

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penambahan *foam* dengan variasi sebesar 1 lt/m³, 1,25 lt/m³; 1,5 lt/m³; 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ serta penambahan *silica fume* sebesar 10% dari berat semen ke dalam beton membuat volume adukan beton bertambah dan berkembang secara berturut-turut 53,50%, 61,23%, 70,89%, 93,15% dan 112,65%.
- b. Penambahan *foam* dengan variasi sebesar 1 lt/m³, 1,25 lt/m³; 1,5 lt/m³; 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ serta penambahan *silica fume* sebesar 10% dari berat semen ke dalam beton membuat berat jenis beton pada usia 28 hari menurun berturut-turut dari V1;V3;V4;V5 yaitu sebesar 1889,68 kg/m³, 1869,29 kg/m³, 1847,06kg/m³ 1776,52 kg/m³. Sedangkan untuk V2 berat jenisnya 1729,07 kg/m³ sehingga menjadi beton paling ringan.

Berdasarkan berat jenis beton, variasi penambahan *foam* 1 lt/m³, 1,50 lt/m³ tergolong dalam beton normal karena berat jenis beton tersebut lebih dari 1850 kg/m³. Berdasarkan berat jenis beton, variasi penambahan *foam* 1,25 lt/m³, 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ tergolong dalam kategori beton ringan karena berat jenis beton tersebut kurang dari 1850 kg/m³.

- c. Penambahan *foam* dengan variasi sebesar 1 lt/m³, 1,25 lt/m³, 1,50 lt/m³, 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ serta penambahan *silica fume* sebesar 10% dari berat semen ke dalam beton membuat kuat tekan beton pada usia 28 hari menurun berturut-turut 33,72 MPa, 33,70 MPa, 29 MPa, 27,17 MPa dan 27,16 MPa. Berdasarkan berat jenis dan kuat tekan beton, variasi penambahan *foam* sebesar 1 lt/m³, 1,50 lt/m³ tergolong dalam beton normal struktural kerana memiliki berat jenis lebih dari 1850 kg/m³ dan kuat tekan beton tersebut berada diantara 17,24 MPa - 41,36 MPa. Variasi penambahan *foam* sebesar 1,25 lt/m³ 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ tergolong dalam beton ringan struktural kerana memiliki berat jenis kurang dari 1850 kg/m³ dengan kuat tekan beton berada diantara 17,24 MPa - 41,36 Mpa.
- d. Penambahan *foam* dengan variasi sebesar 1 lt/m³, 1,25 lt/m³; 1,5 lt/m³; 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ serta penambahan *silica fume* sebesar 10% dari berat semen ke dalam beton membuat modulus elastisitas beton pada usia 28 hari menurun berturut-turut 15662,94 MPa, 15528,07 MPa, 15445,12 MPa, 15385,34 MPa dan 15326,12 MPa.
- e. Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air pada beton, beton variasi *foam* 1 lt/m³, 1,25 lt/m³, 1,50 lt/m³, 1,75 lt/m³ dan 2 lt/m³ dengan bahan tambah *silica fume* sebesar 10% diperoleh persentase penyerapan air lebih dari 6,5% yaitu secara berurutan 11,22%, 14,07%, 18,1%, 23,62 dan 31,11%.

6.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar mendapatkan kadar optimum penambahan *foam* untuk membuat beton ringan struktural.
- b. Perlu dilakukan penambahan *foam* dengan variasi lebih tinggi agar diperoleh beton dengan berat yang lebih ringan. Karena pada prosentase paling tinggi dalam penelitian ini mendapat kuat tekan 27,16 MPa, berat jenis 1776,52 kg/m³ dengan penambahan foam sebesar 2 lt/m³. Dengan hasil berikut masih bisa di optimalkan lagi penambahan *foam*.
- c. Pada saat proses *mixing*, bahan penyusun beton dimasukan sedikit demi sedikit kemudian diaduk merata terlebih dahulu baru ditambahkan lagi. Karena memasukan bahan susun beton membuat pengadukan menjadi lebih lama untuk menjadi homogen.
- d. Dengan volume agregat yang kecil, maka akan didapat berat beton yang optimum, karena pada saat pencampuran agregat dengan *foam* yang sudah berkembang lebih cepat merata. Sehingga busa yang sudah bercampur tidak pecah karena pengadukan yang lama. Disini penulis telah membuktikan pada beton variasi ke-2.
- e. Dari hasil kuat tekan dan berat jenis yang diperoleh, dapat dikembangkan lagi menjadi struktur *precast* untuk bangunan rumah sederhana. Karena dari bahan-bahan yang digunakan untuk membuat beton mampu menghasilkan beton yang tergolong dalam beton ringan

mempunyai kuat tekan yang mampu digunakan untuk struktur bangunan rumah sederhana.

- f. Untuk menghasilkan *foam* dengan pekat, perlu digunakan alat yang lebih halus serabutnya. Karena disini penulis menggunakan sikat wc berbentuk bulat dengan serabut yang tergolong masih kasar.
- g. Untuk menghasilkan *foam* yang baik, foaming agent yang sudah dicampur air kemudian dikocok menggunakan bor dengan mata bor yang telah dimodifikasi dengan sikat wc yang berbentuk bulat serta di tambahkan spon jaring sabun mandi di ujungnya selama 15 menit agar busa yang dihasilkan maksimal. Apabila pengadukan terlalu singkat atau terlalu lama hasil yang didapat kurang baik. *Foam* yang baik adalah *foam* yang memiliki diameter yang kecil atau semakin lembut semakin baik.
- h. Perlu dilakukan uji lekatan dengan besi tulangan pada beton tersebut agar dapat mengetahui kuat lekat antara besi dan beton setelah beton dicampur *foam* sudah mengeras.
- i. Perlu dilakukan pengujian kuat geser balok kolom pada beton ringan dengan busa tersebut agar dapat mengetahui pola retakan akibat gaya geser.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, *Self Compacting Concrete* (SCC 2). Diakses tanggal 10 Maret 2017, <http://adityobudiutomo.blogspot.co.id/2012/09/self-compacting-concrete-scc-2.html>
- ASTM C-150, (1985). *Standart Spesification for Portland Cement. Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia-USA.*
- Chandra, Bernadus. (2016). Pengaruh Penambahan *Foaming Agent* ADT Terhadap Beton Dengan Limbah Genting Merah Sebagai Agregat Halus. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Atmajaya Yogyakarta: Tidak diterbitkan
- Endang (2012). Perubahan Kuat Tekan Optimum Beton Pada Komposisi Campuran Pasir Silika Dengan Pasir Limbah. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Prasarana Wilayah: Tidak diterbitkan
- Febri (2016). Pengaruh Pemakaian *Superplasticizer* (Sika *Viscocrete* 1003) Dalam Perancangan Beton Mutu Tinggi. Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta Padang
- Halim, D. S. (2016). Pengaruh *Foaming Agent* ADT Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, dan Kadar Penyerapan Air Pada Beton Dengan Bahan Tambah *Silica Fume*. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Atmajaya Yogyakarta : Tidak diterbitkan
- Ligawan, Kane (2016). *Silica Fume* Pada Beton Ringan Dengan Agregat Kasar Gerabah. Tugas Akhir Universitas Atma Jaya Yogyakarta: Tidak diterbitkan
- Malau, F.B. (2014). “Penelitian Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar untuk Dinding Panel Membandingkan Penggunaan Pasir Bangka dan Pasir Baturaja Dengan Tambahan *Foaming Agent* dan *Silica Fume*” *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*. 2, (2), 287 – 296.
- Muhammad, Afif (2013), Pengaruh Penambahan *Silica Fume* dan *Superplaticizer* Dengan Pemakaian Semen Tipe PPC dan Tipe PCC Terhadap Peningkatan Mutu Beton. Tugas akhir Universitas Negri Semarang
- Mulyono, Tri. (2004), “Teknologi Beton”. *Andi Publishing* : Yogyakarta
- Murtono, Amir. (2015). Pemanfaatan *Foam Agent* dan Material Lokal Dalam Pembuatan Bata Ringan. Naskah Publikasi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta : Tidak diterbitkan

