

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berat jenis beton dengan variasi *silica fume* 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5%, berturut turut adalah 2328,54 kg/m³, 2425,75 kg/m³, 2393,60 kg/m³, 2363,92 kg/m³, dan 2317,29 kg/m³. Dari hasil berat jenis beton ini disimpulkan bahwa beton ini tergolong beton normal karena memiliki berat jenis beton berkisar 2,4 - 2,5 kg/m³.
2. Nilai kuat tekan beon rata-rata umur 28 hari dengan variasi *silica fume* 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% berturut-turut adalah 58,08 MPa, 59,55 MPa, 60,41 MPa, 47,03 MPa dan 56,01 MPa. Kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi *silica fume* 7,5% dengan kuat tekan 60,41 MPa.
3. Nilai modulus elastisitas beton pada umur 28 hari dengan variasi *silica fume* 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% berturut-turut adalah 29678,27 MPa, 31335,69 MPa, 32609,22 MPa, 20262,5 MPa, dan 32009,51 MPa.
4. Pada pengujian penyerapan air kadar penyerapan air dengan variasi *silica fume* 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% berturut-turut adalah 7,94%, 8,25%, 9,10%, 10,32% dan 10,05%. Dari hasil yang diketahui bahwa penyerapan air terlalu tinggi dan tidak memenuhi syarat. Dimana pada SNI 03-2914-

1992, beton kedap air normal bila diuji dengan cara perendaman air selama 10+0,5 menit, resapan maksimumnya 2,5% terhadap berat beton kering oven. Selama perendaman 24 jam, resapan maksimum 6,5% terhadap berat beton kering oven. Maka beton tidak termasuk dalam beton kedap air.

5. Pada pengujian porositas dengan variasi *silica fume* 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% berturut-turut adalah 1,71%, 1,83%, 1,94%, 2,12% dan 2,01%. Hasil ini menunjukkan bahwa beton hanya sedikit mengalami porositas yang menunjukkan bahwa beton hampir tidak memiliki pori-pori.
6. Pada penggunaan pasir silika sebagai agregat halus tidak efektif. Penggunaan pasir silika membuat beton tidak mencapai kuat desak yang direncanakan, pasir silika juga memiliki penyerapan air yang sangat tinggi dan juga pasir silika tidak mengikat pada adukan beton atau campuran beton sehingga kuat tekan beton berkurang. Penyerapan air yang tinggi ini menyebabkan beton menjadi keropos sehingga kuat tekan beton menurun. Beton juga mengalami segregasi dimana agregat kasar terpisah dari adukan beton. Beton juga mengalami *bleeding* hal ini menyebabkan mudahnya beton mengalami retak. Penyebab inilah yang menyebabkan beton tidak mencapai syarat yang di tentukan.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian ini ada beberapa saran yang dapat diberikan dan diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran yang diberikan sebagai berikut.

1. Menggunakan bahan tambah yang mengikat pada pasta semen.
2. Mengetahui manfaat dari semua bahan tambah yang akan digunakan, sehingga tercapai kuat tekan yang diinginkan.
3. Menggunakan ukuran agregat kasar yang lebih kecil lagi agar beton benar-benar padat.
4. Dalam pengadukan beton penggunaan air tidak boleh dituang langsung semua sesuai hitungan agar adukan tidak terlalu cair. Sebaiknya air dituang sedikit demi sedikit sampai adukan beton terbentuk. Ini agar adukan beton tidak mengalami bleeding ataupun segregasi.
5. Agar diperoleh benda uji yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, benda uji akan mengalami keropos dan ini akan sangat mempengaruhi hasil uji.
6. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan *superlasticizer* jenis lain.
7. Dalam membuat adukan beton dengan molen pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan faktor aman yang besar, agar dalam penuangan beton tidak mengalami kekurangan sehingga beton dapat dibuat sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SK SNI M-10-1989-F), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1989, Metode Pengujian Kadar Air Agregat (SK SNI M-11-1989-F), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1990, Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SK SNI M-02-1990-F), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1990, Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar dan Beton (SK SNI M-60-1990-03), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2000, Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi dengan Semen Portland dan Abu Terbang (SNI 03-6468-2000). Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim, 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim, 1989, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SK SNI M-08-1989-F), Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim., 1991. SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Antono. 1995, Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- ASTM C 642 – 06, (2006). *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*. ASTM International.
- ASTM C-150, (1985). *Standart Spesification for Portland Cement. Annual Books of ASTM Standards*. Philadelphia-USA.
- Bermansyah, 2005, Perilaku Susut pada Beton Menggunakan Admixture *Silica Fume* pada Lingkungan Tidak Terlindung, Universitas Syiah Kuala.

- Danasi, Marsianus, dan Lisantono, Ade, 2015, Tentang Pengaruh Penambahan Fly Ash pada Beton Mutu Tinggi dengan *Silica Fume* dan Filler Pasir Kwarsa, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Kasiati, E., Wibowo, B., dan Sukaptini E.S., 2012, Perubahan Kuat Tekan Optimum Beton pada Komposisi Campuran Pasir Silika dengan Pasir Limbah, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW) Surabaya.
- Kusumo, A.D., 2013, Pengaruh Penambahan Serat Baja Lokal (Kawat Bendrat) pada Beton Memadat Mandiri (*Self Compacting Concrete*), Laporan Tugas Akhir Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Lisantono, A., dan Hehanussa, P.G., 2009, Pengaruh Penggunaan *Plasticizer* pada *Self Compacting* Geopolymer Concrete dengan atau Tanpa Penambahan Kapur Padam, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Malau, F.B., 2014, Penelitian Kuat Tekan Dan Berat Jenis Mortar Untuk Dinding Panel Dengan Membandingkan Penggunaan Pasir Bangka Dan Pasir Baturaja Dengan Tambahan Foaming Agent Dan Silica Fume, Universitas Sriwijaya.
- Miranty, Rizky, (2014), Pengaruh Penggunaan *Silica Fume*, *Fly Ash* Dan *Superplasticizer* Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Mulyono, (2004), "Teknologi Beton". Andi *Publishing* : Yogyakarta.
- Nadia dan Fauzi, Anwar, 2011, Pengaruh Kadar Silika pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Nugraha dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Edisi Pertama, ANDI, Yogyakarta.
- Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (*PUBI 1982*), 1982, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU: Bandung.
- PT. Sika Indonesia, 2005, "Concrete Admixture-Sika Plasticizer".
- Sebayang, Surya, 2011, Tinjauan Sifat-Sifat Mekanik Beton Alir Mutu Tinggi dengan *Silica Fume* sebagai Bahan Tambahan, Universitas Lampung.
- SNI 03-1974-1990, Metode pengujian kuat tekan beton.

SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

SNI 03-2914-1992 Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air.

Suparsono, (1998). Beton Berkinerja Tinggi dan Keterikatannya dengan Pembangunan Nasional Memasuki Abad 21, Universitas Indonesia.

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

Wang, C.K., dan Salmon, C.G., 1986, Desain Beton Bertulang, Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Surabaya.

Yunanda, Rezko, Hanwar, Suhendrik, dan Warman, Hendri, 2013, Penggunaan Pasir Kuarsa sebagai Bahan Pengganti Semen Tipe I pada Disain Beton K-250 dan K-300, Universitas Bung Hatta Padang.

Zai, K.A., Sharizal, dan Karolina, Rahmi, 2014, Pengaruh Bahan Tambah *Silica Fume* dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI, Universitas Sumatera Utara.

A. HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT

A.1. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir Silika
 Asal : PT. Satria Muda Batu Alam
 Diperiksa : 7 November 2016

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500
B	Berat Pasir Kering + Tungku	445,03
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	718,39
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	1058,64
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	3,13
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,77
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	4,25
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	12,35 %

$$\text{Berat Jenis Bulk} = 3,13 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis Bulk (SSD)} = 2,77 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis Semu (Apparent)} = 4,25 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = 12,35\%$$

A.2. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir Silika

Asal : PT. Satria Muda Batu Alam

Diperiksa : 7 November 2016

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	323,44	0,75	0,75	0,075	99,925
No.50	292,60	295,23	2,63	3,38	0,338	99,662
No.100	286,60	984,72	698,12	701,5	70,15	29,85
No.200	241,57	502,93	261,36	962,86	96,286	3,714
PAN	238,66	275,8	37,14	1000	100,0	0,0

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{166,849}{100} = 1,67$$

Kesimpulan MHB pasir $1,5 \leq 1,67 \leq 3,8$ (Syarat Terpenuhi)

A.3. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

I. Waktu Pengujian : 8 November 2016

II. Bahan

a. Pasir kering tungku, Asal : PT. Satria Muda Batu Alam, Berat :

