persentase kuat tekan beton normal.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa hal berikut dapat dijadikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya tentang pengaruh penggunaan bahan tambah *waterproofing* Damdex pada campuran beton terhadap mutu beton.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kuat tekan beton dengan kadar penambahan Damdex di atas 8%.
2. Perlu dilakukan pengujian-pengujian beton yang lain, seperti kuat tarik belah dan kuat lentur untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan Damdex.
3. Perlu mengkaji lebih lanjut mengenai kandungan kimia yang ada dalam Damdex.
4. Perlu melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan Damdex terhadap mutu beton pada umur beton 3 hari dan 21 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitrawansyah, Dian, Lakawa, Irwan, dan Sulaiman. 2020. Pengaruh Penambahan Admixture terhadap Kuat Tekan Beton dari Berbagai Merek Semen. *Sultra Civil Engineering Journal*. Vol.1 No.2. Kendari.
- Harahap, Reza Suhwandi. 2018. *Analisa Kuat Tekan Beton dan Penyerapan Air Dengan Kombinasi Filler Abu Ampas Tebu dan Botol Kaca Substitusi Pasir*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Harianja, Jhonson A. dan Barus, Efram. 2008. Penggunaan Damdex sebagai Bahan Tambah pada Campuran Beton. *Majalah Ilmiah UKRIM*. Thn. XII No.2. Yogyakarta.
- Mindess, Sidney, Young, J. Francis, dan Darwin, David. 2003. *Concrete: Second Edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey.
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Nawy, Edgar G. 2010. *BETON BERTULANG – Suatu Pendekatan Dasar*. PT Refika Aditama. Bandung.
- Nisa, Nida Khairun. 2016. *Pengaruh Penambahan Damdex (Waterproofing) pada Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Medan.
- Nurmaidah. 2017. *Penggunaan Bahan Tambah Damdex (Waterproofing) pada Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Medan.
- Olil, Novita H., Laya, Arqam, dan Nur, Kasmat Saleh. 2015. *Pengaruh Penambahan Damdex pada Campuran terhadap Kuat Tekan Beton yang Mengalami Suhu Tinggi*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (Cetakan ke 7)*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Jakarta.
- Popovics, Sandor. 1992. *Concrete Materials: Properties, Specifications and Testing*. Noyes Publications. New Jersey.
- SNI 1974. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

- SNI 2049. 2004. *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2495. 1991. *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2834. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2847. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 4169. 1996. *Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton dengan Kompresometer*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 6433. 2016. *Metode Uji Densitas, Penyerapan, dan Rongga dalam Beton Keras*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 6861.1. 2002. *Spesifikasi Bahan Bangunan – Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.CV. Bandung.
- Tjokrodinuljo, K. 1995. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widiarsa, Ida Bagus Rai. 2006. *Hubungan Antara Modulus Elastisitas dengan Kuat Tekan pada Beton yang Dibuat dengan Menggunakan Semen Portland-Pozzolan Maupun Semen Portland Tipe I*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana. Denpasar.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penggunaan Laboratorium

Nomor : 104/Ka. Prodi/20/TS/XI/2021
Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Teknik Sipil UII

Kepada Yth:

Koordinator Laboratorium Jurusan
Teknik Sipil FTSP Universitas Islam
Indonesia
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Miqdad Khosyi Akbar
NIM : 18511221
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen pembimbing TA : Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah *Waterproofing* Damdex terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan permohonan untuk meminjam peralatan beserta fasilitas Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.


Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

Yogyakarta, 28 Oktober 2021
Pemohon

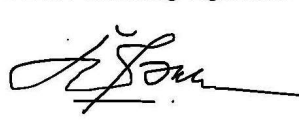

Miqdad Khosyi Akbar
NIM: 18511221

Menyetujui
Koordinator Laboratorium



Ir. Bambang Sulistiono, MSCE

Menyetujui
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.

Menyetujui
Kepala Laboratorium Bahan
Konstruksi Teknik (BKT)



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

Catatan:

Kepala laboratorium Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng. menyetujui permohonan mahasiswa untuk melakukan pengujian dalam rangka penyelesaian tugas akhir pada tanggal:

1. 1 – 30 November 2021 Pembuatan Sampel
2. 1 – 30 Januari 2022 Pengujian Sampel

Nomor : 105/Ka. Prodi/20/TS/XI/2021
 Hal : Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Teknik Sipil UII

Kepada :

Yth. **Ketua Tim Satgas Covid 19**
 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Miqdad Khosyi Akbar
NIM	: 18511221
Program Studi	: Teknik Sipil
Dosen Pembimbing TA	: Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh Variasi Kadar Bahan Tambah <i>Waterproofing</i> Damdex terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton

Sehubungan dengan penelitian yang saya lakukan pada mata kuliah Tugas Akhir, maka bersama ini mengajukan ijin untuk memasuki lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta guna mendukung penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan bantuannya saya haturkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Menyetujui
 Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Helmy Akbar Bale, M.T.

Yogyakarta, 28 Oktober 2021
 Pemohon

Miqdad Khosyi Akbar
 NIM: 18511221



Mengetahui
 Kepala Program Studi Teknik Sipil

Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

Lampiran:

1. Surat Permohonan Izin Pemakaian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT)

Lampiran 2 Laporan Sementara Hasil Pemeriksaan Agregat

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR
AGREGAT HALUS
(SNI 03-1970-1990)**

Asal Pasir	Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	491	489	490
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1180	1179	1179,50
Berat piknometer berisi air, gram (B)	860	860	860
Berat jenis curah ($Bk/(B+500-Bt)$)	2,73	2,70	2,71
Berat jenis kering muka ($500/(B+500-Bt)$)	2,78	2,76	2,77
Berat jenis semu, ($Bk/(B+Bk-Bt)$)	2,87	2,88	2,87
Penyerapan air, ($((500-Bk)/(Bk \times 100))$)	1,83%	2,25%	2,04%

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

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

Asal Pasir	Progo
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	1

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40				
20				
10				
4,8	0	0	0	100
2,4	100	5	5	95
1,2	202	10,11	15,11	84,89
0,6	638	31,92	47,02	52,98
0,3	700	35,02	82,04	17,96
0,15	265	13,26	95,30	4,70
Pan	94	4,70		
Jumlah	1999	100	244,47	

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{244,47}{100} \\ &= 2,44 \end{aligned}$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 2,44 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 - 3,8 (SK SNI S-04-1989-F).

Gradasi Agregat Halus

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

Keterangan:

Daerah I : Pasir Kasar

Daerah II : Pasir Agak Kasar

Daerah III : Pasir Agak Halus

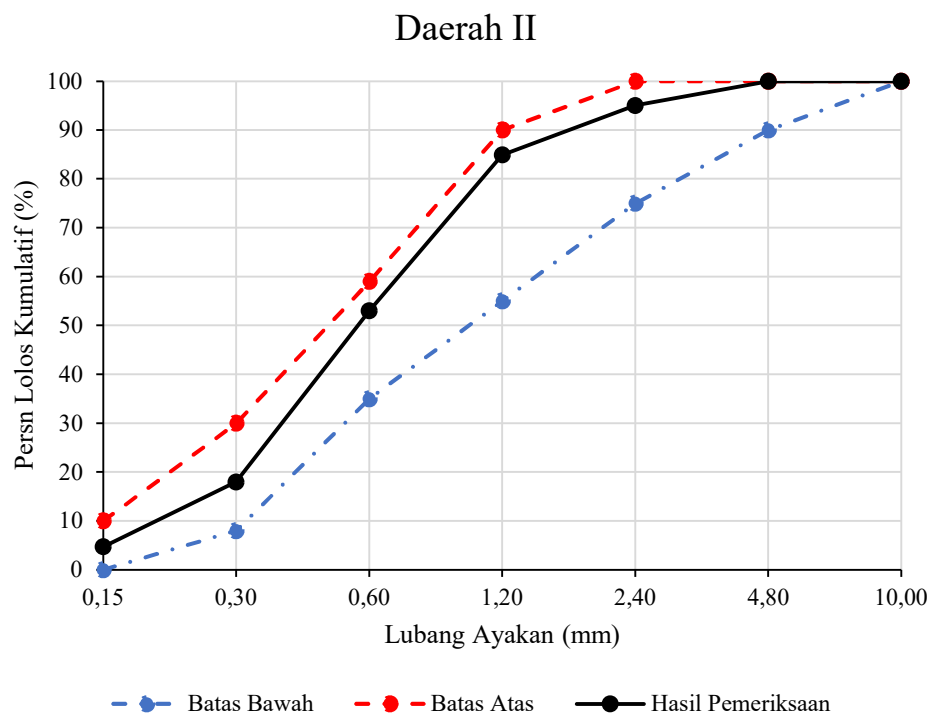
Daerah IV : Pasir Halus

Hasil Analisis Saringan:

Pasir masuk daerah : Daerah 2

Jenis Pasir : Pasir Agak Kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

(.....)

Dikerjakan oleh:

(Miqdad Khosyi Akbar)

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

Asal Pasir	Progo
Keperluan	Tugas Akhir
Sampel	2

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40				
20				
10				
4,8	1	0,05	0,05	99,95
2,4	122	6,11	6,16	93,84
1,2	249	12,46	18,62	81,38
0,6	695	34,78	53,4	46,6
0,3	665	33,28	86,69	13,31
0,15	198	9,91	96,6	3,4
Pan	68	3,4		
Jumlah	1998	100	261,51	

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{261,51}{100} \\ &= 2,62 \end{aligned}$$

Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 2,62 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 1,5 - 3,8 (SK SNI S-04-1989-F).

Gradasi Agregat Halus

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

Keterangan:

Daerah I : Pasir Kasar

Daerah II : Pasir Agak Kasar

Daerah III : Pasir Agak Halus

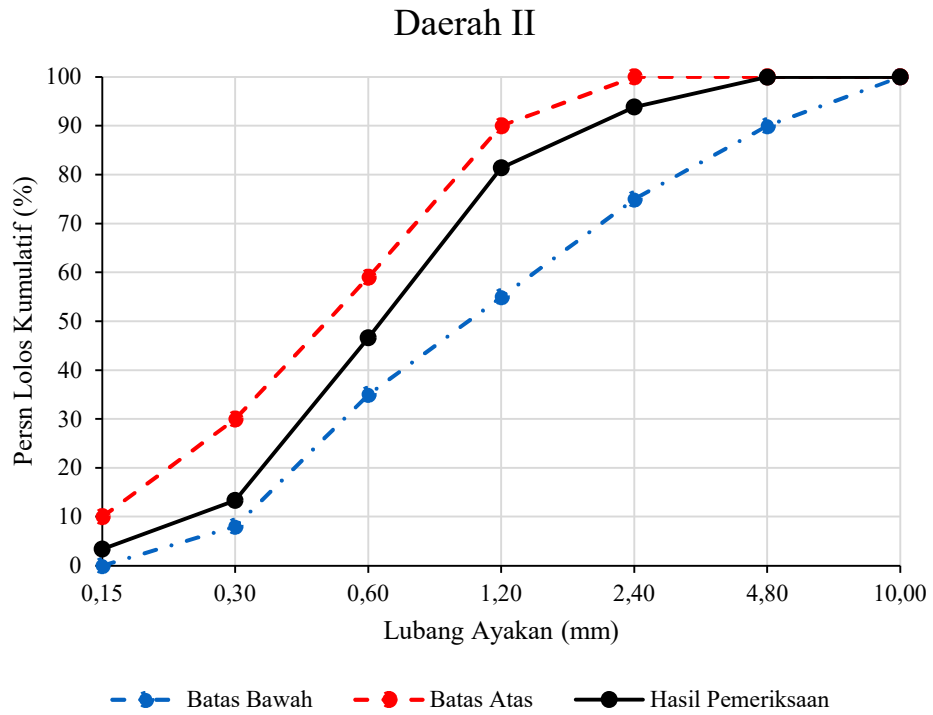
Daerah IV : Pasir Halus

Hasil Analisis Saringan:

Pasir masuk daerah : Daerah 2

Jenis Pasir : Pasir Agak Kasar

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS



Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:
Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

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

Asal Pasir	Progo
Keperluan	Tugas Akhir

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

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat agregat kering oven (W1), gram	500	500	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W2), gram	494	494	494
Persentase yang lolos ayakan No. 200 [(W1-W2/W1)]x100	1,2%	1,2%	1,2%

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:
Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	14,85 cm
Tinggi Silinder	29,8 cm

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1), gram	5222	5222	5222
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	13092	13122	13107
Berat agregat (W3), gram	7870	7900	7885
Volume tabung (V), cm ³	5161,3	5161,3	5161,3
Berat volume gembur (W3/V) gram/cm ³	1,53	1,53	1,53

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7885}{5161,3} \\
 &= 1,53 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT HALUS

Asal Pasir	Progo
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	14,85 cm
Tinggi Silinder	29,8 cm

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1), gram	5222	5222	5222
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	14047	14114	14080,5
Berat agregat (W3), gram	8825	8892	8858,5
Volume tabung (V), gram	5161,3	5161,3	5161,3
Berat volume padat (W3/V), gram/cm ³	1,71	1,72	1,715

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{8858,5}{5161,3} \\
 &= 1,715 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR
AGREGAT KASAR
(SNI 03-1970-1990)

Asal Agregat Kasar	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata- rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	4945	4960	4952,5
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3160	3162	3161
Berat jenis curah (Bk/(Bj-Ba))	2,69	2,70	2,69
Berat jenis kering muka (Bj/(Bj-Ba))	2,72	2,72	2,72
Berat jenis semu, (Bk/(Bk-Ba))	2,77	2,76	2,76
Penyerapan air, ((Bj-Bk)/(Bk x 100))	1,11%	0,81%	0,96%

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

**PEMERIKSAAN 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	0	100
20	0	0	0	100
10	3701	74,03	74,03	25,97
4,8	1176	23,52	97,56	2,44
2,4	96	1,92	99,48	0,52
1,2	4	0,08	99,56	0,44
0,6	0	0	99,56	0,44
0,3	0	0	99,56	0,44
0,15	0	0	99,56	0,44
Pan	22	0,44		
Jumlah	4999	100	669,31	

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{669,31}{100} \\ &= 6,69 \end{aligned}$$

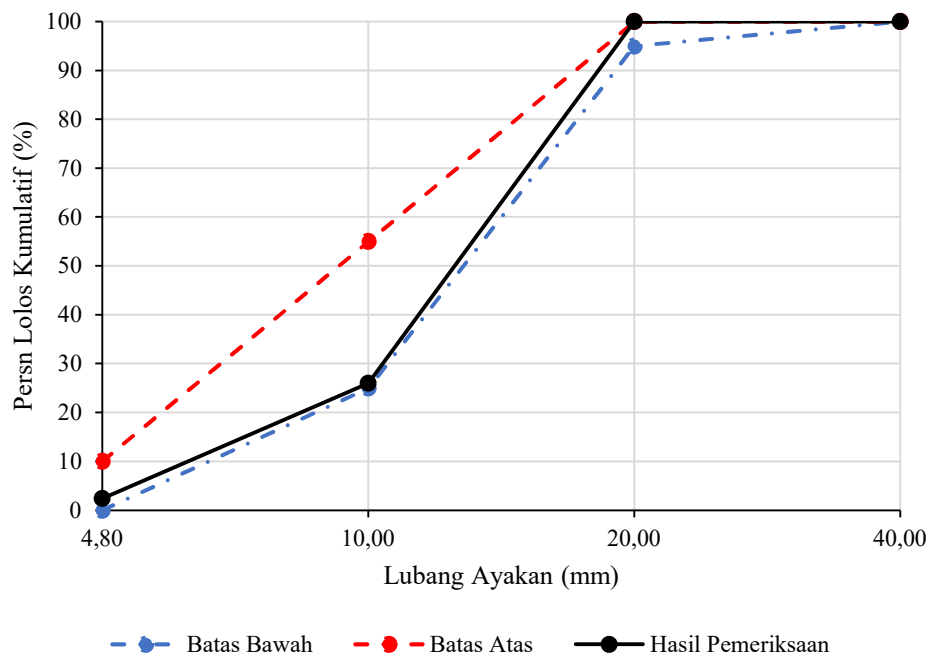
Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,69 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 5 - 8 (SK SNI S-04-1989-F).

Gradasi Agregat Kasar

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

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Ukuran Maksimum 20 mm



Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:
Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

**PEMERIKSAAN 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	0	100
20	0	0	0	100
10	3594	71,91	71,91	1,86
4,8	1311	26,23	98,14	0,26
2,4	80	1,6	99,74	0,22
1,2	2	0,04	99,78	0,22
0,6	0	0	99,78	0,22
0,3	0	0	99,78	0,22
0,15	0	0	99,78	0,22
Pan	11	0,22		
Jumlah	4998	100	668,91	

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{668,91}{100} \\ &= 6,69 \end{aligned}$$

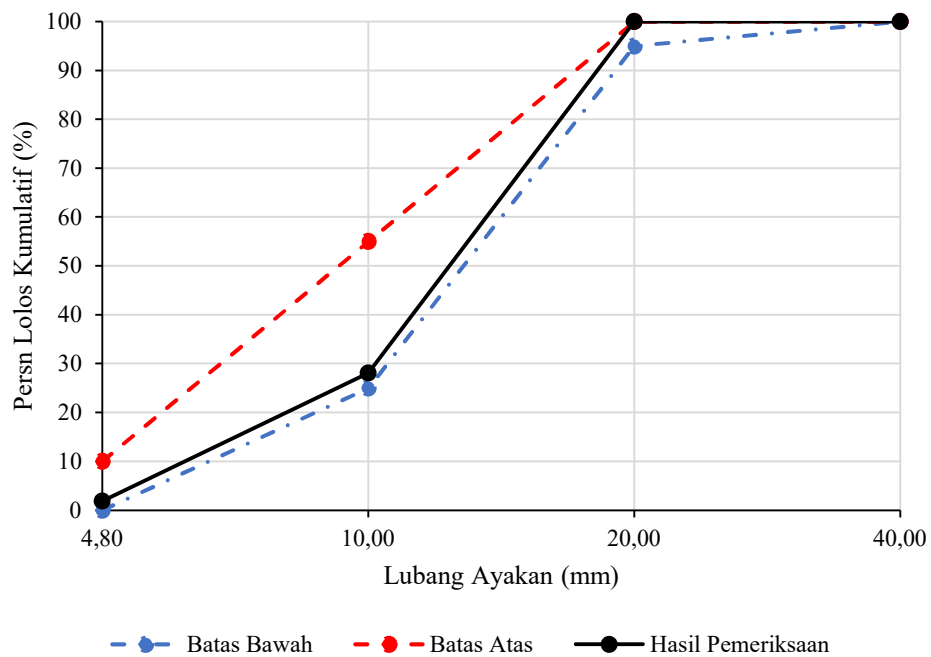
Nilai MHB yang didapatkan adalah sebesar 6,69 dan masih masuk ke dalam syarat yaitu 5 - 8 (SK SNI S-04-1989-F).

Gradasi Agregat Kasar

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

GAMBAR ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Ukuran Maksimum 20 mm



Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:
Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME GEMBUR AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	14,98 cm
Tinggi Silinder	30,06 cm

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1), gram	10519	10519	10519
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	17725	17677	17701
Berat agregat (W3), gram	7206	7158	7182
Volume tabung (V), cm ³	5294,94	5294,94	5294,94
Berat volume gembur (W3/V) gram/cm ³	1,36	1,35	1,355

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Gembur} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7182}{5294,94} \\
 &= 1,355 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME PADAT AGREGAT KASAR

Asal kerikil	Clereng
Keperluan	Tugas Akhir

Uraian	Hasil Pengukuran
Diameter Silinder	14,98 cm
Tinggi Silinder	30,06 cm

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1), gram	10519	10519	10519
Berat tabung + agregat SSD (W2), gram	18531	18482	18506,5
Berat agregat (W3), gram	8012	7963	7987,5
Volume tabung (V), cm ³	5294,94	5294,94	5294,94
Berat volume padat (W3/V) gram/cm ³	1,51	1,50	1,505

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume Padat} &= \frac{\text{Berat agregat}}{\text{Volume tabung}} \\
 &= \frac{7987,5}{5294,94} \\
 &= 1,505 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Yogyakarta, 10 November 2021

Diperiksa oleh:

Laboran

Dikerjakan oleh:

(.....)

(Miqdad Khosyi Akbar)

Lampiran 3 Laporan Sementara Hasil Perencanaan Campuran Beton

Formulir Perencanaan Campuran Beton (SNI 2834-2000)			
No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan beton yang disyaratkan	25	Mpa
2	Standar Deviasi	-	-
3	Nilai Tambah / Margin (M)	12	Mpa
4	Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan	37	Mpa
5	Jenis Semen	Tipe I	
6	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah	
	Jenis Agregat Halus	Alami	
7	Faktor air semen bebas (Fas)	0.5	
	Faktor air semen maksimum	0.6	
8	FAS digunakan	0.5	
9	Slump	10 ± 2	cm
10	Ukuran agregat maksimum	20	mm
11	Kadar air bebas	205	kg/m ³
12	Kadar semen	410.000	kg/m ³
13	Kadar semen maksimum	-	kg/m ³
14	Kadar semen minimum	275	kg/m ³
15	Kadar semen digunakan	410.00	kg/m ³
16	Fas disesuaikan	-	
17	Susunan besar butir agregat halus	Gradasi 2	
18	Berat jenis agregat kasar (SSD)	2.72	
	Berat jenis agregat halus (SSD)	2.77	
19	Persen Agregat Halus	41.50%	%
20	Persen Agregat Kasar	58.50%	%
21	Berat jenis relatif agregat gabungan (SSD)	2.74	
22	Berat isi Beton	2440	kg/m ³
23	Kadar agregat gabungan	1825.000	kg/m ³
24	Kadar agregat halus	757.375	kg/m ³
25	Kadar agregat kasar	1067.625	kg/m ³
26	Kadar semen dengan angka penyusutan	492.000	kg/m ³
27	Kadar agregat halus dengan angka penyusutan	908.850	kg/m ³
28	Kadar agregat kasar dengan angka penyusutan	1281.150	kg/m ³
29	Kadar air dengan angka penyusutan	246.000	kg/m ³

Lampiran 4 Laporan Sementara Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)				Tinggi (mm)				Volume (m ³)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rerata (kg/m ³)
			(1)	(2)	(3)	Rata-rata	(1)	(2)	(3)	Rata-rata				
0%	7 Hari	1	150,42	149,7	151,31	150,477	303,33	303	303,29	303,207	0,005392	12,897	2391,783	2377,633
		2	150,7	150,61	150,79	150,700	301,8	302	301,81	301,870	0,005384	12,738	2365,729	
		3	150	151,93	151,72	151,217	305,08	303,1	302,76	303,647	0,005453	12,941	2373,068	
		4	151,9	150,41	150,2	150,837	302,45	302,41	302	302,287	0,005402	12,823	2373,925	
		5	151,18	151,16	149,64	150,660	304,19	302,84	303,54	303,523	0,005411	12,898	2383,661	
	14 Hari	1	150,25	150,35	150,7	150,433	302,95	302,75	301,85	302,517	0,005377	12,926	2404,013	2412,601
		2	149,9	150,75	150,9	150,517	301	299,95	301,25	300,733	0,005351	12,898	2410,359	
		3	150,25	150,55	150	150,267	303,2	302,6	300,2	302,000	0,005356	13,017	2430,462	
		4	151,7	150,75	150,85	151,100	301,4	301,6	301,55	301,517	0,005407	12,978	2400,367	
		5	151,95	150,55	148,5	150,333	303,2	301,7	302,1	302,333	0,005366	12,975	2417,803	
	28 Hari	1	151,55	150,35	151,3	151,067	302,25	302	301,2	301,817	0,005410	13,033	2409,206	2398,719
		2	152	149,95	150,8	150,917	303,2	301,65	302,4	302,417	0,005410	12,981	2399,596	
		3	151,3	152,7	150,75	151,583	302,25	303,45	302,5	302,733	0,005463	12,979	2375,681	
		4	151,15	150,25	150,4	150,600	302,7	303,55	303,5	303,250	0,005402	13,009	2408,259	
		5	151	150,75	150	150,583	301,1	302,2	301,6	301,633	0,005372	12,897	2400,854	
5%	7 Hari	1	151,55	150,4	150,65	150,867	300,4	301,85	301,1	301,117	0,005383	12,835	2384,430	2389,281
		2	151,6	151,35	150,65	151,200	302	300,6	301,15	301,250	0,005409	12,914	2387,483	
		3	150,75	152	150,45	151,067	302,9	303,7	303,6	303,400	0,005438	12,91	2374,015	
		4	151	151	150,45	150,817	300,3	299,6	301,45	300,450	0,005367	12,961	2414,781	
		5	151,55	152,15	151,4	151,700	301,7	301,1	301,45	301,417	0,005448	12,997	2385,694	

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)				Tinggi (mm)				Volume (m3)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m3)	Berat Volume Rerata (kg/m3)
			(1)	(2)	(3)	Rata-rata	(1)	(2)	(3)	Rata-rata				
5%	14 Hari	1	151,7	150,35	151,5	151,183	301,15	301,35	302,05	301,517	0,005413	12,929	2388,669	2403,140
		2	150,7	150,95	150,1	150,583	300,9	300,4	301,45	300,917	0,005359	12,896	2406,385	
		3	149,8	150,5	149	149,767	302	301,4	301,65	301,683	0,005315	12,767	2402,245	
		4	150,9	149,6	149,15	149,883	300,65	301,6	301,9	301,383	0,005318	12,871	2420,452	
		5	151,6	150,8	150,45	150,950	303,25	302,9	302,3	302,817	0,005419	12,995	2397,951	
	28 Hari	1	150,6	150,45	151,85	150,967	302,1	302,6	303,3	302,667	0,005418	12,984	2396,580	2400,316
		2	150,15	150,05	150,65	150,283	301,9	303,1	300,7	301,900	0,005355	12,79	2388,339	
		3	151,2	151,65	149,6	150,817	302,7	302,65	303,35	302,900	0,005411	12,936	2390,629	
		4	151,3	151	150,5	150,933	303,35	303,1	304	303,483	0,005430	13,08	2408,866	
		5	152,6	150,95	151,35	151,633	303,5	303,1	301,3	302,633	0,005465	13,21	2417,168	
6%	7 Hari	1	150,45	150,1	150,75	150,433	299,8	301,45	300,7	300,650	0,005344	12,958	2424,927	2414,899
		2	151,8	150,8	150,9	151,167	300,3	301,65	300,25	300,733	0,005397	12,941	2397,642	
		3	150	150,75	151,1	150,617	301,9	302,65	303	302,517	0,005390	13,054	2421,912	
		4	151,5	151,15	150	150,883	299,9	300,3	300,25	300,150	0,005367	12,954	2413,755	
		5	150,65	150,2	150,7	150,517	299	298,55	298,4	298,650	0,005314	12,84	2416,259	
	14 Hari	1	150,5	149,9	149,55	149,983	301,7	301	303	301,900	0,005334	12,931	2424,338	2412,096
		2	151,25	149,5	149,8	150,183	302,25	302	302	302,083	0,005351	12,834	2398,291	
		3	150,95	150	150,15	150,367	300,7	298,6	298,55	299,283	0,005315	12,802	2408,808	
		4	148,55	149,2	151,6	149,783	302,25	303,5	300	301,917	0,005320	12,918	2428,238	
		5	150,85	150,95	151	150,933	301,6	298,6	298,85	299,683	0,005362	12,873	2400,805	

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)				Tinggi (mm)				Volume (m3)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m3)	Berat Volume Rerata (kg/m3)
			(1)	(2)	(3)	Rata-rata	(1)	(2)	(3)	Rata-rata				
6%	28 Hari	1	150,6	151	151,2	150,933	301,4	300,7	300,75	300,950	0,005385	12,906	2396,829	2411,866
		2	149,5	149,55	150,25	149,767	301,4	303	303,6	302,667	0,005332	12,804	2401,380	
		3	152,4	151,7	150,3	151,467	303,65	303,7	303,9	303,750	0,005473	13,165	2405,363	
		4	153	152,3	153,3	152,867	301,25	300,3	300	300,517	0,005515	13,201	2393,441	
		5	149,65	149,7	149	149,450	304	302,05	303,1	303,050	0,005316	13,09	2462,315	
7%	7 Hari	1	151,55	150	150,5	150,683	301,8	304	304	303,267	0,005408	13,063	2415,449	2400,678
		2	150,85	151,4	150,7	150,983	300,1	300,3	300,35	300,250	0,005376	12,907	2401,012	
		3	150,6	153	153,2	152,267	303	301,65	303,4	302,683	0,005512	13,224	2399,246	
		4	150,9	151	150,8	150,900	302,8	304,9	304,4	304,033	0,005437	13,065	2402,812	
		5	151,7	151,75	151,2	151,550	301,9	300,3	302,55	301,583	0,005440	12,974	2384,870	
	14 Hari	1	150,65	151	150,25	150,633	301,9	302,1	301,15	301,717	0,005377	12,895	2398,225	2403,020
		2	151	149	149,5	149,833	300,1	299,5	299,45	299,683	0,005284	12,723	2407,799	
		3	150,55	148,4	149,55	149,500	301,35	302,7	301,25	301,767	0,005297	12,772	2411,101	
		4	151,6	151,15	150,05	150,933	302	304,4	301,8	302,733	0,005417	12,973	2395,080	
		5	150,35	149,75	150,2	150,100	301,5	301,2	301,9	301,533	0,005336	12,821	2402,898	
28 Hari	1	153,4	151,9	153,6	152,967	303,2	303,35	303,1	303,217	0,005572	13,295	2385,898	2396,394	
	2	151,7	149,8	149	150,167	300	302	301,25	301,083	0,005332	12,769	2394,601		
	3	152,3	150,5	150,5	151,100	304	300,05	303	302,350	0,005422	12,994	2396,702		
	4	151,95	150,6	153,2	151,917	302,8	302,9	303,75	303,150	0,005495	13,173	2397,322		
	5	152,4	152,55	149,5	151,483	303,7	302,2	303,6	303,167	0,005464	13,154	2407,447		

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)				Tinggi (mm)				Volume (m3)	Berat (kg)	Berat Volume (kg/m3)	Berat Volume Rerata (kg/m3)
			(1)	(2)	(3)	Rata-rata	(1)	(2)	(3)	Rata-rata				
8%	7 Hari	1	151,3	150,55	151,05	150,967	304,9	303,1	302,05	303,350	0,005430	12,912	2377,921	2418,572
		2	150,3	151,45	151,2	150,983	302,6	303,2	303,2	303,000	0,005425	12,997	2395,811	
		3	149,85	151,05	151,5	150,800	304,8	305	304,7	304,833	0,005444	13,258	2435,135	
		4	150,35	150,2	151,45	150,667	300,95	300,6	299,8	300,450	0,005357	13,099	2445,354	
		5	149,8	152	150,3	150,700	303,5	302	301,45	302,317	0,005392	13,15	2438,638	
	14 Hari	1	151,2	148,7	150,7	150,200	302	304,3	303,15	303,150	0,005371	12,875	2396,955	2412,961
		2	150,4	151,5	151,3	151,067	303,6	303,55	304	303,717	0,005444	13,111	2408,463	
		3	150,7	149,6	149,65	149,983	303	300,75	303,4	302,383	0,005342	12,862	2407,547	
		4	150	150,2	149,15	149,783	303,7	300,55	301,9	302,050	0,005322	12,975	2437,876	
		5	150,85	151,6	152,7	151,717	305	303,6	304,8	304,467	0,005504	13,287	2413,964	
	28 Hari	1	152,2	149,9	151,35	151,150	304,7	304,3	304,1	304,367	0,005461	12,973	2375,402	2399,954
		2	151,55	150,9	149,9	150,783	304	304,4	304,95	304,450	0,005436	13,079	2405,814	
		3	151,15	150	150,4	150,517	300,55	299,9	301,2	300,550	0,005348	12,756	2385,276	
		4	151,2	151	150,55	150,917	301,2	302,1	301,6	301,633	0,005396	13,109	2429,551	
		5	152	152,25	152,1	152,117	304,1	301,25	304,1	303,150	0,005509	13,243	2403,728	