- Nadia dan Anwar, (2011). Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. *Jurnal Konstruksia Volume 3, (1)*
- Ozyildirim, C., Carino, N. J. (2006). *Concrete Strength Testing*. Dalam J. F. Lamond, J. H. Pielert (Penyunting), “*Significance of Test and Properties of Concrete & Concrete-Making Material*”s (hal. 125-140), West Conshohocken
- Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (*PUBI*), 1982, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU: Bandung
- Rezko dkk., (2013), Penggunaan Pasir kuarsa Sebagai Bahan Pengganti Semen Tipe I Pada Disain Beton K-250 dan K-300. Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta Padang
- SNI 03-1968-1990, 1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2914-1992, 1992, Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air, Badan Standardisasi Nasional BSN.
- SNI 03 – 3449 – 2002, 2002. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2847:2012. Persyaratan Beton Struktural Untuk bangunan gedung. LPMB DPU-RI : Jakarta
- SNI 03-2847-2013, 2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional BSN.
- Simbolon dan Firmanto, E.(2015). Penggunaan *Foam Agent* dalam Pembuatan Bata Beton Ringan. Disertasi Teknik Sipil USU Medan : Tidak diterbitkan
- Tomo, Sri. (2017). Pengaruh *Foaming Agent* Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, dan Penyerapan Air Pada Beton Dengan Pasir Bahan Tambah *Silica Fume* dan *Superplasticizer*. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Atmajaya Yogyakarta: Tidak diterbitkan
- Tjokrodinuljo, Kardijono, (1996). Teknologi Beton, KMTS FT UGM: Yogyakarta
- Wang, C.K. dan Salmon C.G. (1986). Desain Beton Bertulang. Jakarta : Penerbit Erlangga

Yayasan UMB. 2002. Standar SK-SNI T-03-3449-2002: Tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. LPMB DPU-RI : Bandung

Yayasan UMB. 2012. Standar SNI 03-2847-2012: Persyaratan Beton Struktural Untuk bangunan gedung. LPMB DPU-RI : Jakarta

Zai, K.A. (2014). "Pengaruh Penambahan *Silica fume* dan *Superplasticizer* terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI" *Jurnal Teknik Sipil USU Medan* 3, (2)





A. PEMERIKSAAN BAHAN

A.1. PEMERIKSAAN GRADASI BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir Silika

Asal : Tuban

Diperiksa : 20 April 2017

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	Σ B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4"	557,29	557,29	0	0	0.0	100.0
1/2"	451,52	451,52	0	0	0.0	100.0
3/8"	455,17	455,17	0	0	0.0	100.0
No.4	411,4	411,4	0	0	0.0	100.0
No.8	329,82	329,82	0	0	0.0	100.0
No.30	322,69	322,69	0	0	0.0	100.0
No.50	292,60	293,13	0,53	0,53	0.053	99.947
No.100	286,60	357,05	70,45	70,98	7,089	92,902
No.200	241,57	1134,34	893,22	964,2	96,42	3,58
PAN	238,66	274,46	35,8	1000	100	0

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{796,429}{100} = 0,796$$



A.2. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

HALUS

Bahan : Pasir Silika
Asal : Tuban
Diperiksa : 20 April 2017

$$\text{Bulk specific gravity} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Bulk specific gravity SSD} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{A}{(B - C) - (B - A)}$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus

Berat Awal (B)	500	gr
Berat Kering Oven (A)	472,28	gr
Jumlah Air Masuk Sebelum Digoncang	300	ml
Jumlah Air Masuk Sesudah Digoncang	21,3	ml
Jumlah Air Total yang Digunakan (C)	321,3	ml

Berat Jenis Bulk	2,64	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,80	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	3,13	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	5,87	%



A.3. PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

Waktu pemeriksaan 20 April 2017

I. Bahan

- a. Pasir kering tungku, asal : Tuban, berat : 100 gram
- b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY

II. Alat

- a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Tungku (oven), suhu antara 105 – 110°C

III. Pasir + piring masuk tungku

IV. Hasil

Pasir + piring keluar tungku

- a. Berat piring + pasir = 155,75 gr
- b. Berat piring kosong = 55,75 gr
- c. Berat pasir = 98,51 gr
- d. Kandungan Lumpur = $\frac{100 - 98,51}{100} \times 100\% = 1,49\%$

Kesimpulan : Kandungan lumpur $1,49\% \leq 5\%$, syarat terpenuhi (OK).



A.4. PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

I. Waktu Pemeriksaan : 20 April 2017

II. Bahan

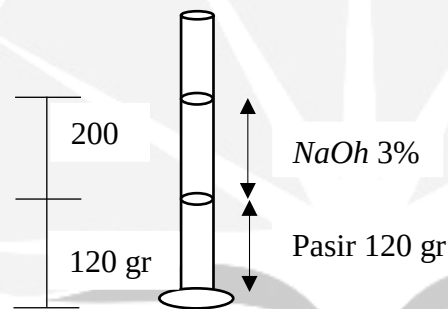
a. Pasir kering tungku, asal : Tuban, berat 120 gram

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur, ukuran 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan *Gardner Standard Color* No. 5 maka syarat terpenuhi.