100 gram

b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY

III. Alat

a. Gelas ukur, ukuran 250 cc

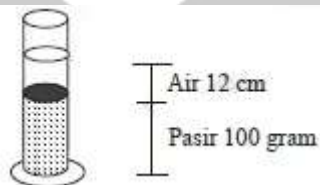
b. Timbangan

c. Tungku (oven), suhu dibuat antara 105-110°C

d. Air tetap jernih setelah 6 kali pengocokan

e. Pasir + piring masuk tanggal 7 November 2016 jam : 12.00 WIB

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 8 November 2016 jam 12.00 WIB

a. Berat + piring = 185,34 gram

b. Berat piring kosong = 85,58 gram

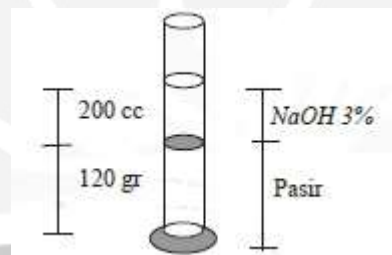
c. Berat pasir = 99,76 gram

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100 - 99,76}{100} \times 100 \%$$

= 0,24 %..... Syarat tidak boleh melebihi 5 %

A.4. PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 8 November 2016
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal : PT. Satria Muda Batu Alam, Volume :
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 No. 5*

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

Bahan : Pasir Silika
Asal : PT. Satria Muda Batu Alam
Diperiksa : 7 November 2016

Shoveled (Sebelum ditumbuk)		Rodded (Sesudah ditumbuk)	
Diameter Tabung (cm)	15,19	Diameter Tabung (cm)	15,19
Tinggi Tabung (cm)	15,97	Tinggi Tabung (cm)	15,97
Volume Tabung (cm ³)	2892,61	Volume Tabung (cm ³)	2892,61
Berat Tabung (gr)	3532	Berat Tabung (gr)	3532
Berat Tabung + Pasir (gr)	7610	Berat Tabung + Pasir (gr)	8176
Berat Pasir (gr)	4078	Berat Pasir (gr)	4644
Berat Satuan (gr/cm ³)	1,4098	Berat Satuan (gr/cm ³)	1,605
Berat Satuan Volume = 1,605 (gr/cm ³)			

A.6. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN**AGREGAT KASAR**

Bahan : Batu pecah (*split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 8 November 2016

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering (gr) (A)	2805
B	Berat Contoh Kering Permukaan (SSD) (gr) (B)	2927
C	Berat Contoh Dalam Air (gr) (C)	1,797
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{(A)}{(B)-(C)}$	2,4823
E	BJ Jenuh Kering Permukaan SSD = $\frac{(B)}{(B)-(C)}$	2,5903
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A)-(C)}$	2,7827
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(B)}{(B)-(A)} \times 100\%$	4,35%

$$\text{Berat Jenis Bulk} = 2,4823 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis Bulk (SSD)} = 2,5903 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis Semu (Apparent)} = 2,7827 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = 4,35\%$$

A.7. PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT**KASAR**

Bahan : Batu pecah (*split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 7 November 2016

Shoveled (Sebelum ditumbuk)		Rodded (Sesudah ditumbuk)	
Diameter Tabung (cm)	19,58	Diameter Tabung (cm)	19,58
Tinggi Tabung (cm)	21,95	Tinggi Tabung (cm)	21,95
Volume Tabung (cm ³)	6696,95	Volume Tabung (cm ³)	6696,95
Berat Tabung (gr)	4428	Berat Tabung (gr)	4428
Berat Tabung + Krikil (gr)	13484	Berat Tabung + Krikil (gr)	14347
Berat Krikil (gr)	8956	Berat Krikil (gr)	9919
Berat Satuan (gr/cm ³)	1,337	Berat Satuan (gr/cm ³)	1,4811
Berat Satuan Volume = 1,4811 (gr/cm ³)			

A.8. PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TESTBahan : Batu Pecah (*Split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 31 Oktober 2016

Gradasi Saringan		Nomor Contoh
		I
Lolos	Tertahan	Berat masing-masing agregat
$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	2500 gram
$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	2500 gram

Nomor Contoh	I
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan no.12 (B)	3650 gram
Berat sesudah (A)-(B)	1350 gram
Keausan = $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	27%
Keausan rerata	27%

Kesimpulan Keausan rerata $\leq 40\%$ (syarat terpenuhi)

A.9. ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

Bahan : Batu Pecah (Split)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 08 November 2016

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" (19,1 mm)	573	584	11	11	1	99
1/2" (12,7 mm)	453	825	372	383	38	62
3/8" (9,52mm)	459	702	243	626	63	37
No.4(4,75 mm)	531	658	127	753	75	25
No.8(2,36 mm)	327	493	166	919	92	8
No.30(0,60mm)	293	357	64	984	98	2
No.50(0,30mm)	376	381	5	989	99	1
No.100(0,15mm)	352	356	5	993	99	1
No.200(0,75mm)	337	341	4	997	100	0
PAN	375	377	2	1000	100	0

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{666}{100} = 6,66$$

Kesimpulan = $5,0 \leq 6,66 \leq 8,0$ Syarat Terpenuhi (OK)

B. PERENCANAAN ADUKAN BETON

1. Merencanakan Nilai Slump

Nilai slump 25-50 mm (dengan superplasticizer), digunakan nilai slump 50 mm.

$$f'_{cr} = \frac{70 + 9,66}{0,90} = 88,51 \text{ MPa}, \text{ Pada umur 28 hari.}$$

2. Ukuran agregat

Untuk kuat tekan ≥ 70 MPa digunakan agregat kasar dengan ukuran 10-20 mm.

3. Kadar agregat kasar

Fraksi volume padat kering oven 0,72, maka berat agregat adalah $0,72 \times 1481 = 1066,32 \text{ kg/m}^3$.

Tabel 1 Fraksi Volume Agregat Kasar Yang Disarankan

Ukuran (mm)	10	15	20	25
Fraksi Volume Padat Kering Oven	0,65	0,68	0,72	0,75

4. Estimasi kadar air dan udara

$$\text{Kadar rongga udara, } V = 1 - \frac{\text{berat isi padat kering oven}}{\text{berat jenis relatif (kering)}} \times 100$$

$$V = 1 - \frac{1605}{2,77 \times 1000} \times 100\% = 42\%$$

Koreksi kadar air dihitung dengan persamaan:

$$\text{Koreksi kadar air, Liter/m}^3 = (V - 35) \times 4,75$$

$$(42 - 35) \times 4,75 = 33,25 \text{ Liter/m}^3.$$

$$\text{Kebutuhan air} = 169 + 33,25 = 202,25 \text{ Liter/m}^3.$$

Tabel 2. Estimasi Pertama Kebutuhan Air Pencampuran dan Kadar Udara Beton Segar Berdasarkan pasir dengan 35% Rongga Udara

Slump (mm)	Air Pencampur (Liter/m ³)				Keterangan
	Ukuran Agregat Kasar Maksimum (mm)				
25 ~ 50	184	175	169	166	
50 ~ 75	190	184	175	172	
75 ~ 100	196	190	181	178	
Kadar Udara (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	Tanpa <i>Superplasticizer</i>
	2,5	2,0	1,5	1,0	Dengan <i>Superplasticizer</i>

Catatan :

- Kebutuhan air pencampuran pada tabel di atas adalah untuk beton kekuatan tinggi sebelum diberi *superplasticizer*.
- Nilai kebutuhan air di atas adalah nilai-nilai maksimum jika agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan bentuk butiran yang baik, permukaannya bersih, dan bergradasi baik sesuai ASTM C 33.
- Nilai-nilai harus dikoreksi jika rongga udara pasir bukan 35%. Menggunakan persamaan 5.

5. Rasio air dengan bahan bersifat semen

Rasio = 0,26

Tabel 4 Rasio W/(c + p) Maksimum yang disarankan (dengan SUPERPLASTICIZER)

Kekuatan Lapangan f_{cr} (MPa)		W/(c + p)			
		Ukuran Agregat Maksimum (mm)			
		10	15	20	25
48,3	28 hari	0,50	0,48	0,45	0,43
	56 hari	0,55	0,52	0,48	0,46
55,2	28 hari	0,44	0,42	0,40	0,38
	56 hari	0,48	0,45	0,42	0,40
62,1	28 hari	0,38	0,36	0,35	0,34
	56 hari	0,42	0,39	0,37	0,36
69,0	28 hari	0,33	0,32	0,31	0,30
	56 hari	0,37	0,35	0,33	0,32
75,9	28 hari	0,30	0,29	0,27	0,27
	56 hari	0,33	0,31	0,29	0,29
82,8	28 hari	0,27	0,26	0,25	0,25
	56 hari	0,30	0,28	0,27	0,26

$$f_{cr} = f_c' + 9,66 \text{ (MPa)}$$

6. Menghitung kadar bahan bersifat semen

$$\text{Semen} = \frac{202,25}{0,26} = 777,88 \text{ kg} / \text{m}^3$$

7. Proporsi campuran dasar dengan semen portland

$$\text{Semen portland} = 777,88 : 3,15 \times 1000 = 0,2469 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregat kasar} = 1066,32 : 2,78 \times 1000 = 0,3836 \text{ m}^3$$

$$\text{Air} = 202,25 : 1000 = 0,2023 \text{ m}^3$$

$$\text{Kadar udara} = = 0,015 \text{ m}^3$$

$$\text{Sub total} = 0,8478 \text{ m}^3$$

$$\text{Kebutuhan pasir per m}^3 = 1 - 0,8478 = 0,1522 \text{ m}^3$$

$$\text{Konversi menjadi berat pasir kering} = 0,1522 \times 2,77 \times 1000$$

$$= 421,59 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 1. Proporsi campuran

