

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada kapasitas balok beton normal dan balok HVFAC substitusi pasir dengan variasi penggunaan kadar *fly ash* sebesar 0%, 50%, 60% dan 70% dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berat jenis beton rerata HVFAC substitusi pasir dengan kadar *fly ash* 0% sebesar 2256.222 kg/m³, 50% sebesar 2380.499 kg/m³, 60% sebesar 2399.501 kg/m³, dan 70% sebesar 2443.079 kg/m³. Dengan demikian, berat jenis dari semua variasi masih tergolong beton normal untuk struktur.
2. Kuat tekan beton rerata HVFAC substitusi pasir pada umur 28 hari dengan kadar *fly ash* 0% sebesar 20.441 MPa, 50% sebesar 39.975 MPa, 60% sebesar 45.525 MPa, dan 70% sebesar 56.002 MPa.
3. Modulus elastisitas beton rerata HVFAC substitusi pasir pada umur 28 hari dengan kadar *fly ash* 0% sebesar 19817.172 MPa, 50% sebesar 30006.889 MPa, 60% sebesar 30295.41609 MPa, dan 27543.28713 MPa.
4. Kapasitas balok HVFAC 0% *fly ash* pertama adalah 65.094 kN dan balok kedua adalah 74.912 kN sehingga kapasitas balok rerata adalah 70,003 kN. Pada pengujian balok HVFAC 50% *fly ash*, kapasitas balok pertama adalah 68.407 kN dan balok kedua adalah 69.811 kN sehingga kapasitas balok rerata adalah 69.109 kN. Pada pengujian balok HVFAC 60% *fly ash*,

kapasitas balok pertama adalah 67.517 kN dan balok kedua adalah 73.675 kN sehingga kapasitas balok rerata adalah 70.596 kN. Pada pengujian balok HVFAC 70% *fly ash*, kapasitas balok pertama adalah 68.2912 kN dan balok kedua adalah 77.936 kN sehingga kapasitas balok rerata adalah 73.113 kN.

5. Beban retak pertama balok HVFAC 0% *fly ash* pertama adalah 26.12 kN dan balok kedua 36.5 kN sehingga beban retak pertama rerata adalah sebesar 28.53 kN. Pada pengujian balok HVFAC 50% *fly ash*, beban retak pertama adalah 25.90 kN dan balok kedua 40.00 kN sehingga beban retak pertama rerata adalah sebesar 32.95 kN. Pada pengujian balok HVFAC 60% *fly ash*, beban retak pertama adalah 25.38 kN dan balok kedua 24.30 kN sehingga beban retak pertama rerata adalah sebesar 24.84 kN. Pada pengujian balok HVFAC 70% *fly ash*, beban retak pertama adalah 27.01 kN dan balok kedua 27.96 kN sehingga beban retak pertama rerata adalah sebesar 27.48 kN.
6. Secara keseluruhan beton HVFAC substitusi pasir bila dibandingkan dengan beton normal mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya variasi *fly ash* substitusi pasir. Semakin tinggi kadar penggunaan *fly ash* maka semakin bertambah pula kuat tekan yang dihasilkan. Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh Siddique (2002) dengan presentase 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% yang menggantikan agregat halus dengan *fly ash*. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa semakin tinggi pemakaian *fly ash*, kuat tekan yang dihasilkan juga semakin tinggi.

7. Secara keseluruhan beton HVFAC substitusi pasir bila dibandingkan dengan beton normal mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi, seiring dengan bertambahnya kuat tekan yang dihasilkan.
8. Secara keseluruhan kapasitas balok yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya variasi *fly ash* substitusi pasir. Balok HVFAC tergolong balok beton yang daktil terlihat dari hubungan antara beban dan defleksi yang dihasilkan. Dalam struktur tahan gempa, sifat *daktilitas* ini dibutuhkan terutama pada sendi plastis.
9. Variasi optimum penggunaan kadar *fly ash* dalam penelitian balok HVFAC substitusi pasir tersebut adalah pada variasi 70% *fly ash* substitusi pasir.

6.2 Saran

Saran yang penulis dapat berikan setelah melihat hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang sifat karakteristik beton *fly ash* substitusi pasir karena dalam penggunaannya dapat meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton.
2. Bahan campuran beton *fly ash* perlu diperhatikan agar pengadukan lebih rata dan didapat adukan yang lebih sempurna. Pengadukan sebelumnya menggunakan *superplasticizer* yang menyebabkan beton menjadi cair dan mudah mengalami segregasi. Walaupun adukan beton tergolong cair, sifat ikatan beton *fly ash* ini sangat kuat dan peneliti mengalami kesulitan dalam melakukan proses pengecoran dikarenakan beton yang lengket.

3. Perlu diperhatikan metode pemadatan adukan dalam bekisting agar balok tidak berongga dan memiliki kapasitas geser tidak terlampau jauh antar spesimen.
4. Penelitian lebih lanjut dapat digunakan tulangan geser pada daerah sekitar sendi plastis untuk lebih mengetahui kapasitas geser balok, dimana dalam penelitian tersebut tidak digunakan tulangan geser pada daerah sekitar sendi plastis.
5. Pemanfaatan sifat HVFAC substitusi pasir yang *daktail*, dapat dimanfaatkan untuk pengembangan hubungan balok kolom (HBK) dimana pada hubungan balok kolom dibutuhkan sifat *daktail* beton. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang hubungan balok kolom menggunakan HVFAC substitusi pasir.
6. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *fly ash* dan bahan tambah yang berbeda, sehingga dapat menemukan variasi baru untuk beton yang lebih optimum.
7. Pada saat pelaksanaan dalam *setting* benda uji pada alat *loading frame* sebaiknya perlu dilakukan dengan hati-hati baik itu dalam *setting* benda uji terhadap *load cell* dan *transfer beam*, serta dalam *setting* LVDT sebaiknya pas sesuai dengan prosedur pelaksanaan dan dimensi benda uji. Karena apabila terjadi kesalahan *setting* dapat mempengaruhi data hasil pengujian secara signifikan.
8. Perlu adanya alat bantu untuk menentukan retakan pertama pada balok, dikarenakan analisis ini dilakukan dengan sumber daya yang terbatas dan

sangat memungkinkan terjadi kesalahan *human error* sehingga data yang diperoleh dapat diolah dan dipertanggungjawabkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- ASTM Committee C90, ASTM C618, 2002, *Standard Specification for Coal Fly ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan For Use in Concrete*, ASTM International.
- Bedah Teknis Klaim Kinerja Teknologi Pemanfaatan Fly Ash, diakses tanggal 29 Agustus 2015, <http://www.menlh.go.id/bedah-teknis-klaim-kinerja-teknologi-pemanfaatan-fly-ash/>
- Bakoshi, T., Kohno, K., Kawasaki, S., Yamaji, N., 1998, Strength and Durability of Concrete using Bottom Ash as Replacement for Fine Aggregate, *ACI Special Publication (SP-179)*, p 159-172.
- Dipohusodo, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Hwang K. R., Noguchi T., Tomosawa F., 1998, Effects of Fine Aggregate Replacement on The Rheology, Compressive Strength and Carbonation Properties of Fly Ash and Mortar, *ACI Special Publication (SP-178)*, p. 401-410.
- Khanthi, A., dan Kavitha, M., 2014, Studies on Partial Replacement of Sand with Flyash in Concrete, *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, Vol 1(2), 89-92.
- Koyama, T., Sun, Y.P., Fujinaga, T., Koyamada, H., Ogata, F., 2008, Mechanical Properties of Concrete Beam Made of a Large Amount of Fine Fly Ash, *The 14th World Conference of Earthquake Engineering*.
- Mccormac C.J., *Desain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, penerbit Andi, Yogyakarta.
- Pujianto, A., 2010, Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplasticizer dan Fly Ash, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik UMY*, vol. 13, no. 2, pp 171-180.
- Siddique, R., 2003, Effect of Fine Aggregate Replacement with Class F Fly Ash on The Mechanical Properties of Concrete, *Cement And Concrete Research*, 33, 539-547.

Siddique, R., 2013, Properties of Fine Aggregate-Replaced High Volume Class F Fly Ash Concrete, *Leonardo Journal Of Sciences*, Jan-Jun2013, Vol. 12 Issue 22, P79.

SK SNI M-09-1989-F, 1989, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 07-2052-2002, *Baja Tulangan Beton*, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Badan Standadisasi Nasional, Jakarta

Tjokrodimuljo, 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta

Tjokrodimuljo, K., 1992, *Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimulyo, K, 1996, *Teknologi Beton Cetakan II*, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K., 2003, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Diktat Kuliah Teknik Sipil UGM.

Tjokrodimuljo, K., 2010, *Teknologi Beton edisi kedua*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

Triwulan, Ekaputri, J.J., Adiningtyas, T., 2007, Analisa Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan fly ash dan Lumpur Porong Kering sebagai Pengisi, *TORSI Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*, 27(3),hal. 33-46

Wuryati, S., Candra, R., 2001, *Teknologi Beton*, Kanisius, Yogyakarta.