A.5. PEMERIKSAAN KADAR AIR PADA AGREGAT HALUS

Bahan : Pasir Silika

Asal : Tuban

Diperiksa : 20 April 2017

A. Berat Pan = 34,83 gr

B. Berat Pasir Basah (Pasir+ pan) = 134,83 gr

C. Berat Pasir Oven(Pasir + pan) = 133,56 gr

$$\text{Kadar penyerapan} = \frac{B - C}{C - A} \times 100\% = 1,29 \%$$



B. PEMBUATAN RENCANA ADUKAN BETON

Membuat 1 m³ beton campuran 1 semen : 2 pasir fas 0,4

semen = 0,333 m³

pasir = 0,667 m³

Bj psemen = 3150 kg/m³

Bj pasir = 2800 kg/m³

Kebutuhan bahan untuk membuat 1 m³ beton:

semen = 1048,95 kg

pasir = 1867,6 kg

air = 419,58 = 420 kg

Bahan tambah:

Sika fume = 10% berat semen

Viscocrete 1003 = 2% berat semen

Foaming agent = 1 lt/m³; 1,25 lt/m³; 1,5 lt/m³; 1,75 lt/m³; 2 lt/m³

Benda uji Ø150 mm tinggi 300 mm:

volume = 0,0053 m³

Benda uji Ø70 mm tinggi 140 mm:

volume = 0,00054 m³

kebutuhan bahan untuk membuat benda uji Ø150 mm tinggi 300 mm

Variasi (lt/m ³)	Jumlah (bh)	Foaming (ml)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	Sika fume (kg)	Viscocrete 1003 (lt)
1	3	16	16,7	29,7	6,678	1,670	0,334
1,25	3	20	16,7	29,7	6,678	1,670	0,334
1,5	3	24	16,7	29,7	6,678	1,670	0,334
1,75	3	28	16,7	29,7	6,678	1,670	0,334
2	3	32	16,7	29,7	6,678	1,670	0,334



kebutuhan bahan untuk membuat benda uji Ø70 mm tinggi 140 mm

Variasi (lt/m ³)	Jumlah (bh)	Foaming (ml)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	Sika fume (kg)	Viscocrete 1003 (lt)
(1) 1	2	1,1	1,134	2,016	0,454	0,113	0,023
(2) 1,25	2	1,4	1,134	2,016	0,454	0,113	0,023
(3) 1,5	2	1,6	1,134	2,016	0,454	0,113	0,023
(4) 1,75	2	1,9	1,134	2,016	0,454	0,113	0,023
(5) 2	2	2,2	1,134	2,016	0,454	0,113	0,023



C. HASIL CETAKAN SILINDER BETON

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan material maka di dapatkan data

silinder beton sebagai berikut:

Variasi	Rencana Adukan				total volume (m3)	Realisasi						total volume (m3)
	SB	Vol (m3)	SK	Vol (m3)		SB	Vol (m3)	SS	Vol (m3)	SK	Vol (m3)	
1	3	0,016	2	0,003	0,019	4	0,021	1	0,0016	2	0,001	0,0238
2	2	0,010	2	0,003	0,013	3	0,016	2	0,0032	2	0,001	0,0201
3	3	0,016	2	0,003	0,019	4	0,021	2	0,0032	2	0,001	0,0238
4	3	0,016	2	0,003	0,019	4	0,021	2	0,0032	0	0	0,011
5	3	0,016	2	0,003	0,019	5	0,026	2	0,0032	0	0	0,0263

Keterangan :

SB = Silinder Besar, $\varnothing$ = 150 mm dan tinggi = 300 mm

SS = Silinder Sedang, $\varnothing$ = 100 mm dan tinggi = 200 mm

SK = Silinder Kecil, $\varnothing$ = 70 mm dan tinggi = 140 mm



D. HASIL PENGUJIAN

D.1. HASIL PENGUJIAN PERSENTASE VOLUME BETON

Hasil pengujian didapat data sebagai berikut:

$$\text{Volume SB} = \frac{1}{4} \pi d^2 t = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,15^2 \cdot 0,3 = 0,005301 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume SS} = \frac{1}{4} \pi d^2 t = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,10^2 \cdot 0,2 = 0,001571 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume SkK} = \frac{1}{4} \pi d^2 t = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,07^2 \cdot 0,14 = 0,00054 \text{ m}^3$$

$$\% \text{ Volume beton} = \frac{\text{Vol. beton realisasi} - \text{Vol. beton rencana}}{\text{Vol. beton rencana}} \times 100\%$$

% Vol. Variasi 1 (1 lt/m³)

$$\frac{(0,0292) - (0,019)}{(0,019)} \times 100\% = 53,50\%$$

% Vol. Variasi 2 (1,25 lt/m³)

$$\frac{(0,0210) - (0,013)}{(0,013)} \times 100\% = 61,23\%$$

% Vol. Variasi 3 (1,50 lt/m³)

$$\frac{(0,0325) - (0,019)}{(0,019)} \times 100\% = 70,89\%$$

% Vol. Variasi 4 (1,75 lt/m³)

$$\frac{(0,0367) - (0,019)}{(0,019)} \times 100\% = 93,15\%$$

% Vol. Variasi 5 (2 lt/m³)

$$\frac{(0,0404) - (0,019)}{(0,019)} \times 100\% = 112,65\%$$



D.2. HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS BETON

Pengujian beton pada usia 28 hari didapatkan hasil berat isi sebagai berikut:

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Berat (kg)	Berat isi (kg/m ³)
1	1	B	0,1505	0,2981	9,90	1865,73
2	1	B	0,1500	0,2970	9,94	1893,90
3	1	B	0,1510	0,2990	10,23	1909,42
Rata-rata						1889,68

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Berat (kg)	Berat isi (kg/m ³)
1	2	B	0,1526	0,2970	9,36	1718,40
2	2	B	0,1526	0,2975	9,43	1734,13
3	2	B	0,1520	0,2913	9,17	1734,68
Rata-rata						1729,07

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Berat (kg)	Berat isi (kg/m ³)
1	3	B	0,1510	0,2996	9,83	1830,41
2	3	B	0,1500	0,2976	10,20	1936,74
3	3	B	0,1510	0,2965	9,77	1838,73
Rata-rata						1869,29

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Berat (kg)	Berat isi (kg/m ³)
1	4	B	0,1512	0,2955	9,71	1828,34
2	4	B	0,1503	0,2956	9,78	1864,79
Rata-rata						1847,06

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Berat (kg)	Berat isi (kg/m ³)
1	5	B	0,1505	0,2996	9,49	1779,68
2	5	B	0,1500	0,2963	9,32	1778,87
3	5	B	0,1510	29,86	9,47	1771,03
Rata-rata						1776,52



Contoh perhitungan:

Variasi 1 (0 lt/m³) Usia 28 hari:

- Berat silinder beton = 9,90 kg
- Diameter silinder beton (d) = 0,1505 m
- Tinggi silinder (t) = 0,2981 m
- Volume (V) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
= $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,1505^2 \times 0,2981 = 5,30 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- Berat jenis beton = $\frac{\text{Berat}}{\text{volume}} = \frac{9,90}{0,00530}$
= 1865,73 kg/m³



D.3. HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Berdasarkan pengujian beton yang telah dilakukan didapat hasil sebagai berikut:

