

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Kuat tekan rerata untuk beton dengan substitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen sebesar 12,64 MPa. Kuat tekan rerata untuk beton normalnya sebesar 24,23 MPa. Terdapat selisih sebesar 47,83% antara keduanya.
2. Modulus elastisitas rerata untuk beton dengan substitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen sebesar 10637,665 MPa. Modulus elastisitas rerata untuk beton normalnya sebesar 18176,115 MPa. Terdapat selisih sebesar 41,47% antara keduanya.
3. Beban retak pertama rerata balok beton dengan substitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen sebesar 6,06 KN. Beban retak pertama untuk balok beton normal sebesar 58,37 KN. Terdapat selisih 89,62% antara keduanya. Beban patah rerata untuk balok beton dengan substitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen sebesar 19,23 KN. Beban patah rerata untuk balok beton normal sebesar 94,54 KN. Terdapat selisih 79,66% antara keduanya.
4. Defleksi rerata saat beban retak pertama balok beton dengan substitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen sebesar 1,055 mm. Defleksi

rerata saat beban retak pertama balok beton normalnya sebesar 3,17 mm. Terdapat selisih 66,72% antara keduanya. Defleksi rerata saat patah balok beton dengan sustitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen sebesar 4,295 mm. Defleksi rerata saat patah balok beton normalnya sebesar 4,96 mm. Terdapat selisih 13,41% antara keduanya.

5. Secara keseluruhan beton dengan substitusi lumpur sidoarjo sebagai pengganti semen memiliki mutu beton yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normalnya. Baik dari kuat tekan, modulus, defleksi, maupun kuat gesernya beton dengan substitusi lumpur sidoarjo memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan beton normalnya.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis mengenai hasil penelitian ini antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mutu beton setelah umur 28 hari.
2. Perlu diperhatikan metode pembakaran lumpur sidoarjo dan pengolahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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 C.78-02, 2002, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*, Annual Book of ASTM Standards, USA.
- D. Hardjito, et al, 2013. *Potential of LUSI Volcanic Mud as Construction Materials*. Asian Bulletin of Engineering Science and Technology Vol.1 Issue, pp;1-6
- Dipohusodo, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G., 1985, *Reinforced Concrete: A Fundamental Approach*, Prentice Hall, New Jersey.
- Mc Cormac, C. J., 2001, *Desain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Mustopa, R. S., dan Risanti, D. D., 2013. *Karakterisasi Sifat Fisis Lumpur Panas Sidoarjo Dengan Aktivasi Kimia Dan Fisika*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol 2, No. 2, Jurusan Teknik Fisika, FTI, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Pertiwi, D., dan Maria CA, T., 2012. *Alternatif Penggunaan Lumpur Lapindo Sebagai Pengganti Sebagian Semen Untuk Bahan Bangunan*. Jurnal Teknik Sipil, FTSP, ITATS, Surabaya.
- P.T. Sika Indonesia, 2013, *Viscocrete-1003*, Product Data Sheet
- Rarta, T. A., 2016. *Korelasi Kadar Superplasticizer Terhadap Sifat Mekanis Beton High Volume Fly Ash (HVFA) Sebagai Substitusi Semen*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rayputera, R. R., 2017. *Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang High Volume Fly Ash*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Siahaan, Hanavi., 2014. *Pengaruh Penggunaan Baja Profil Siku Terhadap Kuat Lentur Balok*, Skripsi S1 Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- SNI 03-1972-1990, *Metode Pengujian Slump Beton*, Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton*

Normal. Badan Standardisasi Nasional.

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

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

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

Suprianto, Y., 2012. *Tinjauan Kuat Tekan Beton Dengan Pemanfaatan Lumpur Kering Tungku Ex. Lapindo Sebagai Pengganti Semen*. Naskah Publikasi, S-1 Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

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

Tribunnews, 2014. *Profesor Petra Ubah Lumpur Lapindo Jadi Beton Kualitas Tinggi*.

<http://www.tribunnews.com/regional/2014/04/22/profesor-petra-ubah-lumpur-lapindo-jadi-beton-kualitas-tinggi>. Diakses 22 April 2014 20:46

Trinugroho dkk, 2012, Pemakaian Variasi Bahan Tambah Gula Murni dan Abu Arang Briket pada Campuran Beton Mutu Tinggi, *Dinamika TEKNIK SIPIL* vol. 12 No. 2, Mei 2012, hal : 189-193.

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



A.1 PENGUJIAN

KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

I. Waktu Pemeriksaan : 10 Oktober 2017

II. Bahan

- a. Pasir kering tungku, asal : Progo, berat : 100 gram
- b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY

III. Alat

- a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Tungku (oven), suhu antar 105 - 110°C

IV. Pasir + piring masuk tungku

V. Hasil

Pasir + piring keluar tungku

- a. Berat piring + pasir = 187,85 gram
- b. Berat piring kosong = 89,34 gram
- c. Berat pasir = 98,51 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 98,51}{100} \times 100\% = 1,49\%$$

Kesimpulan : Kandungan Lumpur 1,49% ≤ 5%, syarat terpenuhi (OK).



A.2 PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

I. Waktu Pemeriksaan : 10 Oktober 2017

II. Bahan

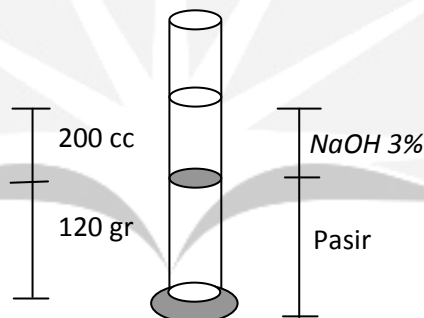
a. Pasir kering tungku, asal : progo, berat 120 gram

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur, ukuran : 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

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

Kesimpulan : Warna *Gardener Standar Color* No.8, syarat terpenuhi(OK).



A.3 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT HALUS

Bahan : Pasir

Asal : Kali Progo

Diperiksa : 20 Oktober 2017

<i>Shoveled (Sebelum ditumbuk)</i>		<i>Rodded (Sesudah ditumbuk)</i>	
Diameter Tabung (cm)	15,388	Diameter Tabung (cm)	15,388
Tinggi Tabung (cm)	15,99	Tinggi Tabung (cm)	15,99
Volume Tabung (cm ³)	2973,738	Volume Tabung (cm ³)	2973,738
Berat Tabung (gr)	3520	Berat Tabung (gr)	3520
Berat Tabung + Pasir (gr)	8220	Berat Tabung + Pasir (gr)	8860
Berat Pasir (gr)	4700	Berat Pasir (gr)	5340
Berat Satuan (gr/cm ³)	1,580502	Berat Satuan (gr/cm ³)	1,79572
Rata-rata Berat Satuan Volume = 1,688111 (gr/cm ³)			



A.4 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT KASAR

Bahan : *Split*

Asal : Clereng

Diperiksa : 20 Oktober 2017

Shoveled (Sebelum ditumbuk)		Rodded (Sesudah ditumbuk)	
Diameter Tabung (cm)	15,388	Diameter Tabung (cm)	15,388
Tinggi Tabung (cm)	15,99	Tinggi Tabung (cm)	15,99
Volume Tabung (cm ³)	2973,738	Volume Tabung (cm ³)	2973,738
Berat Tabung (gr)	3520	Berat Tabung (gr)	3520
Berat Tabung + <i>Split</i> (gr)	7240	Berat Tabung + <i>Split</i> (gr)	7940
Berat Split (gr)	3720	Berat Split (gr)	4420
Berat Satuan (gr/cm ³)	1,251	Berat Satuan (gr/cm ³)	1,486
Rata-rata Berat Satuan Volume (ukuran 10 mm) = 1,368 (gr/cm ³)			



A.5 PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN LOS ANGELES ABRATION

Bahan : Split

Asal : Clereng

Diperiksa : 24 Oktober 2017

GRADASI SARINGAN		NOMOR CONTOH	
		I	II
LOLOS	TERTAHAN	BERAT MASING-MASING AGREGAT	BERAT MASING-MASING AGREGAT
3/8"	1/4"	2500	-
1/4"	No.4	2500	-

NOMOR CONTOH	I
BERAT SEBELUMNYA (A)	5000 gram
BERAT SESUDAH DIYAK SARINGAN NO.12 (B)	3929 gram
BERAT SESUDAH (A)-(B)	1071 gram
$\text{KEAUSAN} = \frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$	21.42 %

UKURAN SARINGAN		BERAT AGREGAT			
LOLOS	TERTAHAN	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250	2500		
1/2"	3/8"	1250	2500		
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	No. 4			2500	
No. 4	No. 8				5000
TOTAL		5000	5000	5000	5000
JUMLAH BOLA BAJA		12	11	8	6

Keausan Agregat = 21.42% ≤ 40%, Memenuhi syarat (OK).