A. PEMERIKSAAN BAHAN

A.1. ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

Bahan : Batu Pecah (Split)
Asal : Kali Clereng
Diperiksa : 26-09-2015

Lubang saringan	Berat saringan (gr)	Berat saringan + pasir (gr)			Berat pasir tertahan (gr)	Sisa Ayakan (%)	Jumlah Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang Melalui ayakan (%)
		Perc. 1	perc.2	jumlah				
50	481.92	481.92	481.92	963.84	0	0	0	100
37.5	564.11	564.11	564.11	1128.22	0	0	0	100
25	510.4	510.4	510.4	1020.8	0	0	0	100
19	558.86	572.53	571	1143.53	25.81	3.115	3.115	96.884
12.5	456.12	602.03	573.73	1175.76	263.52	31.809	34.925	65.075
9.5	462.05	717.28	570.99	1288.27	364.17	43.959	78.883	21.117
4.75	533.2	617.93	623.13	1241.06	174.66	21.083	99.966	0.034
2.36	477.18	477.18	477.46	954.64	0.28	0	100	0
1.18	324.61	324.61	324.61	649.22	0	0	100	0
0.6	405.81	0	0	0	0	0	100	0
0.3	293.67	0	0	0	0	0	100	0
0.15	286.36	0	0	0	0	0	100	0
0.075	338.4	0	0	0	0	0	100	0
Pan	375.88	0	0	0	0	0	100	0
Jumlah					828.44		716.890	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{716.890}{100} = 7.16889$$

$$\text{Kesimpulan} = 5,0 \leq 7.16889 \leq 8,0 \text{ Syarat Terpenuhi (OK)}$$



A.2. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT*

Bahan : Batu pecah (*split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 26 Oktober 2015

	Nomor Pemeriksaan	I	II
A	Berat Contoh Kering (gr) (A)	454.6	620.12
B	Berat Contoh Kering Permukaan (SSD) (gr) (B)	470	639.62
C	Berat Contoh Dalam Air (gr) (C)	285	390
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(B)-(C)}$	2.457	2.484
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B)-(C)}$	2.54	2.562
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A)-(C)}$	2.6804	2.6947
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(B)}{(B)-(A)} \times 100\%$	3.3876	3.144

Rata-rata Berat Jenis *Bulk* = 2.4707 gr/cm³

Rata-rata BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = 2.5514 gr/cm³

Rata-rata Berat Jenis Semu (*Apparent*) = 2.6876 gr/cm³

Rata-rata Penyerapan (*Absorption*) = 3.266 %



A.3. PEMERIKSAAN KADAR AIR PADA *SPLIT*

Bahan : Batu Pecah (*Split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 26 Oktober 2015

No.	Pemeriksaan	I
1.	Cawan (gr)	0
2.	Cawan + berat <i>split</i> basah (gr)	500
3.	Cawan + berat <i>split</i> kering (gr)	482.14
4.	Berat air = (2)-(3)	17.86
5.	Berat contoh kering = (3)-(1)	482.14
6.	Kadar Air (w) = $\frac{(4)}{(5)} \times 100\%$	3.70432 %



A.4. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM *SPLIT*

I. Waktu pemeriksaan 27 Oktober 2015

II. Bahan

- a. *Split* asal : Kali Clereng, berat : 500 gr
- b. Air jernih asal : LSBB Prode TS FT-UAJY

III. Alat

- a. Pan
- b. Timbangan
- c. Oven dengan suhu 105-110°C
- d. Air tetap jernih setelah pencucian sebanyak 8 kali

IV. Hasil

- a. Berat Pasir Awal (A) = 500 gr
- b. Berat Pasir Kering Oven = 492.15 gr
- c. Kandungan Lumpur = $\frac{500 - 492.15}{500} \times 100\% = 1.57\%$

V. Kesimpulan

Kandungan lumpur $\geq 1\%$, maka sebaiknya dicuci terlebih dahulu.



A.5. PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : Batu Pecah (*Split*)
Asal : Kali Clereng
Diperiksa : 26 Oktober 2015

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)	3550 gram
Berat sesudah (A)-(B)	1450 gram
$\text{Keausan} = \frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	29%
Keausan rerata	29%

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



A.6. PENGUJIAN BERAT SATUAN

Bahan : Batu Pecah (*Split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 26 Oktober 2015

No.	Pemeriksaan	Sebelum Ditumbuk	Sesudah Ditumbuk
1	Diameter Tabung (cm)	15.358	15.358
2	Tinggi Tabung (cm)	15.95	15.95
3	Volume Tabung (cm ³)	2954.74	2954.74
4	Berat Tabung (gr)	3531	3531
5	Berat Tabung+Pasir (gr)	7090	7698
6	Berat Pasir (gr)	3559	4167
7	Berat Satuan (gr/cm ³)	1.2045	1.41027
	Rata-rata Berat Satuan Volume (gr/cm ³)	1.3073	



A.7. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 26 Oktober 2015

Lubang Ayakan	Berat Ayakan (gr)	Berat ayakan + pasir (gr)			Berat pasir Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Jumlah Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
		Perc. 1	Perc.2	Jumlah				
3/4"	0	0	0	0	0	0	0	100
3/8"	533.2	557.5	549.04	1106.54	40.14	4.038	4.038	95.962
4	477.18	515.32	510.32	1025.64	71.28	7.171	11.209	88.791
16	324.61	380.22	394.55	774.77	125.55	12.631	23.840	76.160
30	405.81	636.78	677.81	1314.59	502.97	50.601	74.441	25.559
50	293.67	340.29	325.18	665.47	78.13	7.860	82.302	17.698
100	286.36	369.46	345.53	714.99	142.27	14.313	96.615	3.385
200	338.4	355.11	352.23	707.34	30.54	3.072	99.687	0.313
Pan	375.88	377.64	377.23	754.87	3.11	0.313	100.000	0.000
Jumlah				993.99		292.446		

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{292.446}{100} = 2.92446$$

Kesimpulan MHB pasir $2.3 \leq 2.92446 \leq 3.1$ (Syarat Terpenuhi)



A.8. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 26 Oktober 2015

	Nomor Pemeriksaan	I	II
A	Berat Contoh Kering Udara (gr) (A)	454.6	620.12
B	Berat Contoh Kering Permukaan (SSD) (gr) (B)	470	639.62
C	Berat Contoh Dalam Air (gr) (C)	285	390
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(B)-(C)}$	2.6199	2.588
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B)-(C)}$	2.6858	2.6424
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A)-(C)}$	2.8046	2.737
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(B)}{(B)-(A)} \times 100\%$	2.5123	2.104

Rata-rata Berat Jenis *Bulk* = 2.604 gr/cm³
Rata-rata BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = 2.6641 gr/cm³
Rata-rata Berat Jenis Semu (*Apparent*) = 2.7708 gr/cm³
Rata-rata Penyerapan (*Absorption*) = 2.3081 %



A.9. PEMERIKSAAN KADAR AIR PADA PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 26 Oktober 2015

No.	Pemeriksaan	I
1.	Cawan (gr)	0
2.	Cawan + berat <i>split</i> basah (gr)	100
3.	Cawan + berat <i>split</i> kering (gr)	98.43
4.	Berat air = (2)-(3)	1.57
5.	Berat contoh kering = (3)-(1)	98.43
6.	Kadar Air (w) = $\frac{(4)}{(5)} \times 100\%$	1.59504 %



A.10. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

I. Waktu pemeriksaan 27 Oktober 2015

II. Bahan

- a. Pasir asal : Kali Progo, berat : 100 gr
- b. Air jernih asal : LSBB Prode TS FT-UAJY

III. Alat

- a. Pan
- b. Timbangan
- c. Oven dengan suhu 105-110°C
- d. Air tetap jernih setelah pencucian sebanyak 8 kali

IV. Hasil

- a. Berat Pasir Awal (A) = 100 gr
- b. Berat Pasir Kering Oven = 99.2 gr
- c. Kandungan Lumpur = $\frac{100 - 99.2}{100} \times 100\% = 0.8\%$

V. Kesimpulan

Kandungan lumpur $\leq 1\%$, maka pasir baik untuk digunakan.



A.11. PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

I. Waktu Pemeriksaan : 26 Oktober 2015

II. Bahan

- a. Pasir Kering, Asal Kali Progo, Volume 120 gram
- b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas Ukur 250 cc

IV. Hasil

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



A.12. PENGUJIAN BERAT SATUAN

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 26 Oktober 2015

No.	Pemeriksaan	Sebelum Ditumbuk	Sesudah Ditumbuk
1	Diameter Tabung (cm)	15.358	15.358
2	Tinggi Tabung (cm)	15.95	15.95
3	Volume Tabung (cm ³)	2954.74	2954.74
4	Berat Tabung (gr)	3528	3528
5	Berat Tabung+Pasir (gr)	7324	8210
6	Berat Pasir (gr)	3796	4682
7	Berat Satuan (gr/cm ³)	1.28471	1.58457
	Rata-rata Berat Satuan Volume (gr/cm ³)	1.4346	



LABORATORIUM ANALISIS INSTRUMENTAL (ANINS)
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Jl. Grafika No.2 Kampus UGM Yogyakarta 55281

Telp.(0274) 555320 Fax.(0274) 6492170 E-mail : anins@chemeng.ugm.ac.id

Lampiran 13
117

Sample Flay Ash pembakaran batubara
Operator wisnu
Comment with mylar film vacuum
Group powder oxide vacuum
Date 2015-10-08 09:42:50

Measurement Condition

Instrument: EDX-8000 Atmosphere: Vac. Collimator: 10(mm) Sample Cup: Mylar
Analyte TG KV uA FI Acq. (keV) Anal. (keV) Time(sec) DT (%)
Na-U Rh 50 28-Auto ---- 0 - 40 0.00-40.00 Live- 100 40

Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma)	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	43.250 %	0.334)	Quan-FP	SiKa	51.2617
Al2O3	27.492 %	0.367)	Quan-FP	AlKa	15.6985
Fe2O3	11.292 %	0.017)	Quan-FP	FeKa	1431.5132
CaO	7.246 %	0.036)	Quan-FP	CaKa	133.6394
MgO	7.125 %	0.874)	Quan-FP	MgKa	1.0341
SO3	1.499 %	0.026)	Quan-FP	S Ka	6.2927
K2O	0.864 %	0.013)	Quan-FP	K Ka	10.6590
TiO2	0.843 %	0.009)	Quan-FP	TiKa	26.0505
MnO	0.150 %	0.002)	Quan-FP	MnKa	15.5614
Er2O3	0.089 %	0.016)	Quan-FP	ErLa	5.5131
V2O5	0.048 %	0.005)	Quan-FP	V Ka	2.0188
SrO	0.045 %	0.001)	Quan-FP	SrKa	25.6508
Cr2O3	0.017 %	0.002)	Quan-FP	CrKa	1.2030
ZrO2	0.016 %	0.001)	Quan-FP	ZrKa	8.7789
ZnO	0.012 %	0.001)	Quan-FP	ZnKa	2.7283
NiO	0.007 %	0.001)	Quan-FP	NiKa	1.0529
Y2O3	0.005 %	0.001)	Quan-FP	Y Ka	2.6791

