

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penambahan *foam* 0%, 15%, 30% dan 45% terhadap volume beton membuat volume beton bertambah dan berkembang secara berturut-turut 0%, 15,69%, 33,75%, dan 51,12% dari beton normal
- b. Penambahan *foam* 0%, 15%, 30%, dan 45% terhadap volume beton membuat berat isi beton secara berturut-turut 2280 kg/m<sup>3</sup>, 1970 kg/m<sup>3</sup>, 1653 kg/m<sup>3</sup>, dan 1484 kg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan berat isinya Pada beton 0% dan 15% *foam* merupakan beton normal dan beton 30% dan 45% *foam* merupakan beton ringan.
- c. Penambahan *foam* 0%, 15%, 30% dan 45% terhadap volume beton memiliki kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari secara berturut-turut 26,12 MPa, 9,09 MPa, 1,58 MPa, dan 0,32 MPa. Berdasarkan hasil kuat tekan pada umur 28 hari, kuat tekan beton memiliki kadar optimum penambahan 15% *foam* dengan penurunan kuat tekan 65,21%.
- d. Penambahan *foam* 0%, 15%, 30% dan 45% terhadap volume beton memiliki kuat tekan rata-rata pada umur 56 hari secara berturut-turut 27,81 MPa, 12,18 MPa, 1,92 MPa, dan 0,44 MPa. Berdasarkan hasil kuat tekan pada umur 56 hari, kuat tekan beton memiliki kadar optimum penambahan 15% *foam* dengan penurunan kuat tekan 56,22%.

- e. Kuat tekan beton dengan bahan tambah *silica fume* memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan tanpa bahan tambah *silica fume*. Penambahan *silica fume* menyebabkan kenaikan kuat tekan beton pada pencampuran volume beton dan 15% *foam* dengan peningkatan pada umur 28 hari dan 56 hari secara berturut-turut 31,178% dan 69,996%.
- f. Berdasarkan kategori beton, beton normal dengan penambahan 15% *foam* merupakan beton normal non-struktural dan pada penambahan 30% dan 45% *foam* merupakan beton ringan non-struktural.
- g. Penambahan *foam* 0%, 15%, 30% dan 45% terhadap volume beton memiliki modulus elastisitas rata-rata pada secara berturut-turut 18156,7 MPa, 11761,8 MPa, 4077,5 MPa, dan 1427,3 MPa. Berdasarkan hasil pengujian modulus elastisitas beton maka didapatkan kadar optimum pada penambahan 15% *foam* dengan persentase penurunan 35,22% dari modulus elastisitas beton normal.
- h. Penambahan *foam* 0%, 15%, 30% dan 45% terhadap volume beton memiliki penyerapan beton rata-rata secara berturut-turut 3,54%, 11,67%, 11,99%, dan 12,37%. Berdasarkan hasil pengujian penyerapan beton untuk beton dengan penambahan *foam* 0% merupakan beton kedap air sedangkan penambahan 15%, 30% dan 45% merupakan beton tak kedap air.
- i. Berdasarkan keseluruhan pengujian seluruh agregat yang digunakan layak digunakan sebagai bahan bangunan.

## 6.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat diberikan saran antara lain:

- a. Perlu dikembangkan kembali bahan tambah yang mampu memperkuat penambahan *foam* terhadap beton
- b. Perlu dilakukan penambahan 10%, 15%, 20% *foam* terhadap volume beton untuk mendapatkan berat isi beton ringan struktural.
- c. Penggunaan *generator foam* ada baiknya menggunakan *compressor* dengan tekanan 1HP
- d. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar campuran antara *foam* dan beton mampu terlihat padat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affifudin, M dan Abdullah. 2012. Pengaruh Penambahan Batu Apung Terhadap Sifat Mekanis Beton Busa (*Foamed Concrete*). KoNTekS 6 Universitas Trisakti : Jakarta
- Anonim. 1983. Peraturan Perancangan Bangunan Baja Indonesia (PPBI). Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan DPU – RI : Bandung
- ASTM C-33, 2003. *Standard Specification for Concreted Aggregate. United States: Association of Standard Testing Materials.*
- Bermansyah, S.(2005).”Perilaku Susut Pada Beton Menggunakan *Admixture Silica Fume* Pada Lingkungan Tidak Terlindung”*Jurnal Teknik Sipil*.II.(1).1-12
- Dipohuso, I. (1996). Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid I, Edisi pertama, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Diputri, C (2012). Pengaruh Konsentrasi *Foam* Terhadap Karakteristik Bata Beton Pejal. Thesis Teknik Sipil Universitas Udayana Bali : Tidak diterbitkan
- Dwipa, O. (2014). Sifat Fisik dan Mekanik Beton Aerasi dengan Penambahan *Foam* Organik Sebesar 60% dan 120% Terhadap Volume Mortar. Tesis Teknik Sipil pada Universitas Gadjah Mada Yogyakarta: Tidak diterbitkan.
- Holland, T.C.(2005). *Silica Fume User’s Manual. U.S. Federal Highway Administration : Washington*
- Lilik, S.W. (2015). Pengaruh *Foaming Agent* dan Serbuk *Gypsum* Terhadap Kualitas Bata Ringan. Thesis Teknik Sipil Universitas Muhamadiyah Surakarta: 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.
- Mulyono, Ir., Tri. (2004), “Teknologi Beton”. *Andi Publishing* : Yogyakarta

- Murdock, L.J., dan Brook K.M., (1986). *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi ke empat penerbit Erlangga, Jakarta
- 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
- Sebayan, S. (2011). “Tinjauan Sifat-Sifat Mekanik Beton Alir Mutu Tinggi Dengan *Silica Fume* Sebagai Bahan Tambah” *Jurnal Rekayasa*.xv.(2). 131-138
- Simbolon dan Firmanto, E.(2015). Penggunaan *Foaming Agent* dalam Pembuatan Bata Beton Ringan. Disertasi Teknik Sipil USU Medan : Tidak diterbitkan
- SNI 03-1968-1990, 1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03 – 2816 – 1992, 1992. Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar atau Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03 – 2914 – 1990, 1990. Speksifikasi Beton Bertulang Kedap Air. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03 – 3449 – 2002, 2002. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03 – 4804 – 1998, 1998. Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969 – 2008, 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1970 – 2008, 2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2417 – 2008, 2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 3407 – 2008, 2008. Cara Uji Sifat Kekekalan Agregat Dengan Cara Perendaman Menggunakan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Susilo D.A (2012), Efek Penggantian Sebagian Semen dengan *Silica Fume* Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Ringan. Jurnal Eprints UNY.Ac.Id diakses Agustus 2015

Talinusa, O.G., Tenda, R, dan Tamboto, W.J. (2014). “Pengaruh Dimensi Benda Uji Terhadap Kuat Tekan Beton”. *Jurnal Sipil Statik 2 (7) (344 – 351)*.

Tjokrodinuljo, Kardijono, (1992). Teknologi Beton, KMTS FT UGM: Yogyakarta

Wang, C.K. dan Salmon C.G. (1986). Desain Beton Bertulang. Jakarta : Penerbit Erlangga

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. PENGUJIAN BAHAN

### A.1. PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT HALUS

Bahan : Pasir  
Asal : Kali Progo  
Diperiksa : 29 September 2015

#### DAFTAR AYAKAN

Lubang Ayakan	Berat Ayakan (gr)	Berat ayakan + pasir (gr)			Berat pasir tertahan (gr)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang Melalui ayakan
		Perc, 1	perc,2	jumlah				
50	0	0	0	0	0	0	0	0
37,5	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
12,5	0	0	0	0	0	0	0	0
9,5	0	0	0	0	0	0	0	100
4,75	533,2	557,5	549,04	1106,54	40,14	4,038	4,038	95,962
2,36	477,18	515,32	510,32	1025,64	71,28	7,171	11,209	88,791
1,18	324,61	380,22	394,55	774,77	125,55	12,631	23,840	76,160
0,6	405,81	636,78	677,81	1314,59	502,97	50,601	74,441	25,559
0,3	293,67	340,29	325,18	665,47	78,13	7,860	82,302	17,698
0,15	286,36	369,46	345,53	714,99	142,27	14,313	96,615	3,385
0,075	338,4	355,11	352,23	707,34	30,54	3,072	99,687	0,313
0	375,88	377,64	377,23	754,87	3,11	0,313	100,000	0,000
Jumlah					993,99		292,446	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{292,446}{100} = 2,924$$

Syarat ASTM MHB pasir antara 2,3 – 3,1

Kesimpulan : syarat Modulus Halus Butir Pasir terpenuhi (OK),



## A.2. PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT KASAR

Bahan : Batu Pecah (Split) 9,5 mm  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 29 September 2015

### DAFTAR AYAKAN

Lubang Ayakan	Berat Ayakan (gr)	Berat ayakan + pasir (gr)			Berat pasir tertahan (gr)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang Melalui ayakan
		Perc, 1	perc,2	jumlah				
50	481,92	481,92	481,92	963,84	0	0	0	100
37,5	564,11	564,11	564,11	1128,22	0	0	0	100
25	510,4	510,4	510,4	1020,8	0	0	0	100
19	558,86	558,86	558,86	1117,72	0	0	0	100
12,5	456,12	459,84	463,82	923,66	11,42	1,147	1,15	98,85
9,5	462,05	520,37	514,76	1035,13	111,03	11,148	12,29	87,71
4,75	533,2	920,93	926,78	1847,71	781,31	78,445	90,74	9,26
2,36	477,18	524,97	521,63	1046,6	92,24	9,261	100,0	0
1,18	324,61	324,61	324,61	649,22	0	0	100,0	0
0,6	405,81	0	0	0	0	0	100,0	0
0,3	293,67	0	0	0	0	0	100,0	0
0,15	286,36	0	0	0	0	0	100,0	0
0,075	338,4	0	0	0	0	0	100,0	0
0	375,88	0	0	0	0	0	100,0	0
Jumlah					996		604,18	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{604,18}{100} = 6,04$$

Syarat ASTM MHB Kerikil antara 6,0 – 7,1

Kesimpulan : syarat Modulus Halus Butir Kerikil terpenuhi (OK),





**A.3. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

Bahan : Pasir  
 Asal : Kali Progo  
 Diperiksa : 29 September 2015

Pasir kering udara sejumlah (gr):	1500			
Disiram air tanggal	23/09/15	SSD pasir tgl./jam	24/09/15	
Masuk Botol (V) sejumlah:			a. 500,26	b. 500,35
tgl/jam	24/09/15 - 10.00	WIB		
Tambah air sampai		sebanyak		
garis	500 cc	(cc)	a. 290	b. 290
		Direndam dalam air selama 1 jam pukul	a. 14,00	s/d 15,00
			b. 14,00	s/d 15,00
		Tambah air (cc) =	a. 24	b. 21
		W (Jumlah air) =	a. 314	b. 311
		V-W(jumlah air) =	a. 186,26	b. 189,35
Masuk Oven tanggal/jam			a. 25/09/15	b. 25/09/15
Ditimbang beratnya (gr)		(A)	a. 488	b. 490,04

	$\frac{A}{V - W}$		
<i>Bulk Specific gravity</i>		a. 2,620	Rata2= 2,604
		b. 2,588	

	$\frac{500}{V - W}$		
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>		a. 2,686	Rata2= 2,664
		b. 2,642	

	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$		
<i>Apparent Specific Grafity</i>		a. 2,805	Rata2= 2,771
		b. 2,737	

	$\frac{500 - A}{A} \times 100\%$		
<i>Absorption</i>		a. 2,512	Rata2= 2,308 %
		b. 2,104	



**A.4. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

Bahan : Batu pecah (*split*)  
 Asal : Clereng  
 Diperiksa : 29 September 2015

Krikil Tertahan 3/8" cuci					
Berat Krikil	2000	gr			
Masuk Oven Tanggal	27/9/15				
Keluar Oven tgl,	28/9/15	Berat Kering Oven :	a. 1000	b. 1000	
Masuk Air 24 jam tanggal / jam	28/09/2015	- 10.00	WIB		
Keluar air tanggal / jam	29/9/15	- 10.00	WIB		
Permukaan dibersihkan (kering SSD) =		Berat B (gr)	a. 676,39	b. 708,6	
Dimasukan keranjang kawat (berat dalam Air) =		Berat C (gr)	a. 404	b. 420	
Masuk Oven Tanggal / Jam	29/9/15	10.00	WIB		
Keluar Oven Tanggal / jam	30/9/15	10.00	WIB		
Berat Kering Oven =		Berat A (gr)	a. 651,89	b. 683	
<i>Bulk Specific Gravity</i>	$\frac{A}{B - C}$	=	a. $\frac{2,393}{2,367}$	Rata-Rata =	<b>2,380</b>
<i>Bulk Specific Gravity (SSD)</i>	$\frac{B}{B - C}$	=	a. $\frac{2,483}{2,455}$	Rata-Rata =	<b>2,469</b>
<i>Apparent Specific Gravity</i>	$\frac{A}{A - C}$	=	a. $\frac{2,630}{2,597}$	Rata-Rata =	<b>2,613</b>
<i>Absorption</i>	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	=	a. $\frac{3,758}{3,744}$	Rata-Rata =	<b>3,751 %</b>



### A.5. PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT HALUS

Bahan : Pasir  
Asal : Kali Progo  
Diperiksa : 28 September 2015

<i>Shoveled ( Sebelum Ditumbuk)</i>	<i>Rodded ( Sesudah Ditumbuk)</i>
Diameter Tabung (cm) = 15,358	Diameter Tabung(cm) = 15,36
Tinggi Tabung (cm) = 15,95	Tinggi Tabung (cm) = 15,95
Volume Tabung (cm <sup>3</sup> ) = 2954,74	Volume Tabung (cm <sup>3</sup> ) = 2954,74
Berat Tabung (gr) = 3528	Berat Tabung (gr) = 3528,00
Berat Tabung+Pasir (gr) = 7324	Berat Tabung+Pasir (gr) = 8210,00
Berat Pasir (gr) = 3796	Berat Pasir (gr) = 4682,00
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> ) = 1,28471	Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> ) = 1,58
Rata - Rata Berat Satuan Volume =	1,434 (gr/cm <sup>3</sup> )



#### A.6. PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT KASAR

Bahan : Batu pecah (split)  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 28 September 2015

<i>Shoveled ( Sebelum Ditumbuk)</i>	<i>Rodded ( Sesudah Ditumbuk)</i>
Diameter Tabung (cm) = 15,358	Diameter Tabung(cm) = 15,358
Tinggi Tabung (cm) = 15,95	Tinggi Tabung (cm) = 15,95
Volume Tabung (cm <sup>3</sup> ) = 2954,74	Volume Tabung (cm <sup>3</sup> ) = 2954,744
Berat Tabung (gr) = 3531	Berat Tabung (gr) = 3531
Berat Tabung + Pasir (gr) = 6872	Berat Tabung + Pasir (gr) = 7433
Berat Pasir (gr) = 3341	Berat Pasir (gr) = 3902
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> ) = 1,131	Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> ) = 1,321
Rata - Rata Berat Satuan Volume =	1,2257 (gr/cm <sup>3</sup> )



### A.7. PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME *FOAM*

Bahan : *Foam*  
Asal : "ADT" *Foaming Agent*  
Diperiksa : 28 September 2015

<i>Shoveled ( Sebelum Ditumbuk)</i>	
Diameter Tabung (cm)	= 15,44
Tinggi Tabung (cm)	= 16,03
Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	= 3001,36
Berat Tabung (gr)	= 3532
Berat Tabung + Pasir (gr)	= 3692
Berat Pasir (gr)	= 160
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> )	= 0,05331



### **A.8. PEMERIKSAAN KADAR AIR PADA AGREGAT HALUS**

Bahan : Pasir  
Asal : Kali Progo  
Diperiksa : 28 September 2015

Berat Pan = C (gr) = 152  
Berat Kerikil Basah (Kerikil + pan) = A (gr) = 252  
Berat Kering Oven(Kerikil + pan) = B (gr) = 250,43

$$\text{Kadar Penyerapan} = \frac{A - B}{B - C} \times 100\% = 1,59504 \%$$



### **A.9. PEMERIKSAAN KADAR AIR PADA AGREGAT KASAR**

Bahan : Batu pecah (*split*)  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 28 September 2015

Berat Pan = C (gr) = 154,4  
Berat Kerikil Basah (Kerikil + pan) = A (gr) = 254,4  
Berat Kering Oven(Kerikil + pan) = B (gr) = 253,1

$$\text{Kadar Air} = \frac{A - B}{B - C} \times 100\% = 1,31712 \%$$



### A.10. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 29 September 2015
- II. Bahan
  - a. Pasir kering tungku, asal : kali Progo, berat : 100 gram
  - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
  - a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
  - b. Timbangan
  - c. Tungku (*oven*), suhu antara 105-110°C
  - d. Pasir + piring masuk tungku tanggal 3 Oktober 2015 jam 14.15 WIB
- IV. Hasil

Pasir + piring keluar tungku tanggal 4 Oktober 2015 jam 14.30 WIB

- a. Berat pasir = 100 gram
- b. Berat pasir kering oven = 99,2 gram

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100 - 99,2}{100} \times 100\% = 0,8 \%$$

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,8 % < 5%, syarat terpenuhi (OK)





### **A.11. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM KERIKIL**

- I. Waktu pemeriksaan : 29 September 2015
- II. Bahan
  - a. Kerikil kering tungku, asal : Clereng, berat : 100 gram
  - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
  - a. erlenmeyer, ukuran : 500 cc
  - b. Timbangan
  - c. Tungku (*oven*), suhu antara 105-110°C
  - d. Kerikil + piring masuk tungku tanggal 3 Oktober 2015 jam 14.15 WIB
- IV. Hasil

Kerikil + piring keluar tungku tanggal 4 Oktober 2015 jam 14.30 WIB

- a. Berat Kerikil = 500 gram
- b. Berat pasir kering oven = 486,6 gram

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{500 - 486,6}{500} \times 100\% = 2,68 \%$$

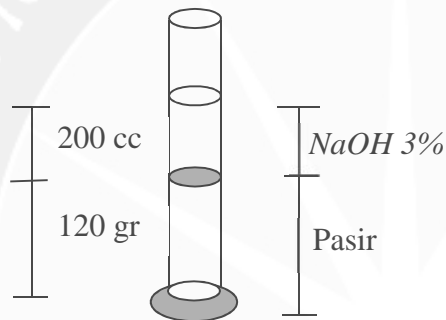
Kesimpulan : Kandungan lumpur 2,68 % > 1%, syarat tidak terpenuhi

Saran : Kerikil Perlu dicuci terlebih dahulu



## A.12. PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 29 September 2015
- II. Bahan
  - a. Pasir kering tungku, asal : kali Progo, 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 warna *Gardner Standard Color* sesuai dengan No. 5.  
  
Kesimpulan : Warna *Gardner Standard Color* No. 5 yaitu kuning muda, maka syarat terpenuhi (OK).



### A.13. PEMERIKSAAN SOUNDNESS TEST PADA KERIKIL

V. Waktu pemeriksaan : 29 September 2015

VI. Bahan

- a. Kerikil kering tungku, asal : Clereng, berat : 500 gram
- b.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  pekat

VII. Alat

- a. erlenmeyer, ukuran : 500 cc
- b. Timbangan
- c. Tungku (*oven*), suhu antara 105-110°C
- d. Kerikil + piring masuk tungku tanggal 3 Oktober 2015 jam 14.15 WIB

VIII. Hasil

Kerikil + piring keluar tungku tanggal 4 Oktober 2015 jam 14.30 WIB

- a. Berat Kerikil = 500 gram
- b. Berat setelah direndam  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  = 450,03 gram

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{500 - 450,03}{500} \times 100\% = 9,994 \%$$

Kesimpulan : Kandungan lumpur 9,994 % < 12%, syarat terpenuhi



#### A.14. PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : Batu pecah (*split*)  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 29 September 2015

Gradasi Saringan		Nomor Contoh
		I
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>Berat Masing-Masing Agregat</i>
$\frac{3}{8}$ "	$\frac{1}{4}$ "	2500 gram
$\frac{1}{4}$ "	No. 4	2500 gram

Nomor Contoh		I
Berat sebelumnya	(A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No. 12	(B)	3341 gram
Berat sesudah = (A)-(B)		1659 gram
Keausan = $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$		33,18%

Yogyakarta, 18 Januari 2016  
Kepala Laboratorium S.B.B.

