

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Berat jenis beton HVFAC substitusi semen tanpa *fly ash* sebesar 2256.22 kg/m³, dengan kadar *fly ash* 50% sebesar 2252.1 kg/m³, dengan kadar *fly ash* 60% sebesar 2305.669 kg/m³ dan dengan kadar *fly ash* 70% sebesar 2402.13 kg/m³, semuanya masih tergolong beton normal.
2. Kuat tekan rerata beton normal umur 28 hari sebesar 20.441 MPa, beton HVFAC substitusi semen umur 28 hari dengan kadar *fly ash* 50% sebesar 15.342 MPa, dengan kadar *fly ash* 60% umur sebesar 13.753 MPa, dan dengan kadar *fly ash* 70% sebesar 11.672 MPa.
3. Modulus Elastisitas beton normal adalah sebesar 19817.17 MPa, beton HVFAC substitusi semen kadar *fly ash* 50% sebesar 18891.13 MPa, dengan kadar *fly ash* 60% sebesar 16799.2 MPa dan dengan kadar *fly ash* 70% sebesar 16649.63 MPa.
4. Kuat geser balok beton normal adalah sebesar 65.094 kN dan 74.912 kN, balok HVFAC substitusi semen dengan kadar *fly ash* 50% sebesar 58.091 kN dan 56.434 kN, dengan kadar *fly ash* 60% sebesar 55.256 kN dan 42.482 kN, dan dengan kadar *fly ash* 70% sebesar 38.182 kN dan 45.604 kN.

5. Beban retak pertama balok beton normal sebesar 26.12 kN dan 36.5 kN, balok HVFAC substitusi semen dengan kadar *fly ash* 50% sebesar 25.5 kN dan 19.1 kN, dengan kadar *fly ash* 60% sebesar 22 kN dan 15.46 kN dan dengan kadar *fly ash* 70% sebesar 21.85 kN dan 16.25 kN.
6. Secara keseluruhan beton HVFAC substitusi semen bila dibandingkan dengan beton normal mempunyai kuat tekan yang lebih rendah, semakin tinggi kadar penggunaan *fly ash* maka semakin turun pula kuat tekan yang dihasilkan.
7. Secara keseluruhan beton HVFAC substitusi semen bila dibandingkan dengan beton normal mempunyai modulus elastisitas yang lebih rendah, seiring dengan menurunnya kuat tekan yang dihasilkan.
8. Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan kadar *fly ash* substitusi terhadap semen yang cukup tinggi menyebabkan penurunan nilai kuat geser yang dihasilkan balok. Semakin tinggi kadar penggunaan *fly ash* maka kapasitas geser balok akan semakin menurun. Hal tersebut berbanding lurus dengan semakin menurunnya nilai kuat tekan beton masing-masing variasi.
9. Balok dengan kadar *fly ash* 50% substitusi semen tidak mengalami penurunan yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan nilai kuat geser yang dihasilkan balok normal.
10. Beban retak pertama terendah terjadi pada balok B2-60FA-SS. Namun hal tersebut tidak menjadikan nilai kuat geser balok tersebut menjadi yang terendah pula. Bila dilihat pada tabel 5.12 nilai kuat geser B2-60FA-SS

tersebut lebih besar bila dibandingkan dengan balok HVFAC dengan kadar *fly ash* 70%.

11. Dari hasil pengujian pembebanan balok normal dibandingkan balok HVFAC substitusi semen menunjukkan balok HVFAC substitusi semen dengan kadar *fly ash* sebesar 50%, 60% dan 70% memiliki perilaku getas tidak seperti balok normal yang memiliki perilaku lebih liat (*ductile*) setelah mencapai beban maksimum.
12. Belum didapatkan variasi optimum penggunaan kadar *fly ash*. Namun demikian dalam penelitian tersebut substitusi 50% *fly ash* terhadap semen masih dapat digunakan bila dilihat dari sudut pandang ekonomis dan ramah lingkungan.
13. Hasil pengujian menunjukkan jenis retak yang dihasilkan balok HVFAC substitusi semen dengan kadar *fly ash* 50%, 60% dan 70% retak lentur vertikal diikuti retak geser curam yang terjadi secara tiba-tiba. Sedangkan untuk balok normal adalah retak lentur vertikal yang cukup besar diikuti sebagian retak geser namun tidak terjadi secara tiba-tiba.