Operator EDX

Wisnu Suprpta



C. PERENCANAAN ADUKAN UNTUK BETON NORMAL

(ACI 211.1 - 1991)

A. Data Bahan

1. Bahan Agregat halus (pasir) : Sungai Progo, Yogyakarta.
2. Bahan Agregat kasar : Clereng, Yogyakarta.
3. Jenis semen : Gresik (Tipe 1)

B. Data *Specific Gravity*

1. Rata-rata BJ Jenuh Kering Permukaan Pasir (*SSD*) : 2.6641 gr/cm³
2. Penyerapan Pasir (*Absorption*) : 2.3081 %
3. BJ Jenuh Kering Permukaan (*SSD*) : 2.5514 gr/cm³
4. Penyerapan Kerikil (*Absorption*) : 3.266 %
5. Kadar air Kerikil : 3.7 %
6. Kadar air pasir : 1.59 %

C. Hitungan

1. Nilai *slump* yang digunakan adalah 120 mm.
2. Ukuran nominal maksimum agregat diketahui adalah 19 mm.
3. Dengan nilai *slump* 75 - 150 mm, ukuran agregat maksimum 19 mm, dan beton tanpa AEA, berdasarkan tabel 2.2 didapat perkiraan kadar air dan kadar udara masing-masing 205 kg/m³ dan 1%.
4. Atas dasar kekuatan tekan rata-rata beton pada umur 28 hari yang akan dicapai sebesar 25 MPa tanpa menggunakan AEA, maka dengan bantuan tabel 2.3 atau gambar 2.1, didapat nilai *fas* 0.61



5. Dari langkah 3 – 4 maka dapat ditentukan kadar semen *portlandnya*

$$\text{sebagai berikut : } \frac{205}{0.61} = 336.065 \text{ kg/m}^3$$

6. Kadar agregat kasar yang dibutuhkan dapat diperkirakan, dengan menggunakan tabel 2.5. Untuk MHB agregat halus 2.9 dan ukuran agregat kasar maksimum 19 mm, dari tabel 2.5 diperkirakan volume padat agregat kasar sebesar 0.61 m^3 , sehingga berat keringnya sebagai berikut : $0.61 \times 1410.27 = 860.26 \text{ kg}$

7. Perkiraan agregat halus atas dasar berat

Atas dasar ukuran nominal maksimum agregat sebesar 19 mm dan beton tanpa AEA dari tabel 2.6 didapat perkiraan berat volume padat beton sebesar 2345 kg/m^3 , sehingga berat keringnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= 2345 - (205 + 336.07 + 860.26) \\ &= 943.67 \text{ Kg} \end{aligned}$$

8. Koreksi proporsi campuran (agregat dan air) oleh akibat kadar air agregat sebenarnya, meliputi :

- a. Koreksi terhadap berat agregat

Akibat kadar air yang sesungguhnya dari agregat kasar dan agregat halus adalah sebesar 3.7% dan 1.59%, maka komposisi berat dari kedua agregat tersebut terkoreksi menjadi :

$$\text{Agregat kasar} = 860.36 \times 1.037 = 892.09 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 943.67 \times 1.0159 = 958.67 \text{ Kg}$$

- b. Koreksi terhadap air



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

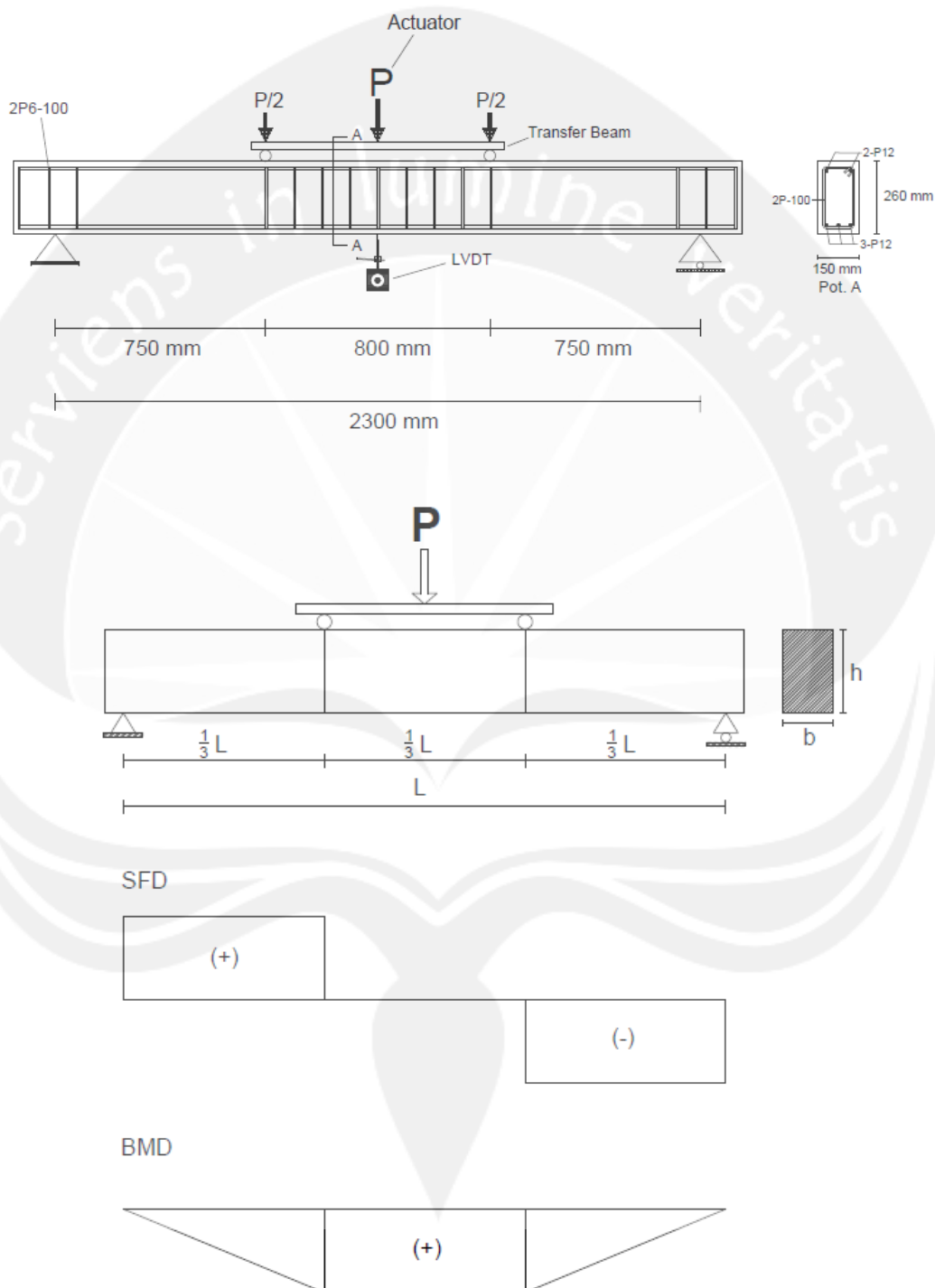
$$\begin{aligned} &= 205 - 945.67(0.0159 - 0.023) - 860.26(0.037 - 0.032) \\ &= 207.39 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Sehingga perkiraan komposisi berat campuran :

No.	Jenis Bahan	Berat bahan (Kg)
		Volume 1 m3
1.	Semen <i>Portland</i>	336.07
2.	Air	207.39
3.	Agregat kasar	892.09
4.	Agregat halus	958.67



C.2. PERENCANAAN TULANGAN BALOK BETON



Untuk pembebanan yang terjadi, berat sendiri balok diabaikan



A. Data Bahan

Lebar balok (bw)	= 150 mm
Tinggi balok (h)	= 260 mm
f'_c	= 25 MPa
f_y	= 240 MPa
Diameter tulangan tarik	= polos 12 mm (P12)
Diameter tulangan geser	= polos 6 mm (P6)
Selimut beton	= 20 mm
Berat volume beton	= 24 kN/m ³
Beban rencana (P)	= 3 Ton = 30 kN
Jarak tumpuan ke beban	= 750 mm = 0,75 m

B. Perhitungan Beban

$$\text{Jarak efektif (d)} = H - \text{selimut} - \text{tulangan geser} - \frac{1}{2} \text{ tulangan}$$

Longitudinal

$$= 260 - 20 - 6 - \frac{1}{2} \times 12$$

$$= 228 \text{ mm}$$

Beban 3 ton didistribusikan menggunakan transverse beam dengan menganggap bahwa beban pada kedua titik masing-masing 1,5 ton

$$\text{Mu lapangan} = \frac{1}{2} P \times D = \frac{1}{2} \times 30 \times 0,75$$

$$= 11,25 \text{ kN}$$



$$V_u \text{ tumpuan} = 15 \text{ kN}$$

C. Rencana tulangan lapangan

$$R_n \text{ perlu} = \frac{Mu}{0,8 \times b \times d}$$

- $R_n \text{ perlu} = \frac{11,25 \times 1000}{0,8 \times 150 \times 228} = 1,80343952 \text{ MPa}$

$$\rho \text{ perlu} = 0,85 \times \frac{f'c}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f'c}}\right)$$

- $\rho \text{ perlu} = 0,85 \times \frac{25}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1,803)}{0,85 \times 25}}\right)$
 $= 0,007863517$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$

- $\rho \text{ min} = \frac{1,4}{240} = 0,005833333$

$$\rho \text{ maks} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times \left(0,85 \times \frac{f'c \times \beta}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}\right)$$

- $\rho \text{ maks} = 0,75 \times \left(0,85 \times \frac{25 \times 0,85}{240} \times \frac{600}{600 + 240}\right)$
 $= 0,04031808$

$$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ maks}$$

- Dipakai $\rho = 0,007863517$



$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b_w \times d$$

- $A_s \text{ perlu} = 0,007863517 \times 150 \times 228$
 $= 268,9322682 \text{ mm}^2$
- Luas P12 $= \frac{1}{4} \times \pi \times d(\text{diameter})^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2$
 $= 113,1428571 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah Tulangan (n)} = \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan}}$$

