

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan mengenai Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang *High Volume Fly Ash* dengan bahan tambah *superplasticizer* 0,4% dan substitusi *fly ash* sebesar 50% dari berat semen, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berat jenis rerata BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 2453,31 kg/m³ dan 2485,58 kg/m³. Dari hasil berat jenis beton yang didapatkan tersebut dapat disimpulkan bahwa beton tersebut tergolong dalam beton normal, karena memiliki berat jenis beton yang berkisar di antara 2300-2500 kg/m³.
2. Kuat tekan rerata BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 28,57 MPa dan 31,47 MPa. Kuat tekan yang dihasilkan beton HVFA 4,75 lebih besar jika dibandingkan dengan beton HVFA 20.
3. Modulus elastisitas rerata BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 25077,84 MPa dan 28031,22 MPa. Hubungan antara kuat tekan dan modulus elastisitas beton berbanding lurus bila dilihat dari hasil pengujian. Semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan, semakin besar pula modulus elastisitas yang dapat dicapai oleh beton tersebut.

4. Kuat lentur murni rerata BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 3,31 MPa dan 4,656 MPa. Kuat lentur murni BHVFA 4,75 lebih besar jika dibandingkan dengan BHVFA 20.
5. Beban retak pertama rerata balok BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 18,2454 kN dan 19,5938 kN.
6. Beban leleh rerata balok BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 48,829 kN dan 50,4495 kN.
7. Kuat lentur rerata balok BHVFA 20 dan BHVFA 4,75 pada umur 28 hari berturut-turut adalah 56,798 kN dan 64,403 kN.
8. Secara keseluruhan, baik pengujian silinder dan balok terjadi peningkatan nilai hasil pengujian pada BHVFA 4,75. Pengujian yang dimaksud antara lain pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lentur beton, serta pengujian kapasitas lentur balok. Sedangkan BHVFA 20, memiliki nilai yang lebih kecil untuk setiap pengujiannya.

6.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah melihat hasil penelitian mengenai Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang *High Volume Fly Ash* adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan persentase *superplastizicer* yang lebih besar sehingga diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton dan kapasitas lentur balok.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *fly ash* pada campuran beton agar hasil yang diinginkan dapat tercapai.
3. Pada saat penuangan adukan beton ke dalam cetakan, sebaiknya digunakan alat *vibrator* untuk memadatkan adukan beton tersebut di dalam cetakan, sehingga beton menjadi lebih padat dan tidak ada rongga-rongga kosong di dalam beton tersebut, agar pada saat pengujian hasil yang didapatkan sesuai dengan hipotesa yang ada.
4. Sebaiknya pengecoran dilakukan dalam sekali pengadukan. Tujuannya agar setiap hasil pengujian yang didapatkan berasal dari adukan beton yang sama.
5. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan tipe *fly ash* yang berbeda dari pengujian ini. Pada pengujian ini *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe F.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, C. P., 2016. *Korelasi Kadar Fly Ash Terhadap Kinerja Beton High Volume Fly Ash (HVFA) Dengan Bahan Tambah Superplasticizer*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- ASTM C.78-02, 2002, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*, Annual Book of ASTM Standards, USA.
- Malhotra, V. M., Mehta, P. K., 2005, *High Performance, High-Volume Fly Ash Concrete: materials, mixture proportioning, properties, construction practice, and case histories*, Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., Ottawa.
- Mukti, D. K., 2016. *Pengaruh High Volume Fly Ash Concrete Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Geser Balok*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Nawy, E.G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerjemah Ir. Bambang Suryoatmono, M.sSc., Penerbit Eresco, Bandung.
- Purba, R. A., 2016. *Pengaruh High Volume Fly Ash Concrete Substitusi Semen Terhadap Kuat Geser Balok*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Purwati, Agus., As'ad, Sholihin dan Sunarmasto., 2014. *Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80*, e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- P.T. SIKA Indonesia, 2013, *Viscocrete-1003*, Product Data Sheet
- Rarta, T. A., 2016. *Korelasi Kadar Superplasticizer Terhadap Sifat Mekanis Beton High Volume Fly Ash (HVFA) Sebagai Substitusi Semen*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Siahaan, Hanavi., 2014. *Pengaruh Penggunaan Baja Profil Siku Terhadap Kuat Lentur Balok*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 2052:2014, *Baja Tulang Beton*, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 2847:2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.

Spiegel, L., dan Limbrunner, G., 1991, *Desain Baja Struktural Terapan*, Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Eresco, Bandung.

Tansia, Nike., 2017. *Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Pada Beton High Volume Fly Ash (HVFA)*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Yogyakarta 1996, Yogyakarta.

Vis, W.C., dan Gideon H.K., 1993, *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.

Wang, C. K. and Salmon, C.G., (alih bahasa : Binsar Hariandja), 1986. *Disain Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.



A. PENGUJIAN BAHAN

A.1 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 23 Maret 2017
- II. Bahan
- a. Pasir Kering Tungku, asal : Kali Progo, berat : 100,15 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 – 110⁰C
- IV. Pasir + Piring Masuk Tungku
- V. Hasil
- Pasir + Piring Keluar Tungku
- a. Berat Pasir : 98,38 gram
- Kandungan Lumpur : $\frac{100,15 - 98,38}{98,38} \times 100\%$
- : 1,80%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 1,80% < 5%, maka syarat terpenuhi

(OK).



A.2 PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

I. Waktu Pemeriksaan : 23 Maret 2017

II. Bahan

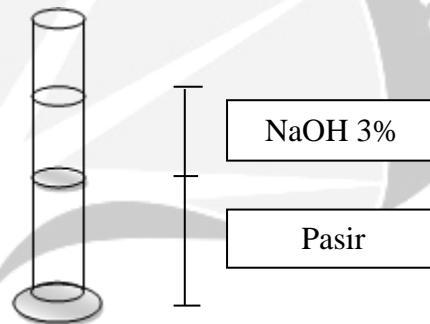
a. Pasir Kering Tungku, asal : Kali Progo

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

a. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan *Gardner Standart Colour* No. 8.

Kesimpulan : Warna *Gardner Standart Colour* No. 11, maka dapat disimpulkan pasir tersebut kurang baik digunakan.



A.3 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Maret 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Satuan Volume Agregat Halus			
Diameter	=	0,1533	m
Tinggi	=	0,16	m
Luas	=	0,018465	m ²
Volume	=	0,002954	m ³
Berat	=	3,52	kg
Berat Pasir + Tabung (Tanpa Ditumbuk)	=	8	kg
Berat Pasir	=	4,48	kg
Berat Pasir + Tabung (Dengan Ditumbuk)	=	8,5	kg
Berat Pasir	=	4,98	kg
Berat Satuan Volume Pasir (Tanpa Ditumbuk)	=	1516,384	kg/m ³
Berat Satuan Volume Pasir (Dengan Ditumbuk)	=	1685,623	kg/m ³
Rerata	=	1601,003	kg/m ³



A.4 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Maret 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus		
Berat Awal (V)	500,08	gr
Berat Kering Oven (A)	499,07	gr
Jumlah Air Masuk Sebelum Digoncang	300	ml
Jumlah Air Masuk Sesudah Digoncang	10	ml
Jumlah Air Total yang Digunakan (W)	310	ml

↓

Berat Jenis Bulk	2,6256	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,6309	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,6396	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	0,2024	%



A.5 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

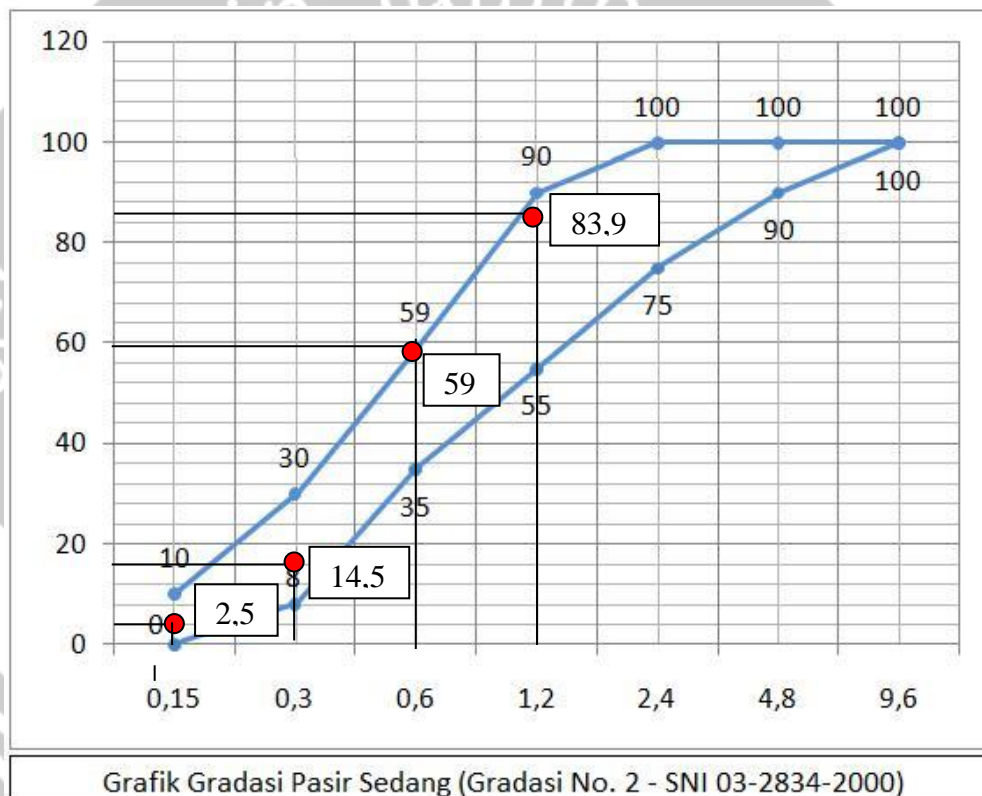
- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Maret 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	558	558	0	0	0	100
1/2"	452	462	10	10	1	99
3/8"	545	554	9	19	0,9	98,1
No. 4	412	502	90	109	9	89,1
No. 8	325	377	52	161	5,2	83,9
No. 30	408	657	249	410	24,9	59
No. 50	340	785	445	855	44,5	14,5
No. 100	352	472	120	975	12	2,5
Pan	139	164	25	1000	2,5	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 3,539. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat halus tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1,50 – 3,80 (**OK**).



Berdasarkan data analisis saringan tersebut, maka dapat ditentukan untuk daerah golongan pasirnya. Untuk menentukan pasir tersebut termasuk di golongan pasir berapa, dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Setelah angka %lolos saringan dimasukkan ke dalam grafik di atas, maka dapat disimpulkan bahwa agregat halus tersebut termasuk ke dalam pasir golongan 2. Penentuan golongan pasir ini digunakan untuk perencanaan *mix design*.



A.6 PEMERIKSAAN KADAR AIR PADA PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 24 Maret 2017

No.	Pemeriksaan		H1	H2
1.	Cawan	gram	9,520	9,247
2.	Cawan+berat pasir basah	gram	72,643	81,215
3.	Cawan+berat pasir kering	gram	71,148	79,555
4.	Berat air = (2) - (3)	gram	1,495	1,66
5.	Berat contoh kering = (3) - (1)	gram	61,628	70,308
6.	Kadar air (w) = $\frac{(4)}{(5)} \times 100\%$		2,4258%	2,3610%
Rata – rata			2,3934%	



A.7 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Maret 2017
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian :Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar		
Berat Kering (A)	1000	gr
Berat SSD (B)	1050,12	gr
Berat dalam Air (C)	617,02	gr
↓		
Berat Jenis Bulk	2,3089	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,4247	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,6111	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	5,0120	%



A.8 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Maret 2017
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian :Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Kerikil	Berat Kerikil	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	570	570	0	0	0	100
1/2"	457	529	72	72	7,2	92,8
3/8"	459	857	398	470	39,8	53
No. 4	531	1041	510	980	51	2
No. 8	325	333	8	988	0,8	1,2
No. 30	290	293	3	991	0,3	0,9
No. 50	375	377	2	993	0,2	0,7
No. 100	351	353	2	995	0,2	0,5
No.200	335	337	2	997	0,2	0,3
Pan	370	373	3	1000	0,3	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 6,489. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat kasar tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 6,00 – 7,10 (**OK**).



A.9 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Maret 2017
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Satuan Volume Agregat Kasar			
Diameter	=	0,1982	m
Tinggi	=	0,22	m
Luas	=	0,0308654	m ²
Volume	=	0,0067904	m ³
Berat	=	4,42	kg
Berat Kerikil + Tabung (Tanpa Ditumbuk)	=	12,96	kg
Berat Kerikil	=	8,54	kg
Berat Kerikil + Tabung (Dengan Ditumbuk)	=	13,46	kg
Berat Kerikil	=	9,04	kg
Berat Satuan Volume <i>Split</i> (Tanpa Ditumbuk)	=	1257,66	kg/m ³
Berat Satuan Volume <i>Split</i> (Dengan Ditumbuk)	=	1331,2935	kg/m ³
Rerata (Ukuran 20 mm)	=	1294,4767	kg/m ³



Pengujian Berat Satuan Volume Agregat Kasar			
Diameter	=	0,153	m
Tinggi	=	0,1592	m
Luas	=	0,0183928	m ²
Volume	=	0,0029281	m ³
Berat	=	3,55	kg
Berat Kerikil + Tabung (Tanpa Ditumbuk)	=	7,62	kg
Berat Kerikil	=	4,07	kg
Berat Kerikil + Tabung (Dengan Ditumbuk)	=	7,7	kg
Berat Kerikil	=	4,15	kg
Berat Satuan Volume <i>Split</i> (Tanpa Ditumbuk)	=	1389,9649	kg/m ³
Berat Satuan Volume <i>Split</i> (Dengan Ditumbuk)	=	1417,2861	kg/m ³
Rerata (Ukuran 4,75 mm)	=	1403,6255	kg/m ³



**A.10 PENGUJIAN KADAR AIR PADA AGREGAT KASAR
(KERIKIL/SPLIT)**

- I. Waktu Pemeriksaan : 29 Maret 2017
- II. Bahan : Kerikil
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- V. Hasil
- Berat Awal (A) : 501,11 gram
- Berat Setelah Keluar Oven (B) : 484,14 gram
- Kadar Air : $\frac{A - B}{B} \times 100\%$
- : 3,51 %



A.11 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 23 Maret 2017
- II. Bahan
- a. Pasir Kering Tungku, asal : Clereng, 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 – 110⁰C
- IV. Pasir + Piring Masuk Tungku
- V. Hasil
- Pasir + Piring Keluar Tungku
- a. Berat Pasir : 99,17 gram
- Kandungan Lumpur : $\frac{100 - 99,17}{99,17} \times 100\%$
- : 0,84%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,84% < 1%, maka syarat terpenuhi

(OK).



**A.12 PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN LOS
ANGELES ABRATION**

- I. Waktu Pemeriksaan : 5 Mei 2017
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi,
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas
Teknik, Universitas Atma Jaya
Yogyakarta.

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	II
Lolos	Tertahan	Berat Setiap Agregat	Berat Setiap Agregat
3/4"	1/2"	2500	-
1/2"	3/8"	2500	-

Nomor Contoh		I
Berat Sebelumnya	(A)	5000 gram
Berat Sesudah Diayak Saringan No. 12	(B)	3247 gram
Berat Sesudah	(A) - (B)	1753 gram
Keausan	$\frac{(A) - (B)}{(A)}$	35,06%

Kesimpulan : Keausan Agregat didapat sebesar $35,06\% \leq 40\%$, memenuhi syarat

(OK).



A.13 PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN P10

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 Mei 2017
- II. Bahan
- a. Baja Tulangan P10
- III. Alat
- a. UTM *Shimadzu*
- b. *Extensometer*
- c. Kaliper
- d. *Devider*

$$\text{Luasan (A)} = 78,81 \text{ mm}^2$$

$$P_0 = 170,61 \text{ mm}$$

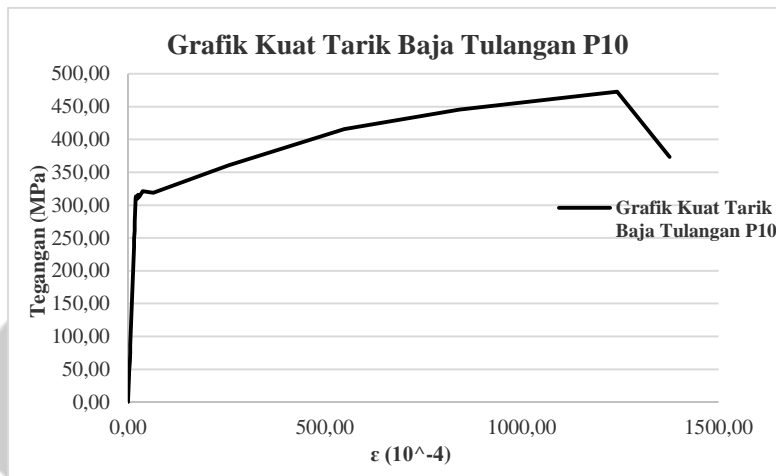
$$\text{Koreksi} = 1,56$$

BEBAN		Pembacaan Extensometer (10^{-2})	f (MPa)	ϵ (10^{-4})	ϵ Koreksi (10^{-4})
Kgf	Newton				
0	0,00	0	0,00	1,56	0,00
100	980,67	3	12,44	1,76	0,20
200	1961,34	5	24,89	2,93	1,37
300	2942,01	6	37,33	3,52	1,96
400	3922,68	8	49,77	4,69	3,13
500	4903,36	10	62,21	5,86	4,30
600	5884,03	11,5	74,66	6,74	5,18
700	6864,70	12	87,10	7,03	5,48
800	7845,37	13	99,54	7,62	6,06
900	8826,04	15	111,99	8,79	7,23
1000	9806,71	16	124,43	9,38	7,82
1100	10787,38	17	136,87	9,96	8,41
1200	11768,05	19	149,31	11,14	9,58
1300	12748,72	20	161,76	11,72	10,16
1400	13729,39	21	174,20	12,31	10,75
1500	14710,07	23	186,64	13,48	11,92
1600	15690,74	24	199,08	14,07	12,51



	1700	16671,41	25	211,53	14,65	13,10
	1800	17652,08	26,5	223,97	15,53	13,97
	1900	18632,75	28	236,41	16,41	14,85
	2000	19613,42	29	248,86	17,00	15,44
	2100	20594,09	31	261,30	18,17	16,61
	2200	21574,76	31,5	273,74	18,46	16,90
	2300	22555,43	33	286,18	19,34	17,78
	2400	23536,10	34	298,63	19,93	18,37
	2500	24516,78	35	311,07	20,51	18,96
Leleh	2520	24712,91	37	313,56	21,69	20,13
	2490	24418,71	44	309,83	25,79	24,23
	2540	24909,04	47	316,05	27,55	25,99
	2510	24614,84	50,5	312,31	29,60	28,04
	2580	25301,31	66	321,02	38,68	37,13
	2560	25105,18	112	318,54	65,65	64,09
	2900	28439,46	439	360,84	257,31	255,75
	3340	32754,41	939	415,59	550,38	548,82
	3580	35108,02	1439	445,45	843,44	841,89
Max	3800	37265,50	2122,6	472,83	1244,12	1242,57
Patah	3000	29420,13	2350	373,28	1377,41	1375,85

Dari data yang terdapat seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas, selanjutnya dari data-data tersebut dapat diperoleh grafik yang menunjukkan beban leleh (f_y) dan beban maksimum (f_u). Grafik tersebut ditunjukkan seperti gambar berikut ini.