Variasi	Air (Liter/m ³)	Semen (kg/m ³)	Agregat kasar (kg/m ³)	Agregat halus (kg/m ³)	Superplasticizer (kg/m ³)	Silica fume (kg/m ³)
Variasi 1	202,25	762,32	1066,32	421,59	15,56	-
Variasi 2	202,25	724,2	1066,32	421,59	15,56	38,12
Variasi 3	202,25	705,15	1066,32	421,59	15,56	57,17
Variasi 4	202,25	686,09	1066,32	421,59	15,56	76,23
Variasi 5	202,25	667,03	1066,32	421,59	15,56	95,29

C. PENGUJIAN BETON**C.1. TANGGAL PENGUJIAN BETON**

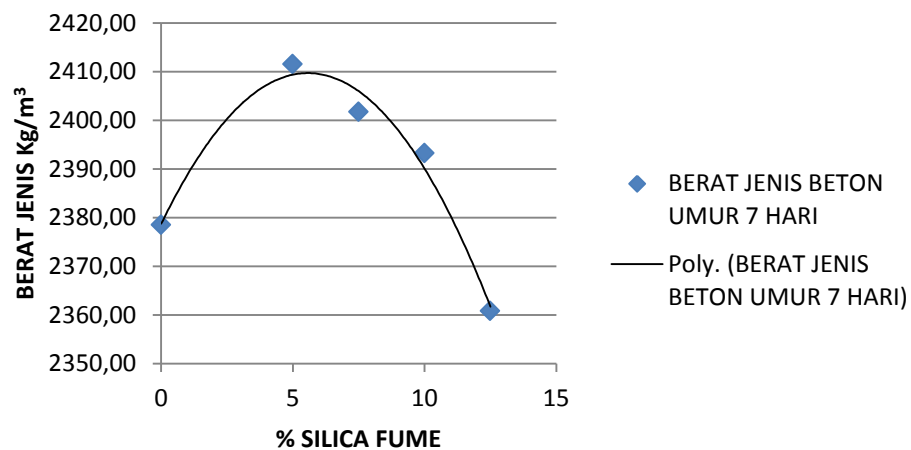
NO	Variasi <i>Silica Fume</i>	Uji 7 Hari	Uji 14 Hari	Uji 28 Hari
1	0	20 November 2016	27 November 2016	20 Januari 2017
2	5	20 November 2016	27 November 2016	20 Januari 2017
3	7,5	20 November 2016	27 November 2016	20 Januari 2017
4	10	20 November 2016	27 November 2016	20 Januari 2017
5	12,5	20 November 2016	27 November 2016	20 Januari 2017

C.2. PEMERIKSAAN BERAT JENIS BENDA UJI

BENDA UJI PADA UMUR 7 HARI

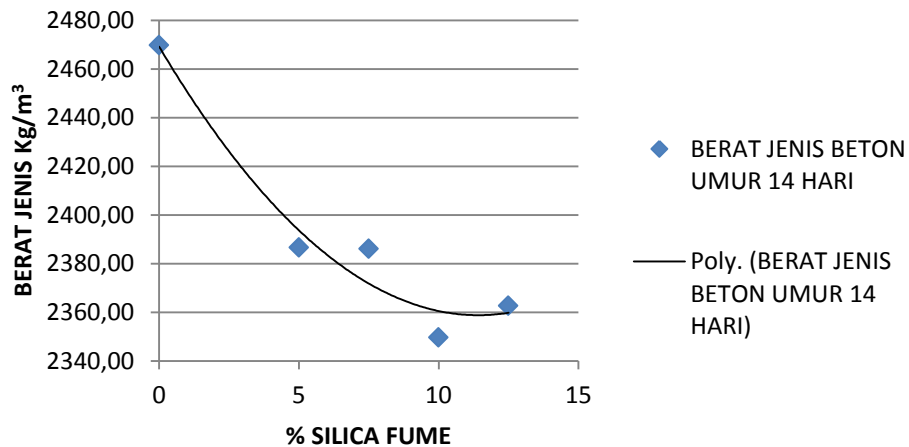
Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Berat Beton (kg)	Berat Jenis	Berat Jenis Rerata
			kg/m ³	kg/m ³
1	0	12,04	2428,42	2378,49
		12,12	2334,69	
		12,1	2372,37	
2	5	12,82	2420,61	2411,51
		12,68	2364,83	
		12,46	2449,09	
3	7,5	12,76	2357,02	2401,70
		12,5	2392,62	
		12,94	2455,46	
4	10	12,78	2395,35	2393,22
		12,86	2421,55	
		12,32	2362,77	
5	12,5	12,72	2356,62	2360,82
		12,74	2340,29	
		12,66	2385,55	

BERAT JENIS BETON UMUR 7 HARI



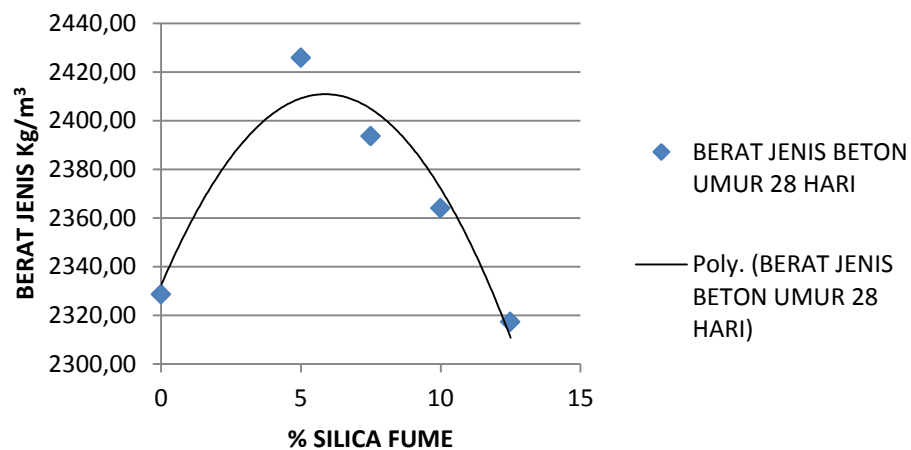
BENDA UJI PADA UMUR 14 HARI

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Berat Beton (kg)	Berat Jenis	Berat Jenis Rerata kg/m ³
			kg/m ³	
1	0	12,74	2430,16	2469,79
		12,82	2560,84	
		12,7	2418,37	
2	5	12,8	2402,54	2386,57
		12,54	2395,22	
		11,9	2361,95	
3	7,5	12,66	2398,42	2386,07
		12,62	2375,69	
		12,52	2384,09	
4	10	12,78	2363,87	2349,64
		12,52	2368,92	
		12,34	2316,14	
5	12,5	12	2394,47	2362,70
		12	2308,02	
		12,24	2385,61	

BERAT JENIS BETON UMUR 14 HARI

BENDA UJI PADA UMUR 28 HARI

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Berat Beton (kg)	Berat Jenis	Berat Jenis Rerata kg/m ³
			kg/m ³	
1	0	12,4	2416,43	2328,54
		11,98	2260,74	
		12,18	2308,45	
2	5	12,68	2422,71	2425,75
		12,54	2403,04	
		12,98	2451,50	
3	7,5	12,74	2355,68	2393,60
		12,64	2431,61	
		12,4	2393,50	
4	10	12,58	2376,94	2363,92
		12,34	2357,42	
		12,46	2357,39	
5	12,5	12,04	2268,54	2317,29
		12,1	2308,51	
		12,62	2374,83	

BERAT JENIS BETON UMUR 28 HARI

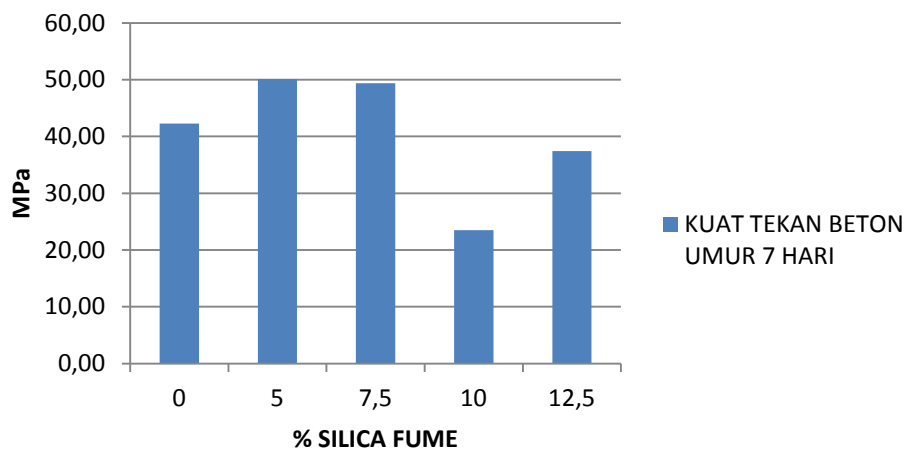
C.3. PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BETON