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.



## B. PEMBUATAN MIX DESIGN

### i. Langkah pertama

Slump diisyaratkan 25-50 mm

### ii. Langkah ke-dua

Ukuran nominal maksimum agregat diketahui sebesar 9,5 mm

### iii. Langkah ke-tiga

Dengan nilai slump 25-50 mm, ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm, dan beton dengan AEA, maka berdasarkan tabel B.1 didapat perkiraan kadar air dan kadar udara masing-masing sebesar 181 kg/m<sup>3</sup> dan 6 %.

Tabel B.1 Perkiraan Jumlah Air Pengadukan dan Kadar Udara yang Diisyaratkan untuk Berbagai Nilai Slump dan Ukuran Maks Butir

Slump	Jumlah air, kg/m <sup>3</sup> Beton untuk ukuran besar butir maksimum agregat yang diketahui							
	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
<b>Beton Tanpa Kadar Udara</b>								
25 - 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 - 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 - 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Perkiraan kadar udara terjebak %	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
<b>Beton dengan kadar udara (Menggunakan AEA)</b>								
25 - 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 - 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 - 175	216	205	197	184	174	166	154	
<b>Rata-rata jumlah udara yang disarankan, %, Untuk Tingkat pengaruh cuaca</b>								
Cuaca Ringan	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Cuaca Sedang	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3
Cuaca berbahaya & ekstrim	7,5	7	6	6	5,5	5	4,5	4



**iv. Langkah ke-empat**

Atas dasar kekuatan tekan rata-rata beton pada umur 28 hari yang akan dicapai sebesar 25 MPa dengan menggunakan AEA, maka dengan bantuan table B.2 di dapat nilai fas 0,52.

Tabel B.2 Hubungan Antara Rasio Air Semen dan Kekuatan Tekan Beton

Kuat Tekan beton ( 28 Hari)	Rasio Air Semen ( fas ) Dalam berat	
	Beton Tanpa AEA	Beton Dengan AEA
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,6
15	0,79	0,7

**v. Langkah ke-lima**

Dari langkah 3 dan 4 di atas, maka dapat ditentukan kadar semen Portlandnya sebagai berikut :  $181 / 0,52 = 348,077 \text{ kg/m}^3$ .

**vi. Langkah ke-enam**

Kadar agregat kasar yang dibutuhkan dapat diperkirakan, dengan menggunakan tabel B.3. untuk nilai fm agregat halus 2,92 dan ukuran nominal maksimum agregat 9,5 mm, dari tabel B.3 diperkirakan volume padat agregat kasar sebesar  $0,445 \text{ m}^3$ , sehingga berat keringnya :  $0,445 \times 1320,72 \text{ kg/m}^3 = 587,663 \text{ kg}$



Tabel B.3 Volume Agregat Kasar untuk Setiap Unit Beton

Ukuran Maximum agregat nominal (mm)	Volume Agregat kasar padat tiap unit volume beton untuk tiap nilai agregat halus			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5	0,5	0,48	0,45	0,44
12,4	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,6
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,8	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

vii. Langkah ke-tujuh

Memperkirakan Berat/Volume Beton Segar berdasarkan dari table B.4. Jika ukuran maks butir 9,5 mm dan beton dengan kadar udara maka perkiraan berat/volume beton segar =  $2200 \text{ kg/m}^3$ ,

Tabel B.4 Perkiraan Berat/Volume Beton Segar

ukuran Maks butir (mm)	Perkiraan Awal untuk beton segar (kg/m <sup>3</sup> )	
	Beton Tanpa kadar udara	Beton Dengan Kadar Udara
9,5	2280	2200
12,4	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2320
50	2445	2345
75	2446	2400
150	2447	2435

Perkiraan berat agregat halus =  $2200 - 587,663 - 348,077 - 181 = 1083,21 \text{ kg/m}^3$



Perkiraan kadar agregat halus atas dasar volume absolute

Volume Air	= $181/1000$	= 0,181	$m^3$
Volume Semen Portland	= $348,077/(3,15 \times 1000)$	= 0,111	$m^3$
Volume Agregat Kasar	= $587,663/(2,84 \times 1000)$	= 0,238	$m^3$
Volume Udara	= 0,06	= 0,06	$m^3$
Jumlah volume tanpa agregat halus		= 0,589	$m^3$
Volume agregat halus	= $1,000 - 0,589$	= 0,411	$m^3$
Berat agregat halus	= $0,411 \times 2,664 \times 1000$	= 1093,664	$kg/m^3$

**viii. Langkah ke-delapan**

Koreksi proporsi campuran (Agregat dan Air), oleh akibat kadar air agregat yang sebenarnya, meliputi :

a. Koreksi terhadap berat agregat

Akibat kadar air yang sebenarnya dari agregat kasar dan agregat halus masing-masing sebesar 1,3171% dan 1,595%, maka komposisi berat dari kedua agregat tersebut menjadi terkoreksi:

$$\text{Agregat kasar} = 587,663 \times (1,01317) = 595,403 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 1093,664 \times (1,0159) = 1111,108 \text{ kg}$$

b. Koreksi terhadap air

Karena penyerapan air agregat tidak diperhitungkan dalam estimasi air pencampur, dan akan menjadi air permukaan, maka komposisi berat air tersebut menjadi terkoreksi :





$$\begin{aligned} \text{Air} &= 181 - 587,663 (0,01317-0,03751) - 1093,664 (0,01595 - 0,0292) \\ &= 203,101 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

ix. Perkiraan komposisi berat campuran normal

Volume Tabung Besar :

$$\varnothing = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$h = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$V_b = \frac{1}{4} \cdot 0,15^2 \cdot 0,3 = 0,0053 \text{ m}^3$$

Safety Factor = 1,1

Volume Tabung Kecil:

$$\varnothing = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$$

$$h = 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$$

$$V_k = \frac{1}{4} \cdot 0,07^2 \cdot 0,14 = 0,00054 \text{ m}^3$$

No	Jenis Bahan	Volume	Silinder	Penyerapan	Total Kebutuhan
		m <sup>3</sup>	8	2	
1	Semen Portland (kg)	348,08	16,24	0,41	16,65
2	Pasir (kg)	1111,11	51,84	1,32	53,15
3	Kerikil (kg)	595,40	27,78	0,71	28,48
4	Air (L)	203,10	9,48	0,24	9,72
<b>TOTAL</b>		<b>2257,69</b>	<b>105,33</b>	<b>2,68</b>	<b>108,00</b>

x. Perkiraan komposisi berat campuran normal

Penggunaan *silica fume* sebagai bahan pengganti 10% dari berat semen, maka

$$\text{Berat } \textit{silica fume} = 348,08 \times 10\% = 34,8077 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Semen} = 348,08 - 34,8077 = 313,2692 \text{ kg/m}^3$$

Penggunaan bahan tambah admixture *Additive foam concrete* sebesar 2% dari berat semen normal,

$$\text{Berat } \textit{Additive Foam Concrete} = 348,08 \times 2\% = 6,9615 \text{ kg/m}^3$$

Penambahan *foam* 15%, 30% dan 45% terhadap volume beton yang dicetak dengan menggunakan perbandingan volume, antara lain:

$$\text{Berat satuan volume } \textit{foam} = 53,309 \text{ kg/m}^3$$



Volume total beton yang dicetak =  $8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054 = 0,04348 \text{ m}^3$

Maka kebutuhan berat *foam* adalah

Berat *foam* 15% volume beton =  $0,04348 \times 53,309 \times 15\% = 0,3478 \text{ kg}$

Berat *foam* 30% volume beton =  $0,04348 \times 53,309 \times 30\% = 0,6955 \text{ kg}$

Berat *foam* 45% volume beton =  $0,04348 \times 53,309 \times 45\% = 1,0433 \text{ kg}$

xi. Rekap

No	Jenis Bahan	Volume	Silinder	Variasi <i>Foam</i> Terhadap beton			
		m <sup>3</sup>	8	0%	15%	30%	45%
1	Semen Portland (kg)	313,27	14,99	14,99	14,99	14,99	14,99
2	Pasir (kg)	1111,11	53,15	53,15	53,15	53,15	53,15
3	Kerikil (kg)	595,40	28,48	28,48	28,48	28,48	28,48
4	Air (L)	203,10	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72
5	<i>Silica fume</i> 10% (kg)	34,81	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
6	<i>AFC</i> 2% (kg)	6,96	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
7	<i>Foam</i> (kg)	8,00	0,35	0,00	0,35	0,70	1,04
<b>TOTAL</b>				108,34	108,68	109,03	109,38



### C. HASIL *MIXING*

#### C.1. KOMPOSISI CAMPURAN BETON DI LAPANGAN

Dalam proses pencampuran adukan beton terdapat penambahan air dari *mix design* awal maka didapatkan data pencampuran berat di lapangan antara lain :

No	Jenis Bahan	Berat campuran (kg)		
		15%	30%	45%
1	Semen Portland 1	14,986	14,986	14,986
2	Pasir	53,153	53,153	53,153
3	Kerikil	28,483	28,483	28,483
4	<b>Air</b>	<b>10,200</b>	<b>10,200</b>	<b>10,200</b>
5	<i>Silica fume</i> 10%	1,665	1,665	1,665
6	<i>AFC</i> 2%	0,333	0,333	0,333
7	<i>Foam</i>	0,348	0,348	0,348
TOTAL		106,338	106,338	106,338



## C.2. PENGUJIAN KEMBALI KADAR AIR

Bahan : Pasir  
Asal : Kali Progo  
Diperiksa : 2 Oktober 2015

Berat Pan = C	(gr)	=	155
Berat Kerikil Basah (Kerikil + pan) = A	(gr)	=	255
Berat Kering Oven(Kerikil + pan) = B	(gr)	=	254,26

$$\text{Kadar Penyerapan} = \frac{A - B}{B - C} \times 100\% = 0,745517\%$$

Berdasarkan dari hasil pengujian kadar air, pasir mengalami perubahan kadar air sehingga faktor koreksi terhadap pasir perlu dikoreksi.

Bahan : Batu pecah (*split*)  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 2 Oktober 2015

Berat Pan = C	(gr)	=	79,75
Berat Kerikil Basah (Kerikil + pan) = A	(gr)	=	179,25
Berat Kering Oven (Kerikil + pan) = B	(gr)	=	177,89

$$\text{Kadar Penyerapan} = \frac{A - B}{B - C} \times 100\% = 1,385775 \%$$

Berdasarkan dari hasil pengujian kadar air, kerikil tidak mengalami perubahan kadar air sehingga faktor koreksi terhadap kerikil tidak perlu dikoreksi.



### C.3. MENGHITUNG ULANG KEBUTUHAN AIR DAN NILAI FAKTOR AIR SEMEN

#### I. Koreksi Kebutuhan Air dan kebutuhan agregat halus

Koreksi terhadap berat agregat

Akibat kadar air yang sebenarnya dari agregat halus sebesar 0,7455 %, maka komposisi berat dari kedua agregat tersebut menjadi terkoreksi:

$$\text{Agregat halus} = 1093,664 \times (1,007455) = 1101,817 \text{ kg}$$

Koreksi terhadap air

Karena penyerapan air agregat tidak diperhitungkan dalam estimasi air pencampur, dan akan menjadi air permukaan, maka komposisi berat air tersebut menjadi terkoreksi :

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 181 - 587,663 (0,01317 - 0,03751) - 1093,664 (0,007455 - 0,0292) \\ &= 219,0854 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan air untuk 8 silinder besar dan 2 silinder kecil :

$$= 219,0854 \times (8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054) \times 1,1 = 10,16 \text{ L}$$

#### II. Nilai FAS Baru

Berdasarkan dari hasil kebutuhan air dilapangan maka dapat dihitung nilai fas baru antara lain :



Jumlah air yang digunakan dilapangan = 10,2 L

Jumlah air setelah koreksi kadar air = 10,16 L

Selisih air = 0,04 L

Berdasarkan air awal tanpa kadar air = 181 kg/m<sup>3</sup>

selisih air penambahan = 0,04 x 0,047828 = 0,83 kg/m<sup>3</sup>

Jumah penambahan air per m<sup>3</sup> = 181,83 kg/m<sup>3</sup>

Kebutuhan semen 1m<sup>3</sup> = 348,08 kg/m<sup>3</sup>

FAS Baru = 0,5224

FAS Awal = 0,52

Kesimpulan : Penambahan air pada pengadukan tersebut tidak mengubah nilai fas awal.



#### **C.4. HASIL CETAKAN SILINDER BETON**

Berdasarkan dari hasil *mixing* maka didapatkan data sebagai berikut:

Kode	Rencana		Realisasi		
	SB	SK	SB	SS	SK
SFBN	8	2	8	0	2
SF15%	8	2	8	4	3
SF30%	8	2	8	9	3
SF45%	8	2	11	3	5

Keterangan :

SB = Silinder Besar,  $\emptyset$  = 15 cm dan tinggi = 30 cm

SS = Silinder Sedang,  $\emptyset$  = 10 cm dan tinggi = 20 cm

SK = Silinder Kecil,  $\emptyset$  = 7 cm dan tinggi = 14 cm



## D. HASIL PENGUJIAN

### D.1. PERSENTASE VOLUME BETON

Hasil pengujian didapatkan sebagai berikut:

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

$$\text{Volume SS} = \frac{1}{4} \cdot d^2 \cdot l = \frac{1}{4} \cdot 0,10^2 \cdot 0,20 = 0,001571 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume SK} = \frac{1}{4} \cdot d^2 \cdot l = \frac{1}{4} \cdot 0,07^2 \cdot 0,14 = 0,000539 \text{ m}^3$$

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

Persentase kelebihan pada beton normal:

$$\begin{aligned} \% \text{ vol, SFBN} &= \frac{(8 \times 0,0053 + 2 \times 0,000539) - (8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054)}{8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054} \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ vol, SF15\%} &= \frac{(8 \times 0,0053 + 4 \times 0,00157 + 3 \times 0,00054) - (8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054)}{8 \times 0,0053 + 2 \times 0,000539} \times 100\% \\ &= 15,6867 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ vol, SF30\%} &= \frac{(11 \times 0,0053 + 9 \times 0,00157 + 2 \times 0,00054) - (8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054)}{8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054} \times 100\% \\ &= 33,746 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ vol, SF45\%} &= \frac{(11 \times 0,0053 + 3 \times 0,00157 + 5 \times 0,000539) - (8 \times 0,0053 + 2 \times 0,00054)}{8 \times 0,0053 + 2 \times 0,000539} \times 100\% \\ &= 51,123 \% \end{aligned}$$





## D.2. BERAT ISI BETON

Pengujian berat isi beton pada umur 14 hari:

No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	Berat isi
		K / S / B	cm	cm	gr	gr/cm <sup>3</sup>
1	SF 15%	S	10,05	20,57	3288	2,0150
2	SF 15%	S	10,22	20,61	3307	1,9560
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,9855</b>
1	SF 30%	S	10,07	20,51	2592	1,5868
2	SF 30%	S	10,07	20,51	2561	1,5678
3	SF 30%	S	10,07	20,43	2736	1,6815
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,6120</b>
4	SF 45%	S	10,03	20,5	2319	1,4317
5	SF 45%	S	10,03	20,41	2411	1,4951
6	SF 45%	S	10,075	20,43	2583	1,5859
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,5042</b>

Pengujian berat isi beton pada umur 28 hari:

No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	Berat isi
		K / S / B	cm	cm	gr	gr/cm <sup>3</sup>
1	SF BN	B	15,08	30,18	12255	2,274
2	SF BN	B	15,14	30,12	12442	2,295
3	SF BN	B	15,08	30,05	12213	2,276
4	SF BN	B	15,11	30,2	12327	2,276
<b>Rata-Rata</b>						<b>2,280</b>
1	SF 15%	B	15,1	31,11	10448	1,875
2	SF 15%	B	15,07	30,01	10387	1,940
3	SF 15%	B	15,02	30,11	10556	1,979
4	SF 15%	B	15,34	30,12	11075	1,990
5	SF 15%	S	10,1	20,2	3290	2,033
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,963</b>
1	SF 30%	B	15	30,4	8660	1,612
2	SF 30%	B	15,06	30,2	8740	1,625
3	SF 30%	B	15,3	30,4	9180	1,642



No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	Berat isi
		K / S / B	cm	cm	gr	gr/cm <sup>3</sup>
4	SF 30%	B	15,27	30,4	9240	1,660
5	SF 30%	S	10	20,17	2820	1,780
6	SF 30%	S	10,02	20,2	2740	1,720
7	SF 30%	S	10	20,15	2620	1,656
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,671</b>
1	SF 45%	B	15,37	30,25	8269	1,4733
2	SF 45%	B	15,65	30,36	8518	1,4585
3	SF 45%	B	15,14	30,45	8104	1,4783
4	SF 45%	B	15,34	30,22	7906	1,4155
5	SF 45%	B	15,1	30,24	8460	1,5622
6	SF 45%	B	15,45	30,3	8288	1,4590
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,4745</b>

Pengujian berat isi beton pada umur 56 hari:

No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	Berat isi
		K / S / B	cm	cm	gr	gr/cm <sup>3</sup>
1	SF BN	B	15,07	30,14	12183	2,2662
2	SF BN	B	15,02	30,08	12100	2,2703
3	SF BN	B	15,395	30,39	12748	2,2535
4	SF BN	B	15,36	30,35	12822	2,2799
<b>Rata-Rata</b>						<b>2,2675</b>

1	SF 15%	B	15,075	30,44	10751	1,9788
2	SF 15%	B	15,075	30,22	10432	1,9341
3	SF 15%	B	15,065	30,355	10389	1,9201
4	SF 15%	B	15,58	30,69	11175	1,9100
5	SF 15%	S	10,21	20,4	3291	1,9704
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,9427</b>

1	SF 30%	B	15,07	30,22	8490	1,5751
2	SF 30%	B	15,02	30,25	8571	1,5991
3	SF 30%	B	14,97	30,25	8415	1,5805
4	SF 30%	B	15,18	30,27	8580	1,5662



No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	Berat isi
		K / S / B	cm	cm	gr	gr/cm <sup>3</sup>
5	SF 30%	S	10,1	20,32	2868	1,7617
6	SF 30%	S	10,08	20,31	2886	1,7806
7	SF 30%	S	10,03	20,27	2745	1,7139
Rata-Rata						1,6539

1	SF 45%	B	14,97	29,1	6241	1,2185
2	SF 45%	B	14,95	30,33	7697	1,4457
3	SF 45%	B	14,91	28,71	6819	1,3603
4	SF 45%	B	15	30,51	7732	1,4341
5	SF 45%	B	15,15	30,1	7348	1,3542
Rata-Rata						1,3626



### D.3. KUAT TEKAN BETON

Pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari:

No	Kode Silinder	Jenis Silinder K / S / B	Diameter cm	Beban Maks			Perkiraan 28 hari	satuan	
				beban	beban	satuan			
1	SF 15%	S	10,05	6250	KN	7,726	MPa	8,780	MPa
2	SF 15%	S	10,22	5400	KN	6,455	MPa	7,336	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>7,091</b>	<b>MPa</b>	<b>8,058</b>	<b>Mpa</b>
1	SF 30%	S	10,07	250	KN	0,308	MPa	0,350	MPa
2	SF 30%	S	10,07	615	KN	0,757	MPa	0,861	MPa
3	SF 30%	S	10,07	1130	kgf	1,391	MPa	1,581	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>0,819</b>	<b>MPa</b>	<b>0,930</b>	<b>MPa</b>
1	SF 45%	S	10,03	120	kgf	0,149	MPa	0,169	MPa
2	SF 45%	S	10,03	110	kgf	0,137	MPa	0,155	MPa
3	SF 45%	S	10,075	225	kgf	0,277	MPa	0,315	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>0,187</b>	<b>MPa</b>	<b>0,213</b>	<b>Mpa</b>



Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari:

No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter cm	Beban Maks			
		K / S / B		beban	satuan	beban	satuan
1	SF BN	B	15,08	495	kgf	27,715	MPa
2	SF BN	B	15,14	470	kgf	26,107	MPa
3	SF BN	B	15,08	470	kgf	26,315	MPa
4	SF BN	B	15,11	465	kgf	25,932	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>26,517</b>	<b>MPa</b>

1	SF 15%	B	15,1	11050	kgf	6,051	MPa
2	SF 15%	B	15,07	21924	kgf	12,054	MPa
3	SF 15%	B	15,02	13550	kgf	7,500	MPa
4	SF 15%	B	15,34	18350	kgf	9,737	MPa
5	SF 15%	S	10,1	8500	kgf	10,404	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>9,149</b>	<b>MPa</b>

1	SF 30%	B	15	1585	kgf	0,880	MPa
2	SF 30%	B	15,06	1635	kgf	0,900	MPa
3	SF 30%	B	15,3	2730	kgf	1,456	MPa
4	SF 30%	B	15,27	1790	kgf	0,959	MPa
5	SF 30%	S	10	1725	kgf	2,154	MPa
6	SF 30%	S	10,02	1000	kgf	1,244	MPa
7	SF 30%	S	10	625	kgf	0,780	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>1,196</b>	<b>MPa</b>

1	SF 45%	B	15,37	457,5	kgf	0,2418	MPa
2	SF 45%	B	15,65	731,5	kgf	0,3729	MPa
3	SF 45%	B	15,14	649,5	kgf	0,3538	MPa
4	SF 45%	B	15,34	631,5	kgf	0,3351	MPa
5	SF 45%	B	15,1	324,5	kgf	0,1777	MPa
6	SF 45%	B	15,45	525	kgf	0,2746	MPa
<b>Rata-Rata</b>						<b>0,2927</b>	<b>MPa</b>



Pengujian kuat tekan beton pada umur 56 hari:

No	Kode Silinder	Jenis Silinder	Diameter cm	Beban Maks			
		K / S / B		beban	satuan	beban	satuan
1	SF BN	B	15,07	545	KN	30,5548	MPa
2	SF BN	B	15,02	480	KN	27,0902	MPa
3	SF BN	B	15,395	480	KN	25,7865	MPa
4	SF BN	B	15,36	435	KN	23,4756	MPa
Rata-Rata						26,7268	MPa
1	SF 15%	B	15,075	250	KN	14,0067	MPa
2	SF 15%	B	15,075	195	KN	10,9252	MPa
3	SF 15%	B	15,065	230	KN	12,9033	MPa
4	SF 15%	B	15,58	210	KN	11,0153	MPa
5	SF 15%	S	10,21	10350	kgf	12,3972	MPa
Rata-Rata						12,2495	MPa
1	SF 30%	B	15,07	2050	kgf	1,1271	MPa
2	SF 30%	B	15,02	3010	kgf	1,6659	MPa
3	SF 30%	B	14,97	2040	kgf	1,1366	MPa
4	SF 30%	B	15,18	2690	kgf	1,4576	MPa
5	SF 30%	S	10,1	1920	kgf	2,3501	MPa
6	SF 30%	S	10,08	2190	kgf	2,6913	MPa
7	SF 30%	S	10,03	1310	kgf	1,6259	MPa
Rata-Rata						1,7221	MPa
1	SF 45%	B	14,97	197,5	kgf	0,1100	MPa
2	SF 45%	B	14,95	902,5	kgf	0,5042	MPa
3	SF 45%	B	14,91	132,5	kgf	0,0744	MPa
4	SF 45%	B	15	705	kgf	0,3912	MPa
5	SF 45%	B	15,15	800	kgf	0,4352	MPa
Rata-Rata						0,3030	MPa



#### D.4. MODULUS ELASTISITAS BETON

Hasil Pengujian modulus elastisitas beton pada umur 28 hari sebagai berikut:

Kode Beton =	SF BN 1
Po =	200,4 mm
Ao =	17860,457 mm <sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	-0,7130	0,0000
500	4903,355	5	2,5	0,2745	1,2475	1,9605
1000	9806,71	10	5	0,5491	2,4950	3,2080
1500	14710,07	16	8	0,8236	3,9920	4,7050
2000	19613,42	21	10,5	1,0981	5,2395	5,9525
2500	24516,78	28	14	1,3727	6,9860	7,6990
3000	29420,13	34	17	1,6472	8,4830	9,1960
3500	34323,49	41	20,5	1,9218	10,2295	10,9425
4000	39226,84	47	23,5	2,1963	11,7265	12,4395
4500	44130,2	53	26,5	2,4708	13,2236	13,9366
5000	49033,55	61	30,5	2,7454	15,2196	15,9326
5500	53936,91	67	33,5	3,0199	16,7166	17,4296
6000	58840,26	74	37	3,2944	18,4631	19,1761
6500	63743,62	82	41	3,5690	20,4591	21,1721
7000	68646,97	88	44	3,8435	21,9561	22,6691
7500	73550,33	94	47	4,1181	23,4531	24,1661
8000	78453,68	101	50,5	4,3926	25,1996	25,9126
8500	83357,04	108	54	4,6671	26,9461	27,6591
9000	88260,39	115	57,5	4,9417	28,6926	29,4056
9500	93163,75	123	61,5	5,2162	30,6886	31,4016
10000	98067,1	130	65	5,4907	32,4351	33,1481
10500	102970,5	137	68,5	5,7653	34,1816	34,8946
11000	107873,8	145	72,5	6,0398	36,1776	36,8906
11500	112777,2	151	75,5	6,3143	37,6747	38,3877
12000	117680,5	159	79,5	6,5889	39,6707	40,3837
12500	122583,9	162	81	6,8634	40,4192	41,1322
13000	127487,2	173	86,5	7,1380	43,1637	43,8767
13500	132390,6	181	90,5	7,4125	45,1597	45,8727



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 150,08^2 = 17860,457 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 200,4 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{17860,457} = 0,2745 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{200,4} = 1,2475 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,713 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 1,2475 \cdot 10^{-5} - (-0,713 \cdot 10^{-5}) = 1,9605 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 495 KN

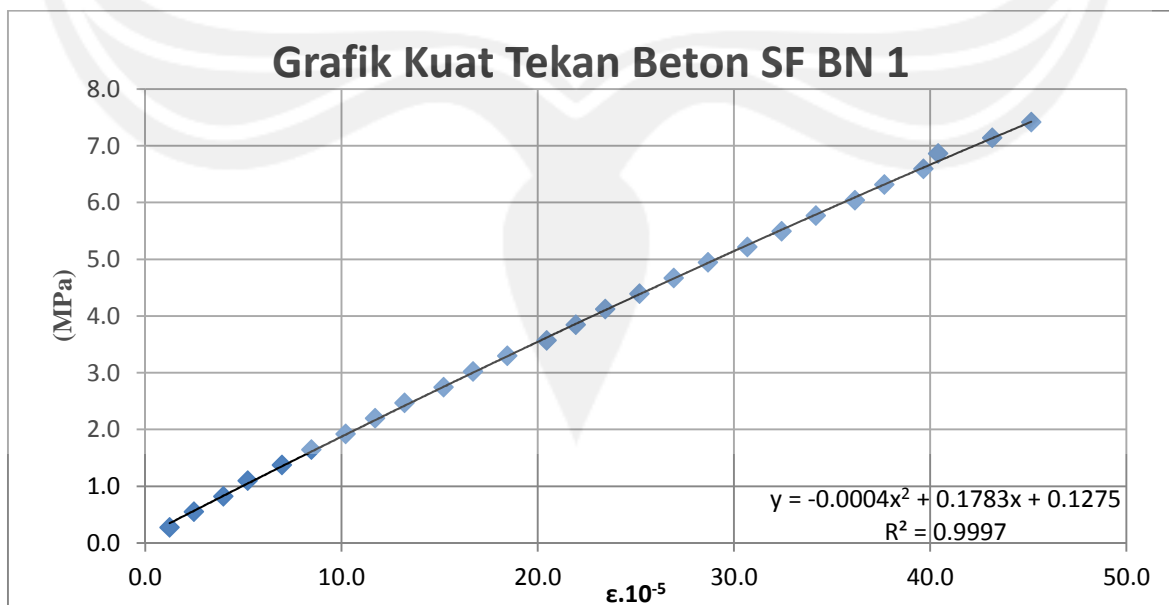
$$F_{\text{max}} = \frac{495 \times 1000}{17860,45689} = 27,715 \text{ MPa}$$

$$p = 7,4125 \text{ MPa}$$

$$p = 45,873 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{f_p}{p} = 16158,849 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 24540,14 \text{ MPa}$$







Kode Beton = SF BN 2  
Po = 200,9 mm  
Ao = 18002,86529 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	-0,0080	0,0000
500	4903,355	5	2,5	0,2724	1,2444	1,2524
1000	9806,71	9	4,5	0,5447	2,2399	2,2479
1500	14710,07	14	7	0,8171	3,4843	3,4923
2000	19613,42	17	8,5	1,0895	4,2310	4,2390
2500	24516,78	23	11,5	1,3618	5,7242	5,7322
3000	29420,13	29	14,5	1,6342	7,2175	7,2255
3500	34323,49	33	16,5	1,9066	8,2130	8,2210
4000	39226,84	39	19,5	2,1789	9,7063	9,7143
4500	44130,2	45	22,5	2,4513	11,1996	11,2076
5000	49033,55	52	26	2,7237	12,9418	12,9498
5500	53936,91	58	29	2,9960	14,4350	14,4430
6000	58840,26	64	32	3,2684	15,9283	15,9363
6500	63743,62	70	35	3,5407	17,4216	17,4296
7000	68646,97	75	37,5	3,8131	18,6660	18,6740
7500	73550,33	82	41	4,0855	20,4082	20,4162
8000	78453,68	88	44	4,3578	21,9014	21,9094
8500	83357,04	93	46,5	4,6302	23,1458	23,1538
9000	88260,39	100	50	4,9026	24,8880	24,8960
9500	93163,75	105	52,5	5,1749	26,1324	26,1404
10000	98067,1	111	55,5	5,4473	27,6257	27,6337
10500	102970,5	117	58,5	5,7197	29,1190	29,1270
11000	107873,8	123	61,5	5,9920	30,6122	30,6202
11500	112777,2	129	64,5	6,2644	32,1055	32,1135
12000	117680,5	135	67,5	6,5368	33,5988	33,6068
12500	122583,9	142	71	6,8091	35,3410	35,3490
13000	127487,2	149	74,5	7,0815	37,0831	37,0911
13500	132390,6	154	77	7,3539	38,3275	38,3355



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 151,4^2 = 18002,865 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 200,9 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{18002,86} = 0,2724 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{200,9} = 1,2444 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,008 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 1,2444 \cdot 10^{-5} - (-0,008 \cdot 10^{-5}) = 1,2524 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 470 KN

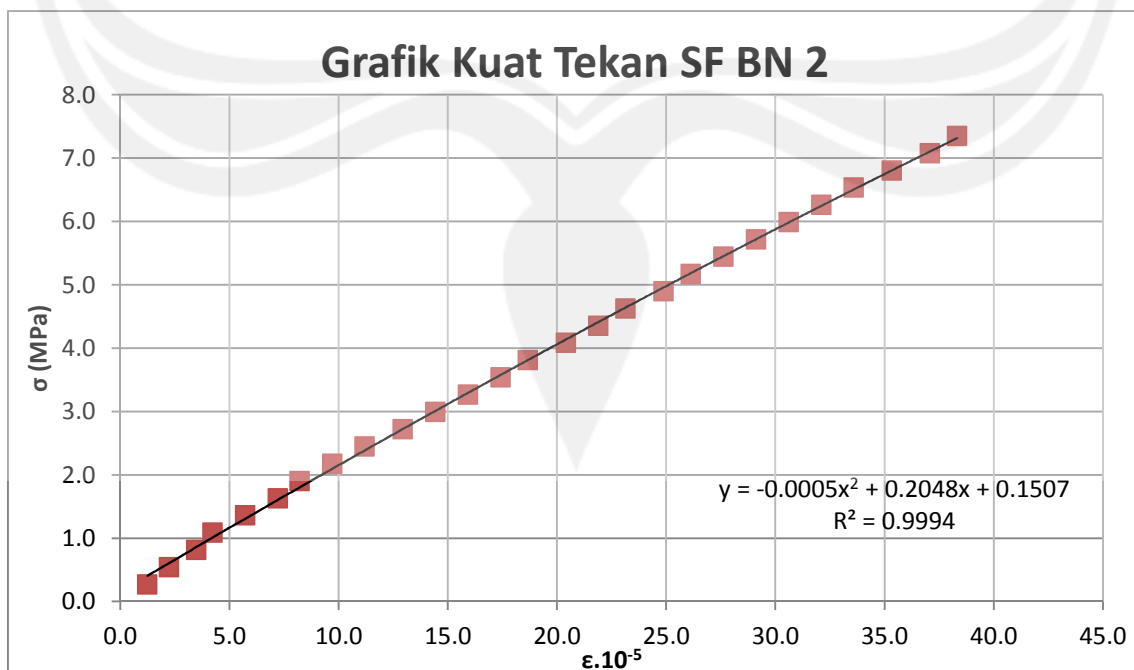
$$F_{\text{max}} = \frac{470 \times 1000}{18002,865} = 26,10696 \text{ MPa}$$

$$p = 7,35386 \text{ MPa}$$

$$p = 38,3355 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{f_p}{p} = 19182,89 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 24148,3 \text{ MPa}$$





Kode Beton = **SF BN 3**  
Po = 200,9 mm  
Ao = 17860,45689 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	Koreksi 10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	-1,3760	0,0000
500	4903,355	2	1	0,2745	0,4978	1,8738
1000	9806,71	4	2	0,5491	0,9955	2,3715
1500	14710,07	7	3,5	0,8236	1,7422	3,1182
2000	19613,42	11	5,5	1,0981	2,7377	4,1137
2500	24516,78	16	8	1,3727	3,9821	5,3581
3000	29420,13	20	10	1,6472	4,9776	6,3536
3500	34323,49	24	12	1,9218	5,9731	7,3491
4000	39226,84	29	14,5	2,1963	7,2175	8,5935
4500	44130,2	33	16,5	2,4708	8,2130	9,5890
5000	49033,55	39	19,5	2,7454	9,7063	11,0823
5500	53936,91	44	22	3,0199	10,9507	12,3267
6000	58840,26	50	25	3,2944	12,4440	13,8200
6500	63743,62	57	28,5	3,5690	14,1862	15,5622
7000	68646,97	61	30,5	3,8435	15,1817	16,5577
7500	73550,33	66	33	4,1181	16,4261	17,8021
8000	78453,68	72	36	4,3926	17,9194	19,2954
8500	83357,04	78	39	4,6671	19,4126	20,7886
9000	88260,39	84	42	4,9417	20,9059	22,2819
9500	93163,75	91	45,5	5,2162	22,6481	24,0241
10000	98067,1	98	49	5,4907	24,3902	25,7662
10500	102970,5	105	52,5	5,7653	26,1324	27,5084
11000	107873,8	111	55,5	6,0398	27,6257	29,0017
11500	112777,2	119	59,5	6,3143	29,6167	30,9927
12000	117680,5	127	63,5	6,5889	31,6078	32,9838
12500	122583,9	133	66,5	6,8634	33,1010	34,4770
13000	127487,2	141	70,5	7,1380	35,0921	36,4681
13500	132390,6	147	73,5	7,4125	36,5854	37,9614



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 150,8^2 = 17860,457 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 200,9 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{17860,457} = 0,2745 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{1 \times 10^{-3}}{200,9} = 0,4978 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -1,376 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 0,4978 \cdot 10^{-5} - (-1,376 \cdot 10^{-5}) = 1,8738 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 470 KN

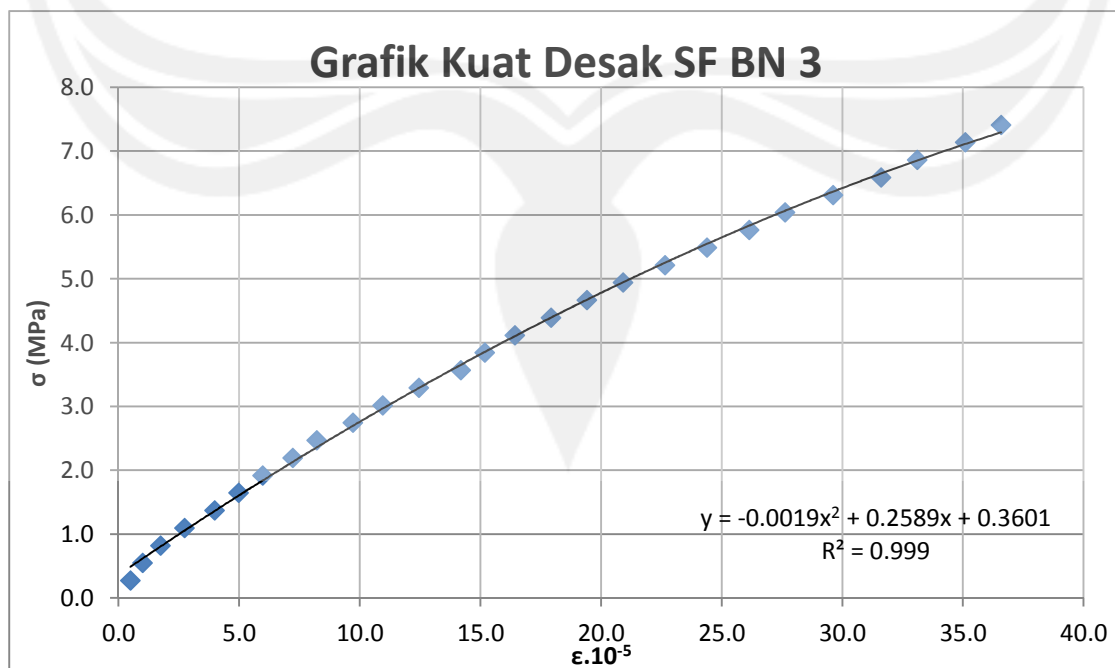
$$F_{\text{max}} = \frac{470 \times 1000}{17860,457} = 26,315 \text{ MPa}$$

$$p = 7,4125 \text{ MPa}$$

$$p = 37,9614 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 19526,42 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_{c'}} = 23944,1 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF BN 4

Po = 200,9 mm  
Ao = 17931,5904 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	1,1358	0,0000
500	4903,355	7	3,5	0,2734	1,7422	0,6064
1000	9806,71	11	5,5	0,5469	2,7377	1,6019
1500	14710,07	16	8	0,8203	3,9821	2,8463
2000	19613,42	21	10,5	1,0938	5,2265	4,0907
2500	24516,78	26	13	1,3672	6,4709	5,3351
3000	29420,13	32	16	1,6407	7,9642	6,8284
3500	34323,49	37	18,5	1,9141	9,2086	8,0728
4000	39226,84	43	21,5	2,1876	10,7018	9,5660
4500	44130,2	47	23,5	2,4610	11,6974	10,5616
5000	49033,55	52	26	2,7345	12,9418	11,8060
5500	53936,91	60	30	3,0079	14,9328	13,7970
6000	58840,26	67	33,5	3,2814	16,6750	15,5392
6500	63743,62	73	36,5	3,5548	18,1682	17,0324
7000	68646,97	80	40	3,8283	19,9104	18,7746
7500	73550,33	88	44	4,1017	21,9014	20,7656
8000	78453,68	94	47	4,3752	23,3947	22,2589
8500	83357,04	100	50	4,6486	24,8880	23,7522
9000	88260,39	108	54	4,9221	26,8790	25,7432
9500	93163,75	116	58	5,1955	28,8701	27,7343
10000	98067,1	123	61,5	5,4690	30,6122	29,4764
10500	102970,5	130	65	5,7424	32,3544	31,2186
11000	107873,8	137	68,5	6,0159	34,0966	32,9608
11500	112777,2	145	72,5	6,2893	36,0876	34,9518
12000	117680,5	150	75	6,5627	37,3320	36,1962
12500	122583,9	158	79	6,8362	39,3230	38,1872
13000	127487,2	165	82,5	7,1096	41,0652	39,9294
13500	132390,6	173	86,5	7,3831	43,0562	41,9204