Berdasarkan tabel dan gambar grafik yang telah ditunjukkan, maka dapat diperoleh data sebagai berikut:

Kuat Leleh (f_y)	= 313,56	MPa
Kuat Tarik Maksimum (f_u)	= 472,83	MPa
Modulus Elastisitas Baja	= 164097,6	MPa

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Kuat Leleh } (f_y) &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{24712,91}{78,81} \text{ MPa} \\ &= 313,56 \text{ MPa} \\ \text{Modulus Elastisitas } (E) &= \frac{f}{\epsilon} \\ &= \frac{311,07}{18,96 \times 10^{-4}} \text{ MPa} \\ &= 164097,6 \text{ MPa} \end{aligned}$$



A.14 PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN P8

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 Mei 2017
- II. Bahan
b. Baja Tulangan P8
- III. Alat
e. UTM *Shimadzu*
f. *Extensometer*
g. Kaliper
h. *Devider*

Luasan (A) = 44,16 mm²

P₀ = 168,6 mm

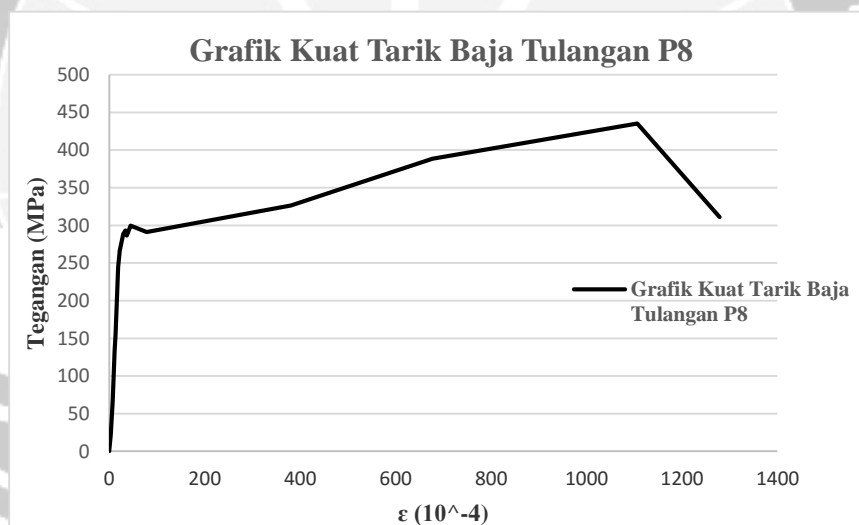
Koreksi = -1,02

BEBAN		Pembacaan Extensometer (10 ⁻²)	f (MPa)	ε (10 ⁻⁴)	ε Koreksi (10 ⁻⁴)	
Kgf	Newton					
0	0	0	0	-1,02	0	
100	980,67	4	22,21	2,37	3,40	
200	1961,34	7	44,42	4,15	5,18	
300	2942,01	10	66,63	5,93	6,96	
400	3922,68	12	88,84	7,12	8,14	
500	4903,36	15	111,05	8,90	9,92	
600	5884,03	17	133,25	10,08	11,11	
700	6864,70	20	155,46	11,86	12,89	
800	7845,37	23	177,67	13,64	14,67	
900	8826,04	25	199,88	14,83	15,85	
1000	9806,71	27	222,09	16,01	17,04	
1100	10787,38	30	244,30	17,79	18,82	
1200	11768,05	35	266,51	20,76	21,78	
1300	12748,72	48	288,72	28,47	29,49	
Leleh	1320	12944,86	55	293,16	32,62	33,65



	1290	12650,66	60	286,50	35,59	36,61
	1350	13239,06	74	299,82	43,89	44,92
	1310	12846,79	130	290,94	77,11	78,13
	1470	14415,86	640	326,47	379,60	380,62
	1750	17161,74	1140	388,66	676,16	677,18
Max	1960	19221,15	1864	435,30	1105,58	1106,60
Patah	1400	13729,39	2154	310,93	1277,58	1278,60

Dari data yang terdapat seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas, selanjutnya dari data-data tersebut dapat diperoleh grafik yang menunjukkan beban leleh (f_y) dan beban maksimum (f_u).



Berdasarkan tabel dan gambar grafik yang telah ditunjukkan, maka dapat diperoleh data sebagai berikut:

Kuat Leleh (f_y)	= 293,16	MPa
Kuat Tarik Maksimum (f_u)	= 435,30	MPa
Modulus Elastisitas Baja	= 130342,5454	MPa



Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Kuat Leleh } (f_y) &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{12944,86}{44,16} \text{ MPa} \\ &= 293,16 \text{ MPa} \\ \text{Modulus Elastisitas } (E) &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{222,09}{17,04 \times 10^{-4}} \text{ MPa} \\ &= 130342,5454 \text{ MPa}\end{aligned}$$



A.15 PENGUJIAN ABU TERBANG (*FLY ASH*)

- I. Waktu Pemeriksaan : 5 April 2017
- II. Bahan : Abu Terbang (*Fly Ash*)
- III. Asal : Paiton, Jawa Timur
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Analisis Instrumental (ANINS), Jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Sample Name : Fly Ash Date : 4/5/2017 3:37 PM
File Name : Fly Ash_201704051537 Counts : 1
Application : Fly Ash Sample Model : Bulk

No	Component	Result	Unit	Statistical Error	Detection Limit	Quantitation Limit
1	Al ₂ O ₃	13,4	mass%	0,148	0,297	0,89
2	SiO ₂	36,2	mass%	0,0677	0,247	0,74
3	P ₂ O ₅	1,99	mass%	0,0233	0,0496	0,149
4	SO ₃	1,28	mass%	0,0096	0,0147	0,044
5	K ₂ O	1,69	mass%	0,0309	0,0684	0,205
6	CaO	13,4	mass%	0,0628	0,0333	0,1
7	TiO ₂	1,62	mass%	0,0185	0,0351	0,105
8	V ₂ O ₅	0,0934	mass%	0,0071	0,0176	0,0527
9	MnO	0,282	mass%	0,0044	0,004	0,012
10	Fe ₂ O ₃	29,1	mass%			
11	CuO	0,0465	mass%	0,0009	0,0019	0,0057
12	ZnO	0,0522	mass%	0,0008	0,001	0,0031
13	Ga ₂ O ₃	0,0073	mass%	0,0004	0,0008	0,0025
14	As ₂ O ₃	0,0099	mass%	0,0003	0,0006	0,0019
15	Rb ₂ O	0,0182	mass%	0,0002	0,0005	0,0014
16	SrO	0,264	mass%	0,0007	0,0002	0,0007



17	Y ₂ O ₃	0,016	mass%	0,0002	0,0005	0,0014
18	ZrO ₂	0,0832	mass%	0,0005	0,0002	0,0007
19	Nb ₂ O ₅	0,0017	mass%	0,0003	0,0008	0,0023
20	MoO ₃	<0,0001	mass%	0,0003	0,0009	0,0028
21	CdO	0,0044	mass%	0,0002	0,0006	0,0018
22	SnO ₂	0,0021	mass%	0,0003	0,0009	0,0028
23	BaO	0,263	mass%	0,0019	0,0018	0,0053
24	Pr ₆ O ₁₁	<0,0001	mass%	0,0028	0,0083	0,0248
25	HfO ₂	0,031	mass%	0,0016	0,0027	0,0081
26	Ta ₂ O ₅	0,0171	mass%	0,0015	0,0036	0,0109
27	WO ₃	0,0386	mass%	0,0013	0,003	0,009
28	Ir ₂ O ₃	0,0093	mass%	0,0009	0,0021	0,0064
29	PtO ₂	0,0137	mass%	0,0006	0,0008	0,0025
30	PbO	0,0119	mass%	0,0005	0,0008	0,0025
31	ThO ₂	0,0106	mass%	0,0004	0,001	0,0029
32	U ₃ O ₈	0,0044	mass%	0,0004	0,0011	0,0034

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang sudah diperoleh dapat disimpulkan bahwa *fly ash* yang digunakan pada penelitian kali ini termasuk dalam *fly ash* tipe F. Penetapan ini ditetapkan karena jumlah SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃ adalah sebesar 78,7%, sehingga masuk dalam persyaratan abu terbang (*fly ash*) tipe F.



B. MIX DESIGN

B. 1 RENCANA ADUKAN BETON (*MIX DESIGN*) (SNI 03-2834-2000)

I. Data Bahan

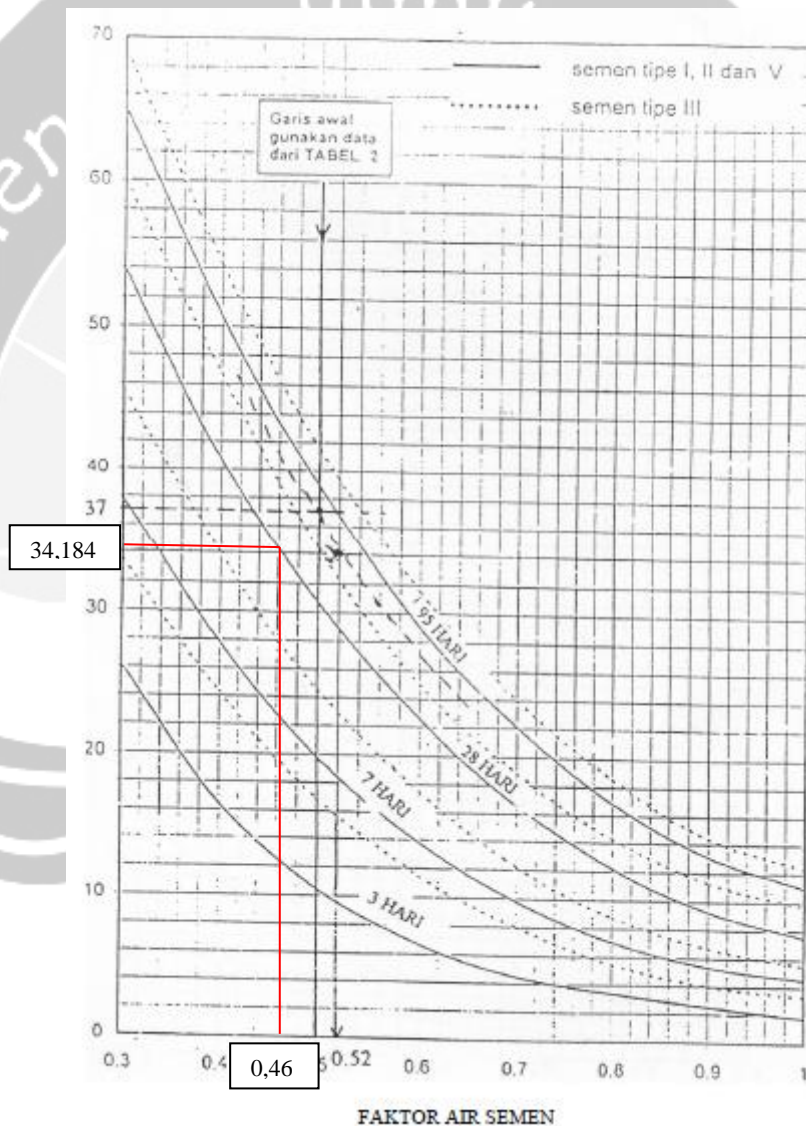
1. Bahan agregat halus (pasir) : Kali Progo, Yogyakarta
2. Bahan agregat kasar : Clereng, Yogyakarta
3. Jenis semen : Gresik

II. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang direncanakan ($f'c$) pada umur 28 hari. $f'c = 25$ MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran (Cukup $S_d = 5,6$).
3. Berdasarkan SNI, nilai *margin* ditentukan sebesar 9,184 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan berdasarkan SNI.
 $f'c = 25 \text{ MPa} + M = 25 + 9,184 = 34,184 \text{ MPa}$.
5. Menentukan jenis semen
Jenis semen kelas I (PC)
6. Menetapkan jenis agregat
 - a. Agregat halus : pasir alam
 - b. Agregat kasar : batu pecah
7. Menentukan faktor air-semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.



Berdasarkan titik kekuatan tekan beton yang dirancang (dalam hal ini 34,184 MPa) tarik garis datar hingga memotong kurva garis 28 hari. Dari titik potong ini tarik garis tegak ke bawah hingga memotong sumbu X (*absiska*) dan dibaca faktor air semen yang diperoleh. Didapatkan sebesar 0,46.



Hubungan Kuat Tekan Silinder dengan Fas

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Grafik 1)



8. Menetapkan faktor air semen

**Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen
Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan
Kusus.**

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		Lihat Tabel 6

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 4)

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan No.7, dipakai terkecil. Jadi digunakan fas 0,46.



9. Menetapkan nilai *Slump*

Digunakan nilai *slump* dengan nilai maksimum 15 cm dan minimum 7,5 cm.

Pemakaian beton	Maks.	Min.
Dinding, plat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

10. Ukuran butiran maksimum (krikil) adalah 20 mm.

11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m^3 beton.

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

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

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 3)

a. Ukuran butir maksimum 20 mm.

b. Nilai *Slump* 75-150 mm.



c. Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka

$$W_h = 195$$

d. Agregat kasar berupa batu pecah, maka

$$W_k = 225$$

$$W = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k$$

Dengan :

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3}195 + \frac{1}{3}225 = 205 \text{ liter/m}^3$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.
- Berdasarkan $fas = 0,46$.

$$\begin{aligned} \text{Semen per } m^3 \text{ beton} &= \frac{\text{air}}{fas} = \frac{205}{0,46} \\ &= 445,6522 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 445,6522 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas.

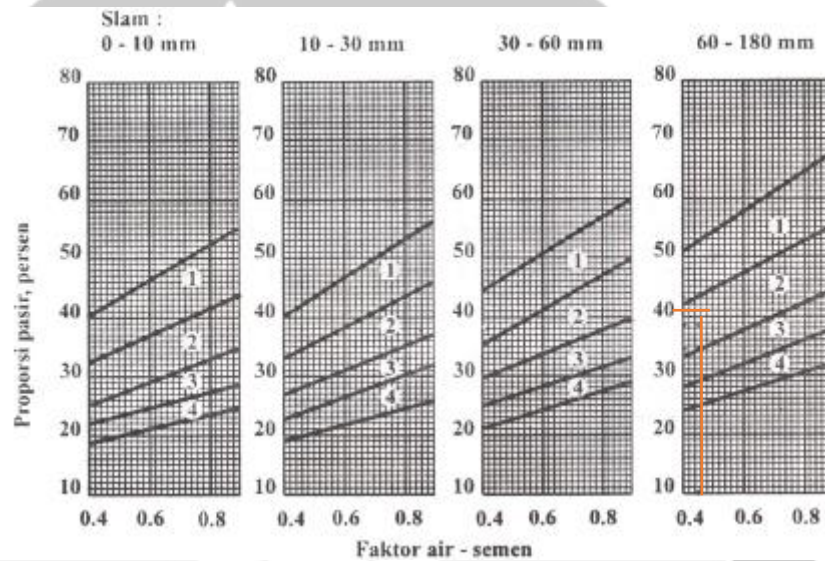
$$fas \text{ rencana} = 0,46$$

$$fas \text{ mak} > fas \text{ rencana}$$

$$0,6 > 0,46 \dots\dots\dots \text{Oke}$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar.

**Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan
 Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.**



(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 13)

- Ukuran maksimum 20 mm.
- Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- fas* 0,46.
- Jenis gradasi pasir no. 2.

Diambil proporsi pasir = 41%.

15. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned}
 &= \frac{P}{100} \text{ BJ Agregat Halus} + \frac{K}{100} \text{ BJ Agregat Kasar} \\
 &= \frac{41}{100} \times 2,6320 + \frac{59}{100} \times 2,4482 \\
 &= 2,52
 \end{aligned}$$

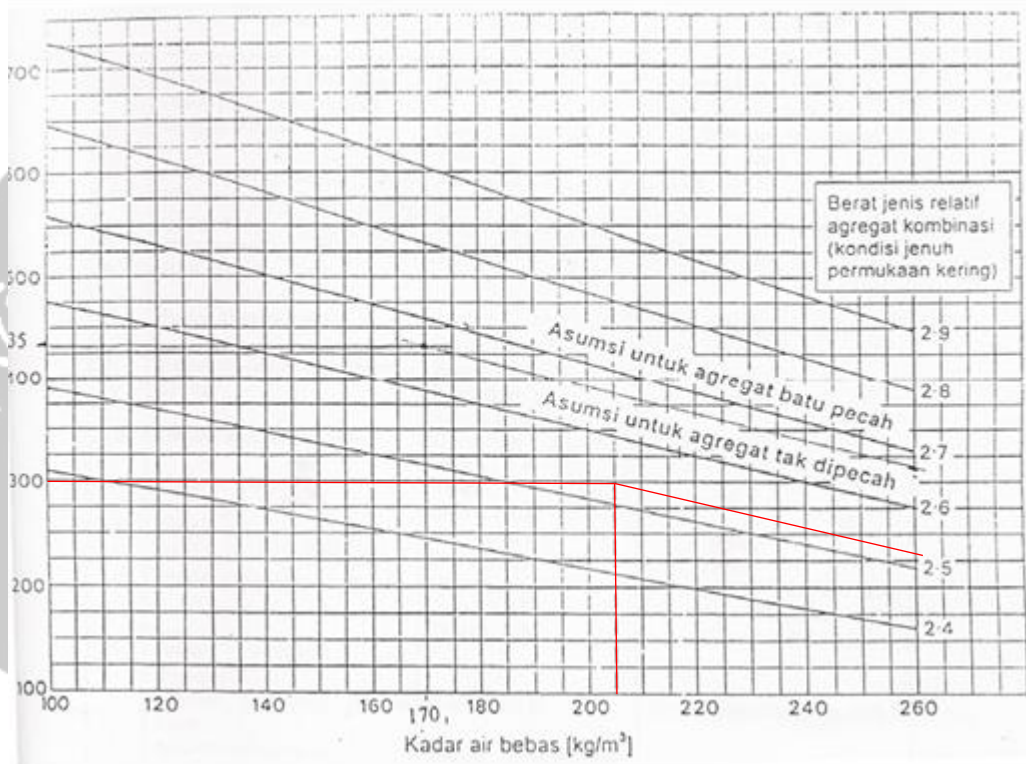
Dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton

Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Didapatkan



(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Grafik 16)

Bj campuran (langkah 15) $\rightarrow 2,52 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ dibuat garis bantu diantara 2,5 dan 2,6.

Keperluan air yaitu 205 kg/m^3 (langkah 11) \rightarrow ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2300 kg/m^3 .

17. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned}
 &= \text{berat tiap } m^3 - \text{keperluan air dan semen} \\
 &= 2300 - (205 + 445,6522) \\
 &= 1649,3478 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$



18. Menghitung berat agregat halus

Berat agregat halus = % berat agregat halus x keperluan agregat campuran

$$= \frac{41}{100} \times 1649,3478 \text{ kg/m}^3 = 676,2326 \text{ kg/m}^3$$

19. Menghitung berat agregat kasar

Berat agregat kasar = % berat agregat kasar x keperluan agregat campuran

$$= \frac{59}{100} \times 1649,3478 \text{ kg/m}^3 = 973,1152 \text{ kg/m}^3$$

20. Volume Silinder = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,30$$
$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Kebutuhan komposisi berat campuran per 1 m³

- a. Air = 205 liter
- b. Semen = 445,6522 kg
- c. Agregat halus = 676,2326 kg
- d. Agregat kasar = 973,1152 kg



- **Kebutuhan Material setelah dikalikan dengan *Safety Factor* (SF) untuk per m³.**

No.	Jenis Bahan	Berat (kg)	Berat (kg)
		Per 1 m ³	SF 1,25
1.	Air	205	256,2500
2.	Semen	445,6522	557,0653
3.	Agregat Halus	676,2326	845,2908
4.	Agregat Kasar	973,1152	1216,3940

- **Kebutuhan Material Untuk 1 Variasi**

No.	Jenis Bahan	3 Silinder	Modulus Of Rupture (2 Balok)	Kuat Lentur (2 Balok)
1	Air	4,0744	2,5625	34,4400
2	Semen	4,4286	2,7854	37,4348
3	Agregat Halus	13,4401	8,4529	113,6071
4	Agregat Kasar	19,3407	12,1639	163,4834
5	<i>Fly Ash</i> 50%	4,4286	2,7854	37,4348
6	SP 0,4%	0,0177	0,0111	0,1497

- **Total Kebutuhan Material Untuk Keseluruhan**

Bahan	Berat	Satuan
Air	82,1538	liter
Semen	89,2976	kg
Pasir	271,0002	kg
Kerikil 25 mm	194,9880	kg
Kerikil 4,75 mm	194,9880	kg
<i>Fly Ash</i>	89,2976	kg
SP 0,4%	0,3572	liter



C. PERENCANAAN

C. 1 PERENCANAAN PENULANGAN BALOK BETON BERTULANG

(SNI 03-2847-2002)

1. Diketahui :

a) Dimensi balok :

- 1) Tinggi balok = 240 mm
- 2) Lebar balok = 140 mm
- 3) Panjang balok (l_u) = 2000 mm
- 4) Selimut beton = 20 mm
- 5) $f_c' = 25$ MPa

b) Dimensi tulangan longitudinal :

- 1) Diameter = 10 mm

c) Dimensi tulangan geser :

- 1) Diameter = 8 mm

❖ PERHITUNGAN DIMENSI BALOK

$$\begin{aligned}h_{min} &= \frac{l}{16} \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{2000}{16} \left(0,4 + \frac{240}{700} \right) \\ &= 92.857 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan $h = 240$ mm



Lebar balok direncanakan antara $\frac{1}{2}h$ dan $\frac{2}{3}h$ ($\frac{1}{2}h \leq b \leq \frac{2}{3}h$). Maka

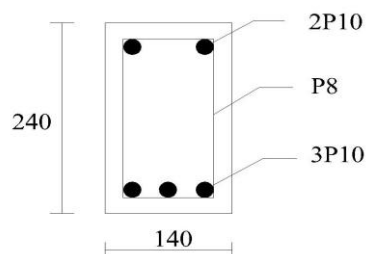
perhitungan lebar penampang balok dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} b &= \frac{1}{2}h \\ &= \frac{1}{2}240 \\ &= 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{2}{3}h \\ &= \frac{2}{3}240 \\ &= 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

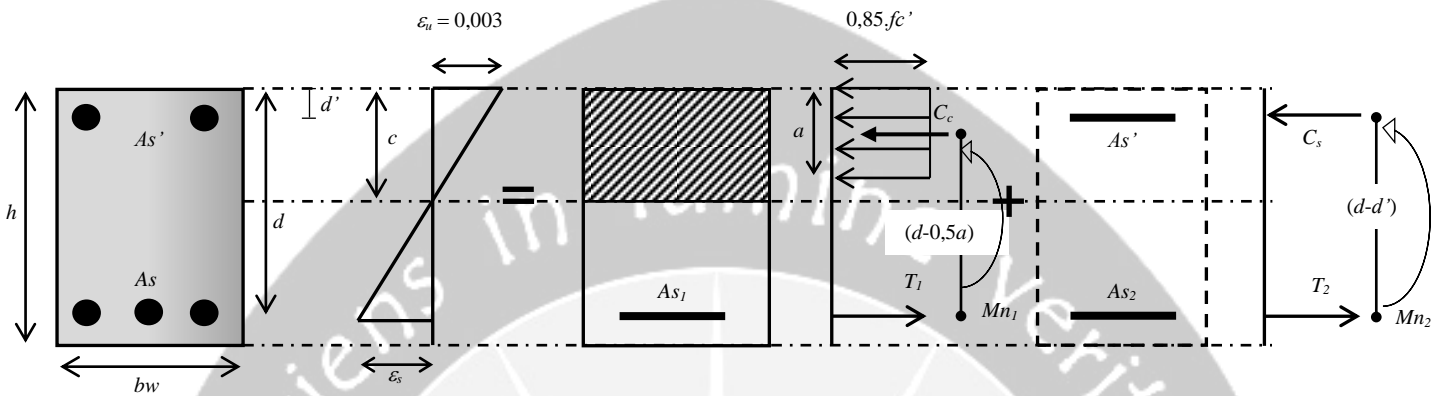
Digunakan $b = 140 \text{ mm}$

Gambar potongan penampang sesuai dengan ukuran (lebar dan tinggi) yang sudah ditentukan, selanjutnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



POTONGAN A

C.2 ANALISIS BALOK BETON BERTULANG



$$\sum F_H = 0$$

$$C_c + C_s = T$$

$$a \cdot b \cdot 0,85 \cdot f'_c + A_s \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{di mana : } f_s' = E_s \cdot \epsilon_{cu} \cdot \frac{c - d'}{c}$$

$$= E_s \cdot \epsilon_{cu} \cdot \frac{\alpha - \beta_1 \cdot d'}{\alpha}$$

$$= 200000 \times 0,003 \cdot \frac{\alpha - 0,85 \cdot 33}{\alpha}$$

$$= 600 \cdot \frac{\alpha - 0,85 \cdot 33}{\alpha}$$

$$a \cdot 140 \cdot 0,85 \cdot 25 + 235,62 \cdot 600 \cdot \frac{\alpha - 0,85 \cdot 33}{\alpha} = 235,62 \cdot 240$$

Diperoleh : $a_1 = 24,9380 \text{ mm}$

$$a_2 = -53,4499 \text{ mm}$$

Diambil $a = 24,9380 \text{ mm}$



$$\begin{aligned}C_c &= a \times 140 \times 0,85 \times 25 \\ &= 24,9380 \times 140 \times 0,85 \times 25 \\ &= 74190,55 \text{ N}\end{aligned}$$

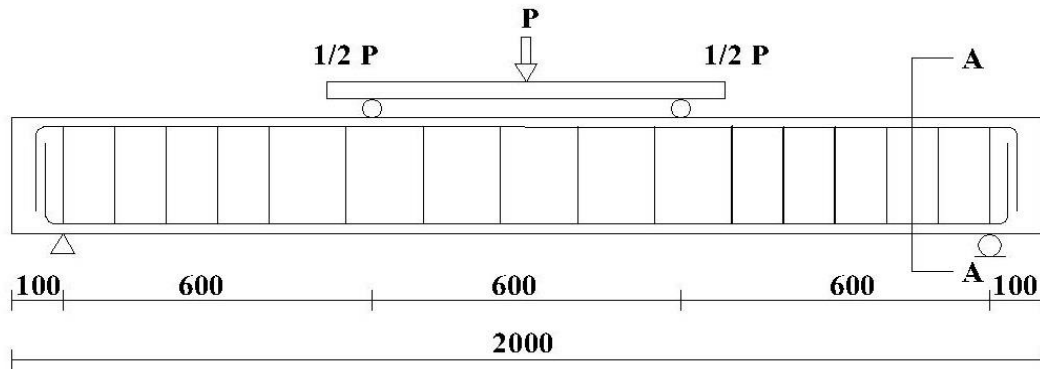
$$\begin{aligned}C_s &= 600 \times 235,62 \times \frac{a - 0,85 \times 33}{a} \\ &= 600 \times 235,62 \times \frac{24,9380 - 0,85 \times 33}{24,9380} \\ &= 17641,738 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}z_1 &= d - \frac{a}{2} \\ &= 207 - \frac{24,9380}{2} \\ &= 194,531 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}z_2 &= d - d' \\ &= 207 - 33 \\ &= 174 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_n &= C_c \cdot z_1 + C_s \cdot z_2 \\ &= (74190,55 \times 194,531) + (17641,738 \times 174) \\ &= 17,5020 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_u &= \phi \cdot M_n \\ &= 0,8 \times 17,5020 \\ &= 14,0016 \text{ kNm}\end{aligned}$$



$$M_u = \frac{1}{6} \cdot P \cdot l$$
$$P = \frac{6 \times M_u}{l}$$
$$= 42,0048 \text{ kN}$$

Momen Inersia (I)

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$
$$I = \frac{1}{12} \times 140 \times 240^3$$
$$= 161280000 \text{ mm}^4$$

❖ **Membandingkan V_u dan V_c**

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot P$$
$$= 21,0024 \text{ kN}$$



$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \times 140 \times 207 \\ &= 24,150 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$V_u < V_c \dots \dots \dots \text{OK!!!}$$

❖ **BEBAN RETAK PERTAMA**

Modulus retak (f_r)

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'c}$$

$$\begin{aligned}f_r &= 0,7 \times \sqrt{25} \\ &= 3,5 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Momen dan Beban Teoritis:

$$M_{cr} = \frac{f_r \cdot I}{y}$$

$$= \frac{3,5 \cdot 161280000}{100}$$

$$= 5644800 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 5,6448 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}P_{cr} &= (6 \times M_{cr})/L \\ &= (6 \times 5,6448)/2 \\ &= 16,9344 \text{ kN}\end{aligned}$$



❖ **BEBAN LELEH**

Dengan menganggap beban elastis, maka:

Momen dan beban teoritis:

$$M_y = A_s \times f_y \times z$$

$$M_y = 235,62 \times 240 \times 194,531$$

$$= 11000494,61 \text{ Nmm}$$

$$M_y = 11,0005 \text{ kNm}$$

$$P_y = (6 \times M_y)/L$$

$$= (6 \times 11,0005)/2$$

$$= 33,0015 \text{ kN}$$



D. HASIL PENGUJIAN

D.1 JADWAL PENGUJIAN BETON

Variasi	Kode Beton (SP 0,4%)	Dibuat Tanggal	Diuji Tanggal	Umur Beton
20 mm	BHVFA 20 A	10-Apr 2017	08-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 20 B	10-Apr 2017	08-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 20 C	10-Apr 2017	08-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 20 "MOR" - A	10-Apr 2017	08-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 20 "MOR" - B	10-Apr 2017	08-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 20 (BALOK A)	12-Apr 2017	10-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 20 (BALOK B)	12-Apr 2017	10-Mei 2017	28 Hari

Variasi	Kode Beton (SP 0,4%)	Dibuat Tanggal	Diuji Tanggal	Umur Beton
4,75 mm	BHVFA 4,75 A	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 4,75 B	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 4,75 C	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 4,75 "MOR" - A	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 4,75 "MOR" - B	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 4,75 (BALOK A)	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari
	BHVFA 4,75 (BALOK B)	21-Apr 2017	19-Mei 2017	28 Hari



D.2 PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON (28 HARI)

Kode Beton (SP 0,4%)	Beban (kN)	Beban (N)	Beban (MPa)	Beban (MPa)
BHVFA 20 A	500	500000	27,85	28,57
BHVFA 20 B	530	530000	29,52	
BHVFA 20 C	510	510000	28,36	
BHVFA 4,75 A	585	585000	32,55	31,47
BHVFA 4,75 B	550	550000	30,65	
BHVFA 4,75 C	560	560000	31,2	

Varian 20 mm

Silinder A		
Diameter	15,12 cm	15,12 cm
	15,16 cm	
	15,09 cm	
Tinggi	30,14 cm	30,13 cm
	30,1 cm	
	30,15 cm	
Berat	13,324 kg	

Silinder B		
Diameter	15,13 cm	15,12 cm
	15,1 cm	
	15,14 cm	
Tinggi	30,16 cm	30,15 cm
	30,13 cm	
	30,17 cm	
Berat	13,323 kg	

Silinder C		
Diameter	15,12 cm	15,14 cm
	15,15 cm	
	15,14 cm	
Tinggi	30,145 cm	30,15 cm
	30,15 cm	
	30,16 cm	
Berat	13,202 kg	

Varian 4,75 mm

Silinder A		
Diameter	15,1 cm	15,13
	15,15 cm	
	15,13 cm	
Tinggi	30,18 cm	30,16
	30,15 cm	
	30,15 cm	
Berat	13,41 kg	

Silinder B		
Diameter	15,12 cm	15,12
	15,14 cm	
	15,1 cm	
Tinggi	30,12 cm	30,14
	30,14 cm	
	30,15 cm	
Berat	13,45 kg	

Silinder C		
Diameter	15,1 cm	15,12
	15,14 cm	
	15,13 cm	
Tinggi	30,15 cm	30,14
	30,13 cm	
	30,15 cm	
Berat	13,5 kg	



Contoh Perhitungan:

Kode Beton : BHVFA 20 A

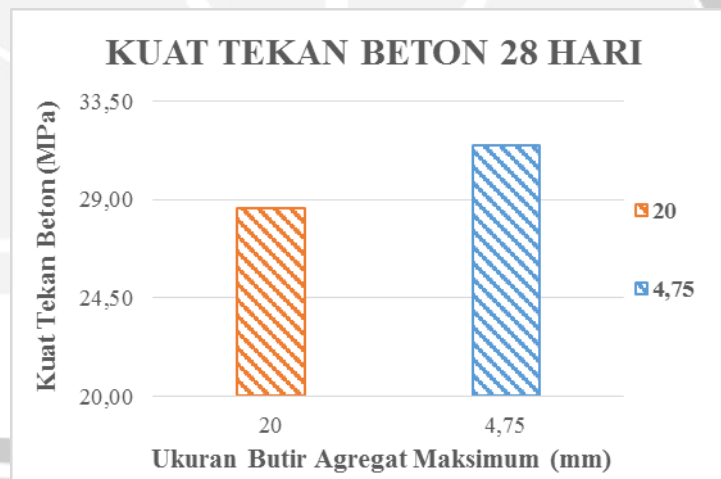
Diameter : 151,2 mm

A (Luasan) : $\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot 151,2^2 = 17946,2 \text{ mm}^2$

Beban Maks : 500 kN

Kuat Tekan : $\frac{P}{A}$

: $\frac{500 \cdot 1000}{17946,2} = 27,85 \text{ MPa}$





D.3 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON (28 HARI)