KUAT TEKAN BETON UMUR 7 HARI

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Beban Maksimum	f'c	f'c Rata-rata
		KN	MPa	MPa
1	0	780	43,14	42,25
		785	41,48	
		780	42,13	
2	5	860	47,88	50,09
		800	44,83	
		1030	57,57	
3	7,5	915	50,60	49,38
		845	48,38	
		860	49,17	
4	10	400	22,42	23,52
		430	24,29	
		425	23,85	
5	12,5	730	40,48	37,50
		570	31,28	
		720	40,46	

Keterangan : Nilai yang di coret tidak di perhitungkan

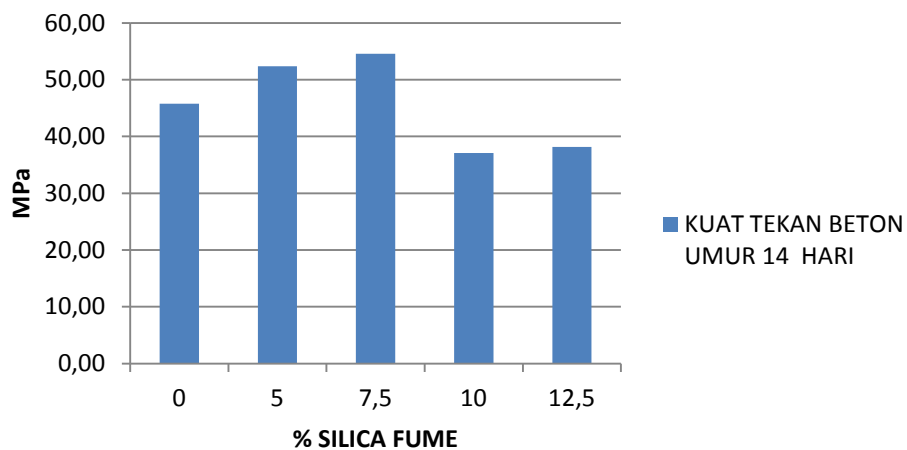
KUAT TEKAN BETON UMUR 7 HARI



KUAT TEKAN BETON UMUR 14 HARI

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Beban Maksimum	f'c	f'c Rata-rata
		KN	MPa	MPa
1	0	800	44,36	45,75
		680	38,41	
		850	47,13	
2	5	1000	56,12	52,35
		390	21,74	
		860	57,57	
3	7,5	895	50,29	54,59
		970	54,36	
		1055	59,12	
4	10	690	38,16	37,06
		820	45,83	
		645	35,96	
5	12,5	650	36,96	38,15
		600	33,94	
		775	43,55	

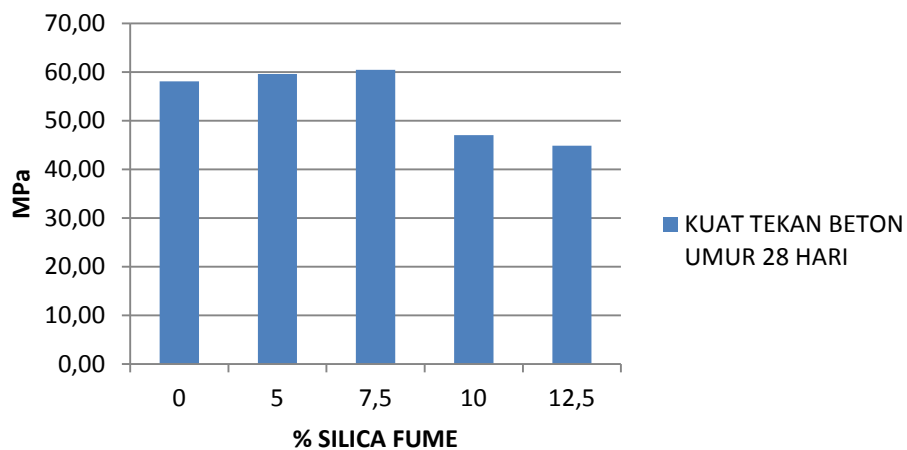
Keterangan : Nilai yang di coret tidak di perhitungkan

KUAT TEKAN BETON UMUR 14 HARI

KUAT TEKAN BETON UMUR 28 HARI

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Beban Maksimum	f'c	f'c Rata-rata
		KN	MPa	MPa
1	0	1145	63,32	58,08
		1000	52,84	
		880	47,53	
2	5	1000	56,12	59,55
		730	40,69	
		1115	62,99	
3	7,5	1020	56,41	60,41
		1125	64,41	
		435	24,87	
4	10	850	47,64	47,03
		825	46,60	
		835	46,86	
5	12,5	1010	56,01	44,83
		825	45,27	
		790	44,39	

Keterangan : Nilai yang di coret tidak di perhitungkan

KUAT TEKAN BETON UMUR 28 HARI

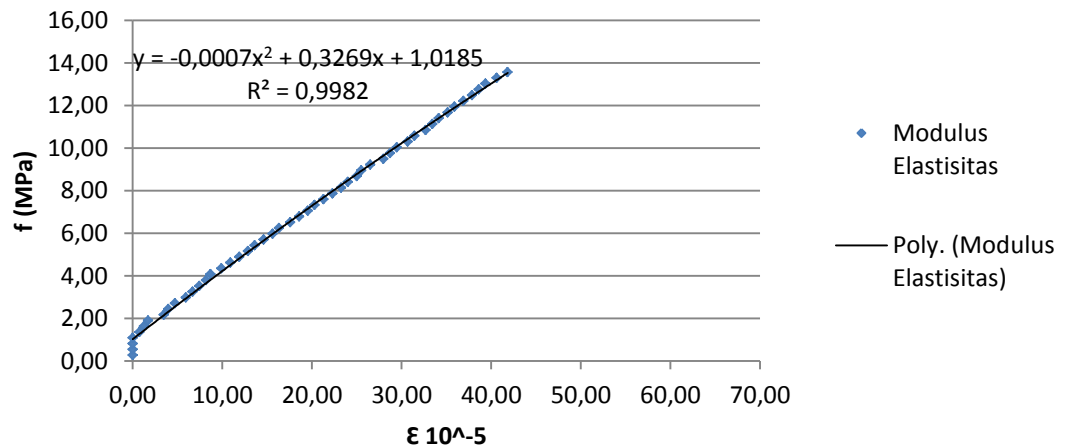
C.4. PEMERIKSAAN MODULUS ELASTISITAS

% Silica Fume	= 0	Ao	= 18081,56 mm ²
Po	= 202 mm	Beban max	= 25000 kgf
Do	= 151,7 mm	E	= 30180,28 MPa

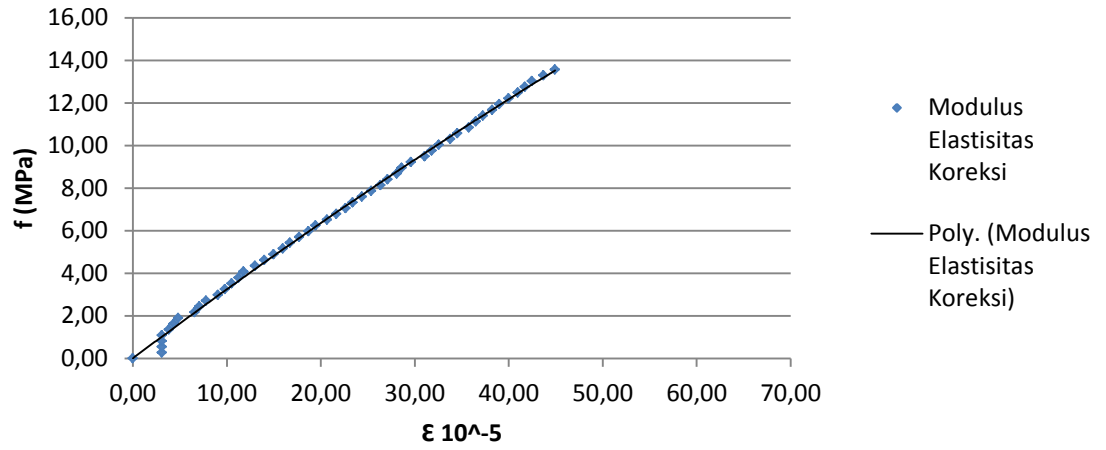
Beban		ΔP (10^{-3})	$0,5 \times \Delta P$ (10^{-3})	f MPa	ϵ 10^{-5}	ϵ koreksi 10^{-5}
kgf	N					
0	0	0	0	0,00	-3,10	0,00
500	4905	0	0	0,27	0,00	3,10
1000	9810	0	0	0,54	0,00	3,10
1500	14715	0	0	0,81	0,00	3,10
2000	19620	0	0	1,09	0,00	3,10
2500	24525	3	1,5	1,36	0,74	3,84
3000	29430	5	2,5	1,63	1,24	4,33
3500	34335	7	3,5	1,90	1,73	4,83
4000	39240	14	7	2,17	3,47	6,56
4500	44145	16	8	2,44	3,96	7,06
5000	49050	19	9,5	2,71	4,70	7,80
5500	53955	24	12	2,98	5,94	9,04
6000	58860	27	13,5	3,26	6,68	9,78
6500	63765	30	15	3,53	7,43	10,52
7000	68670	33	16,5	3,80	8,17	11,26
7500	73575	35	17,5	4,07	8,66	11,76
8000	78480	40	20	4,34	9,90	13,00
8500	83385	44	22	4,61	10,89	13,99
9000	88290	48	24	4,88	11,88	14,98
9500	93195	52	26	5,15	12,87	15,97
10000	98100	55	27,5	5,43	13,61	16,71
10500	103005	59	29,5	5,70	14,60	17,70
11000	107910	63	31,5	5,97	15,59	18,69
11500	112815	66	33	6,24	16,34	19,43
12000	117720	71	35,5	6,51	17,57	20,67
12500	122625	75	37,5	6,78	18,56	21,66
13000	127530	79	39,5	7,05	19,55	22,65
13500	132435	82	41	7,32	20,30	23,39
14000	137340	86	43	7,60	21,29	24,38
14500	142245	90	45	7,87	22,28	25,37
15000	147150	94	47	8,14	23,27	26,36
15500	152055	97	48,5	8,41	24,01	27,10

