

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Beton dengan penambahan serat 0,6% dan 0,9% dari volume beton memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari beton normal. Kuat tekan beton normal dari hasil eksperimen sebesar 25,3964 MPa. Kuat tekan beton dengan penambahan serat 0,6% adalah sebesar 27,39178 MPa atau naik 7,855% dari beton normal. Pada penambahan serat 0,9% juga mengalami peningkatan kuat tekan, dengan kuat tekan sebesar 28,676 MPa atau naik 12,9136% dari kuat tekan beton normal.
2. Beban maksimum rata-rata yang mampu diterima oleh balok normal sebesar 36,88 KN. Balok dengan substitusi kadar serat 0,6% dari volume beton mampu menerima beban maksimum rata-rata sebesar 39,66 KN atau naik rata-rata 7,54% dari beban maksimum balok normal. Dan balok dengan substitusi kadar serat 0,9% dari volume beton mampu menerima beban maksimum rata-rata sebesar 40,88 KN atau rata-rata naik 10,85% dari beban maksimum balok normal.
3. Beban retak pertama rata-rata yang mampu diterima oleh balok normal sebesar 14,47 KN. Balok dengan substitusi kadar serat 0,6% dari volume beton mampu menerima beban retak pertama rata-rata sebesar 16,10 KN atau naik rata-rata 11,27% dari beban maksimum balok normal. Dan

balok dengan substitusi kadar serat 0,9% dari volume beton mampu menerima beban retak pertama rata-rata sebesar 16,61 KN atau rata-rata naik 14,77% dari beban maksimum balok normal.

4. Lendutan rata-rata pada balok normal dengan beban maksimum adalah sebesar 16,45 mm. Pada balok dengan substitusi kadar serat 0,6% dengan beban maksimum lendutan rata-rata berkurang menjadi 14,11 mm. Dan lendutan pada balok dengan substitusi kadar serat 0,9% tidak beda jauh dengan balok dengan kadar serat 0,6% yaitu rata-rata sebesar 13,68 mm.
5. Pola retak pada balok normal maupun pada balok dengan penambahan serat sebagian besar terjadi di sekitar tengah bentang balok. Pada balok normal, pola retaknya lebih banyak dan lebih lebar dibandingkan dengan pola retakan pada balok dengan penambahan serat.

6.2 Saran

1. Penambahan fiber mampu meningkatkan kuat lentur balok, maka perlu diteliti pengaruh penambahan fiber dengan mengurangi jumlah sengkang pada balok.
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan dengan variasi bentuk dan ukuran tali beneser sebagai serat pada benda uji sehingga didapatkan data yang lebih bervariasi.
3. Serat tali beneser yang dimasukkan ke dalam campuran adukan beton harus disebar dengan merata supaya tidak terjadi penggumpalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Sjafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Apriyatno, H., Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Dengan *Polypropylene* Fiber Sebesar 6% Dari Berat Semen, *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang*.
- Felany, D., 2004, Tinjauan Kuat Desak Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Penambahan Serat Tali Beneser, *Universitas Sebelas Maret, Surakarta*.
- Hadipratomo, dkk. 1999. *Struktur Beton*, Penerbit Universitas Semarang 1999.
- Leo Nardo, 2014, Pengaruh Penambahan Fiber Lokal Terhadap Kuat Geser Balok Beton Memadat Sendiri, *Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta*.
- Naibaho, P.R.T., 2008, Panjang Penyaluran *Carbon Fibre* Pda Perkuatan Struktur Balok Beton Di Daerah Tumpuan, *Universitas Indonesia*.
- Prastiya, D.W & Fachrudin, N.M., 2006, Analisis Pengaruh Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Kuat Tarik Beton Mutu K500, *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang*.
- Rusyanto, dkk. 2012. *Kajian Tarik Beton Serat Bambu*.
- SNI 2847 : 2013 “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”
- SNI 15-2049-2004 “Semen Portland”
- SNI 03-2847-2002 “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung”

Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Bahan Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik , Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.

W.C. Vis & Kusuma, G., 1993, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga 1993.

Wibowo, A.R., 2016, *Studi Kuat Lentur Balok Dengan Penambahan Glenium ACE 8590 dan Fly Ash*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.





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

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

LAMPIRAN I

PENGUJIAN BAHAN

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir

Asal : Progo

Diperiksa : 02 Mei 2016

DAFTAR AYAKAN

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"	546	549	560	1109	17	1,70	1,70	98,30
4	509	524	525	1049	31	3,11	4,81	95,19
16	324	355	352	707	59	5,91	10,72	89,28
30	404	560	465	1025	217	21,74	32,46	67,54
50	293	323	333	656	70	7,01	39,48	60,52
100	285	472	529	1001	431	43,19	82,67	17,33
200	316	387	406	793	161	16,13	98,80	1,20
pan	139	143	147	290	12	1,20	100	0,00
jumlah					998	100	270,64	100

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{270,64}{100} = 2,7064$$

Kesimpulan MHB pasir $2,3 \leq 2,7064 \leq 3,1$ (Syarat Terpenuhi)

Yogyakarta,

Mengetahui,

Dinar Gumilang S.T., M.Eng.