- Jumlah tulangan $= 2,376926613 = 3 \text{ buah}$
- Digunakan $= 3P12$

D. Rencana tulangan geser

- Diketahui $V_u = 15 \text{ kN}$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

- $V_n = \frac{15}{0,75} = 20 \text{ kN}$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

- $V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 150 \times 228 = 28,5 \text{ kN}$



$V_c > V_n$, secara teoritis tidak membutuhkan tulangan geser

Karena tidak membutuhkan tulangan geser dipakai jarak tulangan geser minimum

$S \leq 100 \text{ mm}$, digunakan 2P6-100



D. PEMERIKSAAN TULANGAN BAJA

PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

Kode Baja	Diameter (mm)	Tegangan Leleh (fy) kgf	Tegangan Ultimate (fu) kgf
BJTP 12 - A	11,85	3400	5040
BJTP 12 - B	11,6	3460	5040
BJTP 12 - C	11,7	3520	5060
BJTP 6 - A	5,85	980	1370
BJTP 6 - B	5,85	980	1370
BJTP 6 - C	5,85	985	1365

Contoh perhitungan BJTP 12 - A :

Diameter baja (d) = 11,85 mm

Tegangan leleh (fy) = 3400 kgf

Tegangan ultimate (fu) = 5040 kgf

Luas tampang baja (A) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 11,85^2$
= 110,287 mm²

Tegangan leleh (fy) = $\frac{f \times 9,81}{A} = \frac{3400 \times 9,81}{110,287} = 302,427 \text{ MPa}$

Tegangan leleh (fu) = $\frac{fu \times 9,81}{A} = \frac{5040 \times 9,81}{110,287} = 448,304 \text{ MPa}$

HASIL PERHITUNGAN

Kode Baja	Tegangan Leleh (fy) MPa	Tegangan Leleh Rerata (fy) MPa	Tegangan Ultimate (fu) MPa	Tegangan Ultimate Rerata (fu) MPa
BJTP 12 - A	302.427	314.927	448.304	459.358
BJTP 12 - B	321.173		468.073	
BJTP 12 - C	321.181		461.697	
BJTP 6 - A	357.679	358.287	500.020	499.496
BJTP 6 - B	357.679		500.274	
BJTP 6 - C	359.503		500.020	



E. PENGUJIAN BETON

E.1. JADWAL PENGUJIAN BETON

No.	Kode	Uji 7 Hari	Uji 14 Hari	Uji 28 Hari
1	Beton Normal	14 Oktober 2015	21 Oktober 2015	11 November 2015
2	50FA-SP	27 Oktober 2015	03 November 2015	24 November 2015
3	60FA-SP	03 November 2015	10 November 2015	01 Desember 2015
4	7AFA-SP	08 November 2015	15 November 2015	06 Desember 2015

E.2. PEMERIKSAAN BERAT JENIS BETON

Variasi	Kode Beton	7 Hari			14 Hari			28 Hari		
		Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)
0 %	0FA-SP A	15,05	30,21	12,221	15,09	30,14	12,02	15,025	30,41	12,16
	0FA-SP B	15,09	30,97	12,311	15,09	30,27	12,08	15	30,44	12,14
	0FA-SP C	14,81	31,02	12,195	15,05	30,4	11,957	15,01	30,55	12,18
50 %	50FA-SP A	15	30,32	13,259	15,12	30,31	12,9	15,3	30,21	13,14
	50FA-SP B	15,09	30,15	13,425	15,02	29,95	13,26	15,39	30,28	13,14
	50FA-SP C	-	-	-	-	-	-	15,07	30,2	13,14
60 %	60FA-SP A	15,02	30,11	12,9	15,05	30,1	12,32	15,15	30	13,16
	60FA-SP B	15	30,14	13,08	15,11	30,07	12,86	15,22	30,1	12,94
	60FA-SP C	-	-	-	15,22	29,4	12,08	15,13	30,1	12,98
70 %	70FA-SP A	15,09	30,6	12,7	15,07	30,03	13,28	15,2	30,19	13,22
	70FA-SP B	15,1	30,01	13,14	15,1	30,01	12,92	15,2	30,05	13,04
	70FA-SP C	15,02	30,05	12,58	15,17	30,1	12,46	15,1	30,17	13,62



Contoh perhitungan :

Beton 0FA-SP A Umur 28 Hari :

- Berat silinder beton = 12,16 kg
- Diameter silinder beton (d) = 15,025 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,41 cm
- Volume (V) $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times \pi \times 15,025^2 \times 30,41$
 $= 5391,818 \text{ cm}^3 = 5391,818 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- Berat jenis beton $= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} = \frac{12,16}{5391,818 \times 10^{-6}}$
 $= 2256.412 \text{ kg/m}^3$

TABEL BERAT JENIS BETON

Variasi	Kode Beton	7 Hari		14 Hari		28 Hari	
		Berat Jenis (Kg/m3)	Berat Jenis Rerata (Kg/m3)	Berat Jenis (Kg/m3)	Berat Jenis Rerata (Kg/m3)	Berat Jenis (Kg/m3)	Berat Jenis Rerata (Kg/m3)
0 %	0FA-SP A	2275.167	2260.765	2231.069	2225.250 781	2256.412	2256.222
	0FA-SP B	2223.842		2232.576		2257.989	
	0FA-SP C	2283.285		2212.106		2254.265	
50 %	50FA-SP A	2475.879	2483.454	2371.540	2435.762	2366.967	2380.499
	50FA-SP B	2491.029		2499.984		2333.956	
	50FA-SP C	-		-		2440.576	
60 %	60FA-SP A	2419.187	2438.113	2301.980	2315.911	2434.668	2399.501
	60FA-SP B	2457.041		2386.212		2364.116	
	60FA-SP C	-		2259.543		2399.721	
70 %	70FA-SP A	2321.850	2377.338	2480.542	2392.438 12	2522.193	2443.079
	70FA-SP B	2446.278		2405.321		2392.634	
	70FA-SP C	2363.887		2291.452		2414.413	



E.3. PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Data yang diperoleh :

Variasi	Kode Beton	7 Hari			14 Hari			28 Hari		
		Diameter (cm)	f'c (kN)	Po (cm)	Diameter (cm)	f'c (kN)	Po (cm)	Diameter (cm)	f'c (kN)	Po (cm)
0 %	0FA-SP A	15,05	335	-	15,09	270	-	15,025	390	-
	0FA-SP B	15,09	325	20,05	15,09	370	20,16	15	285	20,12
	0FA-SP C	14,81	340	20,07	15,05	400	20,12	15,01	410	20,15
50 %	50FA-SP A	15	640	20,1	15,12	370	20,04	15,3	700	-
	50FA-SP B	15,09	330	-	15,02	690	-	15,39	635	20,1
	50FA-SP C	-	-	-	-	-	-	15,07	850	20,15
60 %	60FA-SP A	15,02	620	20,02	15,05	770	-	15,15	945	-
	60FA-SP B	15	950	-	15,11	775	20,15	15,22	700	20,2
	60FA-SP C	-	-	-	15,22	725	20,18	15,13	820	20,22
70 %	70FA-SP A	15,09	535	-	15,07	600	-	15,2	765	-
	70FA-SP B	15,1	965	20,14	15,1	815	20,03	15,2	980	20,165
	70FA-SP C	15,02	545	20,11	15,17	455	20,1	15,1	1285	20,09

Contoh perhitungan :

0FA-SP A umur 28 hari

- Diameter silinder beton (d) = 15,025 cm = 150,25 mm
- Kuat desak (P) = 390 kN
- Luas alas silinder beton (A) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150,25^2$
 = 17730,41263 mm²
- Kuat desak (f'c) = $\frac{P \times 1000}{A} = \frac{390 \times 1000}{17730,41263}$
 = 22,007 MPa



HASIL PERHITUNGAN

Variasi	Kode Beton	7 Hari		14 Hari		28 Hari	
		f'_c (MPa)	f'_c Rerata (MPa)	f'_c (MPa)	f'_c Rerata (MPa)	f'_c (MPa)	f'_c Rerata (MPa)
0 %	0FA-SP A	18.840	18.923	15.104	19.433	22.007	20.441
	0FA-SP B	18.181		20.699		16.135	
	0FA-SP C	19.746		22.496		23.182	
50 %	50FA-SP A	36.235	27.348	20.617	29.789	34.15	39.975
	50FA-SP B	18.461		38.962		47.68	
	50FA-SP C	-		-		38.09	
60 %	60FA-SP A	35.009	44.398	43.242	42.139	52.449	45.52505
	60FA-SP B	53.786		43.306		38.495	
	60FA-SP C	-		39.869		45.632	
70 %	70FA-SP A	29.930	38.206	33.655	34.791	42.180	56.002
	70FA-SP B	53.914		45.534		54.034	
	70FA-SP C	30.774		25.187		71.793	



E.4. PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Contoh perhitungan :

0FA-SP B umur 28 hari

- Diameter silinder beton (d) = 15,025 cm
- Beban (kgf) = 12000 kgf
- Perpendekan (0,5 ΔP) = 64,5 mm
- Panjang awal (Po) = 20,12 cm
- Luas alas silinder beton (A) $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 15,025^2 \times 100$
 $= 17730,41263 \text{ mm}^2$
- Tegangan (f) $= \frac{\text{Beban} \times 9,81}{A} = \frac{12000 \times 9,81}{17730,41263}$
 $= 6,664968153 \text{ MPa}$
- Regangan (ε) $= \frac{0,5 \Delta P}{Po} = \frac{64,5 \times 0,001}{20,12 \times 10}$
 $= 3,205765408 \times 10^{-4}$
- Regangan koreksi (ε) = Regangan (ε) + koreksi
 $= 3,357515408 \times 10^{-4}$
- Modulus elastisitas (Ec) $= \frac{f}{\epsilon} = \frac{6,664968153}{3,357515408 \times 10^{-4}}$
 $= 19850,89372 \text{ MPa}$