Kode Beton = BHVFA 20 A

P_0 = 202,1 mm

D_0 = 151,2 mm

A_0 = 17946,2 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 30681,53 MPa

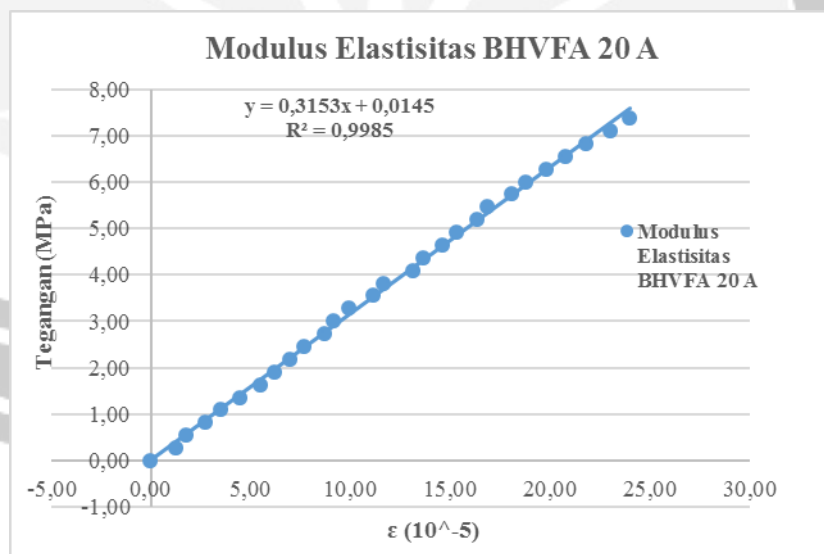
Beban		Pembacaan Compressometer (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	Tegangan (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ Koreksi (10 ⁻⁵)
Kgf	Newton					
0	0	0	0	0,00	-0,05	0,00
500	4903,355	5	2,5	0,27	1,24	1,28
1000	9806,71	7	3,5	0,55	1,73	1,78
1500	14710,065	11	5,5	0,82	2,72	2,77
2000	19613,42	14	7	1,09	3,46	3,51
2500	24516,775	18	9	1,37	4,45	4,50
3000	29420,13	22	11	1,64	5,44	5,49
3500	34323,485	25	12,5	1,91	6,19	6,23
4000	39226,84	28	14	2,19	6,93	6,97
4500	44130,195	31	15,5	2,46	7,67	7,72
5000	49033,55	35	17,5	2,73	8,66	8,71
5500	53936,905	37	18,5	3,01	9,15	9,20
6000	58840,26	40	20	3,28	9,90	9,94
6500	63743,615	45	22,5	3,55	11,13	11,18
7000	68646,97	47	23,5	3,83	11,63	11,67
7500	73550,325	53	26,5	4,10	13,11	13,16
8000	78453,68	55	27,5	4,37	13,61	13,65
8500	83357,035	59	29,5	4,64	14,60	14,64
9000	88260,39	62	31	4,92	15,34	15,38
9500	93163,745	66	33	5,19	16,33	16,37
10000	98067,1	68	34	5,46	16,82	16,87

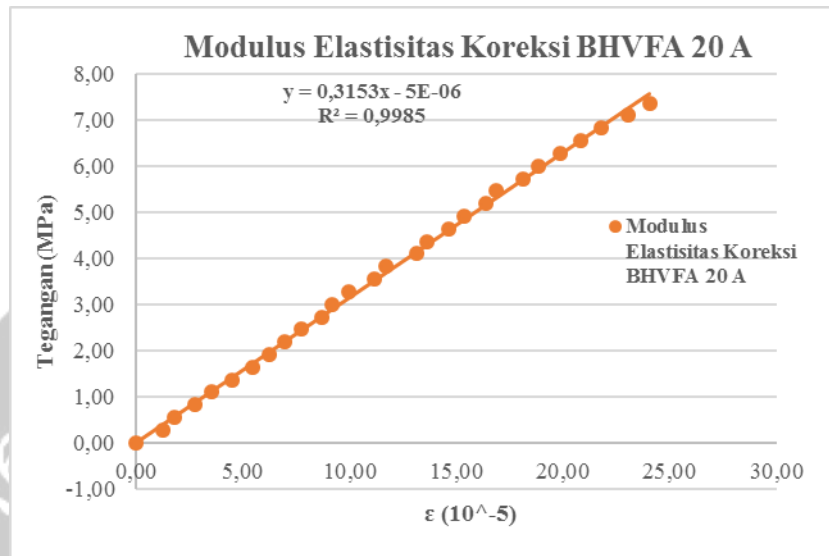


10500	102970,455	73	36,5	5,74	18,06	18,11
11000	107873,81	76	38	6,01	18,80	18,85
11500	112777,165	80	40	6,28	19,79	19,84
12000	117680,52	84	42	6,56	20,78	20,83
12500	122583,875	88	44	6,83	21,77	21,82
13000	127487,23	93	46,5	7,10	23,01	23,05
13500	132390,585	97	48,5	7,38	24,00	24,04

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,38}{24,04 \times 10^{-5}} \\ &= 30681,53 \text{ MPa} \end{aligned}$$







Kode Beton = BHVFA 20 B

P_0 = 202 mm

D_0 = 151,2 mm

A_0 = 17946,2 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 24904,94 MPa

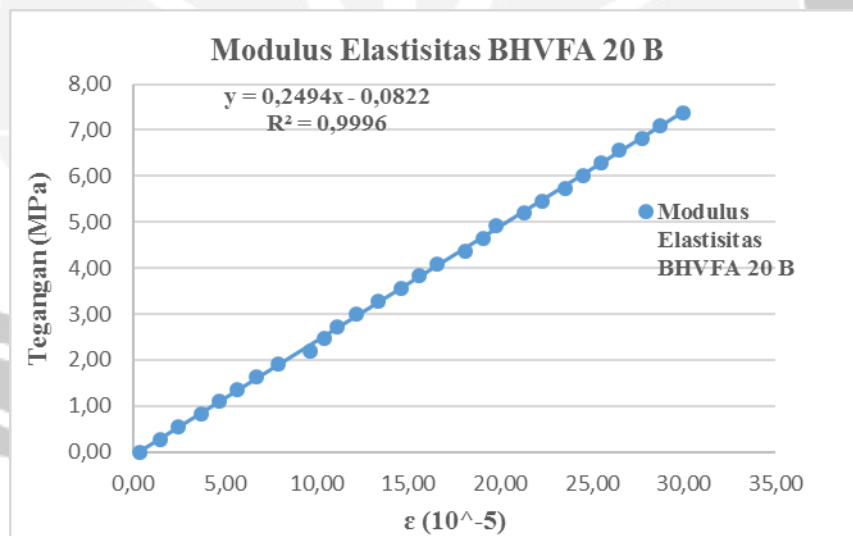
Beban		Pembacaan Compressometer (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	Tegangan (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ Koreksi (10 ⁻⁵)
Kgf	Newton					
0	0	0	0	0,00	0,33	0,00
500	4903,355	6	3	0,27	1,49	1,16
1000	9806,71	10	5	0,55	2,48	2,15
1500	14710,065	15	7,5	0,82	3,71	3,38
2000	19613,42	19	9,5	1,09	4,70	4,37
2500	24516,775	23	11,5	1,37	5,69	5,36
3000	29420,13	27	13,5	1,64	6,68	6,35
3500	34323,485	32	16	1,91	7,92	7,59
4000	39226,84	39	19,5	2,19	9,65	9,32
4500	44130,195	42	21	2,46	10,40	10,07
5000	49033,55	45	22,5	2,73	11,14	10,81
5500	53936,905	49	24,5	3,01	12,13	11,80
6000	58840,26	54	27	3,28	13,37	13,04
6500	63743,615	59	29,5	3,55	14,60	14,27
7000	68646,97	63	31,5	3,83	15,59	15,26
7500	73550,325	67	33,5	4,10	16,58	16,25
8000	78453,68	73	36,5	4,37	18,07	17,74
8500	83357,035	77	38,5	4,64	19,06	18,73
9000	88260,39	80	40	4,92	19,80	19,47
9500	93163,745	86	43	5,19	21,29	20,96
10000	98067,1	90	45	5,46	22,28	21,95

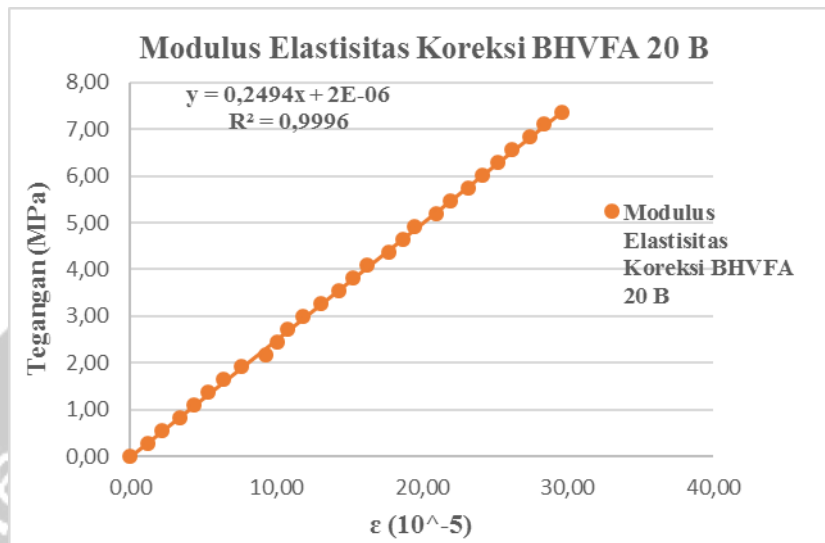


10500	102970,455	95	47,5	5,74	23,51	23,19
11000	107873,81	99	49,5	6,01	24,50	24,18
11500	112777,165	103	51,5	6,28	25,50	25,17
12000	117680,52	107	53,5	6,56	26,49	26,16
12500	122583,875	112	56	6,83	27,72	27,39
13000	127487,23	116	58	7,10	28,71	28,38
13500	132390,585	121	60,5	7,38	29,95	29,62

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,38}{29,62 \times 10^{-5}} \\ &= 24904,94 \text{ MPa} \end{aligned}$$







Kode Beton = BHVFA 20 C

P_0 = 200,6 mm

D_0 = 151,4 mm

A_0 = 17993,7 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 25250,74 MPa

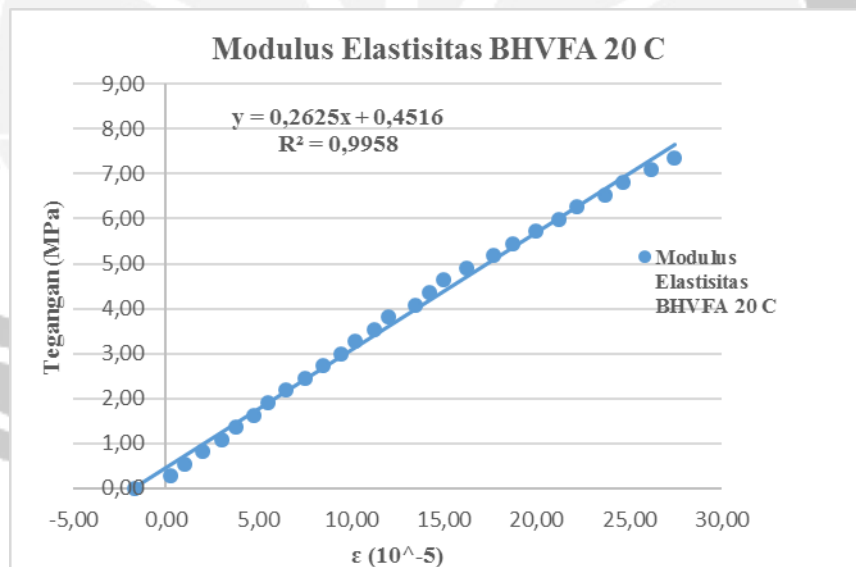
Beban		Pembacaan Compressometer (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	Tegangan (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ Koreksi (10 ⁻⁵)
Kgf	Newton					
0	0	0	0	0,00	-1,72	0,00
500	4903,355	1	0,5	0,27	0,25	1,97
1000	9806,71	4	2	0,55	1,00	2,72
1500	14710,065	8	4	0,82	1,99	3,71
2000	19613,42	12	6	1,09	2,99	4,71
2500	24516,775	15	7,5	1,36	3,74	5,46
3000	29420,13	19	9,5	1,64	4,74	6,46
3500	34323,485	22	11	1,91	5,48	7,20
4000	39226,84	26	13	2,18	6,48	8,20
4500	44130,195	30	15	2,45	7,48	9,20
5000	49033,55	34	17	2,73	8,47	10,19
5500	53936,905	38	19	3,00	9,47	11,19
6000	58840,26	41	20,5	3,27	10,22	11,94
6500	63743,615	45	22,5	3,54	11,22	12,94
7000	68646,97	48	24	3,82	11,96	13,68
7500	73550,325	54	27	4,09	13,46	15,18
8000	78453,68	57	28,5	4,36	14,21	15,93
8500	83357,035	60	30	4,63	14,96	16,68
9000	88260,39	65	32,5	4,91	16,20	17,92
9500	93163,745	71	35,5	5,18	17,70	19,42
10000	98067,1	75	37,5	5,45	18,69	20,41

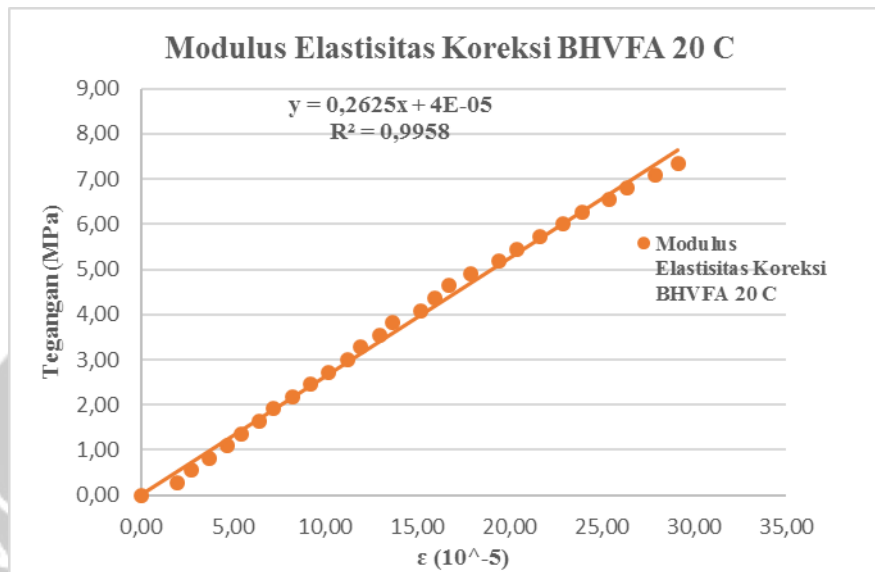


10500	102970,455	80	40	5,72	19,94	21,66
11000	107873,81	85	42,5	6,00	21,19	22,91
11500	112777,165	89	44,5	6,27	22,18	23,90
12000	117680,52	95	47,5	6,54	23,68	25,40
12500	122583,875	99	49,5	6,81	24,68	26,40
13000	127487,23	105	52,5	7,09	26,17	27,89
13500	132390,585	110	55	7,36	27,42	29,14

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,36}{29,14 \times 10^{-5}} \\ &= 25250,74 \text{ MPa} \end{aligned}$$







Kode Beton = BHVFA 4,75 A

P_0 = 202,55 mm

D_0 = 151,3 mm

A_0 = 17970 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 31717,73 MPa

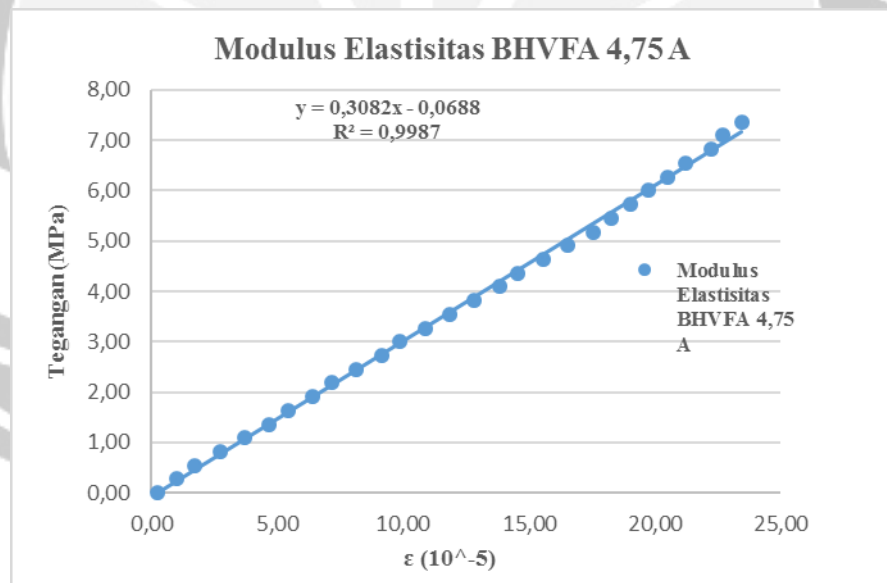
Beban		Pembacaan Compressometer (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	Tegangan (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ Koreksi (10 ⁻⁵)
Kgf	Newton					
0	0	0	0	0,00	0,22	0,00
500	4903,36	4	2	0,27	0,99	0,76
1000	9806,71	7	3,5	0,55	1,73	1,50
1500	14710,1	11	5,5	0,82	2,72	2,49
2000	19613,4	15	7,5	1,09	3,70	3,48
2500	24516,8	19	9,5	1,36	4,69	4,47
3000	29420,1	22	11	1,64	5,43	5,21
3500	34323,5	26	13	1,91	6,42	6,19
4000	39226,8	29	14,5	2,18	7,16	6,94
4500	44130,2	33	16,5	2,46	8,15	7,92
5000	49033,6	37	18,5	2,73	9,13	8,91
5500	53936,9	40	20	3,00	9,87	9,65
6000	58840,3	44	22	3,27	10,86	10,64
6500	63743,6	48	24	3,55	11,85	11,63
7000	68647	52	26	3,82	12,84	12,61
7500	73550,3	56	28	4,09	13,82	13,60
8000	78453,7	59	29,5	4,37	14,56	14,34
8500	83357	63	31,5	4,64	15,55	15,33
9000	88260,4	67	33,5	4,91	16,54	16,32
9500	93163,7	71	35,5	5,18	17,53	17,30
10000	98067,1	74	37	5,46	18,27	18,04