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (mm)	Beban Maks		Kuat Tekan (MPa)
				Beban	Satuan	
1	1	B	0,1505	580	kN	32,59
2	1	B	0,1500	630	kN	35,64
3	1	B	0,1510	590	kN	32,93
Rata-rata						33,72

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (mm)	Beban Maks		Kuat Tekan (MPa)
				Beban	Satuan	
1	2	B	0,1526	710	kN	38,8
2	2	B	0,1525	605	kN	33,11
3	2	S	0,1520	530	kN	29,20
Rata-rata						33,70

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (mm)	Beban Maks		Kuat Tekan (MPa)
				Beban	Satuan	
1	3	B	0,1510	520	kN	29,03
2	3	B	0,1500	655	kN	27,05
3	3	B	0,1500	375	kN	20,93
Rata-rata						29,00

No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (mm)	Beban Maks		Kuat Tekan (MPa)
				Beban	Satuan	
1	4	B	0,1520	465	kN	25,89
2	4	B	0,1503	505	kN	28,45
Rata-rata						27,17

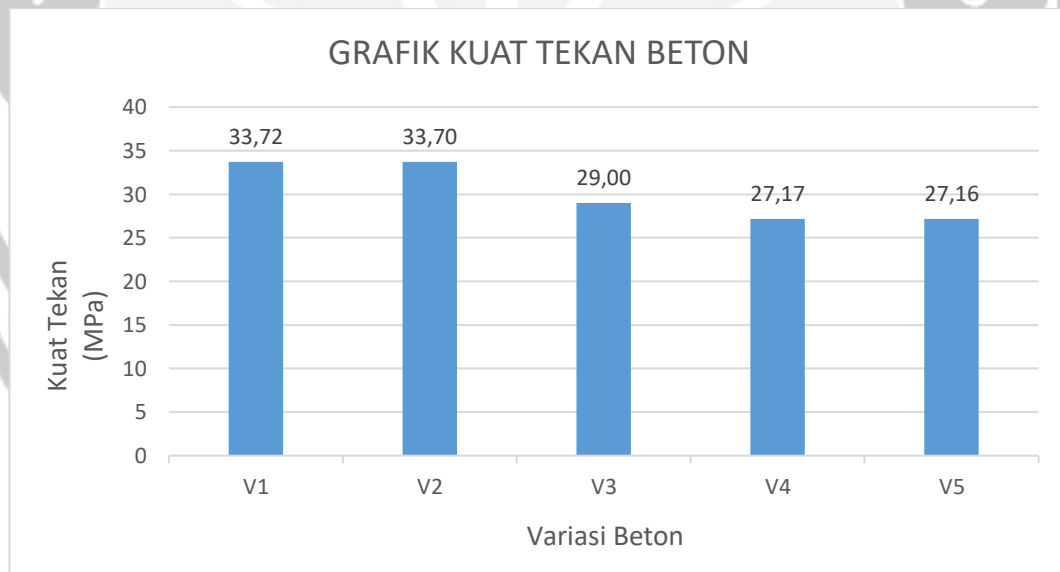
No	Variasi	Jenis Silinder (B/S/K)	Diameter (mm)	Beban Maks		Kuat Tekan (MPa)
				Beban	Satuan	
1	5	B	0,1505	470	kN	26,41
2	5	B	0,1500	485	kN	27,43
3	5	B	0,1510	495	kN	27,63
Rata-rata						27,16



Contoh perhitungan:

Variasi 2 (2 lt/m³) Usia 28 hari:

- Diameter silinder beton (d) = 15,26 cm
- Kuat desak (P) = 710 KN
- Luas (A) $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 15,26^2$
 $= 18280 \text{ mm}^2$
- (f'c) $= \frac{P \times 1000}{\text{Luas}} = \frac{710 \times 1000}{18280}$
 $= 38,84 \text{ MPa}$





D.4. HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Hasil dari pengujian modulus elastisitas beton pada usia 28 hari adalah sebagai berikut:

Modulus Elastisitas Beton V1

Diameter	15 cm
Tinggi	29,7 cm
Berat	9,944 kg

Kuat Tekan	630	kN	35,67	MPa
BJ Beton	1895,63	kg/m ³		
A (Luasan)	17662,5	mm ²		
Volume	0,0052	m ³		
Po	20,21	cm		
Koreksi	-3,526			

Beban		ΔP	$0,5 \Delta P$	f	ϵ	ϵ
Kgf	Newton	(10^{-5})	(10^{-3})	(MPa)	(10^{-5})	koreksi
0	0	0	0	0,00	-3,53	0,00
500	4903,36	7	3,5	0,28	1,73	5,26
1000	9806,71	11	5,5	0,56	2,72	6,25
1500	14710,07	15	7,5	0,83	3,71	7,24
2000	19613,42	22	11	1,11	5,44	8,97
2500	24516,78	27	13,5	1,39	6,68	10,21
3000	29420,13	32	16	1,67	7,92	11,44
3500	34323,49	37	18,5	1,94	9,15	12,68
4000	39226,84	42	21	2,22	10,39	13,92
4500	44130,20	48	24	2,50	11,88	15,40
5000	49033,55	52	26	2,78	12,86	16,39
5500	53936,91	56	28	3,05	13,85	17,38
6000	58840,26	61	30,5	3,33	15,09	18,62
6500	63743,62	70	35	3,61	17,32	20,84
7000	68646,97	75	37,5	3,89	18,56	22,08



Beban		ΔP	$0,5 \Delta P$	f	ϵ	ϵ
Kgf	Newton	(10^{-5})	(10^{-3})	(MPa)	(10^{-5})	koreksi
8000	78453,68	84	42	4,44	20,78	24,31
8500	83357,04	89	44,5	4,72	22,02	25,54
9000	88260,39	94	47	5,00	23,26	26,78
9500	93163,75	99	49,5	5,27	24,49	28,02
10000	98067,10	105	52,5	5,55	25,98	29,50
10500	102970,46	112	56	5,83	27,71	31,24
11000	107873,81	117	58,5	6,11	28,95	32,47
11500	112777,17	129	64,5	6,39	31,91	35,44
12000	117680,52	139	69,5	6,66	34,39	37,92
12500	122583,88	149	74,5	6,94	36,86	40,39
13000	127487,23	157	78,5	7,22	38,84	42,37
13500	132390,59	166	83	7,50	41,07	44,59
14000	137293,94	173	86,5	7,77	42,80	46,33
14500	142197,30	189	94,5	8,05	46,76	50,29
15000	147100,65	198	99	8,33	48,99	52,51
15500	152004,01	210	105	8,61	51,95	55,48
16000	156907,36	215	107,5	8,88	53,19	56,72

Contoh Hitungan :

$$F = 500 \times 9,81 = 4905 \text{ N}$$

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 150^2 = 17915,1 \text{ mm}^2$$

$$P_o = 202,1 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{4905}{17662,5} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta P}{P_o} = \frac{7 \times 10^{-3}}{202,1} = 1,73 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -3,526 \times 10^{-5}$$