16000	156960	101	50,5	8,68	25,00	28,10
16500	161865	103	51,5	8,95	25,50	28,59
17000	166770	107	53,5	9,22	26,49	29,58
17500	171675	113	56,5	9,49	27,97	31,07
18000	176580	116	58	9,77	28,71	31,81
18500	181485	119	59,5	10,04	29,46	32,55
19000	186390	124	62	10,31	30,69	33,79
19500	191295	127	63,5	10,58	31,44	34,53
20000	196200	132	66	10,85	32,67	35,77
20500	201105	135	67,5	11,12	33,42	36,51
21000	206010	138	69	11,39	34,16	37,25
21500	210915	142	71	11,66	35,15	38,24
22000	215820	145	72,5	11,94	35,89	38,99
22500	220725	149	74,5	12,21	36,88	39,98
23000	225630	153	76,5	12,48	37,87	40,97
23500	230535	156	78	12,75	38,61	41,71
24000	235440	159	79,5	13,02	39,36	42,45
24500	240345	164	82	13,29	40,59	43,69
25000	245250	169	84,5	13,56	41,83	44,93

Modulus Elastisitas



Modulus Elastisitas Koreksi

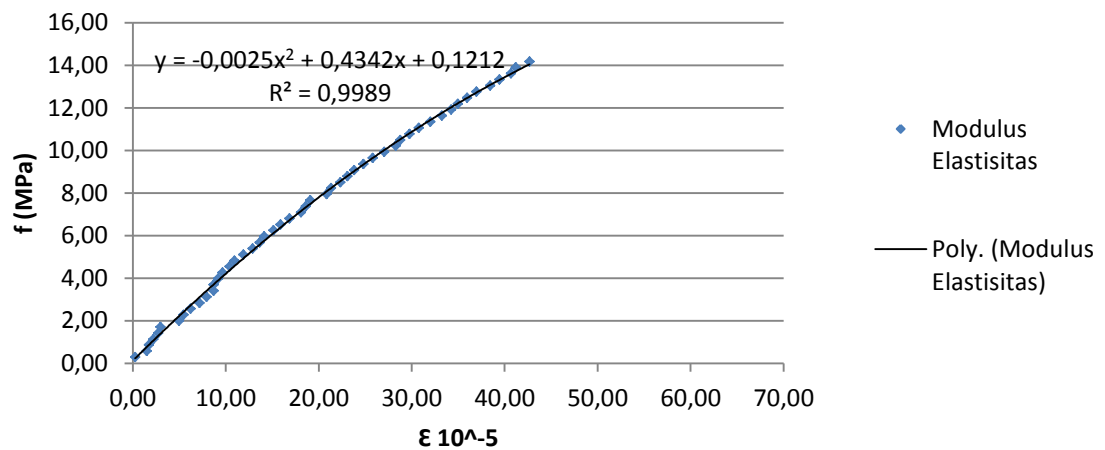


% Silica Fume	= 5	Ao	= 17303,44 mm ²
Po	= 201,5 mm	Beban max	= 25000 kgf
Do	= 148,4 mm	E	= 32984,17 MPa

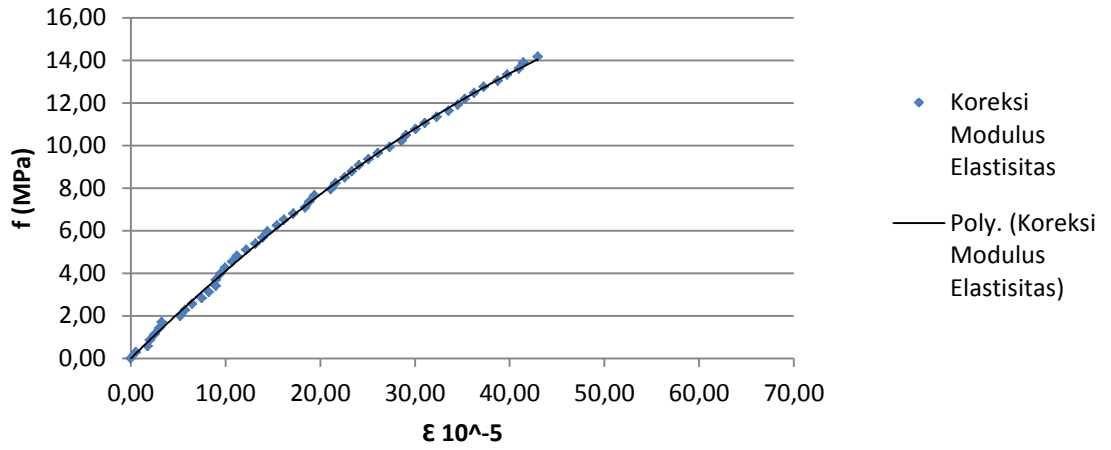
Beban		ΔP (10 ⁻³)	0,5x ΔP (10 ⁻³)	f	ϵ	ϵ koreksi
kgf	N			MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	-0,28	0,00
500	4905	1	0,5	0,28	0,25	0,53
1000	9810	6	3	0,57	1,49	1,77
1500	14715	7	3,5	0,85	1,74	2,01
2000	19620	9	4,5	1,13	2,23	2,51
2500	24525	11	5,5	1,42	2,73	3,01
3000	29430	12	6	1,70	2,98	3,26
3500	34335	20	10	1,98	4,96	5,24
4000	39240	22	11	2,27	5,46	5,74
4500	44145	25	12,5	2,55	6,20	6,48
5000	49050	29	14,5	2,83	7,20	7,47
5500	53955	32	16	3,12	7,94	8,22
6000	58860	35	17,5	3,40	8,68	8,96
6500	63765	35	17,5	3,69	8,68	8,96
7000	68670	37	18,5	3,97	9,18	9,46
7500	73575	39	19,5	4,25	9,68	9,96
8000	78480	42	21	4,54	10,42	10,70
8500	83385	44	22	4,82	10,92	11,20
9000	88290	48	24	5,10	11,91	12,19
9500	93195	52	26	5,39	12,90	13,18
10000	98100	55	27,5	5,67	13,65	13,93
10500	103005	57	28,5	5,95	14,14	14,42
11000	107910	61	30,5	6,24	15,14	15,41
11500	112815	64	32	6,52	15,88	16,16
12000	117720	68	34	6,80	16,87	17,15
12500	122625	73	36,5	7,09	18,11	18,39
13000	127530	75	37,5	7,37	18,61	18,89
13500	132435	77	38,5	7,65	19,11	19,38
14000	137340	84	42	7,94	20,84	21,12
14500	142245	86	43	8,22	21,34	21,62
15000	147150	90	45	8,50	22,33	22,61
15500	152055	93	46,5	8,79	23,08	23,35
16000	156960	96	48	9,07	23,82	24,10
16500	161865	100	50	9,35	24,81	25,09

17000	166770	104	52	9,64	25,81	26,08
17500	171675	109	54,5	9,92	27,05	27,33
18000	176580	114	57	10,20	28,29	28,57
18500	181485	116	58	10,49	28,78	29,06
19000	186390	120	60	10,77	29,78	30,05
19500	191295	124	62	11,06	30,77	31,05
20000	196200	129	64,5	11,34	32,01	32,29
20500	201105	134	67	11,62	33,25	33,53
21000	206010	138	69	11,91	34,24	34,52
21500	210915	141	70,5	12,19	34,99	35,27
22000	215820	145	72,5	12,47	35,98	36,26
22500	220725	149	74,5	12,76	36,97	37,25
23000	225630	155	77,5	13,04	38,46	38,74
23500	230535	159	79,5	13,32	39,45	39,73
24000	235440	164	82	13,61	40,69	40,97
24500	240345	166	83	13,89	41,19	41,47
25000	245250	172	86	14,17	42,68	42,96