Silinder 0FA-SP-B / 7 Hari

$E_c = 20326,77876 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,03439	0
200	2	1	0,1097617	0,0498753	0,0842653
400	3	1,5	0,2195234	0,074813	0,109203
600	4	2	0,3292851	0,0997506	0,1341406
800	5	2,5	0,4390468	0,1246883	0,1590783
1000	7	3,5	0,5488086	0,1745636	0,2089536
1200	9	4,5	0,6585703	0,2244389	0,2588289
1400	10	5	0,768332	0,2493766	0,2837666
1600	12	6	0,8780937	0,2992519	0,3336419
1800	14	7	0,9878554	0,3491272	0,3835172
2000	15	7,5	1,0976171	0,3740648	0,4084548
2200	17	8,5	1,2073788	0,4239401	0,4583301
2400	18	9	1,3171405	0,4488778	0,4832678
2600	20	10	1,4269022	0,4987531	0,5331431
2800	22	11	1,5366639	0,5486284	0,5830184
3000	24	12	1,6464257	0,5985037	0,6328937
3200	25	12,5	1,7561874	0,6234414	0,6578314
3400	27	13,5	1,8659491	0,6733167	0,7077067
3600	29	14,5	1,9757108	0,723192	0,757582
3800	32	16	2,0854725	0,798005	0,832395
4000	33	16,5	2,1952342	0,8229426	0,8573326
4200	36	18	2,3049959	0,8977556	0,9321456



Silinder 0FA-SP-C / 7 Hari

$E_c = 20326,77876 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,08109	0
200	0	0	0,1139513	0	0,08109
400	2	1	0,2279026	0,0498256	0,1309156
600	3,5	1,75	0,3418539	0,0871948	0,1682848
800	6	3	0,4558051	0,1494768	0,2305668
1000	8	4	0,5697564	0,1993024	0,2803924
1200	10	5	0,6837077	0,2491281	0,3302181
1400	12	6	0,797659	0,2989537	0,3800437
1600	14	7	0,9116103	0,3487793	0,4298693
1800	16	8	1,0255616	0,3986049	0,4796949
2000	18	9	1,1395129	0,4484305	0,5295205
2200	21	10,5	1,2534641	0,5231689	0,6042589
2400	23	11,5	1,3674154	0,5729945	0,6540845
2600	26	13	1,4813667	0,6477329	0,7288229
2800	28	14	1,595318	0,6975585	0,7786485
3000	30	15	1,7092693	0,7473842	0,8284742
3200	33	16,5	1,8232206	0,8221226	0,9032126
3400	35	17,5	1,9371719	0,8719482	0,9530382
3600	37	18,5	2,0511231	0,9217738	1,0028638
3800	39	19,5	2,1650744	0,9715994	1,0526894
4000	42	21	2,2790257	1,0463378	1,1274278
4200	44	22	2,392977	1,0961634	1,1772534



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
134

Silinder 0FA-SP-B / 14 Hari

$E_c = 18756,3109 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,262185	0
500	1	0,5	0,2744043	0,0248016	0,2869866
1000	5	2,5	0,5488086	0,1240079	0,3861929
1500	11	5,5	0,8232128	0,2728175	0,5350025
2000	15	7,5	1,0976171	0,3720238	0,6342088
2500	19	9,5	1,3720214	0,4712302	0,7334152
3000	25	12,5	1,6464257	0,6200397	0,8822247
3500	29	14,5	1,9208299	0,719246	0,981431
4000	34	17	2,1952342	0,843254	1,105439
4500	40	20	2,4696385	0,9920635	1,2542485
5000	47	23,5	2,7440428	1,1656746	1,4278596
5500	50	25	3,018447	1,2400794	1,5022644
6000	56	28	3,2928513	1,3888889	1,6510739
6500	61	30,5	3,5672556	1,5128968	1,7750818
7000	63	31,5	3,8416599	1,5625	1,824685
7500	72	36	4,1160641	1,7857143	2,0478993
8000	77	38,5	4,3904684	1,9097222	2,1719072
8500	85	42,5	4,6648727	2,1081349	2,3703199
9000	92	46	4,939277	2,281746	2,543931
9500	101	50,5	5,2136813	2,5049603	2,7671453
10000	109	54,5	5,4880855	2,703373	2,965558
10500	114	57	5,7624898	2,827381	3,089566
11000	120	60	6,0368941	2,9761905	3,2383755
11500	127	63,5	6,3112984	3,1498016	3,4119866
12000	131	65,5	6,5857026	3,2490079	3,5111929



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

Lampiran 18
135

Silinder 0FA-SP-C / 14 Hari

$E_c = 18108,79027 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,30123	0
500	1	0,5	0,2758648	0,0248509	0,3260809
1000	6	3	0,5517297	0,1491054	0,4503354
1500	9	4,5	0,8275945	0,2236581	0,5248881
2000	15	7,5	1,1034594	0,3727634	0,6739934
2500	15	7,5	1,3793242	0,3727634	0,6739934
3000	23	11,5	1,6551891	0,5715706	0,8728006
3500	28	14	1,9310539	0,695825	0,997055
4000	34	17	2,2069187	0,8449304	1,1461604
4500	39	19,5	2,4827836	0,9691849	1,2704149
5000	43	21,5	2,7586484	1,0685885	1,3698185
5500	49	24,5	3,0345133	1,2176938	1,5189238
6000	55	27,5	3,3103781	1,3667992	1,6680292
6500	61	30,5	3,5862429	1,5159046	1,8171346
7000	67	33,5	3,8621078	1,6650099	1,9662399
7500	75	37,5	4,1379726	1,8638171	2,1650471
8000	81	40,5	4,4138375	2,0129225	2,3141525
8500	87	43,5	4,6897023	2,1620278	2,4632578
9000	92	46	4,9655672	2,2862823	2,5875123
9500	100	50	5,241432	2,4850895	2,7863195
10000	106	53	5,5172968	2,6341948	2,9354248
10500	114	57	5,7931617	2,833002	3,134232
11000	121	60,5	6,0690265	3,0069583	3,3081883
11500	128	64	6,3448914	3,1809145	3,4821445
12000	135	67,5	6,6207562	3,3548708	3,6561008



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
136

Silinder 0FA-SP-B / 28 Hari

$E_c = 19850,89372 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,15175	0
500	3	1,5	0,277707	0,0745527	0,2263027
1000	9	4,5	0,555414	0,2236581	0,3754081
1500	13	6,5	0,833121	0,3230616	0,4748116
2000	17	8,5	1,110828	0,4224652	0,5742152
2500	21	10,5	1,388535	0,5218688	0,6736188
3000	27	13,5	1,666242	0,6709742	0,8227242
3500	31	15,5	1,943949	0,7703777	0,9221277
4000	35	17,5	2,2216561	0,8697813	1,0215313
4500	40	20	2,4993631	0,9940358	1,1457858
5000	45	22,5	2,7770701	1,1182903	1,2700403
5500	54	27	3,0547771	1,3419483	1,4936983
6000	58	29	3,3324841	1,4413519	1,5931019
6500	61	30,5	3,6101911	1,5159046	1,6676546
7000	67	33,5	3,8878981	1,6650099	1,8167599
7500	75	37,5	4,1656051	1,8638171	2,0155671
8000	80	40	4,4433121	1,9880716	2,1398216
8500	85	42,5	4,7210191	2,112326	2,264076
9000	90	45	4,9987261	2,2365805	2,3883305
9500	97	48,5	5,2764331	2,4105368	2,5622868
10000	101	50,5	5,5541401	2,5099404	2,6616904
10500	110	55	5,8318471	2,7335984	2,8853484
11000	114	57	6,1095541	2,833002	2,984752
11500	122	61	6,3872611	3,0318091	3,1835591
12000	129	64,5	6,6649682	3,2057654	3,3575154



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

Lampiran 18
137

Silinder 0FA-SP-C / 28 Hari

$E_c = 19783,45068 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,014598	0
500	3	1,5	0,2773371	0,0744417	0,0890397
1000	10	5	0,5546742	0,248139	0,262737
1500	16	8	0,8320113	0,3970223	0,4116203
2000	20	10	1,1093484	0,4962779	0,5108759
2500	28	14	1,3866855	0,6947891	0,7093871
3000	33	16,5	1,6640226	0,8188586	0,8334566
3500	39	19,5	1,9413597	0,9677419	0,9823399
4000	44	22	2,2186968	1,0918114	1,1064094
4500	50	25	2,4960339	1,2406948	1,2552928
5000	55	27,5	2,773371	1,3647643	1,3793623
5500	60	30	3,0507081	1,4888337	1,5034317
6000	65	32,5	3,3280452	1,6129032	1,6275012
6500	72	36	3,6053823	1,7866005	1,8011985
7000	77	38,5	3,8827194	1,91067	1,925268
7500	81	40,5	4,1600565	2,0099256	2,0245236
8000	86	43	4,4373936	2,133995	2,148593
8500	95	47,5	4,7147307	2,3573201	2,3719181
9000	99	49,5	4,9920678	2,4565757	2,4711737
9500	103	51,5	5,2694049	2,5558313	2,5704293
10000	108	54	5,546742	2,6799007	2,6944987
10500	113	56,5	5,8240791	2,8039702	2,8185682
11000	118	59	6,1014162	2,9280397	2,9426377
11500	124	62	6,3787533	3,0769231	3,0915211
12000	135	67,5	6,6560904	3,3498759	3,3644739



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
138

Silinder 50FA-SP-A / 7 Hari

$$E_c = 41786,34327 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,126978	0
500	1	0,5	0,277707	0,0248756	0,1518536
1000	1	0,5	0,555414	0,0248756	0,1518536
1500	2	1	0,833121	0,0497512	0,1767292
2000	5	2,5	1,110828	0,1243781	0,2513561
2500	8	4	1,388535	0,199005	0,325983
3000	10	5	1,666242	0,2487562	0,3757342
3500	12	6	1,943949	0,2985075	0,4254855
4000	15	7,5	2,2216561	0,3731343	0,5001123
4500	19	9,5	2,4993631	0,4726368	0,5996148
5000	21	10,5	2,7770701	0,5223881	0,6493661
5500	24	12	3,0547771	0,5970149	0,7239929
6000	26	13	3,3324841	0,6467662	0,7737442
6500	30	15	3,6101911	0,7462687	0,8732467
7000	31	15,5	3,8878981	0,7711443	0,8981223
7500	33	16,5	4,1656051	0,8208955	0,9478735
8000	36	18	4,4433121	0,8955224	1,0225004
8500	40	20	4,7210191	0,9950249	1,1220029
9000	41	20,5	4,9987261	1,0199005	1,1468785
9500	46	23	5,2764331	1,1442786	1,2712566
10000	49	24,5	5,5541401	1,2189055	1,3458835
10500	51	25,5	5,8318471	1,2686567	1,3956347