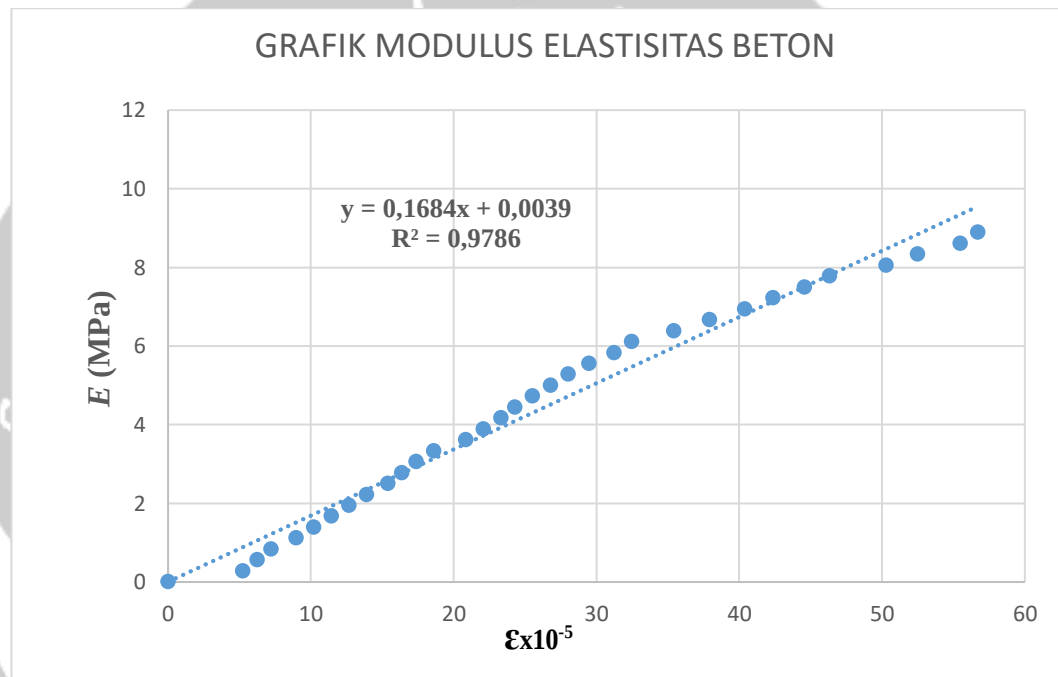
$$\epsilon_{\text{koreksi}} = \epsilon - X_{\text{koreksi}} = 1,73 \times 10^{-5} - (-3,526 \times 10^{-5}) = 5,25 \times 10^{-5}$$



$$\sigma_p = 8,88 \text{ Mpa}$$

$$\epsilon_p = 56,72 \times 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{8,88}{56,72 \times 10^{-5}} = 15662,9 \text{ Mpa}$$





Modulus Elastisitas Beton V2

Diameter	15,25 cm
Tinggi	29,75 cm
Berat	9,36 kg

Kuat Tekan	605	kN	33,14	MPa
BJ Beton	1723,37	kg/m ³		
A (Luasan)	18256,16	mm ²		
Volume	0,0054	m ³		
Po	20,20	cm		
Koreksi	2,076			

Beban		ΔP	$0,5 \Delta P$	f	ϵ	ϵ
Kgf	Newton	(10 ⁻³)	(10 ⁻³)	(MPa)	(10 ⁻⁵)	koreksi
0	0	0	0	0,00	2,09	0,02
500	4903,355	20	10	0,27	4,95	2,87
1000	9806,71	28	14	0,54	6,93	4,85
1500	14710,065	37	18,5	0,81	9,16	7,08
2000	19613,42	45	22,5	1,07	11,14	9,06
2500	24516,775	54	27	1,34	13,37	11,29
3000	29420,13	62	31	1,61	15,35	13,27
3500	34323,485	69	34,5	1,88	17,08	15,00
4000	39226,84	75	37,5	2,15	18,56	16,49
4500	44130,195	83	41,5	2,42	20,54	18,47
5000	49033,55	90	45	2,69	22,28	20,20
5500	53936,905	97	48,5	2,95	24,01	21,93
6000	58840,26	105	52,5	3,22	25,99	23,91



Beban		ΔP	$0,5 \Delta P$	f	ϵ	ϵ
Kgf	Newton	(10^{-3})	(10^{-3})	(MPa)	(10^{-5})	koreksi
7000	68646,97	119	59,5	3,76	29,46	27,38
7500	73550,325	125	62,5	4,03	30,94	28,86
8000	78453,68	130	65	4,30	32,18	30,10
8500	83357,035	136	68	4,57	33,66	31,59
9000	88260,39	142	71	4,83	35,15	33,07
9500	93163,745	147	75	5,10	37,13	35,05
10000	98067,1	152	78,5	5,37	38,86	36,79
10500	102970,455	160	81,5	5,64	40,35	38,27
11000	107873,81	165	86	5,91	42,57	40,50
11500	112777,165	170	90	6,18	44,55	42,48
12000	117680,52	177	93,5	6,45	46,29	44,21
12500	122583,875	185	96,5	6,71	47,77	45,70
13000	127487,23	193	100,5	6,98	49,75	47,68
13500	132390,585	202	105	7,25	51,98	49,90
14000	137293,94	207	108,5	7,52	53,71	51,64
14500	142197,295	213	111,5	7,79	55,20	53,12
15000	147100,65	220	115	8,06	56,93	54,85
15500	152004,005	227	117	8,33	57,92	55,84
16000	156907,36	232	116	8,59	57,43	55,35

Contoh Hitungan :

$$F = 500 \times 9,81 = 4905 \text{ N}$$

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 152,5^2 = 18256,16 \text{ mm}^2$$

$$P_o = 202 \text{ mm}$$



$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{4905}{18256,16} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta P}{P_o} = \frac{1 \times 10^{-3}}{202} = 0,495 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 2,076 \times 10^{-5}$$