Lampiran 5 Laporan Sementara Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
0%	7 Hari	1	150,477	17783,949	350	19,681	18,448	0,65	30,278	28,381
		2	150,700	17836,777	340	19,062		0,65	29,326	
		3	151,217	17959,292	355	19,767		0,65	30,411	
		4	150,837	17869,143	302	16,901		0,65	26,001	
		5	150,660	17827,310	300	16,828		0,65	25,889	
	14 Hari	1	150,433	17773,708	425	23,912	24,166	0,88	27,172	27,461
		2	150,517	17793,405	445	25,009		0,88	28,420	
		3	150,267	17734,346	460	25,938		0,88	29,475	
		4	151,100	17931,590	400	22,307		0,88	25,349	
		5	150,333	17750,086	420	23,662		0,88	26,888	
	28 Hari	1	151,067	17923,680	520	29,012	27,769	1,00	29,012	27,769
		2	150,917	17888,103	500	27,952		1,00	27,952	
		3	151,583	18046,492	505	27,983		1,00	27,983	
		4	150,600	17813,113	505	28,350		1,00	28,350	
		5	150,583	17809,171	455	25,549		1,00	25,549	
5%	7 Hari	1	150,867	17876,252	360	20,138	19,564	0,65	30,982	30,098
		2	151,200	17955,333	300	16,708		0,65	25,705	
		3	151,067	17923,680	350	19,527		0,65	30,042	
		4	150,817	17864,405	350	19,592		0,65	30,142	
		5	151,700	18074,282	395	21,854		0,65	33,622	

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
	14 Hari	1	151,183	17951,375	470	26,182	26,140	0,88	29,752	29,705
		2	150,583	17809,171	490	27,514		0,88	31,266	
		3	149,767	17616,524	420	23,841		0,88	27,092	
		4	149,883	17643,980	450	25,504		0,88	28,982	
		5	150,950	17896,006	495	27,660		0,88	31,432	
	28 Hari	1	150,967	17899,958	480	26,816	28,619	1,00	26,816	28,619
		2	150,283	17738,281	520	29,315		1,00	29,315	
		3	150,817	17864,405	490	27,429		1,00	27,429	
		4	150,933	17892,054	550	30,740		1,00	30,740	
		5	151,633	18058,399	520	28,795		1,00	28,795	
6%	7 Hari	1	150,433	17773,708	390	21,943	19,731	0,65	33,758	30,355
		2	151,167	17947,417	320	17,830		0,65	27,431	
		3	150,617	17817,056	320	17,960		0,65	27,631	
		4	150,883	17880,202	390	21,812		0,65	33,557	
		5	150,517	17793,405	340	19,108		0,65	29,397	
	14 Hari	1	149,983	17667,532	480	27,168	26,394	0,88	30,873	29,993
		2	150,183	17714,682	460	25,967		0,88	29,508	
		3	150,367	17757,958	460	25,904		0,88	29,436	
		4	149,783	17620,445	455	25,822		0,88	29,343	
		5	150,933	17892,054	485	27,107		0,88	30,803	
	28 Hari	1	150,933	17892,054	540	30,181	29,076	1,00	30,181	29,076
		2	149,767	17616,524	470	26,679		1,00	26,679	
		3	151,467	18018,723	520	28,859		1,00	28,859	

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
		4	152,867	18353,355	530	28,878		1,00	28,878	
		5	149,450	17542,106	540	30,783		1,00	30,783	
7%	7 Hari	1	150,683	17832,832	380	21,309	20,140	0,65	32,783	30,985
		2	150,983	17903,911	340	18,990		0,65	29,216	
		3	152,267	18209,565	370	20,319		0,65	31,260	
		4	150,900	17884,152	350	19,570		0,65	30,108	
		5	151,550	18038,556	370	20,512		0,65	31,556	
	14 Hari	1	150,633	17820,999	470	26,373	26,919	0,88	29,970	30,589
		2	149,833	17632,211	430	24,387		0,88	27,713	
		3	149,500	17553,845	510	29,053		0,88	33,015	
		4	150,933	17892,054	515	28,784		0,88	32,709	
		5	150,100	17695,028	460	25,996		0,88	29,541	
	28 Hari	1	152,967	18377,375	525	28,568	29,945	1,00	28,568	29,945
		2	150,167	17710,750	510	28,796		1,00	28,796	
		3	151,100	17931,590	555	30,951		1,00	30,951	
		4	151,917	18125,948	570	31,447		1,00	31,447	
		5	151,483	18022,689	540	29,962		1,00	29,962	
8%	7 Hari	1	150,967	17899,958	320	17,877	20,546	0,65	27,503	31,609
		2	150,983	17903,911	310	17,315		0,65	26,638	
		3	150,800	17860,457	400	22,396		0,65	34,455	
		4	150,667	17828,887	395	22,155		0,65	34,085	
		5	150,700	17836,777	410	22,986		0,65	35,363	
	14 Hari	1	150,200	17718,614	490	27,655	27,741	0,88	31,426	31,524

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Diameter (mm)	Luas Penampang (mm²)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Umur Uji (MPa)	Kuat Tekan Umur Uji Rerata (MPa)	Angka Konversi Umur Uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
		2	151,067	17923,680	510	28,454		0,88	32,334	
		3	149,983	17667,532	440	24,904		0,88	28,301	
		4	149,783	17620,445	500	28,376		0,88	32,246	
		5	151,717	18078,253	530	29,317		0,88	33,315	
	28 Hari	1	151,150	17943,460	530	29,537	30,611	1,00	29,537	30,611
		2	150,783	17856,509	570	31,921		1,00	31,921	
		3	150,517	17793,405	495	27,819		1,00	27,819	
		4	150,917	17888,103	570	31,865		1,00	31,865	
		5	152,117	18173,705	580	31,914		1,00	31,914	

Lampiran 6 Laporan Sementara Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

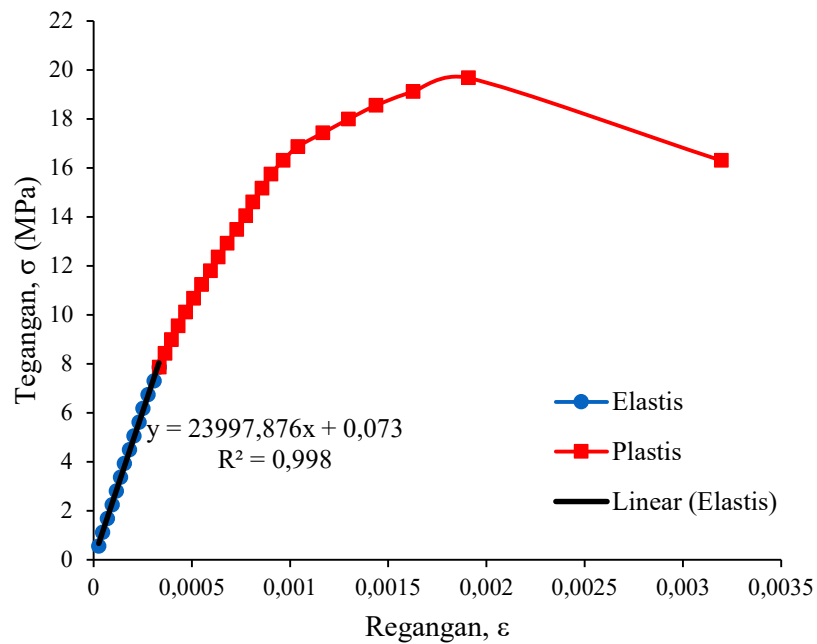
Modulus Elastisitas Beton S-0-7 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30,278 Mpa
Diameter	150,477 mm
Tinggi	303,207 mm
Luas	17783,949 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	10	0,005	0,000025	0,5623
20	20000	18	0,009	0,000045	1,1246
30	30000	27,5	0,01375	0,00006875	1,6869
40	40000	37,5	0,01875	0,00009375	2,2492
50	50000	46	0,023	0,000115	2,8115
60	60000	54	0,027	0,000135	3,3738
70	70000	62	0,031	0,000155	3,9361
80	80000	72,5	0,03625	0,00018125	4,4984
90	90000	81,5	0,04075	0,00020375	5,0607
100	100000	91,9	0,04595	0,00022975	5,6230
110	110000	99,9	0,04995	0,00024975	6,1854
120	120000	110,4	0,0552	0,000276	6,7477
130	130000	122,9	0,06145	0,00030725	7,3100
140	140000	132,9	0,06645	0,00033225	7,8723
150	150000	144,9	0,07245	0,00036225	8,4346
160	160000	157,9	0,07895	0,00039475	8,9969
170	170000	171,4	0,0857	0,0004285	9,5592
180	180000	186,4	0,0932	0,000466	10,1215
190	190000	202,9	0,10145	0,00050725	10,6838
200	200000	219,4	0,1097	0,0005485	11,2461
210	210000	237,4	0,1187	0,0005935	11,8084
220	220000	253,3	0,12665	0,00063325	12,3707
230	230000	271,3	0,13565	0,00067825	12,9330
240	240000	290,8	0,1454	0,000727	13,4953

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
250	250000	308,8	0,1544	0,000772	14,0576
260	260000	323,3	0,16165	0,00080825	14,6199
270	270000	342,3	0,17115	0,00085575	15,1822
280	280000	360,8	0,1804	0,000902	15,7445
290	290000	385,3	0,19265	0,00096325	16,3068
300	300000	415,3	0,20765	0,00103825	16,8691
310	310000	466,2	0,2331	0,0011655	17,4314
320	320000	518,2	0,2591	0,0012955	17,9938
330	330000	574,4	0,2872	0,001436	18,5561
340	340000	650,1	0,32505	0,00162525	19,1184
350	350000	763	0,3815	0,0019075	19,6807
290	290000	1277,7	0,63885	0,00319425	16,3068

**Grafik Modulus Elastisitas
0%, 7 Hari, Silinder 1**



Modulus Elastisitas	
E uji	23997,876 Mpa
E teoritis	25861,940 Mpa
E uji / E teoritis	92,792 %

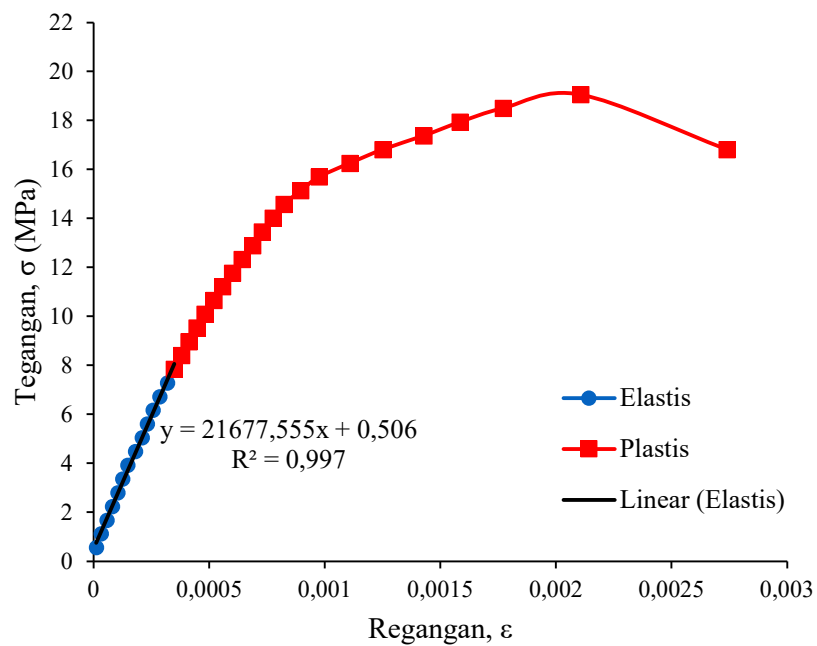
Modulus Elastisitas Beton S-0-7 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29,326 Mpa
Diameter	150,700 mm
Tinggi	301,870 mm
Luas	17836,777 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	4,5	0,00225	0,00001125	0,5606
20	20000	13	0,0065	0,0000325	1,1213
30	30000	23	0,0115	0,0000575	1,6819
40	40000	32,5	0,01625	0,00008125	2,2426
50	50000	41,5	0,02075	0,00010375	2,8032
60	60000	50	0,025	0,000125	3,3638
70	70000	59	0,0295	0,0001475	3,9245
80	80000	72	0,036	0,00018	4,4851
90	90000	83,9	0,04195	0,00020975	5,0458
100	100000	92,4	0,0462	0,000231	5,6064
110	110000	102,4	0,0512	0,000256	6,1670
120	120000	114,4	0,0572	0,000286	6,7277
130	130000	127,4	0,0637	0,0003185	7,2883
140	140000	139,4	0,0697	0,0003485	7,8490
150	150000	151,9	0,07595	0,00037975	8,4096
160	160000	164,8	0,0824	0,000412	8,9702
170	170000	178,3	0,08915	0,00044575	9,5309
180	180000	192,3	0,09615	0,00048075	10,0915
190	190000	207,8	0,1039	0,0005195	10,6521
200	200000	222,8	0,1114	0,000557	11,2128
210	210000	239,8	0,1199	0,0005995	11,7734
220	220000	256,7	0,12835	0,00064175	12,3341
230	230000	274,7	0,13735	0,00068675	12,8947
240	240000	291,7	0,14585	0,00072925	13,4553
250	250000	310,1	0,15505	0,00077525	14,0160
260	260000	329,1	0,16455	0,00082275	14,5766
270	270000	358	0,179	0,000895	15,1373

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	389,9	0,19495	0,00097475	15,6979
290	290000	442,9	0,22145	0,00110725	16,2585
300	300000	500,4	0,2502	0,001251	16,8192
310	310000	570,9	0,28545	0,00142725	17,3798
320	320000	633,9	0,31695	0,00158475	17,9405
330	330000	708,4	0,3542	0,001771	18,5011
340	340000	842,4	0,4212	0,002106	19,0617
300	300000	1095,4	0,5477	0,0027385	16,8192

Grafik Modulus Elastisitas 0%, 7 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	21677,555 Mpa
E teoritis	25452,031 Mpa
E uji / E teoritis	85,170 %

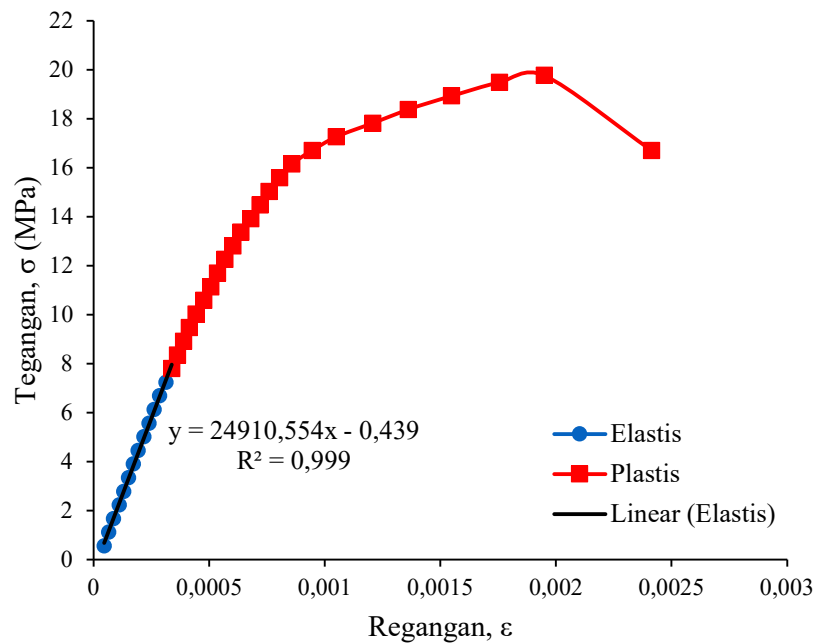
Modulus Elastisitas Beton S-0-7 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30,411 Mpa
Diameter	151,217 mm
Tinggi	303,647 mm
Luas	17959,292 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	18	0,009	0,000045	0,5568
20	20000	25,5	0,01275	0,00006375	1,1136
30	30000	34	0,017	0,000085	1,6704
40	40000	44	0,022	0,00011	2,2273
50	50000	51,5	0,02575	0,00012875	2,7841
60	60000	60	0,03	0,00015	3,3409
70	70000	68	0,034	0,00017	3,8977
80	80000	76,5	0,03825	0,00019125	4,4545
90	90000	86,4	0,0432	0,000216	5,0113
100	100000	95,4	0,0477	0,0002385	5,5681
110	110000	104,4	0,0522	0,000261	6,1250
120	120000	113,9	0,05695	0,00028475	6,6818
130	130000	124,9	0,06245	0,00031225	7,2386
140	140000	134,9	0,06745	0,00033725	7,7954
150	150000	144,4	0,0722	0,000361	8,3522
160	160000	155,4	0,0777	0,0003885	8,9090
170	170000	165,4	0,0827	0,0004135	9,4659
180	180000	176,9	0,08845	0,00044225	10,0227
190	190000	189,9	0,09495	0,00047475	10,5795
200	200000	202,4	0,1012	0,000506	11,1363
210	210000	213,9	0,10695	0,00053475	11,6931
220	220000	226,9	0,11345	0,00056725	12,2499
230	230000	240,4	0,1202	0,000601	12,8067
240	240000	254,3	0,12715	0,00063575	13,3636
250	250000	271,3	0,13565	0,00067825	13,9204
260	260000	287,8	0,1439	0,0007195	14,4772
270	270000	303,3	0,15165	0,00075825	15,0340

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	321,3	0,16065	0,00080325	15,5908
290	290000	342,3	0,17115	0,00085575	16,1476
300	300000	377,8	0,1889	0,0009445	16,7044
310	310000	419,3	0,20965	0,00104825	17,2613
320	320000	482,3	0,24115	0,00120575	17,8181
330	330000	543,9	0,27195	0,00135975	18,3749
340	340000	618,9	0,30945	0,00154725	18,9317
350	350000	701,9	0,35095	0,00175475	19,4885
355	355000	779,4	0,3897	0,0019485	19,7669
300	300000	965	0,4825	0,0024125	16,7044

**Grafik Modulus Elastisitas
0%, 7 Hari, Silinder 3**



Modulus Elastisitas	
E uji	24910,554 Mpa
E teoritis	25918,553 Mpa
E uji / E teoritis	96,111 %

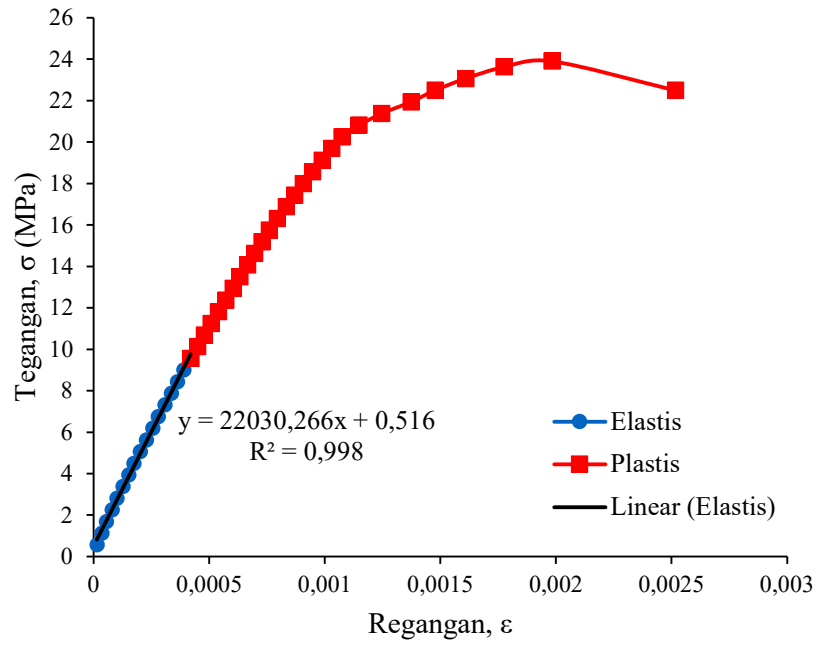
Modulus Elastisitas Beton S-0-14 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27,172 Mpa
Diameter	150,433 mm
Tinggi	302,517 mm
Luas	17773,708 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	5,5	0,00275	0,00001375	0,5626
20	20000	14	0,007	0,000035	1,1253
30	30000	22	0,011	0,000055	1,6879
40	40000	31,5	0,01575	0,00007875	2,2505
50	50000	40	0,02	0,0001	2,8131
60	60000	50,5	0,02525	0,00012625	3,3758
70	70000	60,5	0,03025	0,00015125	3,9384
80	80000	69,5	0,03475	0,00017375	4,5010
90	90000	80,4	0,0402	0,000201	5,0637
100	100000	90,9	0,04545	0,00022725	5,6263
110	110000	101,9	0,05095	0,00025475	6,1889
120	120000	111,4	0,0557	0,0002785	6,7515
130	130000	122,9	0,06145	0,00030725	7,3142
140	140000	133,9	0,06695	0,00033475	7,8768
150	150000	144,9	0,07245	0,00036225	8,4394
160	160000	155,9	0,07795	0,00038975	9,0021
170	170000	167,9	0,08395	0,00041975	9,5647
180	180000	179,4	0,0897	0,0004485	10,1273
190	190000	191,1	0,09555	0,00047775	10,6899
200	200000	203,1	0,10155	0,00050775	11,2526
210	210000	215,4	0,1077	0,0005385	11,8152
220	220000	228,4	0,1142	0,000571	12,3778
230	230000	240,9	0,12045	0,00060225	12,9405
240	240000	252,4	0,1262	0,000631	13,5031
250	250000	265,9	0,13295	0,00066475	14,0657
260	260000	277,9	0,13895	0,00069475	14,6283
270	270000	290,8	0,1454	0,000727	15,1910

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	303,8	0,1519	0,0007595	15,7536
290	290000	317,3	0,15865	0,00079325	16,3162
300	300000	332,8	0,1664	0,000832	16,8789
310	310000	347,3	0,17365	0,00086825	17,4415
320	320000	362,3	0,18115	0,00090575	18,0041
330	330000	378,3	0,18915	0,00094575	18,5668
340	340000	394,8	0,1974	0,000987	19,1294
350	350000	411,4	0,2057	0,0010285	19,6920
360	360000	429,4	0,2147	0,0010735	20,2546
370	370000	458,9	0,22945	0,00114725	20,8173
380	380000	497,9	0,24895	0,00124475	21,3799
390	390000	548,9	0,27445	0,00137225	21,9425
400	400000	590,4	0,2952	0,001476	22,5052
410	410000	643,4	0,3217	0,0016085	23,0678
420	420000	709,8	0,3549	0,0017745	23,6304
425	425000	792,8	0,3964	0,001982	23,9117
400	400000	1006,3	0,50315	0,00251575	22,5052

**Grafik Modulus Elastisitas
0%, 14 Hari, Silinder 1**



Modulus Elastisitas		
E uji	22030,266	Mpa
E teoritis	24499,768	Mpa
E uji / E teoritis	89,920	%

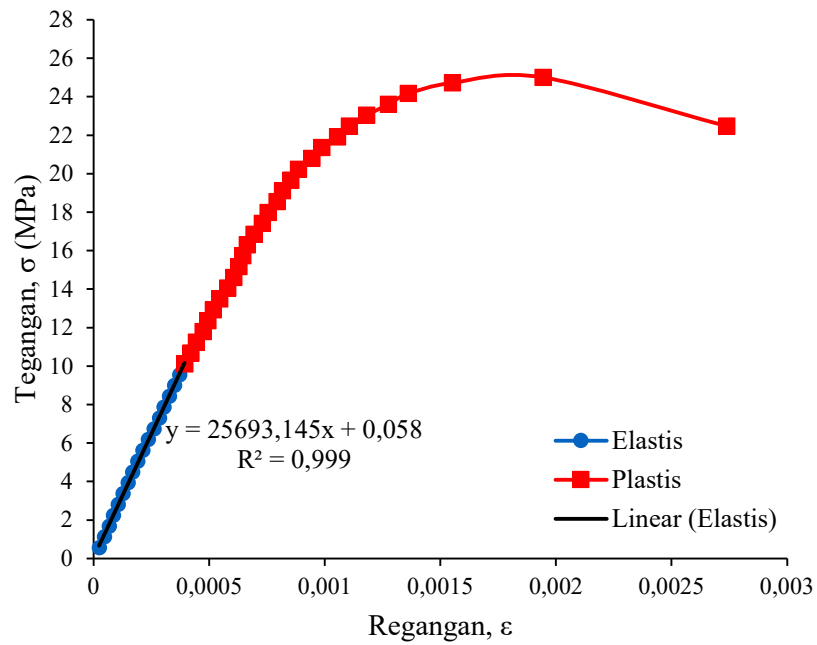
Modulus Elastisitas Beton S-0-14 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	28,420 Mpa
Diameter	150,517 mm
Tinggi	300,733 mm
Luas	17793,405 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9,5	0,00475	0,00002375	0,5620
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1240
30	30000	26,5	0,01325	0,00006625	1,6860
40	40000	34	0,017	0,000085	2,2480
50	50000	42,5	0,02125	0,00010625	2,8100
60	60000	50,5	0,02525	0,00012625	3,3720
70	70000	59,5	0,02975	0,00014875	3,9340
80	80000	67	0,0335	0,0001675	4,4960
90	90000	76	0,038	0,00019	5,0581
100	100000	85	0,0425	0,0002125	5,6201
110	110000	94,5	0,04725	0,00023625	6,1821
120	120000	104,4	0,0522	0,000261	6,7441
130	130000	113,9	0,05695	0,00028475	7,3061
140	140000	121,4	0,0607	0,0003035	7,8681
150	150000	130,9	0,06545	0,00032725	8,4301
160	160000	139,9	0,06995	0,00034975	8,9921
170	170000	148,4	0,0742	0,000371	9,5541
180	180000	157,4	0,0787	0,0003935	10,1161
190	190000	167,9	0,08395	0,00041975	10,6781
200	200000	177,4	0,0887	0,0004435	11,2401
210	210000	188,9	0,09445	0,00047225	11,8021
220	220000	197,4	0,0987	0,0004935	12,3641
230	230000	206,9	0,10345	0,00051725	12,9261
240	240000	217,9	0,10895	0,00054475	13,4881
250	250000	231,4	0,1157	0,0005785	14,0501
260	260000	242,4	0,1212	0,000606	14,6122
270	270000	250,9	0,12545	0,00062725	15,1742

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	257,9	0,12895	0,00064475	15,7362
290	290000	265,4	0,1327	0,0006635	16,2982
300	300000	276,9	0,13845	0,00069225	16,8602
310	310000	291,4	0,1457	0,0007285	17,4222
320	320000	301,3	0,15065	0,00075325	17,9842
330	330000	316,8	0,1584	0,000792	18,5462
340	340000	326,3	0,16315	0,00081575	19,1082
350	350000	340,8	0,1704	0,000852	19,6702
360	360000	353,8	0,1769	0,0008845	20,2322
370	370000	377,3	0,18865	0,00094325	20,7942
380	380000	394,3	0,19715	0,00098575	21,3562
390	390000	421,8	0,2109	0,0010545	21,9182
400	400000	441,8	0,2209	0,0011045	22,4802
410	410000	472,2	0,2361	0,0011805	23,0422
420	420000	509,7	0,25485	0,00127425	23,6043
430	430000	544,2	0,2721	0,0013605	24,1663
440	440000	620,2	0,3101	0,0015505	24,7283
445	445000	777,3	0,38865	0,00194325	25,0093
400	400000	1094,8	0,5474	0,002737	22,4802

Grafik Modulus Elastisitas 0%, 14 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas		
E uji	25693,145	Mpa
E teoritis	25055,726	Mpa
E uji / E teoritis	102,544	%

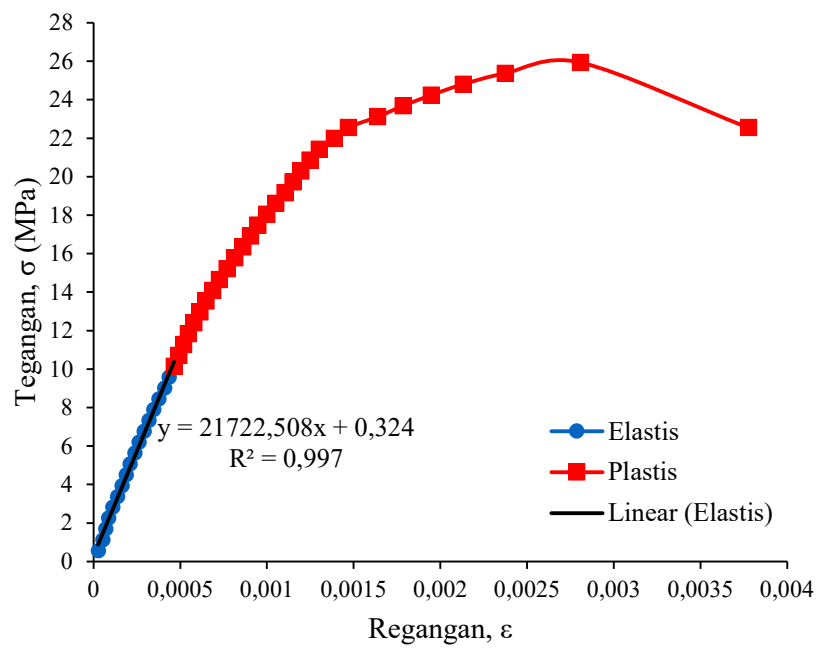
Modulus Elastisitas Beton S-0-14 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29,475 Mpa
Diameter	150,267 mm
Tinggi	302,000 mm
Luas	17734,346 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	10,5	0,00525	0,00002625	0,5639
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1278
30	30000	27,5	0,01375	0,00006875	1,6916
40	40000	34,5	0,01725	0,00008625	2,2555
50	50000	43,5	0,02175	0,00010875	2,8194
60	60000	54,5	0,02725	0,00013625	3,3833
70	70000	65,4	0,0327	0,0001635	3,9471
80	80000	74,4	0,0372	0,000186	4,5110
90	90000	83,9	0,04195	0,00020975	5,0749
100	100000	94,4	0,0472	0,000236	5,6388
110	110000	104,4	0,0522	0,000261	6,2027
120	120000	116,4	0,0582	0,000291	6,7665
130	130000	127,4	0,0637	0,0003185	7,3304
140	140000	138,4	0,0692	0,000346	7,8943
150	150000	150,4	0,0752	0,000376	8,4582
160	160000	163,4	0,0817	0,0004085	9,0220
170	170000	173,4	0,0867	0,0004335	9,5859
180	180000	185,3	0,09265	0,00046325	10,1498
190	190000	195,8	0,0979	0,0004895	10,7137
200	200000	206,8	0,1034	0,000517	11,2776
210	210000	218,3	0,10915	0,00054575	11,8414
220	220000	230,8	0,1154	0,000577	12,4053
230	230000	244,8	0,1224	0,000612	12,9692
240	240000	258,3	0,12915	0,00064575	13,5331
250	250000	273,8	0,1369	0,0006845	14,0969
260	260000	289,7	0,14485	0,00072425	14,6608
270	270000	307,2	0,1536	0,000768	15,2247