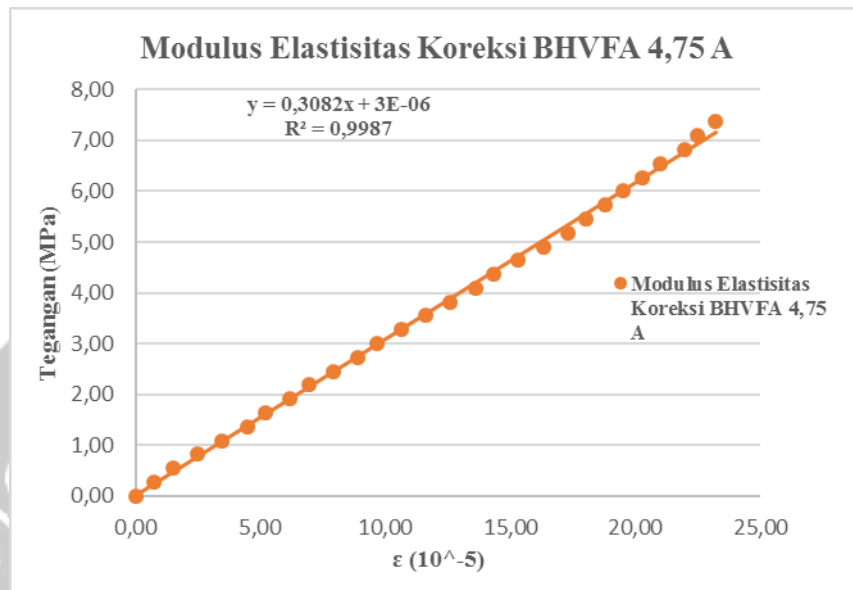


10500	102970	77	38,5	5,73	19,01	18,78
11000	107874	80	40	6,00	19,75	19,52
11500	112777	83	41,5	6,28	20,49	20,27
12000	117681	86	43	6,55	21,23	21,01
12500	122584	90	45	6,82	22,22	21,99
13000	127487	92	46	7,09	22,71	22,49
13500	132391	95	47,5	7,37	23,45	23,23

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,37}{23,23 \times 10^{-5}} \\ &= 31717,73 \text{ MPa} \end{aligned}$$







Kode Beton = BHVFA 4,75 B

P_0 = 201,85 mm

D_0 = 151,2 mm

A_0 = 17946,23 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 26171 MPa

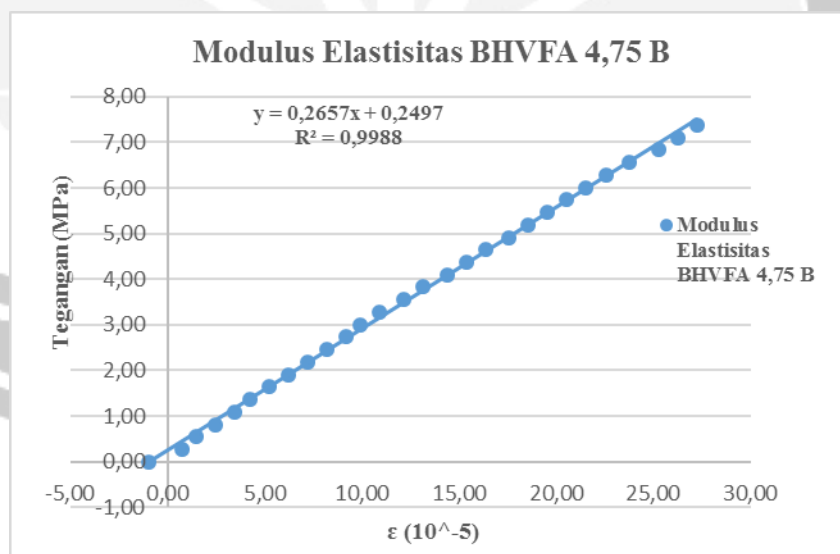
Beban		Pembacaan Compressometer (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	Tegangan (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ Koreksi (10 ⁻⁵)
Kgf	Newton					
0	0	0	0	0,00	-0,94	0,00
500	4903,36	3	1,5	0,27	0,74	1,68
1000	9806,71	6	3	0,55	1,49	2,43
1500	14710,1	10	5	0,82	2,48	3,42
2000	19613,4	14	7	1,09	3,47	4,41
2500	24516,8	17	8,5	1,37	4,21	5,15
3000	29420,1	21	10,5	1,64	5,20	6,14
3500	34323,5	25	12,5	1,91	6,19	7,13
4000	39226,8	29	14,5	2,19	7,18	8,12
4500	44130,2	33	16,5	2,46	8,17	9,11
5000	49033,6	37	18,5	2,73	9,17	10,11
5500	53936,9	40	20	3,01	9,91	10,85
6000	58840,3	44	22	3,28	10,90	11,84
6500	63743,6	49	24,5	3,55	12,14	13,08
7000	68647	53	26,5	3,83	13,13	14,07
7500	73550,3	58	29	4,10	14,37	15,31
8000	78453,7	62	31	4,37	15,36	16,30
8500	83357	66	33	4,64	16,35	17,29
9000	88260,4	71	35,5	4,92	17,59	18,53
9500	93163,7	75	37,5	5,19	18,58	19,52
10000	98067,1	79	39,5	5,46	19,57	20,51

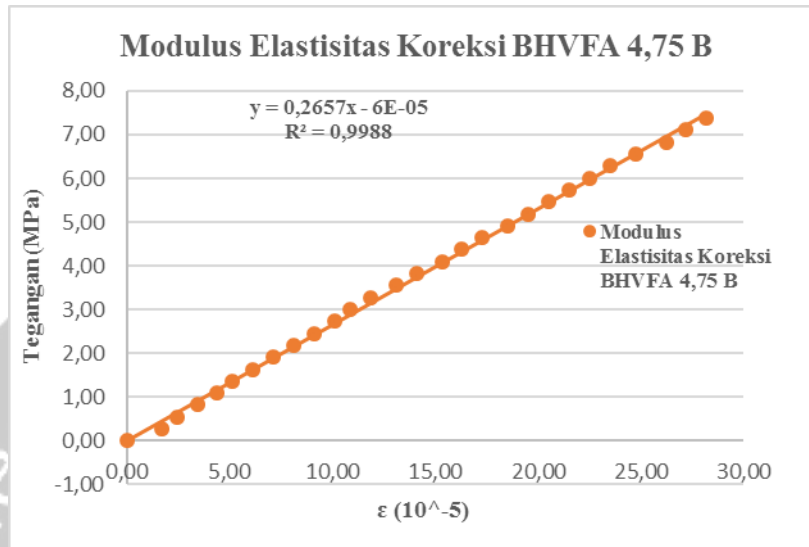


10500	102970	83	41,5	5,74	20,56	21,50
11000	107874	87	43,5	6,01	21,55	22,49
11500	112777	91	45,5	6,28	22,54	23,48
12000	117681	96	48	6,56	23,78	24,72
12500	122584	102	51	6,83	25,27	26,21
13000	127487	106	53	7,10	26,26	27,20
13500	132391	110	55	7,38	27,25	28,19

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,38}{28,19 \times 10^{-5}} \\ &= 26171 \text{ MPa} \end{aligned}$$







Kode Beton = BHVFA 4,75 C

P_0 = 201,55 mm

D_0 = 151,2 mm

A_0 = 17946,23 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 29891,43 MPa

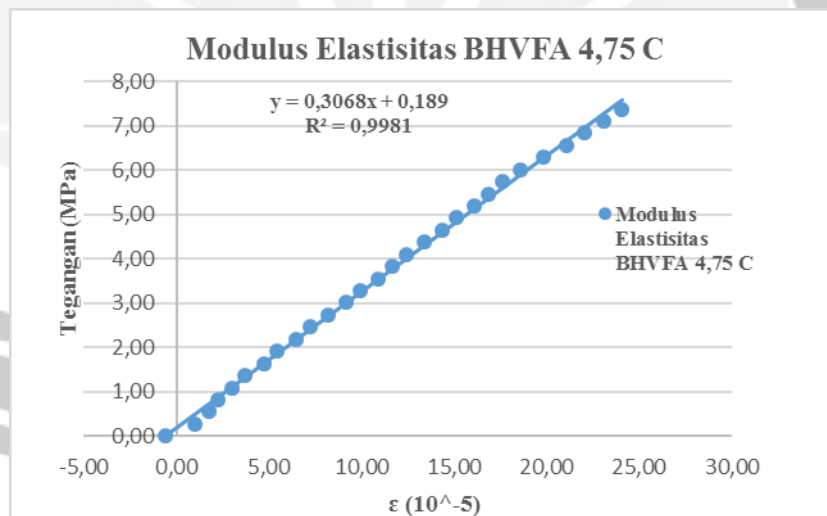
Beban		Pembacaan Compressometer (10 ⁻³)	0,5 ΔP (10 ⁻³)	Tegangan (MPa)	ϵ (10 ⁻⁵)	ϵ Koreksi (10 ⁻⁵)
Kgf	Newton					
0	0	0	0	0,00	-0,62	0,00
500	4903,36	4	2	0,27	0,99	1,61
1000	9806,71	7	3,5	0,55	1,74	2,35
1500	14710,1	9	4,5	0,82	2,23	2,85
2000	19613,4	12	6	1,09	2,98	3,59
2500	24516,8	15	7,5	1,37	3,72	4,34
3000	29420,1	19	9,5	1,64	4,71	5,33
3500	34323,5	22	11	1,91	5,46	6,07
4000	39226,8	26	13	2,19	6,45	7,07
4500	44130,2	29	14,5	2,46	7,19	7,81
5000	49033,6	33	16,5	2,73	8,19	8,80
5500	53936,9	37	18,5	3,01	9,18	9,79
6000	58840,3	40	20	3,28	9,92	10,54
6500	63743,6	44	22	3,55	10,92	11,53
7000	68647	47	23,5	3,83	11,66	12,28
7500	73550,3	50	25	4,10	12,40	13,02
8000	78453,7	54	27	4,37	13,40	14,01
8500	83357	58	29	4,64	14,39	15,00
9000	88260,4	61	30,5	4,92	15,13	15,75
9500	93163,7	65	32,5	5,19	16,13	16,74
10000	98067,1	68	34	5,46	16,87	17,49

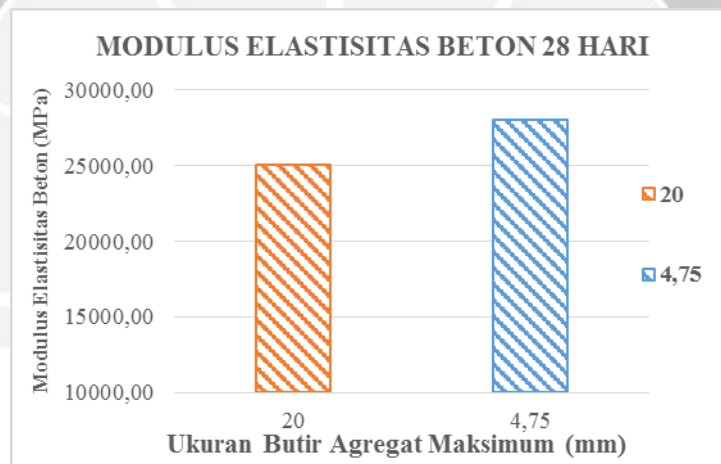
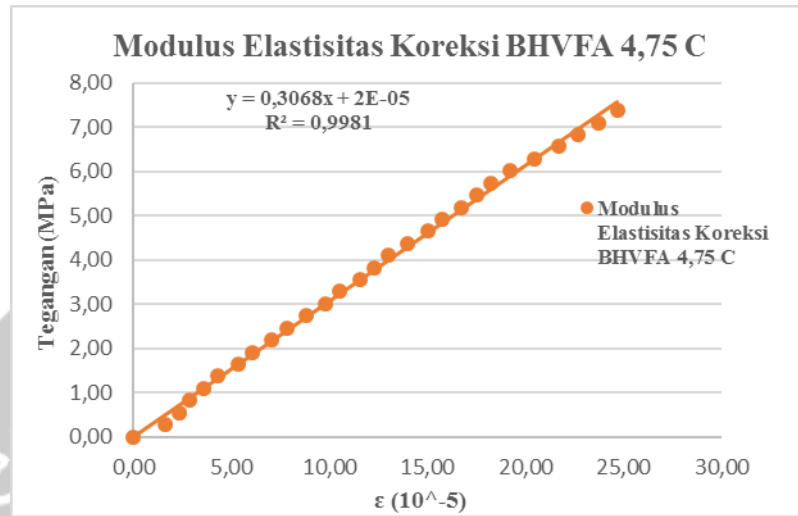


10500	102970	71	35,5	5,74	17,61	18,23
11000	107874	75	37,5	6,01	18,61	19,22
11500	112777	80	40	6,28	19,85	20,46
12000	117681	85	42,5	6,56	21,09	21,70
12500	122584	89	44,5	6,83	22,08	22,69
13000	127487	93	46,5	7,10	23,07	23,69
13500	132391	97	48,5	7,38	24,06	24,68

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,38}{24,68 \times 10^{-5}} \\ &= 29891,43 \text{ MPa} \end{aligned}$$







D.4 BERAT JENIS BETON

Kode Beton (SP 0,4%)	Berat Beton (kg)	Volume Beton (m ³)	Berat Jenis Beton (kg/m ³)	Rerata (kg/m ³)
BHVFA 20 A	13,324	0,005407	2464,12	2453,31
BHVFA 20 B	13,323	0,005411	2462,30	
BHVFA 20 C	13,202	0,005425	2433,50	
BHVFA 4,75 A	13,41	0,005420	2474,29	2485,58
BHVFA 4,75 B	13,45	0,005409	2486,60	
BHVFA 4,75 C	13,5	0,005409	2495,84	

Contoh Perhitungan:

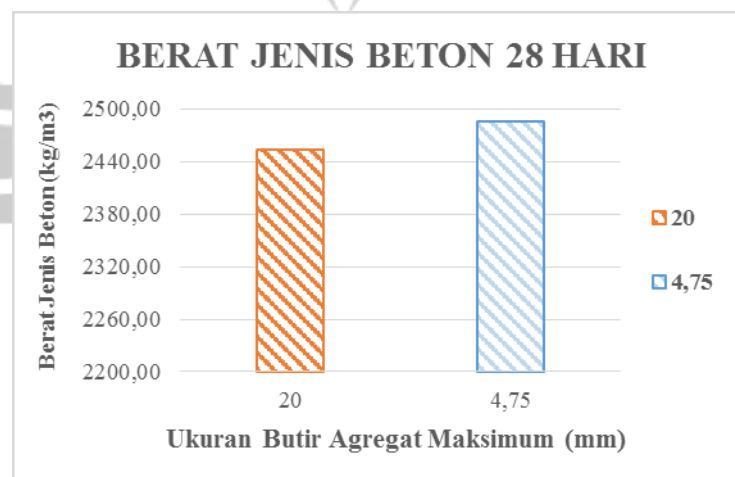
Kode Beton : BHVFA 20 A

Berat : 13,324 kg

V (Volume) : 0,005407 m³

Berat Jenis : $\frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$

$$: \frac{13,324}{0,005407} = 2464,12 \text{ kg/m}^3$$





**D.5 PENGUJIAN KUAT LENTUR MURNI BETON (MODULUS OF
RUPTURE) (28 HARI)**

Pengujian Kuat Lentur Murni (Modulus Of Rupture)				
Keterangan	BHVFA 20		BHVFA 4,75	
	A	B	A	B
Umur Benda Uji (Hari)	28	28	28	28
Berat Benda Uji (Kg)	12,68	12,72	13,02	13,12
Beban Maksimum (Kgf)	740	760	1050	1060
Beban Maksimum (N)	7256,97	7453,1	10297,1	10395,1
Panjang L (mm)	450	450	450	450
Lebar b (mm)	100	100	100	100
Tinggi h (mm)	100	100	100	100
Kuat Lentur Murni (MPa)	3,266	3,354	4,634	4,678
Rerata (MPa)	3,31		4,656	

Contoh Perhitungan:

Kode Beton : BHVFA 20 A

L : 450 mm

b : 100 mm

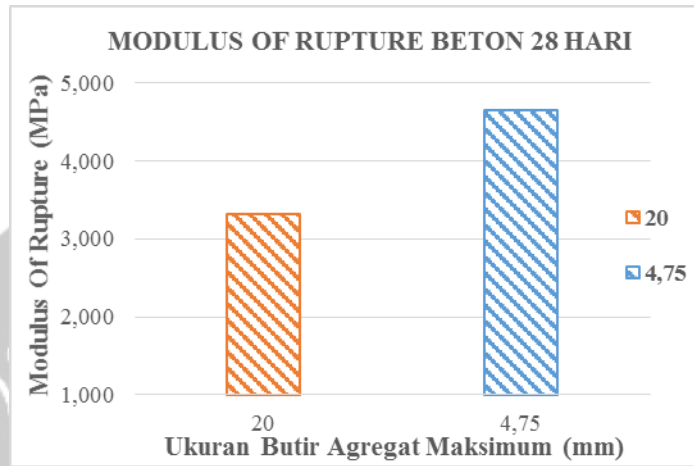
h : 100 mm

A (Luasan) : $\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot 151,2^2 = 17946,2 \text{ mm}^2$