A.6 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Bahan : Split
Asal : Clereng
Diperiksa : 23 Oktober 2017

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	972 gr
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1000
C	Berat Contoh Dalam Air	618
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2.54 gr/cm ³
E	BJ. Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2.62 gr/cm ³
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2.75 gr/cm ³
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	2.88%



A.7 PENGUJIAN
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 23 Oktober 2017

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	500,35 gr
B	Jumlah Air (V-W)	188
C	Berat Contoh Kering	490,01 gr
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{(C)}{(B)}$	2.606 gr/cm ³
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(A)}{(B)}$	2,661 gr/cm ³
F	Berat Jenis Semu (Apparent) = $\frac{(C)}{(B)-(A-C)}$	2.758 gr/cm ³
G	Penyerapan (Absorption) = $\frac{(A-C)}{(C)} \times 100\%$	2.11 %

Yogyakarta, Oktober 2017

Pemeriksa

Mengetahui

Ignasius Komala
Jermeycko Aqfara Daru
Melita Kurnia Sarira
Adityo Widya Kristanto

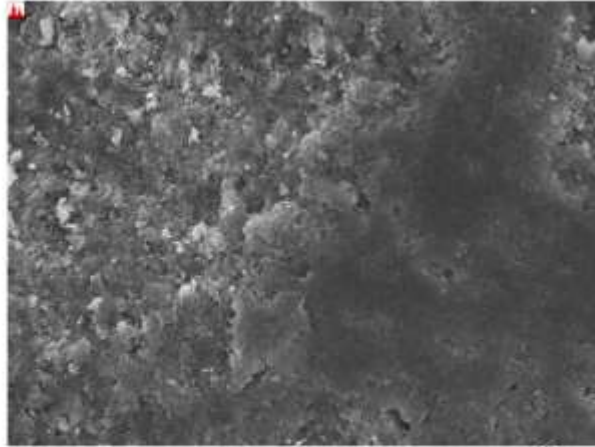
Dinar Gumilang Jati, S.T.,M.Eng.
(Kepala Lab. SBB UAJY)



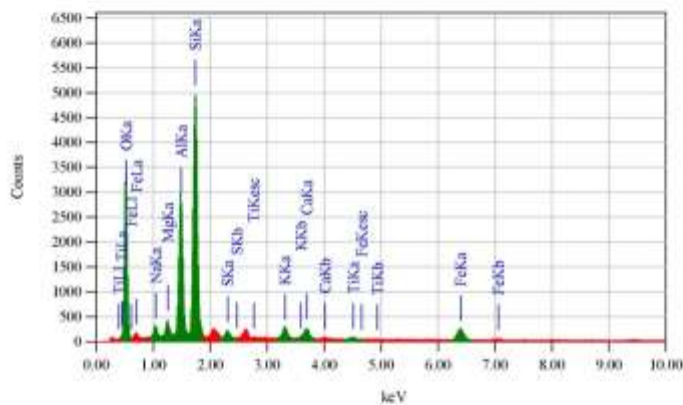
A.8 PENGUJIAN SEM-EDX LUMPUR SIDOARJO

JEOL

JEOL 1/1



Title	1 IMG1
Instrument	6510(LA)
Volt	20.00 kV
Mag.	x 1,000
Date	2017/11/17
Pixel	1024 x 768



Acquisition Parameter
Instrument : 6510(LA)
Acc. Voltage : 20.0 kV
Probe Current : 1.00000 nA
PIA mode : TS
Real Time : 31.41 sec
Live Time : 30.00 sec
Dead Time : 2 %
Counting Rate : 3047 cps
Energy Range : 0 - 20 keV

SAF Method Standardless Quantitative Analysis
Fitting Coefficient : 0.9568

Element	(keV)	Mass%	Sigma	Atom%	Compound	Mass%	Cation	H
O K	0.525	54.19	0.34	68.58				64.7447
Na K	1.041	2.35	0.05	1.36				1.0460
Mg K	1.253	2.47	0.05	2.23				0.8835
Al K	1.486	11.78	0.10	9.80				8.4306
Si K	1.739	22.55	0.23	18.26				16.7563
S K	2.307	0.87	0.03	0.61				0.8574
K K	2.912	1.06	0.03	0.55				0.9880
Ca K	3.690	1.48	0.04	0.75				1.6158
Ti K	4.508	0.39	0.03	0.17				0.3661
Fe K	6.398	4.34	0.10	2.65				4.3116
Total		100.00		100.00				



A.9 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR SIDOARJO



HASIL ANALISIS

NOMOR KODE LAB : LS.23.11.17/189
NAMA PEMOHON : IGNASIUS KOMALA
ALAMAT PEMOHON : Universitas Atmajaya Yogyakarta
JENIS ANALISIS : KL, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, MgO, CaO, K₂O
JUMLAH SAMPEL : 3
TANGGAL MASUK : 23 Nopember 2017
TANGGAL PENGUJIAN : 25 Nopember - 11 Desember 2017

NO	KODE	KL	CaO	MgO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O
		0.5 mm	Ekstrak HNO ₃ + HClO ₄						
		%	%						
1	Tanah ul 1	4.652	0.0230	0.0108	0.0097	0.1790	0.0166	0.0248	0.0046
2	Tanah ul 2	4.710	0.0230	0.0108	0.0097	0.1790	0.0166	0.0248	0.0046
3	Tanah ul 3	4.751	0.0230	0.0108	0.0097	0.1790	0.0166	0.0248	0.0046

Ka UPT Lab&Komputer

Ir. Pauliz Budi H, MP



Yogyakarta, 13 Desember 2017

Kabag UPT Lab

Roostriyanti



A.10 PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN P12

I. Waktu Pemeriksaan : 18 Desember 2017

II. Bahan

a. Baja Tulangan P12

III. Alat

a. UTM Shimadzu

b. Extensometer

c. Kaliper

d. Divider

Luasan (A) = $113,14 \text{ mm}^2$

P_0 = 165,4 mm

Koreksi = -9,92

BEBAN		Pembacaan Extensometer (10^{-2})	f (MPa)	ϵ (10^{-4})	ϵ Koreksi (10^{-4})
Kgf	Newton				
0,00	0,00	0,00	0,00	-9,92	0,00
250,00	2451,68	1,00	21,67	0,60	10,53
500,00	4903,36	2,00	43,34	1,21	11,13
750,00	7355,03	4,00	65,01	2,42	12,34
1000,00	9806,71	5,00	86,68	3,02	12,95
1250,00	12258,39	7,00	108,34	4,23	14,16
1500,00	14710,07	9,00	130,01	5,44	15,36
1750,00	17161,74	10,00	151,68	6,05	15,97
2000,00	19613,42	13,00	173,35	7,86	17,78
2250,00	22065,10	15,00	195,02	9,07	18,99
2500,00	24516,78	17,00	216,69	10,28	20,20
2750,00	26968,45	20,00	238,36	12,09	22,01
3000,00	29420,13	22,00	260,03	13,30	23,22
3250,00	31871,81	26,00	281,70	15,72	25,64
3400,00	33342,81	27,00	294,70	16,32	26,25
3250,00	31871,81	35,00	281,70	21,16	31,08
3500,00	34323,49	40,00	303,36	24,18	34,11
3275,00	32116,98	90,00	283,86	54,41	64,34



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

3750,00	36775,16	200,00	325,03	120,92	130,84
3525,00	34568,65	235,00	305,53	142,08	152,00
4000,00	39226,84	1460,00	346,70	882,71	892,63
4600,00	45110,87	1960,00	398,71	1185,01	1194,93
4875,00	47807,71	2460,00	422,54	1487,30	1497,23
5075,00	49769,05	3144,00	439,88	1900,85	1910,77
4900,00	48052,88	3371,00	424,71	2038,09	2048,01

Keterangan :  = Luluh
 = Maksimum
 = Patah

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



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

Kuat Leleh (f_y) = 294,7 MPa

Kuat Tarik Maksimum (f_u) = 439,88 MPa

Modulus Elastisitas Baja = 109867,39 MPa



Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Kuat Leleh (} f_y \text{)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{33342,81}{165,4} \text{ MPa} \\ &= 294,7 \text{ MPa} \\ \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{281,70}{25,64 \times 10^{-4}} \text{ MPa} \\ &= 109867,39 \text{ Mpa}\end{aligned}$$