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
139

Silinder 50FA-SP-A / 14 Hari

$E_c = 10224,35915 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,976532	0
500	1	0,5	0,2733165	0,0249501	1,0014821
1000	5	2,5	0,5466329	0,1247505	1,1012825
1500	10	5	0,8199494	0,249501	1,226033
2000	15	7,5	1,0932658	0,3742515	1,3507835
2500	25	12,5	1,3665823	0,6237525	1,6002845
3000	32	16	1,6398987	0,7984032	1,7749352
3500	40	20	1,9132152	0,998004	1,974536
4000	45	22,5	2,1865316	1,1227545	2,0992865
4500	50	25	2,4598481	1,247505	2,224037
5000	50	25	2,7331645	1,247505	2,224037
5500	55	27,5	3,006481	1,3722555	2,3487875
6000	63	31,5	3,2797974	1,5718563	2,5483883
6500	65	32,5	3,5531139	1,6217565	2,5982885
7000	70	35	3,8264303	1,746507	2,723039
7500	75	37,5	4,0997468	1,8712575	2,8477895
8000	85	42,5	4,3730632	2,1207585	3,0972905
8500	105	52,5	4,6463797	2,6197605	3,5962925
9000	130	65	4,9196961	3,243513	4,220045
9500	145	72,5	5,1930126	3,6177645	4,5942965
10000	165	82,5	5,466329	4,1167665	5,0932985
10500	180	90	5,7396455	4,491018	5,46755
11000	193	96,5	6,0129619	4,8153693	5,7919013
11500	205	102,5	6,2862784	5,1147705	6,0913025
12000	218	109	6,5595948	5,4391218	6,4156538



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
140

Silinder 50FA-SP-B / 28 Hari

$E_c = 26993,97469 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10-4)	Regangan Koreksi (ϵ) (10-4)
0	0	0	0	-0,25246	0
500	0	0	0,2638105	0	0,25246
1000	1	0,5	0,527621	0,0248756	0,2773356
1500	4	2	0,7914316	0,0995025	0,3519625
2000	6	3	1,0552421	0,1492537	0,4017137
2500	10	5	1,3190526	0,2487562	0,5012162
3000	14	7	1,5828631	0,3482587	0,6007187
3500	18	9	1,8466737	0,4477612	0,7002212
4000	22	11	2,1104842	0,5472637	0,7997237
4500	25	12,5	2,3742947	0,6218905	0,8743505
5000	29	14,5	2,6381052	0,721393	0,973853
5500	33	16,5	2,9019158	0,8208955	1,0733555
6000	38	19	3,1657263	0,9452736	1,1977336
6500	41	20,5	3,4295368	1,0199005	1,2723605
7000	45	22,5	3,6933473	1,119403	1,371863
7500	49	24,5	3,9571578	1,2189055	1,4713655
8000	53	26,5	4,2209684	1,318408	1,570868
8500	57	28,5	4,4847789	1,4179104	1,6703704
9000	62	31	4,7485894	1,5422886	1,7947486
9500	66	33	5,0123999	1,641791	1,894251
10000	70	35	5,2762105	1,7412935	1,9937535
10500	74	37	5,540021	1,840796	2,093256
11000	76	38	5,8038315	1,8905473	2,1430073
11500	80	40	6,067642	1,9900498	2,2425098
12000	85	42,5	6,3314526	2,1144279	2,3668879
12500	90	45	6,5952631	2,238806	2,491266
13000	95	47,5	6,8590736	2,3631841	2,6156441
13500	100	50	7,1228841	2,4875622	2,7400222
14000	104	52	7,3866947	2,5870647	2,8395247
14500	108	54	7,6505052	2,6865672	2,9390272
15000	114	57	7,9143157	2,8358209	3,0882809
15500	117	58,5	8,1781262	2,9104478	3,1629078
16000	122	61	8,4419367	3,0348259	3,2872859
16500	125	62,5	8,7057473	3,1094527	3,3619127



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
141

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
17000	130	65	8,9695578	3,2338308	3,4862908
17500	134	67	9,2333683	3,3333333	3,5857933
18000	136	68	9,4971788	3,3830846	3,6355446
18500	140	70	9,7609894	3,4825871	3,7350471
19000	144	72	10,0248	3,5820896	3,8345496
19500	146	73	10,28861	3,6318408	3,8843008
20000	147	73,5	10,552421	3,6567164	3,9091764



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
142

Silinder 50FA-SP-C / 28 Hari

$E_c = 33019,8051 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10-4)	Regangan Koreksi (ϵ) (10-4)
0	0	0	0	-0,10714	0
500	1	0,5	0,2751331	0,0248139	0,1319539
1000	4	2	0,5502662	0,0992556	0,2063956
1500	6	3	0,8253993	0,1488834	0,2560234
2000	9	4,5	1,1005324	0,2233251	0,3304651
2500	13	6,5	1,3756655	0,3225806	0,4297206
3000	16	8	1,6507986	0,3970223	0,5041623
3500	19	9,5	1,9259317	0,471464	0,578604
4000	22	11	2,2010648	0,5459057	0,6530457
4500	25	12,5	2,476198	0,6203474	0,7274874
5000	28	14	2,7513311	0,6947891	0,8019291
5500	32	16	3,0264642	0,7940447	0,9011847
6000	34	17	3,3015973	0,8436725	0,9508125
6500	38	19	3,5767304	0,942928	1,050068
7000	42	21	3,8518635	1,0421836	1,1493236
7500	45	22,5	4,1269966	1,1166253	1,2237653
8000	48	24	4,4021297	1,191067	1,298207
8500	54	27	4,6772628	1,3399504	1,4470904
9000	58	29	4,9523959	1,439206	1,546346
9500	61	30,5	5,227529	1,5136476	1,6207876
10000	65	32,5	5,5026621	1,6129032	1,7200432
10500	68	34	5,7777952	1,6873449	1,7944849
11000	72	36	6,0529283	1,7866005	1,8937405
11500	75	37,5	6,3280614	1,8610422	1,9681822
12000	79	39,5	6,6031945	1,9602978	2,0674378
12500	83	41,5	6,8783276	2,0595533	2,1666933
13000	86	43	7,1534607	2,133995	2,241135
13500	89	44,5	7,4285939	2,2084367	2,3155767
14000	92	46	7,703727	2,2828784	2,3900184
14500	95	47,5	7,9788601	2,3573201	2,4644601
15000	99	49,5	8,2539932	2,4565757	2,5637157
15500	102	51	8,5291263	2,5310174	2,6381574
16000	105	52,5	8,8042594	2,6054591	2,7125991
16500	108	54	9,0793925	2,6799007	2,7870407



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
143

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
17000	110	55	9,3545256	2,7295285	2,8366685
17500	113	56,5	9,6296587	2,8039702	2,9111102
18000	117	58,5	9,9047918	2,9032258	3,0103658
18500	120	60	10,179925	2,9776675	3,0848075
19000	123	61,5	10,455058	3,0521092	3,1592492
19500	127	63,5	10,730191	3,1513648	3,2585048
20000	130	65	11,005324	3,2258065	3,3329465



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
144

Silinder 60FA-SP-A / 7 Hari

$E_c = 29260,78012 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10-4)	Regangan Koreksi (ϵ) (10-4)
0	0	0	0	-0,12036	0
1000	7	3,5	0,5539359	0,1748252	0,2951852
2000	15	7,5	1,1078717	0,3746254	0,4949854
3000	21	10,5	1,6618076	0,5244755	0,6448355
4000	29	14,5	2,2157435	0,7242757	0,8446357
5000	38	19	2,7696793	0,9490509	1,0694109
6000	43	21,5	3,3236152	1,0739261	1,1942861
7000	49	24,5	3,8775511	1,2237762	1,3441362
8000	58	29	4,4314869	1,4485514	1,5689114
9000	60	30	4,9854228	1,4985015	1,6188615
10000	68	34	5,5393587	1,6983017	1,8186617
11000	75	37,5	6,0932945	1,8731269	1,9934869
12000	85	42,5	6,6472304	2,1228771	2,2432371
13000	95	47,5	7,2011663	2,3726274	2,4929874
14000	100	50	7,7551021	2,4975025	2,6178625
15000	108	54	8,309038	2,6973027	2,8176627
16000	118	59	8,8629739	2,9470529	3,0674129
17000	125	62,5	9,4169097	3,1218781	3,2422381
18000	130	65	9,9708456	3,2467532	3,3671132
19000	140	70	10,524781	3,4965035	3,6168635
20000	148	74	11,078717	3,6963037	3,8166637
21000	155	77,5	11,632653	3,8711289	3,9914889
22000	163	81,5	12,186589	4,0709291	4,1912891
23000	181	90,5	12,740525	4,5204795	4,6408395
24000	183	91,5	13,294461	4,5704296	4,6907896
25000	190	95	13,848397	4,7452547	4,8656147
26000	198	99	14,402333	4,9450549	5,0654149
27000	205	102,5	14,956268	5,1198801	5,2402401
28000	210	105	15,510204	5,2447552	5,3651152
29000	215	107,5	16,06414	5,3696304	5,4899904