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 151,1^2 = 17931,5904 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 200,9 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{17931,5904} = 0,2734 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{3,5 \times 10^{-3}}{200,9} = 1,7422 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 1,1358 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 1,7422 \cdot 10^{-5} - (1,1358 \cdot 10^{-5}) = 0,6064 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 465 KN

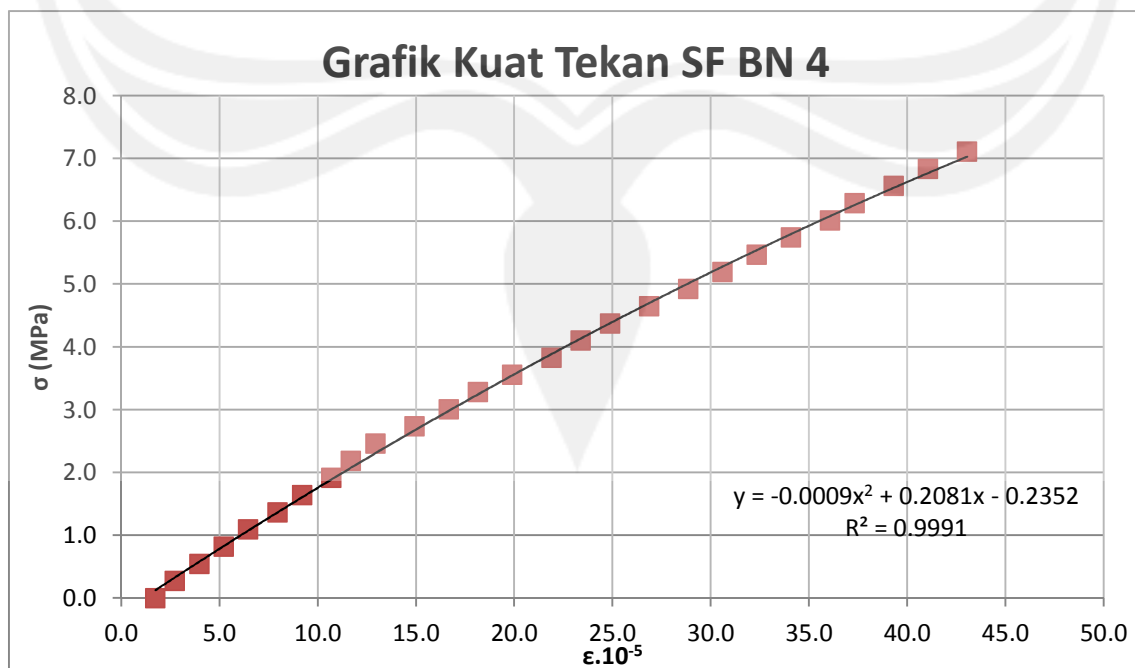
$$F_{\text{max}} = \frac{465 \times 1000}{17931,5904} = 25,9319 \text{ MPa}$$

$$p = 7,383 \text{ MPa}$$

$$p = 41,9204 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 17612,15 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 23781,2 \text{ MPa}$$







Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 151^2 = 17907,863 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 201,6 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{17907,863} = 0,2738 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{5 \times 10^{-3}}{201,6} = 2,4802 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 0,4778 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -X_{\text{koreksi}} = 2,4802 \cdot 10^{-5} - (0,4778 \cdot 10^{-5}) = 2,0024 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 11050 \text{ kgf}$$

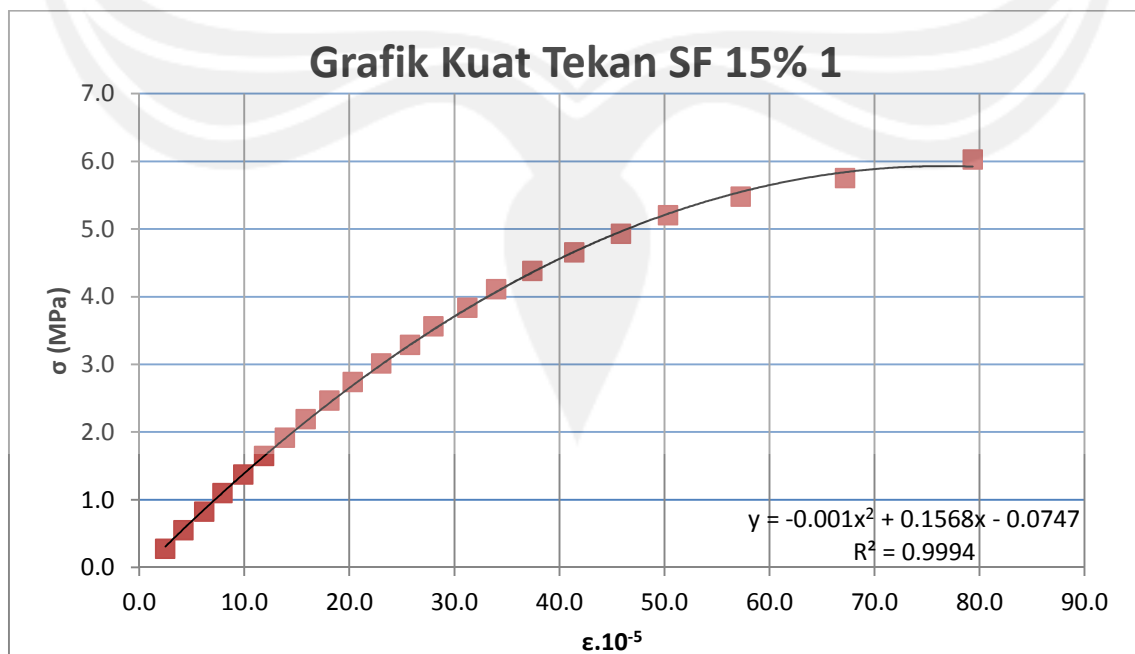
$$F_{\text{max}} = \frac{11050 \times 9,80671}{17907,863} = 6,0512 \text{ MPa}$$

$$p = 1,6429 \text{ MPa}$$

$$p = 11,427 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{p} = 14377,06 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 8590,6 \text{ MPa}$$







Kode Beton = SF 15% 2

Po = 207,36 mm  
Ao = 17836,77714 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	2,4700	0,0000
500	4903,355	16	8	0,2749	3,8580	1,3880
1000	9806,71	26	13	0,5498	6,2693	3,7993
1500	14710,07	36	18	0,8247	8,6806	6,2106
2000	19613,42	44	22	1,0996	10,6096	8,1396
2500	24516,78	53	26,5	1,3745	12,7797	10,3097
3000	29420,13	65	32,5	1,6494	15,6732	13,2032
3500	34323,49	73	36,5	1,9243	17,6022	15,1322
4000	39226,84	82	41	2,1992	19,7724	17,3024
4500	44130,2	92	46	2,4741	22,1836	19,7136
5000	49033,55	102	51	2,7490	24,5949	22,1249
5500	53936,91	112	56	3,0239	27,0062	24,5362
6000	58840,26	122	61	3,2988	29,4174	26,9474
6500	63743,62	132	66	3,5737	31,8287	29,3587
7000	68646,97	141	70,5	3,8486	33,9988	31,5288
7500	73550,33	153	76,5	4,1235	36,8924	34,4224
8000	78453,68	166	83	4,3984	40,0270	37,5570
8500	83357,04	177	88,5	4,6733	42,6794	40,2094
9000	88260,39	190	95	4,9482	45,8140	43,3440
9500	93163,75	204	102	5,2231	49,1898	46,7198
10000	98067,1	216	108	5,4980	52,0833	49,6133
10500	102970,5	237	118,5	5,7729	57,1470	54,6770
11000	107873,8	246	123	6,0478	59,3171	56,8471
11500	112777,2	258	129	6,3227	62,2106	59,7406
12000	117680,5	282	141	6,5976	67,9977	65,5277
12500	122583,9	298	149	6,8725	71,8557	69,3857
13000	127487,2	318	159	7,1474	76,6782	74,2082
13500	132390,6	346	173	7,4223	83,4298	80,9598



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times d^2 = 0,25 \times 150,7^2 = 17836,77 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 207,36 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{17836,77} = 0,2749 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{8 \times 10^{-3}}{207,36} = 3,8580 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 2,47 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 3,858 \cdot 10^{-5} - (2,47 \cdot 10^{-5}) = 1,388 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 21923,7644 \text{ kgf}$$

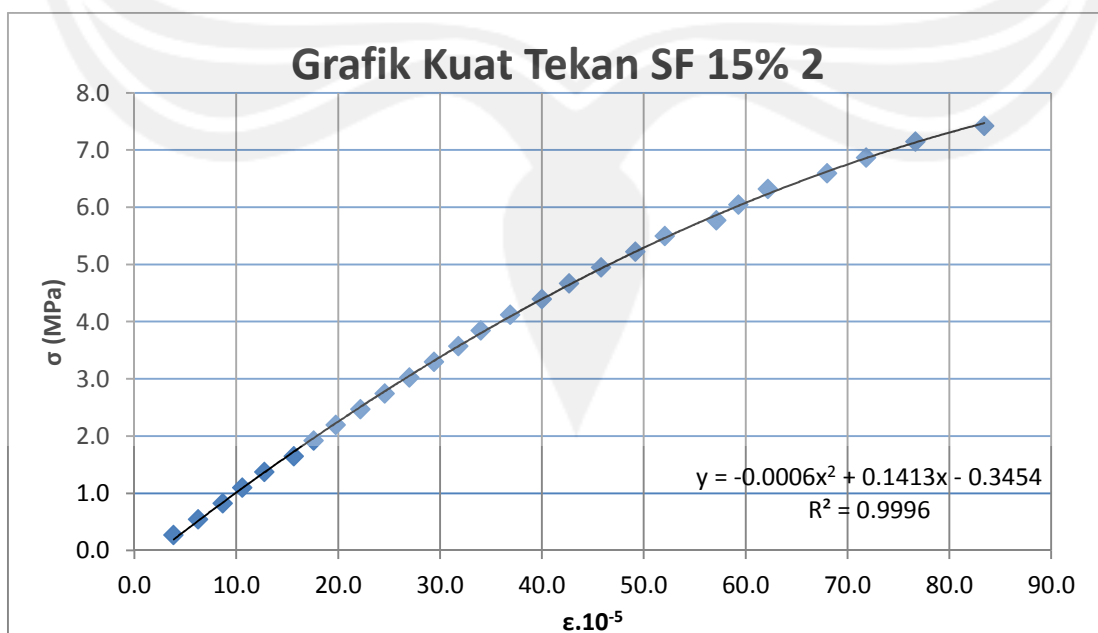
$$F_{\text{max}} = \frac{21923,76 \times 9,80671}{17836,77} = 12,0537 \text{ MPa}$$

$$p = 3,573 \text{ MPa}$$

$$p = 29,3587 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 12172,602 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 12761,2 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 15% 3

Po = 207,96 mm  
Ao = 17718,61398 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	0,8360	0,0000
500	4903,355	13	6,5	0,2767	3,1256	2,2896
1000	9806,71	26	13	0,5535	6,2512	5,4152
1500	14710,07	34	17	0,8302	8,1746	7,3386
2000	19613,42	46	23	1,1069	11,0598	10,2238
2500	24516,78	59	29,5	1,3837	14,1854	13,3494
3000	29420,13	72	36	1,6604	17,3110	16,4750
3500	34323,49	85	42,5	1,9371	20,4366	19,6006
4000	39226,84	96	48	2,2139	23,0814	22,2454
4500	44130,2	110	55	2,4906	26,4474	25,6114
5000	49033,55	125	62,5	2,7673	30,0539	29,2179
5500	53936,91	137	68,5	3,0441	32,9390	32,1030
6000	58840,26	150	75	3,3208	36,0646	35,2286
6500	63743,62	166	83	3,5976	39,9115	39,0755
7000	68646,97	178	89	3,8743	42,7967	41,9607
7500	73550,33	194	97	4,1510	46,6436	45,8076
8000	78453,68	210	105	4,4278	50,4905	49,6545
8500	83357,04	225	112,5	4,7045	54,0969	53,2609
9000	88260,39	243	121,5	4,9812	58,4247	57,5887
9500	93163,75	266	133	5,2580	63,9546	63,1186
10000	98067,1	282	141	5,5347	67,8015	66,9655
10500	102970,5	305	152,5	5,8114	73,3314	72,4954
11000	107873,8	328	164	6,0882	78,8613	78,0253
11500	112777,2	366	183	6,3649	87,9977	87,1617
12000	117680,5	398	199	6,6416	95,6915	94,8555
12500	122583,9	422	211	6,9184	101,4618	100,6258
13000	127487,2	472	236	7,1951	113,4834	112,6474
13500	132390,6		0			



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \quad \times d^2 = 0,25 \times \quad \times 150,2^2 = 17718,614 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 207,96 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{17718,614} = 0,2767 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{6,5 \times 10^{-3}}{207,96} = 3,1256 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 0,8360 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 3,1256 \cdot 10^{-5} - (0,8360 \cdot 10^{-5}) = 2,2896 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 13550 \text{ kgf}$$

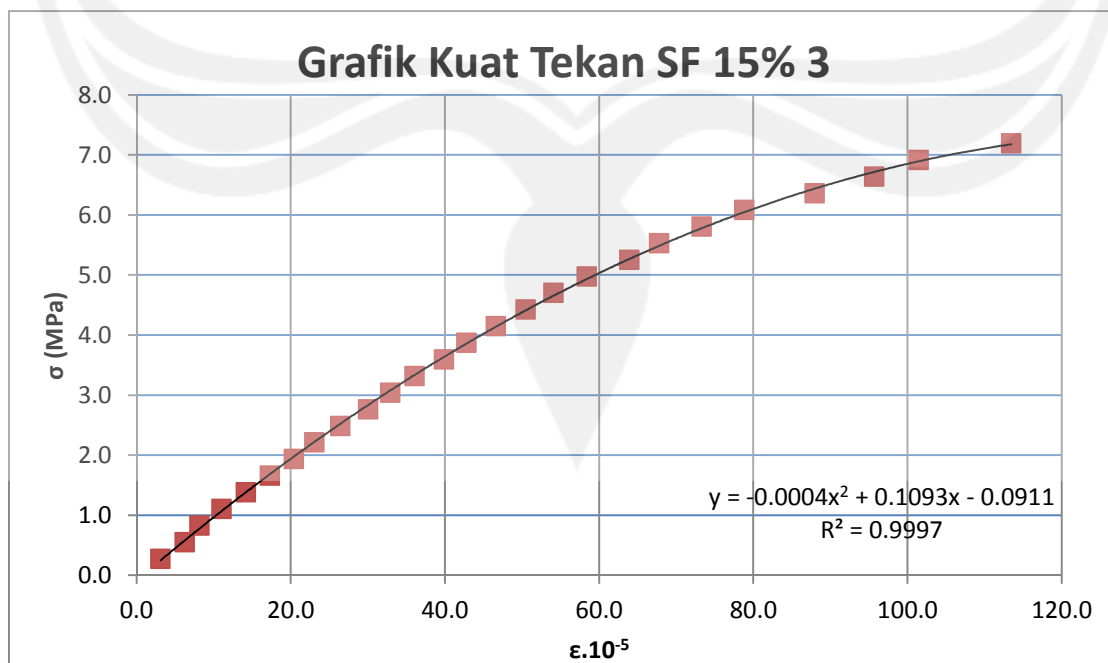
$$F_{\text{max}} = \frac{13550 \times 9,80671}{17718,614} = 7,5 \text{ MPa}$$

$$p = 2,2139 \text{ MPa}$$

$$p = 22,245 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 9952,0856 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 10363,9 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 15% 4

Po = 208,06 mm  
Ao = 18481,64401 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	0,4424	0,0000
500	4903,355	13	6,5	0,2653	3,1241	2,6817
1000	9806,71	22	11	0,5306	5,2869	4,8445
1500	14710,07	32	16	0,7959	7,6901	7,2477
2000	19613,42	38	19	1,0612	9,1320	8,6896
2500	24516,78	49	24,5	1,3265	11,7754	11,3330
3000	29420,13	59	29,5	1,5919	14,1786	13,7362
3500	34323,49	70	35	1,8572	16,8221	16,3797
4000	39226,84	82	41	2,1225	19,7059	19,2635
4500	44130,2	98	49	2,3878	23,5509	23,1085
5000	49033,55	106	53	2,6531	25,4734	25,0310
5500	53936,91	117	58,5	2,9184	28,1169	27,6745
6000	58840,26	129	64,5	3,1837	31,0007	30,5583
6500	63743,62	140	70	3,4490	33,6441	33,2017
7000	68646,97	148	74	3,7143	35,5667	35,1243
7500	73550,33	161	80,5	3,9796	38,6908	38,2484
8000	78453,68	174	87	4,2450	41,8149	41,3725
8500	83357,04	185	92,5	4,5103	44,4583	44,0159
9000	88260,39	197	98,5	4,7756	47,3421	46,8997
9500	93163,75	209	104,5	5,0409	50,2259	49,7835
10000	98067,1	223	111,5	5,3062	53,5903	53,1479
10500	102970,5	235	117,5	5,5715	56,4741	56,0317
11000	107873,8	248	124	5,8368	59,5982	59,1558
11500	112777,2	262	131	6,1021	62,9626	62,5202
12000	117680,5	276	138	6,3674	66,3270	65,8846
12500	122583,9	294	147	6,6327	70,6527	70,2103
13000	127487,2	309	154,5	6,8980	74,2574	73,8150
13500	132390,6	327	163,5	7,1634	78,5831	78,1407



Contoh Hitungan :

$$f = 500 \times 9,80671 = 4903,355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \quad \times d^2 = 0,25 \times \quad \times 153,4^2 = 18481,64 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 208,06 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{4903,355}{18481,64} = 0,2653 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{6,5 \times 10^{-3}}{208,06} = 3,1241 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 0,4424 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 3,1241 \cdot 10^{-5} - (0,4424 \cdot 10^{-5}) = 2,6817 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 18350 \text{ kgf}$$