A.11 PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN P6

I. Waktu Pemeriksaan : 18 Desember 2017

II. Bahan

b. Baja Tulangan P6

III. Alat

e. UTM Shimadzu

f. Extensometer

g. Kaliper

h. Divider

Luasan (A) = 28,29 mm²

P₀ = 163,7 mm

Koreksi = -5,45

BEBAN		Pembacaan Extensometer (10 ⁻²)	f (MPa)	ε (10 ⁻⁴)	ε Koreksi (10 ⁻⁴)
Kgf	Newton				
0,00	0,00	0,00	0,00	-5,45	0,00
50,00	490,34	1,00	17,34	0,61	6,06
100,00	980,67	2,00	34,67	1,22	6,67
150,00	1471,01	3,00	52,01	1,83	7,28
200,00	1961,34	3,50	69,34	2,14	7,59
250,00	2451,68	5,00	86,68	3,05	8,50
300,00	2942,01	6,00	104,01	3,67	9,11
350,00	3432,35	8,00	121,35	4,89	10,33
400,00	3922,68	10,00	138,68	6,11	11,56
450,00	4413,02	11,00	156,02	6,72	12,17
500,00	4903,36	12,00	173,35	7,33	12,78
550,00	5393,69	14,00	190,69	8,55	14,00
600,00	5884,03	16,00	208,02	9,77	15,22
650,00	6374,36	18,00	225,36	11,00	16,44
700,00	6864,70	23,00	242,69	14,05	19,50
690,00	6766,63	35,00	239,22	21,38	26,83



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

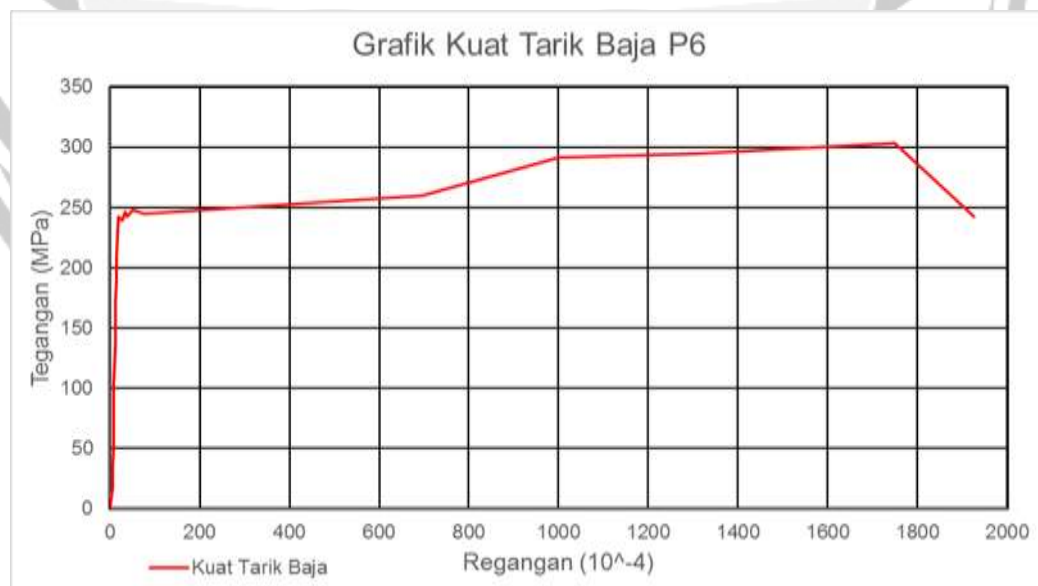
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotas Pos 1086

Fax. +62-274-487748

710,00	6962,76	47,00	246,16	28,71	34,16
700,00	6864,70	54,00	242,69	32,99	38,43
715,00	7011,80	75,00	247,89	45,82	51,26
705,00	6913,73	115,00	244,42	70,25	75,70
750,00	7355,03	1130,00	260,03	690,29	695,73
840,00	8237,64	1630,00	291,23	995,72	1001,17
850,00	8335,70	2130,00	294,70	1301,16	1306,61
875,00	8580,87	2854,00	303,36	1743,43	1748,88
700,00	6864,70	3144,00	242,69	1920,59	1926,03

Keterangan : ■ = Luluh
■ = Maksimum
■ = Patah

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



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

Kuat Leleh (f_y) = 242,69 MPa

Kuat Tarik Maksimum (f_u) = 303,36 MPa



Modulus Elastisitas Baja = 137054,5 MPa

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Kuat Leleh (} f_y \text{)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{6864,7}{28,29} \text{ MPa} \\ &= 242,69 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{225,36}{16,44 \times 10^{-4}} \text{ MPa} \\ &= 137054,5 \text{ MPa}\end{aligned}$$



B. MIX DESIGN

B. 1 RENCANA ADUKAN BETON (MIX DESIGN)

(SNI 03-2834-2000)

I. Data Bahan

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

II. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang direncanakan (f'_c) pada umur 28 hari.
 $f'_c = 25$ MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran (Cukup $S_d = 5,6$).
3. Berdasarkan SNI, nilai *margin* ditentukan sebesar 9,184 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan berdasarkan SNI.

$$f'_c = 25 \text{ MPa} + M = 25 + 9,184 = 34,184 \text{ MPa.}$$

5. Menentukan jenis semen

Jenis semen kelas I (PC)

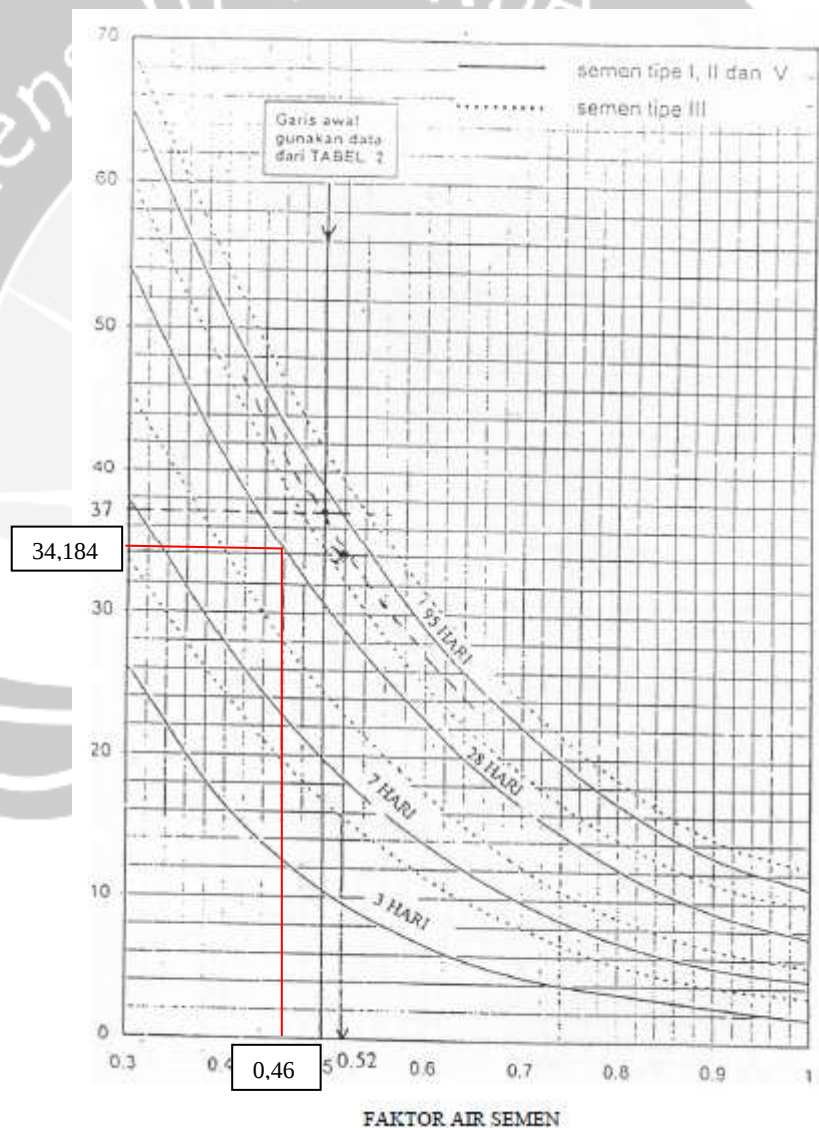
6. Menetapkan jenis agregat

- a. Agregat halus : pasir alam
- b. Agregat kasar : batu pecah

7. Menentukan faktor air-semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.



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



Hubungan Kuat Tekan Silinder dengan Fas

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



8. Menetapkan faktor air semen

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

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

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

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



9. Menetapkan nilai *Slump*

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

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

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

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

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

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

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

- Ukuran butir maksimum 10 mm.
- Nilai *Slump* 75-150 mm.



- c. Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka

$$W_h = 225$$

- d. Agregat kasar berupa batu pecah, maka

$$W_k = 250$$

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

Dengan :

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3}(225) + \frac{1}{3}(250) = 233,25 \text{ lt/m}^3$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \text{Semen per } m^3 \text{ beton} &= \frac{\text{air}}{fas} = \frac{233,25}{0,46} = 507,065 \\ &= 507,065 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 507,065 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas .

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

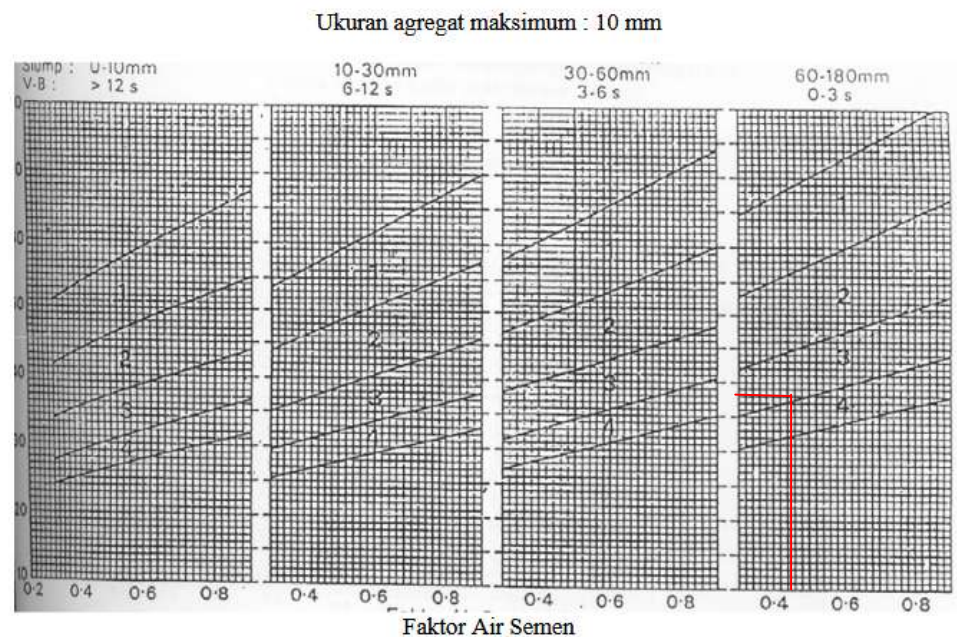
$$fas \text{ mak} > fas \text{ rencana}$$

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



14. Perbandingan agregat halus dan kasar.

**Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan
Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm.**



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

- Ukuran maksimum 10 mm.
- Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- fas* 0,46.
- Jenis gradasi pasir no. 3.

Diambil proporsi pasir = 37%.

15. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \frac{P}{100} \text{ BJ Agregat Halus} + \frac{K}{100} \text{ BJ Agregat Kasar} \\ &= \frac{37}{100} \times 2,661 + \frac{63}{100} \times 2,62 \\ &= 2,64 \end{aligned}$$



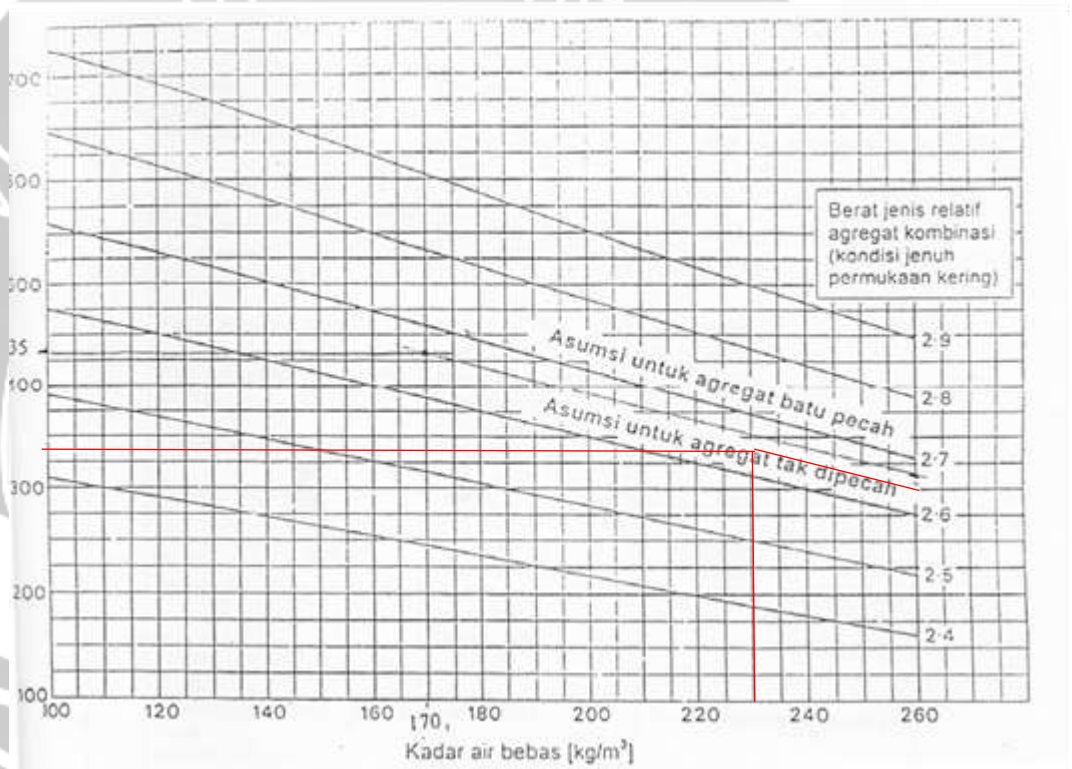
Dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton

Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Didapatkan



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

Bj campuran (langkah 15) $\rightarrow 2,64 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ dibuat garis bantu diantara 2,5 dan 2,6.

Keperluan air yaitu $233,25 \text{ kg/m}^3$ (langkah 11) $\rightarrow$ ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2310 kg/m^3 .



17. Berat agregat campuran

= berat tiap m^3 – keperluan air dan semen

= $2310 - (233,25 + 507,065)$

= $1569,68 \text{ kg/m}^3$

18. Menghitung berat agregat halus

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

$$= \frac{37}{100} \times 1569,68 \text{ kg/m}^3 = 580,78 \text{ kg/m}^3$$

19. Menghitung berat agregat kasar

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

$$= \frac{63}{100} \times 1569,68 \text{ kg/m}^3 = 988,9 \text{ kg/m}^3$$

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

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

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Kebutuhan komposisi berat campuran per 1 m^3

a. Air = 233,25 liter

b. Semen = 507,065 kg

c. Agregat halus = 580,78 kg

d. Agregat kasar = 988,9 kg



No.	Jenis Bahan	Berat (kg)	Berat (kg)
		Per 1 m ³	SF 1,25
1.	Air	233,25	291,56
2.	Semen	507,065	633,83
3.	Agregat Halus	580,78	725,975
4.	Agregat Kasar	988,9	1236,125

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

➤ Kebutuhan Material Untuk 1 Variasi

No.	Jenis Bahan	3 Silinder	2 Balok Kecil	2 Balok Besar
1	Air	3,732	4,665	23,33
2	Semen	4,055	5,07	25,355
3	Agregat Halus	9,29	11,62	58,08
4	Agregat Kasar	15,82	19,778	98,8
5	Lumpur Sidoarjo 50%	4,055	5,07	25,355
6	SP 0,4%	0,032	0,041	0,093

➤ Total Kebutuhan Material Untuk Keseluruhan

Bahan	Berat	Satuan
Air	63,454	liter
Semen	103,44	kg
Pasir	157,98	kg
Kerikil	268,8	kg
Lumpur Sidoarjo	34,48	kg
SP 0,4%	0,166	liter



C. PERENCANAAN

C. 1 PERENCANAAN PENULANGAN BALOK BETON BERTULANG

(SNI 03-2847-2002)

Perencanaan Balok Beton Bertulang dengan Sengkang Baja Tulangan

6mm

1. Diketahui:

a. Dimensi Balok:

- | | | |
|------|---------------|----------|
| i. | Tinggi Balok | = 240mm |
| ii. | Lebar Balok | = 120mm |
| iii. | Panjang Balok | = 1700mm |
| iv. | Selimut Beton | = 20mm |
| v. | f_c' | = 25MPa |

b. Dimensi tulangan longitudinal:

- | | | |
|------|----------|---------|
| i. | Diameter | = 12mm |
| ii. | Atas | = 2buah |
| iii. | Bawah | = 3buah |

c. Dimensi Tulangan Geser:

- | | | |
|----|----------|-------|
| i. | Diameter | = 6mm |
|----|----------|-------|