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	325,2	0,1626	0,000813	15,7886
290	290000	343,7	0,17185	0,00085925	16,3524
300	300000	361,6	0,1808	0,000904	16,9163
310	310000	378,6	0,1893	0,0009465	17,4802
320	320000	399	0,1995	0,0009975	18,0441
330	330000	419,9	0,20995	0,00104975	18,6080
340	340000	440,9	0,22045	0,00110225	19,1718
350	350000	459,8	0,2299	0,0011495	19,7357
360	360000	477,2	0,2386	0,001193	20,2996
370	370000	498,8	0,2494	0,001247	20,8635
380	380000	520,2	0,2601	0,0013005	21,4273
390	390000	554,7	0,27735	0,00138675	21,9912
400	400000	587,1	0,29355	0,00146775	22,5551
410	410000	654,1	0,32705	0,00163525	23,1190
420	420000	713,1	0,35655	0,00178275	23,6829
430	430000	778,3	0,38915	0,00194575	24,2467
440	440000	852,3	0,42615	0,00213075	24,8106
450	450000	948,8	0,4744	0,002372	25,3745
460	460000	1122,8	0,5614	0,002807	25,9384
400	400000	1510,3	0,75515	0,00377575	22,5551

Grafik Modulus Elastisitas 0%, 14 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	21722,508 Mpa
E teoritis	25516,896 Mpa
E uji / E teoritis	85,130 %

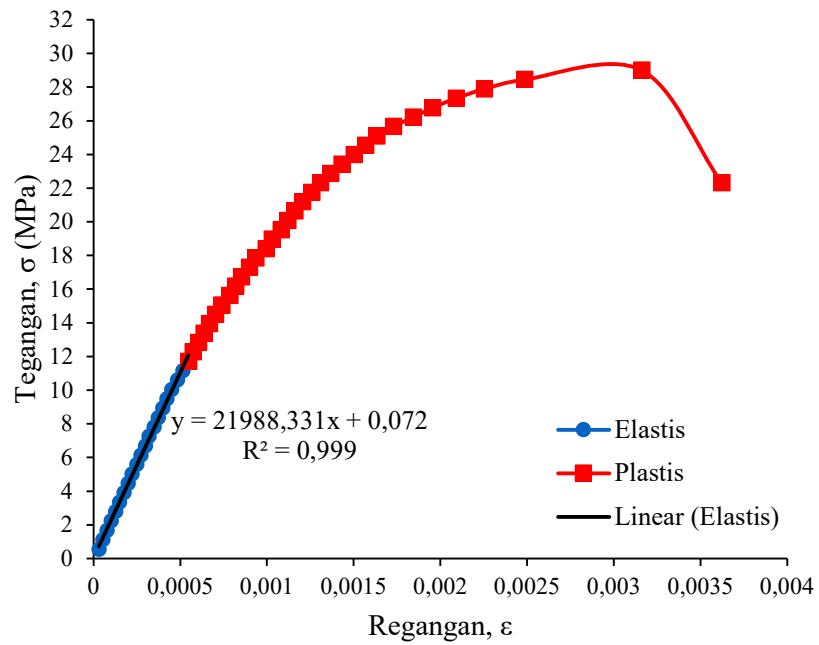
Modulus Elastisitas Beton S-0-28 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29,012 Mpa
Diameter	151,067 mm
Tinggi	301,817 mm
Luas	17923,680 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	12	0,006	0,00003	0,5579
20	20000	21	0,0105	0,0000525	1,1158
30	30000	30,5	0,01525	0,00007625	1,6738
40	40000	40	0,02	0,0001	2,2317
50	50000	50,5	0,02525	0,00012625	2,7896
60	60000	59,5	0,02975	0,00014875	3,3475
70	70000	69,5	0,03475	0,00017375	3,9054
80	80000	79,4	0,0397	0,0001985	4,4634
90	90000	88,4	0,0442	0,000221	5,0213
100	100000	98,9	0,04945	0,00024725	5,5792
110	110000	108,9	0,05445	0,00027225	6,1371
120	120000	118,9	0,05945	0,00029725	6,6951
130	130000	127,4	0,0637	0,0003185	7,2530
140	140000	138,9	0,06945	0,00034725	7,8109
150	150000	148,9	0,07445	0,00037225	8,3688
160	160000	158,9	0,07945	0,00039725	8,9267
170	170000	168,9	0,08445	0,00042225	9,4847
180	180000	179,9	0,08995	0,00044975	10,0426
190	190000	192,9	0,09645	0,00048225	10,6005
200	200000	205,4	0,1027	0,0005135	11,1584
210	210000	218,4	0,1092	0,000546	11,7163
220	220000	229,4	0,1147	0,0005735	12,2743
230	230000	241,9	0,12095	0,00060475	12,8322
240	240000	254,3	0,12715	0,00063575	13,3901
250	250000	266,8	0,1334	0,000667	13,9480
260	260000	280,8	0,1404	0,000702	14,5059
270	270000	295,3	0,14765	0,00073825	15,0639

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	313,8	0,1569	0,0007845	15,6218
290	290000	327,3	0,16365	0,00081825	16,1797
300	300000	340,8	0,1704	0,000852	16,7376
310	310000	358,8	0,1794	0,000897	17,2956
320	320000	373,8	0,1869	0,0009345	17,8535
330	330000	397,8	0,1989	0,0009945	18,4114
340	340000	411,3	0,20565	0,00102825	18,9693
350	350000	432,2	0,2161	0,0010805	19,5272
360	360000	447,7	0,22385	0,00111925	20,0852
370	370000	464,2	0,2321	0,0011605	20,6431
380	380000	481,7	0,24085	0,00120425	21,2010
390	390000	502,7	0,25135	0,00125675	21,7589
400	400000	522,7	0,26135	0,00130675	22,3168
410	410000	546,7	0,27335	0,00136675	22,8748
420	420000	572,7	0,28635	0,00143175	23,4327
430	430000	600,6	0,3003	0,0015015	23,9906
440	440000	627,1	0,31355	0,00156775	24,5485
450	450000	652,6	0,3263	0,0016315	25,1065
460	460000	691,1	0,34555	0,00172775	25,6644
470	470000	737,1	0,36855	0,00184275	26,2223
480	480000	781,5	0,39075	0,00195375	26,7802
490	490000	836	0,418	0,00209	27,3381
500	500000	900,9	0,45045	0,00225225	27,8961
510	510000	994,4	0,4972	0,002486	28,4540
520	520000	1264,2	0,6321	0,0031605	29,0119
400	400000	1448,7	0,72435	0,00362175	22,3168

Grafik Modulus Elastisitas 0%, 28 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	21988,331 Mpa
E teoritis	25315,467 Mpa
E uji / E teoritis	86,857 %

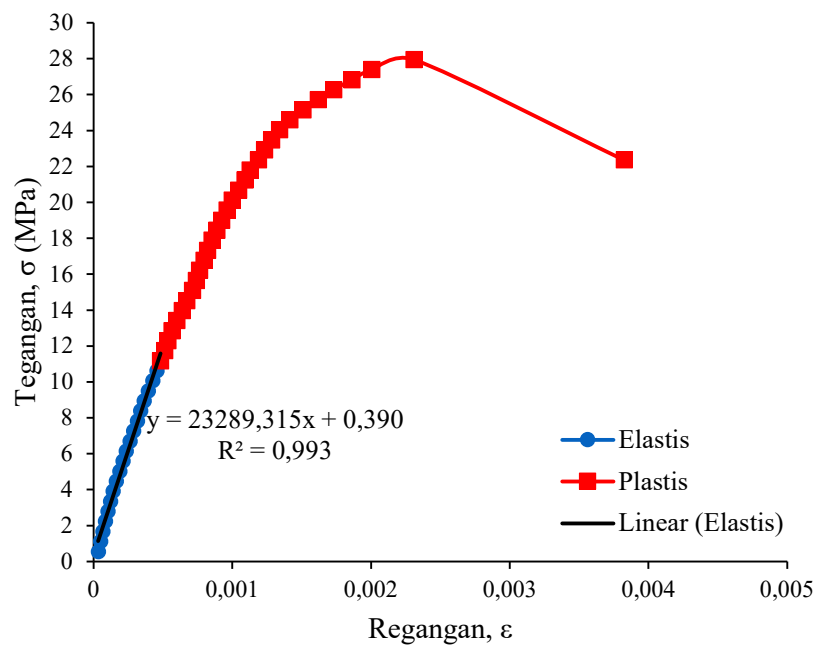
Modulus Elastisitas Beton S-0-28 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27,952 Mpa
Diameter	150,917 mm
Tinggi	302,417 mm
Luas	17888,103 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	13	0,0065	0,0000325	0,5590
20	20000	20	0,01	0,00005	1,1181
30	30000	26,5	0,01325	0,00006625	1,6771
40	40000	33,5	0,01675	0,00008375	2,2361
50	50000	41	0,0205	0,0001025	2,7952
60	60000	48,5	0,02425	0,00012125	3,3542
70	70000	56	0,028	0,00014	3,9132
80	80000	65	0,0325	0,0001625	4,4722
90	90000	75	0,0375	0,0001875	5,0313
100	100000	83,9	0,04195	0,00020975	5,5903
110	110000	93,9	0,04695	0,00023475	6,1493
120	120000	104,4	0,0522	0,000261	6,7084
130	130000	114,9	0,05745	0,00028725	7,2674
140	140000	125,4	0,0627	0,0003135	7,8264
150	150000	134,9	0,06745	0,00033725	8,3855
160	160000	145,4	0,0727	0,0003635	8,9445
170	170000	156,9	0,07845	0,00039225	9,5035
180	180000	169,9	0,08495	0,00042475	10,0626
190	190000	181,9	0,09095	0,00045475	10,6216
200	200000	192,4	0,0962	0,000481	11,1806
210	210000	204,4	0,1022	0,000511	11,7396
220	220000	213,4	0,1067	0,0005335	12,2987
230	230000	225,4	0,1127	0,0005635	12,8577
240	240000	238,9	0,11945	0,00059725	13,4167
250	250000	254,9	0,12745	0,00063725	13,9758
260	260000	267,9	0,13395	0,00066975	14,5348
270	270000	284,8	0,1424	0,000712	15,0938

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	295,3	0,14765	0,00073825	15,6529
290	290000	304,8	0,1524	0,000762	16,2119
300	300000	317,3	0,15865	0,00079325	16,7709
310	310000	327,8	0,1639	0,0008195	17,3300
320	320000	340,8	0,1704	0,000852	17,8890
330	330000	354,8	0,1774	0,000887	18,4480
340	340000	368,3	0,18415	0,00092075	19,0070
350	350000	383,8	0,1919	0,0009595	19,5661
360	360000	399,3	0,19965	0,00099825	20,1251
370	370000	417,3	0,20865	0,00104325	20,6841
380	380000	435,8	0,2179	0,0010895	21,2432
390	390000	450,2	0,2251	0,0011255	21,8022
400	400000	474,2	0,2371	0,0011855	22,3612
410	410000	492,2	0,2461	0,0012305	22,9203
420	420000	512,2	0,2561	0,0012805	23,4793
430	430000	535,2	0,2676	0,001338	24,0383
440	440000	564,7	0,28235	0,00141175	24,5974
450	450000	603,2	0,3016	0,001508	25,1564
460	460000	647,1	0,32355	0,00161775	25,7154
470	470000	691,5	0,34575	0,00172875	26,2744
480	480000	744	0,372	0,00186	26,8335
490	490000	801,1	0,40055	0,00200275	27,3925
500	500000	922,9	0,46145	0,00230725	27,9515
400	400000	1529,5	0,76475	0,00382375	22,3612

Grafik Modulus Elastisitas 0%, 28 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	23289,315 Mpa
E teoritis	24848,531 Mpa
E uji / E teoritis	93,725 %

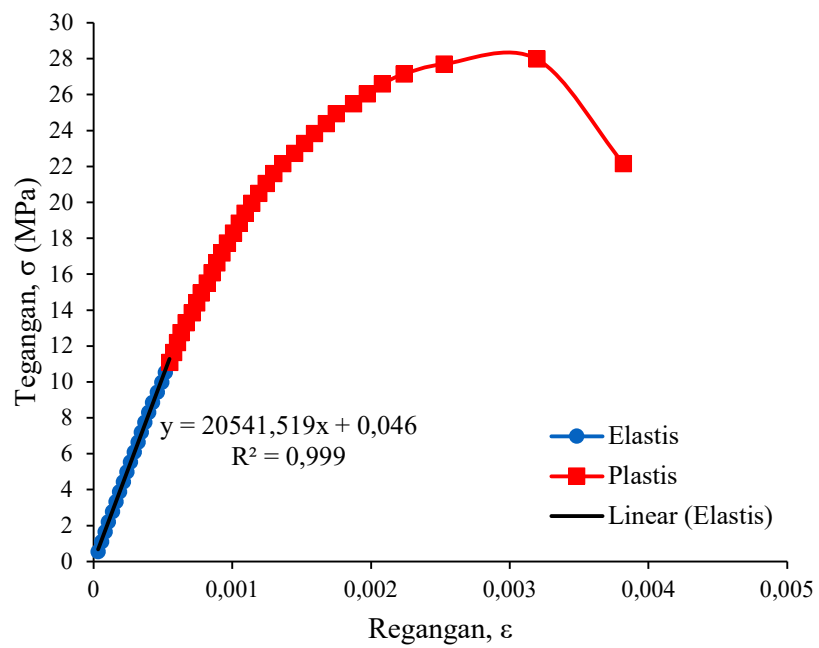
Modulus Elastisitas Beton S-0-28 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	0%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27,983 Mpa
Diameter	151,583 mm
Tinggi	302,733 mm
Luas	18046,492 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	12,5	0,00625	0,00003125	0,5541
20	20000	22,5	0,01125	0,00005625	1,1082
30	30000	32,5	0,01625	0,00008125	1,6624
40	40000	42	0,021	0,000105	2,2165
50	50000	53,5	0,02675	0,00013375	2,7706
60	60000	63,5	0,03175	0,00015875	3,3247
70	70000	74,5	0,03725	0,00018625	3,8789
80	80000	84,9	0,04245	0,00021225	4,4330
90	90000	95,4	0,0477	0,0002385	4,9871
100	100000	105,9	0,05295	0,00026475	5,5412
110	110000	116,9	0,05845	0,00029225	6,0954
120	120000	127,9	0,06395	0,00031975	6,6495
130	130000	136,9	0,06845	0,00034225	7,2036
140	140000	147,4	0,0737	0,0003685	7,7577
150	150000	158,4	0,0792	0,000396	8,3119
160	160000	169,4	0,0847	0,0004235	8,8660
170	170000	182,9	0,09145	0,00045725	9,4201
180	180000	195,9	0,09795	0,00048975	9,9742
190	190000	206,4	0,1032	0,000516	10,5284
200	200000	218,9	0,10945	0,00054725	11,0825
210	210000	229,9	0,11495	0,00057475	11,6366
220	220000	241,4	0,1207	0,0006035	12,1907
230	230000	251,3	0,12565	0,00062825	12,7449
240	240000	266,4	0,1332	0,000666	13,2990
250	250000	283,4	0,1417	0,0007085	13,8531
260	260000	296,9	0,14845	0,00074225	14,4072
270	270000	309,4	0,1547	0,0007735	14,9614

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	327,4	0,1637	0,0008185	15,5155
290	290000	340,8	0,1704	0,000852	16,0696
300	300000	354,3	0,17715	0,00088575	16,6237
310	310000	369,4	0,1847	0,0009235	17,1779
320	320000	385,4	0,1927	0,0009635	17,7320
330	330000	402,4	0,2012	0,001006	18,2861
340	340000	418,9	0,20945	0,00104725	18,8402
350	350000	435,9	0,21795	0,00108975	19,3944
360	360000	454,9	0,22745	0,00113725	19,9485
370	370000	475,2	0,2376	0,001188	20,5026
380	380000	497,2	0,2486	0,001243	21,0567
390	390000	519,2	0,2596	0,001298	21,6108
400	400000	544,7	0,27235	0,00136175	22,1650
410	410000	579,2	0,2896	0,001448	22,7191
420	420000	607,3	0,30365	0,00151825	23,2732
430	430000	636,2	0,3181	0,0015905	23,8273
440	440000	670,2	0,3351	0,0016755	24,3815
450	450000	699,2	0,3496	0,001748	24,9356
460	460000	748,5	0,37425	0,00187125	25,4897
470	470000	788,5	0,39425	0,00197125	26,0438
480	480000	832,1	0,41605	0,00208025	26,5980
490	490000	894,4	0,4472	0,002236	27,1521
500	500000	1010,3	0,50515	0,00252575	27,7062
505	505000	1278,1	0,63905	0,00319525	27,9833
400	400000	1527,2	0,7636	0,003818	22,1650
400	400000	1448,7	0,72435	0,00362175	22,3168

Grafik Modulus Elastisitas 0%, 28 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	20541,519 Mpa
E teoritis	24862,635 Mpa
E uji / E teoritis	82,620 %

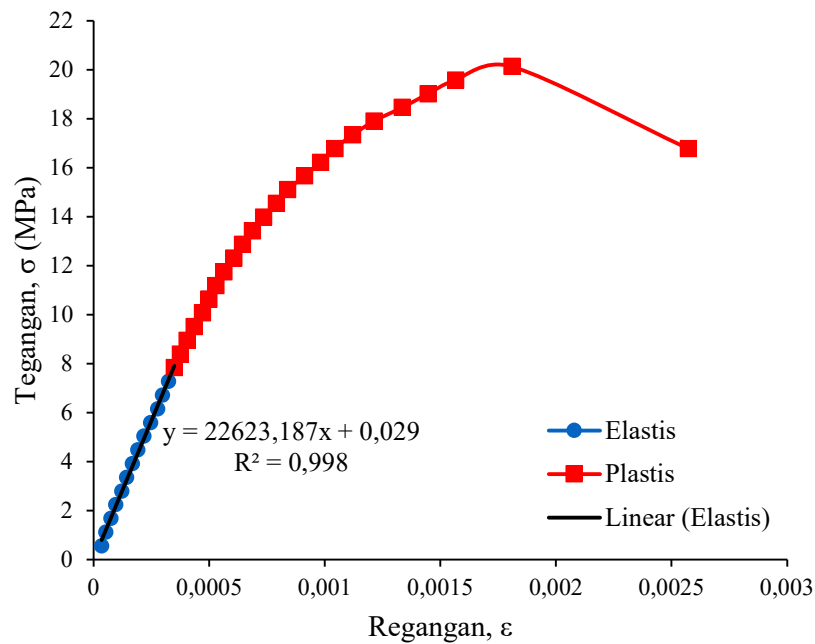
Modulus Elastisitas Beton S-5-7 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30,982 Mpa
Diameter	150,867 mm
Tinggi	301,117 mm
Luas	17876,252 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	13,5	0,00675	0,00003375	0,5594
20	20000	20,5	0,01025	0,00005125	1,1188
30	30000	29,5	0,01475	0,00007375	1,6782
40	40000	38	0,019	0,000095	2,2376
50	50000	48,5	0,02425	0,00012125	2,7970
60	60000	56,5	0,02825	0,00014125	3,3564
70	70000	66,5	0,03325	0,00016625	3,9158
80	80000	76	0,038	0,00019	4,4752
90	90000	86,4	0,0432	0,000216	5,0346
100	100000	98,4	0,0492	0,000246	5,5940
110	110000	110,4	0,0552	0,000276	6,1534
120	120000	118,4	0,0592	0,000296	6,7128
130	130000	129,4	0,0647	0,0003235	7,2722
140	140000	139,4	0,0697	0,0003485	7,8316
150	150000	149,9	0,07495	0,00037475	8,3910
160	160000	161,4	0,0807	0,0004035	8,9504
170	170000	173,4	0,0867	0,0004335	9,5098
180	180000	187,9	0,09395	0,00046975	10,0692
190	190000	198,9	0,09945	0,00049725	10,6286
200	200000	211,4	0,1057	0,0005285	11,1880
210	210000	224,9	0,11245	0,00056225	11,7474
220	220000	242,4	0,1212	0,000606	12,3068
230	230000	257,3	0,12865	0,00064325	12,8662
240	240000	274,3	0,13715	0,00068575	13,4256
250	250000	293,8	0,1469	0,0007345	13,9850
260	260000	315,8	0,1579	0,0007895	14,5444
270	270000	335,3	0,16765	0,00083825	15,1038

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	364,8	0,1824	0,000912	15,6632
290	290000	392,3	0,19615	0,00098075	16,2226
300	300000	417,2	0,2086	0,001043	16,7820
310	310000	447,7	0,22385	0,00111925	17,3414
320	320000	484,7	0,24235	0,00121175	17,9008
330	330000	533,7	0,26685	0,00133425	18,4602
340	340000	578,2	0,2891	0,0014455	19,0196
350	350000	625,7	0,31285	0,00156425	19,5790
360	360000	723,3	0,36165	0,00180825	20,1384
300	300000	1028,5	0,51425	0,00257125	16,7820

**Grafik Modulus Elastisitas
5%, 7 Hari, Silinder 1**



Modulus Elastisitas	
E uji	22623,187 Mpa
E teoritis	26160,991 Mpa
E uji / E teoritis	86,477 %

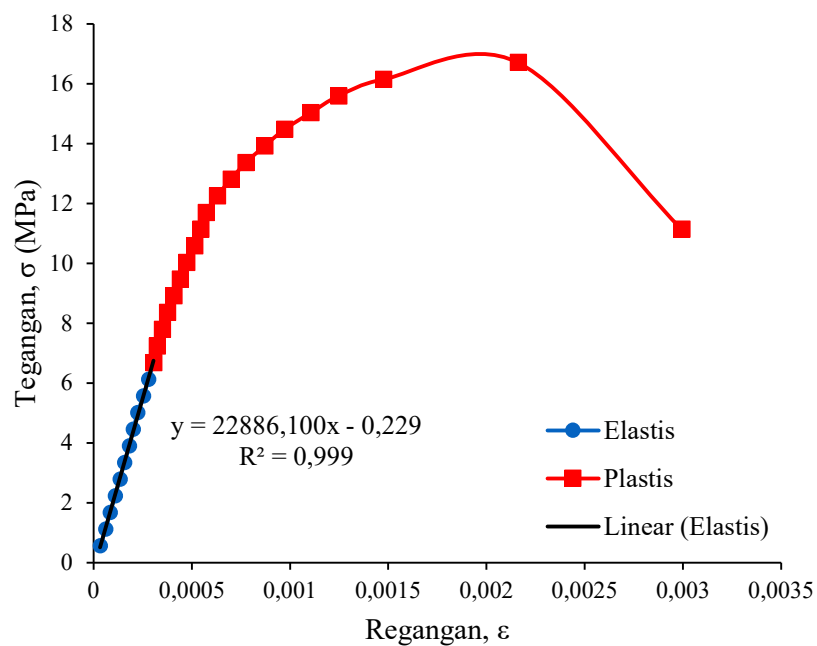
Modulus Elastisitas Beton S-5-7 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	25,705 Mpa
Diameter	151,200 mm
Tinggi	301,250 mm
Luas	17955,333 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	13	0,0065	0,0000325	0,5569
20	20000	24	0,012	0,00006	1,1139
30	30000	33,5	0,01675	0,00008375	1,6708
40	40000	43,5	0,02175	0,00010875	2,2278
50	50000	53,5	0,02675	0,00013375	2,7847
60	60000	62,5	0,03125	0,00015625	3,3416
70	70000	72,5	0,03625	0,00018125	3,8986
80	80000	80,5	0,04025	0,00020125	4,4555
90	90000	89,5	0,04475	0,00022375	5,0124
100	100000	100,9	0,05045	0,00025225	5,5694
110	110000	111,9	0,05595	0,00027975	6,1263
120	120000	121,9	0,06095	0,00030475	6,6833
130	130000	129,4	0,0647	0,0003235	7,2402
140	140000	139,9	0,06995	0,00034975	7,7971
150	150000	150,3	0,07515	0,00037575	8,3541
160	160000	163,3	0,08165	0,00040825	8,9110
170	170000	176,3	0,08815	0,00044075	9,4679
180	180000	189,3	0,09465	0,00047325	10,0249
190	190000	205,7	0,10285	0,00051425	10,5818
200	200000	217,7	0,10885	0,00054425	11,1388
210	210000	229,2	0,1146	0,000573	11,6957
220	220000	251,6	0,1258	0,000629	12,2526
230	230000	279,5	0,13975	0,00069875	12,8096
240	240000	309,5	0,15475	0,00077375	13,3665
250	250000	347,9	0,17395	0,00086975	13,9234
260	260000	388,7	0,19435	0,00097175	14,4804
270	270000	442,3	0,22115	0,00110575	15,0373

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	498,7	0,24935	0,00124675	15,5943
290	290000	590,2	0,2951	0,0014755	16,1512
300	300000	864,1	0,43205	0,00216025	16,7081
200	200000	1197,4	0,5987	0,0029935	11,1388

**Grafik Modulus Elastisitas
5%, 7 Hari, Silinder 2**



Modulus Elastisitas	
E uji	22886,100 Mpa
E teoritis	23828,959 Mpa
E uji / E teoritis	96,043 %

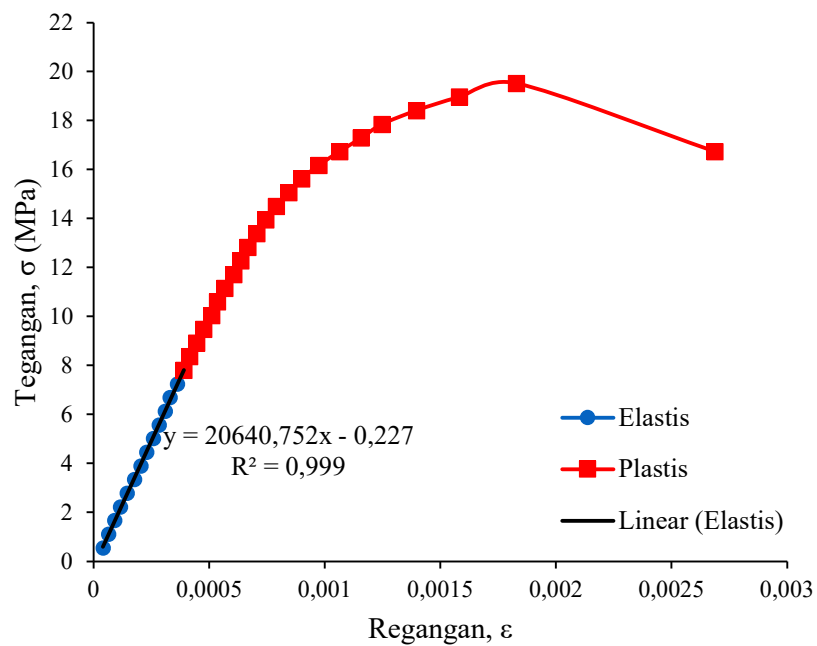
Modulus Elastisitas Beton S-5-7 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30,042 Mpa
Diameter	151,067 mm
Tinggi	303,400 mm
Luas	17923,680 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	16	0,008	0,00004	0,5579
20	20000	25,5	0,01275	0,00006375	1,1158
30	30000	36	0,018	0,00009	1,6738
40	40000	46	0,023	0,000115	2,2317
50	50000	58	0,029	0,000145	2,7896
60	60000	70,5	0,03525	0,00017625	3,3475
70	70000	81,5	0,04075	0,00020375	3,9054
80	80000	91,4	0,0457	0,0002285	4,4634
90	90000	102,9	0,05145	0,00025725	5,0213
100	100000	112,9	0,05645	0,00028225	5,5792
110	110000	123,9	0,06195	0,00030975	6,1371
120	120000	131,9	0,06595	0,00032975	6,6951
130	130000	144,4	0,0722	0,000361	7,2530
140	140000	155,9	0,07795	0,00038975	7,8109
150	150000	165,9	0,08295	0,00041475	8,3688
160	160000	177,9	0,08895	0,00044475	8,9267
170	170000	189,9	0,09495	0,00047475	9,4847
180	180000	203,9	0,10195	0,00050975	10,0426
190	190000	213,9	0,10695	0,00053475	10,6005
200	200000	226,4	0,1132	0,000566	11,1584
210	210000	242,4	0,1212	0,000606	11,7163
220	220000	254,3	0,12715	0,00063575	12,2743
230	230000	266,3	0,13315	0,00066575	12,8322
240	240000	281,8	0,1409	0,0007045	13,3901
250	250000	297,3	0,14865	0,00074325	13,9480
260	260000	315,8	0,1579	0,0007895	14,5059
270	270000	337,3	0,16865	0,00084325	15,0639

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	359,3	0,17965	0,00089825	15,6218
290	290000	389,2	0,1946	0,000973	16,1797
300	300000	425,2	0,2126	0,001063	16,7376
310	310000	462,7	0,23135	0,00115675	17,2956
320	320000	498,7	0,24935	0,00124675	17,8535
330	330000	558,1	0,27905	0,00139525	18,4114
340	340000	632,6	0,3163	0,0015815	18,9693
350	350000	731,1	0,36555	0,00182775	19,5272
300	300000	1074,4	0,5372	0,002686	16,7376

**Grafik Modulus Elastisitas
5%, 7 Hari, Silinder 3**



Modulus Elastisitas	
E uji	20640,752 Mpa
E teoritis	25760,935 Mpa
E uji / E teoritis	80,124 %

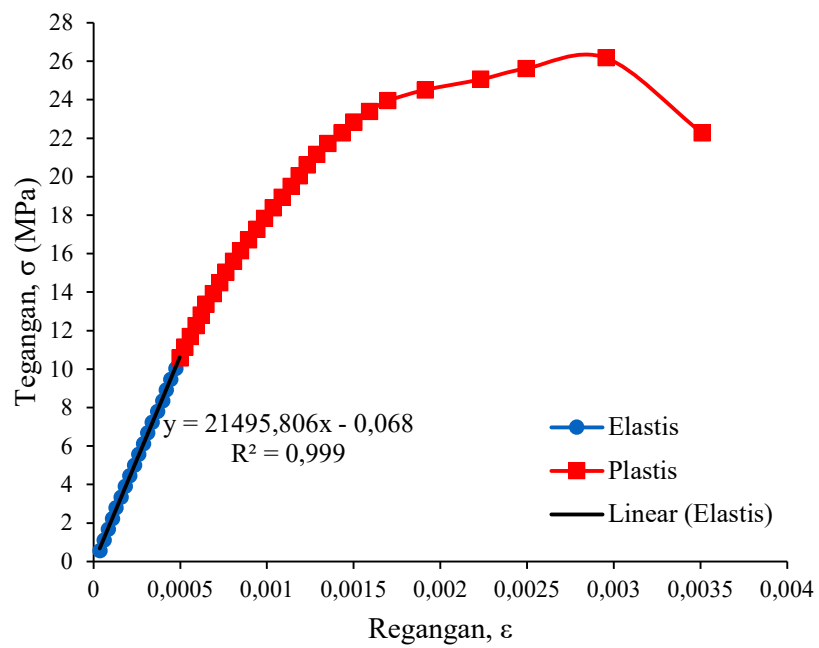
Modulus Elastisitas Beton S-5-14 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29,752 Mpa
Diameter	151,183 mm
Tinggi	301,517 mm
Luas	17951,375 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	14	0,007	0,000035	0,5571
20	20000	24	0,012	0,00006	1,1141
30	30000	33,5	0,01675	0,00008375	1,6712
40	40000	43	0,0215	0,0001075	2,2282
50	50000	51	0,0255	0,0001275	2,7853
60	60000	62,9	0,03145	0,00015725	3,3424
70	70000	72,4	0,0362	0,000181	3,8994
80	80000	82,9	0,04145	0,00020725	4,4565
90	90000	93,9	0,04695	0,00023475	5,0135
100	100000	103,4	0,0517	0,0002585	5,5706
110	110000	114,9	0,05745	0,00028725	6,1277
120	120000	123,9	0,06195	0,00030975	6,6847
130	130000	134,9	0,06745	0,00033725	7,2418
140	140000	146,9	0,07345	0,00036725	7,7988
150	150000	158,9	0,07945	0,00039725	8,3559
160	160000	167,4	0,0837	0,0004185	8,9130
170	170000	177,4	0,0887	0,0004435	9,4700
180	180000	189,3	0,09465	0,00047325	10,0271
190	190000	198,8	0,0994	0,000497	10,5841
200	200000	209,8	0,1049	0,0005245	11,1412
210	210000	222,8	0,1114	0,000557	11,6983
220	220000	235,8	0,1179	0,0005895	12,2553
230	230000	247,8	0,1239	0,0006195	12,8124
240	240000	258,3	0,12915	0,00064575	13,3694
250	250000	275,7	0,13785	0,00068925	13,9265
260	260000	290,7	0,14535	0,00072675	14,4836
270	270000	304,7	0,15235	0,00076175	15,0406