Beban Maks : 740 Kgf = 740 x 9,80671 = 7256,97 N

MOR : $\frac{PL}{bh^2}$

: $\frac{7256,97 \cdot 450}{100 \cdot 100^2} = 3,266 \text{ MPa}$





**D.6 PENGUJIAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG HVFA
(28 HARI)**

Kode Balok : BHVFA 20 A
L : 2000 mm
b : 140 mm
h : 240 mm

Time s	LOAD CELL; AVE kg	LVDT 1; AVE mm	LVDT 2; AVE mm	LVDT 3; AVE mm	Rerata
0	-9,9280577	0,001707904	-0,002855643	-0,026626009	-0,009257916
2	39,160786	0,011602202	0,020330418	0,001926901	0,011286507
4	198,51614	0,10139374	0,11491145	0,11127799	0,109194393
6	203,40224	0,1065884	0,12492853	0,11704338	0,11618677
8	200,70265	0,10713243	0,12489223	0,11638119	0,116135283
10	213,77654	0,11597547	0,13339742	0,12409176	0,124488217
12	239,07785	0,13809367	0,15851198	0,14455624	0,147053963
14	281,08813	0,16288094	0,18498765	0,172539	0,173469197
16	411,09131	0,25820705	0,2767657	0,27450418	0,269825643
18	467,85098	0,30766717	0,31999105	0,32087395	0,31617739
20	682,94995	0,49814618	0,49282226	0,51032603	0,50043149
22	765,36682	0,57331067	0,56138647	0,58668607	0,573794403
24	979,81543	0,77347964	0,75575107	0,79487348	0,774701397
26	1022,335	0,82103056	0,80183178	0,84038424	0,821082193
28	1293,8688	1,0913959	1,0650929	1,1061667	1,087551833
30	1285,1017	1,1187507	1,0946537	1,1379193	1,1171079
32	1279,7148	1,1210834	1,0980374	1,1412365	1,1201191
34	1330,1201	1,1601597	1,1345321	1,1782827	1,157658167
36	1349,6383	1,1862991	1,1567562	1,2028736	1,1819763
38	1365,4911	1,2023108	1,1769459	1,2247599	1,201338867
40	1381,3387	1,2176138	1,1967627	1,2466149	1,220330467
42	1392,54	1,238578	1,2133617	1,2636832	1,238540967
44	1399,325	1,2519797	1,2275226	1,276312	1,2519381
46	1400,3088	1,258352	1,2356398	1,2844822	1,259491333
48	1395,9363	1,2607934	1,2377857	1,2871058	1,261894967
50	1418,2618	1,2820765	1,2559263	1,3040146	1,280672467
52	1478,0472	1,3320132	1,307683	1,356774	1,332156733
54	1518,6329	1,3852764	1,3610582	1,4104546	1,3855964
56	1505,4432	1,3955511	1,3730447	1,4228001	1,397131967
58	1503,777	1,4023596	1,3798757	1,4291283	1,403787867
60	1607,7133	1,4927427	1,470754	1,5175691	1,4936886



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

169

62	1624,974	1,5397589	1,518248	1,5651778	1,541061567
64	1678,0564	1,6030396	1,5813339	1,6277487	1,604040733
66	1741,0199	1,6920071	1,6738276	1,7146897	1,693508133
68	1771,1373	1,7592369	1,737841	1,7781669	1,758414933
70	1749,6465	1,7664502	1,7448285	1,7862171	1,765831933
72	1730,9657	1,766384	1,7453817	1,7863886	1,766051433
74	1748,1552	1,778391	1,7576314	1,7976272	1,7778832
76	1807,4874	1,8296547	1,8106629	1,8493052	1,829874267
78	1808,9426	1,8508244	1,827772	1,8673323	1,8486429
80	1815,2722	1,8681825	1,8425012	1,881037	1,8639069
82	1846,6761	1,9082149	1,8772135	1,9146224	1,900016933
84	1907,6432	1,9774102	1,9483377	1,9858567	1,970534867
86	1979,8467	2,087646	2,0548649	2,0943909	2,078967267
88	1976,8311	2,1365542	2,1005354	2,1436515	2,1269137
90	1961,3944	2,1409037	2,103853	2,1449869	2,129914533
92	2005,7817	2,1766315	2,1412497	2,1774635	2,1651149
94	2043,5968	2,2147822	2,1881678	2,2239757	2,208975233
96	2069,4883	2,2635357	2,2299588	2,2666013	2,253365267
98	2099,6399	2,3065696	2,274904	2,310544	2,2973392
100	2131,5315	2,3562281	2,326473	2,3602557	2,347652267
102	2184,4014	2,421881	2,3943298	2,4273531	2,4145213
104	2211,4067	2,4928024	2,4551866	2,4933989	2,480462633
106	2189,1365	2,4988201	2,460937	2,498986	2,4862477
108	2169,72	2,4987388	2,4613509	2,4986253	2,486238333
110	2162,6609	2,4985735	2,4596784	2,4949245	2,484392133
112	2191,4707	2,510216	2,4741206	2,5083485	2,4975617
114	2211,061	2,5281982	2,492842	2,5258307	2,515623633
116	2263,9368	2,5764072	2,5459654	2,57533	2,565900867
118	2284,979	2,6184754	2,585731	2,6107926	2,604999667
120	2319,5503	2,6611602	2,6347249	2,6551187	2,6503346
122	2386,897	2,7444987	2,7231445	2,7377393	2,7351275
124	2428,2563	2,8238976	2,809041	2,8262553	2,8197313
126	2422,45	2,8402367	2,8249154	2,8426378	2,835929967
128	2573,5015	3,013206	2,9975653	3,0121741	3,007648467
130	2656,1013	3,1540565	3,1387489	3,1475592	3,1467882
132	2693,4583	3,2421615	3,2240365	3,2331078	3,233101933
134	2690,4243	3,2608137	3,2408299	3,2513969	3,2510135
136	2865,7295	3,4693975	3,4413431	3,4476972	3,4528126
138	2952,0916	3,6616268	3,6279778	3,630136	3,639913533
140	2933,5894	3,6752563	3,6423178	3,6461124	3,654562167
142	2914,3696	3,676193	3,644381	3,6459727	3,655515567
144	3031,5459	3,7855699	3,7514038	3,7317016	3,7562251
146	3140,9912	3,9129214	3,9141204	3,8858881	3,904309967
148	3179,1553	3,9854729	3,9814198	3,9545028	3,9737985
150	3207,3472	4,0643668	4,0521746	4,0269251	4,047822167
152	3275,4639	4,1498308	4,1287718	4,1022162	4,1269396



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

170

154	3426,0535	4,3711929	4,337245	4,3076735	4,3387038
156	3485,2148	4,5182443	4,4800487	4,4501162	4,482803067
158	3455,2759	4,5296507	4,4884448	4,4546928	4,490929433
160	3603,3389	4,6869984	4,6361332	4,5903683	4,6378333
162	3696,3828	4,8433261	4,8175387	4,7670631	4,8093093
164	3675,4478	4,8346143	4,8253775	4,7778702	4,812620667
166	3685,7876	4,8579512	4,8443618	4,7968721	4,8330617
168	3852,6379	5,0418873	5,0186396	4,9720602	5,010862367
170	3936,446	5,1815057	5,1546178	5,1101565	5,14876
172	3995,594	5,2821403	5,2592406	5,2172837	5,2528882
174	3972,4351	5,2975922	5,2717786	5,2324872	5,267286
176	4019,8066	5,3502378	5,3232665	5,2823915	5,318631933
178	4165,5474	5,5479646	5,5108528	5,4716082	5,510141867
180	4150,1382	5,5825777	5,5399532	5,4912024	5,5379111
182	4220,1245	5,6525359	5,6173248	5,5452108	5,605023833
184	4270,9771	5,7340837	5,701551	5,6243005	5,686645067
186	4250,5283	5,7412882	5,711287	5,6353431	5,695972767
188	4234,2041	5,7430577	5,7126184	5,6371002	5,6975921
190	4354,2134	5,8551803	5,8247943	5,7451577	5,808377433
192	4432,3984	5,9789567	5,9443979	5,8631415	5,928832033
194	4487,8164	6,0818949	6,0379791	5,9494205	6,023098167
196	4546,8579	6,1971517	6,1329341	6,0423212	6,124135667
198	4530,5361	6,2254777	6,1523051	6,06463	6,147470933
200	4649,3013	6,348773	6,2827516	6,1918325	6,274452367
202	4796,9609	6,5767345	6,5163841	6,4198089	6,504309167
204	4827,6138	6,6596675	6,628603	6,5261722	6,604814233
206	4787,1538	6,6729426	6,6453147	6,5363879	6,618215067
208	4803,4531	6,7135949	6,6897116	6,5747786	6,6593617
210	4859,6074	6,9222751	6,8927712	6,7509089	6,8553184
212	4814,3008	7,0857744	7,0970483	6,9156437	7,032822133
214	4823,6074	7,2643194	7,2517424	7,0471392	7,187733667
216	4831,4365	7,4028087	7,4053869	7,1817136	7,329969733
218	4769,3516	7,4556074	7,4741344	7,2328	7,387513933
220	4833,187	7,5538015	7,5824704	7,3321528	7,4894749
222	4890,8818	7,7057943	7,724472	7,4651241	7,6317968
224	4921,3804	7,7916327	7,8195591	7,5447941	7,718661967
226	4918,0386	7,8510408	7,8964372	7,5852003	7,777559433
228	4929,6816	7,9470615	7,9742146	7,6522384	7,857838167
230	4934,5195	8,0296717	8,0710011	7,7358851	7,9455193
232	4911,1646	8,0971298	8,1457071	7,801044	8,014626967
234	4872,7275	8,1127443	8,1659775	7,8168159	8,0318459
236	4932,5649	8,2225647	8,2699862	7,9191322	8,1372277
238	4945,6934	8,5436478	8,5575609	8,2181578	8,439788833



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

171

240	4928,7769	8,7847118	8,7688093	8,4378176	8,663779567
242	4927,5596	8,9887171	8,9475908	8,6269608	8,8544229
244	4847,647	9,1105452	9,0510569	8,7382326	8,966611567
246	4850,8892	9,1821823	9,1101055	8,8012486	9,0311788
248	4941,0522	9,4020157	9,3089638	9,0089531	9,239977533
250	4933,4834	9,5664263	9,4482737	9,1643429	9,3930143
252	4935,6719	9,7682838	9,6405888	9,3526678	9,587180133
254	4912,5811	9,8882446	9,7477856	9,4615993	9,699209833
256	4918,7612	9,9874086	9,8314896	9,5516272	9,790175133
258	4885,9336	10,025245	9,8712635	9,5949306	9,8304797
260	4892,8477	10,053708	9,9065056	9,6340704	9,864761333
262	4937,0352	10,160028	10,003517	9,7326965	9,965413833
264	4965,7314	10,292426	10,120158	9,8459835	10,08618917
266	5008,0581	10,534854	10,344875	10,072523	10,31741733
268	4990,5347	10,814104	10,604092	10,335661	10,584619
270	4951,5625	10,98183	10,749194	10,490232	10,74041867
272	5040,3491	11,610368	11,330911	11,076369	11,339216
274	4972,2407	11,850924	11,560609	11,2983	11,56994433
276	4974,6069	11,936002	11,647946	11,375174	11,65304067
278	5038,1431	12,254914	11,93692	11,671516	11,95445
280	5051,3564	12,545492	12,204837	11,948	12,23277633
282	5032,8599	12,739079	12,379379	12,13623	12,41822933
284	4976,8232	12,795064	12,422219	12,189095	12,46879267
286	5006,3398	12,863602	12,493393	12,264202	12,540399
288	5098,2856	13,180563	12,800817	12,59601	12,85913
290	5079,9351	13,568051	13,184706	13,013533	13,25543
292	5012,5942	13,641635	13,259477	13,085943	13,32901833
294	5105,5352	13,889331	13,489533	13,324199	13,56768767
296	5110,5703	14,397561	13,989079	13,834922	14,073854
298	5057,8477	14,544023	14,133759	13,987045	14,221609
300	5172,9932	15,040421	14,612931	14,501598	14,71831667
302	5060,7114	15,377893	14,956231	14,864802	15,06630867
304	5064,0894	15,479298	15,054273	14,959743	15,164438
306	5137,6128	15,93636	15,517092	15,433194	15,628882
308	5118,312	16,159977	15,738587	15,681936	15,86016667
310	5060,4326	16,244083	15,817734	15,761876	15,941231
312	5129,7124	16,419395	15,988933	15,940849	16,11639233
314	5188,9507	16,972097	16,515869	16,518629	16,668865
316	5103,5566	17,107111	16,631241	16,658165	16,798839
318	5210,9282	17,418072	16,986275	16,989599	17,13131533
320	5206,5986	17,818457	17,37611	17,411516	17,535361
322	5154,2188	17,931925	17,484125	17,533438	17,64982933
324	5240,2749	18,198196	17,714441	17,780838	17,897825
326	5267,6372	18,772581	18,189651	18,298115	18,42011567
328	5189,5703	18,88357	18,290081	18,415691	18,52978067
330	5273,2876	19,118574	18,517544	18,659958	18,76535867
332	5288,7495	19,559889	18,929653	19,113693	19,20107833



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24
172

334	5227,1699	19,769451	19,124943	19,345097	19,41316367
336	5262,1948	19,911678	19,254606	19,502726	19,55633667
338	5308,3384	20,354774	19,691412	20,037653	20,02794633
340	5272,0815	20,551998	19,887556	20,289198	20,24291733
342	5235,1079	20,635529	19,96995	20,475611	20,36036333
344	5241,2256	20,688576	20,024208	20,595552	20,436112
346	5354,5649	21,031326	20,358934	20,964638	20,784966
348	5335,2305	21,368917	20,688023	21,326363	21,12776767
350	5270,4873	21,449482	20,762508	21,416483	21,209491
352	5331,1465	21,586151	20,889244	21,557554	21,34431633
354	5405,9312	22,002869	21,280504	21,984249	21,755874
356	5341,5469	22,286455	21,528475	22,253094	22,02267467
358	5318,8525	22,374229	21,605782	22,338762	22,10625767
360	5399,4746	22,767563	22,018118	22,749491	22,511724
362	5348,0645	23,063992	22,350027	23,102448	22,83882233
364	5283,6641	23,131382	22,406023	23,178377	22,90526067
366	5338,3647	23,284254	22,548985	23,339277	23,05750533
368	5322,0811	23,528482	22,785433	23,603302	23,305739
370	5327,0557	23,804457	22,993059	23,862888	23,553468
372	5291,3228	24,077257	23,119038	24,024391	23,74022867
374	5247,9536	24,095842	23,140057	24,049709	23,76186933
376	5323,9917	24,267794	23,289444	24,246761	23,93466633
378	5379,3403	24,562809	23,579601	24,608335	24,25024833
380	5374,3511	24,813396	23,783009	24,825636	24,47401367
382	5314,4282	24,873156	23,828356	24,87435	24,52528733
384	5367,4556	24,996223	23,953575	25,014507	24,65476833
386	5405,0908	25,32193	24,347912	25,41153	25,027124
388	5351,7515	25,579983	24,539074	25,669733	25,26293
390	5347,6216	25,682241	24,632469	25,776155	25,36362167
392	5446,1665	26,077158	25,028423	26,189659	25,76508
394	5371,4443	26,341661	25,298491	26,481339	26,040497
396	5337,8813	26,459251	25,379404	26,56435	26,134335
398	5465,5195	26,898308	25,7808	27,001493	26,56020033
400	5391,0244	27,192488	26,074959	27,324842	26,86409633
402	5402,9233	27,297743	26,183294	27,426819	26,96928533
404	5497,6499	27,65765	26,563988	27,860157	27,36059833
406	5470,3418	27,931526	26,822954	28,224491	27,659657
408	5422,6274	28,048927	26,891188	28,296803	27,74563933
410	5532,0171	28,426615	27,259481	28,676985	28,121027
412	5490,9092	28,796196	27,621809	29,021908	28,479971
414	5431,085	28,874134	27,698238	29,087595	28,55332233
416	5540,1372	29,252865	28,080526	29,4608	28,931397
418	5501,0498	29,605509	28,433718	29,7936	29,277609
420	5425,8423	29,676121	28,513605	29,860233	29,34998633
422	5528,937	29,951828	28,76482	30,107416	29,60802133
424	5535,1094	30,320217	29,123917	30,431499	29,95854433
426	5486,6372	30,488083	29,330044	30,588709	30,135612
428	5447,5879	30,547848	29,388592	30,637955	30,191465
430	5454,6216	30,588011	29,43564	30,680937	30,23486267
432	5555,9424	30,863319	29,703228	30,949135	30,50522733

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA****Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil****Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

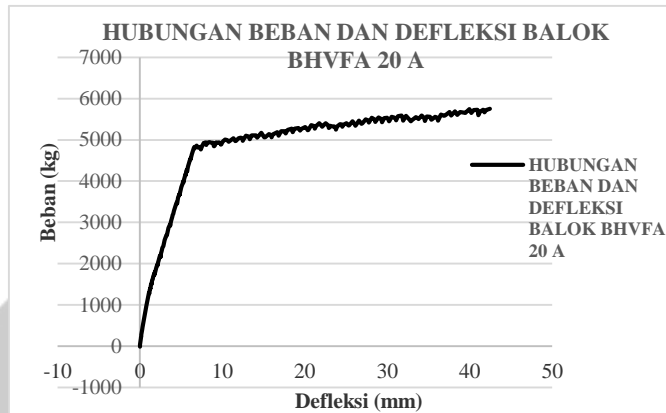
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