2. Analisis Balok Beton Bertulang

$$\Sigma F_H = 0$$

$$C_c + C_s = T$$

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



$$\text{dimana: } f_s' = E_s \times \varepsilon_{cu} \times \frac{c-d'}{c}$$

$$= E_s \times \varepsilon_{cu} \times \frac{a-\beta_1 \times d'}{a}$$

$$= 200000 \times 0,003 \times \frac{a-0,85 \times 34}{a}$$

$$a \times 120 \times 0,85 \times 25 + 339,4286 \times 600 \times \frac{a-0,85 \times 32}{a}$$
$$= 339,4286 \times 240$$

$$\text{Didapat: } a = 28,4465$$

$$C_c = a \times 120 \times 0,85 \times 25$$

$$= 28,4465 \times 100 \times 0,85 \times 25$$

$$= 72538,575\text{N}$$

$$C_s = 600 \times 339,4286 \times \frac{a-0,85 \times 32}{a}$$

$$= 600 \times 339,4286 \times \frac{28,4465-0,85 \times 32}{28,4465}$$

$$= 8924,0725\text{N}$$

$$z_1 = d - \frac{a}{2}$$

$$= 208 - \frac{28,4465}{2}$$

$$= 193,7768\text{mm}$$

$$z_2 = d - d'$$

$$= 208 - 32$$

$$= 176\text{mm}$$

$$M_n = C_c \times z_1 + C_s \times z_2$$

$$= 72538,575 \times 193,7768 + 8924,0725 \times 176$$

$$= 15,6269\text{kNm}$$

$$M_u = \phi \times M_n$$



$$= 0,8 \times 15,6269$$

$$= 12,5015 \text{ kNm}$$

$$M_u = 1/6 \times P \times l$$

$$P = \frac{6 \times M_u}{l}$$

$$= 44,1231 \text{ kN}$$

$$V_u = 1/2 \times P$$

$$= 22,0615 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 120 \times 208$$

$$= 20,8 \text{ kN}$$

$$V_u > V_c$$



D. HASIL PENGUJIAN

D.1 JADWAL PENGUJIAN BETON

Variasi	Kode Beton	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur Beton
BETON NORMAL	Silinder BN-1	11 November 2017	10 Desember 2017	28 Hari
	Silinder BN-2	11 November 2017	10 Desember 2017	28 hari
	Silinder BN-3	11 November 2017	10 Desember 2017	28 hari
	Rupture BN-1	11 November 2017	10 Desember 2017	28 Hari
	Rupture BN-2	11 November 2017	10 Desember 2017	28 Hari
	Balok BN-1	11 November 2017	10 Desember 2017	28 Hari
	Balok BN-2	11 November 2017	10 Desember 2017	28 Hari

Variasi	Kode Beton	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur Beton
BETON LUSI	Silinder BL-1	18 November 2017	18 November 2017	28 hari
	Silinder BL-2	18 November 2017	18 November 2017	28 hari
	Silinder BL-3	18 November 2017	18 November 2017	28 hari
	Rupture BL-1	18 November 2017	18 November 2017	28 hari
	Rupture BL-2	18 November 2017	18 November 2017	28 hari
	Balok BL-1	18 November 2017	18 November 2017	28 hari
	Balok BL-2	18 November 2017	18 November 2017	28 hari

D.2 PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON (28 HARI)

Kode	No	Berat	Dimensi		Luas	Volume	Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(Kg)	D (cm)	T (cm)						
BN	1	13	15	30,2	176,7146	5336,7805	2428,4304	450	25,4648	24,22844
	2	13,2	15	30	176,7146	5301,4376	2489,8907	420	23,7671	
	3	13	15,1	30	179,0786	5372,3591	2419,7936	420	23,4534	

Kode	No	Berat	Dimensi		Luas	Volume	Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
		(Kg)	D (cm)	T (cm)						
BL	1	12,6	15	30	176,7146	5301,4376	2369,1687	200	11,3177	12,63808
	2	12,4	15	30	176,7146	5301,4376	2335,2156	250	14,1471	
	3	12,5	15	30	176,7146	5301,4376	2354,0784	220	12,4495	



Contoh Perhitungan:

Kode Beton : BN-1

Diameter : 150 mm

A (Luasan) : $\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi \cdot 150^2 = 17671,46 \text{ mm}^2$

Beban Maks : 450 kN

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

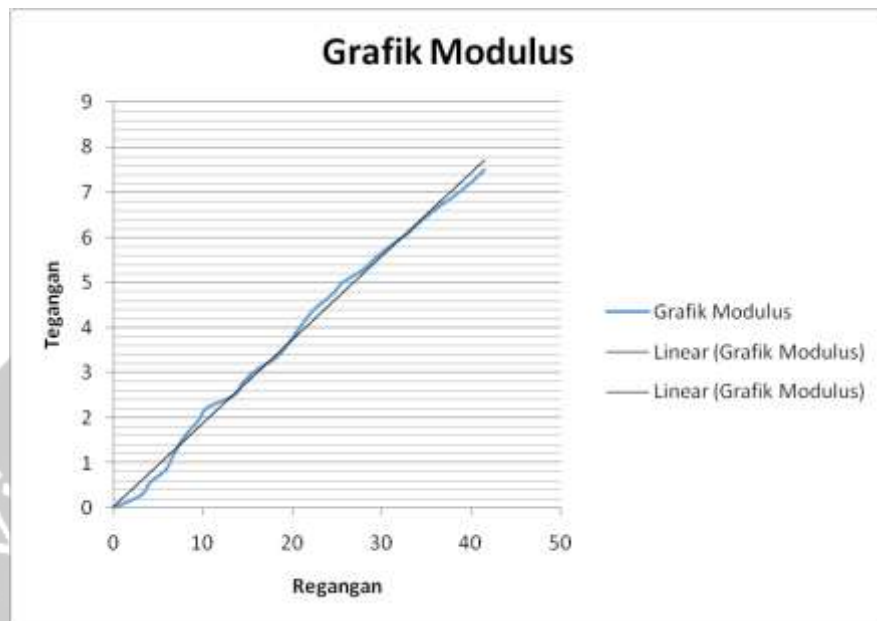
: $\frac{450.1000}{17671,46} = 25,4648 \text{ MPa}$

D.3 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS SILINDER BETON

(28 HARI)

Kode Beton = BN-1

Kode	Luas	Po	Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
	mm2	cm	Kgf	N	1x10^-3	(1x10^-3)/2	MPa	x10^-5	x10^-5
BN - 1	17671,45868	202	0	0	0	0	0	-1,086	0
			500	4905	8	4	0,28	1,98	3,07
			1000	9810	12	6	0,56	2,97	4,06
			1500	14715	19	9,5	0,83	4,70	5,79
			2000	19620	22	11	1,11	5,45	6,53
			2500	24525	25	12,5	1,39	6,19	7,27
			3000	29430	29	14,5	1,67	7,18	8,26
			3500	34335	34	17	1,94	8,42	9,50
			4000	39240	38	19	2,22	9,41	10,49
			4500	44145	50	25	2,50	12,38	13,46
			5000	49050	54	27	2,78	13,37	14,45
			5500	53955	60	30	3,05	14,85	15,94
			6000	58860	69	34,5	3,33	17,08	18,17
			6500	63765	74	37	3,61	18,32	19,40
			7000	68670	78	39	3,89	19,31	20,39
			7500	73575	82	41	4,16	20,30	21,38
			8000	78480	87	43,5	4,44	21,53	22,62
			8500	83385	94	47	4,72	23,27	24,35
			9000	88290	99	49,5	5,00	24,50	25,59
			9500	93195	108	54	5,27	26,73	27,82
			10000	98100	114	57	5,55	28,22	29,30
			10500	103005	121	60,5	5,83	29,95	31,04
			11000	107910	129	64,5	6,11	31,93	33,02
			11500	112815	135	67,5	6,38	33,42	34,50
			12000	117720	142	71	6,66	35,15	36,23
			12500	122625	150	75	6,94	37,13	38,21
			13000	127530	157	78,5	7,22	38,86	39,95
			13500	132435	163	81,5	7,49	40,35	41,43
								18087,93	



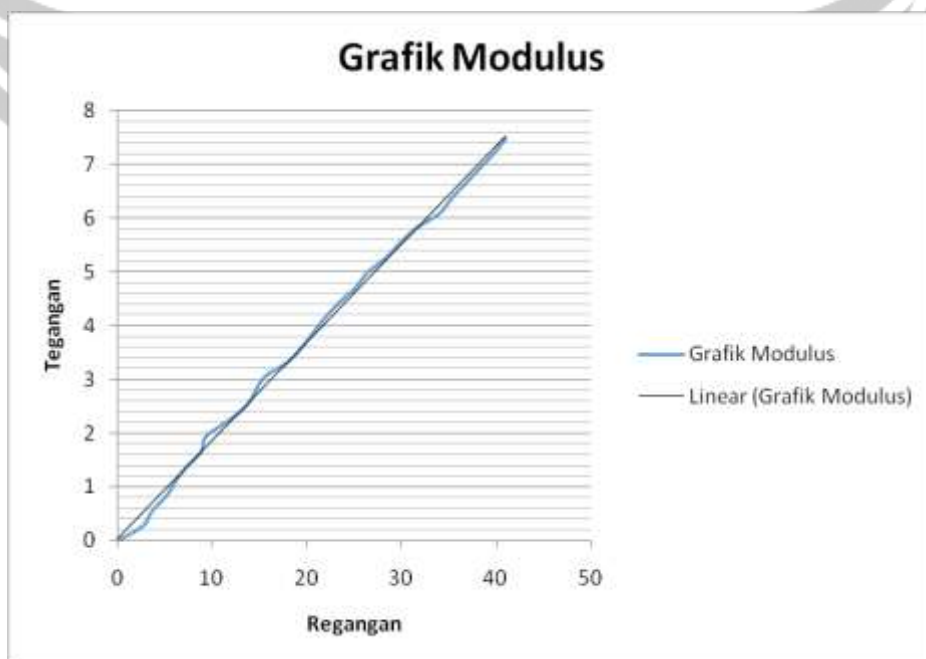
Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,49}{41,43 \times 10^{-5}} \\ &= 18087,93 \text{ MPa}\end{aligned}$$