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	322,4	0,1612	0,000806	15,5977
290	290000	338,4	0,1692	0,000846	16,1548
300	300000	356,7	0,17835	0,00089175	16,7118
310	310000	375,7	0,18785	0,00093925	17,2689
320	320000	393,7	0,19685	0,00098425	17,8259
330	330000	413,4	0,2067	0,0010335	18,3830
340	340000	434,7	0,21735	0,00108675	18,9401
350	350000	455,2	0,2276	0,001138	19,4971
360	360000	473,2	0,2366	0,001183	20,0542
370	370000	492,2	0,2461	0,0012305	20,6112
380	380000	514,1	0,25705	0,00128525	21,1683
390	390000	540,1	0,27005	0,00135025	21,7254
400	400000	572,6	0,2863	0,0014315	22,2824
410	410000	600,1	0,30005	0,00150025	22,8395
420	420000	635,6	0,3178	0,001589	23,3965
430	430000	678,3	0,33915	0,00169575	23,9536
440	440000	764,3	0,38215	0,00191075	24,5107
450	450000	892,5	0,44625	0,00223125	25,0677
460	460000	997,1	0,49855	0,00249275	25,6248
470	470000	1181,6	0,5908	0,002954	26,1818
400	400000	1403,1	0,70155	0,00350775	22,2824

Grafik Modulus Elastisitas 5%, 14 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	21495,806 Mpa
E teoritis	25636,374 Mpa
E uji / E teoritis	83,849 %

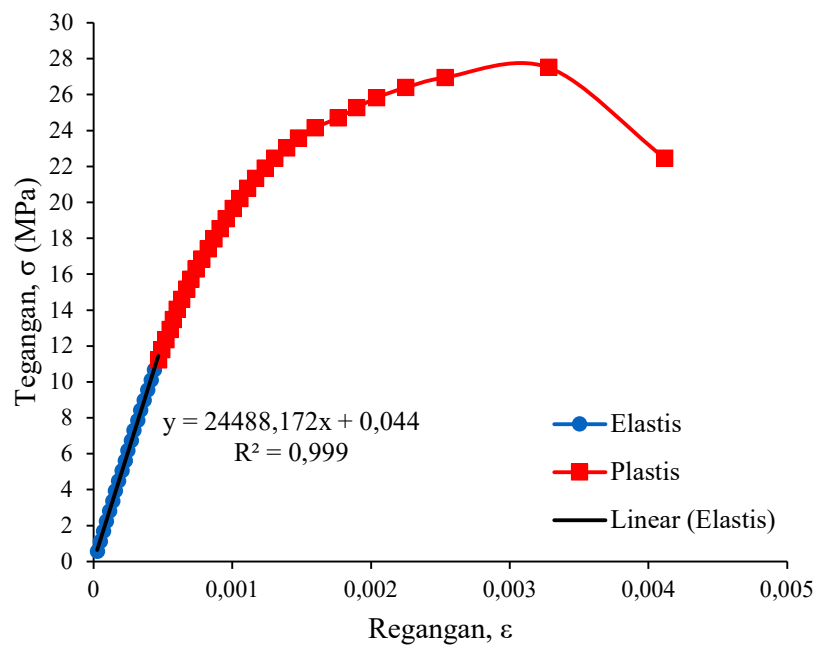
Modulus Elastisitas Beton S-5-14 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	31,266 Mpa
Diameter	150,583 mm
Tinggi	300,917 mm
Luas	17809,171 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	10	0,005	0,000025	0,5615
20	20000	19	0,0095	0,0000475	1,1230
30	30000	28	0,014	0,00007	1,6845
40	40000	36,5	0,01825	0,00009125	2,2460
50	50000	45,5	0,02275	0,00011375	2,8075
60	60000	54,5	0,02725	0,00013625	3,3691
70	70000	62,5	0,03125	0,00015625	3,9306
80	80000	71,5	0,03575	0,00017875	4,4921
90	90000	81,9	0,04095	0,00020475	5,0536
100	100000	90,9	0,04545	0,00022725	5,6151
110	110000	98,4	0,0492	0,000246	6,1766
120	120000	107,9	0,05395	0,00026975	6,7381
130	130000	115,9	0,05795	0,00028975	7,2996
140	140000	126,9	0,06345	0,00031725	7,8611
150	150000	135,4	0,0677	0,0003385	8,4226
160	160000	144,9	0,07245	0,00036225	8,9841
170	170000	154,9	0,07745	0,00038725	9,5456
180	180000	165,9	0,08295	0,00041475	10,1072
190	190000	174,9	0,08745	0,00043725	10,6687
200	200000	186,4	0,0932	0,000466	11,2302
210	210000	196,3	0,09815	0,00049075	11,7917
220	220000	208,3	0,10415	0,00052075	12,3532
230	230000	219,8	0,1099	0,0005495	12,9147
240	240000	229,3	0,11465	0,00057325	13,4762
250	250000	239,8	0,1199	0,0005995	14,0377
260	260000	252,8	0,1264	0,000632	14,5992
270	270000	267,8	0,1339	0,0006695	15,1607

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	280,3	0,14015	0,00070075	15,7222
290	290000	294,2	0,1471	0,0007355	16,2837
300	300000	311	0,1555	0,0007775	16,8453
310	310000	329,5	0,16475	0,00082375	17,4068
320	320000	346	0,173	0,000865	17,9683
330	330000	364,1	0,18205	0,00091025	18,5298
340	340000	381,6	0,1908	0,000954	19,0913
350	350000	402,1	0,20105	0,00100525	19,6528
360	360000	421,1	0,21055	0,00105275	20,2143
370	370000	443,1	0,22155	0,00110775	20,7758
380	380000	466,1	0,23305	0,00116525	21,3373
390	390000	493,6	0,2468	0,001234	21,8988
400	400000	521,4	0,2607	0,0013035	22,4603
410	410000	555,9	0,27795	0,00138975	23,0218
420	420000	589,9	0,29495	0,00147475	23,5834
430	430000	637,7	0,31885	0,00159425	24,1449
440	440000	704,2	0,3521	0,0017605	24,7064
450	450000	758,2	0,3791	0,0018955	25,2679
460	460000	815,1	0,40755	0,00203775	25,8294
470	470000	899,1	0,44955	0,00224775	26,3909
480	480000	1012,7	0,50635	0,00253175	26,9524
490	490000	1311,4	0,6557	0,0032785	27,5139
400	400000	1646,1	0,82305	0,00411525	22,4603

Grafik Modulus Elastisitas 5%, 14 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	24488,172 Mpa
E teoritis	26280,445 Mpa
E uji / E teoritis	93,180 %

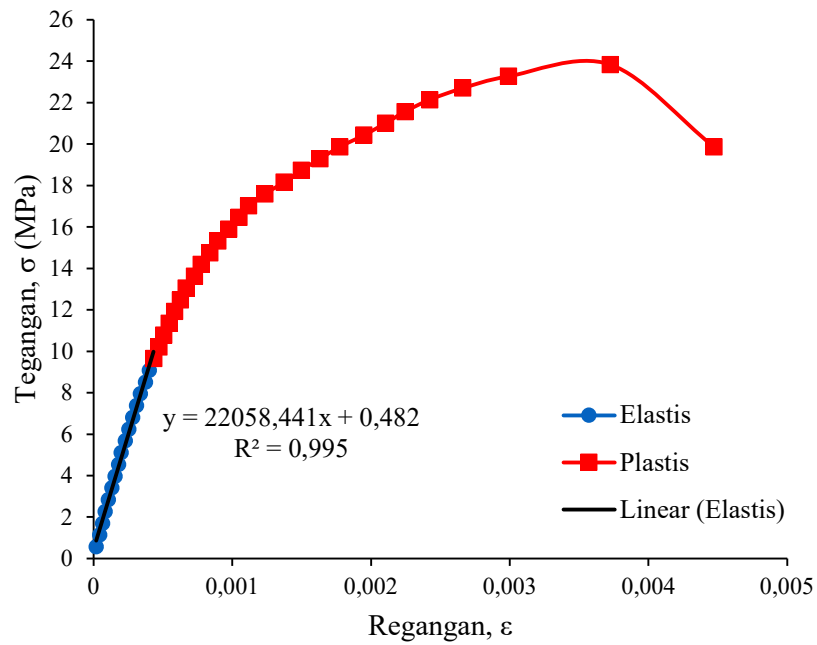
Modulus Elastisitas Beton S-5-14 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27.092 Mpa
Diameter	149.767 mm
Tinggi	301.683 mm
Luas	17616.524 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	7	0.0035	0.0000175	0.5676
20	20000	16.5	0.00825	0.00004125	1.1353
30	30000	25	0.0125	0.0000625	1.7029
40	40000	32.5	0.01625	0.00008125	2.2706
50	50000	42	0.021	0.000105	2.8382
60	60000	51.5	0.02575	0.00012875	3.4059
70	70000	61	0.0305	0.0001525	3.9735
80	80000	71	0.0355	0.0001775	4.5412
90	90000	79	0.0395	0.0001975	5.1088
100	100000	90.4	0.0452	0.000226	5.6765
110	110000	100.4	0.0502	0.000251	6.2441
120	120000	111.9	0.05595	0.00027975	6.8118
130	130000	122.9	0.06145	0.00030725	7.3794
140	140000	134.4	0.0672	0.000336	7.9471
150	150000	148.4	0.0742	0.000371	8.5147
160	160000	159.9	0.07995	0.00039975	9.0824
170	170000	172.4	0.0862	0.000431	9.6500
180	180000	187.4	0.0937	0.0004685	10.2177
190	190000	201.4	0.1007	0.0005035	10.7853
200	200000	217.4	0.1087	0.0005435	11.3530
210	210000	232.9	0.11645	0.00058225	11.9206
220	220000	249.4	0.1247	0.0006235	12.4883
230	230000	265.8	0.1329	0.0006645	13.0559
240	240000	290.3	0.14515	0.00072575	13.6236
250	250000	309.8	0.1549	0.0007745	14.1912
260	260000	334.3	0.16715	0.00083575	14.7589
270	270000	357.8	0.1789	0.0008945	15.3265

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	388.8	0.1944	0.000972	15.8942
290	290000	418.2	0.2091	0.0010455	16.4618
300	300000	445.7	0.22285	0.00111425	17.0295
310	310000	493.2	0.2466	0.001233	17.5971
320	320000	548.7	0.27435	0.00137175	18.1648
330	330000	598.2	0.2991	0.0014955	18.7324
340	340000	652.2	0.3261	0.0016305	19.3001
350	350000	709.2	0.3546	0.001773	19.8677
360	360000	778.4	0.3892	0.001946	20.4354
370	370000	840.9	0.42045	0.00210225	21.0030
380	380000	897.1	0.44855	0.00224275	21.5707
390	390000	968.1	0.48405	0.00242025	22.1383
400	400000	1063.9	0.53195	0.00265975	22.7060
410	410000	1195.5	0.59775	0.00298875	23.2736
420	420000	1489.2	0.7446	0.003723	23.8413
350	350000	1788.1	0.89405	0.00447025	19.8677

Grafik Modulus Elastisitas 5%, 14 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	22058.441 Mpa
E teoritis	24463.639 Mpa
E uji / E teoritis	90.168 %

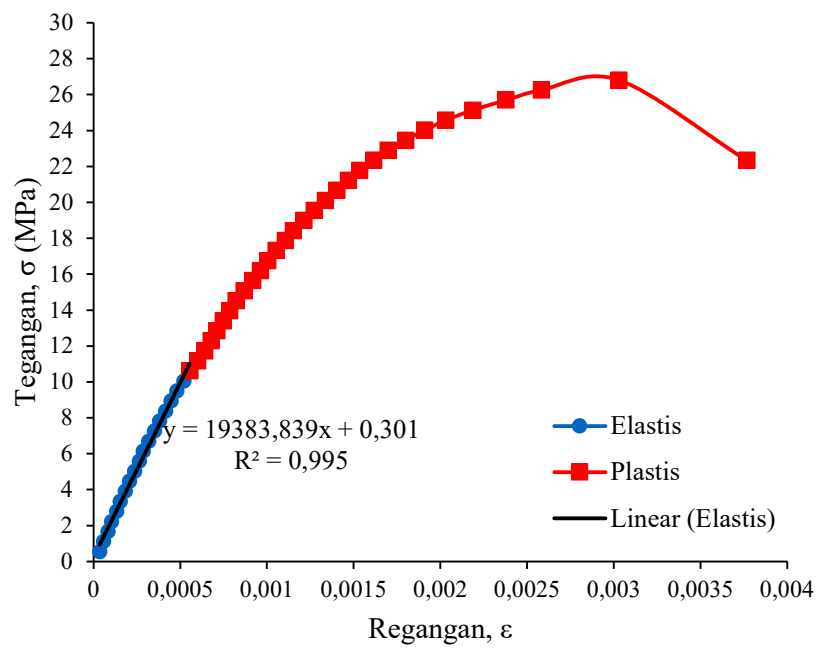
Modulus Elastisitas Beton S-5-28 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	26.816 Mpa
Diameter	150.967 mm
Tinggi	302.667 mm
Luas	17899.958 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	13.5	0.00675	0.00003375	0.5587
20	20000	22	0.011	0.000055	1.1173
30	30000	32.5	0.01625	0.00008125	1.6760
40	40000	41	0.0205	0.0001025	2.2346
50	50000	52.5	0.02625	0.00013125	2.7933
60	60000	60.5	0.03025	0.00015125	3.3520
70	70000	72.5	0.03625	0.00018125	3.9106
80	80000	82	0.041	0.000205	4.4693
90	90000	93.9	0.04695	0.00023475	5.0279
100	100000	105.4	0.0527	0.0002635	5.5866
110	110000	113.9	0.05695	0.00028475	6.1453
120	120000	126.4	0.0632	0.000316	6.7039
130	130000	139.4	0.0697	0.0003485	7.2626
140	140000	151.9	0.07595	0.00037975	7.8212
150	150000	165.9	0.08295	0.00041475	8.3799
160	160000	178.4	0.0892	0.000446	8.9386
170	170000	191.4	0.0957	0.0004785	9.4972
180	180000	207.9	0.10395	0.00051975	10.0559
190	190000	221.4	0.1107	0.0005535	10.6146
200	200000	239.4	0.1197	0.0005985	11.1732
210	210000	255.8	0.1279	0.0006395	11.7319
220	220000	270.3	0.13515	0.00067575	12.2905
230	230000	283.8	0.1419	0.0007095	12.8492
240	240000	298.3	0.14915	0.00074575	13.4079
250	250000	313.3	0.15665	0.00078325	13.9665
260	260000	327.8	0.1639	0.0008195	14.5252
270	270000	346.3	0.17315	0.00086575	15.0838

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	366.7	0.18335	0.00091675	15.6425
290	290000	384.2	0.1921	0.0009605	16.2012
300	300000	401.2	0.2006	0.001003	16.7598
310	310000	420.2	0.2101	0.0010505	17.3185
320	320000	441.7	0.22085	0.00110425	17.8771
330	330000	460.1	0.23005	0.00115025	18.4358
340	340000	484.9	0.24245	0.00121225	18.9945
350	350000	508.2	0.2541	0.0012705	19.5531
360	360000	534.2	0.2671	0.0013355	20.1118
370	370000	560.9	0.28045	0.00140225	20.6704
380	380000	587.4	0.2937	0.0014685	21.2291
390	390000	613.4	0.3067	0.0015335	21.7878
400	400000	645.6	0.3228	0.001614	22.3464
410	410000	679.1	0.33955	0.00169775	22.9051
420	420000	719.7	0.35985	0.00179925	23.4637
430	430000	763.2	0.3816	0.001908	24.0224
440	440000	811.9	0.40595	0.00202975	24.5811
450	450000	874.3	0.43715	0.00218575	25.1397
460	460000	950.8	0.4754	0.002377	25.6984
470	470000	1032.7	0.51635	0.00258175	26.2570
480	480000	1211.4	0.6057	0.0030285	26.8157
400	400000	1506.5	0.75325	0.00376625	22.3464

Grafik Modulus Elastisitas 5%, 28 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	19328.319 Mpa
E teoritis	24338.425 Mpa
E uji / E teoritis	79.415 %

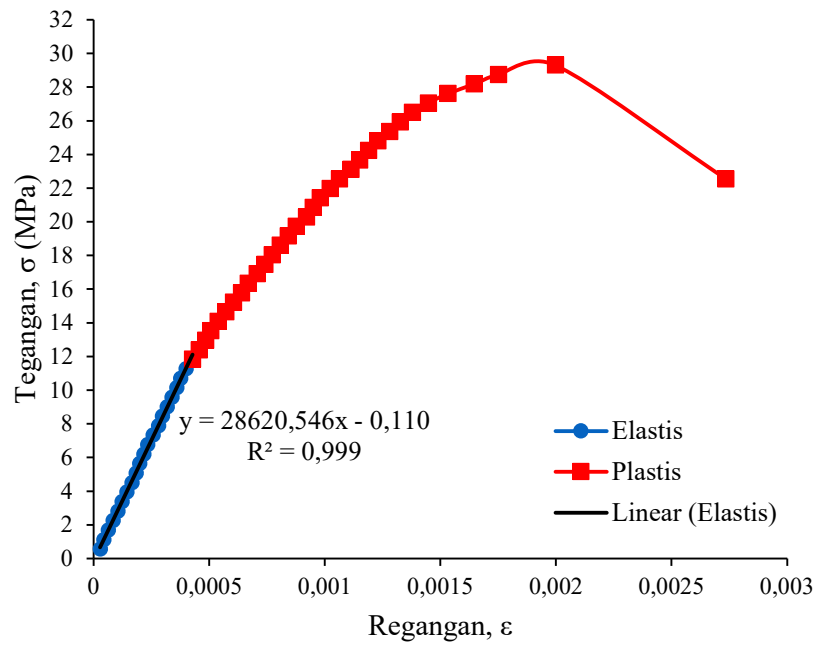
Modulus Elastisitas Beton S-5-28 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29.315 Mpa
Diameter	150.283 mm
Tinggi	301.900 mm
Luas	17738.281 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	11	0.0055	0.0000275	0.5638
20	20000	17.5	0.00875	0.00004375	1.1275
30	30000	25	0.0125	0.0000625	1.6913
40	40000	33.5	0.01675	0.00008375	2.2550
50	50000	41.5	0.02075	0.00010375	2.8188
60	60000	49	0.0245	0.0001225	3.3825
70	70000	57	0.0285	0.0001425	3.9463
80	80000	66	0.033	0.000165	4.5100
90	90000	73	0.0365	0.0001825	5.0738
100	100000	79.5	0.03975	0.00019875	5.6375
110	110000	86.4	0.0432	0.000216	6.2013
120	120000	93.4	0.0467	0.0002335	6.7650
130	130000	102.4	0.0512	0.000256	7.3288
140	140000	111.9	0.05595	0.00027975	7.8925
150	150000	118.4	0.0592	0.000296	8.4563
160	160000	126.9	0.06345	0.00031725	9.0200
170	170000	135.4	0.0677	0.0003385	9.5838
180	180000	143.4	0.0717	0.0003585	10.1475
190	190000	150.4	0.0752	0.000376	10.7113
200	200000	159.9	0.07995	0.00039975	11.2750
210	210000	170.9	0.08545	0.00042725	11.8388
220	220000	182.4	0.0912	0.000456	12.4026
230	230000	193.4	0.0967	0.0004835	12.9663
240	240000	202.4	0.1012	0.000506	13.5301
250	250000	214.9	0.10745	0.00053725	14.0938
260	260000	228.4	0.1142	0.000571	14.6576
270	270000	241.4	0.1207	0.0006035	15.2213

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	255.3	0.12765	0.00063825	15.7851
290	290000	267.3	0.13365	0.00066825	16.3488
300	300000	282.3	0.14115	0.00070575	16.9126
310	310000	295.8	0.1479	0.0007395	17.4763
320	320000	308.8	0.1544	0.000772	18.0401
330	330000	322.6	0.1613	0.0008065	18.6038
340	340000	336.3	0.16815	0.00084075	19.1676
350	350000	350.1	0.17505	0.00087525	19.7313
360	360000	367.6	0.1838	0.000919	20.2951
370	370000	379.6	0.1898	0.000949	20.8588
380	380000	391.6	0.1958	0.000979	21.4226
390	390000	408.6	0.2043	0.0010215	21.9863
400	400000	425.1	0.21255	0.00106275	22.5501
410	410000	444.8	0.2224	0.001112	23.1139
420	420000	459.8	0.2299	0.0011495	23.6776
430	430000	475.3	0.23765	0.00118825	24.2414
440	440000	491.3	0.24565	0.00122825	24.8051
450	450000	511.8	0.2559	0.0012795	25.3689
460	460000	530.3	0.26515	0.00132575	25.9326
470	470000	551.4	0.2757	0.0013785	26.4964
480	480000	578.9	0.28945	0.00144725	27.0601
490	490000	612.9	0.30645	0.00153225	27.6239
500	500000	658.1	0.32905	0.00164525	28.1876
510	510000	700.3	0.35015	0.00175075	28.7514
520	520000	798.5	0.39925	0.00199625	29.3151
400	400000	1093.6	0.5468	0.002734	22.5501

Grafik Modulus Elastisitas 5%, 28 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	28620.546 Mpa
E teoritis	25447.421 Mpa
E uji / E teoritis	112.469 %

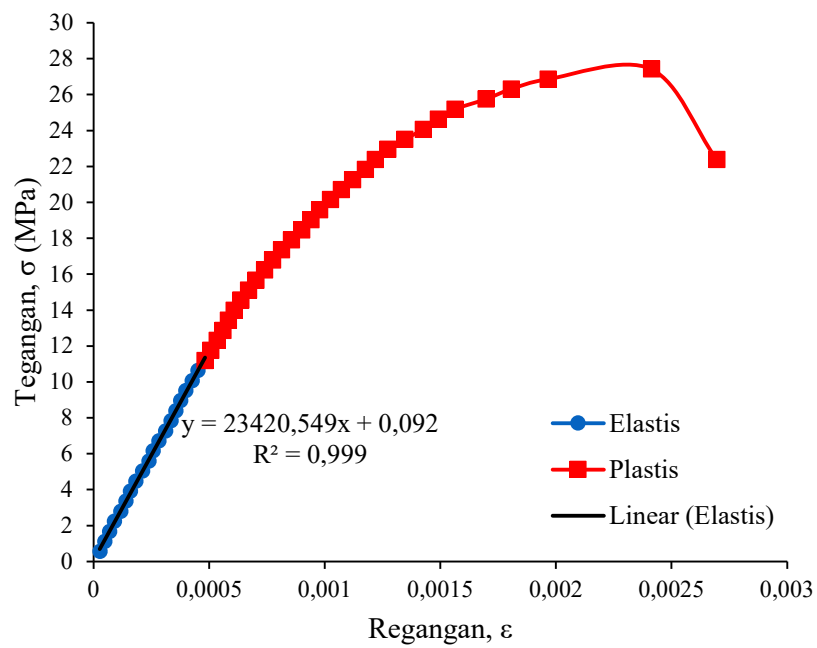
Modulus Elastisitas Beton S-5-28 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	5%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27.429 Mpa
Diameter	150.817 mm
Tinggi	302.900 mm
Luas	17864.405 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	10.5	0.00525	0.00002625	0.5598
20	20000	19	0.0095	0.0000475	1.1195
30	30000	27	0.0135	0.0000675	1.6793
40	40000	35.5	0.01775	0.00008875	2.2391
50	50000	46.5	0.02325	0.00011625	2.7989
60	60000	55.5	0.02775	0.00013875	3.3586
70	70000	63.5	0.03175	0.00015875	3.9184
80	80000	72.5	0.03625	0.00018125	4.4782
90	90000	84.4	0.0422	0.000211	5.0380
100	100000	95.4	0.0477	0.0002385	5.5977
110	110000	102.4	0.0512	0.000256	6.1575
120	120000	112.4	0.0562	0.000281	6.7173
130	130000	124.4	0.0622	0.000311	7.2770
140	140000	133.4	0.0667	0.0003335	7.8368
150	150000	141.9	0.07095	0.00035475	8.3966
160	160000	150.4	0.0752	0.000376	8.9564
170	170000	158.9	0.07945	0.00039725	9.5161
180	180000	170.4	0.0852	0.000426	10.0759
190	190000	179.9	0.08995	0.00044975	10.6357
200	200000	192.4	0.0962	0.000481	11.1954
210	210000	202.4	0.1012	0.000506	11.7552
220	220000	213.6	0.1068	0.000534	12.3150
230	230000	223.1	0.11155	0.00055775	12.8748
240	240000	232.6	0.1163	0.0005815	13.4345
250	250000	242.6	0.1213	0.0006065	13.9943
260	260000	254.6	0.1273	0.0006365	14.5541
270	270000	267.6	0.1338	0.000669	15.1139

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	280.3	0.14015	0.00070075	15.6736
290	290000	295.3	0.14765	0.00073825	16.2334
300	300000	309.3	0.15465	0.00077325	16.7932
310	310000	324.8	0.1624	0.000812	17.3529
320	320000	341.8	0.1709	0.0008545	17.9127
330	330000	359.8	0.1799	0.0008995	18.4725
340	340000	375.4	0.1877	0.0009385	19.0323
350	350000	390.8	0.1954	0.000977	19.5920
360	360000	409.2	0.2046	0.001023	20.1518
370	370000	428.2	0.2141	0.0010705	20.7116
380	380000	447.7	0.22385	0.00111925	21.2713
390	390000	469.7	0.23485	0.00117425	21.8311
400	400000	486.7	0.24335	0.00121675	22.3909
410	410000	508.7	0.25435	0.00127175	22.9507
420	420000	537.6	0.2688	0.001344	23.5104
430	430000	570	0.285	0.001425	24.0702
440	440000	596	0.298	0.00149	24.6300
450	450000	624.9	0.31245	0.00156225	25.1898
460	460000	678.4	0.3392	0.001696	25.7495
470	470000	722.1	0.36105	0.00180525	26.3093
480	480000	786.1	0.39305	0.00196525	26.8691
490	490000	964.6	0.4823	0.0024115	27.4288
400	400000	1077.8	0.5389	0.0026945	22.3909

Grafik Modulus Elastisitas 5%, 28 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	23420.549 Mpa
E teoritis	24615.101 Mpa
E uji / E teoritis	95.147 %

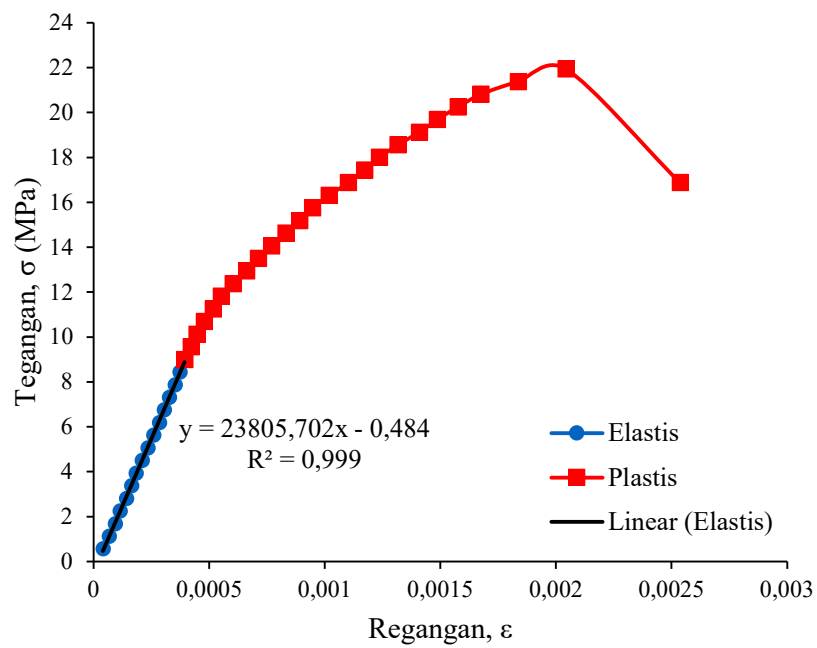
Modulus Elastisitas Beton S-6-7 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	33.758 Mpa
Diameter	150.433 mm
Tinggi	300.650 mm
Luas	17773.708 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	16	0.008	0.00004	0.5626
20	20000	26.5	0.01325	0.00006625	1.1253
30	30000	37	0.0185	0.0000925	1.6879
40	40000	45.5	0.02275	0.00011375	2.2505
50	50000	56.5	0.02825	0.00014125	2.8131
60	60000	65.5	0.03275	0.00016375	3.3758
70	70000	73.5	0.03675	0.00018375	3.9384
80	80000	83.5	0.04175	0.00020875	4.5010
90	90000	93.9	0.04695	0.00023475	5.0637
100	100000	103.9	0.05195	0.00025975	5.6263
110	110000	113.9	0.05695	0.00028475	6.1889
120	120000	121.9	0.06095	0.00030475	6.7515
130	130000	130.9	0.06545	0.00032725	7.3142
140	140000	140.9	0.07045	0.00035225	7.8768
150	150000	148.9	0.07445	0.00037225	8.4394
160	160000	157.4	0.0787	0.0003935	9.0021
170	170000	168.4	0.0842	0.000421	9.5647
180	180000	178.4	0.0892	0.000446	10.1273
190	190000	191.3	0.09565	0.00047825	10.6899
200	200000	206.8	0.1034	0.000517	11.2526
210	210000	220.3	0.11015	0.00055075	11.8152
220	220000	241.3	0.12065	0.00060325	12.3778
230	230000	264.3	0.13215	0.00066075	12.9405
240	240000	284.7	0.14235	0.00071175	13.5031
250	250000	307.7	0.15385	0.00076925	14.0657
260	260000	332.2	0.1661	0.0008305	14.6283
270	270000	356.1	0.17805	0.00089025	15.1910

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	378.1	0.18905	0.00094525	15.7536
290	290000	407	0.2035	0.0010175	16.3162
300	300000	440.5	0.22025	0.00110125	16.8789
310	310000	468.5	0.23425	0.00117125	17.4415
320	320000	493.9	0.24695	0.00123475	18.0041
330	330000	526.4	0.2632	0.001316	18.5668
340	340000	563.4	0.2817	0.0014085	19.1294
350	350000	594.4	0.2972	0.001486	19.6920
360	360000	630.1	0.31505	0.00157525	20.2546
370	370000	669.9	0.33495	0.00167475	20.8173
380	380000	734.2	0.3671	0.0018355	21.3799
390	390000	817.2	0.4086	0.002043	21.9425
300	300000	1014.5	0.50725	0.00253625	16.8789

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 7 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas		
E uji	23805.702	Mpa
E teoritis	27307.659	Mpa
E uji / E teoritis	87.176	%