173

434	5546,5005	31,149738	29,971556	31,223419	30,781571
436	5526,5776	31,320507	30,145657	31,443352	30,96983867
438	5475,938	31,383522	30,206036	31,540085	31,04321433
440	5573,0977	31,640324	30,458206	31,788116	31,29554867
442	5586,6265	32,064651	30,879646	32,190311	31,711536
444	5515,3794	32,240795	31,061995	32,354389	31,88572633
446	5469,0474	32,288822	31,115286	32,392761	31,93228967
448	5579,064	32,632053	31,461872	32,721821	32,27191533
450	5490,2842	33,068169	31,910835	33,123631	32,70087833
452	5449,4185	33,227474	32,080048	33,265022	32,85751467
454	5470,7739	33,344048	32,202999	33,37579	32,974279
456	5550,5435	33,815655	32,707848	33,828426	33,450643
458	5520,8315	34,059547	32,965565	34,057671	33,694261
460	5505,2681	34,14653	33,056725	34,14259	33,78194833
462	5588,2563	34,524742	33,430305	34,504936	34,15332767
464	5525,7539	34,874428	33,752083	34,815357	34,48062267
466	5459,5923	34,948536	33,817154	34,869106	34,544932
468	5566,8647	35,193832	34,056015	35,126396	34,792081
470	5560,7749	35,582771	34,405415	35,564823	35,18433633
472	5488,5552	35,72488	34,521999	35,728271	35,32505
474	5497,9521	35,803185	34,593781	35,821632	35,40619933
476	5561,0298	36,171684	34,94521	36,265236	35,79404333
478	5531,4453	36,442795	35,203972	36,600544	36,082437
480	5462,9492	36,499996	35,244728	36,665485	36,13673633
482	5611,4839	36,870197	35,596745	37,015873	36,49427167
484	5581,2446	37,218658	35,958534	37,467239	36,881477
486	5595,7983	37,358372	36,096073	37,601295	37,01858
488	5673,1924	37,876938	36,638474	38,112522	37,54264467
490	5589,5415	38,047733	36,833084	38,274586	37,71846767
492	5687,3037	38,569641	37,330093	38,751114	38,21694933
494	5602,9468	38,843304	37,618351	38,999973	38,48720933
496	5677,2212	39,184273	37,976944	39,331509	38,83090867
498	5658,6406	39,674637	38,454212	39,773785	39,300878
500	5648,3813	39,819191	38,597759	39,899101	39,43868367
502	5745,3462	40,316494	39,12117	40,459782	39,96581533
504	5652,2734	40,512627	39,329498	40,680794	40,17430633
506	5724,1636	40,777107	39,602005	40,957676	40,445596
508	5728,1665	41,210857	40,059269	41,453964	40,90803
510	5649,7578	41,313496	40,154121	41,531036	40,999551
512	5625,0229	41,344746	40,186523	41,567947	41,033072
514	5597,6567	41,362633	40,200272	41,581425	41,04811
516	5684,3364	41,520603	40,361027	41,752495	41,211375
518	5731,4507	41,951393	40,744194	42,171768	41,62245167
520	5670,4653	42,113079	40,901436	42,328098	41,780871
522	5717,6289	42,289368	41,076157	42,536942	41,967489
524	5751,6128	42,716831	41,501377	43,048523	42,42224367





Kode Balok : BHVFA 20 B

L : 2000 mm

b : 140 mm

h : 240 mm

Time s	LOAD CELL; AVE kg	LVDT 1; AVE mm	LVDT 2; AVE mm	LVDT 3; AVE mm	Rerata
0	200,66682	0,15168566	0,15210097	0,14710495	0,150297193
5	322,6571	0,25305429	0,24696404	0,24187617	0,247298167
10	543,41559	0,40689069	0,39436945	0,40344998	0,40157004
15	1031,9312	0,81844145	0,7740016	0,82738262	0,806608557
20	1280,2284	1,0407714	0,99048448	1,0646805	1,031978793
25	1449,4963	1,2120039	1,1565453	1,2457434	1,2047642
30	1636,6003	1,450092	1,386144	1,4904431	1,442226367
35	1877,9293	1,8133476	1,7182724	1,8347245	1,7887815
40	1992,0149	2,0167723	1,9031165	2,0303688	1,9834192
45	2171,1831	2,2890084	2,157285	2,302552	2,249615133
50	2292,8862	2,4780939	2,3334572	2,48861	2,433387033
55	2380,3376	2,6225207	2,4704838	2,6306739	2,574559467
60	2417,8145	2,6872094	2,5246465	2,6861358	2,6326639
65	2423,5154	2,7169323	2,5581725	2,7209201	2,665341633
70	2515,2617	2,8171501	2,6412368	2,8077381	2,755375
75	2595,4048	2,9580154	2,7657113	2,9378273	2,887184667
80	2648,1775	3,0272043	2,8335638	3,0060701	2,955612733
85	2671,6902	3,0994897	2,8998468	3,0735741	3,024303533
90	2743,8535	3,1759796	2,9668579	3,1437502	3,095529233
95	2792,0613	3,2461622	3,0298615	3,2125034	3,162842367
100	2842,8218	3,3093209	3,0948892	3,2817967	3,228668933
105	2866,6401	3,355803	3,1378775	3,3249333	3,272871267
110	2894,7034	3,379406	3,1750808	3,364512	3,306332933
115	2882,5122	3,4020679	3,1934648	3,3831511	3,326227933
120	2959,7407	3,4628394	3,2530527	3,4443526	3,386748233
125	3039,8604	3,5612278	3,3531168	3,5458632	3,486735933
130	3130,9614	3,669776	3,4688883	3,6640546	3,6009063
135	3195,8145	3,7633345	3,5669615	3,7642372	3,698177733
140	3408,6677	4,0251927	3,8229623	4,0100942	3,952749733
145	3490,2197	4,1953659	3,9857359	4,1627059	4,114602567
150	3506,0178	4,2425532	4,0244355	4,1964679	4,154485533
155	3577,5381	4,3231568	4,1030002	4,2593169	4,2284913
160	3643,1453	4,3956857	4,189508	4,3392491	4,3081476
165	3680,4658	4,4436855	4,2493653	4,3986769	4,363909233
170	3721,6121	4,5052075	4,3038688	4,4540634	4,421046567



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

176

175	3711,7351	4,5213037	4,3235598	4,4737415	4,439535
180	3763,7153	4,5724702	4,3688822	4,516438	4,485930133
185	3820,1536	4,658658	4,4391451	4,585813	4,561205367
190	3851,5662	4,6993518	4,4817524	4,6301723	4,603758833
195	3905,0618	4,7535262	4,5474939	4,6949582	4,6653261
200	3970,6265	4,8387089	4,6344795	4,7804222	4,751203533
205	4008,5464	4,9122176	4,6961451	4,8413243	4,816562333
210	4113,6001	5,0272946	4,8228698	4,9688869	4,939683767
215	4163,5396	5,0945001	4,8978248	5,0441556	5,012160167
220	4195,5127	5,1494417	4,9455414	5,0954857	5,0634896
225	4230,9487	5,2006989	4,9912543	5,1506329	5,114195367
230	4267,4058	5,2690749	5,0486884	5,2082348	5,1753327
235	4373,7412	5,3727121	5,1623807	5,322546	5,2858796
240	4426,3667	5,4626842	5,2454686	5,407855	5,3720026
245	4480,4854	5,5281439	5,3133249	5,4784384	5,439969067
250	4570,9077	5,6495194	5,4349899	5,6002865	5,5615986
255	4734,356	5,8503785	5,6387978	5,8018947	5,763690333
260	4892,2026	6,1093817	5,892447	6,073503	6,025110567
265	4938,1816	6,2102232	5,9919491	6,1767883	6,1263202
270	4941,6732	6,416327	6,1926761	6,3846378	6,331213633
275	4952,6373	6,6335211	6,3994317	6,6243906	6,5524478
280	4962,1244	6,8496399	6,5905867	6,8742461	6,7714909
285	4981,8262	7,3016491	6,996717	7,386519	7,228295033
290	4995,625	7,5311618	7,1898603	7,6317892	7,4509371
295	5067,4512	7,8907285	7,5094752	8,007308	7,8025039
300	5015,0996	8,3047619	7,87887	8,4038172	8,195816367
305	5007,521	8,8664293	8,3864422	8,9224434	8,725104967
310	4986,043	9,3820534	8,8537607	9,3839178	9,2065773
315	5066,1646	9,8274412	9,2799549	9,8308659	9,646087333
320	5005,7769	10,35157	9,781167	10,336784	10,156507
325	5079,5234	10,824061	10,233182	10,788187	10,61514333
330	5051,2285	11,291165	10,688773	11,223577	11,06783833
335	5088,6982	11,495117	10,882093	11,426034	11,267748
340	5112,9297	12,175847	11,404454	11,984171	11,854824
345	5036,8184	12,402428	11,557794	12,159963	12,04006167
350	5126,9507	12,763082	11,899251	12,564579	12,40897067
355	5099,7441	13,281674	12,382902	13,123534	12,92937
360	5171,9663	13,882874	12,954505	13,753214	13,53019767
365	5164,374	14,375392	13,397719	14,231385	14,00149867
370	5162,4058	15,005589	13,9903	14,870374	14,62208767
375	5237,4956	15,473374	14,4396	15,343366	15,08544667
380	5215,6953	15,939056	14,890918	15,841493	15,55715567
385	5268,0864	16,50338	15,456714	16,419601	16,126565



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

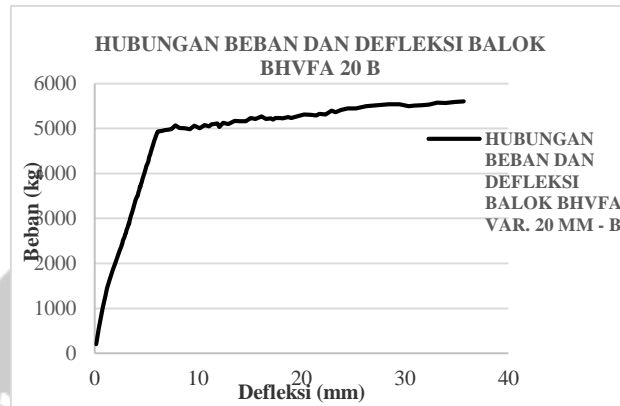
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

177

390	5211,8252	16,93322	15,881229	16,839802	16,551417
395	5226,5215	17,43322	16,352644	17,308958	17,03160733
400	5202,165	17,649895	16,569431	17,52405	17,247792
405	5232,1919	17,904379	16,795639	17,724743	17,47492033
410	5232,1313	18,326641	17,234406	18,140152	17,90039967
415	5226,7285	18,617952	17,520067	18,404026	18,18068167
420	5254,9053	19,171993	18,03425	18,890312	18,69885167
425	5235,9004	19,484537	18,359186	19,196978	19,013567
430	5274,5488	20,139299	18,983974	19,823425	19,64889933
435	5310,8735	20,772682	19,568489	20,380125	20,240432
440	5308,2036	21,410479	20,252247	21,016527	20,89308433
445	5294,6606	21,923859	20,801289	21,524319	21,416489
450	5326,5952	22,228003	21,121414	21,818686	21,722701
455	5311,5073	22,822361	21,692905	22,402298	22,30585467
460	5401,562	23,438797	22,295624	22,992109	22,90884333
465	5366,1479	23,79895	22,650494	23,337545	23,26232967
470	5414,8447	24,327608	23,190804	23,848618	23,78901
475	5446,4292	24,977808	23,828472	24,534027	24,446769
480	5449,6724	25,848223	24,606436	25,330967	25,26187533
485	5497,5078	26,857723	25,557493	26,317276	26,244164
490	5515,7339	27,942471	26,627468	27,402969	27,32430267
495	5537,9961	29,102642	27,73568	28,519135	28,45248567
500	5538,6646	30,102495	28,792366	29,510176	29,46834567
505	5495,96	31,013626	29,747532	30,335926	30,36569467
510	5513,7524	31,592052	30,367346	30,859245	30,93954767
515	5516,5425	32,360847	31,082636	31,445251	31,629578
520	5536,7354	33,100002	31,801056	32,062237	32,32109833
525	5574,4453	33,859379	32,617805	32,840946	33,10604333
530	5572,1196	34,691498	33,460522	33,657978	33,936666
535	5589,7798	35,537891	34,26963	34,454494	34,754005
540	5608,0493	36,467445	35,18951	35,38522	35,680725





Kode Balok : BHVFA 4,75 A

L : 2000 mm

b : 140 mm

h : 240 mm

Time s	LOAD CELL; AVE kg	LVDT 1; AVE mm	LVDT 2; AVE mm	LVDT 3; AVE mm	Rerata
0	5,2249432	-0,020288548	-0,005319368	-0,007013477	-0,010873798
5	119,59023	0,07124228	0,076545104	0,08047998	0,076089121
10	190,61151	0,13672651	0,13421206	0,14408314	0,13834057
15	203,81123	0,1526728	0,14761358	0,15679304	0,152359807
20	243,67299	0,18882173	0,17574346	0,18515435	0,183239847
25	307,33969	0,231592	0,22700532	0,23788805	0,23216179
30	370,46667	0,27903235	0,27603322	0,28669593	0,280587167
35	518,82343	0,38702369	0,38536105	0,40010345	0,390829397
40	599,67084	0,45093384	0,44350106	0,45976549	0,45140013
45	774,82477	0,59162223	0,56142128	0,58015788	0,577733797
50	825,47485	0,62660414	0,60256171	0,62097603	0,61671396
55	911,13477	0,67738885	0,66024315	0,6788075	0,6721465
60	1086,3384	0,79704356	0,7816717	0,80437076	0,794362007
65	1158,9493	0,85508841	0,84285337	0,86198497	0,853308917
70	1141,2156	0,85776734	0,84905618	0,86815989	0,858327803
75	1386,1134	1,0009323	1,0075963	1,0166475	1,008392033
80	1500,5778	1,1126974	1,1144307	1,1181383	1,1150888
85	1492,4832	1,1224805	1,1244386	1,1306601	1,125859733
90	1663,7926	1,2429363	1,2521007	1,2502335	1,2484235
95	1795,6017	1,4069309	1,417094	1,412019	1,412014633
100	1787,153	1,4432337	1,4538256	1,4504178	1,449159033
105	1998,0679	1,6874726	1,7043645	1,7051044	1,6989805
110	2049,4382	1,8502065	1,8583856	1,8624295	1,8570072
115	2104,9146	1,9286519	1,9395489	1,9399375	1,9360461
120	2273,7957	2,1918817	2,201194	2,1937733	2,195616333
125	2277,7295	2,285233	2,2883959	2,2860487	2,2865592
130	2410,458	2,4407492	2,441802	2,4425702	2,441707133
135	2534,022	2,658546	2,6603198	2,6590872	2,659317667
140	2515,2925	2,7040911	2,7018418	2,7067974	2,704243433
145	2683,9392	2,8889551	2,8877778	2,8865321	2,887755
150	2787,6213	3,0839572	3,0784492	3,0740793	3,078828567
155	2777,7456	3,1282473	3,1192834	3,1135523	3,120361
160	2955,1865	3,3469229	3,3356674	3,3203926	3,334327633
165	3034,0916	3,5068026	3,4973538	3,47858	3,494245467
170	3072,4641	3,5907898	3,5822697	3,561666	3,578241833
175	3284,0679	3,9018705	3,8921094	3,8623674	3,8854491
180	3308,127	4,0020881	3,9879646	3,957629	3,982560567



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

180

185	3438,9409	4,1699338	4,1588154	4,1207623	4,149837167
190	3562,075	4,3737187	4,3671217	4,3221593	4,354333233
195	3568,6362	4,4379468	4,4297404	4,3862615	4,4179829
200	3701,866	4,5970488	4,5967784	4,5438018	4,579209667
205	3839,7156	4,8408432	4,8425179	4,7774816	4,8202809
210	3827,9202	4,8827763	4,8858342	4,8188972	4,862502567
215	3970,8782	5,0461707	5,0440059	4,9861379	5,025438167
220	4107,9111	5,2808132	5,272696	5,2141519	5,255887033
225	4093,8062	5,332541	5,3251066	5,2635469	5,307064833
230	4159,0454	5,3993816	5,3946948	5,3300943	5,374723567
235	4313,9741	5,6221275	5,6105404	5,5434899	5,5920526
240	4359,8564	5,7266712	5,7198548	5,6506119	5,699045967
245	4347,0405	5,749692	5,7443552	5,6853771	5,726474767
250	4402,4771	5,8120575	5,8112979	5,7469501	5,790101833
255	4562,5576	6,0353751	6,0336924	5,9616947	6,010254067
260	4597,6177	6,1238246	6,1273379	6,050983	6,100715167
265	4591,3091	6,1533971	6,1586475	6,0804577	6,1308341
270	4701,7354	6,2853065	6,2905316	6,2124467	6,2627616
275	4877,291	6,5746927	6,5829015	6,5022712	6,553288467
280	4895,4097	6,6605868	6,673121	6,5897207	6,641142833
285	5035,9766	6,8892431	6,9073567	6,8193722	6,871990667
290	5090,2134	7,0387359	7,0447521	6,965898	7,016462
295	5069,292	7,1274605	7,1319489	7,061234	7,106881133
300	5045,2725	7,221899	7,2210035	7,1766672	7,206523233
305	5043,1895	7,6941242	7,656498	7,7409091	7,6971771
310	4926,5723	7,8961806	7,8430204	8,0009584	7,913386467
315	5082,4624	8,4491873	8,2920017	8,5048752	8,415354733
320	4995,0063	8,6394415	8,4839344	8,7282915	8,617222467
325	5107,2827	8,920229	8,7393951	9,0032005	8,8876082
330	5096,0073	9,2983284	9,1008692	9,4152651	9,271487567
335	5190,5381	9,8333683	9,6223783	9,9872198	9,814322133
340	5198,4487	10,425924	10,199883	10,610473	10,41209333
345	5222,9121	11,294789	11,037211	11,47794	11,26998
350	5223,3711	12,027138	11,696671	12,234504	11,98610433
355	5217,5806	13,034112	12,348441	12,95249	12,77834767
360	5230,2168	13,640967	12,957422	13,562887	13,387092
365	5212,2651	13,919389	13,222849	13,854148	13,665462
370	5258,8428	14,628061	13,879807	14,552851	14,353573
375	5286,2944	15,33477	14,589315	15,319594	15,08122633
380	5284,9961	16,017262	15,307902	16,042904	15,789356
385	5308,98	16,733006	16,053917	16,793276	16,526733
390	5318,1113	17,379158	16,699818	17,462189	17,18038833
395	5322,3374	18,047028	17,3276	18,113468	17,82936533
400	5331,6108	18,697191	17,976994	18,795317	18,489834
405	5350,8765	19,070621	18,32803	19,173975	18,857542