Modulus Elastisitas



Koreksi Modulus Elastisitas



% Silica Fume = 7,5

$A_o = 18153,14 \text{ mm}^2$

$P_o = 202,6 \text{ mm}$

Beban max = 25000 kgf

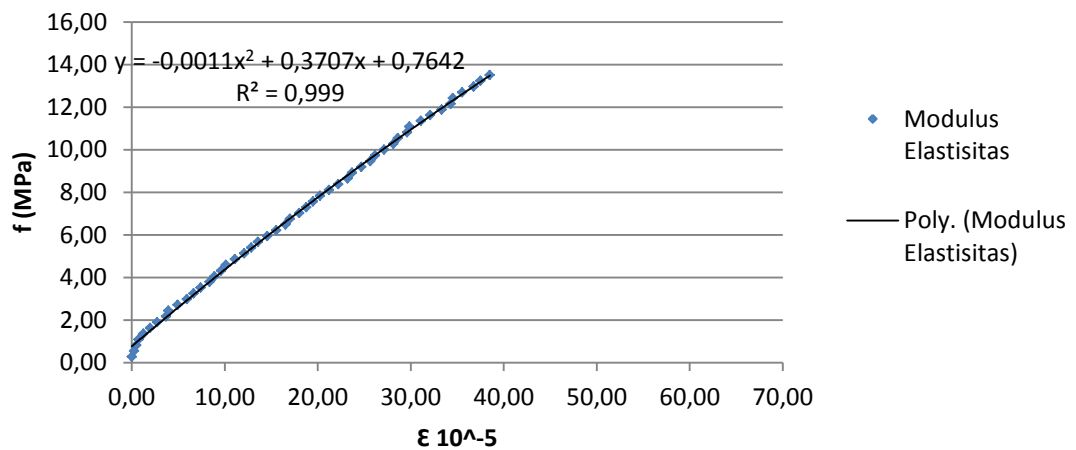
$D_o = 152 \text{ mm}$

$E = 33316,89 \text{ MPa}$

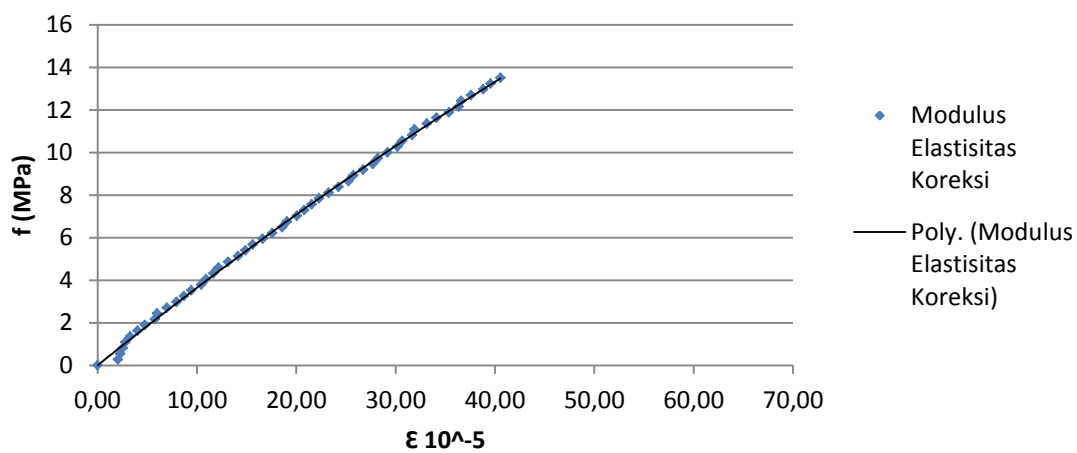
Beban		$\Delta P (10^{-3})$	$0,5 \times \Delta P (10^{-3})$	f	ϵ	ϵ koreksi
kgf	N					
0	0	0	0	0	-2,05	0,00
500	4905	0	0	0,27	0,00	2,05
1000	9810	1	0,5	0,54	0,25	2,30
1500	14715	2	1	0,81	0,49	2,54
2000	19620	3	1,5	1,08	0,74	2,79
2500	24525	5	2,5	1,35	1,23	3,28
3000	29430	8	4	1,62	1,97	4,02
3500	34335	11	5,5	1,89	2,71	4,76
4000	39240	15	7,5	2,16	3,70	5,75
4500	44145	16	8	2,43	3,95	6,00
5000	49050	20	10	2,70	4,94	6,98
5500	53955	24	12	2,97	5,92	7,97
6000	58860	27	13,5	3,24	6,66	8,71
6500	63765	30	15	3,51	7,40	9,45
7000	68670	34	17	3,78	8,39	10,44
7500	73575	36	18	4,05	8,88	10,93
8000	78480	39	19,5	4,32	9,62	11,67
8500	83385	41	20,5	4,59	10,12	12,17
9000	88290	45	22,5	4,86	11,11	13,15
9500	93195	49	24,5	5,13	12,09	14,14
10000	98100	52	26	5,40	12,83	14,88
10500	103005	55	27,5	5,67	13,57	15,62
11000	107910	59	29,5	5,94	14,56	16,61
11500	112815	63	31,5	6,21	15,55	17,60
12000	117720	67	33,5	6,48	16,54	18,58
12500	122625	69	34,5	6,76	17,03	19,08
13000	127530	73	36,5	7,03	18,02	20,06
13500	132435	76	38	7,30	18,76	20,81
14000	137340	79	39,5	7,57	19,50	21,55
14500	142245	82	41	7,84	20,24	22,29
15000	147150	86	43	8,11	21,22	23,27
15500	152055	90	45	8,38	22,21	24,26
16000	156960	94	47	8,65	23,20	25,25

16500	161865	96	48	8,92	23,69	25,74
17000	166770	100	50	9,19	24,68	26,73
17500	171675	104	52	9,46	25,67	27,72
18000	176580	106	53	9,73	26,16	28,21
18500	181485	110	55	10,00	27,15	29,20
19000	186390	114	57	10,27	28,13	30,18
19500	191295	116	58	10,54	28,63	30,68
20000	196200	120	60	10,81	29,62	31,66
20500	201105	121	60,5	11,08	29,86	31,91
21000	206010	126	63	11,35	31,10	33,14
21500	210915	130	65	11,62	32,08	34,13
22000	215820	135	67,5	11,89	33,32	35,37
22500	220725	139	69,5	12,16	34,30	36,35
23000	225630	140	70	12,43	34,55	36,60
23500	230535	144	72	12,70	35,54	37,59
24000	235440	149	74,5	12,97	36,77	38,82
24500	240345	152	76	13,24	37,51	39,56
25000	245250	156	78	13,51	38,50	40,55