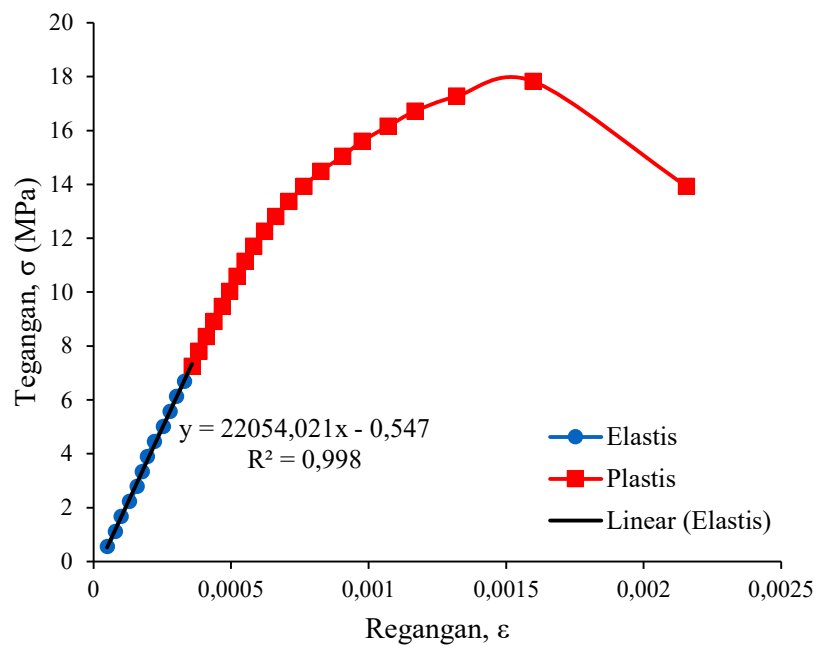
Modulus Elastisitas Beton S-6-7 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27.431 Mpa
Diameter	151.167 mm
Tinggi	300.733 mm
Luas	17947.417 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	19.5	0.00975	0.00004875	0.5572
20	20000	31.5	0.01575	0.00007875	1.1144
30	30000	39.5	0.01975	0.00009875	1.6715
40	40000	52	0.026	0.00013	2.2287
50	50000	62.9	0.03145	0.00015725	2.7859
60	60000	70.4	0.0352	0.000176	3.3431
70	70000	77.9	0.03895	0.00019475	3.9003
80	80000	87.9	0.04395	0.00021975	4.4575
90	90000	100.9	0.05045	0.00025225	5.0146
100	100000	110.9	0.05545	0.00027725	5.5718
110	110000	120.4	0.0602	0.000301	6.1290
120	120000	131.9	0.06595	0.00032975	6.6862
130	130000	142.9	0.07145	0.00035725	7.2434
140	140000	152.9	0.07645	0.00038225	7.8006
150	150000	163.4	0.0817	0.0004085	8.3577
160	160000	174.9	0.08745	0.00043725	8.9149
170	170000	186.9	0.09345	0.00046725	9.4721
180	180000	197.4	0.0987	0.0004935	10.0293
190	190000	208.4	0.1042	0.000521	10.5865
200	200000	219.7	0.10985	0.00054925	11.1437
210	210000	232.2	0.1161	0.0005805	11.7008
220	220000	248.2	0.1241	0.0006205	12.2580
230	230000	264.6	0.1323	0.0006615	12.8152
240	240000	283.6	0.1418	0.000709	13.3724
250	250000	305.6	0.1528	0.000764	13.9296
260	260000	330.1	0.16505	0.00082525	14.4868
270	270000	361.6	0.1808	0.000904	15.0439

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	390.1	0.19505	0.00097525	15.6011
290	290000	427.7	0.21385	0.00106925	16.1583
300	300000	467	0.2335	0.0011675	16.7155
310	310000	527.5	0.26375	0.00131875	17.2727
320	320000	638.9	0.31945	0.00159725	17.8299
250	250000	862	0.431	0.002155	13.9296

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 7 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas		
E uji	22054.021	Mpa
E teoritis	24615.870	Mpa
E uji / E teoritis	89.593	%

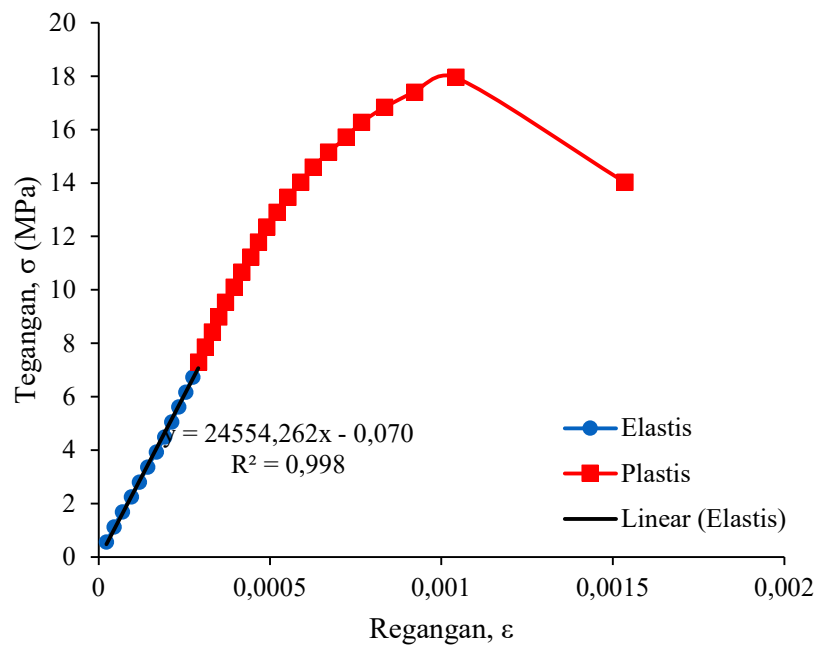
Modulus Elastisitas Beton S-6-7 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27.631 Mpa
Diameter	150.617 mm
Tinggi	302.517 mm
Luas	17817.056 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9	0.0045	0.0000225	0.5613
20	20000	18	0.009	0.000045	1.1225
30	30000	27.5	0.01375	0.00006875	1.6838
40	40000	38	0.019	0.000095	2.2450
50	50000	47.5	0.02375	0.00011875	2.8063
60	60000	57	0.0285	0.0001425	3.3676
70	70000	67	0.0335	0.0001675	3.9288
80	80000	76.9	0.03845	0.00019225	4.4901
90	90000	84.9	0.04245	0.00021225	5.0513
100	100000	93.4	0.0467	0.0002335	5.6126
110	110000	101.4	0.0507	0.0002535	6.1739
120	120000	109.9	0.05495	0.00027475	6.7351
130	130000	116.4	0.0582	0.000291	7.2964
140	140000	124.4	0.0622	0.000311	7.8576
150	150000	132.4	0.0662	0.000331	8.4189
160	160000	139.9	0.06995	0.00034975	8.9802
170	170000	147.9	0.07395	0.00036975	9.5414
180	180000	157.9	0.07895	0.00039475	10.1027
190	190000	166.7	0.08335	0.00041675	10.6639
200	200000	177.2	0.0886	0.000443	11.2252
210	210000	186.2	0.0931	0.0004655	11.7865
220	220000	196.1	0.09805	0.00049025	12.3477
230	230000	208.1	0.10405	0.00052025	12.9090
240	240000	220.6	0.1103	0.0005515	13.4702
250	250000	235.6	0.1178	0.000589	14.0315
260	260000	250.1	0.12505	0.00062525	14.5928
270	270000	268.2	0.1341	0.0006705	15.1540

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	288.7	0.14435	0.00072175	15.7153
290	290000	306.7	0.15335	0.00076675	16.2765
300	300000	333.5	0.16675	0.00083375	16.8378
310	310000	368.4	0.1842	0.000921	17.3991
320	320000	416.7	0.20835	0.00104175	17.9603
250	250000	613.8	0.3069	0.0015345	14.0315

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 7 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas		
E uji	24554.262	Mpa
E teoritis	24705.759	Mpa
E uji / E teoritis	99.387	%

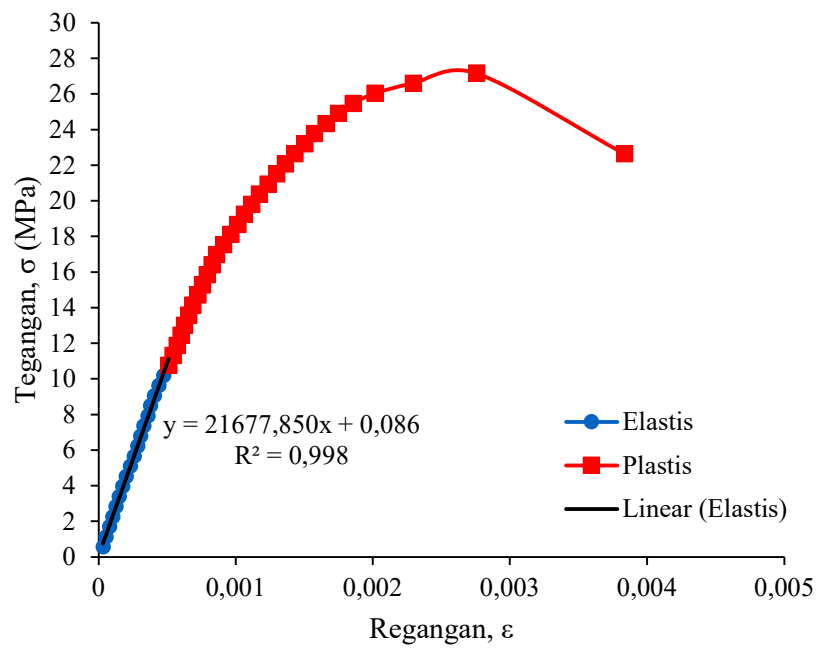
Modulus Elastisitas Beton S-6-14 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30.873 Mpa
Diameter	149.983 mm
Tinggi	301.900 mm
Luas	17667.532 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	12.5	0.00625	0.00003125	0.5660
20	20000	21	0.0105	0.0000525	1.1320
30	30000	31.5	0.01575	0.00007875	1.6980
40	40000	40.5	0.02025	0.00010125	2.2640
50	50000	50.5	0.02525	0.00012625	2.8301
60	60000	59.5	0.02975	0.00014875	3.3961
70	70000	69.5	0.03475	0.00017375	3.9621
80	80000	80.4	0.0402	0.000201	4.5281
90	90000	91.9	0.04595	0.00022975	5.0941
100	100000	103.4	0.0517	0.0002585	5.6601
110	110000	113.9	0.05695	0.00028475	6.2261
120	120000	121.9	0.06095	0.00030475	6.7921
130	130000	131.4	0.0657	0.0003285	7.3581
140	140000	143.9	0.07195	0.00035975	7.9241
150	150000	151.4	0.0757	0.0003785	8.4902
160	160000	162.4	0.0812	0.000406	9.0562
170	170000	175.4	0.0877	0.0004385	9.6222
180	180000	189.4	0.0947	0.0004735	10.1882
190	190000	203.9	0.10195	0.00050975	10.7542
200	200000	216.4	0.1082	0.000541	11.3202
210	210000	228.9	0.11445	0.00057225	11.8862
220	220000	239.4	0.1197	0.0005985	12.4522
230	230000	250.4	0.1252	0.000626	13.0182
240	240000	262.4	0.1312	0.000656	13.5842
250	250000	274.1	0.13705	0.00068525	14.1503
260	260000	289.1	0.14455	0.00072275	14.7163
270	270000	302.6	0.1513	0.0007565	15.2823

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	316.6	0.1583	0.0007915	15.8483
290	290000	330.6	0.1653	0.0008265	16.4143
300	300000	343.2	0.1716	0.000858	16.9803
310	310000	364.1	0.18205	0.00091025	17.5463
320	320000	385.1	0.19255	0.00096275	18.1123
330	330000	405.6	0.2028	0.001014	18.6783
340	340000	425.1	0.21255	0.00106275	19.2443
350	350000	446.1	0.22305	0.00111525	19.8104
360	360000	468.1	0.23405	0.00117025	20.3764
370	370000	494	0.247	0.001235	20.9424
380	380000	518.5	0.25925	0.00129625	21.5084
390	390000	544.3	0.27215	0.00136075	22.0744
400	400000	572.3	0.28615	0.00143075	22.6404
410	410000	601.3	0.30065	0.00150325	23.2064
420	420000	629.4	0.3147	0.0015735	23.7724
430	430000	662.9	0.33145	0.00165725	24.3384
440	440000	698.9	0.34945	0.00174725	24.9044
450	450000	742.1	0.37105	0.00185525	25.4705
460	460000	805.6	0.4028	0.002014	26.0365
470	470000	917.5	0.45875	0.00229375	26.6025
480	480000	1102.1	0.55105	0.00275525	27.1685
400	400000	1533.9	0.76695	0.00383475	22.6404

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 14 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	21677.850 Mpa
E teoritis	26114.950 Mpa
E uji / E teoritis	83.009 %

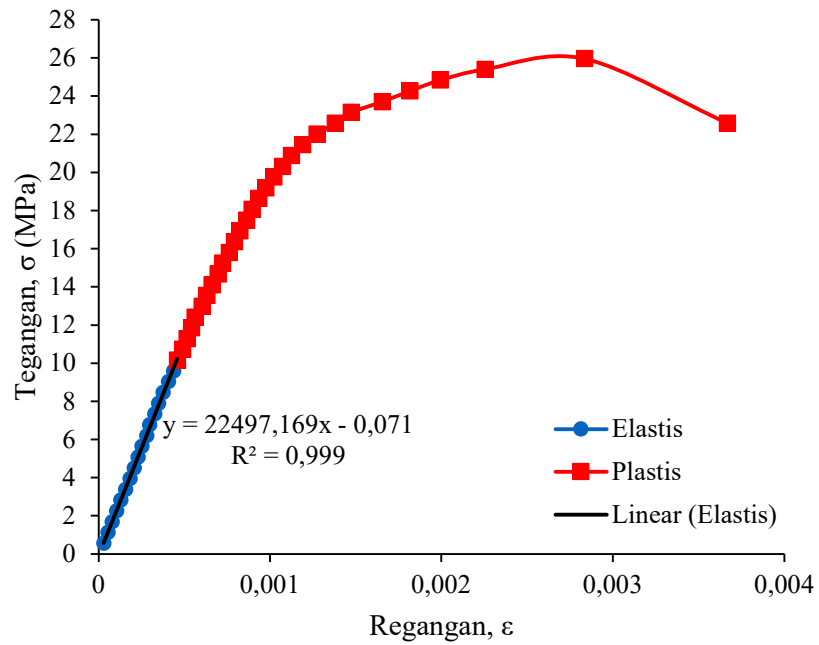
Modulus Elastisitas Beton S-6-14 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29.508 Mpa
Diameter	150.183 mm
Tinggi	302.083 mm
Luas	17714.682 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	11.5	0.00575	0.00002875	0.5645
20	20000	21.5	0.01075	0.00005375	1.1290
30	30000	31	0.0155	0.0000775	1.6935
40	40000	41.5	0.02075	0.00010375	2.2580
50	50000	51.5	0.02575	0.00012875	2.8225
60	60000	62.5	0.03125	0.00015625	3.3870
70	70000	73	0.0365	0.0001825	3.9515
80	80000	82.9	0.04145	0.00020725	4.5160
90	90000	91.4	0.0457	0.0002285	5.0805
100	100000	100.9	0.05045	0.00025225	5.6450
110	110000	111.9	0.05595	0.00027975	6.2095
120	120000	118.4	0.0592	0.000296	6.7740
130	130000	130.4	0.0652	0.000326	7.3385
140	140000	139.9	0.06995	0.00034975	7.9030
150	150000	149.9	0.07495	0.00037475	8.4676
160	160000	162.4	0.0812	0.000406	9.0321
170	170000	174.9	0.08745	0.00043725	9.5966
180	180000	183.4	0.0917	0.0004585	10.1611
190	190000	195.4	0.0977	0.0004885	10.7256
200	200000	206.3	0.10315	0.00051575	11.2901
210	210000	216.8	0.1084	0.000542	11.8546
220	220000	224.8	0.1124	0.000562	12.4191
230	230000	241.3	0.12065	0.00060325	12.9836
240	240000	252.3	0.12615	0.00063075	13.5481
250	250000	264.3	0.13215	0.00066075	14.1126
260	260000	278.3	0.13915	0.00069575	14.6771
270	270000	288.8	0.1444	0.000722	15.2416

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	304.8	0.1524	0.000762	15.8061
290	290000	316.6	0.1583	0.0007915	16.3706
300	300000	329.1	0.16455	0.00082275	16.9351
310	310000	344.6	0.1723	0.0008615	17.4996
320	320000	357.6	0.1788	0.000894	18.0641
330	330000	373.6	0.1868	0.000934	18.6286
340	340000	389.6	0.1948	0.000974	19.1931
350	350000	408.1	0.20405	0.00102025	19.7576
360	360000	428.6	0.2143	0.0010715	20.3221
370	370000	449.7	0.22485	0.00112425	20.8866
380	380000	475.3	0.23765	0.00118825	21.4511
390	390000	509	0.2545	0.0012725	22.0156
400	400000	551.9	0.27595	0.00137975	22.5801
410	410000	589.4	0.2947	0.0014735	23.1446
420	420000	661.6	0.3308	0.001654	23.7091
430	430000	726	0.363	0.001815	24.2737
440	440000	797.1	0.39855	0.00199275	24.8382
450	450000	901.4	0.4507	0.0022535	25.4027
460	460000	1133.9	0.56695	0.00283475	25.9672
400	400000	1467	0.7335	0.0036675	22.5801

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 14 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	22497.169 Mpa
E teoritis	25531.055 Mpa
E uji / E teoritis	88.117 %

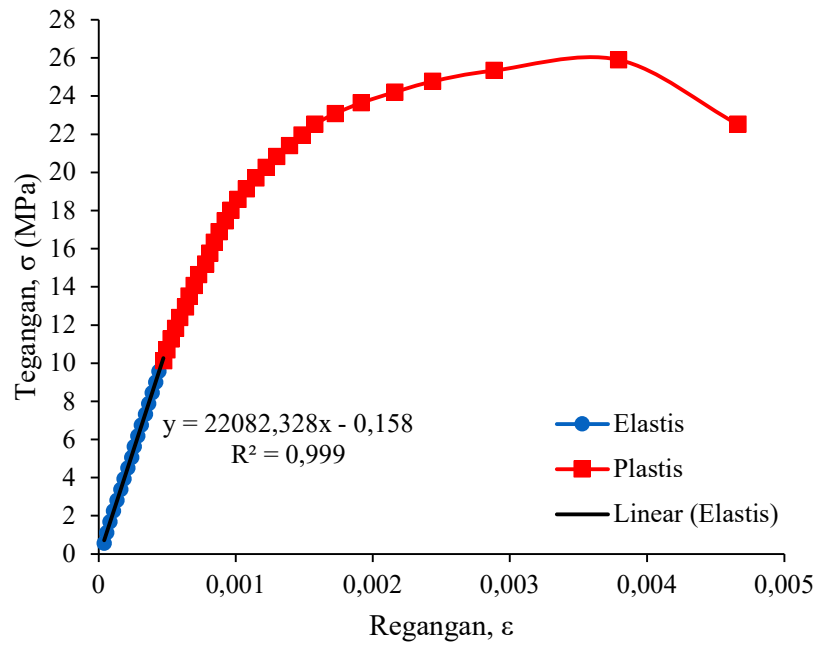
Modulus Elastisitas Beton S-6-14 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	14 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29.436 Mpa
Diameter	150.367 mm
Tinggi	299.283 mm
Luas	17757.958 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	16	0.008	0.00004	0.5631
20	20000	23.5	0.01175	0.00005875	1.1263
30	30000	32.5	0.01625	0.00008125	1.6894
40	40000	42.5	0.02125	0.00010625	2.2525
50	50000	53.5	0.02675	0.00013375	2.8156
60	60000	64	0.032	0.00016	3.3788
70	70000	74	0.037	0.000185	3.9419
80	80000	84.9	0.04245	0.00021225	4.5050
90	90000	95.9	0.04795	0.00023975	5.0682
100	100000	103.4	0.0517	0.0002585	5.6313
110	110000	113.9	0.05695	0.00028475	6.1944
120	120000	123.9	0.06195	0.00030975	6.7575
130	130000	135.9	0.06795	0.00033975	7.3207
140	140000	145.9	0.07295	0.00036475	7.8838
150	150000	155.4	0.0777	0.0003885	8.4469
160	160000	166.4	0.0832	0.000416	9.0100
170	170000	175.4	0.0877	0.0004385	9.5732
180	180000	188.9	0.09445	0.00047225	10.1363
190	190000	198.9	0.09945	0.00049725	10.6994
200	200000	210.9	0.10545	0.00052725	11.2626
210	210000	223.9	0.11195	0.00055975	11.8257
220	220000	236.4	0.1182	0.000591	12.3888
230	230000	252.8	0.1264	0.000632	12.9519
240	240000	262.8	0.1314	0.000657	13.5151
250	250000	278.3	0.13915	0.00069575	14.0782
260	260000	291.3	0.14565	0.00072825	14.6413
270	270000	311.8	0.1559	0.0007795	15.2045

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	323.8	0.1619	0.0008095	15.7676
290	290000	336.8	0.1684	0.000842	16.3307
300	300000	350.8	0.1754	0.000877	16.8938
310	310000	368.2	0.1841	0.0009205	17.4570
320	320000	385.2	0.1926	0.000963	18.0201
330	330000	406.2	0.2031	0.0010155	18.5832
340	340000	430.2	0.2151	0.0010755	19.1463
350	350000	458.7	0.22935	0.00114675	19.7095
360	360000	488.2	0.2441	0.0012205	20.2726
370	370000	519.2	0.2596	0.001298	20.8357
380	380000	556.2	0.2781	0.0013905	21.3989
390	390000	592.3	0.29615	0.00148075	21.9620
400	400000	629.8	0.3149	0.0015745	22.5251
410	410000	689.8	0.3449	0.0017245	23.0882
420	420000	765.5	0.38275	0.00191375	23.6514
430	430000	863.9	0.43195	0.00215975	24.2145
440	440000	974.1	0.48705	0.00243525	24.7776
450	450000	1152.5	0.57625	0.00288125	25.3408
460	460000	1516.1	0.75805	0.00379025	25.9039
400	400000	1864.6	0.9323	0.0046615	22.5251

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 14 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas		
E uji	22082.328	Mpa
E teoritis	25499.926	Mpa
E uji / E teoritis	86.598	%

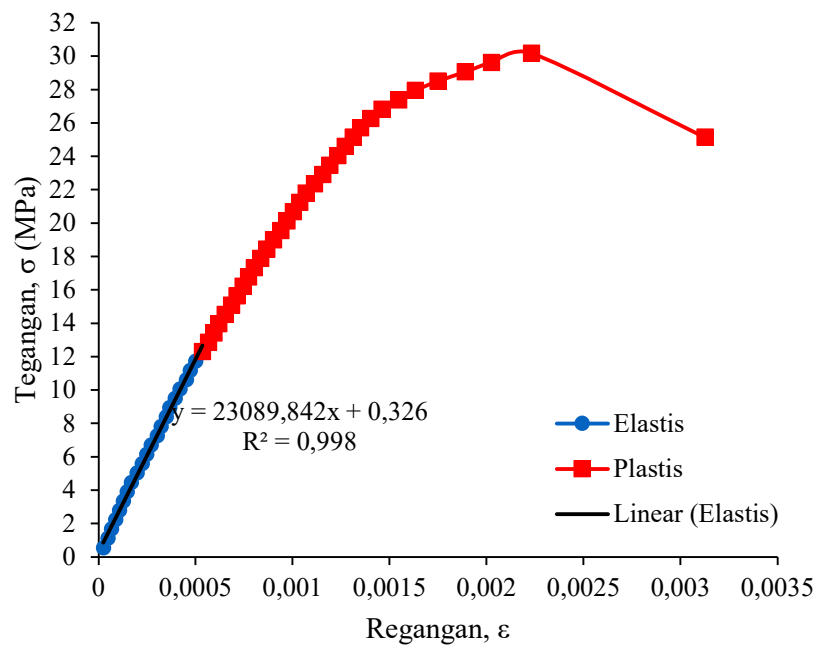
Modulus Elastisitas Beton S-6-28 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30.181 Mpa
Diameter	150.933 mm
Tinggi	300.950 mm
Luas	17892.054 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9.5	0.00475	0.00002375	0.5589
20	20000	19	0.0095	0.0000475	1.1178
30	30000	26	0.013	0.000065	1.6767
40	40000	35	0.0175	0.0000875	2.2356
50	50000	42.5	0.02125	0.00010625	2.7945
60	60000	50.9	0.02545	0.00012725	3.3534
70	70000	58.9	0.02945	0.00014725	3.9124
80	80000	66.9	0.03345	0.00016725	4.4713
90	90000	78.9	0.03945	0.00019725	5.0302
100	100000	89.4	0.0447	0.0002235	5.5891
110	110000	98.9	0.04945	0.00024725	6.1480
120	120000	107.9	0.05395	0.00026975	6.7069
130	130000	120.4	0.0602	0.000301	7.2658
140	140000	128.4	0.0642	0.000321	7.8247
150	150000	138.9	0.06945	0.00034725	8.3836
160	160000	146.4	0.0732	0.000366	8.9425
170	170000	157.4	0.0787	0.0003935	9.5014
180	180000	167.4	0.0837	0.0004185	10.0603
190	190000	180.4	0.0902	0.000451	10.6192
200	200000	188.4	0.0942	0.000471	11.1781
210	210000	199.9	0.09995	0.00049975	11.7371
220	220000	213.9	0.10695	0.00053475	12.2960
230	230000	226.4	0.1132	0.000566	12.8549
240	240000	237.4	0.1187	0.0005935	13.4138
250	250000	247.2	0.1236	0.000618	13.9727
260	260000	260.7	0.13035	0.00065175	14.5316
270	270000	273.7	0.13685	0.00068425	15.0905

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	285.2	0.1426	0.000713	15.6494
290	290000	297.7	0.14885	0.00074425	16.2083
300	300000	308.7	0.15435	0.00077175	16.7672
310	310000	320.7	0.16035	0.00080175	17.3261
320	320000	333.7	0.16685	0.00083425	17.8850
330	330000	346.7	0.17335	0.00086675	18.4439
340	340000	360.2	0.1801	0.0009005	19.0028
350	350000	375.1	0.18755	0.00093775	19.5618
360	360000	388.1	0.19405	0.00097025	20.1207
370	370000	401.1	0.20055	0.00100275	20.6796
380	380000	414.1	0.20705	0.00103525	21.2385
390	390000	427.6	0.2138	0.001069	21.7974
400	400000	444.6	0.2223	0.0011115	22.3563
410	410000	461.6	0.2308	0.001154	22.9152
420	420000	476.3	0.23815	0.00119075	23.4741
430	430000	492.8	0.2464	0.001232	24.0330
440	440000	508.3	0.25415	0.00127075	24.5919
450	450000	524.3	0.26215	0.00131075	25.1508
460	460000	539.8	0.2699	0.0013495	25.7097
470	470000	561.1	0.28055	0.00140275	26.2686
480	480000	584.3	0.29215	0.00146075	26.8276
490	490000	618.3	0.30915	0.00154575	27.3865
500	500000	652.9	0.32645	0.00163225	27.9454
510	510000	699.4	0.3497	0.0017485	28.5043
520	520000	755.5	0.37775	0.00188875	29.0632
530	530000	809.4	0.4047	0.0020235	29.6221
540	540000	892.1	0.44605	0.00223025	30.1809
450	450000	1249.9	0.62495	0.00312475	25.1508

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 28 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas		
E uji	23089.842	Mpa
E teoritis	25820.499	Mpa
E uji / E teoritis	89.424	%

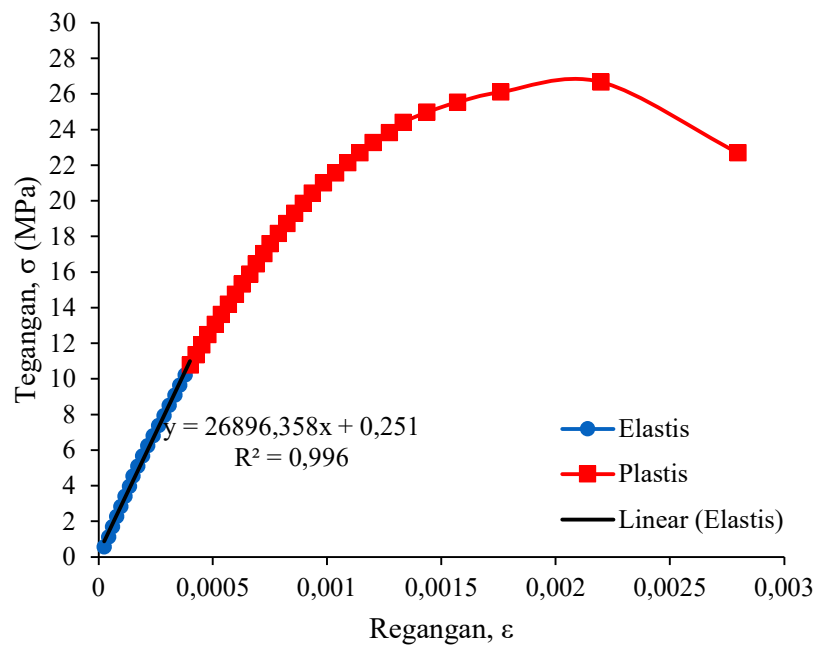
Modulus Elastisitas Beton S-6-28 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	26.679 Mpa
Diameter	149.767 mm
Tinggi	302.667 mm
Luas	17616.524 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9.5	0.00475	0.00002375	0.5676
20	20000	17.5	0.00875	0.00004375	1.1353
30	30000	24	0.012	0.00006	1.7029
40	40000	31	0.0155	0.0000775	2.2706
50	50000	38.5	0.01925	0.00009625	2.8382
60	60000	46	0.023	0.000115	3.4059
70	70000	53.5	0.02675	0.00013375	3.9735
80	80000	60	0.03	0.00015	4.5412
90	90000	68.5	0.03425	0.00017125	5.1088
100	100000	76.5	0.03825	0.00019125	5.6765
110	110000	85.4	0.0427	0.0002135	6.2441
120	120000	94.9	0.04745	0.00023725	6.8118
130	130000	104.4	0.0522	0.000261	7.3794
140	140000	114.4	0.0572	0.000286	7.9471
150	150000	123.4	0.0617	0.0003085	8.5147
160	160000	133.4	0.0667	0.0003335	9.0824
170	170000	141.4	0.0707	0.0003535	9.6500
180	180000	150.9	0.07545	0.00037725	10.2177
190	190000	159.9	0.07995	0.00039975	10.7853
200	200000	170.4	0.0852	0.000426	11.3530
210	210000	180.2	0.0901	0.0004505	11.9206
220	220000	191.2	0.0956	0.000478	12.4883
230	230000	203.7	0.10185	0.00050925	13.0559
240	240000	214.7	0.10735	0.00053675	13.6236
250	250000	226.7	0.11335	0.00056675	14.1912
260	260000	239.2	0.1196	0.000598	14.7589
270	270000	250.9	0.12545	0.00062725	15.3265

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	264.2	0.1321	0.0006605	15.8942
290	290000	275.7	0.13785	0.00068925	16.4618
300	300000	288.7	0.14435	0.00072175	17.0295
310	310000	299.7	0.14985	0.00074925	17.5971
320	320000	314.3	0.15715	0.00078575	18.1648
330	330000	329.3	0.16465	0.00082325	18.7324
340	340000	342.8	0.1714	0.000857	19.3001
350	350000	357.8	0.1789	0.0008945	19.8677
360	360000	373.8	0.1869	0.0009345	20.4354
370	370000	393.1	0.19655	0.00098275	21.0030
380	380000	414.6	0.2073	0.0010365	21.5707
390	390000	435.6	0.2178	0.001089	22.1383
400	400000	457.1	0.22855	0.00114275	22.7060
410	410000	480.1	0.24005	0.00120025	23.2736
420	420000	508.3	0.25415	0.00127075	23.8413
430	430000	532.6	0.2663	0.0013315	24.4089
440	440000	574.2	0.2871	0.0014355	24.9766
450	450000	628.1	0.31405	0.00157025	25.5442
460	460000	703.4	0.3517	0.0017585	26.1118
470	470000	878.9	0.43945	0.00219725	26.6795
400	400000	1118.4	0.5592	0.002796	22.7060

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 28 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	26896.358 Mpa
E teoritis	24276.534 Mpa
E uji / E teoritis	110.792 %