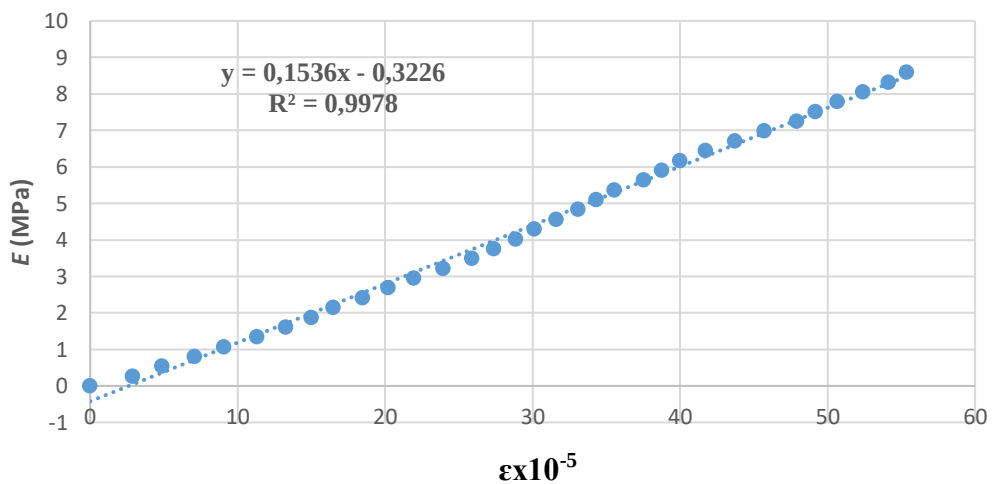
$$\varepsilon_{\text{koreksi}} = \varepsilon - X_{\text{koreksi}} = 4,95 \times 10^{-5} - (2,076 \times 10^{-5}) = 2,87 \times 10^{-5}$$

$$\sigma_p = 8,59 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 55,35 \times 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{5,89}{55,35 \times 10^{-5}} = 15528,07 \text{ Mpa}$$

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BETON





Modulus Elastisitas Beton V3

Diameter	15,1 cm
Tinggi	29,98 cm
Berat	9,831 kg

Kuat Tekan	520	kN	29,05	MPa
BJ Beton	1832,07	kg/m ³		
A (Luasan)	17898,79	mm ²		
Volume	0,0054	m ³		
Po	20,10	cm		
Koreksi	1,658			

Beban		ΔP (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	f (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ koreksi
kgf	N					
0	0	0	0	0	1,66	0,00
500	4903,355	15	7,5	0,27	3,71	2,06
1000	9806,71	22	11	0,55	5,45	3,79
1500	14710,065	30	15	0,82	7,43	5,77
2000	19613,42	35	17,5	1,10	8,66	7,01
2500	24516,775	44	22	1,37	10,89	9,23
3000	29420,13	53	26,5	1,64	13,12	11,46
3500	34323,485	60	30	1,92	14,85	13,19
4000	39226,84	68	34	2,19	16,83	15,17
4500	44130,195	72	36	2,47	17,82	16,16
5000	49033,55	80	40	2,74	19,80	18,14
5500	53936,905	90	45	3,01	22,28	20,62
6000	58840,26	97	48,5	3,29	24,01	22,35
6500	63743,615	103	51,5	3,56	25,50	23,84
7000	68646,97	110	55	3,84	27,23	25,57
7500	73550,325	118	59	4,11	29,21	27,55
8000	78453,68	123	61,5	4,38	30,45	28,79
9500	93163,745	145	72,5	5,21	35,89	34,23



Beban		ΔP (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	f (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ koreksi
kgf	N					
10000	98067,1	152	76	5,48	37,62	35,97
10500	102970,455	160	80	5,75	39,60	37,95
11000	107873,81	165	82,5	6,03	40,84	39,18
11500	112777,165	172	86	6,30	42,57	40,92
12000	117680,52	180	90	6,57	44,55	42,90
12500	122583,875	185	92,5	6,85	45,79	44,13
13000	127487,23	188	94	7,12	46,53	44,88
13500	132390,585	195	97,5	7,40	48,27	46,61
14000	137293,94	205	102,5	7,67	50,74	49,08
14500	142197,295	213	106,5	7,94	52,72	51,07
15000	147100,65	222	111	8,22	54,95	53,29
15500	152004,005	230	115	8,49	56,93	55,27
16000	156907,36	236	118	8,77	58,42	56,76

Contoh Hitungan :

$$F = 500 \times 9,81 = 4905 \text{ N}$$

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 151^2 = 17898,79 \text{ mm}^2$$

$$P_o = 201 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{4905}{17898,79} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta P}{P_o} = \frac{15 \times 10^{-3}}{201} = 3,71 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 1,658 \times 10^{-5}$$

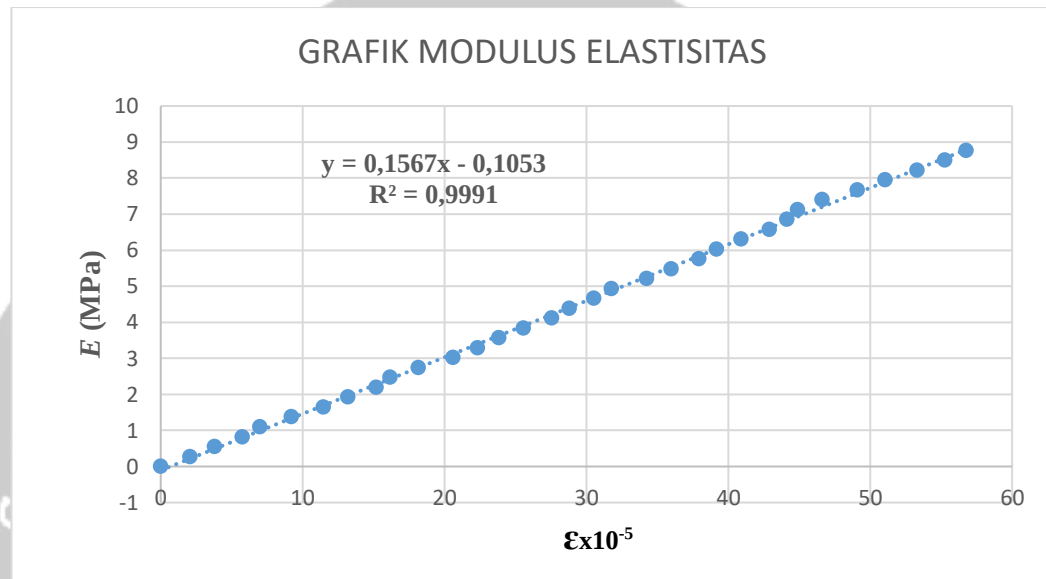
$$\epsilon_{\text{koreksi}} = \epsilon - X_{\text{koreksi}} = 3,71 \times 10^{-5} - (1,658 \times 10^{-5}) = 2,06 \times 10^{-5}$$

$$\sigma_p = 8,77 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 56,76 \times 10^{-5}$$



$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{8,77}{56,76 \times 10^{-5}} = 15445,12 \text{ MPa}$$





Modulus Elastisitas Beton V4

Diameter	15,12
Tinggi	29,55
Berat	9,71

Kuat Tekan	505	kN	28,14	MPa
BJ Beton	1831	kg/m ³		
A (Luasan)	17946,23	mm ²		
Volume	0,0053	m ³		
Po	20,2	cm		
Koreksi	0,003			