Modulus Elastisitas



Modulus Elastisitas Koreksi



% Silica Fume = 10

Ao = 17843,96 mm²

Po = 201,6 mm

Beban max = 25000 kgf

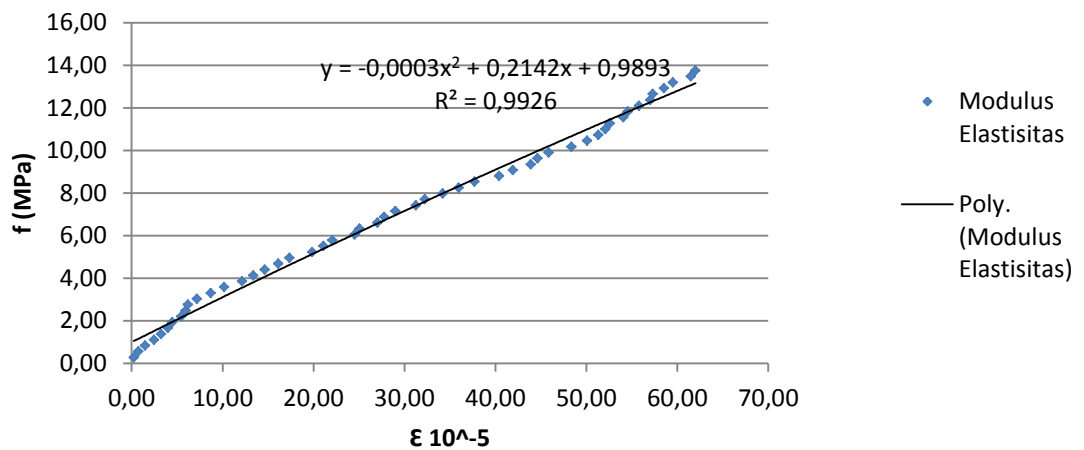
Do = 150,7 mm

E = 20633,73 MPa

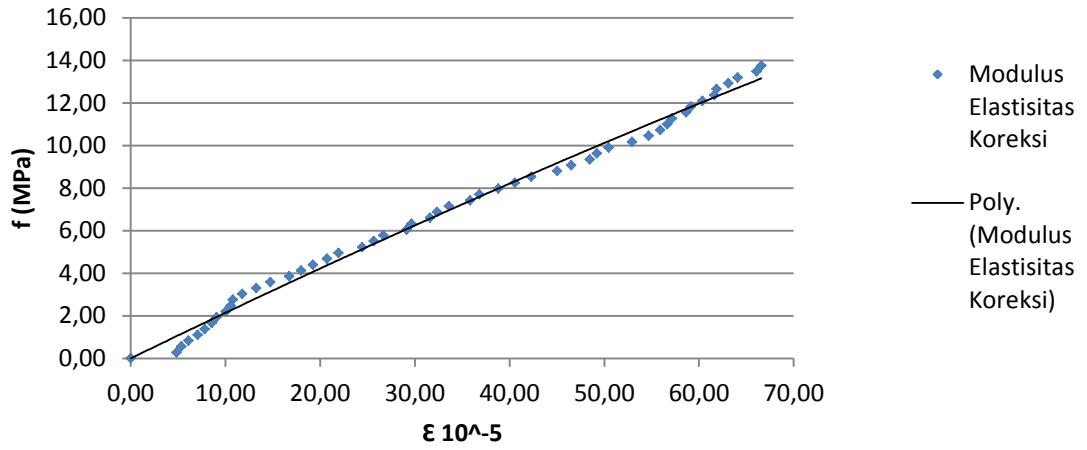
Beban		ΔP (10 ⁻³)	0,5x ΔP (10 ⁻³)	f	ϵ	ϵ koreksi
kgf	N			MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	-4,59	0,00
500	4905	1	0,5	0,27	0,25	4,84
1000	9810	3	1,5	0,55	0,74	5,33
1500	14715	6	3	0,82	1,49	6,08
2000	19620	10	5	1,10	2,48	7,07
2500	24525	13	6,5	1,37	3,22	7,81
3000	29430	16	8	1,65	3,97	8,56
3500	34335	18	9	1,92	4,46	9,05
4000	39240	22	11	2,20	5,46	10,05
4500	44145	24	12	2,47	5,95	10,54
5000	49050	25	12,5	2,75	6,20	10,79
5500	53955	29	14,5	3,02	7,19	11,78
6000	58860	35	17,5	3,30	8,68	13,27
6500	63765	41	20,5	3,57	10,17	14,76
7000	68670	49	24,5	3,85	12,15	16,74
7500	73575	54	27	4,12	13,39	17,98
8000	78480	59	29,5	4,40	14,63	19,22
8500	83385	65	32,5	4,67	16,12	20,71
9000	88290	70	35	4,95	17,36	21,95
9500	93195	80	40	5,22	19,84	24,43
10000	98100	85	42,5	5,50	21,08	25,67
10500	103005	89	44,5	5,77	22,07	26,66
11000	107910	99	49,5	6,05	24,55	29,14
11500	112815	101	50,5	6,32	25,05	29,64
12000	117720	109	54,5	6,60	27,03	31,62
12500	122625	112	56	6,87	27,78	32,37
13000	127530	117	58,5	7,15	29,02	33,61
13500	132435	126	63	7,42	31,25	35,84
14000	137340	130	65	7,70	32,24	36,83
14500	142245	138	69	7,97	34,23	38,82
15000	147150	145	72,5	8,25	35,96	40,55
15500	152055	152	76	8,52	37,70	42,29
16000	156960	163	81,5	8,80	40,43	45,02
16500	161865	169	84,5	9,07	41,91	46,50

17000	166770	177	88,5	9,35	43,90	48,49
17500	171675	180	90	9,62	44,64	49,23
18000	176580	185	92,5	9,90	45,88	50,47
18500	181485	195	97,5	10,17	48,36	52,95
19000	186390	202	101	10,45	50,10	54,69
19500	191295	207	103,5	10,72	51,34	55,93
20000	196200	210	105	11,00	52,08	56,67
20500	201105	212	106	11,27	52,58	57,17
21000	206010	218	109	11,55	54,07	58,66
21500	210915	220	110	11,82	54,56	59,15
22000	215820	225	112,5	12,09	55,80	60,39
22500	220725	230	115	12,37	57,04	61,63
23000	225630	231	115,5	12,64	57,29	61,88
23500	230535	236	118	12,92	58,53	63,12
24000	235440	240	120	13,19	59,52	64,11
24500	240345	248	124	13,47	61,51	66,10
25000	245250	250	125	13,74	62,00	66,59

Modulus Elastisitas



Modulus Elastisitas Koreksi



% Silica Fume = 12,5

$A_o = 18224,87 \text{ mm}^2$

$P_o = 201,8 \text{ mm}$

Beban max = 25000 kgf

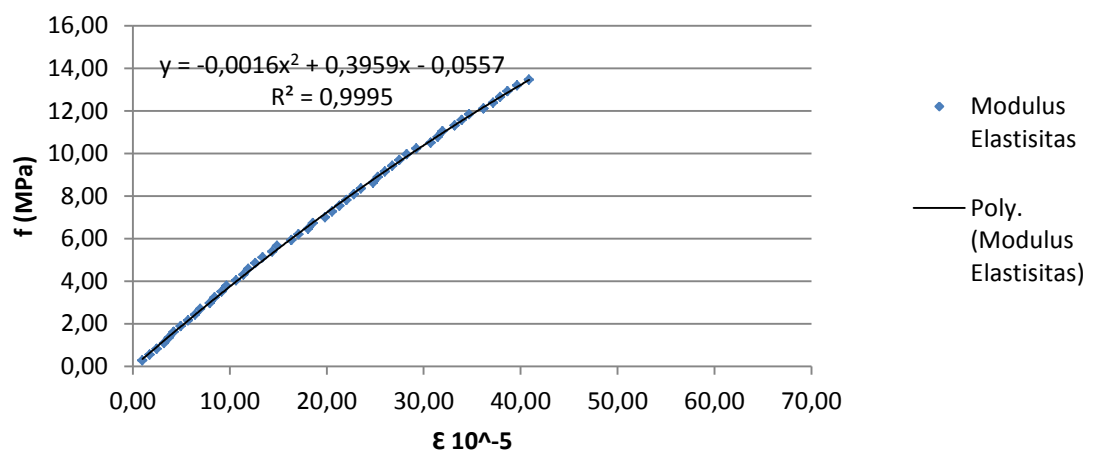
$D_o = 152,3 \text{ mm}$

$E = 33038,78 \text{ MPa}$

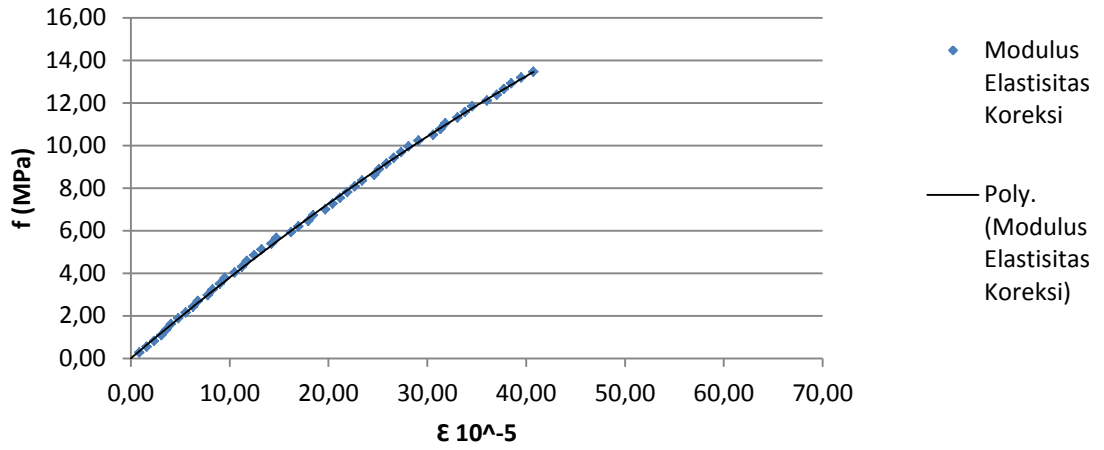
Beban		$\Delta P (10^{-3})$	$0,5 \times \Delta P (10^{-3})$	f	ϵ	ϵ koreksi
kgf	N			MPa	10^{-5}	10^{-5}
0	0	0	0	0,00	-1,17	0,00
500	4905	4	2	0,27	0,99	0,85
1000	9810	7	3,5	0,54	1,73	1,59
1500	14715	10	5	0,81	2,48	2,34
2000	19620	13	6,5	1,08	3,22	3,08
2500	24525	15	7,5	1,35	3,72	3,58
3000	29430	17	8,5	1,61	4,21	4,07
3500	34335	20	10	1,88	4,96	4,81
4000	39240	23	11,5	2,15	5,70	5,56
4500	44145	26	13	2,42	6,44	6,30
5000	49050	28	14	2,69	6,94	6,80
5500	53955	32	16	2,96	7,93	7,79
6000	58860	34	17	3,23	8,42	8,28
6500	63765	37	18,5	3,50	9,17	9,03
7000	68670	39	19,5	3,77	9,66	9,52
7500	73575	43	21,5	4,04	10,65	10,51
8000	78480	46	23	4,31	11,40	11,26
8500	83385	48	24	4,58	11,89	11,75
9000	88290	51	25,5	4,84	12,64	12,50
9500	93195	54	27	5,11	13,38	13,24
10000	98100	58	29	5,38	14,37	14,23
10500	103005	60	30	5,65	14,87	14,73
11000	107910	66	33	5,92	16,35	16,21
11500	112815	69	34,5	6,19	17,10	16,96
12000	117720	73	36,5	6,46	18,09	17,95
12500	122625	75	37,5	6,73	18,58	18,44
13000	127530	80	40	7,00	19,82	19,68
13500	132435	83	41,5	7,27	20,56	20,42
14000	137340	86	43	7,54	21,31	21,17
14500	142245	89	44,5	7,80	22,05	21,91
15000	147150	92	46	8,07	22,79	22,65
15500	152055	95	47,5	8,34	23,54	23,40
16000	156960	100	50	8,61	24,78	24,64
16500	161865	102	51	8,88	25,27	25,13