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

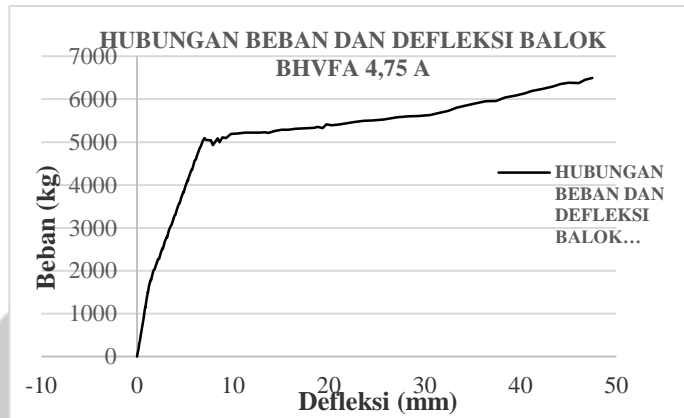
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

Lampiran 24

181

410	5323,5601	19,578053	18,812811	19,692625	19,361163
415	5410,8369	19,981142	19,173037	20,078653	19,74427733
420	5392,3843	20,547493	19,657904	20,660532	20,288643
425	5404,6812	21,246899	20,27387	21,321768	20,94751233
430	5427,7483	21,898354	20,935179	22,012226	21,615253
435	5468,8494	22,876154	21,927265	23,083569	22,628996
440	5498,7383	23,902395	22,916716	24,12594	23,64835033
445	5502,6348	24,8027	23,856422	25,061623	24,57358167
450	5523,7484	25,924055	25,065121	26,20359	25,730922
455	5578,6373	27,353365	26,481152	27,576374	27,13696367
460	5597,7383	28,75049	27,564638	28,707417	28,34084833
465	5610,6383	29,799196	28,653788	29,80792	29,42030133
470	5633,6484	30,982058	29,728693	31,067869	30,59287333
475	5679,6383	31,976997	30,664387	32,108971	31,58345167
480	5729,6484	32,868206	31,520943	33,083824	32,490991
485	5797,7383	33,735725	32,328026	33,966133	33,34329467
490	5849,7393	34,620918	33,137466	34,882957	34,21378033
495	5898,6383	35,675541	34,092133	36,019234	35,26230267
500	5947,6373	36,809872	35,111954	37,172085	36,364637
505	5958,6384	37,954803	36,215984	38,171295	37,44736067
510	6039,7485	39,086075	37,316822	38,849098	38,41733167
515	6081,6378	40,175777	38,353115	40,006134	39,51167533
520	6138,7649	41,179188	39,30479	41,040298	40,508092
525	6189,9836	41,453276	40,036474	41,984364	41,158038
530	6240,8583	42,563254	41,845843	42,673634	42,36091033
535	6290,9862	43,367633	42,848756	43,896746	43,371045
540	6355,7832	44,874843	43,545663	44,163427	44,19464433
545	6381,6473	45,176348	44,734825	45,231467	45,04754667
550	6376,9876	45,634782	45,828256	46,877348	46,113462
555	6449,7832	46,274846	46,736324	47,187385	46,73285167
560	6491,7632	47,287348	47,452755	47,832635	47,524246





Kode Balok : BHVFA 4,75 B

L : 2000 mm

b : 140 mm

h : 240 mm

Time	LOAD CELL; AVE	LVDT 1; AVE	LVDT 2; AVE	LVDT 3; AVE	Rerata
s	kg	mm	mm	mm	
0	1,3765157	-0,003958289	0,000464642	0,006925404	0,001143919
5	109,36914	0,087999791	0,028797016	0,006803466	0,041200091
10	188,12424	0,13501996	0,064435311	0,006623848	0,06869304
15	224,64075	0,15810686	0,091773398	0,006553014	0,085477757
20	299,76767	0,22007811	0,15144581	0,006355422	0,125959781
25	352,18369	0,27677482	0,19613482	0,006464083	0,159791241
30	530,09991	0,39161831	0,32093453	0,006931368	0,239828069
35	617,45752	0,4431608	0,38550848	0,006779814	0,278483031
40	815,55652	0,49844682	0,53013599	0,006731284	0,345104698
45	952,3371	0,48451009	0,62587273	0,049249608	0,386544143
50	1142,325	0,68756777	0,78673697	0,19292605	0,555743597
55	1288,1501	0,80228812	0,89360851	0,29897586	0,664957497
60	1500,2773	0,99413472	1,0706022	0,47596428	0,8469004
65	1726,6403	1,1878824	1,269612	0,66137069	1,039621697
70	1869,312	1,4029144	1,4832844	0,89365965	1,259952817
75	2044,5337	1,6868359	1,7668529	1,1863291	1,546672633
80	2135,3645	1,8391281	1,9231725	1,3439875	1,702096033
85	2302,0808	2,1484246	2,2234442	1,6381147	2,003327833
90	2355,668	2,2687721	2,333643	1,7457404	2,116051833
95	2529,1931	2,5555351	2,5928204	1,9947058	2,381020433
100	2648,3494	2,7510493	2,8046429	2,2092845	2,588325567
105	2850,8132	3,095391	3,1461463	2,552438	2,9313251
110	2959,0366	3,2325463	3,3083639	2,7147117	3,0852073
115	3127,5486	3,5255792	3,5448263	2,9555802	3,341995233
120	3213,8579	3,6211283	3,6820683	3,0976932	3,466963267
125	3398,6257	3,8894577	3,9333394	3,3557658	3,726187633
130	3518,7542	4,0668783	4,09726	3,5269191	3,897019133
135	3724,0496	4,3846211	4,3915553	3,834456	4,203544133
140	3861,5098	4,5781846	4,5737457	4,0236511	4,391860467
145	4042,9143	4,8234053	4,8371263	4,2965956	4,652375733
150	4175	5,0126605	5,0237179	4,4848728	4,840417067
155	4392,2798	5,4220657	5,3498435	4,8119407	5,194616633
160	4547,2896	5,6079211	5,5493412	5,0139136	5,390391967
165	4705,2378	5,8507476	5,797699	5,2709236	5,639790067
170	4699,752	5,883985	5,8438406	5,3183322	5,6820526
175	4874,3276	6,0784807	6,0506535	5,5264783	5,885204167



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

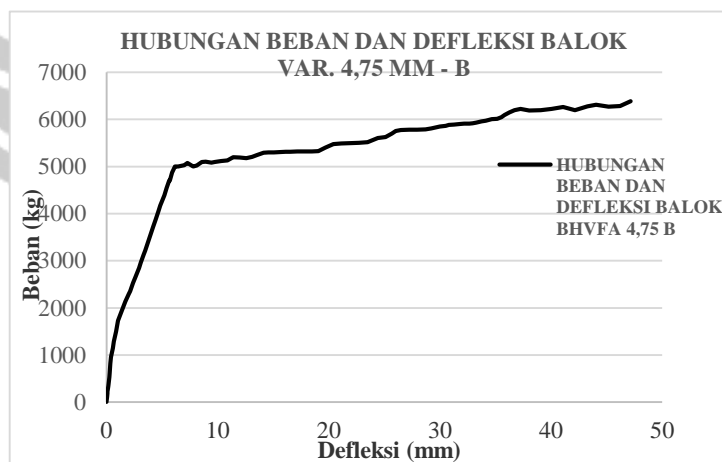
Lampiran 24

184




180	4999,7283	6,3597355	6,3354111	5,8076968	6,167614467
185	5002,7384	6,6333709	6,6143031	6,0469766	6,4315502
190	5027,6383	7,1945229	7,2054896	6,5465817	6,982198067
195	5073,7384	7,4626389	7,5245156	6,8171153	7,268089933
200	4998,7373	7,9949183	8,0748215	7,35039	7,806709933
205	5019,6383	8,2915001	8,3692303	7,6878953	8,116208567
210	5098,7383	8,7533646	8,8230705	8,179718	8,585384367
215	5101,7383	9,0777855	9,1515274	8,4936743	8,9076624
220	5080,7383	9,6146297	9,6719494	9,0075502	9,431376433
225	5095,7282	9,913785	9,9460621	9,2801723	9,7133398
230	5114,8292	10,505876	10,526232	9,8327599	10,2882893
235	5130,7484	11,127363	11,093881	10,383709	10,86831767
240	5195,7383	11,664867	11,606241	10,882968	11,384692
245	5188,7383	12,283396	12,189732	11,498164	11,99043067
250	5174,7832	12,883317	12,810358	12,060809	12,584828
255	5202,6732	13,406183	13,329564	12,555012	13,09691967
260	5245,7353	13,879684	13,794488	13,020046	13,56473933
265	5289,6353	14,4821	14,356008	13,591391	14,14316633
270	5299,6534	14,872943	14,819824	14,025091	14,57261933
275	5302,6432	15,354597	15,290663	14,485664	15,04364133
280	5305,5362	15,899001	15,822366	14,997575	15,57298067
285	5310,6272	16,476961	16,362501	15,534183	16,12454833
290	5315,7256	16,804399	16,778074	15,95645	16,51297433
295	5317,5423	17,424025	17,407516	16,611277	17,147606
300	5319,6272	18,220675	18,145792	17,275364	17,88061033
305	5321,5363	18,882593	18,726023	17,802711	18,47044233
310	5324,6281	19,482986	19,312973	18,345446	19,047135
315	5401,6371	20,181187	19,949965	18,937101	19,68941767
320	5472,6353	20,89599	20,711195	19,648407	20,41853067
325	5490,6272	21,591059	21,461143	20,36175	21,137984
330	5499,6272	22,37583	22,292957	21,145697	21,93816133
335	5505,7234	23,184704	23,066677	21,919275	22,723552
340	5516,7356	24,002897	23,826958	22,684069	23,50464133
345	5601,6367	25,143028	24,636384	23,456928	24,41211333
350	5627,7383	25,467756	25,263635	24,562526	25,09797233
355	5701,6273	26,263473	25,826283	24,982823	25,69085967
360	5754,6237	26,763734	26,057883	25,289934	26,03718367
365	5772,5463	27,037484	26,573834	25,892645	26,501321
370	5779,5632	27,873833	27,463435	26,378894	27,23872067
375	5781,6525	28,712425	27,672728	27,484745	27,95663267
380	5791,6353	29,263728	28,567272	28,272783	28,701261
385	5810,5462	29,836374	29,027627	28,836372	29,23345767
390	5848,6252	30,472728	29,976648	29,537384	29,99558667
395	5864,6325	31,023327	30,263744	30,276464	30,52117833
400	5884,7265	31,367278	30,478485	30,573736	30,80649967



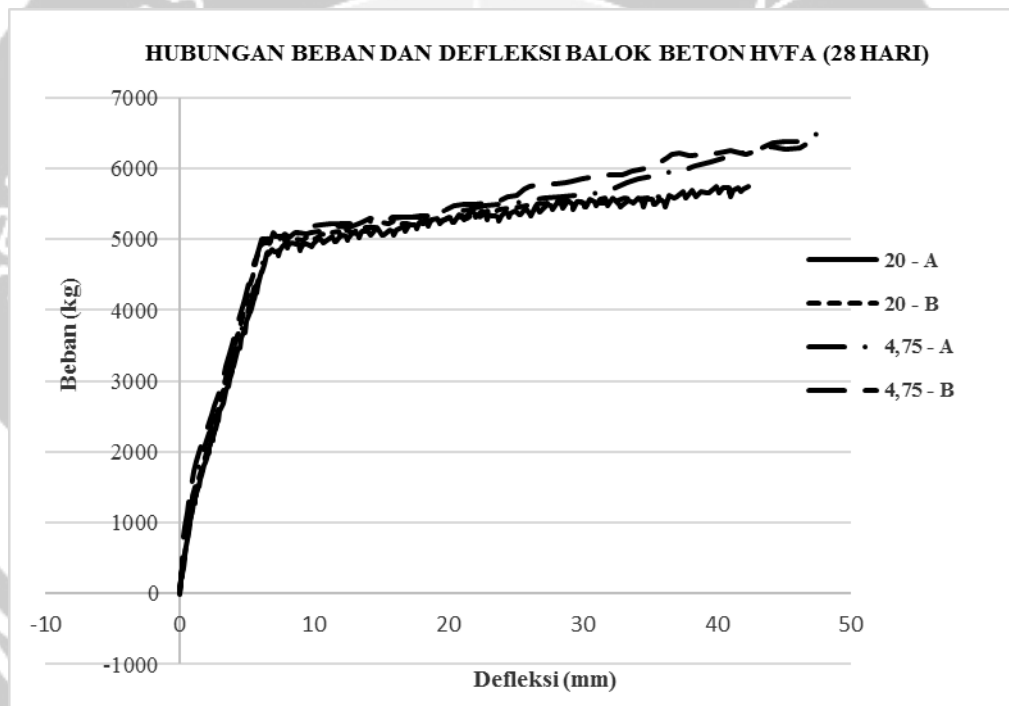
405	5892,6474	31,977334	30,894634	30,973485	31,28181767
410	5901,5363	32,637843	31,247489	31,647495	31,84427567
415	5907,6353	32,977445	31,736363	31,847468	32,187092
420	5912,6454	33,278384	32,274845	32,374847	32,642692
425	5914,6272	33,674848	32,563274	32,573835	32,937319
430	5930,6546	33,987634	32,976445	32,843734	33,269271
435	5954,6272	34,373845	33,374855	33,478485	33,742395
440	5973,6543	34,782324	33,766745	33,847595	34,13222133
445	6002,5262	35,028344	34,473835	34,462782	34,654987
450	6010,6373	35,783634	34,846353	34,837378	35,15578833
455	6048,7623	36,072384	35,163784	35,374648	35,53693867
460	6092,6474	36,384859	35,476388	35,573835	35,811694
465	6146,8272	36,839374	35,982772	35,973673	36,265273
470	6198,6373	37,173834	36,462729	36,463838	36,70013367
475	6220,6373	37,973763	36,972684	36,837378	37,261275
480	6187,6373	38,547489	37,837382	37,727828	38,03756633
485	6192,6373	39,454784	38,789374	38,973738	39,072632
490	6224,7464	40,763845	39,782398	39,635363	40,06053533
495	6260,6327	41,683945	40,847474	40,726732	41,08605033
500	6198,7382	42,638484	41,853634	41,973383	42,155167
505	6273,8493	43,989874	42,973638	42,836374	43,26662867
510	6312,7383	44,535565	43,847489	43,826272	44,06977533
515	6268,7382	45,787383	44,738362	44,982624	45,16945633
520	6284,6252	46,878432	45,983634	45,826374	46,22948
525	6388,8348	47,963251	46,932633	46,621522	47,17246867





Keterangan:  = Beban retak pertama
 = Beban leleh
 = Beban maksimum

Hubungan antara beban dan defleksi semua balok beton bertulang HVFA dengan SP 0,4% dapat dilihat pada grafik berikut ini.





E. DOKUMENTASI PENELITIAN

E.1 PENGUJIAN BAHAN CAMPURAN BETON



Pengujian Berat Jenis Pasir



Pengujian Analisis Saringan Pasir



Pengujian Berat Jenis Kerikil



Kandungan Lumpur dalam Pasir



Kandungan Zat Organik dalam Pasir



Pengujian SSD Agregat Halus



Kandungan Lumpur Agregat Kasar



Pengujian Keausan Agregat Kasar



E.2 PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN



Mencuci Agregat Halus



Proses Membuat SSD Agregat Halus



Proses Membuat SSD Agregat Kasar



Menyaring Agregat Ukuran 4,75 mm



Persiapan Tahu Beton (*Decking*) yang Akan Digunakan pada Tulangan



Persiapan Tulangan Balok



Persiapan Bekisting Balok



Cetakan Balok MOR



Pemasangan Tahu Beton (*Decking*)



Pemasangan Tulangan Pada Bekisting



Tulangan Pada Bekisting Balok



E.3 PEMBUATAN BENDA UJI



Proses Pengadukan Oleh Mixer



Nilai *Slump* Beton HVFA 20



Nilai *Slump* Beton HVFA 4,75



Proses Penuangan Adukan Beton



E.4 PERAWATAN (*CURING*) BENDA UJI



Proses *Curing* Balok Beton HVFA



Proses *Curing* Silinder Beton HVFA



E.5 PERSIAPAN PENGUJIAN BENDA UJI



Pemberian Kode Pada Beton HVFA



Menimbang Berat Silinder Beton



Pengukuran Dimensi Silinder Beton



Capping Pada Silinder Beton



Proses Pemberian Cat Pada Balok Beton HVFA



Proses Pemberian *Grid* Pada Balok Beton HVFA



E.6 PENGUJIAN BENDA UJI



Pengujian Modulus Elastisitas Beton HVFA



Pengujian Kuat Tekan Beton HVFA



Pengujian Kuat Lentur Murni (Modulus Of *Rupture*) Beton HVFA



Pengujian Kuat Lentur Balok Beton HVFA



Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan



E.7 HASIL PENGUJIAN BENDA UJI



Hasil Kuat Tekan Silinder Beton HVFA



Hasil Pengujian Kuat Lentur Murni



Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton HVFA



Pola Retak Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton HVFA