Beban		ΔP (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	f (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ koreksi
kgf	N					
0	0,0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4903,4	7	3,5	0,27	1,73	1,73
1000	9806,7	14	7	0,55	3,46	3,46
1500	14710,1	22	11	0,82	5,44	5,44
2000	19613,4	25	12,5	1,09	6,19	6,19
2500	24516,8	30	15	1,37	7,42	7,42
3000	29420,1	36	18	1,64	8,91	8,91
3500	34323,5	42	21	1,91	10,39	10,39
4000	39226,8	48	24	2,19	11,88	11,88
4500	44130,2	53	26,5	2,46	13,11	13,11
5000	49033,6	59	29,5	2,73	14,60	14,60
5500	53936,9	65	32,5	3,01	16,08	16,08
6000	58840,3	73	36,5	3,28	18,06	18,06
6500	63743,6	80	40	3,55	19,79	19,79
7000	68647,0	87	43,5	3,83	21,52	21,52
7500	73550,3	95	47,5	4,10	23,50	23,50
8000	78453,7	104	52	4,37	25,73	25,73
8500	83357,0	112	56	4,64	27,71	27,71
9000	88260,4	118	59	4,92	29,19	29,19



Beban		ΔP	$0,5 \Delta P$	f	ϵ	ϵ
kgf	N	(10^{-3})	(10^{-3})	(MPa)	(10^{-5})	koreksi
10000	98067,1	137	68,5	5,46	33,89	33,89
10500	102970,5	145	72,5	5,74	35,87	35,87
11000	107873,8	153	76,5	6,01	37,85	37,85
11500	112777,2	160	80	6,28	39,58	39,58
12000	117680,5	170	85	6,56	42,06	42,06
12500	122583,9	183	91,5	6,83	45,27	45,27
13000	127487,2	193	96,5	7,10	47,75	47,75
13500	132390,6	198	99	7,38	48,99	48,99
14000	137293,9	201	100,5	7,65	49,728	49,728

Contoh Hitungan :

$$F = 500 \times 9,81 = 4905 \text{ N}$$

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 1512^2 = 17946,23 \text{ mm}^2$$

$$P_o = 202 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{4905}{117946,23} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta P}{P_o} = \frac{7 \times 10^{-3}}{202} = 1,73 \times 10^{-5}$$

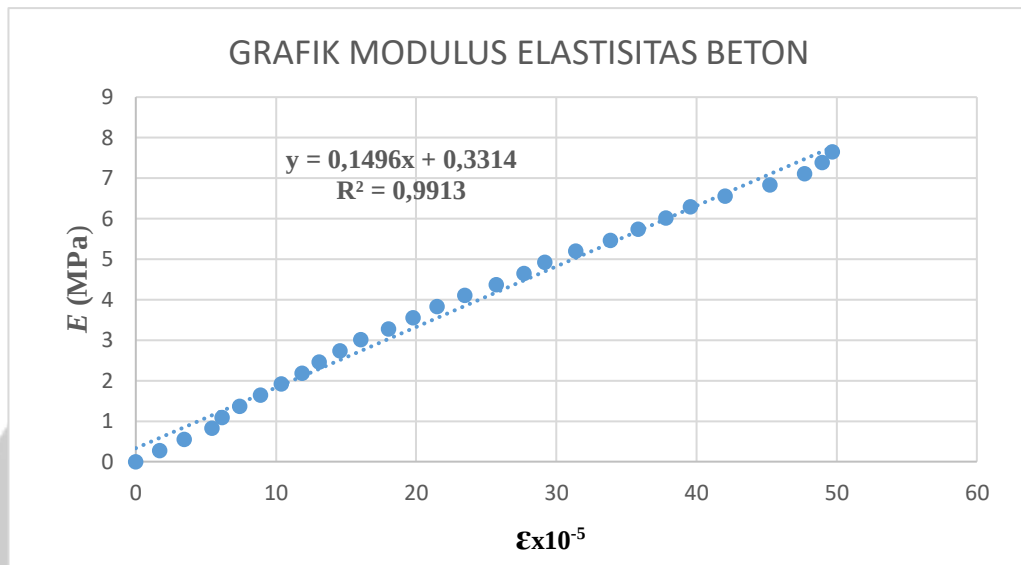
$$X_{\text{koreksi}} = 0,003 \times 10^{-5}$$

$$\epsilon_{\text{koreksi}} = \epsilon - X_{\text{koreksi}} = 1,73 \times 10^{-5} - (0,00 \times 10^{-5}) = 1,722 \times 10^{-5}$$

$$\sigma_p = 7,65 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 49,729 \times 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{7,65}{49,729 \times 10^{-5}} = 15385,34 \text{ MPa}$$





Modulus Elastisitas Beton V5

Diameter	15,1
Tinggi	30,03
Berat	9,49

Kuat Tekan	495	kN	27,58	MPa
BJ Beton	1765,58	kg/m ³		
A (Luasan)	17898,79	mm ²		
Volume	0,0054	m ³		
Po	20,31	cm		
Koreksi	2,317			

Beban		ΔP (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	f (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ koreksi
kgf	N					
0	0	0	0	0,00	2,32	0,00
500	4903,355	13	6,5	0,27	3,22	0,90
1000	9806,71	19	9,5	0,55	4,70	2,39
1500	14710,065	25	12,5	0,82	6,19	3,87
2000	19613,42	31	15,5	1,10	7,67	5,36
2500	24516,775	37	18,5	1,37	9,16	6,84
3000	29420,13	47	23,5	1,64	11,63	9,32
3500	34323,485	51	25,5	1,92	12,62	10,31
4000	39226,84	57	28,5	2,19	14,11	11,79
4500	44130,195	68	34	2,47	16,83	14,52
5000	49033,55	75	37,5	2,74	18,56	16,25
5500	53936,905	87	43,5	3,01	21,53	19,22
6000	58840,26	97	48,5	3,29	24,01	21,69
6500	63743,615	103	51,5	3,56	25,50	23,18
7000	68646,97	110	55	3,84	27,23	24,91
7500	73550,325	115	57,5	4,11	28,47	26,15
8000	78453,68	123	61,5	4,38	30,45	28,13
8500	83357,035	130	65	4,66	32,18	29,86
9000	88260,39	138	69	4,93	34,16	31,84



Beban		ΔP	$0,5 \Delta P$	f	ϵ	ϵ
kgf	N	(10^{-3})	(10^{-3})	(MPa)	(10^{-5})	koreksi
10000	98067,1	158	79	5,48	39,11	36,79
10500	102970,455	165	82,5	5,75	40,84	38,52
11000	107873,81	173	86,5	6,03	42,82	40,51
11500	112777,165	180	90	6,30	44,55	42,24
12000	117680,52	190	95	6,57	47,03	44,71
12500	122583,875	198	99	6,85	49,01	46,69
13000	127487,23	206	103	7,12	50,99	48,67
13500	132390,585	211	105,5	7,40	52,23	49,91
14000	137293,94	217	108,5	7,67	53,71	51,40
14500	142197,295	220	110	7,94	54,46	52,14
15000	147100,65	226	113	8,22	55,94	53,62