(Kepala LSBB UAJY)



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

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Progo
Diperiksa : 04 Mei 2016

	NomorPemeriksaan	I	II
A	BeratContoh jenuhKeringPermukaan (SSD) (SSD)- (500)	500	500
B	Berat contoh kering	495	498
C	Beratlabu + air, temperatur 25°C	683	711
D	Beratlabu + air + contoh (SSD) , temperatur 25°C	999	1030
E	$\text{BeratJenisBulk} = \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,718	2,762
F	$\text{BJ JenuhKeringPermukaan (SSD)} = \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,690	2,751
G	$\text{BeratJenisSemu (Apparent)} = \frac{(A)}{(C + B - D)}$	2,765	2,782
H	$\text{Penyerapan(Absorption)} = \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100\%$	1,010%	0,402%

Rata-rata BeratJenisBulk = 2,74 gr/cm³

Rata-rata BJ JenuhKeringPermukaan (SSD) = 2,72 gr/cm³

Rata-rata BeratJenisSemu (Apparent) = 2,77 gr/cm³

Rata-rata Penyerapan (Absorption) = 0,75 gr/cm³

Yogyakarta,

Mengetahui,

DinarGumilangS.T.,M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)



PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. WaktuPemeriksaan: 03 Mei 2016
- II. Bahan
- Pasir kering tungku, Asal : Progo
 - Air jernih asal : L.SBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
- Gelasukur, ukuran: 250cc
 - Timbangan
 - Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - Air tetap jernih setelah 7 kali pengocokan
 - Pasir+piring masuk tungku tanggal

IV. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 04 Mei jam 12.00 WIB

- BeratPasirAwal (A) = 100 gr
- BeratPasirKering Oven = 98 gr
- Kandungan Lumpur = $\frac{(100-98)}{(100)} \times 100\%$
= 2%

V. Kesimpulan

Kandunganlumpur $\leq 5\%$, makapasirbaikuntukdigunakan.

Yogyakarta,

Mengetahui,

DinarGumilangS.T.,M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)



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

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

PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

I. Waktu Pemeriksaan: 03 Mei 2016

II. Bahan

- a. Pasir kering tungku, Asal:
- b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur, ukuran: 250cc

IV. Hasil

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

Yogyakarta,

Mengetahui,

Dinar Gumilang S.T., M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)



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

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

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN *SPLIT*

Bahan : Batu Pecah (*Split*)
Asal : Progo
Diperiksa : 03 Mei 2016

DAFTAR AYAKAN

Lubangsa ringan	Beratsari ngan(gr)	Beratsaringan + pasir (gr)			Beratpasirt ertahan (gr)	SisaAya kan(%)	Jumlah SisaAy akan(%))	Jumlah yang Melalui ayakan(%)
		Perc. 1	perc.2	Jumlah				
50	-	-	-	-	0	0	0	100
37,5	528	528	528	1056	0	0	0	100
25	555	598	605	1203	93	9,263	9,263	90,737
19	572	818	784	1602	458	45,618	54,881	45,119
12,5	455	658	679	1337	427	42,529	97,41	2,59
9,5	460	470	476	946	26	2,589	100	
4,75	532	532	532	1064	0	0	100	
2,36	327	327	327	654	0	0	100	
1,18	429	429	429	858	0	0	100	
0,6	-	0	0	0	0	0	100	0
0,3	-	0	0	0	0	0	100	0
0,15	-							
0,015	-							
pan	139							
jumlah					1004		761,554	

$$\text{Modulus HalusButir} = \frac{76,5}{100} = 7,615$$

Kesimpulan = $5,0 \leq 7,615 \leq 8,0$ Syarat Terpenuhi (OK)

Yogyakarta,

Mengetahui,

Dinar Gumilang S.T., M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)



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

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

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT*

Bahan : BatuPecah (*Split*)

Asal : Progo

Diperiksa : 03 Mei 2016

	NomorPemeriksaan	I	II
A	BeratContohKering (gr) (A)	506	475
B	BeratContohKeringPermukaan (SSD) (gr) (B)	528	500
C	BeratContohDalam Air (gr) (C)	315	288
D	$BeratJenisBulk = \frac{(A)}{(B)-(C)}$	2,376	2,240
E	$BJ\ JenuhKeringPermukaan\ (SSD) = \frac{(B)}{(B)-(C)}$	2,479	2,358
F	$BeratJenisSemu\ (Apparent) = \frac{(A)}{(A)-(C)}$	2,6499	2,54
G	$Penyerapan(Absorption) = \frac{(B-A)}{(A)} \times 100\%$	4,348	5,263