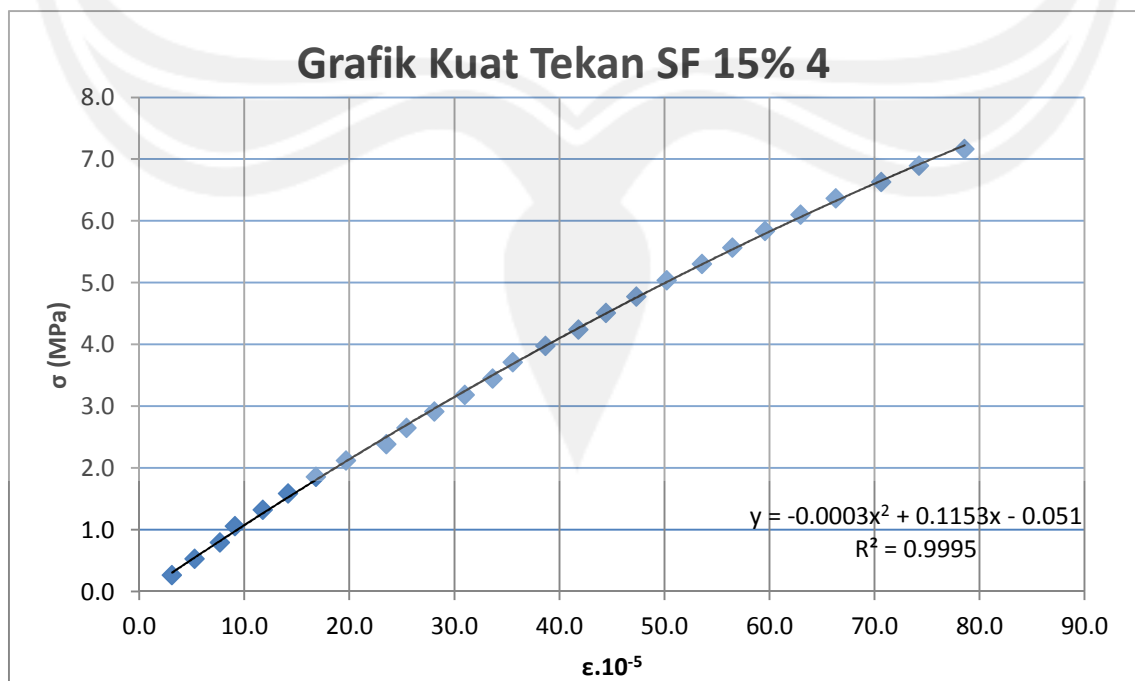
$$F_{\text{max}} = \frac{18350 \times 9,80671}{18481,64} = 9,737 \text{ MPa}$$

$$p = 2,9184 \text{ MPa}$$

$$p = 27,6745 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 10545,467 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 11906,9384 \text{ MPa}$$







Contoh Hitungan :

$$f = 100 \times 9,80671 = 980,671\text{N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 150^2 = 17671,46 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 202,3 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{980,671}{17671,46} = 0,0555\text{MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{1 \times 10^{-3}}{208,06} = 0,4943 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -1,11 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -X_{\text{koreksi}} = 0,4943 \cdot 10^{-5} - (-1,11 \cdot 10^{-5}) = 1,6043 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 1585 kgf

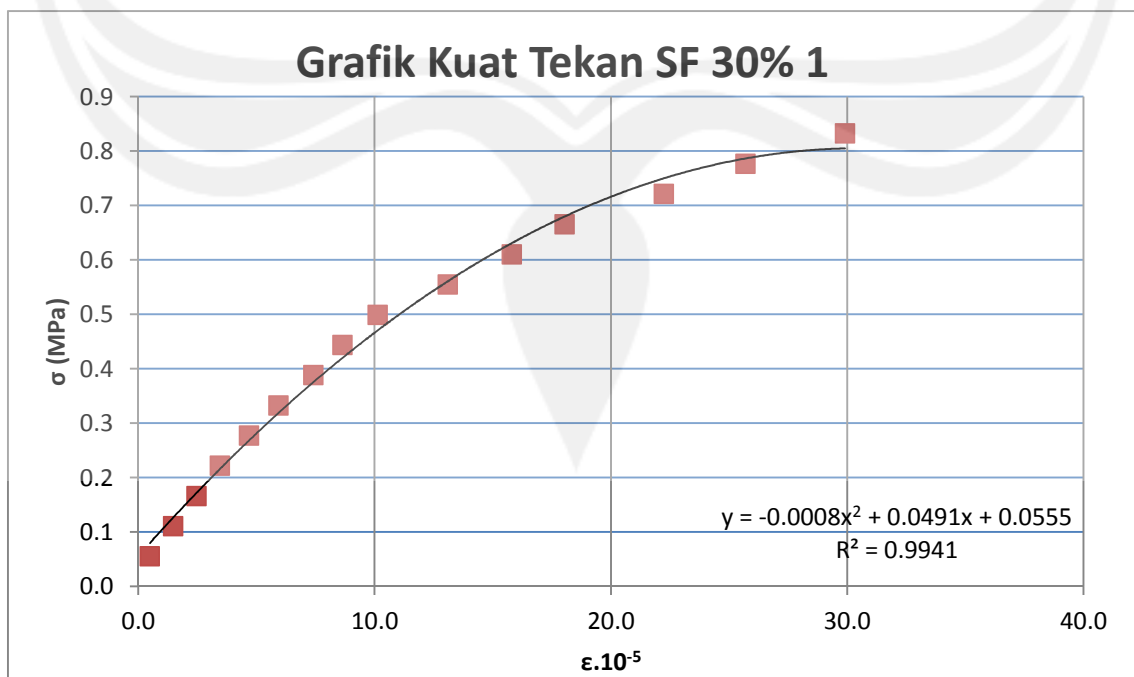
$$F_{\text{max}} = \frac{1585 \times 9,80671}{17671,46} = 0,8796 \text{ MPa}$$

$$p = 0,222 \text{ MPa}$$

$$p = 4,5702 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 4857,077 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 2610,1557 \text{ MPa}$$







Kode Beton = SF 30% 2

Po = 209,06 mm  
Ao = 17813,11309 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	-0,9470	0,0000
50	490,3355	1	0,5	0,0275	0,2392	1,1862
100	980,671	3	1,5	0,0551	0,7175	1,6645
150	1471,0065	5	2,5	0,0826	1,1958	2,1428
200	1961,342	8	4	0,1101	1,9133	2,8603
250	2451,6775	10	5	0,1376	2,3917	3,3387
300	2942,013	13	6,5	0,1652	3,1092	4,0562
350	3432,3485	16	8	0,1927	3,8267	4,7737
400	3922,684	19	9,5	0,2202	4,5442	5,4912
450	4413,0195	21	10,5	0,2477	5,0225	5,9695
500	4903,355	24	12	0,2753	5,7400	6,6870
550	5393,6905	27	13,5	0,3028	6,4575	7,4045
600	5884,026	31	15,5	0,3303	7,4141	8,3611
650	6374,3615	34	17	0,3578	8,1316	9,0786
700	6864,697	37	18,5	0,3854	8,8491	9,7961
750	7355,0325	42	21	0,4129	10,0450	10,9920
800	7845,368	46	23	0,4404	11,0016	11,9486
850	8335,7035	48	24	0,4680	11,4800	12,4270
900	8826,039	53	26,5	0,4955	12,6758	13,6228
950	9316,3745	58	29	0,5230	13,8716	14,8186
1000	9806,71	62	31	0,5505	14,8283	15,7753
1050	10297,0455	66	33	0,5781	15,7849	16,7319
1100	10787,381	69	34,5	0,6056	16,5024	17,4494
1150	11277,7165	74	37	0,6331	17,6983	18,6453
1200	11768,052	77	38,5	0,6606	18,4158	19,3628
1250	12258,3875	84	42	0,6882	20,0899	21,0369
1300	12748,723	87	43,5	0,7157	20,8074	21,7544
1350	13239,0585	91	45,5	0,7432	21,7641	22,7111
1400	13729,394	95	47,5	0,7707	22,7208	23,6678
1450	14219,7295	99	49,5	0,7983	23,6774	24,6244
1500	14710,065	104	52	0,8258	24,8732	25,8202
1550	15200,4005	109	54,5	0,8533	26,0691	27,0161
1600	15690,736	114	57	0,8809	27,2649	28,2119



Contoh Hitungan :

$$f = 50 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 150,6^2 = 17813,113 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 209,06 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{17813,113} = 0,0275 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{0,5 \times 10^{-3}}{209,06} = 0,2392 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,947 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 0,2392 \cdot 10^{-5} - (-0,947 \cdot 10^{-5}) = 1,1862 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 1635 kgf

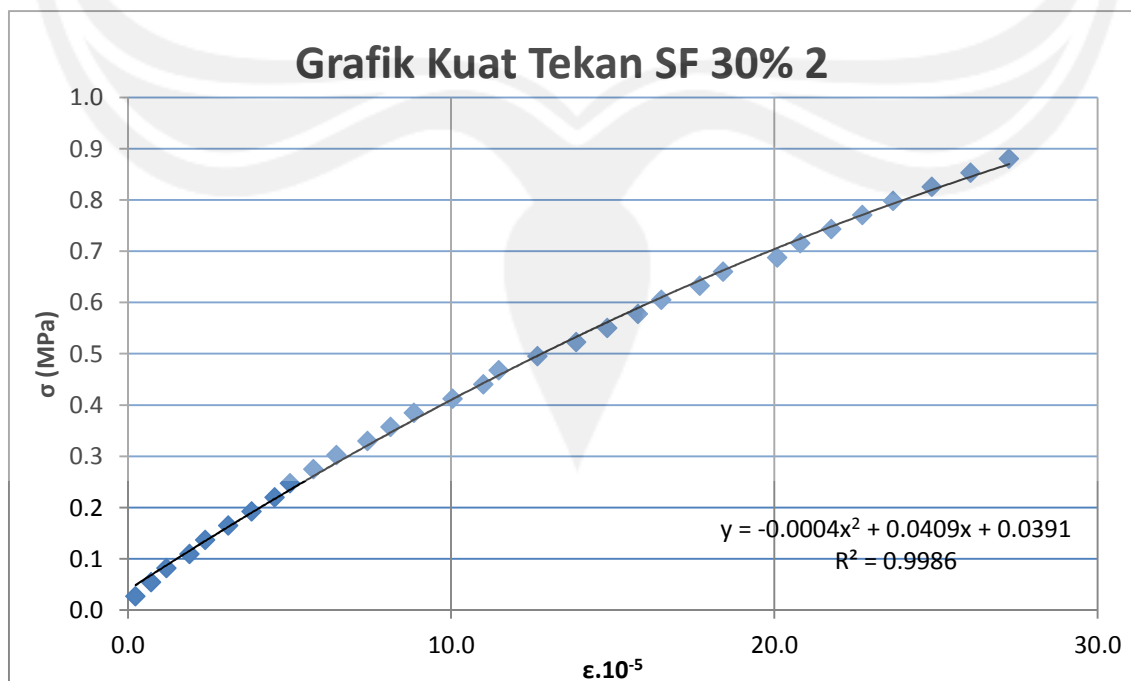
$$F_{\text{max}} = \frac{1635 \times 9,80671}{17813,113} = 0,9001 \text{ MPa}$$

$$p = 0,2477 \text{ MPa}$$

$$p = 5,9695 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 4150,1081 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f'c} = 2671,5671 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 30% 3

Po = 208,66 mm  
Ao = 18385,38561 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	-0,6030	0,0000
50	490,3355	8	4	0,0267	1,9170	2,5200
100	980,671	13	6,5	0,0533	3,1151	3,7181
150	1471,0065	18	9	0,0800	4,3132	4,9162
200	1961,342	22	11	0,1067	5,2717	5,8747
250	2451,6775	29	14,5	0,1333	6,9491	7,5521
300	2942,013	36	18	0,1600	8,6265	9,2295
350	3432,3485	42	21	0,1867	10,0642	10,6672
400	3922,684	48	24	0,2134	11,5020	12,1050
450	4413,0195	56	28	0,2400	13,4190	14,0220
500	4903,355	63	31,5	0,2667	15,0963	15,6993
550	5393,6905	71	35,5	0,2934	17,0133	17,6163
600	5884,026	80	40	0,3200	19,1699	19,7729
650	6374,3615	88	44	0,3467	21,0869	21,6899
700	6864,697	97	48,5	0,3734	23,2436	23,8466
750	7355,0325	108	54	0,4000	25,8794	26,4824
800	7845,368	118	59	0,4267	28,2757	28,8787
850	8335,7035	126	63	0,4534	30,1927	30,7957
900	8826,039	140	70	0,4801	33,5474	34,1504
950	9316,3745	153	76,5	0,5067	36,6625	37,2655
1000	9806,71	164	82	0,5334	39,2984	39,9014
1050	10297,0455	176	88	0,5601	42,1739	42,7769
1100	10787,381	184	92	0,5867	44,0909	44,6939
1150	11277,7165	195	97,5	0,6134	46,7267	47,3297
1200	11768,052	211	105,5	0,6401	50,5607	51,1637
1250	12258,3875	235	117,5	0,6667	56,3117	56,9147
1300	12748,723	255	127,5	0,6934	61,1042	61,7072
1350	13239,0585	274	137	0,7201	65,6570	66,2600
1400			0			



Contoh Hitungan :

$$f = 50 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 153^2 = 18385,385 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 208,66 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{18385,385} = 0,0267 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{4 \times 10^{-3}}{208,66} = 1,917 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,603 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 1,917 \cdot 10^{-5} - (-0,603 \cdot 10^{-5}) = 2,52 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 2730 \text{ kgf}$$

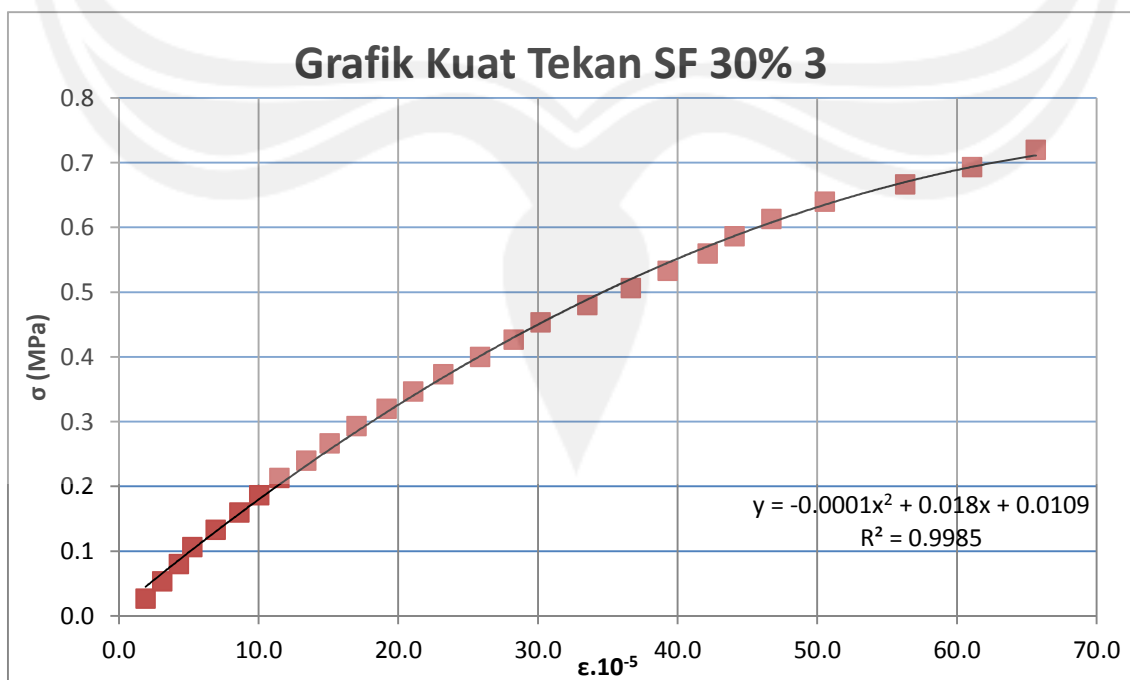
$$F_{\text{max}} = \frac{2730 \times 9,80671}{18385,285} = 1,4562 \text{ MPa}$$

$$p = 0,4267 \text{ MPa}$$

$$p = 28,8787 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 1477,6225 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_{c'}} = 3453,9783 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 30% 4

Po = 208,76 mm  
Ao = 18313,35674 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0	0	0	0,0000	-0,1580	0,0000
50	490,3355	8	4	0,0268	1,9161	2,0741
100	980,671	9	4,5	0,0535	2,1556	2,3136
150	1471,0065	12	6	0,0803	2,8741	3,0321
200	1961,342	14	7	0,1071	3,3531	3,5111
250	2451,6775	16	8	0,1339	3,8322	3,9902
300	2942,013	23	11,5	0,1606	5,5087	5,6667
350	3432,3485	25	12,5	0,1874	5,9877	6,1457
400	3922,684	29	14,5	0,2142	6,9458	7,1038
450	4413,0195	32	16	0,2410	7,6643	7,8223
500	4903,355	34	17	0,2677	8,1433	8,3013
550	5393,6905	39	19,5	0,2945	9,3409	9,4989
600	5884,026	43	21,5	0,3213	10,2989	10,4569
650	6374,3615	45	22,5	0,3481	10,7779	10,9359
700	6864,697	48	24	0,3748	11,4965	11,6545
750	7355,0325	51	25,5	0,4016	12,2150	12,3730
800	7845,368	55	27,5	0,4284	13,1730	13,3310
850	8335,7035	57	28,5	0,4552	13,6520	13,8100
900	8826,039	62	31	0,4819	14,8496	15,0076
950	9316,3745	64	32	0,5087	15,3286	15,4866
1000	9806,71	65	32,5	0,5355	15,5681	15,7261
1050	10297,0455	68	34	0,5623	16,2866	16,4446
1100	10787,381	72	36	0,5890	17,2447	17,4027
1150	11277,7165	74	37	0,6158	17,7237	17,8817
1200	11768,052	76	38	0,6426	18,2027	18,3607
1250	12258,3875	77	38,5	0,6694	18,4422	18,6002
1300	12748,723	80	40	0,6961	19,1608	19,3188
1350	13239,0585	83	41,5	0,7229	19,8793	20,0373
1400	13729,394	85	42,5	0,7497	20,3583	20,5163
1450	14219,7295	86	43	0,7765	20,5978	20,7558



Contoh Hitungan :

$$f = 50 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 152,7^2 = 18313,357 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 208,76 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{18313,357} = 0,0268 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{4 \times 10^{-3}}{208,76} = 1,916 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,158 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 1,916 \cdot 10^{-5} - (-0,158 \cdot 10^{-5}) = 2,0741 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 1790 \text{ kgf}$$

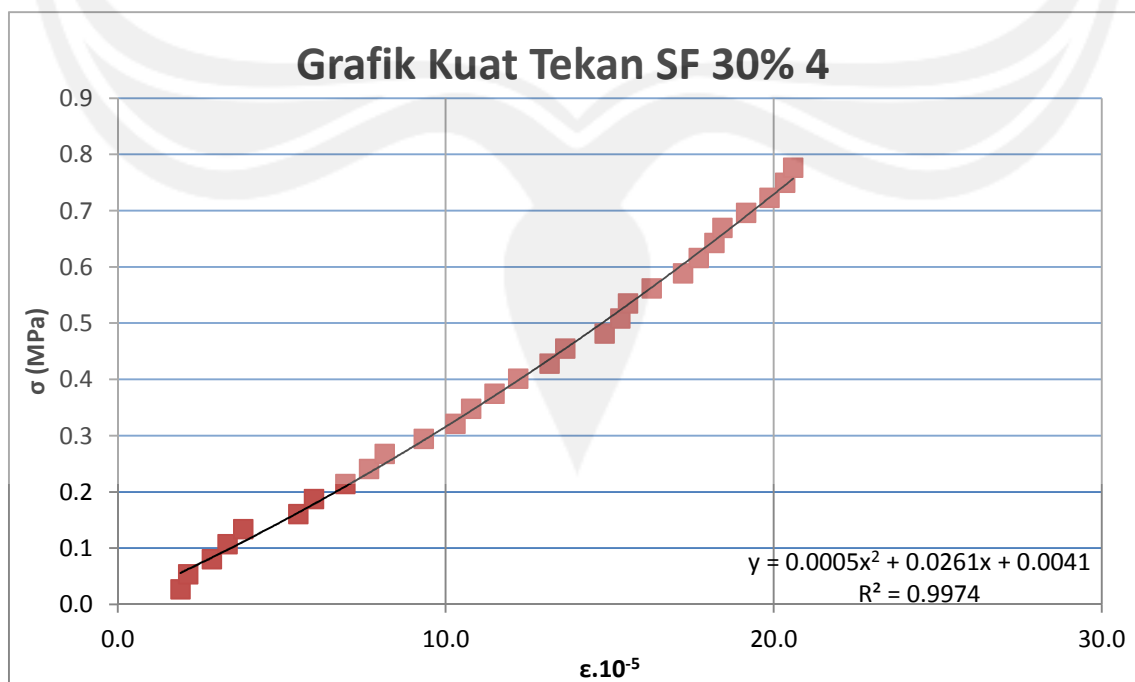
$$F_{\text{max}} = \frac{1790 \times 9,80671}{18313,357} = 0,9585 \text{ MPa}$$

$$p = 0,2677 \text{ MPa}$$

$$p = 8,3013 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 3225,3593 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 2846,5467 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 45% 1