Kode Beton = BN - 2

Kode	Luas	Po	Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
	mm2	cm	Kgf	N	1x10^-3	(1x10^-3)/2	MPa	x10^-5	x10^-5
BN - 2	17671,45868	202	0	0	0	0	0	-1,676	0
			500	4905	4	2	0,28	0,99	2,67
			1000	9810	8	4	0,56	1,98	3,66
			1500	14715	14	7	0,83	3,47	5,14
			2000	19620	18	9	1,11	4,46	6,13
			2500	24525	23	11,5	1,39	5,69	7,37
			3000	29430	29	14,5	1,67	7,18	8,85
			3500	34335	31	15,5	1,94	7,67	9,35
			4000	39240	40	20	2,22	9,90	11,58
			4500	44145	48	24	2,50	11,88	13,56
			5000	49050	52	26	2,78	12,87	14,55
			5500	53955	56	28	3,05	13,86	15,54
			6000	58860	66	33	3,33	16,34	18,01
			6500	63765	72	36	3,61	17,82	19,50
			7000	68670	77	38,5	3,89	19,06	20,74
			7500	73575	82	41	4,16	20,30	21,97
			8000	78480	88	44	4,44	21,78	23,46
			8500	83385	95	47,5	4,72	23,51	25,19
			9000	88290	100	50	5,00	24,75	26,43
			9500	93195	108	54	5,27	26,73	28,41
			10000	98100	114	57	5,55	28,22	29,89
			10500	103005	121	60,5	5,83	29,95	31,63
			11000	107910	131	65,5	6,11	32,43	34,10
			11500	112815	136	68	6,38	33,66	35,34
			12000	117720	142	71	6,66	35,15	36,82
			12500	122625	148	74	6,94	36,63	38,31
			13000	127530	154	77	7,22	38,12	39,79
			13500	132435	159	79,5	7,49	39,36	41,03
								18264,30	



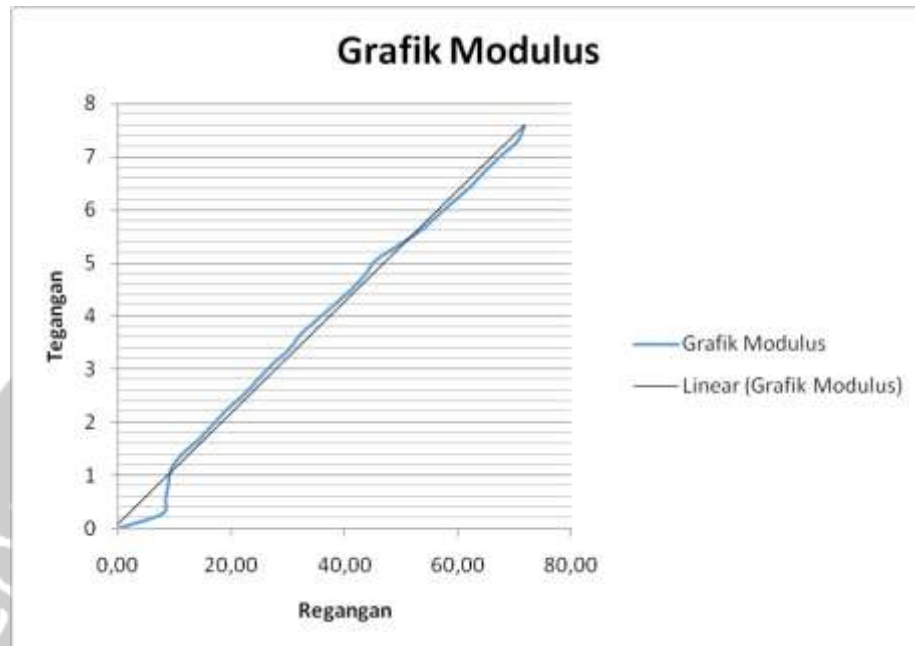


Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,49}{41,03 \times 10^{-5}} \\ &= 18264,30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Kode Beton = BL - 1

Kode	Luas	Po	Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
	mm2	mm	Kgf	N	1x10 ⁻³	(1x10 ⁻³)/2	MPa	x10 ⁻⁵	x10 ⁻⁵
BL-1	17460,03734	202,1	0	0	0	0	0	-7,40	0,00
			500	4905	2	1	0,28	0,49	7,89
			1000	9810	4	2	0,56	0,99	8,39
			1500	14715	6	3	0,84	1,48	8,88
			2000	19620	8	4	1,12	1,98	9,38
			2500	24525	16	8	1,40	3,96	11,36
			3000	29430	28	14	1,69	6,93	14,33
			3500	34335	38	19	1,97	9,40	16,80
			4000	39240	48	24	2,25	11,88	19,28
			4500	44145	60	30	2,53	14,84	22,24
			5000	49050	70	35	2,81	17,32	24,72
			5500	53955	80	40	3,09	19,79	27,19
			6000	58860	92	46	3,37	22,76	30,16
			6500	63765	100	50	3,65	24,74	32,14
			7000	68670	112	56	3,93	27,71	35,11
			7500	73575	124	62	4,21	30,68	38,08
			8000	78480	136	68	4,49	33,65	41,05
			8500	83385	146	73	4,78	36,12	43,52
			9000	88290	154	77	5,06	38,10	45,50
			9500	93195	170	85	5,34	42,06	49,46
			10000	98100	186	93	5,62	46,02	53,42
			10500	103005	198	99	5,90	48,99	56,39
			11000	107910	210	105	6,18	51,95	59,35
			11500	112815	222	111	6,46	54,92	62,32
			12000	117720	232	116	6,74	57,40	64,80
			12500	122625	243	121,5	7,02	60,12	67,52
			13000	127530	255	127,5	7,30	63,09	70,49
			13500	132435	260	130	7,59	64,32	71,72
								10575,22	



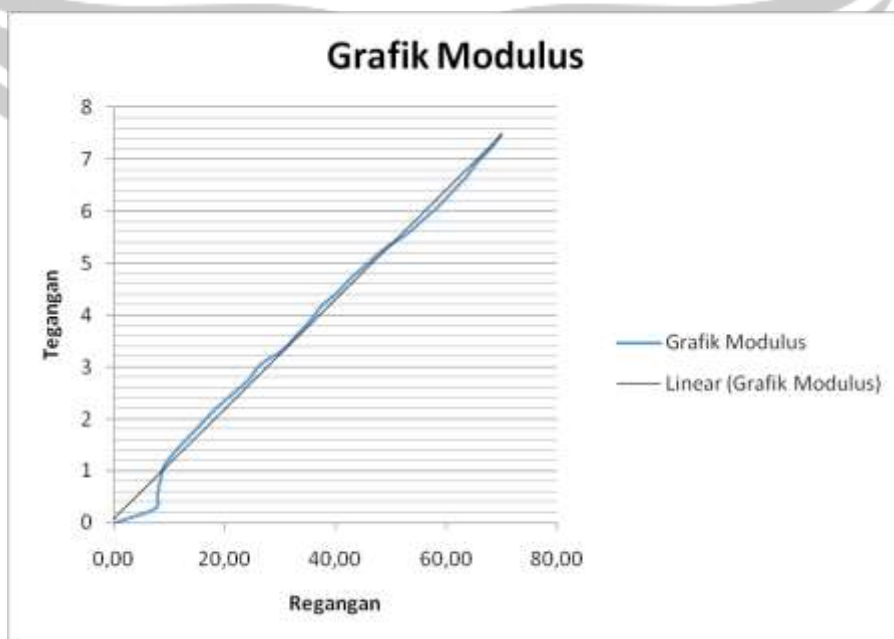
Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,59}{71,72 \times 10^{-5}} \\ &= 10575,22 \text{ MPa}\end{aligned}$$