6.2 Saran

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

1. 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.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh kuat geser yang dihasilkan balok beton HVFAC substitusi semen setelah umur 28 hari.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *fly ash* dengan tipe yang berbeda, dimana dalam penelitian ini menggunakan *fly ash* tipe F.
4. Perlu diperhatikan metode pengadukan beton agar didapatkan hasil yang homogen dengan memperhatikan urutan-urutan dan jumlah yang dimasukkan dalam molen pengaduk.
5. Perlu diperhatikan metode pemadatan adukan dalam bekisting agar balok tidak berongga dan memiliki kapasitas geser tidak terlampaui jauh antar spesimen.
6. 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 sesuai dengan prosedur pelaksanaan dan dimensi benda uji. Karena apabila terjadi kesalahan *setting* dapat mempengaruhi data hasil pengujian secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Arezoumandi, M., Volz, S.J., Ortega, A.C. dan Myers, J.J., 2015, Shear Behavior of High-Volume Fly Ash Concrete versus Conventional Concrete: Experimental Study, *ASCE Journal Structural Engineering*, Vol.141, pp. B4014006-1 - B4014006-1.
- ASTM Committee C90, ASTM C618, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan For Use in Concrete*, ASTM International, 2002.
- Chamberlin, K.S., Kumar, S.R., Ram, T.V. dan Kalyan, S.C., 2015, Characteristics of High Volume Fly Ash in Cement, *International Journal of Research*, Vol.2, Issue 6, pp. 551-555.
- Dipohusodo, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Ekasanti, F.A., Kristiawan, A.S., dan Sunarmasto, 2014, Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kebutuhan Air dan Kuat Tekan *High Volume Fly Ash - Self Compacting Concrete (HVFA – SCC)*, *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Vol. 2, No. 2, pp. 8-15.
- Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Tahun 2014, Diakses 30 Agustus 2015, <http://www.menlh.go.id/wp-content/uploads/downloads/2014/12/Laporan-Inventarisasi-GRK-Tahun-2014.pdf>
- Mccormac C.J., *Desain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nugraha, P., Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi Offset, 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.
- Rao, P., Mohan, S. Dan Sekar, S.K., 2011, Shear Resistance of High Volume Fly Ash Reinforced Concrete Beams Without Web Reinforcement, *International Journal of Civil and Structural Engineering*, Volume 1, No 4, pp.986-993.

R. Thangaraj, & R. Thenmozhi, 2012, Performance of High Volume Fly Ash in Concrete Structures. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, Volume 3, Issue 1, PP 28-33.

Sebayang S., 2010, Pengaruh Kadar Abu Terbang sebagai Pengganti Sejumlah Semen pada Beton Alir Mutu Tinggi, *Jurnal Rekayasa*, Vol.14, No.1.

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

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

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

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

Soman M., & Sobha K., 2014, Strength and Behaviour of High Volume Fly Ash Concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 3, Issue 5, P.12416-12424.

Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, KMTS Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Triwulan, Ekaputri J.J, dan 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.



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	

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

Kesimpulan = $5,0 \leq 7.16889 \leq 8,0$ 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
Keausan = $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	29%
Keausan rerata	29%

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



A.6. PENGUJIAN BERAT SATUAN KERIKIL

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 PASIR

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
118

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 29-Auto ---- 0 - 40 0.00-40.00 Live- 100 40

Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma)	Proc.-Calc. Line	Int. (cps/uA)
Si02	43.250 %	0.334)	Quan-FP SiKa	51.2617
Al203	27.492 %	0.367)	Quan-FP AlKa	15.6985
Fe203	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
S03	1.499 %	0.026)	Quan-FP S Ka	6.2927
K2O	0.864 %	0.013)	Quan-FP K Ka	10.6590
Ti02	0.843 %	0.009)	Quan-FP TiKa	26.0505
MnO	0.150 %	0.002)	Quan-FP MnKa	15.5614
Er203	0.089 %	0.016)	Quan-FP ErLa	5.5131
V205	0.048 %	0.005)	Quan-FP V Ka	2.0188
SrO	0.045 %	0.001)	Quan-FP SrKa	25.6508
Cr203	0.017 %	0.002)	Quan-FP CrKa	1.2030
Zr02	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
Y203	0.005 %	0.001)	Quan-FP Y Ka	2.6791

Operator EDX

Wisnu Suprpta



C. PERENCANAAN

C.1. 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 f_{as} 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 :

$$= 2345 - (205 + 336.07 + 860.26)$$

$$= 943.67 \text{ Kg}$$

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 :