Contoh Hitungan :

$$F = 500 \times 9,81 = 4905 \text{ N}$$

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 151^2 = 17898,79 \text{ mm}^2$$

$$P_o = 203,1 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{4905}{17898,79} = 0,27379 \text{ MPa}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta P}{P_o} = \frac{6,5 \times 10^{-3}}{203,1} = 3,22 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 2,317 \times 10^{-5}$$

$$\epsilon_{\text{koreksi}} = \epsilon - X_{\text{koreksi}} = 3,22 \times 10^{-5} - (2,317 \times 10^{-5}) = 0,9 \times 10^{-5}$$

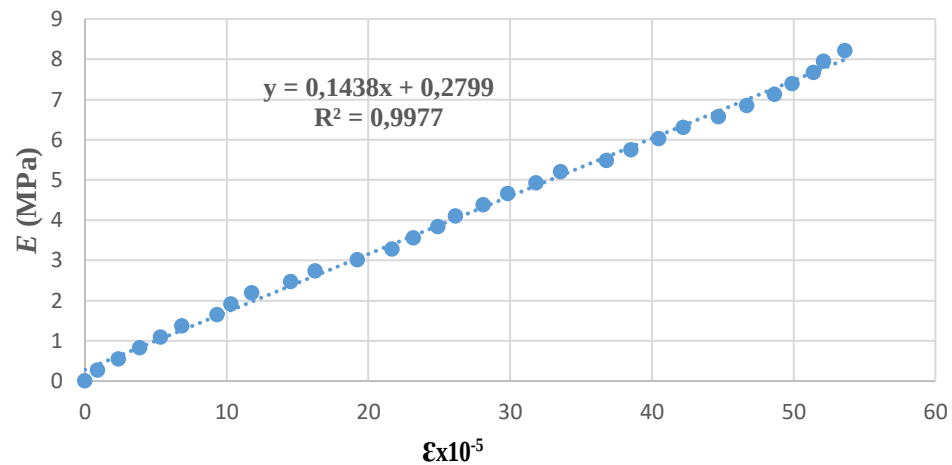
$$\sigma_p = 8,22 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 53,62 \times 10^{-5}$$

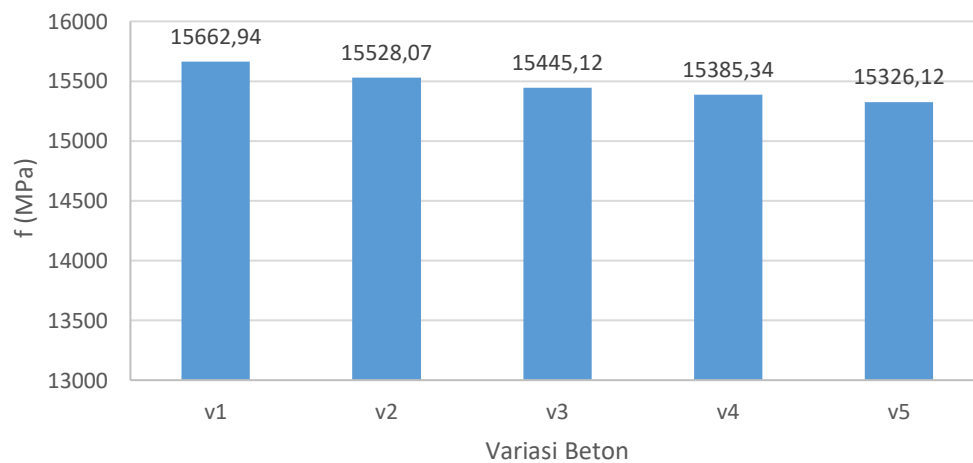
$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{8,22}{53,62 \times 10^{-5}} = 15326,11592 \text{ MPa}$$



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BETON



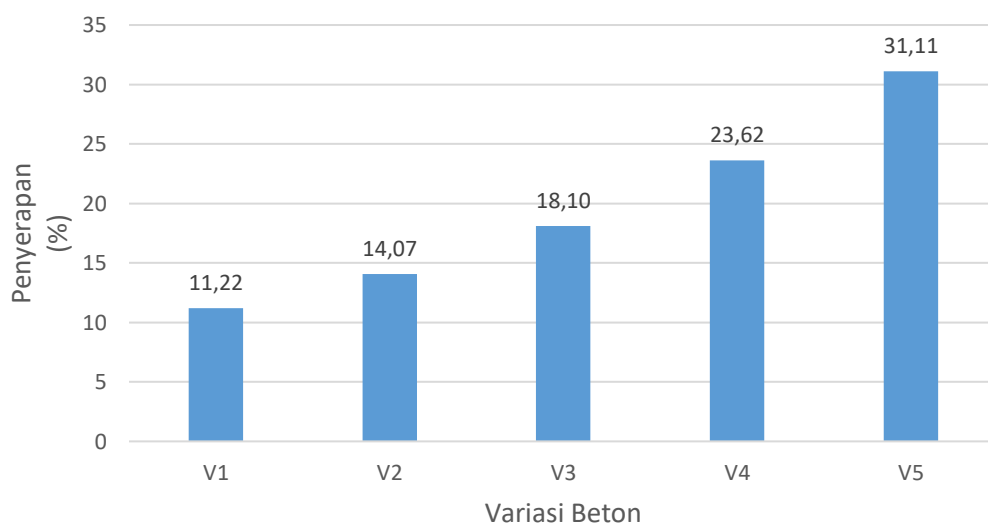


D.5. HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR BETON

Hasil pengujian penyerapan air pada beton usia 28 hari adalah sebagai berikut :

Variasi	Berat SSD (kg)	Berat Kering Oven (kg)	Penyerapan (%)	Rata-Rata (%)
1	0,992	0,892	11,21	11,22
	0,975	0,877	11,17	
	2,952	2,653	11,27	
2	0,972	0,851	14,22	14,07
	0,971	0,848	14,50	
	2,932	2,571	14,04	
	2,98	2,625	13,52	
3	1,015	0,858	18,30	18,10
	0,946	0,805	17,52	
	2,898	2,4733	17,17	
	2,936	2,459	19,40	
4	2,911	2,325	25,20	23,62
	2,947	2,415	22,03	
5	2,845	2,158	31,84	31,11
	2,81	2,155	30,39	

GRAFIK PENYERAPAN BETON





E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Foaming Agent ADT



Semen Gresik type PPC



Pasir Silika



Sika Fume



Viscocrete 1003



Dial



Mixer Electric



Bor



Pengujian Gradasi Pasir



Pengujian Kandungan Zat
Organik Pada Pasir



Pengujian Kandungan Zat
Organik Pada Pasir



Penimbangan Pasir



Pembuatan *Foam*



Pencampuran Agregat



Pengujian Slump



Beton Setelah Mengeras



Penimbangan Berat Beton



Pengujian Penyerapan Air



Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Modulus Elastisitas Beton



Beton Setelah Diuji



Beton Setelah Diuji



Beton Setelah Diuji



Pengeringan Beton Dengan Oven