Kode Beton = BL - 2

Kode	Luas	Po	Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
	mm2	mm	Kgf	N	1x10 ⁻³	(1x10 ⁻³)/2	MPa	x10 ⁻⁵	x10 ⁻⁵
BL-2	17671,45868	202	0	0	0	0	0	-6,67	0,00
			500	4905	3	1,5	0,28	0,74	7,42
			1000	9810	5	2,5	0,56	1,24	7,91
			1500	14715	7	3,5	0,83	1,73	8,41
			2000	19620	10	5	1,11	2,48	9,15
			2500	24525	18	9	1,39	4,46	11,13
			3000	29430	28	14	1,67	6,93	13,60
			3500	34335	38	19	1,94	9,41	16,08
			4000	39240	48	24	2,22	11,88	18,55
			4500	44145	60	30	2,50	14,85	21,52
			5000	49050	72	36	2,78	17,82	24,49
			5500	53955	80	40	3,05	19,80	26,47
			6000	58860	96	48	3,33	23,76	30,44
			6500	63765	106	53	3,61	26,24	32,91
			7000	68670	116	58	3,89	28,71	35,39
			7500	73575	124	62	4,16	30,69	37,37
			8000	78480	136	68	4,44	33,66	40,34
			8500	83385	146	73	4,72	36,14	42,81
			9000	88290	158	79	5,00	39,11	45,78
			9500	93195	170	85	5,27	42,08	48,75
			10000	98100	186	93	5,55	46,04	52,71
			10500	103005	198	99	5,83	49,01	55,68
			11000	107910	210	105	6,11	51,98	58,65
			11500	112815	220	110	6,38	54,46	61,13
			12000	117720	230	115	6,66	56,93	63,60
			12500	122625	238	119	6,94	58,91	65,58
			13000	127530	248	124	7,22	61,39	68,06
			13500	132435	256	128	7,49	63,37	70,04
								10700,11	





Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Modulus Elastisitas (E)} &= \frac{f}{\varepsilon} \\ &= \frac{7,49}{70,64 \times 10^{-5}} \\ &= 10700,11 \text{ MPa}\end{aligned}$$

D.4 PENGUJIAN KUAT LENTUR MURNI BETON (MODULUS OF RUPTURE) (28 HARI)

Pengujian Kuat Lentur Murni (Modulus Of Rupture)				
Keterangan	BN		BL	
	1	2	1	2
Umur Benda Uji (Hari)	28	28	28	28
Beban Maksimum (Kgf)	1000	975	360	505
Beban Maksimum (N)	9806,71	9561,542	3530,416	4952,389
Panjang L (mm)	450	450	450	450
Lebar b (mm)	100	100	100	100
Tinggi h (mm)	100	100	100	100
Kuat Lentur Murni (MPa)	4,413	4,303	1,589	2,229
Rerata (MPa)	4,358		1,909	

Contoh Perhitungan:

Kode Beton : BN-1

L : 450 mm

b : 100 mm

h : 100 mm

Beban Maks : 1000 Kgf = 1000 x 9,80671 = 9806,71 N

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

$$: \frac{9806,71 \cdot 450}{100 \cdot 100^2} = 4,413 \text{ MPa}$$



D.5 PENGUJIAN KUAT GESER BALOK BETON

BERTULANG

(28 HARI)

Kode Balok : BN - 1

L : 1700 mm

b : 120 mm

h : 240 mm

Time	LOAD; AVE	lvdt; AVE	lvdt 2; AVE	LVDT 3; AVE	AVE
S	kg	mm	mm	mm	
0	2,6342952	-0,008123309	0,041505184	0,001311461	0,011564
5	2,71509	-0,007379824	0,042633362	0,000460607	0,011905
10	3,136543	-0,007824511	0,043012656	-0,000464697	0,011574
15	3,462348	-0,008346633	0,041954271	-0,001460769	0,010716
20	3,5718434	-0,008781407	0,042279184	0,000478605	0,011325
25	3,9966469	-0,009996262	0,042281058	0,002459705	0,011582
30	4,4637547	-0,011610765	0,04295012	0,000990754	0,010777
35	104,17828	-0,034613583	0,10130705	-0,031656682	0,011679
40	562,82538	0,048376925	0,32302952	0,048441008	0,139949
45	1463,2069	0,33069289	0,66267049	0,3200905	0,437818
50	2702,5244	0,87814891	1,226791	0,79585791	0,966933
55	3669,8508	1,4172415	1,767933	1,2855428	1,490239
60	4712,2329	2,0047634	2,3384829	1,850431	2,064559
65	5612,0439	2,5772643	2,9113002	2,4207635	2,636443
70	5897,9219	2,8250153	3,152637	2,6620321	2,879895
75	5859,3218	2,8337946	3,1572726	2,6646788	2,885249
80	5839,1978	2,8381798	3,1568375	2,6703329	2,88845
85	5825,0747	2,8413899	3,1571145	2,6706164	2,889707
90	5814,1357	2,8430238	3,1564033	2,6743	2,891242
95	6127,8999	2,9789698	3,2965758	2,8136437	3,02973
100	6167,144	3,0518503	3,3603103	2,8732288	3,09513
105	6553,6763	3,3028221	3,5132797	3,1089072	3,308336
110	6752,7031	3,4407258	3,5942261	3,2418687	3,425607
115	6879,9561	3,5456407	3,6988208	3,3454688	3,529977
120	7028,0693	3,6278605	3,7786264	3,4268105	3,611099
125	7392,7886	3,8521941	4,0076714	3,6555531	3,838473
130	7598,8843	4,0175529	4,1776323	3,8205621	4,005249
135	7866,1333	4,2217989	4,3878894	4,0263653	4,212018
140	7984,1187	4,3116364	4,4748373	4,1135821	4,300019
145	8298,7324	4,5283833	4,6971707	4,3420854	4,522546
150	8528,5166	4,746069	4,9380112	4,578876	4,754319
155	4569,4961	6,5139074	7,9990697	8,1493912	7,554123
160	3273,8711	6,9800925	8,8479872	9,1660328	8,331371



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

165	3279,3154	6,9838877	8,8514671	9,169754	8,335036
170	3283,054	6,9848895	8,8515444	9,1721773	8,336204
175	3284,9526	6,9862437	8,8550329	9,1754341	8,338904
180	3285,7183	6,9870367	8,857481	9,1801043	8,341541
185	3286,0039	6,9882107	8,8592911	9,1795664	8,342356
190	3285,1333	6,9888864	8,8583765	9,1786566	8,341973
195	3285,3508	6,9890437	8,859046	9,1786156	8,342235
200	3287,7151	6,990469	8,8650341	9,1764183	8,343974
205	3288,1946	6,9906006	8,8648558	9,1762981	8,343918
210	3287,7229	6,990799	8,864399	9,1785908	8,344596
215	3290,8589	7,0038447	8,8444424	9,1819992	8,343429

Kode Balok : BN - 2
 L : 1700 mm
 b : 120 mm
 h : 240 mm

Time	LOAD; AVE	lvdt; AVE	lvdt 2; AVE	LVDT 3; AVE	AVE
S	kg	mm	mm	mm	
0	2,76453	-0,008123309	0,041505184	0,001311461	0,011564
5	2,84598	-0,007379824	0,042633362	0,000460607	0,011905
10	3,27847	-0,007824511	0,043012656	-0,000464697	0,011574
15	3,462348	-0,008346633	0,041954271	-0,001460769	0,010716
20	3,5718434	-0,008781407	0,042279184	0,000478605	0,011325
25	4,180505	-0,009996262	0,042281058	0,002459705	0,011582
30	4,4637547	-0,011610765	0,04295012	0,000990754	0,010777
35	105,7857	-0,034613583	0,10130705	-0,031656682	0,011679
40	562,82538	0,048376925	0,32302952	0,048441008	0,139949
45	1463,2069	0,33069289	0,66267049	0,3200905	0,437818
50	2702,5244	0,87814891	1,226791	0,79585791	0,966933
55	3669,8508	1,4172415	1,767933	1,2855428	1,490239
60	4712,2329	2,0047634	2,3384829	1,850431	2,064559
65	5612,0439	2,5772643	2,9113002	2,4207635	2,636443
70	5897,9219	2,8250153	3,152637	2,6620321	2,879895
75	5859,3218	2,8337946	3,1572726	2,6646788	2,885249
80	5839,1978	2,8381798	3,1568375	2,6703329	2,88845
85	5825,0747	2,8413899	3,1571145	2,6706164	2,889707
90	5814,1357	2,8430238	3,1564033	2,6743	2,891242
95	6127,8999	2,9789698	3,2965758	2,8136437	3,02973
100	6167,144	3,0518503	3,3603103	2,8732288	3,09513
105	6553,6763	3,3028221	3,5132797	3,1089072	3,308336
110	6752,7031	3,4407258	3,5942261	3,2418687	3,425607
115	6879,9561	3,5456407	3,6988208	3,3454688	3,529977
120	7028,0693	3,6278605	3,7786264	3,4268105	3,611099
125	7392,7886	3,8521941	4,0076714	3,6555531	3,838473