Po = 207,36 mm

Ao = 18554,0027 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0,000	0	0	0,000	1,139	0,000
25	245,168	10	5	0,013	2,411	1,272
50	490,336	13	6,5	0,026	3,135	1,996
75	735,503	16	8	0,040	3,858	2,719
100	980,671	19	9,5	0,053	4,581	3,442
125	1225,839	21	10,5	0,066	5,064	3,925
150	1471,007	25	12,5	0,079	6,028	4,889
175	1716,174	30	15	0,092	7,234	6,095
200	1961,342	33	16,5	0,106	7,957	6,818
225	2206,510	39	19,5	0,119	9,404	8,265
250	2451,678	45	22,5	0,132	10,851	9,712
275	2696,845	51	25,5	0,145	12,297	11,158
300	2942,013	58	29	0,159	13,985	12,846
325	3187,181	64	32	0,172	15,432	14,293
350	3432,349	71	35,5	0,185	17,120	15,981
375	3677,516	77	38,5	0,198	18,567	17,428
400	3922,684	86	43	0,211	20,737	19,598
425	4167,852	146	73	0,225	35,204	34,065



Contoh Hitungan :

$$f = 25 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 153,7^2 = 18554,0027 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 207,36 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{18554,0027} = 0,013 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{5 \times 10^{-3}}{207,36} = 2,411 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 1,139 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 2,411 \cdot 10^{-5} - (1,139 \cdot 10^{-5}) = 1,272 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 457,5 \text{ kgf}$$

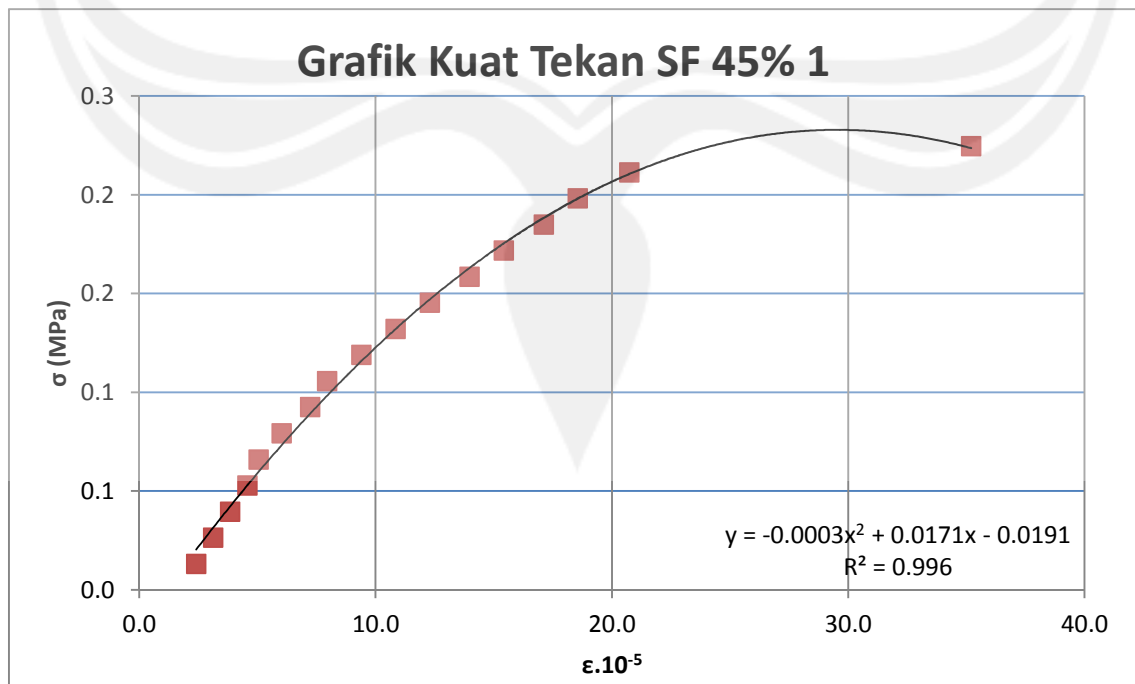
$$F_{\text{max}} = \frac{457,5 \times 9,80671}{18554,0027} = 0,2418 \text{ MPa}$$

$$p = 0,066 \text{ MPa}$$

$$p = 3,925 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 1683,426 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 1195,754 \text{ MPa}$$







Kode Beton = SF 45% 2

Po = 289,6 mm  
Ao = 19236,1682 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0,000	0	0	0,000	1,262	0,000
25	245,168	10	5	0,013	1,727	0,465
50	490,336	13	6,5	0,025	2,244	0,982
75	735,503	15	7,5	0,038	2,590	1,328
100	980,671	16	8	0,051	2,762	1,500
125	1225,839	19	9,5	0,064	3,280	2,018
150	1471,007	20	10	0,076	3,453	2,191
175	1716,174	24	12	0,089	4,144	2,882
200	1961,342	26	13	0,102	4,489	3,227
225	2206,510	29	14,5	0,115	5,007	3,745
250	2451,678	32	16	0,127	5,525	4,263
275	2696,845	35	17,5	0,140	6,043	4,781
300	2942,013	37	18,5	0,153	6,388	5,126
325	3187,181	40	20	0,166	6,906	5,644
350	3432,349	43	21,5	0,178	7,424	6,162
375	3677,516	47	23,5	0,191	8,115	6,853
400	3922,684	50	25	0,204	8,633	7,371
425	4167,852	53	26,5	0,217	9,151	7,889
450	4413,020	58	29	0,229	10,014	8,752
475	4658,187	62	31	0,242	10,704	9,442
500	4903,355	65	32,5	0,255	11,222	9,960
525	5148,523	69	34,5	0,268	11,913	10,651
550	5393,691	75	37,5	0,280	12,949	11,687
575	5638,858	81	40,5	0,293	13,985	12,723
600	5884,026	86	43	0,306	14,848	13,586
625	6129,194	92	46	0,319	15,884	14,622
650	6374,362	99	49,5	0,331	17,093	15,831
675	6619,529	104	52	0,344	17,956	16,694
700	6864,697	131	65,5	0,357	22,617	21,355



Contoh Hitungan :

$$f = 25 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \quad \times d^2 = 0,25 \times \quad \times 156,5^2 = 19236,17 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 199,6 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{19236,17} = 0,013 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{5 \times 10^{-3}}{199,6} = 2,505 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 1,837 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -x_{\text{koreksi}} = 2,505 \cdot 10^{-5} - (1,837 \cdot 10^{-5}) = 0,668 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 731,5 \text{ kgf}$$

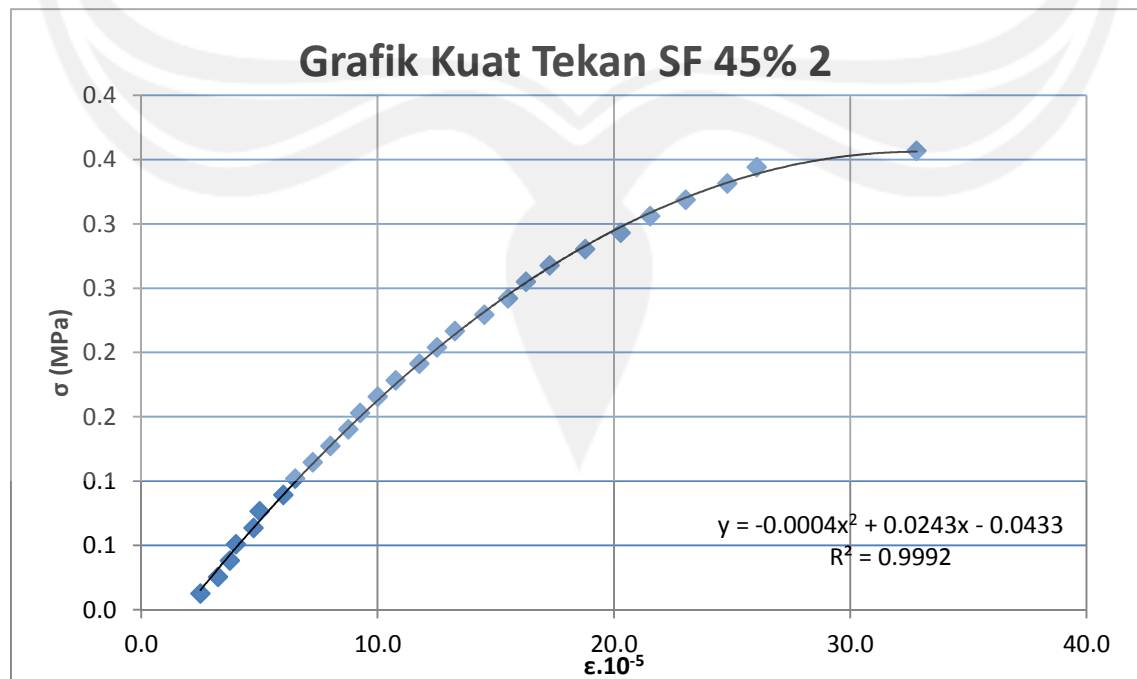
$$F_{\text{max}} = \frac{731,5 \times 9,80671}{19236,17} = 0,3729 \text{ MPa}$$

$$p = 0,102 \text{ MPa}$$

$$p = 4,767 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 2180,695 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 1462,696 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 45% 3

Po = 208,66 mm  
Ao = 18002,8653 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0,000	0	0	0,000	-3,375	0,000
25	245,168	1	0,5	0,014	0,240	3,615
50	490,336	4	2	0,027	0,958	4,333
75	735,503	8	4	0,041	1,917	5,292
100	980,671	10	5	0,054	2,396	5,771
125	1225,839	14	7	0,068	3,355	6,730
150	1471,007	18	9	0,082	4,313	7,688
175	1716,174	22	11	0,095	5,272	8,647
200	1961,342	29	14,5	0,109	6,949	10,324
225	2206,510	36	18	0,123	8,626	12,001
250	2451,678	43	21,5	0,136	10,304	13,679
275	2696,845	52	26	0,150	12,460	15,835
300	2942,013	59	29,5	0,163	14,138	17,513
325	3187,181	65	32,5	0,177	15,576	18,951
350	3432,349	66	33	0,191	15,815	19,190
375	3677,516	71	35,5	0,204	17,013	20,388
400	3922,684	74	37	0,218	17,732	21,107
425	4167,852	80	40	0,232	19,170	22,545
450	4413,020	80	40	0,245	19,170	22,545
475	4658,187	84	42	0,259	20,128	23,503
500	4903,355	89	44,5	0,272	21,327	24,702
525	5148,523	93	46,5	0,286	22,285	25,660
550	5393,691	98	49	0,300	23,483	26,858
575	5638,858	103	51,5	0,313	24,681	28,056
600	5884,026	106	53	0,327	25,400	28,775
625	6129,194	330	165	0,340	79,076	82,451
650	6374,362	420	210	0,354	100,642	104,017
675	6619,529	500	250	0,368	119,812	123,187
700	6864,697	640	320	0,381	153,360	156,735



Contoh Hitungan :

$$f = 25 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 151,4^2 = 18002,865 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 208,66 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{18002,865} = 0,014 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{0,5 \times 10^{-3}}{208,66} = 0,24 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -3,375 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 0,24 \cdot 10^{-5} - (-3,375 \cdot 10^{-5}) = 3,615 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 649,5 \text{ kgf}$$

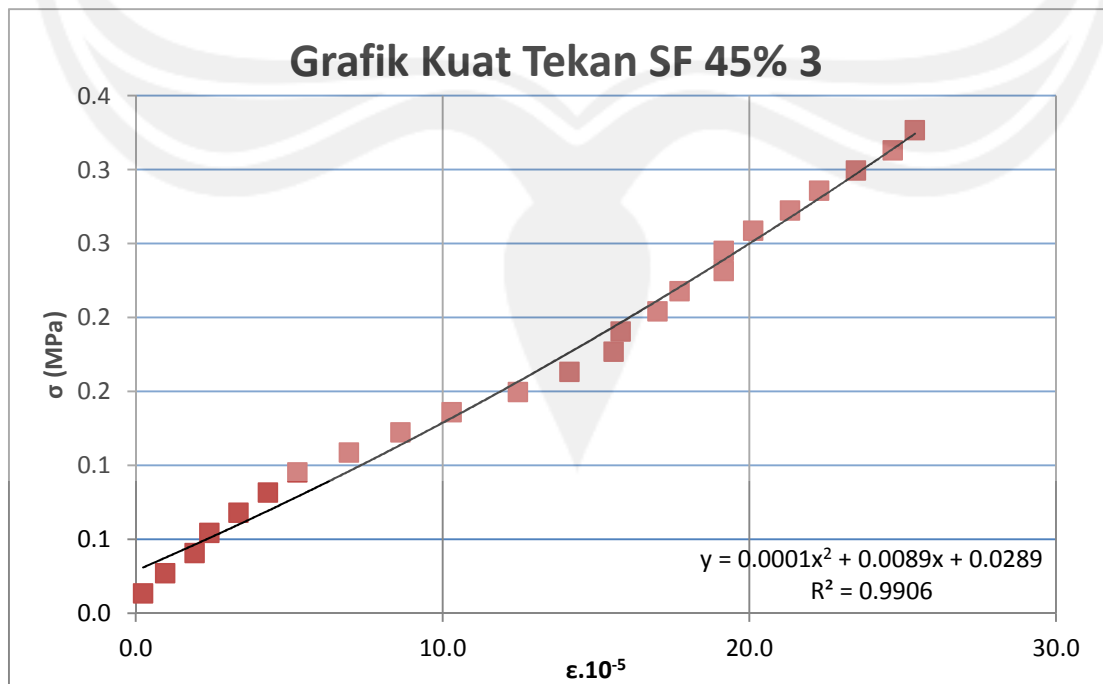
$$F_{\text{max}} = \frac{649,5 \times 9,80671}{18002,865} = 0,3538 \text{ MPa}$$

$$p = 0,095 \text{ MPa}$$

$$p = 8,647 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 1102,472 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 1453,8 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 45% 4

Po = 201,7 mm  
Ao = 18481,644 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0,000	0	0	0,000	-0,031	0,000
25	245,168	3	1,5	0,013	0,744	0,775
50	490,336	5	2,5	0,027	1,239	1,270
75	735,503	8	4	0,040	1,983	2,014
100	980,671	12	6	0,053	2,975	3,006
125	1225,839	14	7	0,066	3,471	3,502
150	1471,007	18	9	0,080	4,462	4,493
175	1716,174	21	10,5	0,093	5,206	5,237
200	1961,342	25	12,5	0,106	6,197	6,228
225	2206,510	27	13,5	0,119	6,693	6,724
250	2451,678	31	15,5	0,133	7,685	7,716
275	2696,845	36	18	0,146	8,924	8,955
300	2942,013	40	20	0,159	9,916	9,947
325	3187,181	43	21,5	0,172	10,659	10,690
350	3432,349	47	23,5	0,186	11,651	11,682
375	3677,516	51	25,5	0,199	12,643	12,674
400	3922,684	55	27,5	0,212	13,634	13,665
425	4167,852	60	30	0,226	14,874	14,905
450	4413,020	66	33	0,239	16,361	16,392
475	4658,187	71	35,5	0,252	17,600	17,631
500	4903,355	78	39	0,265	19,336	19,367
525	5148,523	87	43,5	0,279	21,567	21,598
550	5393,691	94	47	0,292	23,302	23,333
575	5638,858	104	52	0,305	25,781	25,812
600	5884,026	104	52	0,318	25,781	25,812
625	6129,194	281	140,5	0,332	69,658	69,689



Contoh Hitungan :

$$f = 25 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 153,4^2 = 18481,644 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 201,7 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{18481,644} = 0,013 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{201,77} = 0,744 \times 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,031 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 0,744 \cdot 10^{-5} - (-0,031 \cdot 10^{-5}) = 0,775 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 631,5 \text{ kgf}$$

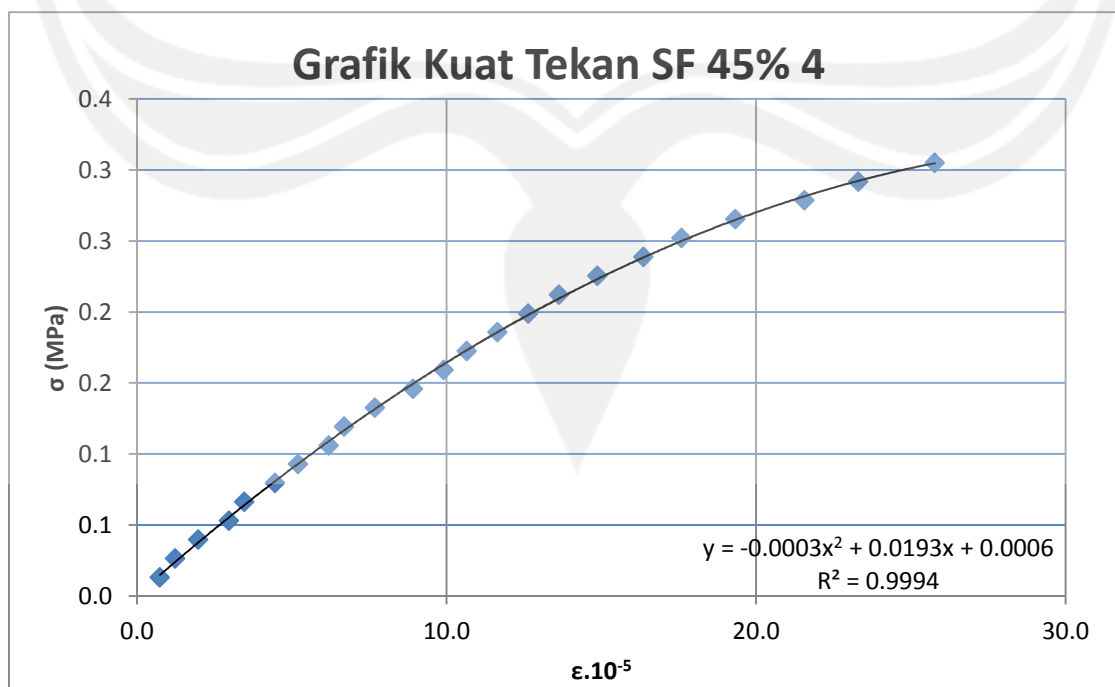
$$F_{\text{max}} = \frac{631,5 \times 9,80671}{18481,644} = 0,3351 \text{ MPa}$$

$$p = 0,093 \text{ MPa}$$

$$p = 5,237 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 1773,205 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 1325,651 \text{ MPa}$$





Kode Beton = SF 45% 5

Po = 201,5 mm

Ao = 17907,8635 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0,000	0	0	0,000	1,992	0,000
25	245,168	10	5	0,014	2,481	0,490
50	490,336	12	6	0,027	2,978	0,986
75	735,503	15	7,5	0,040	3,722	1,730
100	980,671	18	9	0,053	4,467	2,475
125	1225,839	20	10	0,066	4,963	2,971
150	1471,007	25	12,5	0,080	6,203	4,212
175	1716,174	27	13,5	0,093	6,700	4,708
200	1961,342	29	14,5	0,106	7,196	5,204
225	2206,510	32	16	0,119	7,940	5,949
250	2451,678	34	17	0,133	8,437	6,445
275	2696,845	38	19	0,146	9,429	7,437
300	2942,013	48	24	0,159	11,911	9,919