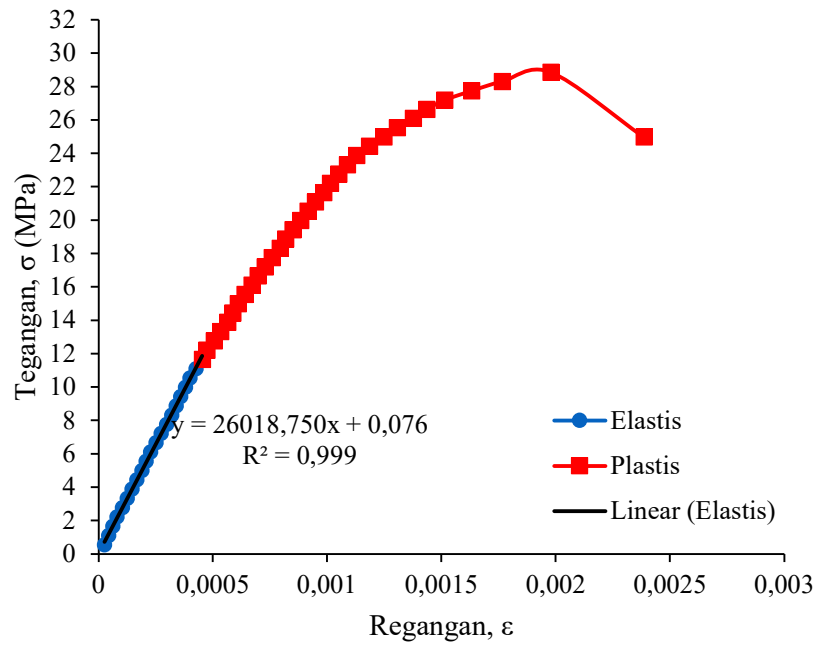
Modulus Elastisitas Beton S-6-28 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	6%
Umur Uji	28 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	28.859 Mpa
Diameter	151.467 mm
Tinggi	303.750 mm
Luas	18018.723 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	10	0.005	0.000025	0.5550
20	20000	17.5	0.00875	0.00004375	1.1100
30	30000	24.5	0.01225	0.00006125	1.6649
40	40000	32	0.016	0.00008	2.2199
50	50000	41.5	0.02075	0.00010375	2.7749
60	60000	50	0.025	0.000125	3.3299
70	70000	58	0.029	0.000145	3.8848
80	80000	66.5	0.03325	0.00016625	4.4398
90	90000	75.5	0.03775	0.00018875	4.9948
100	100000	82.9	0.04145	0.00020725	5.5498
110	110000	90.9	0.04545	0.00022725	6.1048
120	120000	99.9	0.04995	0.00024975	6.6597
130	130000	108.9	0.05445	0.00027225	7.2147
140	140000	118.9	0.05945	0.00029725	7.7697
150	150000	127.4	0.0637	0.0003185	8.3247
160	160000	135.4	0.0677	0.0003385	8.8797
170	170000	143.4	0.0717	0.0003585	9.4346
180	180000	151.9	0.07595	0.00037975	9.9896
190	190000	159.4	0.0797	0.0003985	10.5446
200	200000	170.4	0.0852	0.000426	11.0996
210	210000	181.4	0.0907	0.0004535	11.6545
220	220000	189.4	0.0947	0.0004735	12.2095
230	230000	202.4	0.1012	0.000506	12.7645
240	240000	213.4	0.1067	0.0005335	13.3195
250	250000	225.9	0.11295	0.00056475	13.8745
260	260000	234.4	0.1172	0.000586	14.4294
270	270000	244.4	0.1222	0.000611	14.9844

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	256.1	0.12805	0.00064025	15.5394
290	290000	268.1	0.13405	0.00067025	16.0944
300	300000	279.1	0.13955	0.00069775	16.6493
310	310000	291.1	0.14555	0.00072775	17.2043
320	320000	303.3	0.15165	0.00075825	17.7593
330	330000	317.3	0.15865	0.00079325	18.3143
340	340000	326.8	0.1634	0.000817	18.8693
350	350000	339.8	0.1699	0.0008495	19.4242
360	360000	353.3	0.17665	0.00088325	19.9792
370	370000	366.3	0.18315	0.00091575	20.5342
380	380000	379.3	0.18965	0.00094825	21.0892
390	390000	393.8	0.1969	0.0009845	21.6442
400	400000	405.3	0.20265	0.00101325	22.1991
410	410000	420.3	0.21015	0.00105075	22.7541
420	420000	435.1	0.21755	0.00108775	23.3091
430	430000	451.6	0.2258	0.001129	23.8641
440	440000	473.9	0.23695	0.00118475	24.4190
450	450000	499.3	0.24965	0.00124825	24.9740
460	460000	522.4	0.2612	0.001306	25.5290
470	470000	550.8	0.2754	0.001377	26.0840
480	480000	573.9	0.28695	0.00143475	26.6390
490	490000	605.5	0.30275	0.00151375	27.1939
500	500000	652.7	0.32635	0.00163175	27.7489
510	510000	706.1	0.35305	0.00176525	28.3039
520	520000	791.4	0.3957	0.0019785	28.8589
450	450000	954.5	0.47725	0.00238625	24.9740

Grafik Modulus Elastisitas 6%, 28 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	26018.750 Mpa
E teoritis	25248.613 Mpa
E uji / E teoritis	103.050 %

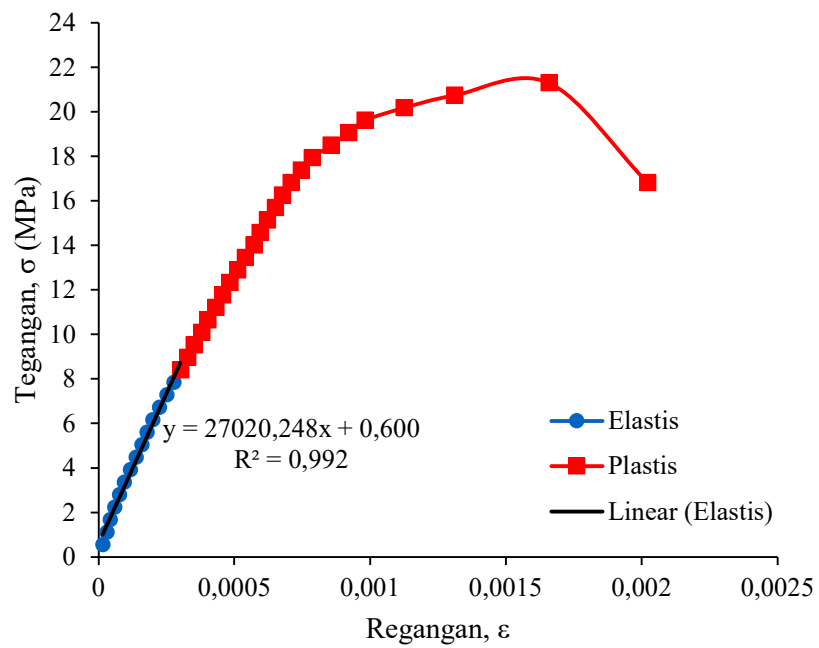
Modulus Elastisitas Beton S-7-7 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	32.783 Mpa
Diameter	150.683 mm
Tinggi	303.267 mm
Luas	17832.832 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	6	0.003	0.000015	0.5608
20	20000	12	0.006	0.00003	1.1215
30	30000	17	0.0085	0.0000425	1.6823
40	40000	23.5	0.01175	0.00005875	2.2431
50	50000	30.5	0.01525	0.00007625	2.8038
60	60000	37.5	0.01875	0.00009375	3.3646
70	70000	46.5	0.02325	0.00011625	3.9253
80	80000	55	0.0275	0.0001375	4.4861
90	90000	63.5	0.03175	0.00015875	5.0469
100	100000	71	0.0355	0.0001775	5.6076
110	110000	79.4	0.0397	0.0001985	6.1684
120	120000	89.4	0.0447	0.0002235	6.7292
130	130000	100.4	0.0502	0.000251	7.2899
140	140000	110.9	0.05545	0.00027725	7.8507
150	150000	120.4	0.0602	0.000301	8.4115
160	160000	130.9	0.06545	0.00032725	8.9722
170	170000	140.4	0.0702	0.000351	9.5330
180	180000	151.9	0.07595	0.00037975	10.0937
190	190000	160.9	0.08045	0.00040225	10.6545
200	200000	172.4	0.0862	0.000431	11.2153
210	210000	182.4	0.0912	0.000456	11.7760
220	220000	193.4	0.0967	0.0004835	12.3368
230	230000	204.4	0.1022	0.000511	12.8976
240	240000	215.9	0.10795	0.00053975	13.4583
250	250000	228.4	0.1142	0.000571	14.0191
260	260000	237.4	0.1187	0.0005935	14.5798
270	270000	248.3	0.12415	0.00062075	15.1406

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	260.3	0.13015	0.00065075	15.7014
290	290000	270.3	0.13515	0.00067575	16.2621
300	300000	283.3	0.14165	0.00070825	16.8229
310	310000	298.3	0.14915	0.00074575	17.3837
320	320000	314.3	0.15715	0.00078575	17.9444
330	330000	342.3	0.17115	0.00085575	18.5052
340	340000	368.3	0.18415	0.00092075	19.0660
350	350000	392.3	0.19615	0.00098075	19.6267
360	360000	449.7	0.22485	0.00112425	20.1875
370	370000	524.2	0.2621	0.0013105	20.7482
380	380000	663.1	0.33155	0.00165775	21.3090
300	300000	808.4	0.4042	0.002021	16.8229

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 7 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas		
E uji	27020.248	Mpa
E teoritis	26910.565	Mpa
E uji / E teoritis	100.408	%

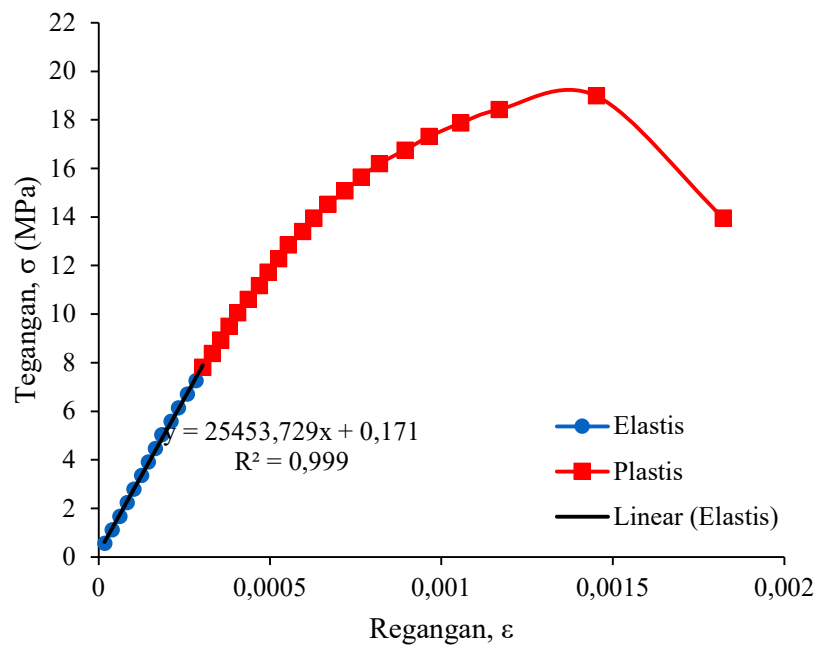
Modulus Elastisitas Beton S-7-7 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29.216 Mpa
Diameter	150.983 mm
Tinggi	300.250 mm
Luas	17903.911 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	7	0.0035	0.0000175	0.5585
20	20000	15.5	0.00775	0.00003875	1.1171
30	30000	24.5	0.01225	0.00006125	1.6756
40	40000	33	0.0165	0.0000825	2.2341
50	50000	41	0.0205	0.0001025	2.7927
60	60000	50	0.025	0.000125	3.3512
70	70000	58	0.029	0.000145	3.9098
80	80000	66	0.033	0.000165	4.4683
90	90000	73.5	0.03675	0.00018375	5.0268
100	100000	84.4	0.0422	0.000211	5.5854
110	110000	92.9	0.04645	0.00023225	6.1439
120	120000	103.4	0.0517	0.0002585	6.7024
130	130000	113.4	0.0567	0.0002835	7.2610
140	140000	121.4	0.0607	0.0003035	7.8195
150	150000	132.4	0.0662	0.000331	8.3781
160	160000	142.4	0.0712	0.000356	8.9366
170	170000	151.9	0.07595	0.00037975	9.4951
180	180000	161.9	0.08095	0.00040475	10.0537
190	190000	174.4	0.0872	0.000436	10.6122
200	200000	187.4	0.0937	0.0004685	11.1707
210	210000	197.4	0.0987	0.0004935	11.7293
220	220000	209.9	0.10495	0.00052475	12.2878
230	230000	220.9	0.11045	0.00055225	12.8464
240	240000	237.9	0.11895	0.00059475	13.4049
250	250000	250.8	0.1254	0.000627	13.9634
260	260000	267.3	0.13365	0.00066825	14.5220
270	270000	287.3	0.14365	0.00071825	15.0805

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	306.3	0.15315	0.00076575	15.6390
290	290000	327.3	0.16365	0.00081825	16.1976
300	300000	357.3	0.17865	0.00089325	16.7561
310	310000	385.3	0.19265	0.00096325	17.3147
320	320000	422.2	0.2111	0.0010555	17.8732
330	330000	467.2	0.2336	0.001168	18.4317
340	340000	580.7	0.29035	0.00145175	18.9903
250	250000	728.6	0.3643	0.0018215	13.9634

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 7 Hari, Silinder 2



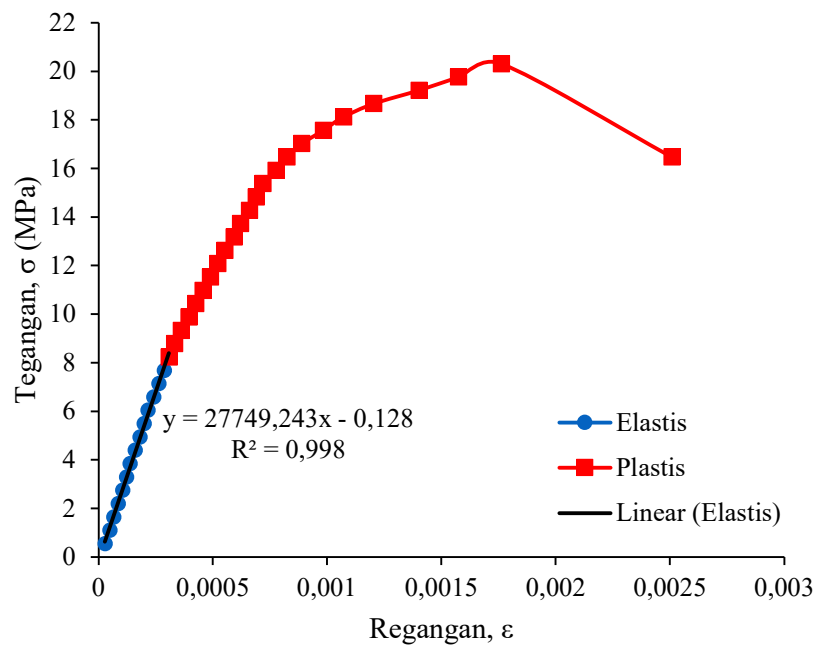
Modulus Elastisitas Beton S-7-7 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	31.260 Mpa
Diameter	152.267 mm
Tinggi	302.683 mm
Luas	18209.565 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	11	0.0055	0.0000275	0.5492
20	20000	19.5	0.00975	0.00004875	1.0983
30	30000	26.5	0.01325	0.00006625	1.6475
40	40000	34	0.017	0.000085	2.1966
50	50000	42	0.021	0.000105	2.7458
60	60000	48.5	0.02425	0.00012125	3.2950
70	70000	55	0.0275	0.0001375	3.8441
80	80000	63.5	0.03175	0.00015875	4.3933
90	90000	72	0.036	0.00018	4.9425
100	100000	79.5	0.03975	0.00019875	5.4916
110	110000	86.4	0.0432	0.000216	6.0408
120	120000	96.4	0.0482	0.000241	6.5899
130	130000	105.4	0.0527	0.0002635	7.1391
140	140000	114.9	0.05745	0.00028725	7.6883
150	150000	122.9	0.06145	0.00030725	8.2374
160	160000	132.4	0.0662	0.000331	8.7866
170	170000	144.4	0.0722	0.000361	9.3358
180	180000	157.9	0.07895	0.00039475	9.8849
190	190000	169.9	0.08495	0.00042475	10.4341
200	200000	182.4	0.0912	0.000456	10.9832
210	210000	195.4	0.0977	0.0004885	11.5324
220	220000	208.4	0.1042	0.000521	12.0816
230	230000	220.4	0.1102	0.000551	12.6307
240	240000	236.9	0.11845	0.00059225	13.1799
250	250000	247.9	0.12395	0.00061975	13.7290
260	260000	263.9	0.13195	0.00065975	14.2782
270	270000	275.3	0.13765	0.00068825	14.8274

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	287.3	0.14365	0.00071825	15.3765
290	290000	310.3	0.15515	0.00077575	15.9257
300	300000	329.3	0.16465	0.00082325	16.4749
310	310000	355.3	0.17765	0.00088825	17.0240
320	320000	393.3	0.19665	0.00098325	17.5732
330	330000	428.2	0.2141	0.0010705	18.1223
340	340000	481.2	0.2406	0.001203	18.6715
350	350000	560.7	0.28035	0.00140175	19.2207
360	360000	629.6	0.3148	0.001574	19.7698
370	370000	704.6	0.3523	0.0017615	20.3190
300	300000	1003.4	0.5017	0.0025085	16.4749

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 7 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas		
E uji	27749.243	Mpa
E teoritis	26277.997	Mpa
E uji / E teoritis	105.599	%

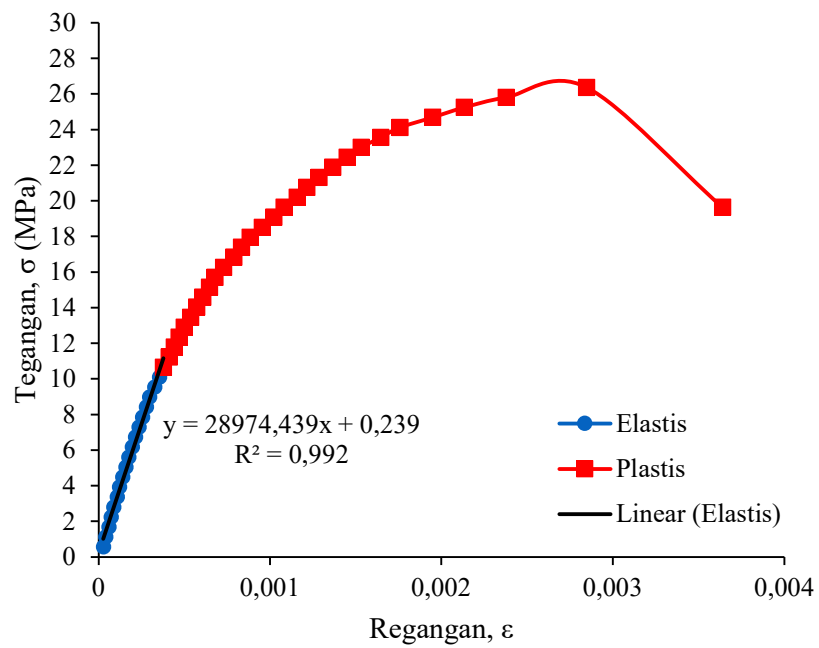
Modulus Elastisitas Beton S-7-14 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	14
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29.970 Mpa
Diameter	150.633 mm
Tinggi	301.717 mm
Luas	17820.999 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	11	0.0055	0.0000275	0.5611
20	20000	16.5	0.00825	0.00004125	1.1223
30	30000	23.5	0.01175	0.00005875	1.6834
40	40000	29	0.0145	0.0000725	2.2445
50	50000	35	0.0175	0.0000875	2.8057
60	60000	43	0.0215	0.0001075	3.3668
70	70000	48.5	0.02425	0.00012125	3.9280
80	80000	56	0.028	0.00014	4.4891
90	90000	63	0.0315	0.0001575	5.0502
100	100000	70	0.035	0.000175	5.6114
110	110000	78	0.039	0.000195	6.1725
120	120000	85.9	0.04295	0.00021475	6.7336
130	130000	93.9	0.04695	0.00023475	7.2948
140	140000	102.4	0.0512	0.000256	7.8559
150	150000	110.9	0.05545	0.00027725	8.4170
160	160000	118.9	0.05945	0.00029725	8.9782
170	170000	130.9	0.06545	0.00032725	9.5393
180	180000	141.9	0.07095	0.00035475	10.1004
190	190000	150.9	0.07545	0.00037725	10.6616
200	200000	163.9	0.08195	0.00040975	11.2227
210	210000	176.4	0.0882	0.000441	11.7839
220	220000	187.4	0.0937	0.0004685	12.3450
230	230000	199.4	0.0997	0.0004985	12.9061
240	240000	214.4	0.1072	0.000536	13.4673
250	250000	228.4	0.1142	0.000571	14.0284
260	260000	242.4	0.1212	0.000606	14.5895
270	270000	258.3	0.12915	0.00064575	15.1507

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	271.3	0.13565	0.00067825	15.7118
290	290000	290.8	0.1454	0.000727	16.2729
300	300000	315.3	0.15765	0.00078825	16.8341
310	310000	333.3	0.16665	0.00083325	17.3952
320	320000	353.3	0.17665	0.00088325	17.9563
330	330000	381.3	0.19065	0.00095325	18.5175
340	340000	408.2	0.2041	0.0010205	19.0786
350	350000	432.7	0.21635	0.00108175	19.6398
360	360000	463.2	0.2316	0.001158	20.2009
370	370000	485.7	0.24285	0.00121425	20.7620
380	380000	513.7	0.25685	0.00128425	21.3232
390	390000	545.7	0.27285	0.00136425	21.8843
400	400000	579.7	0.28985	0.00144925	22.4454
410	410000	612.7	0.30635	0.00153175	23.0066
420	420000	658.2	0.3291	0.0016455	23.5677
430	430000	703.1	0.35155	0.00175775	24.1288
440	440000	779.1	0.38955	0.00194775	24.6900
450	450000	852.8	0.4264	0.002132	25.2511
460	460000	950.9	0.47545	0.00237725	25.8122
470	470000	1138.4	0.5692	0.002846	26.3734
350	350000	1455.9	0.72795	0.00363975	19.6398

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 14 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	28974.439 Mpa
E teoritis	25729.979 Mpa
E uji / E teoritis	112.610 %

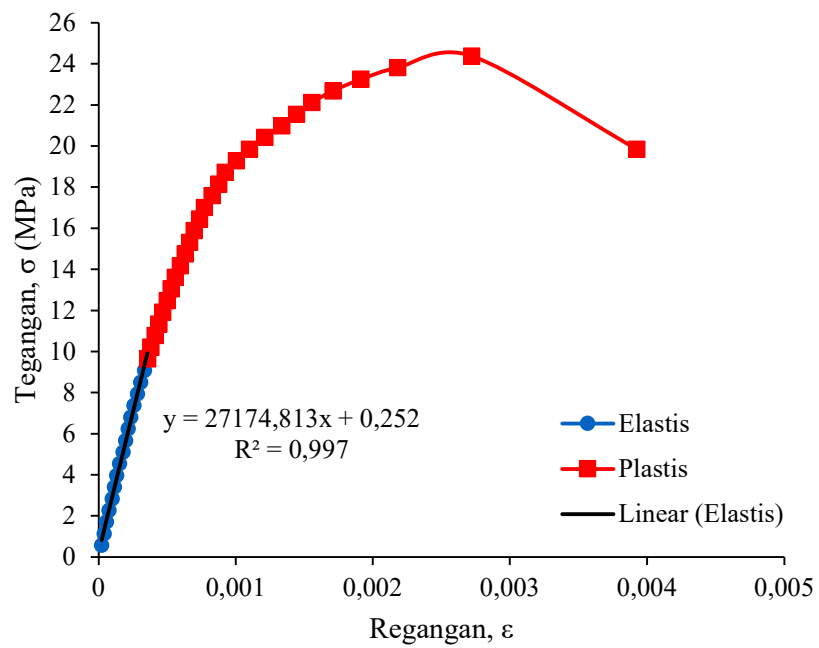
Modulus Elastisitas Beton S-7-14 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	14
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27.713 Mpa
Diameter	149.833 mm
Tinggi	299.683 mm
Luas	17632.211 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	8.5	0.00425	0.00002125	0.5671
20	20000	15.5	0.00775	0.00003875	1.1343
30	30000	22	0.011	0.000055	1.7014
40	40000	29.5	0.01475	0.00007375	2.2686
50	50000	39	0.0195	0.0000975	2.8357
60	60000	46	0.023	0.000115	3.4029
70	70000	52.5	0.02625	0.00013125	3.9700
80	80000	60.5	0.03025	0.00015125	4.5372
90	90000	70.5	0.03525	0.00017625	5.1043
100	100000	78	0.039	0.000195	5.6714
110	110000	85.4	0.0427	0.0002135	6.2386
120	120000	93.4	0.0467	0.0002335	6.8057
130	130000	102.4	0.0512	0.000256	7.3729
140	140000	112.9	0.05645	0.00028225	7.9400
150	150000	122.4	0.0612	0.000306	8.5072
160	160000	133.4	0.0667	0.0003335	9.0743
170	170000	142.4	0.0712	0.000356	9.6414
180	180000	152.4	0.0762	0.000381	10.2086
190	190000	163.9	0.08195	0.00040975	10.7757
200	200000	174.9	0.08745	0.00043725	11.3429
210	210000	186.9	0.09345	0.00046725	11.9100
220	220000	199.9	0.09995	0.00049975	12.4772
230	230000	210.4	0.1052	0.000526	13.0443
240	240000	223.4	0.1117	0.0005585	13.6115
250	250000	238.3	0.11915	0.00059575	14.1786
260	260000	252.3	0.12615	0.00063075	14.7457
270	270000	265.3	0.13265	0.00066325	15.3129

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	278.3	0.13915	0.00069575	15.8800
290	290000	293.8	0.1469	0.0007345	16.4472
300	300000	308.3	0.15415	0.00077075	17.0143
310	310000	330.3	0.16515	0.00082575	17.5815
320	320000	349.8	0.1749	0.0008745	18.1486
330	330000	368.8	0.1844	0.000922	18.7157
340	340000	401.2	0.2006	0.001003	19.2829
350	350000	439.2	0.2196	0.001098	19.8500
360	360000	484.2	0.2421	0.0012105	20.4172
370	370000	534.2	0.2671	0.0013355	20.9843
380	380000	577.2	0.2886	0.001443	21.5515
390	390000	621.2	0.3106	0.001553	22.1186
400	400000	683.1	0.34155	0.00170775	22.6858
410	410000	764.1	0.38205	0.00191025	23.2529
420	420000	871.6	0.4358	0.002179	23.8200
430	430000	1087.8	0.5439	0.0027195	24.3872
350	350000	1569.4	0.7847	0.0039235	19.8500

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 14 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas		
E uji	27174.813	Mpa
E teoritis	24742.146	Mpa
E uji / E teoritis	109.832	%

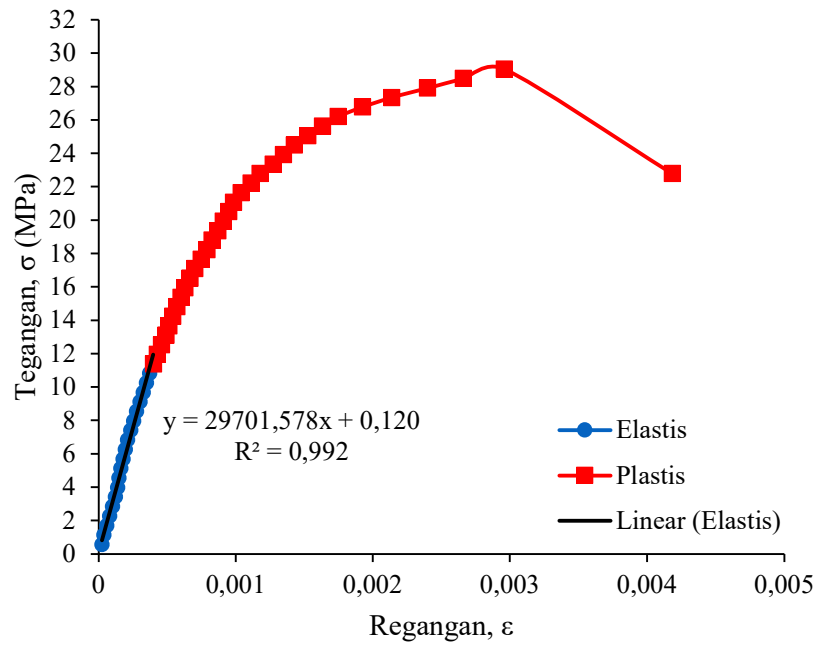
Modulus Elastisitas Beton S-7-14 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	14
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	33.015 Mpa
Diameter	149.500 mm
Tinggi	301.767 mm
Luas	17553.845 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9.5	0.00475	0.00002375	0.5697
20	20000	15	0.0075	0.0000375	1.1394
30	30000	23.5	0.01175	0.00005875	1.7090
40	40000	31.5	0.01575	0.00007875	2.2787
50	50000	40	0.02	0.0001	2.8484
60	60000	48.5	0.02425	0.00012125	3.4181
70	70000	54.5	0.02725	0.00013625	3.9877
80	80000	59	0.0295	0.0001475	4.5574
90	90000	64.5	0.03225	0.00016125	5.1271
100	100000	71	0.0355	0.0001775	5.6968
110	110000	77	0.0385	0.0001925	6.2664
120	120000	83.5	0.04175	0.00020875	6.8361
130	130000	92.9	0.04645	0.00023225	7.4058
140	140000	101.4	0.0507	0.0002535	7.9755
150	150000	110.4	0.0552	0.000276	8.5451
160	160000	119.9	0.05995	0.00029975	9.1148
170	170000	129.4	0.0647	0.0003235	9.6845
180	180000	139.4	0.0697	0.0003485	10.2542
190	190000	148.4	0.0742	0.000371	10.8238
200	200000	159.4	0.0797	0.0003985	11.3935
210	210000	170.9	0.08545	0.00042725	11.9632
220	220000	182.9	0.09145	0.00045725	12.5329
230	230000	195.9	0.09795	0.00048975	13.1025
240	240000	203.9	0.10195	0.00050975	13.6722
250	250000	215.9	0.10795	0.00053975	14.2419
260	260000	227.4	0.1137	0.0005685	14.8116
270	270000	239.9	0.11995	0.00059975	15.3812

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	250.8	0.1254	0.000627	15.9509
290	290000	266.3	0.13315	0.00066575	16.5206
300	300000	280.3	0.14015	0.00070075	17.0903
310	310000	298.3	0.14915	0.00074575	17.6599
320	320000	315.8	0.1579	0.0007895	18.2296
330	330000	330.8	0.1654	0.000827	18.7993
340	340000	346.8	0.1734	0.000867	19.3690
350	350000	362.8	0.1814	0.000907	19.9387
360	360000	378.8	0.1894	0.000947	20.5083
370	370000	393.3	0.19665	0.00098325	21.0780
380	380000	415.2	0.2076	0.001038	21.6477
390	390000	443.9	0.22195	0.00110975	22.2174
400	400000	470.4	0.2352	0.001176	22.7870
410	410000	508.4	0.2542	0.001271	23.3567
420	420000	538.4	0.2692	0.001346	23.9264
430	430000	570.2	0.2851	0.0014255	24.4961
440	440000	609.2	0.3046	0.001523	25.0657
450	450000	652.2	0.3261	0.0016305	25.6354
460	460000	697.8	0.3489	0.0017445	26.2051
470	470000	768.9	0.38445	0.00192225	26.7748
480	480000	854.3	0.42715	0.00213575	27.3444
490	490000	959.1	0.47955	0.00239775	27.9141
500	500000	1063.4	0.5317	0.0026585	28.4838
510	510000	1182.9	0.59145	0.00295725	29.0535
400	400000	1673.2	0.8366	0.004183	22.7870