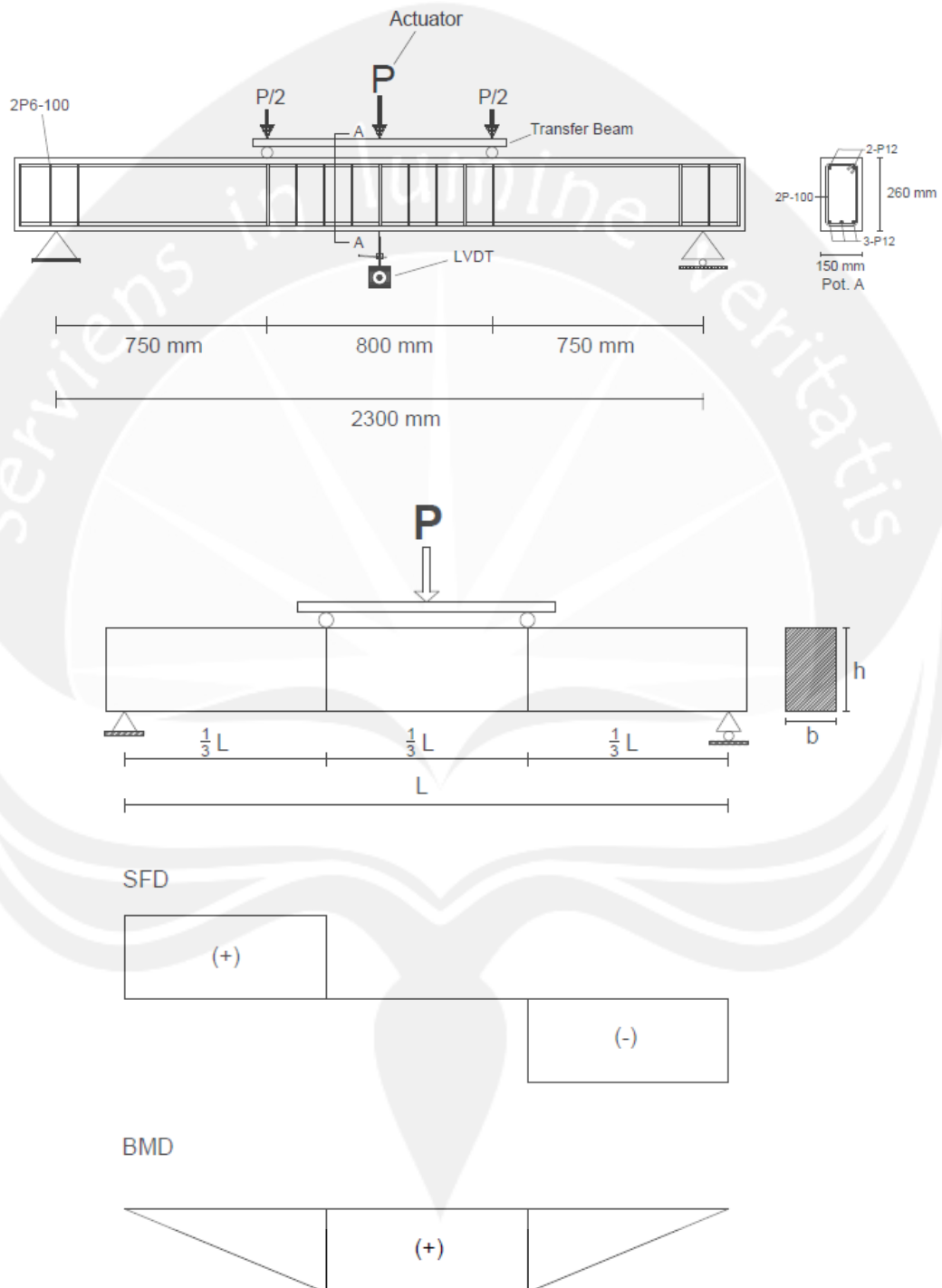
$$\begin{aligned} &= 205 - 945.67(0.0159 - 0.023) - 860.26(0.037 - 0.032) \\ &= 207.39 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Sehingga perkiraan komposisi berat campuran :

No.	Jenis Bahan	Berat bahan (Kg)
		Volume 1 m ³
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
fy	= 240 MPa
Diameter tulangan tarik	= polos 12 mm (P12)
Diameter tulangan geser	= polos 6 mm (P6)
Selimit 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

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

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

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

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



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

C. Rencana tulangan lapangan

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\bullet \text{ Dipakai } \rho = 0,007863517$$



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

- $A_s \text{ perlu} = 0,007863517 \times 150 \times 228$
 $= 268,9322682 \text{ mm}^2$

- $\text{Luas P12} = \frac{1}{4} \times \pi \times d(\text{diameter})^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2$
 $= 113,1428571 \text{ mm}^2$

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

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

D. Rencana tulangan geser

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

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

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

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

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



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

Karena tidak membutuhkan tulangan geser dipakai jarak tulangan geser minimum

$S \leq 100$ 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 :

$$\text{Diameter baja (d)} = 11,85 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = 3400 \text{ kgf}$$

$$\text{Tegangan ultimate (fu)} = 5040 \text{ kgf}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tampang baja (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 11,85^2 \\ &= 110,287 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

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

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. TANGGAL 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	50 FA-SS	21 Oktober 2015	28 Oktober 2015	18 November 2015
3	60FA-SS	30 Oktober 2015	06 November 2015	27 November 2015
4	70FA-SS	05 November 2015	12 November 2015	03 Desember 2015



E.2. 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-SS A	15,05	30,21	12,221	15,09	30,14	12,02	15,025	30,41	12,16
	0FA-SS B	15,09	30,97	12,311	15,09	30,27	12,08	15	30,44	12,14
	0FA-SS C	14,81	31,02	12,195	15,05	30,4	11,957	15,01	30,55	12,18
50 %	50FA-SS A	15,05	30,2	12,272	15,08	30,1	12,379	15,09	30,14	12,02
	50FA-SS B	15,02	30,025	12,171	15,02	30,2	12,455	15	30,22	12,36
	50FA-SS C	15,09	30,5	12,102	15	30,08	12,521	15,11	30,1	11,92
60 %	60FA-SS A	15	30,4	12,389	15,3	30,06	12,42	15,05	30,42	12,53
	60FA-SS B	15,1	30,54	12,139	15,13	30,41	12,6	15,13	30,11	12,31
	60FA-SS C	15,08	30,17	12,355	15,01	30,21	12,46	15	30,16	12,387
70 %	70FA-SS A	15,04	30,05	12,64	15,11	30,24	12,42	15	30,3	12,56
	70FA-SS B	15,25	30,21	13,18	15,03	30,37	12,52	15,1	30,2	13,12
	70FA-SS C	15,1	30,14	13,08	15,08	30,28	12,44	15,13	30,2	13,2

Contoh perhitungan :

Beton 0FA-SS 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 cm³ = 5391,818 x 10⁻⁶ m³
- Berat jenis beton = $\frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} = \frac{12,16}{5391,818 \times 10^{-6}}$
 = 2256.412 kg/m³