Contoh Hitungan :

$$f = 25 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times d^2 = 0,25 \times 151^2 = 17907,86 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 201,5 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{17907,86} = 0,014 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{5 \times 10^{-3}}{201,55} = 2,481 \cdot 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = 1,992 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{\text{koreksi}} = -x_{\text{koreksi}} = 2,481 \cdot 10^{-5} - (1,992 \cdot 10^{-5}) = 0,490 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Beban maks} = 324,5 \text{ kgf}$$

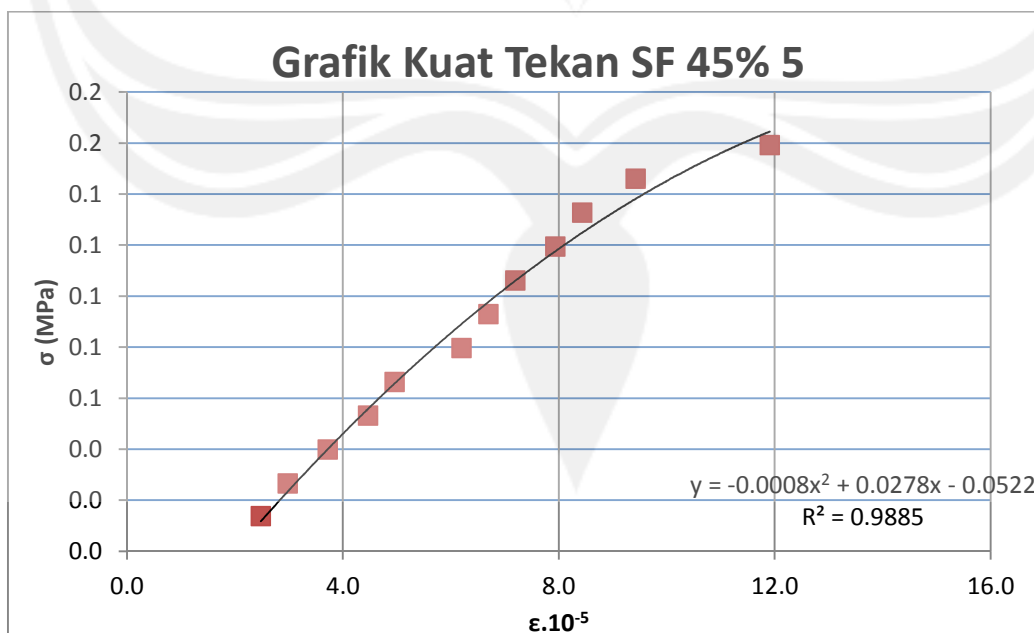
$$F_{\text{max}} = \frac{324,5 \times 9,80671}{17907,86} = 0,1777 \text{ MPa}$$

$$p = 0,053 \text{ MPa}$$

$$p = 2,475 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{-p}{p} = 2144,17 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 1119,265 \text{ MPa}$$







Kode Beton = SF 45% 6  
Po = 201,3 mm  
Ao = 18747,6505 mm<sup>2</sup>

Beban		Compressometer	Compressometer	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	P (10 <sup>-3</sup> )	P/2 (10 <sup>-3</sup> )	MPa	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
0	0,000	0	0	0,000	-0,597	0,000
25	245,168	6	3	0,013	1,487	1,518
50	490,336	8	4	0,027	1,983	2,014
75	735,503	12	6	0,040	2,975	3,006
100	980,671	18	9	0,053	4,462	4,493
125	1225,839	22	11	0,066	5,454	5,485
150	1471,007	25	12,5	0,080	6,197	6,228
175	1716,174	28	14	0,093	6,941	6,972
200	1961,342	34	17	0,106	8,428	8,459
225	2206,510	40	20	0,119	9,916	9,947
250	2451,678	46	23	0,133	11,403	11,434
275	2696,845	51	25,5	0,146	12,643	12,674
300	2942,013	67	33,5	0,159	16,609	16,640
325	3187,181	72	36	0,172	17,848	17,879
350	3432,349	80	40	0,186	19,831	19,862
375	3677,516	90	45	0,199	22,310	22,341
400	3922,684	101	50,5	0,212	25,037	25,068
425	4167,852	114	57	0,226	28,260	28,291
450	4413,020	127	63,5	0,239	31,482	31,513
475	4658,187	141	70,5	0,252	34,953	34,984
500	4903,355	153	76,5	0,265	37,928	37,959



Contoh Hitungan :

$$f = 25 \times 9,80671 = 490,3355 \text{ N}$$

$$A_0 = 0,25 \times \quad \times d^2 = 0,25 \times \quad \times 154,5^2 = 18747,65 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 201,3 \text{ mm}$$

$$= \frac{f}{A_0} = \frac{490,3355}{18747,65} = 0,013 \text{ MPa}$$

$$= \frac{p}{P_0} = \frac{3 \times 10^{-3}}{201,3} = 1,487 \cdot 10^{-5}$$

$$X_{\text{koreksi}} = -0,597 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{koreksi} = -X_{\text{koreksi}} = 1,487 \cdot 10^{-5} - (-0,597 \cdot 10^{-5}) = 1,518 \cdot 10^{-5}$$

Beban maks = 525 kgf

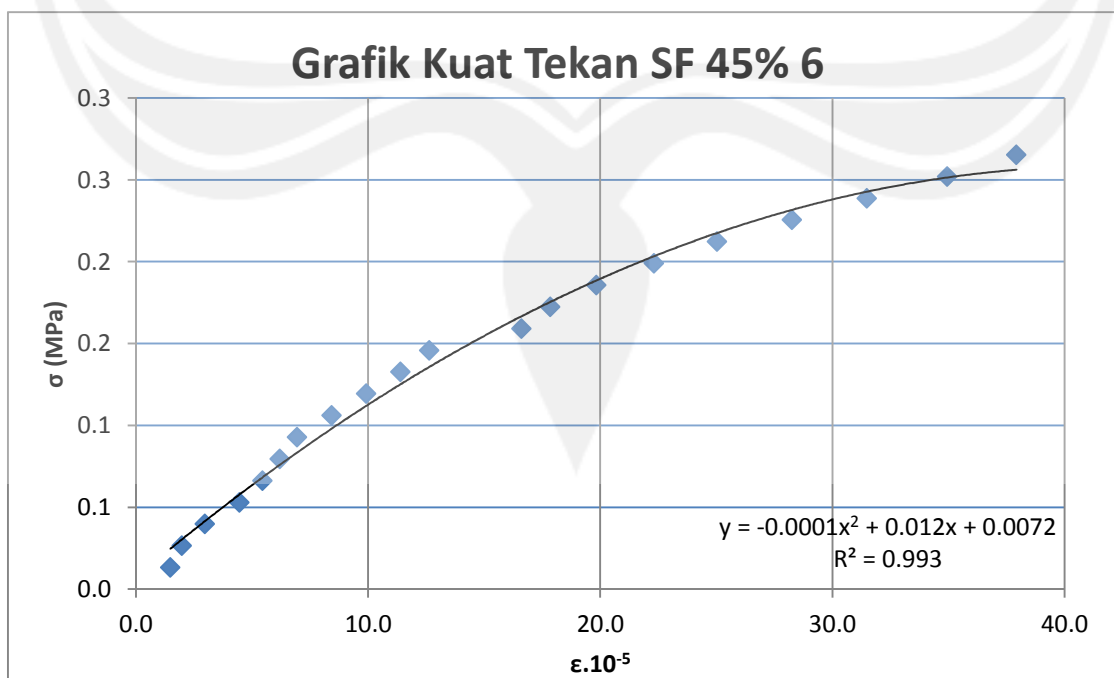
$$F_{\text{max}} = \frac{525 \times 9,80671}{18747,65} = 0,2746 \text{ MPa}$$

$$p = 0,08 \text{ MPa}$$

$$p = 6,228 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastisitas} = \frac{p}{\epsilon} = 1277,918 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas teori} = W_c^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f_c'} = 1255,818 \text{ MPa}$$





### D.5. PENYERAPAN AIR PADA BETON

Hasil pengujian penyerapan air pada beton:

No	Kode	Berat SSD	Berat Kering Oven	Penyerapan Air
		gr	gr	%
1	SF BN	1025,35	913,75	12,213
2	SF BN	1043,75	1008,03	3,544
<b>Rata - Rata</b>				<b>7,878</b>
1	SF 15%	1049,69	938,94	11,795
2	SF 15%	1055,03	945,85	11,543
3	SF 15%	993,34	878,62	13,057
<b>Rata - Rata</b>				<b>12,132</b>
1	SF 30%	1086,59	986,66	10,128
2	SF 30%	955,43	858,84	11,247
3	SF 30%	951,22	843,85	12,724
<b>Rata - Rata</b>				<b>11,366</b>
1	SF 45%	971,65	836,07	16,216
2	SF 45%	951,07	839,34	13,312
3	SF 45%	1000,71	898,06	11,430
<b>Rata - Rata</b>				<b>13,653</b>

Yogyakarta, 18 Januari 2016  
Kepala Laboratorium S.B.B.

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.



**E. REKAP**

Hasil pengujian keseluruhan dapat direkap sebagai berikut:

No	Kode	Jenis Beton SS / SB	Berat isi kg/m <sup>3</sup>	Penye- rapan %	Kuat Tekan MPa	Kuat Tekan Ø 15 cm	Modulus Elastis fp/ p (MPa)	Modulus Elastis teori
								$W_c^{1.5} 0,043\sqrt{f_c'}$
1	SF BN 1	SB	2274	12,213	27,715	-	<b>16158,849</b>	24540,141
2	SF BN 2	SB	2295	<b>3,544</b>	<b>26,107</b>	-	<b>19182,890</b>	24148,322
3	SF BN 3	SB	2276	-	<b>26,315</b>	-	<b>19682,739</b>	23944,131
4	SF BN 4	SB	2276	-	<b>25,932</b>	-	<b>17612,150</b>	23781,158
5	SF BN 1 (56)	SB	2266	-	<b>30,555</b>	-	-	-
6	SF BN 2 (56)	SB	2270	-	<b>27,090</b>	-	-	-
7	SF BN 3 (56)	SB	2254	-	<b>25,786</b>	-	-	-
8	SF BN 4 (56)	SB	2280	-	23,476	-	-	-
1	SF 15% 1 (14)	SS	2015	-	8,780	8,517	-	-
2	SF 15% 2 (14)	SS	1956	-	7,336	7,116	-	-
3	SF 15% 1	SB	1875	<b>11,795</b>	6,051	-	<b>14377,058</b>	8590,599
4	SF 15% 2	SB	1940	<b>11,543</b>	<b>12,054</b>	-	<b>12172,602</b>	12761,188
5	SF 15% 3	SB	1979	13,057	<b>7,500</b>	-	<b>9952,086</b>	10363,900
6	SF 15% 4	SB	1990	-	<b>9,737</b>	-	<b>10545,467</b>	11906,938
7	SF 15% 1	SS	2033	-	10,404	<b>10,092</b>	-	-
8	SF 15% 1 (56)	SB	1979	-	<b>14,007</b>	-	-	-
9	SF 15% 2(56)	SB	1934	-	<b>10,925</b>	-	-	-
10	SF 15% 3 (56)	SB	1920	-	<b>12,903</b>	-	-	-
11	SF 15% 4 (56)	SB	1910	-	<b>11,015</b>	-	-	-
12	SF 15% 1 (56)	SS	1970	-	12,397	<b>12,025</b>	-	-
1	SF 30% 1 (14)	SS	1587	-	0,350	0,339	-	-
2	SF 30% 2 (14)	SS	1568	-	0,861	0,835	-	-
3	SF 30% 3 (14)	SS	1682	-	1,581	1,534	-	-
4	SF 30% 1	SB	1612	10,128	0,880	-	<b>4857,077</b>	2610,156
5	SF 30% 2	SB	1625	<b>11,247</b>	0,900	-	<b>4150,108</b>	2671,567
6	SF 30% 3	SB	1642	<b>12,724</b>	<b>1,456</b>	-	1477,622	3453,978
7	SF 30% 4	SB	1660	-	0,959	-	<b>3225,359</b>	2846,547
8	SF 30% 1	SS	1780	-	2,154	<b>2,089</b>	-	-
9	SF 30% 2	SS	1720	-	1,244	<b>1,206</b>	-	-
10	SF 30% 3	SS	1656	-	0,780	0,757	-	-



11	SF 30% 1 (56)	SB	1575	-	1,127	-	-	-
12	SF 30% 2 (56)	SB	1599	-	<b>1,666</b>	-	-	-
13	SF 30% 3 (56)	SB	1581	-	1,137	-	-	-
14	SF 30% 4 (56)	SB	1566	-	<b>1,458</b>	-	-	-
15	SF 30% 1 (56)	SS	1762	-	2,350	<b>2,280</b>	-	-
16	SF 30% 2 (56)	SS	1781	-	2,691	<b>2,611</b>	-	-
17	SF 30% 3 (56)	SS	1714	-	1,626	<b>1,577</b>	-	-
1	SF 45% 1 (14)	SS	1432	-	0,149	0,144	-	-
2	SF 45% 2 (14)	SS	1495	-	0,137	0,132	-	-
3	SF 45% 3 (14)	SS	1586	-	0,277	0,268	-	-
4	SF 45% 1	SB	1473	16,216	<b>0,242</b>	-	<b>1683,426</b>	1195,754
5	SF 45% 2	SB	1459	<b>13,312</b>	<b>0,373</b>	-	2180,695	1462,696
6	SF 45% 3	SB	1478	<b>11,430</b>	<b>0,354</b>	-	<b>1102,472</b>	1453,800
7	SF 45% 4	SB	1416	-	<b>0,335</b>	-	<b>1773,205</b>	1325,651
8	SF 45% 5	SB	1562	-	0,178	-	<b>2144,174</b>	1119,265
9	SF 45% 6	SB	1459	-	<b>0,275</b>	-	1277,918	1255,818
10	SF 45% 1 (56)	SB	1219	-	0,110	-	-	-
11	SF 45% 2 (56)	SB	1446	-	<b>0,504</b>	-	-	-
12	SF 45% 3 (56)	SB	1360	-	0,074	-	-	-
13	SF 45% 4 (56)	SB	1434	-	<b>0,391</b>	-	-	-
14	SF 45% 5 (56)	SB	1354	-	<b>0,435</b>	-	-	-

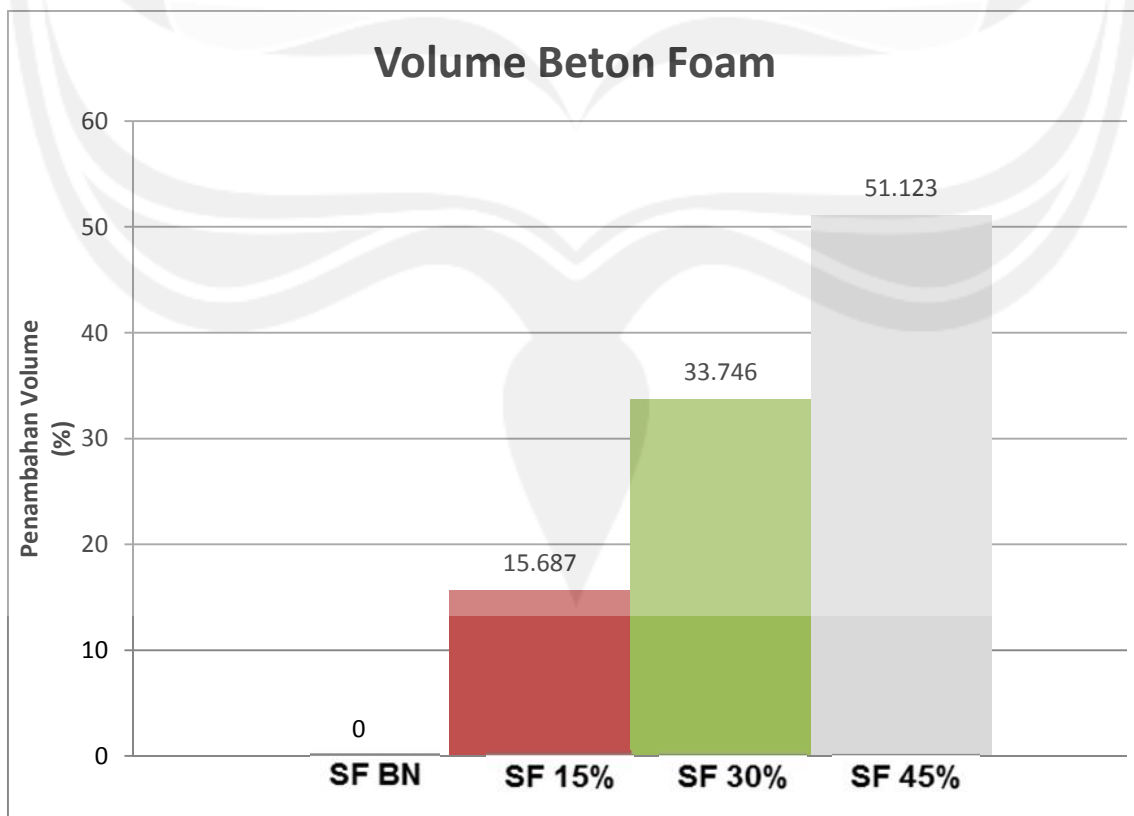
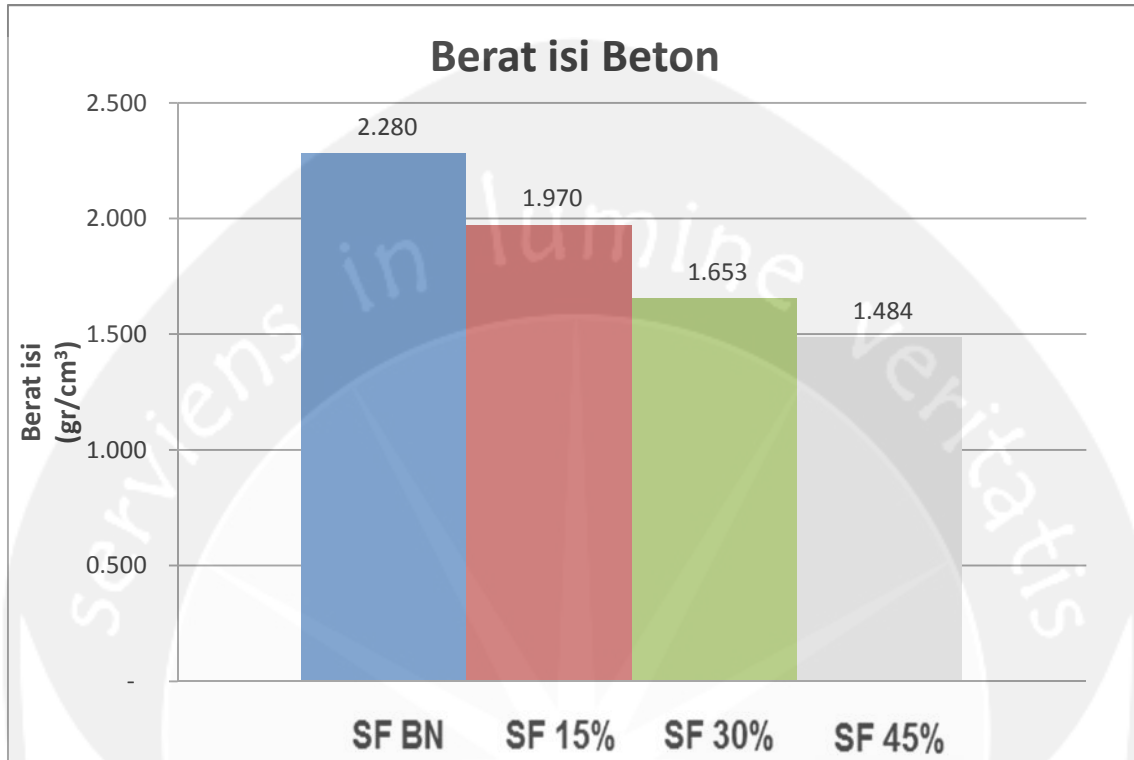
Dari data yang diperoleh nilai kuat tekan pada silinder sedang dikonversi menjadi silinder besar dengan dikalikan 0,97 sebagai faktor kali.