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 14 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	29701.578 Mpa
E teoritis	27005.702 Mpa
E uji / E teoritis	109.983 %

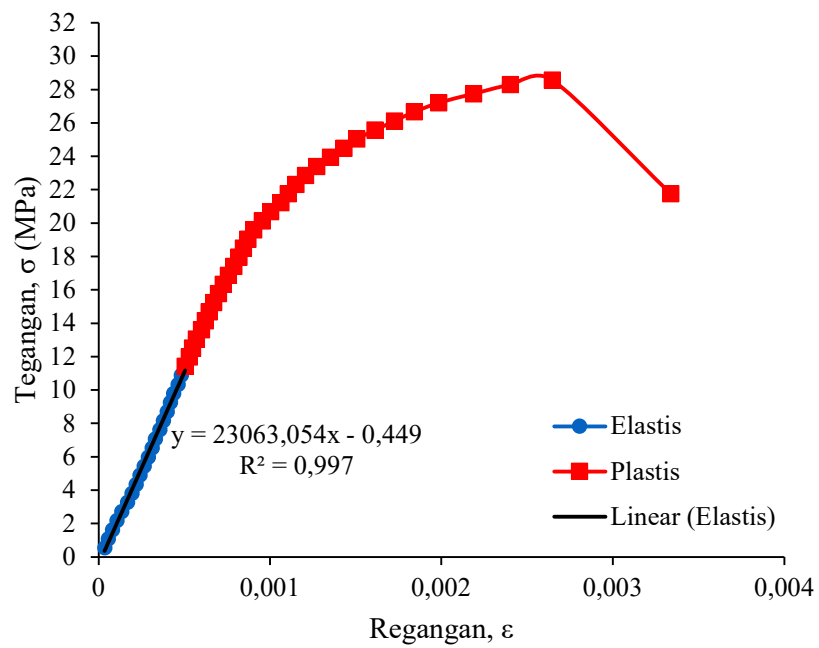
Modulus Elastisitas Beton S-7-28 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	28
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	28,568 Mpa
Diameter	152,967 mm
Tinggi	303,217 mm
Luas	18377,375 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	14	0,007	0,000035	0,5441
20	20000	22,5	0,01125	0,00005625	1,0883
30	30000	32	0,016	0,00008	1,6324
40	40000	42,5	0,02125	0,00010625	2,1766
50	50000	54	0,027	0,000135	2,7207
60	60000	67	0,0335	0,0001675	3,2649
70	70000	77,5	0,03875	0,00019375	3,8090
80	80000	86,9	0,04345	0,00021725	4,3532
90	90000	95,9	0,04795	0,00023975	4,8973
100	100000	105,9	0,05295	0,00026475	5,4415
110	110000	115,4	0,0577	0,0002885	5,9856
120	120000	124,4	0,0622	0,000311	6,5298
130	130000	132,4	0,0662	0,000331	7,0739
140	140000	142,4	0,0712	0,000356	7,6181
150	150000	150,9	0,07545	0,00037725	8,1622
160	160000	159,4	0,0797	0,0003985	8,7064
170	170000	166,9	0,08345	0,00041725	9,2505
180	180000	174,4	0,0872	0,000436	9,7947
190	190000	184,9	0,09245	0,00046225	10,3388
200	200000	192,4	0,0962	0,000481	10,8829
210	210000	201,9	0,10095	0,00050475	11,4271
220	220000	210,9	0,10545	0,00052725	11,9712
230	230000	218,9	0,10945	0,00054725	12,5154
240	240000	227,4	0,1137	0,0005685	13,0595
250	250000	239,4	0,1197	0,0005985	13,6037
260	260000	248,9	0,12445	0,00062225	14,1478
270	270000	257,8	0,1289	0,0006445	14,6920

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	268,3	0,13415	0,00067075	15,2361
290	290000	279,3	0,13965	0,00069825	15,7803
300	300000	290,3	0,14515	0,00072575	16,3244
310	310000	302,3	0,15115	0,00075575	16,8686
320	320000	315,3	0,15765	0,00078825	17,4127
330	330000	327,3	0,16365	0,00081825	17,9569
340	340000	337,8	0,1689	0,0008445	18,5010
350	350000	348,3	0,17415	0,00087075	19,0452
360	360000	361,3	0,18065	0,00090325	19,5893
370	370000	381,3	0,19065	0,00095325	20,1335
380	380000	401,3	0,20065	0,00100325	20,6776
390	390000	424,7	0,21235	0,00106175	21,2217
400	400000	442,2	0,2211	0,0011055	21,7659
410	410000	459,7	0,22985	0,00114925	22,3100
420	420000	482,7	0,24135	0,00120675	22,8542
430	430000	508,7	0,25435	0,00127175	23,3983
440	440000	540,7	0,27035	0,00135175	23,9425
450	450000	572,2	0,2861	0,0014305	24,4866
460	460000	601,7	0,30085	0,00150425	25,0308
470	470000	644,7	0,32235	0,00161175	25,5749
480	480000	689,7	0,34485	0,00172425	26,1191
490	490000	736,1	0,36805	0,00184025	26,6632
500	500000	793,4	0,3967	0,0019835	27,2074
510	510000	874,4	0,4372	0,002186	27,7515
520	520000	960,1	0,48005	0,00240025	28,2957
525	525000	1058,4	0,5292	0,002646	28,5677
400	400000	1334,9	0,66745	0,00333725	21,7659

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 28 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	23063,054 Mpa
E teoritis	25120,933 Mpa
E uji / E teoritis	91,808 %

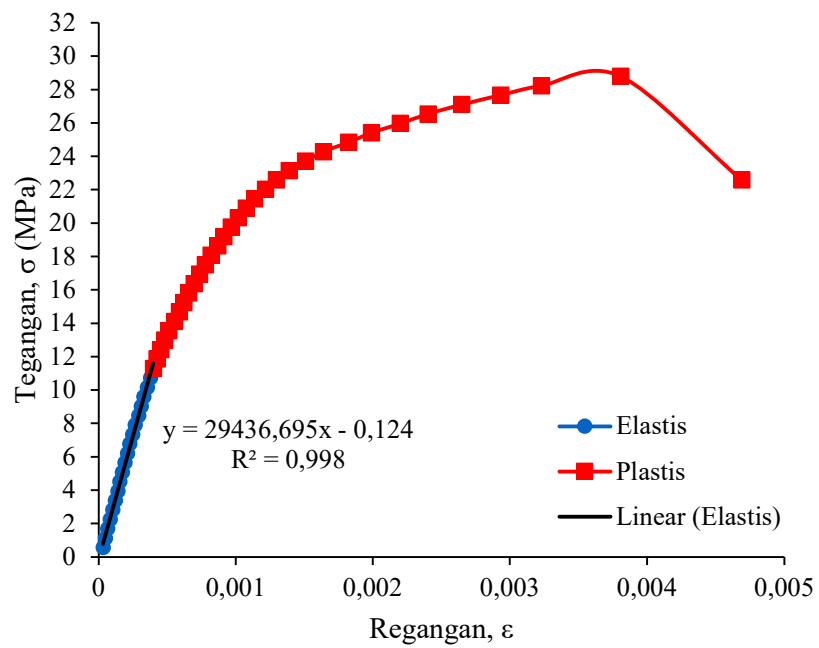
Modulus Elastisitas Beton S-7-28 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	28
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	28,796 Mpa
Diameter	150,167 mm
Tinggi	301,083 mm
Luas	17710,750 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	12,5	0,00625	0,00003125	0,5646
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1293
30	30000	26	0,013	0,000065	1,6939
40	40000	33,5	0,01675	0,00008375	2,2585
50	50000	40,5	0,02025	0,00010125	2,8231
60	60000	48	0,024	0,00012	3,3878
70	70000	55,5	0,02775	0,00013875	3,9524
80	80000	61,5	0,03075	0,00015375	4,5170
90	90000	69	0,0345	0,0001725	5,0817
100	100000	76,4	0,0382	0,000191	5,6463
110	110000	83,4	0,0417	0,0002085	6,2109
120	120000	90,4	0,0452	0,000226	6,7755
130	130000	98,4	0,0492	0,000246	7,3402
140	140000	106,4	0,0532	0,000266	7,9048
150	150000	116,4	0,0582	0,000291	8,4694
160	160000	124,4	0,0622	0,000311	9,0341
170	170000	131,4	0,0657	0,0003285	9,5987
180	180000	141,4	0,0707	0,0003535	10,1633
190	190000	150,9	0,07545	0,00037725	10,7279
200	200000	159,4	0,0797	0,0003985	11,2926
210	210000	169,4	0,0847	0,0004235	11,8572
220	220000	181,4	0,0907	0,0004535	12,4218
230	230000	192,4	0,0962	0,000481	12,9865
240	240000	204	0,102	0,00051	13,5511
250	250000	221,4	0,1107	0,0005535	14,1157
260	260000	234,9	0,11745	0,00058725	14,6803
270	270000	247,9	0,12395	0,00061975	15,2450

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	262,4	0,1312	0,000656	15,8096
290	290000	277,8	0,1389	0,0006945	16,3742
300	300000	293,8	0,1469	0,0007345	16,9389
310	310000	310,8	0,1554	0,000777	17,5035
320	320000	327,3	0,16365	0,00081825	18,0681
330	330000	347,3	0,17365	0,00086825	18,6328
340	340000	365,3	0,18265	0,00091325	19,1974
350	350000	386,8	0,1934	0,000967	19,7620
360	360000	407,1	0,20355	0,00101775	20,3266
370	370000	430,4	0,2152	0,001076	20,8913
380	380000	454,9	0,22745	0,00113725	21,4559
390	390000	485,9	0,24295	0,00121475	22,0205
400	400000	517,9	0,25895	0,00129475	22,5852
410	410000	555,4	0,2777	0,0013885	23,1498
420	420000	603,4	0,3017	0,0015085	23,7144
430	430000	654,9	0,32745	0,00163725	24,2790
440	440000	728,9	0,36445	0,00182225	24,8437
450	450000	794,9	0,39745	0,00198725	25,4083
460	460000	879,5	0,43975	0,00219875	25,9729
470	470000	960,2	0,4801	0,0024005	26,5376
480	480000	1058,4	0,5292	0,002646	27,1022
490	490000	1172,1	0,58605	0,00293025	27,6668
500	500000	1290,8	0,6454	0,003227	28,2314
510	510000	1523,1	0,76155	0,00380775	28,7961
400	400000	1875,5	0,93775	0,00468875	22,5852

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 28 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	29436,695 Mpa
E teoritis	25221,126 Mpa
E uji / E teoritis	116,714 %

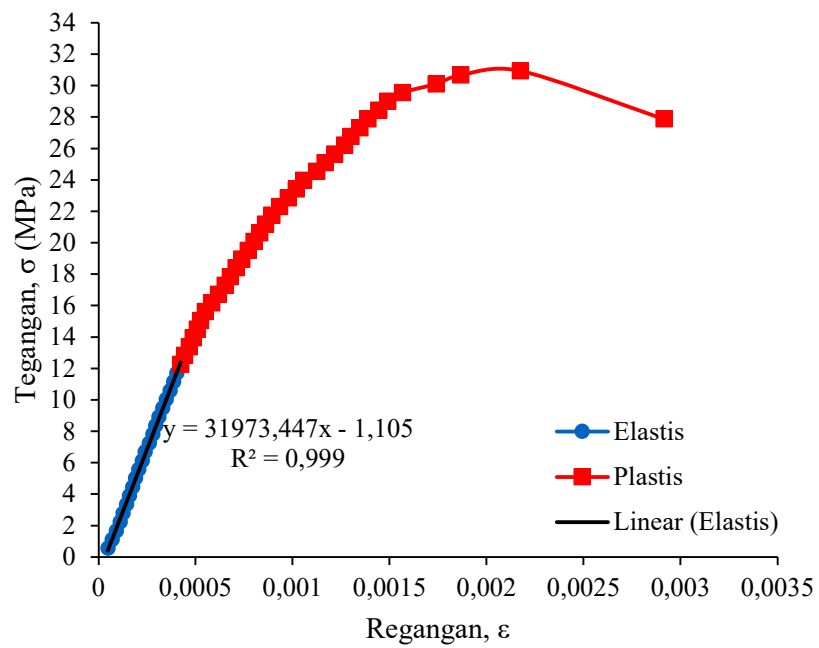
Modulus Elastisitas Beton S-7-28 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	7%
Umur Uji	28
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	30,951 Mpa
Diameter	151,100 mm
Tinggi	302,350 mm
Luas	17931,590 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	19	0,0095	0,0000475	0,5577
20	20000	27,5	0,01375	0,00006875	1,1154
30	30000	36	0,018	0,00009	1,6730
40	40000	44	0,022	0,00011	2,2307
50	50000	50	0,025	0,000125	2,7884
60	60000	57	0,0285	0,0001425	3,3461
70	70000	63	0,0315	0,0001575	3,9037
80	80000	70	0,035	0,000175	4,4614
90	90000	76	0,038	0,00019	5,0191
100	100000	82,4	0,0412	0,000206	5,5768
110	110000	89,4	0,0447	0,0002235	6,1344
120	120000	95,9	0,04795	0,00023975	6,6921
130	130000	104,4	0,0522	0,000261	7,2498
140	140000	111,4	0,0557	0,0002785	7,8075
150	150000	117,4	0,0587	0,0002935	8,3651
160	160000	123,9	0,06195	0,00030975	8,9228
170	170000	131,9	0,06595	0,00032975	9,4805
180	180000	138,9	0,06945	0,00034725	10,0382
190	190000	146,9	0,07345	0,00036725	10,5958
200	200000	154,4	0,0772	0,000386	11,1535
210	210000	160,9	0,08045	0,00040225	11,7112
220	220000	168,9	0,08445	0,00042225	12,2689
230	230000	176,9	0,08845	0,00044225	12,8265
240	240000	186,4	0,0932	0,000466	13,3842
250	250000	194,4	0,0972	0,000486	13,9419
260	260000	203,4	0,1017	0,0005085	14,4996
270	270000	209,9	0,10495	0,00052475	15,0572

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	219,9	0,10995	0,00054975	15,6149
290	290000	232,9	0,11645	0,00058225	16,1726
300	300000	246,8	0,1234	0,000617	16,7303
310	310000	260,3	0,13015	0,00065075	17,2879
320	320000	271,3	0,13565	0,00067825	17,8456
330	330000	283,3	0,14165	0,00070825	18,4033
340	340000	294,8	0,1474	0,000737	18,9610
350	350000	308,3	0,15415	0,00077075	19,5186
360	360000	320,3	0,16015	0,00080075	20,0763
370	370000	331,8	0,1659	0,0008295	20,6340
380	380000	343,8	0,1719	0,0008595	21,1917
390	390000	356,8	0,1784	0,000892	21,7493
400	400000	372,8	0,1864	0,000932	22,3070
410	410000	390,8	0,1954	0,000977	22,8647
420	420000	406,8	0,2034	0,001017	23,4224
430	430000	422,2	0,2111	0,0010555	23,9800
440	440000	449,2	0,2246	0,001123	24,5377
450	450000	466,2	0,2331	0,0011655	25,0954
460	460000	486,2	0,2431	0,0012155	25,6531
470	470000	506,7	0,25335	0,00126675	26,2107
480	480000	520,2	0,2601	0,0013005	26,7684
490	490000	538,2	0,2691	0,0013455	27,3261
500	500000	555,2	0,2776	0,001388	27,8838
510	510000	577,7	0,28885	0,00144425	28,4414
520	520000	596,1	0,29805	0,00149025	28,9991
530	530000	626,1	0,31305	0,00156525	29,5568
540	540000	695,6	0,3478	0,001739	30,1145
550	550000	746,5	0,37325	0,00186625	30,6721
555	555000	868,9	0,43445	0,00217225	30,9510
500	500000	1165,3	0,58265	0,00291325	27,8838

Grafik Modulus Elastisitas 7%, 28 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	31973,447 Mpa
E teoritis	26147,787 Mpa
E uji / E teoritis	122,280 %

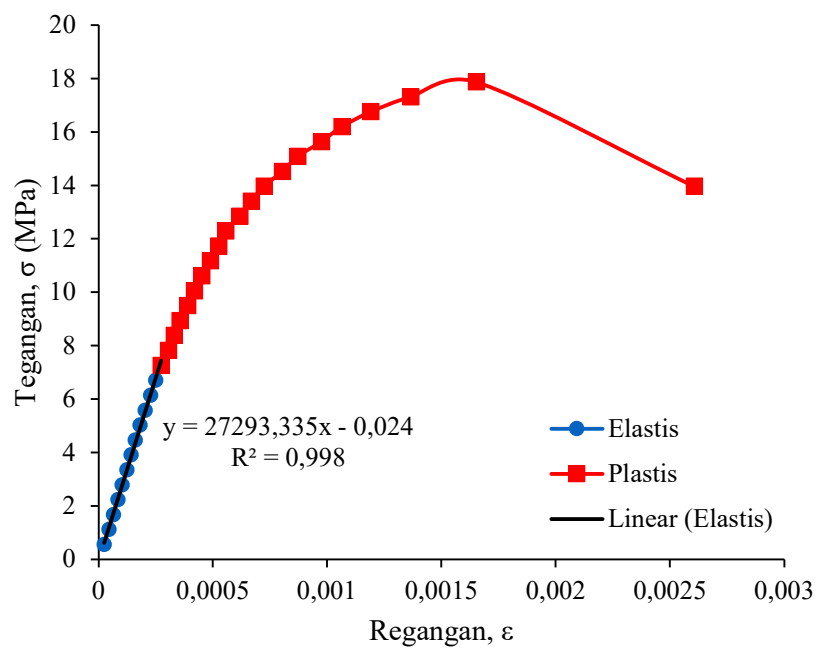
Modulus Elastisitas Beton S-8-7 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27,503 Mpa
Diameter	150,967 mm
Tinggi	303,350 mm
Luas	17899,958 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9,5	0,00475	0,00002375	0,5587
20	20000	18	0,009	0,000045	1,1173
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6760
40	40000	33,5	0,01675	0,00008375	2,2346
50	50000	41	0,0205	0,0001025	2,7933
60	60000	49	0,0245	0,0001225	3,3520
70	70000	56,5	0,02825	0,00014125	3,9106
80	80000	64	0,032	0,00016	4,4693
90	90000	72	0,036	0,00018	5,0279
100	100000	81	0,0405	0,0002025	5,5866
110	110000	90,9	0,04545	0,00022725	6,1453
120	120000	99,4	0,0497	0,0002485	6,7039
130	130000	109,4	0,0547	0,0002735	7,2626
140	140000	121,9	0,06095	0,00030475	7,8212
150	150000	131,9	0,06595	0,00032975	8,3799
160	160000	142,4	0,0712	0,000356	8,9386
170	170000	155,4	0,0777	0,0003885	9,4972
180	180000	167,4	0,0837	0,0004185	10,0559
190	190000	180,4	0,0902	0,000451	10,6146
200	200000	195,4	0,0977	0,0004885	11,1732
210	210000	209,9	0,10495	0,00052475	11,7319
220	220000	222,4	0,1112	0,000556	12,2905
230	230000	246,8	0,1234	0,000617	12,8492
240	240000	267,3	0,13365	0,00066825	13,4079
250	250000	289,3	0,14465	0,00072325	13,9665
260	260000	321,3	0,16065	0,00080325	14,5252
270	270000	348,3	0,17415	0,00087075	15,0838

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	389,8	0,1949	0,0009745	15,6425
290	290000	425,7	0,21285	0,00106425	16,2012
300	300000	476,2	0,2381	0,0011905	16,7598
310	310000	546,2	0,2731	0,0013655	17,3185
320	320000	660,9	0,33045	0,00165225	17,8771
250	250000	1042,4	0,5212	0,002606	13,9665

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 7 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	27293,335 Mpa
E teoritis	24648,481 Mpa
E uji / E teoritis	110,730 %

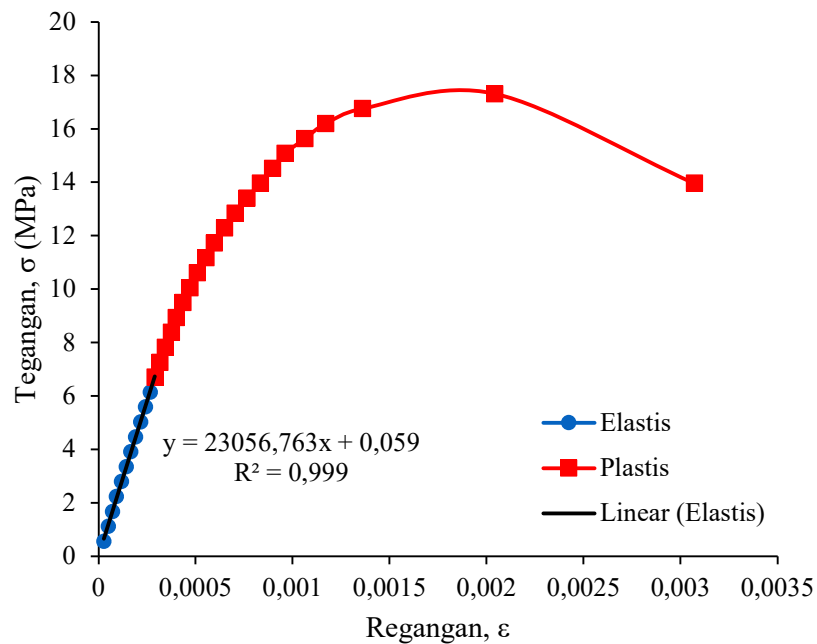
Modulus Elastisitas Beton S-8-7 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	26,638 Mpa
Diameter	150,983 mm
Tinggi	303,000 mm
Luas	17903,911 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	10,5	0,00525	0,00002625	0,5585
20	20000	19,5	0,00975	0,00004875	1,1171
30	30000	28	0,014	0,00007	1,6756
40	40000	36	0,018	0,00009	2,2341
50	50000	46,5	0,02325	0,00011625	2,7927
60	60000	56,5	0,02825	0,00014125	3,3512
70	70000	66	0,033	0,000165	3,9098
80	80000	75,5	0,03775	0,00018875	4,4683
90	90000	86,4	0,0432	0,000216	5,0268
100	100000	96,4	0,0482	0,000241	5,5854
110	110000	106,4	0,0532	0,000266	6,1439
120	120000	115,9	0,05795	0,00028975	6,7024
130	130000	125,9	0,06295	0,00031475	7,2610
140	140000	137,4	0,0687	0,0003435	7,8195
150	150000	149,4	0,0747	0,0003735	8,3781
160	160000	159,4	0,0797	0,0003985	8,9366
170	170000	173,4	0,0867	0,0004335	9,4951
180	180000	187,9	0,09395	0,00046975	10,0537
190	190000	203,4	0,1017	0,0005085	10,6122
200	200000	220,9	0,11045	0,00055225	11,1707
210	210000	237,9	0,11895	0,00059475	11,7293
220	220000	259,3	0,12965	0,00064825	12,2878
230	230000	281,3	0,14065	0,00070325	12,8464
240	240000	305,3	0,15265	0,00076325	13,4049
250	250000	333,3	0,16665	0,00083325	13,9634
260	260000	358,3	0,17915	0,00089575	14,5220
270	270000	384,3	0,19215	0,00096075	15,0805

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	425,2	0,2126	0,001063	15,6390
290	290000	467,7	0,23385	0,00116925	16,1976
300	300000	543,7	0,27185	0,00135925	16,7561
310	310000	816,6	0,4083	0,0020415	17,3147
250	250000	1228	0,614	0,00307	13,9634

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 7 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	23056,763 Mpa
E teoritis	24257,614 Mpa
E uji / E teoritis	95,050 %

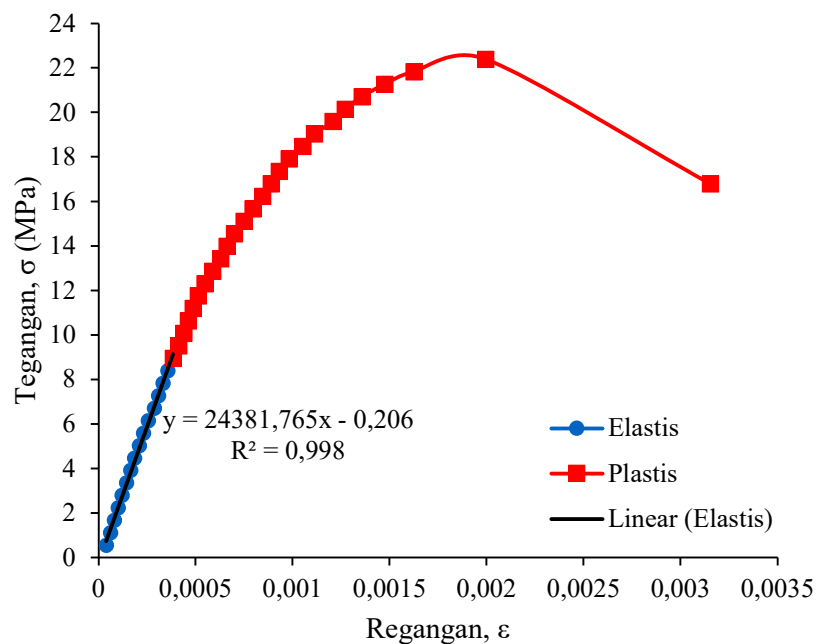
Modulus Elastisitas Beton S-8-7 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	7 Hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	34,455 Mpa
Diameter	150,800 mm
Tinggi	304,833 mm
Luas	17860,457 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	15,5	0,00775	0,00003875	0,5599
20	20000	24,5	0,01225	0,00006125	1,1198
30	30000	32,5	0,01625	0,00008125	1,6797
40	40000	40	0,02	0,0001	2,2396
50	50000	48	0,024	0,00012	2,7995
60	60000	57,5	0,02875	0,00014375	3,3594
70	70000	66	0,033	0,000165	3,9193
80	80000	74	0,037	0,000185	4,4792
90	90000	83,9	0,04195	0,00020975	5,0391
100	100000	92,4	0,0462	0,000231	5,5990
110	110000	102,4	0,0512	0,000256	6,1589
120	120000	114,9	0,05745	0,00028725	6,7188
130	130000	123,4	0,0617	0,0003085	7,2786
140	140000	132,4	0,0662	0,000331	7,8385
150	150000	142,4	0,0712	0,000356	8,3984
160	160000	153,4	0,0767	0,0003835	8,9583
170	170000	164,9	0,08245	0,00041225	9,5182
180	180000	175,4	0,0877	0,0004385	10,0781
190	190000	184,4	0,0922	0,000461	10,6380
200	200000	194,4	0,0972	0,000486	11,1979
210	210000	204,9	0,10245	0,00051225	11,7578
220	220000	218,9	0,10945	0,00054725	12,3177
230	230000	234,9	0,11745	0,00058725	12,8776
240	240000	251,3	0,12565	0,00062825	13,4375
250	250000	264,3	0,13215	0,00066075	13,9974
260	260000	279,8	0,1399	0,0006995	14,5573
270	270000	299,8	0,1499	0,0007495	15,1172

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	317,8	0,1589	0,0007945	15,6771
290	290000	337,8	0,1689	0,0008445	16,2370
300	300000	355,8	0,1779	0,0008895	16,7969
310	310000	371,8	0,1859	0,0009295	17,3568
320	320000	392,8	0,1964	0,000982	17,9167
330	330000	421,2	0,2106	0,001053	18,4766
340	340000	444,7	0,22235	0,00111175	19,0365
350	350000	483,2	0,2416	0,001208	19,5964
360	360000	508,2	0,2541	0,0012705	20,1563
370	370000	543,2	0,2716	0,001358	20,7162
380	380000	590,1	0,29505	0,00147525	21,2761
390	390000	650,1	0,32505	0,00162525	21,8359
400	400000	797,6	0,3988	0,001994	22,3958
300	300000	1261,2	0,6306	0,003153	16,7969

**Grafik Modulus Elastisitas
8%, 7 Hari, Silinder 3**



Modulus Elastisitas	
E uji	24381,765 Mpa
E teoritis	27588,297 Mpa
E uji / E teoritis	88,377 %

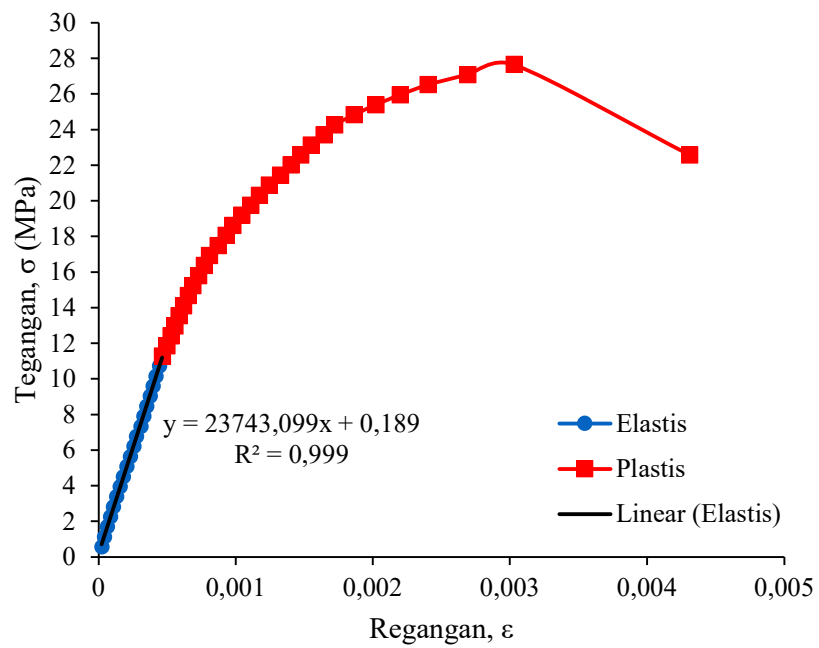
Modulus Elastisitas Beton S-8-14 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	14 hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	31,426 Mpa
Diameter	150,200 mm
Tinggi	303,150 mm
Luas	17718,614 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9	0,0045	0,0000225	0,5644
20	20000	16,5	0,00825	0,00004125	1,1288
30	30000	25	0,0125	0,0000625	1,6931
40	40000	34,5	0,01725	0,00008625	2,2575
50	50000	42,5	0,02125	0,00010625	2,8219
60	60000	52	0,026	0,00013	3,3863
70	70000	62,5	0,03125	0,00015625	3,9506
80	80000	71,5	0,03575	0,00017875	4,5150
90	90000	82	0,041	0,000205	5,0794
100	100000	91,9	0,04595	0,00022975	5,6438
110	110000	102,4	0,0512	0,000256	6,2082
120	120000	110,4	0,0552	0,000276	6,7725
130	130000	122,9	0,06145	0,00030725	7,3369
140	140000	131,4	0,0657	0,0003285	7,9013
150	150000	139,9	0,06995	0,00034975	8,4657
160	160000	149,9	0,07495	0,00037475	9,0301
170	170000	158,9	0,07945	0,00039725	9,5944
180	180000	167,4	0,0837	0,0004185	10,1588
190	190000	176,9	0,08845	0,00044225	10,7232
200	200000	185,4	0,0927	0,0004635	11,2876
210	210000	198,4	0,0992	0,000496	11,8519
220	220000	210,4	0,1052	0,000526	12,4163
230	230000	222,4	0,1112	0,000556	12,9807
240	240000	233,9	0,11695	0,00058475	13,5451
250	250000	247,3	0,12365	0,00061825	14,1095
260	260000	260,8	0,1304	0,000652	14,6738
270	270000	274,3	0,13715	0,00068575	15,2382