TABEL BERAT JENIS BETON

Variasi	Kode Beton	7 Hari		14 Hari		28 Hari	
		Berat Jenis (Kg/m ³)	Berat Jenis Rerata (Kg/m ³)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Berat Jenis Rerata (Kg/m ³)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Berat Jenis Rerata (Kg/m ³)
0 %	0FA-SS A	2275.167	2260.765	2231.069	2225.251	2256.413	2256.222
	0FA-SS B	2223842		2232.577		2257.989	
	0FA-SS C	2283.286		2212.106		2254.365	
50 %	50FA-SS A	2285.419	2264.71	2303.381	2329.769	2231.06	2252.1
	50FA-SS B	2288.936		2328.774		2315.644	
	50FA-SS C	2219.776		2356.726		2209.587	
60 %	60FA-SS A	2307.334	2274.015	2248.434	2295.399	2316.59	2305.669
	60FA-SS B	2220.702		2305.72		2275.096	
	60FA-SS- C	2294.009		2332.042		2325.319	
70 %	70FA-SS A	2368.84	2394.383	2291.613	2305.913	2346.901	2402.134
	70FA-SS B	2395.316		2324.727		2427.188	
	70FA-SS C	2418.987		2301.4		2432.313	



E.3. PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

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-SS A	15,05	335	-	15,09	270	-	15,025	390	-
	0FA-SS B	15,09	325	20,05	15,09	370	20,16	15	285	20,12
	0FA-SS C	14,81	340	20,07	15,05	400	20,12	15,01	410	20,15
50 %	50FA-SS A	15,05	250	20,04	15,08	160	20,14	15,09	270	-
	50FA-SS B	15,02	195	20,05	15,02	260	20,05	15	285	20,14
	50FA-SS C	15,09	185	-	15	160	-	15,11	265	20,17
60 %	60FA-SS A	15	175	-	15,3	200	20,14	15,05	260	12,53
	60FA-SS B	15,1	235	20,14	15,13	235	-	15,13	265	12,31
	60FA-SS C	15,08	170	20,14	15,01	250	20,1	15	210	12,387
70 %	70FA-SS A	15,04	150	-	15,11	180	20,18	15	195	20,1
	70FA-SS B	15,25	135	20,11	15,03	190	-	15,1	220	-
	70FA-SS C	15,1	140	20,1	15,08	190	20,14	15,13	210	20,14

Contoh perhitungan :

0FA-SS 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-SS A	18.84	18.923	15.104	19.433	22.007	20.441
	0FA-SS B	18.18		20.699		23.182	
	0FA-SS C	19.74		22.496		16.135	
50 %	50FA-SS A	14.06	11.83	8.962	10.9	15.104	15.342
	50FA-SS B	11.08		9.0587		16.135	
	50FA-SS C	10.349		14.681		14.785	
60 %	60FA-SS A	9.907	10.853	13.077	12.698	14.622	13.753
	60FA-SS B	9.523		10.883		14.746	
	60FA-SS C	13.129		14.135		11.889	
70 %	70FA-SS A	8.447	7.886	10.043	10.467	11.04	11.672
	70FA-SS B	7.542		10.714		11.686	
	70FA-SS C	7.668		10.643		12.291	



E.3. PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Contoh perhitungan :

0FA-SS 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 mm²
- Tegangan (f) = $\frac{\text{Beban} \times 9,81}{A} = \frac{12000 \times 9,81}{1773041,263}$
= 6,664968153 MPa
- Regangan (ε) = $\frac{0,5 \Delta P}{P_o} = \frac{64,5 \times 0,001}{20,12 \times 10}$
= 3,205765408 x 10⁻⁴
- Regangan koreksi (ε) = Regangan (ε) + koreksi
= 3,357515408 x 10⁻⁴
- Modulus elastisitas (Ec) = $\frac{f}{\varepsilon} = \frac{6,664968153}{3,357515408 \times 10^{-4}}$
= 19850,89372 MPa



Silinder 0FA-SS-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-SS-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



Silinder OFA-SS-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



Silinder OFA-SS-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



Silinder OFA-SS-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



Silinder OFA-SS-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



Silinder 50FA-SS-A / 7 Hari

$E_c = 12702,86141 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,1609	0
500	2	1	0,27586484	0,0499002	0,2108002
1000	10	5	0,55172968	0,249501	0,410401
1500	20	10	0,82759453	0,499002	0,659902
2000	25	12,5	1,10345937	0,6237525	0,7846525
2500	38	19	1,37932421	0,94810379	1,10900379
3000	48	24	1,65518905	1,19760479	1,35850479
3500	58	29	1,9310539	1,44710579	1,60800579
4000	60	30	2,20691874	1,49700599	1,65790599
4500	70	35	2,48278358	1,74650699	1,90740699
5000	79	39,5	2,75864842	1,97105788	2,13195788
5500	85	42,5	3,03451326	2,12075848	2,28165848
6000	98	49	3,31037811	2,44510978	2,60600978



Silinder 50FA-SS-B / 7 Hari

$E_c = 17697,69212 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,10742	0
500	4	2	0,27696793	0,09975062	0,20717062
1000	6	3	0,55393587	0,14962594	0,25704594
1500	14	7	0,8309038	0,34912718	0,45654718
2000	20	10	1,10787173	0,49875312	0,60617312
2500	30	15	1,38483966	0,74812968	0,85554968
3000	31	15,5	1,6618076	0,77306733	0,88048733
3500	39	19,5	1,93877553	0,97256858	1,07998858
4000	45	22,5	2,21574346	1,12219451	1,22961451
4500	50	25	2,4927114	1,24688279	1,35430279
5000	58	29	2,76967933	1,44638404	1,55380404
5500	63	31,5	3,04664726	1,57107232	1,67849232
6000	71	35,5	3,32361519	1,77057357	1,87799357