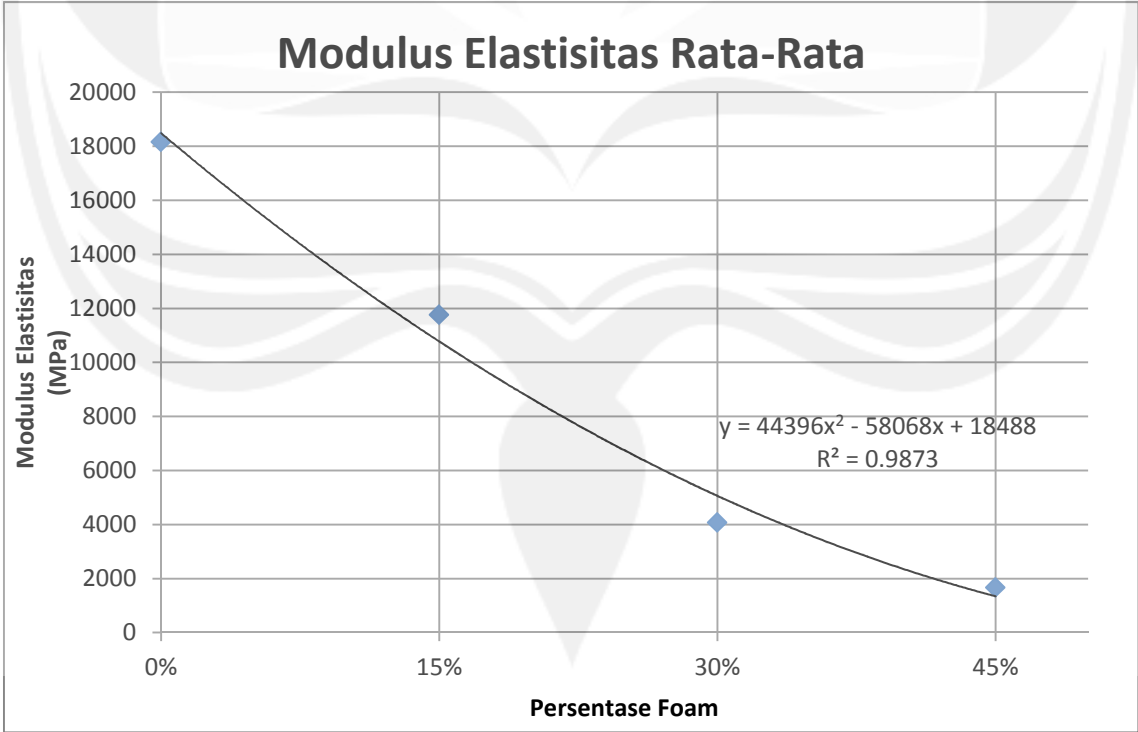
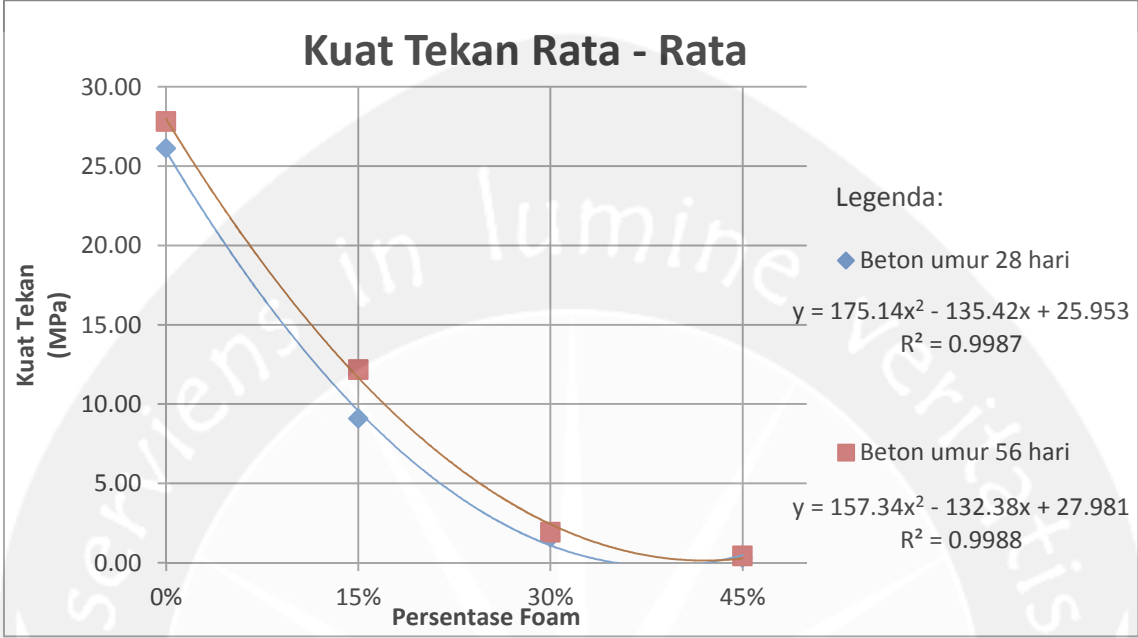
Contoh:

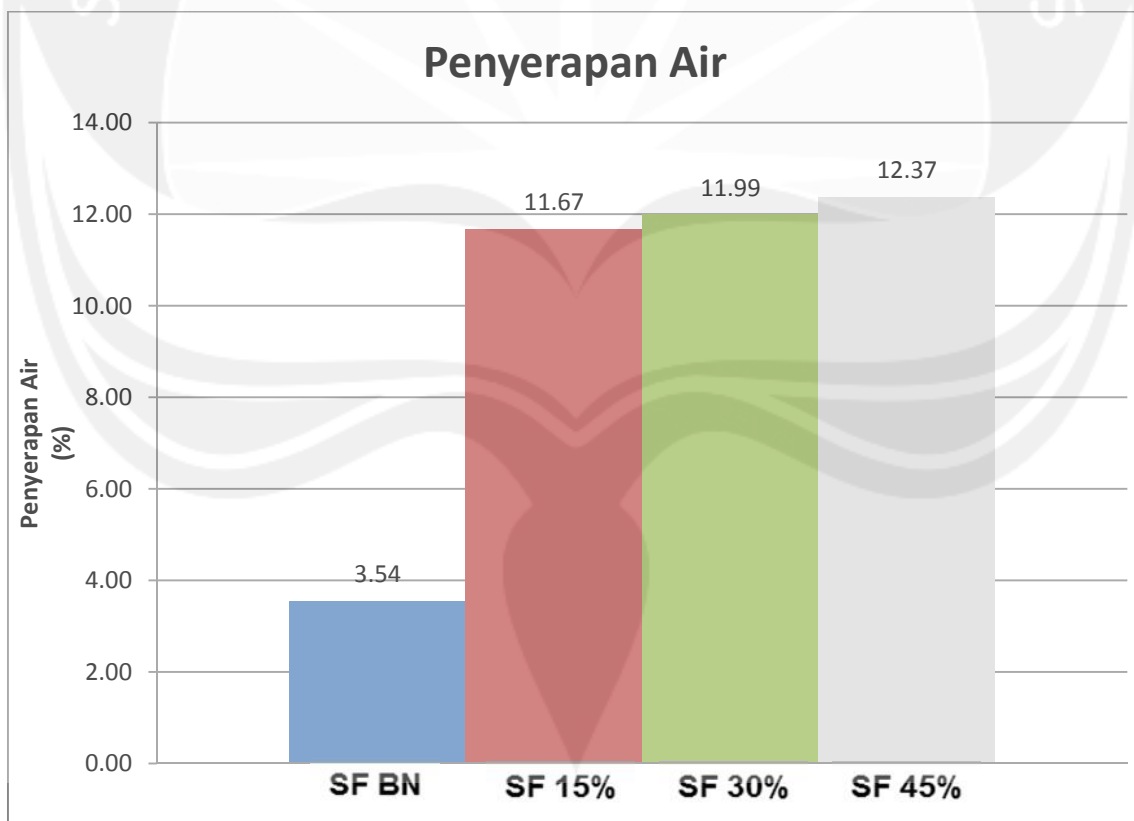
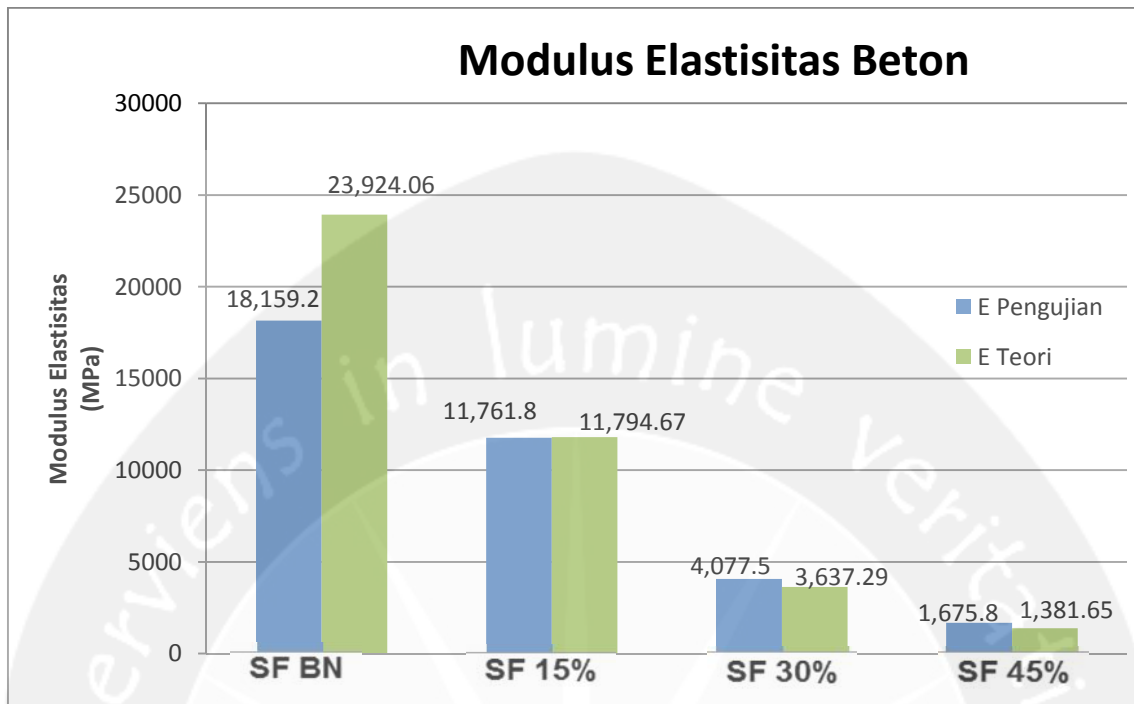
$$f_c' = 8,78 \times 0,97 = 8,517 \text{ MPa}$$

Rata-rata hasil pengujian antara lain:

No	Kode	Pertambahan volume (%)	Berat isi (kg/m <sup>3</sup> )	Penyebaran (%)	Kuat Tekan (MPa)	Modulus Elastis (MPa)	Modulus Elastisitas Teori ( $W_c^{1.5} 0,043\sqrt{f_c'}$ )
1	SFBN	0	2280	3,54	26,1180	18159,157	23924,06
2	SF15%	15,687	1970	11,67	9,8456	11761,803	11794,67
3	SF30%	33,746	1653	11,99	1,5839	4077,515	3637,29
4	SF45%	51,123	1484	12,37	0,3156	1675,819	1381,65











Jika hasil pengujian dibandingkan dengan hasil pengujian yang dilakukan oleh Allorante (2015) maka didapatkan hasil perbandingan kuat tekan rata-rata sebagai berikut:

Kode Beton	Tanpa <i>Silica fume</i>		<i>Silica fume</i>		Peningkatan Kuat Tekan	
	28 hari	56 hari	28 hari	56 hari	28 hari	56 hari
Normal	22,984	24,866	26,118	27,810	13,636	11,841
15% Foam	6,927	7,162	9,087	12,175	31,178	69,996
30% Foam	0,81	1,437	1,584	1,918	95,547	33,485
45% Foam	0,304	0,377	0,316	0,444	3,832	17,652



## F. FOTO-FOTO

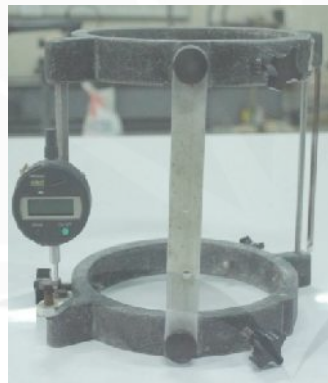
### F.1. ALAT DAN BAHAN



Mesin *UTM Shimadzu*



Mesin *CTM ELE*



Strainometer



Kerucut Abrams



*Concrete Mixer*



Timbangan Digital



Foam Generator



Additive Foam Concrete "ADT"



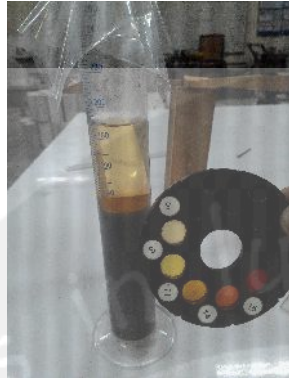
Foaming Agent "ADT"



Perlengkapan Mixing



**F.2. PENGUJIAN BAHAN**



**Pengujian Zat Organik**



**Pengujian Gradasi Agregat**



**Pengujian Berat Jenis Pasir**



**Pengujian Kandungan Lumpur Pasir**



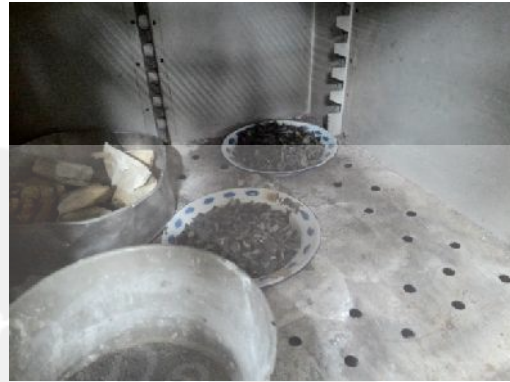
**Pengujian Berat Jenis Kerikil**



**Pengujian Kandungan lumpur Kerikil**



**Pengujian Berat Satuan volume**



**Pengujian Kadar Air dan Penyerapan Agregat kasar**



**Soundness Test**



**Kadar Air Pasir dan Penyerapan Pasir**



F.3. PROSES MIXING



Bahan Adukan Beton



ADT Additive Concrete



Pengujian Slump Beton Normal



Nilai slump 3cm



Pembuatan *Foam*



Penambahan *Foam* pada Beton Segar



Penuangan Adukan Beton *Foam*



Adukan Beton *Foam*



Pencetakan Beton Pada Silinder



**F.4. PENGUJIAN SILINDER**



Pengujian Beton Normal



Retakan Beton Normal



Pengujian Beton Normal

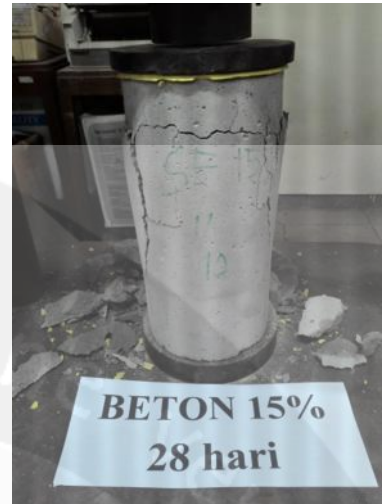


Retakan Beton SF15%





Pengujian Beton SF15%



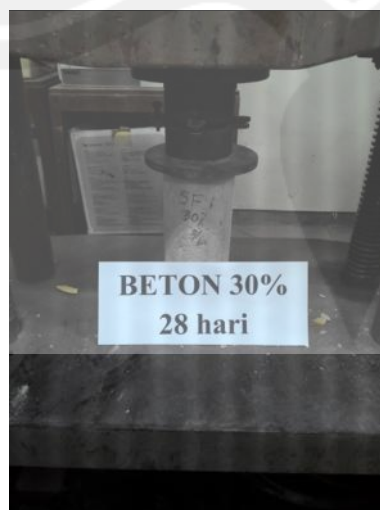
Retakan Beton SF15%



Pengujian Penyerapan SFBN



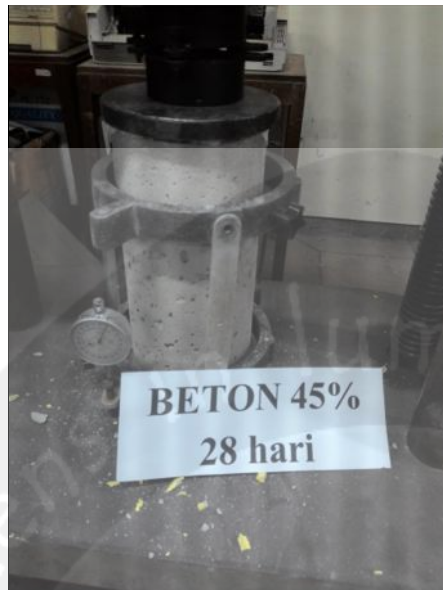
Penyerapan Beton SF15%



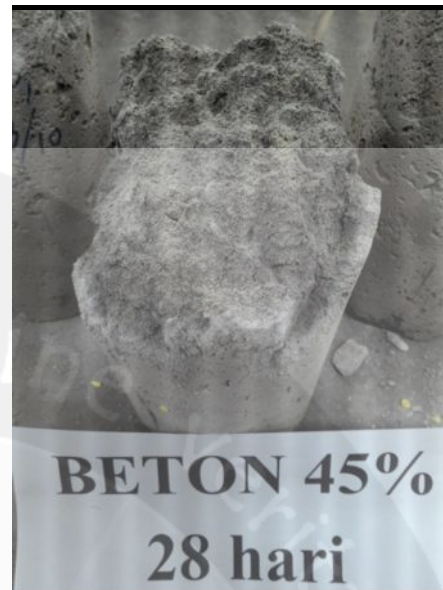
Pengujian SF30%



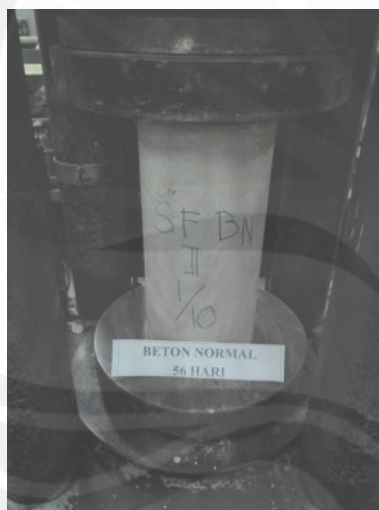
Retakan SF30%



Pengujian SF45%



Retakan SF45%



Pengujian SFBN 56 hari



Retakan SFBN 56 hari



Bagian dalam Beton Normal



Pengujian 56 hari SF15%



Retakan SF15% 56 hari



Bagian Dalam Beton SF15%



Retakan SFBN% 56 hari



Retakan SF30% 56 hari



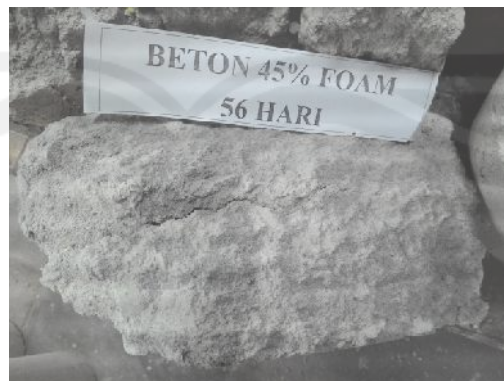
Bagian Dalam Beton SF30%



Pengujian 56 hari SF45%



Retakan pada SF45%



Bagian Dalam SF45%