17000	166770	105	52,5	9,15	26,02	25,88
17500	171675	108	54	9,42	26,76	26,62
18000	176580	111	55,5	9,69	27,50	27,36
18500	181485	114	57	9,96	28,25	28,11
19000	186390	118	59	10,23	29,24	29,10
19500	191295	124	62	10,50	30,72	30,58
20000	196200	127	63,5	10,77	31,47	31,33
20500	201105	129	64,5	11,03	31,96	31,82
21000	206010	134	67	11,30	33,20	33,06
21500	210915	137	68,5	11,57	33,94	33,80
22000	215820	140	70	11,84	34,69	34,55
22500	220725	146	73	12,11	36,17	36,03
23000	225630	150	75	12,38	37,17	37,02
23500	230535	153	76,5	12,65	37,91	37,77
24000	235440	156	78	12,92	38,65	38,51
24500	240345	160	80	13,19	39,64	39,50
25000	245250	165	82,5	13,46	40,88	40,74

Modulus Elastisitas

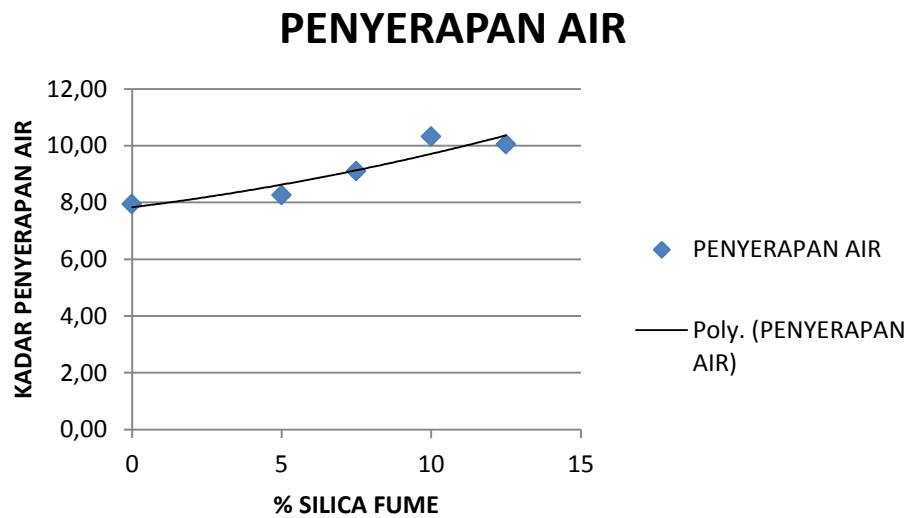


Modulus Elastisitas Koreksi



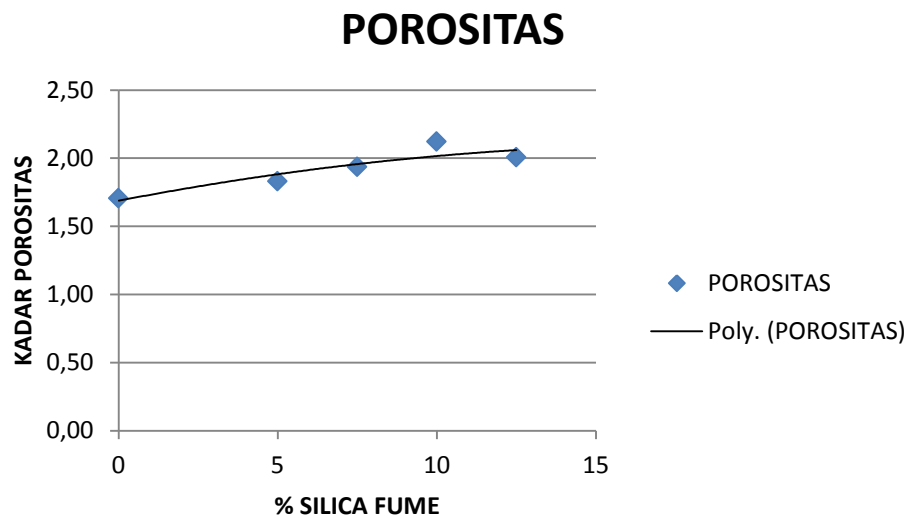
C.5. PEMERIKSAAN KADAR PENYERAPAN AIR

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Berat Beton SSD	Berat Beton Kering Oven	% Kadar Penyerapan Air	% Penyerapan Air Rata-rata
		g	g		
1	0	1297,14	1198,48	8,23	7,94
		1308,03	1215	7,66	
2	5	1322,76	1218,51	8,56	8,25
		1348,87	1249,52	7,95	
3	7,5	1257,6	1158,55	8,55	9,10
		1245,5	1135,82	9,66	
4	10	1221,33	1111	9,93	10,32
		1169,12	1056	10,71	
5	12,5	1294,95	1178	9,93	10,05
		1214,44	1102,41	10,16	



C.6. PEMERIKSAAN KADAR POROSITAS BETON

Variasi Beton	% <i>Silica Fume</i>	Berat Beton SSD	Berat Beton Kering Oven	% Porositas	% Porositas Rata-rata
		g	g		
1	0	1297,14	1198,48	1,77	1,71
		1308,03	1215	1,64	
2	5	1322,76	1218,51	1,85	1,83
		1348,87	1249,52	1,81	
3	7,5	1257,6	1158,55	1,85	1,94
		1245,5	1135,82	2,02	
4	10	1221,33	1111	2,07	2,12
		1169,12	1056	2,17	
5	12,5	1294,95	1178	2,05	2,01
		1214,44	1102,41	1,97	



D. DOKUMENTASI PENELITIAN



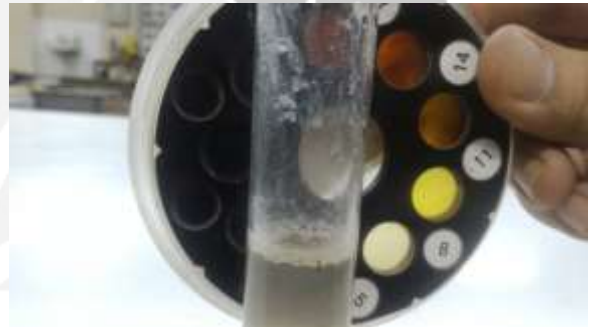
Pengujian Berat Satuan Volume Agregat Kasar



Benda Uji Setelah Dikaping



Pengujian Berat Jenis Pasir



Gardner Standard Color No. 5



Pengujian Penyereapan Pasir



Penuangan Campuran Beton Kedalam Silinder



Pengujian Gradasi Pasir dan Krikil



Gelas Ukur 250 ml



Pengujian Berat Satuan Volume Pasir



Alat Pengujian Berat Satuan Volume



Hasil Pengujian Kuat Tekan



Pengujian Berat Jenis Krikil



Semen Gersik



Pengujian Berat Jenis Beton



Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Modulus Elastisitas



Mesin CTM merek ELE



Mesin UTM merek Shimadzu



Oven



Benda Uji Pengujian Penyerapan Air dan Porositas Beton



Saringan



Hasil Pengujian Slump Flow



Alat Pengujian Keausan Agregat



Pengujian Slump Flow



Silinder Dengan Ukuran 150 mm x 300 mm



Alat Kaping



Silinder Dengan Ukuran 70 mm x 140 mm



Compressometer



Timbangan



Kerucut Abrams



Pasir Silika



Split



Concrete Mixer (Molen)



Pasir Silika



Silica Fume



Superplasticizer