Silinder 50FA-SS-A / 14 Hari

$E_c = 18013,33642 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,08544	0
500	2	1	0,2747683	0,0496524	0,1350924
1000	9	4,5	0,5495367	0,2234359	0,3088759
1500	15	7,5	0,824305	0,3723932	0,4578332
2000	21	10,5	1,0990733	0,5213505	0,6067905
2500	30	15	1,3738416	0,7447865	0,8302265
3000	35	17,5	1,64861	0,8689176	0,9543576
3500	40	20	1,9233783	0,9930487	1,0784887
4000	45	22,5	2,1981466	1,1171797	1,2026197
4500	53	26,5	2,472915	1,3157895	1,4012295
5000	58	29	2,7476833	1,4399206	1,5253606



Silinder 50FA-SS-B / 14 Hari

$E_c = 17364,19789 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,12373	0
500	4	2	0,2769679	0,0997506	0,2234806
1000	8	4	0,5539359	0,1995012	0,3232312
1500	13	6,5	0,8309038	0,3241895	0,4479195
2000	18	9	1,1078717	0,4488778	0,5726078
2500	25	12,5	1,3848397	0,6234414	0,7471714
3000	31	15,5	1,6618076	0,7730673	0,8967973
3500	39	19,5	1,9387755	0,9725686	1,0962986
4000	43	21,5	2,2157435	1,0723192	1,1960492
4500	51	25,5	2,4927114	1,2718204	1,3955504
5000	59	29,5	2,7696793	1,4713217	1,5950517



Silinder 50FA-SS-B / 28 Hari

$$E_c = 21447,79473 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,01971	0
500	5	2,5	0,27771	0,12395	0,14366
1000	10	5	0,55541	0,24789	0,2676
1500	15	7,5	0,83312	0,37184	0,39155
2000	20	10	1,11083	0,49579	0,5155
2500	25	12,5	1,38854	0,61973	0,63944
3000	30	15	1,66624	0,74368	0,76339
3500	35	17,5	1,94395	0,86763	0,88734
4000	39	19,5	2,22166	0,96678	0,98649
4500	44	22	2,49936	1,09073	1,11044
5000	49	24,5	2,77707	1,21468	1,23439
5500	54	27	3,05478	1,33862	1,35833
6000	59	29,5	3,33248	1,46257	1,48228
6500	64	32	3,61019	1,58651	1,60622
7000	71	35,5	3,8879	1,76004	1,77975
7500	76	38	4,16561	1,88399	1,9037
8000	81	40,5	4,44331	2,00793	2,02764
8500	88	44	4,72102	2,18146	2,20117



Silinder 50FA-SS-C / 28 Hari

$$E_c = 16334,46203 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,12147	0
500	5	2,5	0,273678	0,123946	0,245416
1000	10	5	0,547357	0,247893	0,369363
1500	15	7,5	0,821035	0,371839	0,493309
2000	20	10	1,094713	0,495786	0,617256
2500	27	13,5	1,368392	0,669311	0,790781
3000	35	17,5	1,64207	0,867625	0,989095
3500	44	22	1,915748	1,090729	1,212199
4000	49	24,5	2,189427	1,214675	1,336145
4500	55	27,5	2,463105	1,363411	1,484881
5000	63	31,5	2,736783	1,561725	1,683195
5500	69	34,5	3,010462	1,710461	1,831931
6000	76	38	3,28414	1,883986	2,005456
6500	83	41,5	3,557818	2,057511	2,178981
7000	89	44,5	3,831497	2,206247	2,327717
7500	98	49	4,105175	2,429351	2,550821
8000	105	52,5	4,378853	2,602876	2,724346
8500	110	55	4,652532	2,726822	2,848292



Silinder 60FA-SS-B / 7 Hari

$$E_c = 16577,69978 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,35363	0
500	0	0	0,2740409	0	0,35363
1000	1	0,5	0,5480819	0,0248262	0,3784562
1500	3	1,5	0,8221228	0,0744786	0,4281086
2000	9	4,5	1,0961638	0,2234359	0,5770659
2500	14	7	1,3702047	0,347567	0,701197
3000	20	10	1,6442457	0,4965243	0,8501543
3500	27	13,5	1,9182866	0,6703078	1,0239378
4000	35	17,5	2,1923276	0,8689176	1,2225476
4500	43	21,5	2,4663685	1,0675273	1,4211573
5000	50	25	2,7404095	1,2413108	1,5949408
5500	59	29,5	3,0144504	1,4647468	1,8183768



Silinder 60FA-SS-C / 7 Hari

$E_c = 12506,01532 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,207265	0
500	6	3	0,2747683	0,1489573	0,3562223
1000	11	5,5	0,5495367	0,2730884	0,4803534
1500	15	7,5	0,824305	0,3723932	0,5796582
2000	22	11	1,0990733	0,5461768	0,7534418
2500	41	20,5	1,3738416	1,0178749	1,2251399
3000	48	24	1,64861	1,1916584	1,3989234
3500	54	27	1,9233783	1,3406157	1,5478807
4000	67	33,5	2,1981466	1,6633565	1,8706215
4500	79	39,5	2,472915	1,9612711	2,1685361
5000	82	41	2,7476833	2,0357498	2,2430148
5500	89	44,5	3,0224516	2,2095333	2,4167983