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	290,8	0,1454	0,000727	15,8026
290	290000	307,8	0,1539	0,0007695	16,3670
300	300000	323,3	0,16165	0,00080825	16,9313
310	310000	348,3	0,17415	0,00087075	17,4957
320	320000	371,8	0,1859	0,0009295	18,0601
330	330000	391,3	0,19565	0,00097825	18,6245
340	340000	417,2	0,2086	0,001043	19,1889
350	350000	443,7	0,22185	0,00110925	19,7532
360	360000	468,2	0,2341	0,0011705	20,3176
370	370000	497,7	0,24885	0,00124425	20,8820
380	380000	530,2	0,2651	0,0013255	21,4464
390	390000	561,2	0,2806	0,001403	22,0108
400	400000	589,1	0,29455	0,00147275	22,5751
410	410000	619,6	0,3098	0,001549	23,1395
420	420000	657,1	0,32855	0,00164275	23,7039
430	430000	688,1	0,34405	0,00172025	24,2683
440	440000	745,1	0,37255	0,00186275	24,8326
450	450000	808	0,404	0,00202	25,3970
460	460000	879	0,4395	0,0021975	25,9614
470	470000	960,9	0,48045	0,00240225	26,5258
480	480000	1075,9	0,53795	0,00268975	27,0902
490	490000	1211,7	0,60585	0,00302925	27,6545
400	400000	1723,5	0,86175	0,00430875	22,5751

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 14 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	23708,376 Mpa
E teoritis	26347,517 Mpa
E uji / E teoritis	89,983 %

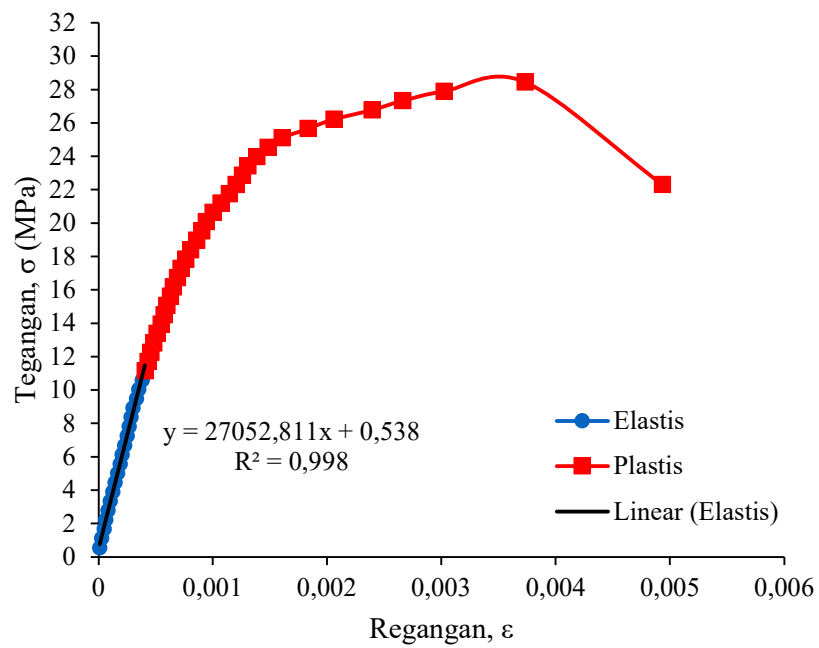
Modulus Elastisitas Beton S-8-14 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	14 hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	32,334 Mpa
Diameter	151,067 mm
Tinggi	303,717 mm
Luas	17923,680 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	3,5	0,00175	0,00000875	0,5579
20	20000	10	0,005	0,000025	1,1158
30	30000	19	0,0095	0,0000475	1,6738
40	40000	25	0,0125	0,0000625	2,2317
50	50000	32	0,016	0,00008	2,7896
60	60000	40,5	0,02025	0,00010125	3,3475
70	70000	49	0,0245	0,0001225	3,9054
80	80000	57	0,0285	0,0001425	4,4634
90	90000	66	0,033	0,000165	5,0213
100	100000	74,5	0,03725	0,00018625	5,5792
110	110000	82	0,041	0,000205	6,1371
120	120000	90,5	0,04525	0,00022625	6,6951
130	130000	99	0,0495	0,0002475	7,2530
140	140000	106,4	0,0532	0,000266	7,8109
150	150000	112,4	0,0562	0,000281	8,3688
160	160000	119,4	0,0597	0,0002985	8,9267
170	170000	132,4	0,0662	0,000331	9,4847
180	180000	140,4	0,0702	0,000351	10,0426
190	190000	152,4	0,0762	0,000381	10,6005
200	200000	161,9	0,08095	0,00040475	11,1584
210	210000	172,4	0,0862	0,000431	11,7163
220	220000	182,4	0,0912	0,000456	12,2743
230	230000	192,9	0,09645	0,00048225	12,8322
240	240000	203,9	0,10195	0,00050975	13,3901
250	250000	217,9	0,10895	0,00054475	13,9480
260	260000	228,4	0,1142	0,000571	14,5059
270	270000	238,9	0,11945	0,00059725	15,0639

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	250,3	0,12515	0,00062575	15,6218
290	290000	260,3	0,13015	0,00065075	16,1797
300	300000	275,3	0,13765	0,00068825	16,7376
310	310000	287,8	0,1439	0,0007195	17,2956
320	320000	304,3	0,15215	0,00076075	17,8535
330	330000	321,3	0,16065	0,00080325	18,4114
340	340000	342,8	0,1714	0,000857	18,9693
350	350000	360,3	0,18015	0,00090075	19,5272
360	360000	376,8	0,1884	0,000942	20,0852
370	370000	400,3	0,20015	0,00100075	20,6431
380	380000	428,2	0,2141	0,0010705	21,2010
390	390000	456,7	0,22835	0,00114175	21,7589
400	400000	480,7	0,24035	0,00120175	22,3168
410	410000	502,7	0,25135	0,00125675	22,8748
420	420000	521,7	0,26085	0,00130425	23,4327
430	430000	553,7	0,27685	0,00138425	23,9906
440	440000	592,1	0,29605	0,00148025	24,5485
450	450000	642,1	0,32105	0,00160525	25,1065
460	460000	732,1	0,36605	0,00183025	25,6644
470	470000	823,4	0,4117	0,0020585	26,2223
480	480000	956,4	0,4782	0,002391	26,7802
490	490000	1064,3	0,53215	0,00266075	27,3381
500	500000	1208,8	0,6044	0,003022	27,8961
510	510000	1491,8	0,7459	0,0037295	28,4540
400	400000	1972,5	0,98625	0,00493125	22,3168

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 14 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	27052,811 Mpa
E teoritis	26725,634 Mpa
E uji / E teoritis	101,224 %

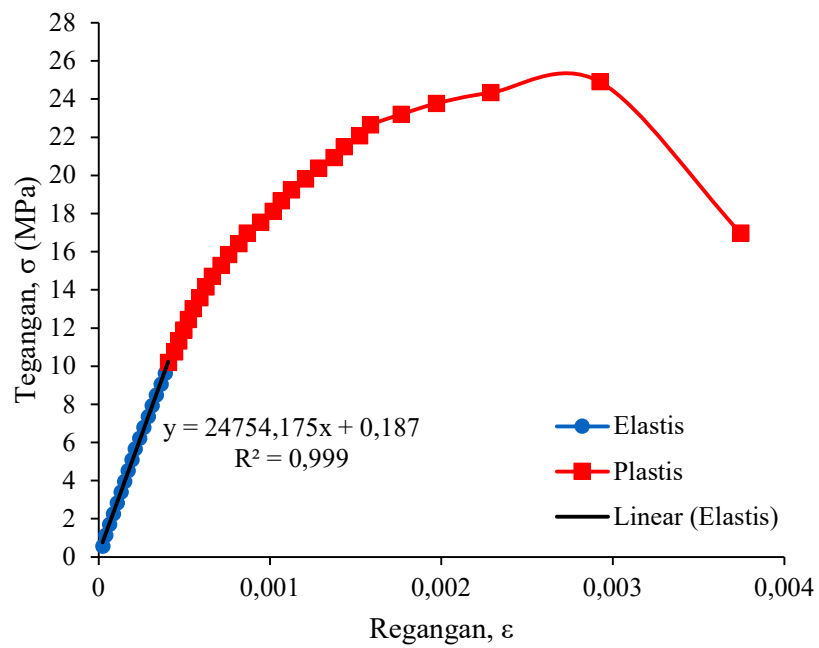
Modulus Elastisitas Beton S-8-14 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	14 hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	28,301 Mpa
Diameter	149,983 mm
Tinggi	302,383 mm
Luas	17667,532 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	9,5	0,00475	0,00002375	0,5660
20	20000	16,5	0,00825	0,00004125	1,1320
30	30000	25	0,0125	0,0000625	1,6980
40	40000	34	0,017	0,000085	2,2640
50	50000	43	0,0215	0,0001075	2,8301
60	60000	52	0,026	0,00013	3,3961
70	70000	60	0,03	0,00015	3,9621
80	80000	68,5	0,03425	0,00017125	4,5281
90	90000	77,5	0,03875	0,00019375	5,0941
100	100000	84,9	0,04245	0,00021225	5,6601
110	110000	95,4	0,0477	0,0002385	6,2261
120	120000	104,9	0,05245	0,00026225	6,7921
130	130000	115,9	0,05795	0,00028975	7,3581
140	140000	124,4	0,0622	0,000311	7,9241
150	150000	134,4	0,0672	0,000336	8,4902
160	160000	145,8	0,0729	0,0003645	9,0562
170	170000	155,4	0,0777	0,0003885	9,6222
180	180000	162,4	0,0812	0,000406	10,1882
190	190000	176,9	0,08845	0,00044225	10,7542
200	200000	186,4	0,0932	0,000466	11,3202
210	210000	198,9	0,09945	0,00049725	11,8862
220	220000	208,9	0,10445	0,00052225	12,4522
230	230000	220,4	0,1102	0,000551	13,0182
240	240000	235,9	0,11795	0,00058975	13,5842
250	250000	249,9	0,12495	0,00062475	14,1503
260	260000	264,8	0,1324	0,000662	14,7163
270	270000	285,3	0,14265	0,00071325	15,2823

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	303,3	0,15165	0,00075825	15,8483
290	290000	327,3	0,16365	0,00081825	16,4143
300	300000	346,3	0,17315	0,00086575	16,9803
310	310000	377,8	0,1889	0,0009445	17,5463
320	320000	407,3	0,20365	0,00101825	18,1123
330	330000	425,3	0,21265	0,00106325	18,6783
340	340000	449,7	0,22485	0,00112425	19,2443
350	350000	482,2	0,2411	0,0012055	19,8104
360	360000	513,2	0,2566	0,001283	20,3764
370	370000	548,7	0,27435	0,00137175	20,9424
380	380000	572,6	0,2863	0,0014315	21,5084
390	390000	608,6	0,3043	0,0015215	22,0744
400	400000	634,1	0,31705	0,00158525	22,6404
410	410000	705,6	0,3528	0,001764	23,2064
420	420000	788	0,394	0,00197	23,7724
430	430000	914,5	0,45725	0,00228625	24,3384
440	440000	1169,8	0,5849	0,0029245	24,9044
300	300000	1498,1	0,74905	0,00374525	16,9803

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 14 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	24754,175 Mpa
E teoritis	25003,161 Mpa
E uji / E teoritis	99,004 %

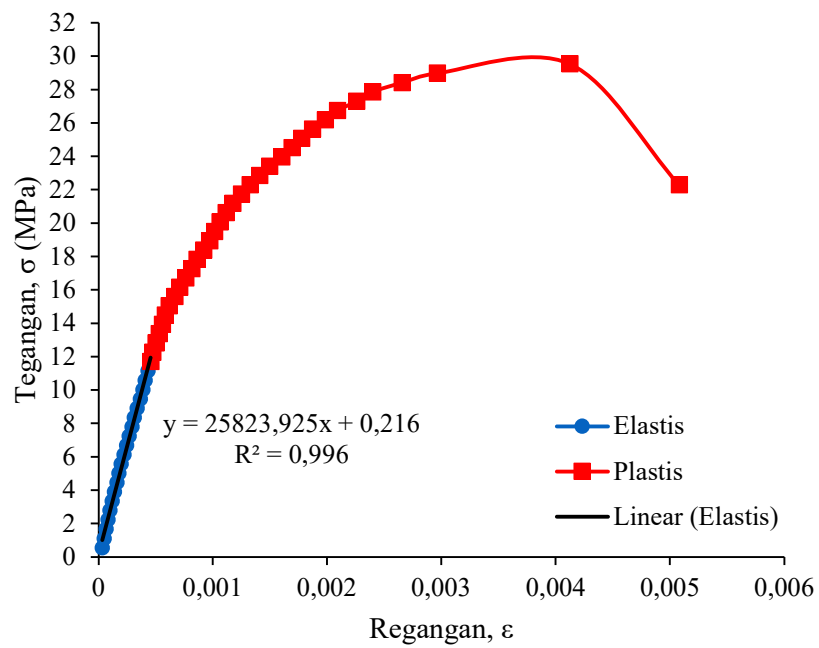
Modulus Elastisitas Beton S-8-28 Sampel 1

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	28 hari
No. Sampel	1
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	29,537 Mpa
Diameter	151,150 mm
Tinggi	304,367 mm
Luas	17943,460 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	12,5	0,00625	0,00003125	0,5573
20	20000	18,5	0,00925	0,00004625	1,1146
30	30000	25,5	0,01275	0,00006375	1,6719
40	40000	32,5	0,01625	0,00008125	2,2292
50	50000	39,5	0,01975	0,00009875	2,7865
60	60000	46,5	0,02325	0,00011625	3,3438
70	70000	54,5	0,02725	0,00013625	3,9011
80	80000	64	0,032	0,00016	4,4584
90	90000	70,5	0,03525	0,00017625	5,0158
100	100000	78,5	0,03925	0,00019625	5,5731
110	110000	87,9	0,04395	0,00021975	6,1304
120	120000	96,9	0,04845	0,00024225	6,6877
130	130000	106,4	0,0532	0,000266	7,2450
140	140000	115,9	0,05795	0,00028975	7,8023
150	150000	123,9	0,06195	0,00030975	8,3596
160	160000	134,4	0,0672	0,000336	8,9169
170	170000	144,9	0,07245	0,00036225	9,4742
180	180000	154,4	0,0772	0,000386	10,0315
190	190000	162,4	0,0812	0,000406	10,5888
200	200000	172,4	0,0862	0,000431	11,1461
210	210000	181,9	0,09095	0,00045475	11,7034
220	220000	188,9	0,09445	0,00047225	12,2607
230	230000	200,4	0,1002	0,000501	12,8180
240	240000	211,4	0,1057	0,0005285	13,3753
250	250000	222,4	0,1112	0,000556	13,9327
260	260000	232,4	0,1162	0,000581	14,4900
270	270000	246,4	0,1232	0,000616	15,0473

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	266,3	0,13315	0,00066575	15,6046
290	290000	283,3	0,14165	0,00070825	16,1619
300	300000	304,8	0,1524	0,000762	16,7192
310	310000	326,3	0,16315	0,00081575	17,2765
320	320000	343,3	0,17165	0,00085825	17,8338
330	330000	367,3	0,18365	0,00091825	18,3911
340	340000	388,8	0,1944	0,000972	18,9484
350	350000	405,8	0,2029	0,0010145	19,5057
360	360000	424,7	0,21235	0,00106175	20,0630
370	370000	445,7	0,22285	0,00111425	20,6203
380	380000	468,7	0,23435	0,00117175	21,1776
390	390000	499,7	0,24985	0,00124925	21,7349
400	400000	529,7	0,26485	0,00132425	22,2922
410	410000	563,2	0,2816	0,001408	22,8496
420	420000	598,2	0,2991	0,0014955	23,4069
430	430000	640,2	0,3201	0,0016005	23,9642
440	440000	676,2	0,3381	0,0016905	24,5215
450	450000	709,7	0,35485	0,00177425	25,0788
460	460000	748,7	0,37435	0,00187175	25,6361
470	470000	793,1	0,39655	0,00198275	26,1934
480	480000	836,1	0,41805	0,00209025	26,7507
490	490000	902,4	0,4512	0,002256	27,3080
500	500000	958,4	0,4792	0,002396	27,8653
510	510000	1062,4	0,5312	0,002656	28,4226
520	520000	1184,8	0,5924	0,002962	28,9799
530	530000	1649,5	0,82475	0,00412375	29,5372
400	400000	2032,1	1,01605	0,00508025	22,2922

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 28 Hari, Silinder 1



Modulus Elastisitas	
E uji	25823,925 Mpa
E teoritis	25543,635 Mpa
E uji / E teoritis	101,097 %

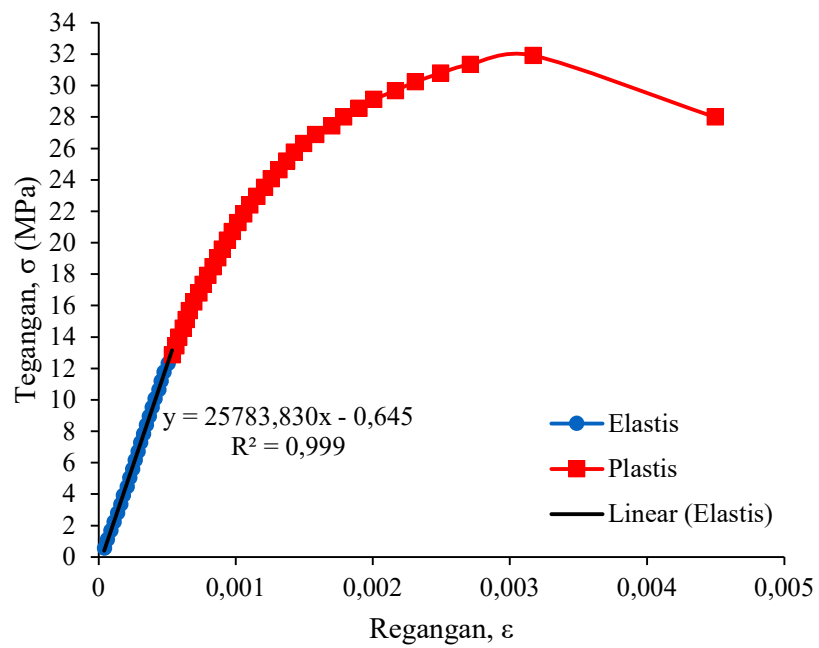
Modulus Elastisitas Beton S-8-28 Sampel 2

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	28 hari
No. Sampel	2
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	31,921 Mpa
Diameter	150,783 mm
Tinggi	304,450 mm
Luas	17856,509 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	16,5	0,00825	0,00004125	0,5600
20	20000	25,5	0,01275	0,00006375	1,1200
30	30000	35	0,0175	0,0000875	1,6801
40	40000	45	0,0225	0,0001125	2,2401
50	50000	55	0,0275	0,0001375	2,8001
60	60000	64	0,032	0,00016	3,3601
70	70000	72	0,036	0,00018	3,9201
80	80000	82,5	0,04125	0,00020625	4,4802
90	90000	90,4	0,0452	0,000226	5,0402
100	100000	98,4	0,0492	0,000246	5,6002
110	110000	106,4	0,0532	0,000266	6,1602
120	120000	114,4	0,0572	0,000286	6,7202
130	130000	122,4	0,0612	0,000306	7,2803
140	140000	130,4	0,0652	0,000326	7,8403
150	150000	138,9	0,06945	0,00034725	8,4003
160	160000	147,4	0,0737	0,0003685	8,9603
170	170000	155,9	0,07795	0,00038975	9,5203
180	180000	163,9	0,08195	0,00040975	10,0804
190	190000	174,9	0,08745	0,00043725	10,6404
200	200000	181,9	0,09095	0,00045475	11,2004
210	210000	190,4	0,0952	0,000476	11,7604
220	220000	202,4	0,1012	0,000506	12,3204
230	230000	214,4	0,1072	0,000536	12,8805
240	240000	224,4	0,1122	0,000561	13,4405
250	250000	233,4	0,1167	0,0005835	14,0005
260	260000	245,9	0,12295	0,00061475	14,5605
270	270000	254,8	0,1274	0,000637	15,1205

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	264,3	0,13215	0,00066075	15,6806
290	290000	276,8	0,1384	0,000692	16,2406
300	300000	291,8	0,1459	0,0007295	16,8006
310	310000	303,8	0,1519	0,0007595	17,3606
320	320000	317,8	0,1589	0,0007945	17,9206
330	330000	333,3	0,16665	0,00083325	18,4807
340	340000	346,8	0,1734	0,000867	19,0407
350	350000	360,2	0,1801	0,0009005	19,6007
360	360000	375,2	0,1876	0,000938	20,1607
370	370000	389,2	0,1946	0,000973	20,7207
380	380000	406,2	0,2031	0,0010155	21,2808
390	390000	423,2	0,2116	0,001058	21,8408
400	400000	440,2	0,2201	0,0011005	22,4008
410	410000	461,2	0,2306	0,001153	22,9608
420	420000	483,7	0,24185	0,00120925	23,5208
430	430000	502,7	0,25135	0,00125675	24,0809
440	440000	525,7	0,26285	0,00131425	24,6409
450	450000	548,1	0,27405	0,00137025	25,2009
460	460000	570,1	0,28505	0,00142525	25,7609
470	470000	597,1	0,29855	0,00149275	26,3209
480	480000	632,6	0,3163	0,0015815	26,8810
490	490000	679,5	0,33975	0,00169875	27,4410
500	500000	714	0,357	0,001785	28,0010
510	510000	758,9	0,37945	0,00189725	28,5610
520	520000	801,9	0,40095	0,00200475	29,1210
530	530000	864,9	0,43245	0,00216225	29,6811
540	540000	923,2	0,4616	0,002308	30,2411
550	550000	997,1	0,49855	0,00249275	30,8011
560	560000	1084,1	0,54205	0,00271025	31,3611
570	570000	1266,5	0,63325	0,00316625	31,9211
500	500000	1798,3	0,89915	0,00449575	28,0010

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 28 Hari, Silinder 2



Modulus Elastisitas	
E uji	25783,830 Mpa
E teoritis	26554,431 Mpa
E uji / E teoritis	97,098 %

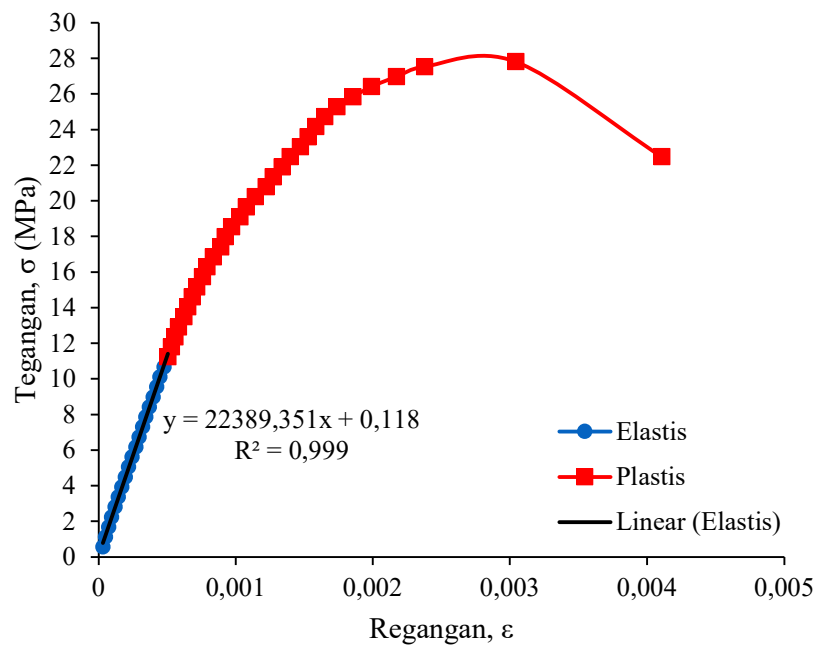
Modulus Elastisitas Beton S-8-28 Sampel 3

Data Sampel	
Kadar Damdex	8%
Umur Uji	28 hari
No. Sampel	3
Mutu Beton Rencana	25 Mpa
Mutu Beton Hasil Uji	27,819 Mpa
Diameter	150,517 mm
Tinggi	300,550 mm
Luas	17793,405 mm ²
Lo	200 mm

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ϵ	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
10	10000	12	0,006	0,00003	0,5620
20	20000	19	0,0095	0,0000475	1,1240
30	30000	28,5	0,01425	0,00007125	1,6860
40	40000	37,5	0,01875	0,00009375	2,2480
50	50000	47,5	0,02375	0,00011875	2,8100
60	60000	57	0,0285	0,0001425	3,3720
70	70000	67,5	0,03375	0,00016875	3,9340
80	80000	77,5	0,03875	0,00019375	4,4960
90	90000	86,9	0,04345	0,00021725	5,0581
100	100000	96,9	0,04845	0,00024225	5,6201
110	110000	108,4	0,0542	0,000271	6,1821
120	120000	117,4	0,0587	0,0002935	6,7441
130	130000	127,9	0,06395	0,00031975	7,3061
140	140000	137,4	0,0687	0,0003435	7,8681
150	150000	147,4	0,0737	0,0003685	8,4301
160	160000	158,9	0,07945	0,00039725	8,9921
170	170000	168,9	0,08445	0,00042225	9,5541
180	180000	177,9	0,08895	0,00044475	10,1161
190	190000	189,9	0,09495	0,00047475	10,6781
200	200000	201,9	0,10095	0,00050475	11,2401
210	210000	211,4	0,1057	0,0005285	11,8021
220	220000	221,9	0,11095	0,00055475	12,3641
230	230000	232,4	0,1162	0,000581	12,9261
240	240000	248,3	0,12415	0,00062075	13,4881
250	250000	259,3	0,12965	0,00064825	14,0501
260	260000	272,8	0,1364	0,000682	14,6122
270	270000	285,3	0,14265	0,00071325	15,1742

Beban		Pembacaan Dial, $\Delta L'$ (μm)	ΔL (mm)	Regangan, ε	Tegangan, σ (MPa)
kN	N				
280	280000	302,3	0,15115	0,00075575	15,7362
290	290000	315,3	0,15765	0,00078825	16,2982
300	300000	333,8	0,1669	0,0008345	16,8602
310	310000	355,8	0,1779	0,0008895	17,4222
320	320000	368,8	0,1844	0,000922	17,9842
330	330000	387,3	0,19365	0,00096825	18,5462
340	340000	411,3	0,20565	0,00102825	19,1082
350	350000	430,2	0,2151	0,0010755	19,6702
360	360000	456,7	0,22835	0,00114175	20,2322
370	370000	487,7	0,24385	0,00121925	20,7942
380	380000	508,7	0,25435	0,00127175	21,3562
390	390000	534,7	0,26735	0,00133675	21,9182
400	400000	557,7	0,27885	0,00139425	22,4802
410	410000	587,7	0,29385	0,00146925	23,0422
420	420000	610,1	0,30505	0,00152525	23,6043
430	430000	632,6	0,3163	0,0015815	24,1663
440	440000	658,6	0,3293	0,0016465	24,7283
450	450000	694,6	0,3473	0,0017365	25,2903
460	460000	741,6	0,3708	0,001854	25,8523
470	470000	795	0,3975	0,0019875	26,4143
480	480000	868	0,434	0,00217	26,9763
490	490000	950,3	0,47515	0,00237575	27,5383
495	495000	1216,8	0,6084	0,003042	27,8193
400	400000	1642,5	0,82125	0,00410625	22,4802

Grafik Modulus Elastisitas 8%, 28 Hari, Silinder 3



Modulus Elastisitas	
E uji	22389,351 Mpa
E teoritis	24789,680 Mpa
E uji / E teoritis	90,317 %

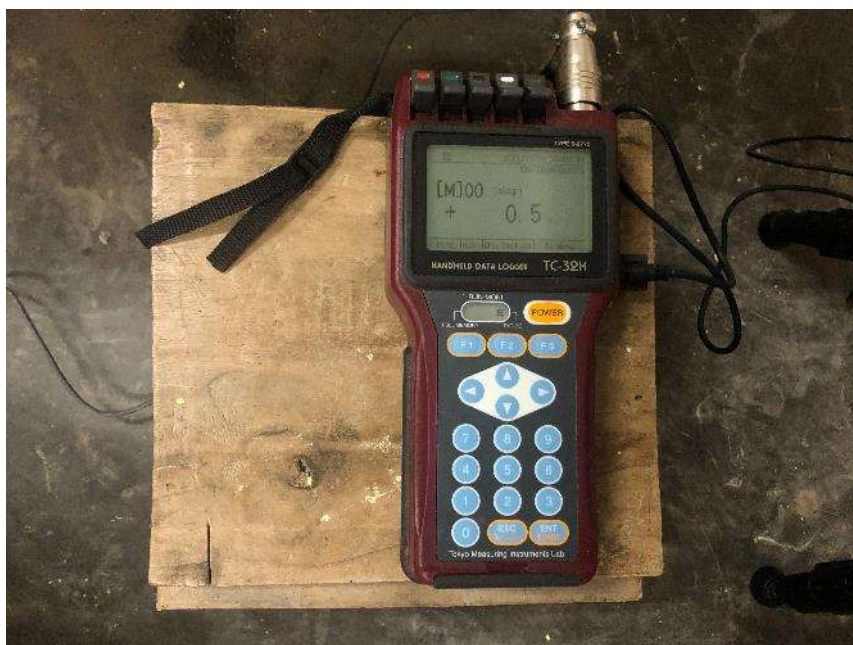
Lampiran 7 Laporan Sementara Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Variasi Kadar Damdex	Umur Uji	No. Sampel	Berat Kering Oven (kg)	Berat Kering Permukaan (kg)	Absorpsi (%)	Absorpsi Rerata (%)
0%	7 Hari	1	7,918	8,252	4,218	4,297
		2	7,657	7,992	4,375	
	14 Hari	1	7,976	8,296	4,012	4,046
		2	7,894	8,216	4,079	
	28 Hari	1	7,940	8,262	4,055	3,992
		2	7,892	8,202	3,928	
5%	7 Hari	1	7,692	7,913	2,873	2,736
		2	8,043	8,252	2,599	
	14 Hari	1	7,985	8,206	2,768	2,740
		2	7,705	7,914	2,713	
	28 Hari	1	7,975	8,178	2,545	2,673
		2	7,854	8,074	2,801	
6%	7 Hari	1	7,923	8,130	2,613	2,687
		2	7,786	8,001	2,761	
	14 Hari	1	7,852	8,049	2,509	2,553
		2	7,853	8,057	2,598	
	28 Hari	1	7,944	8,144	2,518	2,661
		2	8,056	8,282	2,805	
7%	7 Hari	1	8,108	8,299	2,356	2,586
		2	7,811	8,031	2,817	
	14 Hari	1	8,100	8,296	2,420	2,553
		2	7,820	8,030	2,685	
	28 Hari	1	7,963	8,134	2,147	2,410
		2	7,857	8,067	2,673	
8%	7 Hari	1	7,923	8,131	2,625	2,560
		2	8,055	8,256	2,495	
	14 Hari	1	7,727	7,909	2,355	2,411
		2	8,107	8,307	2,467	
	28 Hari	1	8,159	8,353	2,378	2,247
		2	7,888	8,055	2,117	

Lampiran 8 Gambar Pengujian



Gambar L-8.1 Mesin Uji Tekan dan Alat Kompresometer



Gambar L-8.2 Handheld Data Logger



Gambar L-8.3 Benda Uji Beton Normal Sebelum Pengujian



Gambar L-8.4 Benda Uji Beton Normal Setelah Pengujian



Gambar L-8.5 Benda Uji Beton Damdex Sebelum Pengujian



Gambar L-8.5 Benda Uji Beton Damdex Setelah Pengujian