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

130	7598,8843	4,0175529	4,1776323	3,8205621	4,005249
135	7866,1333	4,2217989	4,3878894	4,0263653	4,212018
140	7984,1187	4,3116364	4,4748373	4,1135821	4,300019
145	8298,7324	4,5283833	4,6971707	4,3420854	4,522546
150	8528,5166	4,586069	4,6380112	4,578876	4,600985
155	8678,675	6,5139074	7,9990697	8,1493912	7,554123
160	3273,8711	6,9800925	8,8479872	9,1660328	8,331371
165	3279,3154	6,9838877	8,8514671	9,169754	8,335036
170	3283,054	6,9848895	8,8515444	9,1721773	8,336204
175	3284,9526	6,9862437	8,8550329	9,1754341	8,338904
180	3285,7183	6,9870367	8,857481	9,1801043	8,341541
185	3286,0039	6,9882107	8,8592911	9,1795664	8,342356
190	3285,1333	6,9888864	8,8583765	9,1786566	8,341973
195	3285,3508	6,9890437	8,859046	9,1786156	8,342235
200	3287,7151	6,990469	8,8650341	9,1764183	8,343974
205	3288,1946	6,9906006	8,8648558	9,1762981	8,343918
210	3287,7229	6,990799	8,864399	9,1785908	8,344596
215	3290,8589	7,0038447	8,8444424	9,1819992	8,343429

Kode Balok : BL - 1

L : 1700 mm

b : 120 mm

h : 240 mm

Time	LOAD CELL; AVE	LVDT1; AVE	LVDT2; AVE	LVDT3; AVE	AVE
S	kg	mm	mm	mV/V	
0	5,671236	-0,00121738	0,008300413	0,007211997	0,004765
5	40,8251	0,077174969	0,076654226	0,059025034	0,070951
10	119,14439	0,21564993	0,22746071	0,21931562	0,220809
15	149,38611	0,2572349	0,28339252	0,26915544	0,269928
20	147,87859	0,26008838	0,28832495	0,26794463	0,272119
25	177,98903	0,30049276	0,33890152	0,33022302	0,323206
30	175,12354	0,30106059	0,33988392	0,32684734	0,322597
35	174,92221	0,30042943	0,34193045	0,32702672	0,323129
40	173,5676	0,30265176	0,34251866	0,32578331	0,323651
45	173,19171	0,30401826	0,34279439	0,32092366	0,322579
50	238,61562	0,38345844	0,43644568	0,42934823	0,416417
55	265,0817	0,42142192	0,48179364	0,4782055	0,460474
60	267,14938	0,431692	0,49591085	0,48546645	0,471023
65	382,20621	0,5704366	0,65486866	0,65769821	0,627668
70	465,41724	0,70684445	0,79703772	0,74239129	0,748758
75	538,75403	0,85114694	0,94670451	0,89472789	0,897526
80	660,8446	1,0368567	1,1482102	1,0973324	1,094133
85	793,02539	1,2308021	1,3325901	1,2936177	1,28567
90	874,23724	1,3503157	1,4463918	1,4041052	1,400271



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

95	924,73157	1,4488438	1,5141983	1,5030022	1,488681
100	1051,097	1,6517644	1,7321188	1,7385763	1,707487
105	1254,4579	1,94155	2,038413	2,041949	2,007304
110	1382,2756	2,1328094	2,2175584	2,2257876	2,192052
115	1429,1813	2,28632	2,3731501	2,2727776	2,310749
120	1601,5037	2,5387301	2,669951	2,550617	2,586433
125	1619,5497	2,643384	2,7720602	2,6591516	2,691532
130	1784,5488	3,0111349	3,1414018	3,0389087	3,063815
135	1786,5681	3,0794878	3,204519	3,1066134	3,130207
140	1839,5941	3,5905914	3,7186441	3,7009487	3,670061
145	1941,9694	3,8842559	4,0342255	4,0389299	3,985804
150	1936,5775	4,0828075	4,2436271	4,2646017	4,197012
155	2063,2859	4,533896	4,7144384	4,7780352	4,675457
160	2013,8142	5,2217197	5,4450994	5,6071215	5,424647
165	1853,1367	5,7745962	6,0532002	6,3007493	6,042849
170	1594,6725	6,3599458	6,7449741	7,0707817	6,725234
175	1539,004	6,428319	6,823689	7,1830015	6,81167
180	1520,4039	6,4512143	6,8512106	7,2068353	6,83642
185	1511,1259	6,4569445	6,8644352	7,2332983	6,851559
190	1503,9431	6,4653659	6,8723478	7,2445097	6,860741
195	1499,1519	6,4710155	6,879921	7,2480035	6,866313
200	1495,8529	6,4773273	6,8842263	7,2532177	6,87159
205	1492,158	6,4771128	6,8898654	7,2562799	6,874419
210	1541,9435	7,0070796	7,5122252	7,9127097	7,477338
215	1472,0817	7,1182065	7,6468267	8,069788	7,611607
220	1457,2993	7,1313996	7,6664038	8,1017141	7,633173
225	1449,2365	7,146543	7,678431	8,1184082	7,647794
230	1443,0103	7,1462669	7,685874	8,1325836	7,654908
235	1438,7917	7,150775	7,6911411	8,1373177	7,659745
240	1436,0479	7,153831	7,6977687	8,1391478	7,663583
245	1432,7332	7,1551952	7,6992068	8,1427965	7,665733
250	1430,3171	7,1611781	7,7030263	8,1508446	7,671683
255	1428,6235	7,1621466	7,7031059	8,1505022	7,671918
260	1427,8594	7,1609926	7,7064714	8,1536369	7,6737
265	1425,5555	7,1614332	7,7071438	8,1563358	7,674971
270	1424,0361	7,1601605	7,7107506	8,1522875	7,6744
275	1423,0443	7,1588392	7,7097478	8,1586027	7,67573
280	1420,8663	7,1595483	7,7112532	8,1644812	7,678428
285	1420,7883	7,1683354	7,7119946	8,1563444	7,678891
290	1418,8038	7,169322	7,7121663	8,1636257	7,681705
300	1417,8687	7,1759868	7,7268753	8,1699648	7,690942

Kode Balok : BL - 2

L : 1700 mm

b : 120 mm



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

h : 240 mm

Time	LOAD CELL; AVE	LVDT1; AVE	LVDT2; AVE	LVDT3; AVE	AVE
S	kg	mm	mm	mV/V	
0	1,4411117	-0,010985018	0,007908267	0,11513448	0,037353
5	1,465785	-0,010799143	0,009340007	0,12288078	0,040474
10	0,96439642	-0,009549082	0,009009134	0,12911859	0,04286
15	1,4030354	-0,037894025	0,009299158	0,13299175	0,034799
20	69,519096	0,077428252	0,14166051	0,25065395	0,156581
25	156,02965	0,20870106	0,27272084	0,41968638	0,300369
30	217,05865	0,30663073	0,36303276	0,54774499	0,405803
35	407,75327	0,62875444	0,66798306	0,89910084	0,731946
40	451,1709	0,72021931	0,76444066	0,99099642	0,825219
45	548,03363	0,90772241	0,96522933	1,2180037	1,030318
50	610,86774	1,0000125	1,0621893	1,3319559	1,131386
55	688,67871	1,1267018	1,2006617	1,4653962	1,264253
60	723,64886	1,1842066	1,2631027	1,5467323	1,331347
65	819,34552	1,3464798	1,4227732	1,7386367	1,50263
70	871,47632	1,4163729	1,499166	1,8132458	1,576262
75	924,60638	1,5164227	1,5995818	1,9015129	1,672506
80	1077,3794	1,7230465	1,8058238	2,1139655	1,880945
85	1066,7703	1,7431456	1,8305943	2,1522484	1,908663
90	1211,7479	1,9461029	2,0344732	2,3552423	2,111939
95	1252,0315	2,0348594	2,1169608	2,487541	2,21312
100	1417,9546	2,301537	2,3932803	2,7708516	2,488556
105	1441,062	2,4252687	2,5268283	2,906738	2,619612
110	1599,2102	2,8009448	2,9059513	3,3132555	3,006717
115	1677,9015	2,9728446	3,0868304	3,5186143	3,192763
120	1697,0591	3,3044298	3,4427125	3,8980606	3,548401
125	1802,7086	3,5629942	3,7097292	4,1741958	3,81564
130	1820,2103	3,7903237	3,9524078	4,445724	4,062819
135	1936,4313	4,2065434	4,3888125	4,881433	4,492263
140	1731,6768	4,7937412	5,0796528	5,6275649	5,166986
145	1577,1934	5,3274093	5,7046304	6,3477674	5,793269
150	1537,4592	5,3689103	5,7631865	6,3924508	5,841516
155	1517,4331	5,386879	5,7905364	6,4415379	5,872984
160	1505,4391	5,3997965	5,8074622	6,4358301	5,88103
165	1496,079	5,4047923	5,8190856	6,4686503	5,897509
170	1490,2272	5,4100342	5,828105	6,4584165	5,898852
175	1484,2388	5,4112835	5,8349962	6,4814515	5,909244
180	1479,9362	5,4187579	5,8412151	6,4810848	5,913686
185	1476,0259	5,4185252	5,8462763	6,4983306	5,921044



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengambilan Lumpur Sidoarjo



Pengujian Balok Beton Bertulang



Uji *Slump*



Pencetakan Benda Uji



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748



Kuat Tekan Beton Lusi



Pengujian Kuat Tekan Beton Normal



Pengujian Balok Beton Bertulang