Silinder 60FA-SS-A / 14 Hari

$$E_c = 16072,22604 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,13267	0
250	1	0,5	0,1334617	0,0248262	0,1574962
500	2	1	0,2669233	0,0496524	0,1823224
750	5	2,5	0,400385	0,1241311	0,2568011
1000	8	4	0,5338466	0,1986097	0,3312797
1250	11	5,5	0,6673083	0,2730884	0,4057584
1500	14	7	0,8007699	0,347567	0,480237
1750	18	9	0,9342316	0,4468719	0,5795419
2000	21	10,5	1,0676932	0,5213505	0,6540205
2250	24	12	1,2011549	0,5958292	0,7284992
2500	28	14	1,3346165	0,6951341	0,8278041
2750	31	15,5	1,4680782	0,7696127	0,9022827
3000	34	17	1,6015398	0,8440914	0,9767614
3250	39	19,5	1,7350015	0,9682224	1,1008924
3500	42	21	1,8684631	1,0427011	1,1753711
3750	44	22	2,0019248	1,0923535	1,2250235
4000	47	23,5	2,1353864	1,1668322	1,2995022
4250	51	25,5	2,2688481	1,266137	1,398807
4500	54	27	2,4023097	1,3406157	1,4732857
4750	58	29	2,5357714	1,4399206	1,5725906
5000	62	31	2,669233	1,5392254	1,6718954
5250	65	32,5	2,8026947	1,6137041	1,7463741
5500	68	34	2,9361564	1,6881827	1,8208527
5750	71	35,5	3,069618	1,7626614	1,8953314
6000	75	37,5	3,2030797	1,8619662	1,9946362
6250	78	39	3,3365413	1,9364449	2,0691149
6500	83	41,5	3,470003	2,060576	2,193246
6750	85	42,5	3,6034646	2,1102284	2,2428984
7000	89	44,5	3,7369263	2,2095333	2,3422033
7250	93	46,5	3,8703879	2,3088381	2,4415081
7500	95	47,5	4,0038496	2,3584906	2,4911606



Silinder 60FA-SS-C / 14 Hari

$E_c = 20925,85326 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,0477	0
250	2	1	0,1386686	0,0497512	0,0974512
500	4	2	0,2773371	0,0995025	0,1472025
750	6	3	0,4160057	0,1492537	0,1969537
1000	8	4	0,5546742	0,199005	0,246705
1250	11	5,5	0,6933428	0,2736318	0,3213318
1500	13	6,5	0,8320113	0,3233831	0,3710831
1750	16	8	0,9706799	0,39801	0,44571
2000	18	9	1,1093484	0,4477612	0,4954612
2250	23	11,5	1,248017	0,5721393	0,6198393
2500	26	13	1,3866855	0,6467662	0,6944662
2750	28	14	1,5253541	0,6965174	0,7442174
3000	30	15	1,6640226	0,7462687	0,7939687
3250	32	16	1,8026912	0,7960199	0,8437199
3500	35	17,5	1,9413597	0,8706468	0,9183468
3750	38	19	2,0800283	0,9452736	0,9929736
4000	40	20	2,2186968	0,9950249	1,0427249
4250	44	22	2,3573654	1,0945274	1,1422274
4500	46	23	2,4960339	1,1442786	1,1919786
4750	48	24	2,6347025	1,1940299	1,2417299
5000	51	25,5	2,773371	1,2686567	1,3163567
5250	53	26,5	2,9120396	1,318408	1,366108
5500	55	27,5	3,0507081	1,3681592	1,4158592
5750	58	29	3,1893767	1,4427861	1,4904861
6000	61	30,5	3,3280452	1,5174129	1,5651129
6250	65	32,5	3,4667138	1,6169154	1,6646154
6500	68	34	3,6053823	1,6915423	1,7392423
6750	70	35	3,7440509	1,7412935	1,7889935
7000	72	36	3,8827194	1,7910448	1,8387448
7250	75	37,5	4,021388	1,8656716	1,9133716
7500	78	39	4,1600565	1,9402985	1,9879985



Silinder 60FA-SS-A / 28 Hari

$$E_c = 16990,14529 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,13267	0
500	2	1	0,2729553	0,0497512	0,1824212
1000	7	3,5	0,5459106	0,1741294	0,3067994
1500	13	6,5	0,8188658	0,3233831	0,4560531
2000	19	9,5	1,0918211	0,4726368	0,6053068
2500	25	12,5	1,3647764	0,6218905	0,7545605
3000	32	16	1,6377317	0,7960199	0,9286899
3500	37	18,5	1,910687	0,920398	1,053068
4000	43	21,5	2,1836422	1,0696517	1,2023217
4500	50	25	2,4565975	1,2437811	1,3764511
5000	55	27,5	2,7295528	1,3681592	1,5008292
5500	62	31	3,0025081	1,5422886	1,6749586
6000	68	34	3,2754634	1,6915423	1,8242123
6500	76	38	3,5484186	1,8905473	2,0232173
7000	82	41	3,8213739	2,039801	2,172471
7500	90	45	4,0943292	2,238806	2,371476
8000	98	49	4,3672845	2,4378109	2,5704809