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

Lampiran 18
145

Silinder 60FA-SP-B / 14 Hari

$E_c = 28180,90448 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,19501	0
1000	1	0,5	0,5473567	0,0248139	0,2198239
2000	9	4,5	1,0947134	0,2233251	0,4183351
3000	15	7,5	1,64207	0,3722084	0,5672184
4000	23	11,5	2,1894267	0,5707196	0,7657296
5000	31	15,5	2,7367834	0,7692308	0,9642408
6000	38	19	3,2841401	0,942928	1,137938
7000	46	23	3,8314968	1,1414392	1,3364492
8000	55	27,5	4,3788534	1,3647643	1,5597743
9000	63	31,5	4,9262101	1,5632754	1,7582854
10000	70	35	5,4735668	1,7369727	1,9319827
11000	75	37,5	6,0209235	1,8610422	2,0560522
12000	85	42,5	6,5682801	2,1091811	2,3041911
13000	94	47	7,1156368	2,3325062	2,5275162
14000	101	50,5	7,6629935	2,5062035	2,7012135
15000	109	54,5	8,2103502	2,7047146	2,8997246
16000	118	59	8,7577069	2,9280397	3,1230497
17000	125	62,5	9,3050635	3,101737	3,296747
18000	131	65,5	9,8524202	3,2506203	3,4456303
19000	138	69	10,399777	3,4243176	3,6193276
20000	147	73,5	10,947134	3,6476427	3,8426527
21000	156	78	11,49449	3,8709677	4,0659777
22000	163	81,5	12,041847	4,044665	4,239675
23000	172	86	12,589204	4,2679901	4,4630001
24000	180	90	13,13656	4,4665012	4,6615112



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

Lampiran 18
146

Silinder 60FA-SP-C / 14 Hari

$E_c = 26142,28361 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	0,25052	0
1000	5	2,5	0,5394734	0,123885	-0,126635
2000	15	7,5	1,0789468	0,3716551	0,1211351
3000	25	12,5	1,6184202	0,6194252	0,3689052
4000	38	19	2,1578937	0,9415263	0,6910063
5000	52	26	2,6973671	1,2884044	1,0378844
6000	65	32,5	3,2368405	1,6105055	1,3599855
7000	78	39	3,7763139	1,9326065	1,6820865
8000	94	47	4,3157873	2,3290387	2,0785187
9000	105	52,5	4,8552607	2,6015857	2,3510657
10000	119	59,5	5,3947341	2,9484638	2,6979438
11000	120	60	5,9342075	2,9732408	2,7227208
12000	130	65	6,473681	3,2210109	2,9704909
13000	135	67,5	7,0131544	3,3448959	3,0943759
14000	140	70	7,5526278	3,468781	3,218261
15000	150	75	8,0921012	3,716551	3,466031
16000	152	76	8,6315746	3,7661051	3,5155851
17000	155	77,5	9,171048	3,8404361	3,5899161
18000	162	81	9,7105214	4,0138751	3,7633551
19000	165	82,5	10,249995	4,0882061	3,8376861
20000	175	87,5	10,789468	4,3359762	4,0854562
21000	180	90	11,328942	4,4598612	4,2093412
22000	195	97,5	11,868415	4,8315164	4,5809964
23000	203	101,5	12,407888	5,0297324	4,7792124
24000	210	105	12,947362	5,2031715	4,9526515



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
147

Silinder 60FA-SP-B / 28 Hari

$E_c = 30101,15564 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,10621	0
1000	3	1,5	0,5394734	0,0742574	0,1804674
2000	9	4,5	1,0789468	0,2227723	0,3289823
3000	15	7,5	1,6184202	0,3712871	0,4774971
4000	23	11,5	2,1578937	0,5693069	0,6755169
5000	29	14,5	2,6973671	0,7178218	0,8240318
6000	35	17,5	3,2368405	0,8663366	0,9725466
7000	41	20,5	3,7763139	1,0148515	1,1210615
8000	48	24	4,3157873	1,1881188	1,2943288
9000	55	27,5	4,8552607	1,3613861	1,4675961
10000	63	31,5	5,3947341	1,5594059	1,6656159
11000	69	34,5	5,9342075	1,7079208	1,8141308
12000	75	37,5	6,473681	1,8564356	1,9626456
13000	84	42	7,0131544	2,0792079	2,1854179
14000	91	45,5	7,5526278	2,2524752	2,3586852
15000	98	49	8,0921012	2,4257426	2,5319526
16000	108	54	8,6315746	2,6732673	2,7794773
17000	114	57	9,171048	2,8217822	2,9279922
18000	123	61,5	9,7105214	3,0445545	3,1507645
19000	130	65	10,249995	3,2178218	3,3240318
20000	138	69	10,789468	3,4158416	3,5220516
21000	146	73	11,328942	3,6138614	3,7200714
22000	155	77,5	11,868415	3,8366337	3,9428437



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
148

Silinder 60FA-SP-C / 28 Hari

$E_c = 30489,67655 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,10621	0
1000	5	2,5	0,5459106	0,12364	0,22985
2000	11	5,5	1,0918211	0,2720079	0,3782179
3000	18	9	1,6377317	0,4451039	0,5513139
4000	25	12,5	2,1836422	0,6181998	0,7244098
5000	32	16	2,7295528	0,7912957	0,8975057
6000	39	19,5	3,2754634	0,9643917	1,0706017
7000	45	22,5	3,8213739	1,1127596	1,2189696
8000	52	26	4,3672845	1,2858556	1,3920656
9000	59	29,5	4,913195	1,4589515	1,5651615
10000	67	33,5	5,4591056	1,6567755	1,7629855
11000	73	36,5	6,0050162	1,8051434	1,9113534
12000	80	40	6,5509267	1,9782394	2,0844494
13000	89	44,5	7,0968373	2,2007913	2,3070013
14000	95	47,5	7,6427478	2,3491592	2,4553692
15000	100	50	8,1886584	2,4727992	2,5790092
16000	110	55	8,7345689	2,7200791	2,8262891
17000	117	58,5	9,2804795	2,8931751	2,9993851
18000	125	62,5	9,8263901	3,090999	3,197209
19000	133	66,5	10,372301	3,2888229	3,3950329
20000	139	69,5	10,918211	3,4371909	3,5434009
21000	148	74	11,464122	3,6597428	3,7659528
22000	155	77,5	12,010032	3,8328388	3,9390488



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
149

Silinder 70FA-SP-B / 7 Hari

$E_c = 25973,95892 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,13016	0
500	3	1,5	0,2740409	0,0744786	0,2046386
1000	5	2,5	0,5480819	0,1241311	0,2542911
1500	9	4,5	0,8221228	0,2234359	0,3535959
2000	13	6,5	1,0961638	0,3227408	0,4529008
2500	17	8,5	1,3702047	0,4220457	0,5522057
3000	20	10	1,6442457	0,4965243	0,6266843
3500	24	12	1,9182866	0,5958292	0,7259892
4000	28	14	2,1923276	0,6951341	0,8252941
4500	32	16	2,4663685	0,7944389	0,9245989
5000	36	18	2,7404095	0,8937438	1,0239038
5500	40	20	3,0144504	0,9930487	1,1232087
6000	44	22	3,2884914	1,0923535	1,2225135
6500	49	24,5	3,5625323	1,2164846	1,3466446
7000	53	26,5	3,8365733	1,3157895	1,4459495
7500	57	28,5	4,1106142	1,4150943	1,5452543
8000	61	30,5	4,3846552	1,5143992	1,6445592
8500	65	32,5	4,6586961	1,6137041	1,7438641
9000	70	35	4,9327371	1,7378352	1,8679952
9500	75	37,5	5,206778	1,8619662	1,9921262
10000	78	39	5,4808189	1,9364449	2,0666049
10500	83	41,5	5,7548599	2,060576	2,190736
11000	86	43	6,0289008	2,1350546	2,2652146
11500	90	45	6,3029418	2,2343595	2,3645195
12000	95	47,5	6,5769827	2,3584906	2,4886506
12500	101	50,5	6,8510237	2,5074479	2,6376079
13000	106	53	7,1250646	2,6315789	2,7617389
13500	110	55	7,3991056	2,7308838	2,8610438
14000	114	57	7,6731465	2,8301887	2,9603487
14500	119	59,5	7,9471875	2,9543198	3,0844798
15000	123	61,5	8,2212284	3,0536246	3,1837846
15500	126	63	8,4952694	3,1281033	3,2582633
16000	132	66	8,7693103	3,2770606	3,4072206
16500	135	67,5	9,0433513	3,3515392	3,4816992



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
150

Silinder 70FA-SP-C / 7 Hari

$E_c = 15583,65955 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10-4)	Regangan Koreksi (ϵ) (10-4)
0	0	0	0	0,1021	0
500	5	2,5	0,2769679	0,1243163	0,0222163
1000	10	5	0,5539359	0,2486325	0,1465325
1500	15	7,5	0,8309038	0,3729488	0,2708488
2000	20	10	1,1078717	0,497265	0,395165
2500	25	12,5	1,3848397	0,6215813	0,5194813
3000	35	17,5	1,6618076	0,8702138	0,7681138
3500	43	21,5	1,9387755	1,0691198	0,9670198
4000	75	37,5	2,2157435	1,8647439	1,7626439
4500	90	45	2,4927114	2,2376927	2,1355927
5000	101	50,5	2,7696793	2,5111885	2,4090885
5500	110	55	3,0466473	2,7349577	2,6328577
6000	120	60	3,3236152	2,9835903	2,8814903
6500	130	65	3,6005831	3,2322228	3,1301228
7000	140	70	3,8775511	3,4808553	3,3787553
7500	145	72,5	4,154519	3,6051716	3,5030716
8000	151	75,5	4,4314869	3,7543511	3,6522511
8500	160	80	4,7084549	3,9781203	3,8760203
9000	168	84	4,9854228	4,1770264	4,0749264
9500	173	86,5	5,2623907	4,3013426	4,1992426
10000	180	90	5,5393587	4,4753854	4,3732854
10500	185	92,5	5,8163266	4,5997016	4,4976016
11000	190	95	6,0932945	4,7240179	4,6219179
11500	196	98	6,3702625	4,8731974	4,7710974
12000	201	100,5	6,6472304	4,9975137	4,8954137
12500	205	102,5	6,9241983	5,0969667	4,9948667
13000	210	105	7,2011663	5,2212829	5,1191829
13500	215	107,5	7,4781342	5,3455992	5,2434992
14000	220	110	7,7551021	5,4699155	5,3678155
14500	223	111,5	8,0320701	5,5445052	5,4424052
15000	229	114,5	8,309038	5,6936847	5,5915847
15500	234	117	8,5860059	5,818001	5,715901
16000	236	118	8,8629739	5,8677275	5,7656275
16500	240	120	9,1399418	5,9671805	5,8650805