Silinder 60FA-SS-C / 28 Hari

$E_c = 16608,2473 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,0477	0
500	2	1	0,277707	0,0495786	0,0972786
1000	4	2	0,555414	0,0991572	0,1468572
1500	10	5	0,833121	0,2478929	0,2955929
2000	16	8	1,110828	0,3966287	0,4443287
2500	23	11,5	1,388535	0,5701537	0,6178537
3000	29	14,5	1,666242	0,7188894	0,7665894
3500	36	18	1,943949	0,8924145	0,9401145
4000	44	22	2,2216561	1,0907288	1,1384288
4500	50	25	2,4993631	1,2394646	1,2871646
5000	60	30	2,7770701	1,4873575	1,5350575
5500	67	33,5	3,0547771	1,6608825	1,7085825
6000	75	37,5	3,3324841	1,8591968	1,9068968
6500	84	42	3,6101911	2,0823004	2,1300004
7000	93	46,5	3,8878981	2,3054041	2,3531041
7500	100	50	4,1656051	2,4789291	2,5266291
8000	106	53	4,4433121	2,6276648	2,6753648



Silinder 70FA-SS-B / 7 Hari

$E_c = 10775,37976 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,2806	0
250	1	0,5	0,1343382	0,0248633	0,3054633
500	2	1	0,2686765	0,0497265	0,3303265
750	6	3	0,4030147	0,1491795	0,4297795
1000	10	5	0,537353	0,2486325	0,5292325
1250	14	7	0,6716912	0,3480855	0,6286855
1500	17	8,5	0,8060295	0,4226753	0,7032753
1750	21	10,5	0,9403677	0,5221283	0,8027283
2000	23	11,5	1,074706	0,5718548	0,8524548
2250	28	14	1,2090442	0,6961711	0,9767711
2500	34	17	1,3433825	0,8453506	1,1259506
2750	39	19,5	1,4777207	0,9696668	1,2502668
3000	41	20,5	1,6120589	1,0193933	1,2999933
3250	55	27,5	1,7463972	1,3674789	1,6480789
3500	63	31,5	1,8807354	1,5663849	1,8469849
3750	64	32	2,0150737	1,5912481	1,8718481
4000	67	33,5	2,1494119	1,6658379	1,9464379
4250	72	36	2,2837502	1,7901542	2,0707542
4500	78	39	2,4180884	1,9393337	2,2199337
4750	83	41,5	2,5524267	2,0636499	2,3442499
5000	89	44,5	2,6867649	2,2128294	2,4934294



Silinder 70FA-SS-C / 7 Hari

$$E_c = 12189,8927 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,25805	0
250	1	0,5	0,1370205	0,0248756	0,2829256
500	1	0,5	0,2740409	0,0248756	0,2829256
750	2	1	0,4110614	0,0497512	0,3078012
1000	8	4	0,5480819	0,199005	0,457055
1250	11	5,5	0,6851024	0,2736318	0,5316818
1500	12	6	0,8221228	0,2985075	0,5565575
1750	21	10,5	0,9591433	0,5223881	0,7804381
2000	23	11,5	1,0961638	0,5721393	0,8301893
2250	29	14,5	1,2331843	0,721393	0,979443
2500	33	16,5	1,3702047	0,8208955	1,0789455
2750	35	17,5	1,5072252	0,8706468	1,1286968
3000	40	20	1,6442457	0,9950249	1,2530749
3250	44	22	1,7812662	1,0945274	1,3525774
3500	48	24	1,9182866	1,1940299	1,4520799
3750	55	27,5	2,0553071	1,3681592	1,6262092
4000	60	30	2,1923276	1,4925373	1,7505873
4250	65	32,5	2,3293481	1,6169154	1,8749654
4500	70	35	2,4663685	1,7412935	1,9993435
4750	75	37,5	2,603389	1,8656716	2,1237216
5000	80	40	2,7404095	1,9900498	2,2480998



Silinder 70FA-SS-A / 14 Hari

$E_c = 13130,49055 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,14734	0
500	6	3	0,2736783	0,148662	0,296002
1000	11	5,5	0,5473567	0,2725471	0,4198871
1500	19	9,5	0,821035	0,4707631	0,6181031
2000	26	13	1,0947134	0,6442022	0,7915422
2500	33	16,5	1,3683917	0,8176412	0,9649812
3000	40	20	1,64207	0,9910803	1,1384203
3500	49	24,5	1,9157484	1,2140733	1,3614133
4000	56	28	2,1894267	1,3875124	1,5348524
4500	65	32,5	2,4631051	1,6105055	1,7578455
5000	74	37	2,7367834	1,8334985	1,9808385
5500	84	42	3,0104617	2,0812686	2,2286086
6000	95	47,5	3,2841401	2,3538157	2,5011557



Silinder 70FA-SS-C / 14 Hari

$E_c = 14221,59829 \text{ MPa}$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,0841	0
500	7	3,5	0,2747683	0,1737835	0,2578835
1000	14	7	0,5495367	0,347567	0,431667
1500	21	10,5	0,824305	0,5213505	0,6054505
2000	28	14	1,0990733	0,6951341	0,7792341
2500	35	17,5	1,3738416	0,8689176	0,9530176
3000	40	20	1,64861	0,9930487	1,0771487
3500	42	21	1,9233783	1,0427011	1,1268011
4000	56	28	2,1981466	1,3902681	1,4743681
4500	65	32,5	2,472915	1,6137041	1,6978041
5000	73	36,5	2,7476833	1,8123138	1,8964138
5500	84	42	3,0224516	2,0854022	2,1695022
6000	90	45	3,2972199	2,2343595	2,3184595



Silinder 70FA-SS-A / 28 Hari

$$E_c = 14664,3152 \text{ MPa}$$

Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,0642	0
500	6	3	0,277707	0,1492537	0,2134537
1000	12	6	0,555414	0,2985075	0,3627075
1500	20	10	0,833121	0,4975124	0,5617124
2000	26	13	1,110828	0,6467662	0,7109662
2500	35	17,5	1,388535	0,8706468	0,9348468
3000	42	21	1,666242	1,0447761	1,1089761
3500	51	25,5	1,943949	1,2686567	1,3328567
4000	60	30	2,2216561	1,4925373	1,5567373
4500	65	32,5	2,4993631	1,6169154	1,6811154
5000	70	35	2,7770701	1,7412935	1,8054935
5500	79	39,5	3,0547771	1,9651741	2,0293741
6000	86	43	3,3324841	2,1393035	2,2035035
6500	95	47,5	3,6101911	2,3631841	2,4273841
7000	104	52	3,8878981	2,5870647	2,6512647



Silinder 70FA-SS-C / 28 Hari

$E_c = 18634,94198 \text{ MPa}$

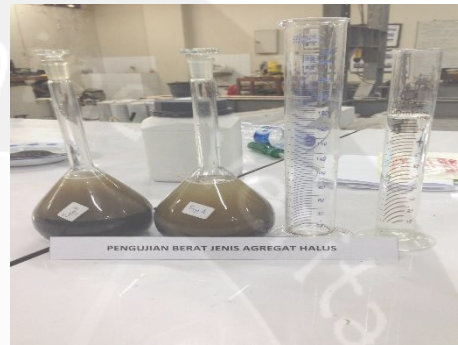
Beban (kgf)	ΔP (mm)	0,5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10 ⁻⁴)	Regangan Koreksi (ϵ) (10 ⁻⁴)
0	0	0	0	-0,0149	0
500	5	2,5	0,2729553	0,1241311	0,1390311
1000	11	5,5	0,5459106	0,2730884	0,2879884
1500	17	8,5	0,8188658	0,4220457	0,4369457
2000	23	11,5	1,0918211	0,571003	0,585903
2500	29	14,5	1,3647764	0,7199603	0,7348603
3000	35	17,5	1,6377317	0,8689176	0,8838176
3500	40	20	1,910687	0,9930487	1,0079487
4000	44	22	2,1836422	1,0923535	1,1072535
4500	50	25	2,4565975	1,2413108	1,2562108
5000	56	28	2,7295528	1,3902681	1,4051681
5500	61	30,5	3,0025081	1,5143992	1,5292992
6000	68	34	3,2754634	1,6881827	1,7030827
6500	75	37,5	3,5484186	1,8619662	1,8768662
7000	82	41	3,8213739	2,0357498	2,0506498



F. DOKUMENTASI PENELITIAN



1. Pengujian Kadar Air Agregat Halus



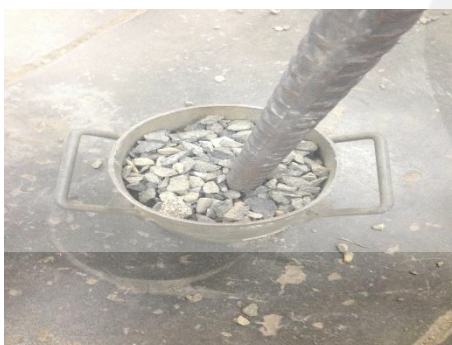
2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus



3. Pengujian Analisa Saringan Agregat



4. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus



5. Pengujian Berat Satuan Agregat Kasar



6. Pengujian Kandungan Zat Organik Agregat Kasar



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



13. Proses Pemasangan Adukan dalam Bekisting Balok



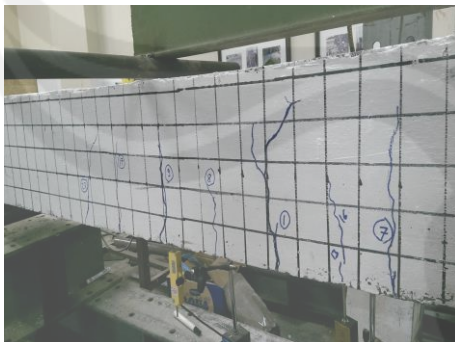
14. Pengujian Modulus Elastisitas Silinder Beton



15. Pengujian Kuat Tekan Beton



16. Setting Benda Uji pada Loading Frame



17. Retak Benda Uji



G. GAMBAR ALAT & BAHAN



1. Oven



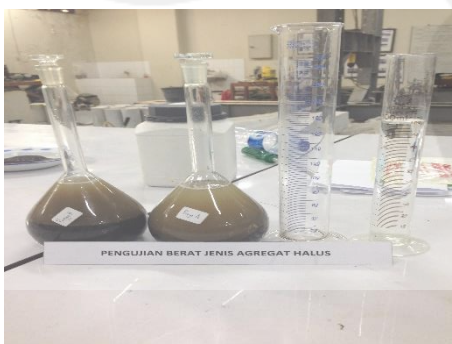
2. *Compressometer*



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. Hydraulic Jack



10. Rakitan Tulangan



11. Malam (Plasticin)



12. Loading Frame



13. Load Cell



14. Meteran



15. Kaliper



16. Vibrator



17. Alat Capping



18. Gelas Ukur 250 cc



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
164



19. Kapur



20. Kerikil



21. Belerang