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

Lampiran 18
151

Silinder 70FA-SP- B / 14 Hari

$$E_c = 33349,37136 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,05217	0
1000	4,5	2,25	0,5480819	0,1123315	0,1645015
2000	12	6	1,0961638	0,2995507	0,3517207
3000	18	9	1,6442457	0,449326	0,501496
4000	24	12	2,1923276	0,5991013	0,6512713
5000	31	15,5	2,7404095	0,7738392	0,8260092
6000	38	19	3,2884914	0,9485771	1,0007471
7000	44	22	3,8365733	1,0983525	1,1505225
8000	50	25	4,3846552	1,2481278	1,3002978
9000	56	28	4,9327371	1,3979031	1,4500731
10000	63	31,5	5,4808189	1,572641	1,624811
11000	69	34,5	6,0289008	1,7224164	1,7745864
12000	76	38	6,5769827	1,8971543	1,9493243
13000	83	41,5	7,1250646	2,0718922	2,1240622
14000	89	44,5	7,6731465	2,2216675	2,2738375
15000	97	48,5	8,2212284	2,4213679	2,4735379
16000	103	51,5	8,7693103	2,5711433	2,6233133
17000	110	55	9,3173922	2,7458812	2,7980512
18000	117	58,5	9,8654741	2,9206191	2,9727891
19000	123	61,5	10,413556	3,0703944	3,1225644



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
152

Silinder 70FA-SP-C / 14 Hari

$E_c = 18985,4153 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,18577	0
1000	9	4,5	0,5430355	0,2238806	0,4096506
2000	17	8,5	1,0860709	0,4228856	0,6086556
3000	27	13,5	1,6291064	0,6716418	0,8574118
4000	36	18	2,1721418	0,8955224	1,0812924
5000	43	21,5	2,7151773	1,0696517	1,2554217
6000	54	27	3,2582128	1,3432836	1,5290536
7000	71	35,5	3,8012482	1,7661692	1,9519392
8000	90	45	4,3442837	2,238806	2,424576
9000	105	52,5	4,8873191	2,6119403	2,7977103
10000	116	58	5,4303546	2,8855721	3,0713421
11000	128	64	5,9733901	3,1840796	3,3698496
12000	136	68	6,5164255	3,3830846	3,5688546
13000	147	73,5	7,059461	3,6567164	3,8424864
14000	155	77,5	7,6024964	3,8557214	4,0414914
15000	167	83,5	8,1455319	4,1542289	4,3399989
16000	179	89,5	8,6885673	4,4527363	4,6385063
17000	189	94,5	9,2316028	4,7014925	4,8872625
18000	198	99	9,7746383	4,9253731	5,1111431
19000	211	105,5	10,317674	5,2487562	5,4345262



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 18
153

Silinder 70FA-SP-B / 28 Hari

$E_c = 25051,35709 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10-4)	Regangan Koreksi (ϵ) (10-4)
0	0	0	0	-0,31591	0
1000	4	2	0,540894	0,0991818	0,4150918
2000	7	3,5	1,081788	0,1735681	0,4894781
3000	13	6,5	1,622682	0,3223407	0,6382507
4000	21	10,5	2,1635761	0,5207042	0,8366142
5000	27	13,5	2,7044701	0,6694768	0,9853868
6000	35	17,5	3,2453641	0,8678403	1,1837503
7000	42	21	3,7862581	1,0414084	1,3573184
8000	53	26,5	4,3271521	1,3141582	1,6300682
9000	61	30,5	4,8680461	1,5125217	1,8284317
10000	70	35	5,4089401	1,7356806	2,0515906
11000	79	39,5	5,9498341	1,9588396	2,2747496
12000	90	45	6,4907282	2,2315894	2,5474994
13000	98	49	7,0316222	2,4299529	2,7458629
14000	104	52	7,5725162	2,5787255	2,8946355
15000	113	56,5	8,1134102	2,8018845	3,1177945
16000	121	60,5	8,6543042	3,000248	3,316158
17000	133	66,5	9,1951982	3,2977932	3,6137032
18000	144	72	9,7360922	3,570543	3,886453



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

Lampiran 18
154

Silinder 70FA-SP-C / 28 Hari

$E_c = 30035,21717 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,049195	0
1000	5	2,5	0,5480819	0,12444	0,173635
2000	15	7,5	1,0961638	0,3733201	0,4225151
3000	22	11	1,6442457	0,5475361	0,5967311
4000	30	15	2,1923276	0,7466401	0,7958351
5000	36	18	2,7404095	0,8959681	0,9451631
6000	41	20,5	3,2884914	1,0204082	1,0696032
7000	46	23	3,8365733	1,1448482	1,1940432
8000	56	28	4,3846552	1,3937282	1,4429232
9000	61	30,5	4,9327371	1,5181682	1,5673632
10000	69	34,5	5,4808189	1,7172723	1,7664673
11000	76	38	6,0289008	1,8914883	1,9406833
12000	85	42,5	6,5769827	2,1154803	2,1646753
13000	94	47	7,1250646	2,3394724	2,3886674
14000	102	51	7,6731465	2,5385764	2,5877714
15000	109	54,5	8,2212284	2,7127924	2,7619874
16000	115	57,5	8,7693103	2,8621205	2,9113155
17000	125	62,5	9,3173922	3,1110005	3,1601955
18000	130	65	9,8654741	3,2354405	3,2846355



F. DOKUMENTASI PENELITIAN



1. Pengujian Kadar Air Agregat Halus



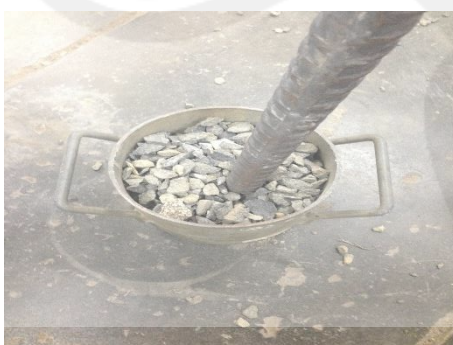
2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus



3. Pengujian Analisa Saringan Agregat



4. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus



5. Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar



6. Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Kasar



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 19
156



7. Pengujian Keausan Agregat Kasar



8. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar



9. Pengujian Kuat Tarik Baja



10. Proses Perakitan Tulangan



11. Pengujian *Slump* Adukan Beton



12. Proses Pembuatan Adukan Beton



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 19
157



13. Proses Pemadatan Adukan dalam Bekisting Balok



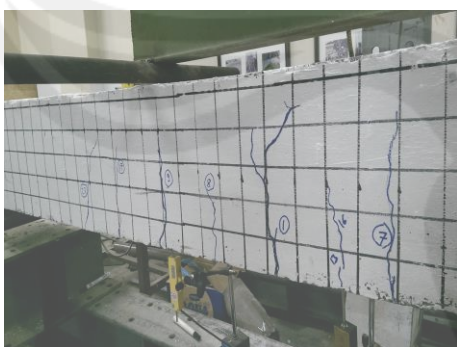
14. Pengujian Modulus Elastisitas Silinder Beton



15. Pengujian Kuat Tekan Beton



16. Setting Benda Uji pada Loading Frame



17. Retak Benda Uji



G. GAMBAR ALAT



1. Oven



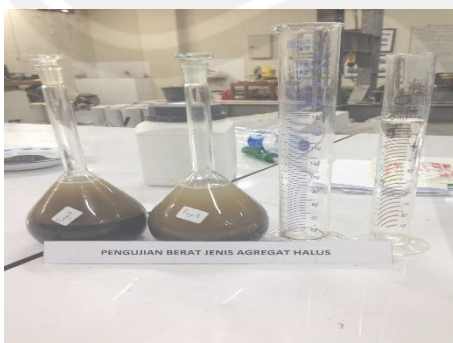
2. Saringan



3. Tabung Silinder



4. Timbangan



5. Gelas *Beaker* dan Gelas Ukur



6. Mesin Los Angeles Abrasion



7. Bola Baja



8. Molen Pengaduk 0.45 m³



9. Bekisting Balok



10. Rakitan Tulangan



11. Malam (*Plasticin*)



12. *Compressometer*



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 20
160



13. Mesin UTM 'Shimadzu'



14. Mesin Desak 'ELE'



15. Data Logger Dewetron 201



16. LVDT



17. Loading Frame



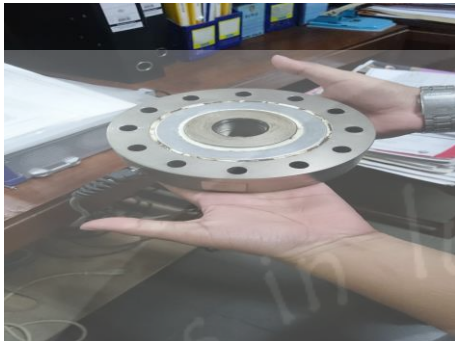
18. Transfer Beam



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 20
161



19. Load Cell



20. Meteran



21. Kaliper



22. Hydraulic Jack



23. Alat Capping



24. Kerucut Abrams



25. Superplasticizer Viscocrete 10



26. Kapur



27. Belerang



28. Pasir Progo



29. Gelas Ukur 250 cc



30. Vibrator



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

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

Lampiran 20
163



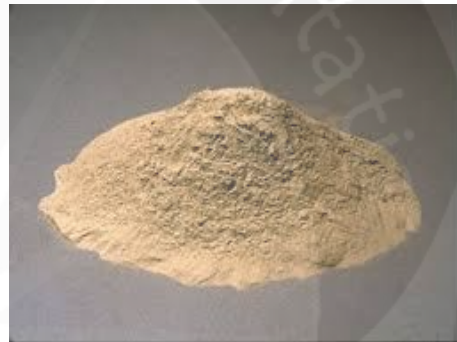
31. Cetakan Silinder



32. Semen Gresik



33. Kerikil 19 mm



34. Fly Ash Tipe F