Rata-rata BeratJenisBulk = 2,308 gr/cm³

Rata-rata BJ JenuhKeringPermukaan (SSD) = 2,419 gr/cm³

Rata-rata BeratJenisSemu (*Apparent*) = 2,595 gr/cm³

Rata-rata Penyerapan (*Absorption*) = 4,805 gr/cm³

Yogyakarta,

Mengetahui,

DinarGumilangS.T.,M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)



PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM *SPLIT*

- I. WaktuPemeriksaan: 03 Mei 2016
- II. Bahan
 - a. *Split* kering tungku asal:Progo
 - b. Air jernihasal : L.SBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Pan
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - d. Air tetap jernih setelah 8 kali pencucian dalam air
 - e. *Split*+pan masuk tungku tanggal 26 Oktoberjam 10.30 WIB
- IV. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal

- a. BeratPasirAwal (A) = 1000 gr
- b. BeratPasirKering Oven = 983 gr
- c. Kandungan Lumpur = $\frac{1000-983}{1000} \times 100\%$
= 1,7%

Kesimpulan: Kandunganlumpur $\geq 1\%$, makasebaiknyadicuciterlebihdahulu.

Yogyakarta,

Mengetahui,

DinarGumilangS.T.,M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)



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

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

PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : BatuPecah (*Split*)

Asal : Progo

Diperiksa : 03 Mei 2016

GradasiSaringan		NomorContoh
		I
Lolos	Tertahan	Beratmasing-masingagregat
$\frac{3}{4}''$	$\frac{1}{2}''$	2500
$\frac{1}{2}''$	$\frac{3}{8}''$	2500

NomorContoh	I
Beratsebelumnya (A)	5000
Beratsesudahdiayaksaringan no.12 (B)	3791
Beratsesudah (A)-(B)	1209
$Keausan = \frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	24,18%
Keausanrerata	24,18%

KesimpulanKeausanrerata $\leq 40\%$ (syaratterpenuhi)

Yogyakarta,
Mengetahui,

DinarGumilangS.T.,M.Eng.
(Kepala LSBB UAJY)

LAMPIRAN II

HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

1. Baja Tulangan P10-A

Beban (kgf)	Beban (N)	ΔP (10^{-2})	Tegangan (f) (Mpa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	regangan koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
100	980,671	1	12,4926	0,6231	1,0481
200	1961,342	2	24,9852	1,2461	1,6711
300	2942,013	3	37,4779	1,8692	2,2942
400	3922,684	4	49,9705	2,4922	2,9172
500	4903,355	4,8	62,4631	2,9907	3,4157
600	5884,026	5,8	74,9557	3,6137	4,0387
700	6864,697	7	87,4484	4,3614	4,7864
800	7845,368	8	99,9410	4,9844	5,4094
900	8826,039	8,9	112,4336	5,5452	5,9702
1000	9806,71	10	124,9262	6,2305	6,6555
1100	10787,381	12	137,4189	7,4766	7,9016
1200	11768,052	12,5	149,9115	7,7882	8,2132
1300	12748,723	13	162,4041	8,0997	8,5247
1400	13729,394	14,5	174,8967	9,0343	9,4593
1500	14710,065	15,2	187,3894	9,4704	9,8954
1600	15690,736	15,5	199,8820	9,6573	10,0823
1700	16671,407	17,8	212,3746	11,0903	11,5153
1800	17652,078	19,9	224,8672	12,3988	12,8238
1900	18632,749	20	237,3599	12,4611	12,8861
2000	19613,42	20,1	249,8525	12,5234	12,9484
2100	20594,091	22	262,3451	13,7072	14,1322
2200	21574,762	24	274,8377	14,9533	15,3783
2300	22555,433	25	287,3304	15,5763	16,0013
2400	23536,104	26	299,8230	16,1994	16,6244
2500	24516,775	27,5	312,3156	17,1340	17,5590
2600	25497,446	28	324,8082	17,4455	17,8705
2700	26478,117	29	337,3009	18,0685	18,4935

Diameter = 10 mm

Luas = 78,5 mm²

$P_0 = 160,5 \text{ mm}$
 Beban maksimum = 4035 kgf = 39570,07 N
 Beban patah = 2950 kgf = 28929,79 N
 Tegangan leleh = 368,5324 MPa
 Tegangan maksimum = 504,0774 MPa
 Modulus elastisitas = 186678,5758 MPa

2. Baja Tulangan P10-B

Beban (kgf)	Beban (N)	ΔP (10^{-2})	Tegangan (f) (Mpa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	regangan koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	0	0
100	980,671	1	12,4926	0,6231	1,0481
200	1961,342	2	24,9852	1,2461	1,6711
300	2942,013	3	37,4779	1,8692	2,2942
400	3922,684	4	49,9705	2,4922	2,9172
500	4903,355	4,8	62,4631	2,9907	3,4157
600	5884,026	5,8	74,9557	3,6137	4,0387
700	6864,697	7	87,4484	4,3614	4,7864
800	7845,368	8	99,9410	4,9844	5,4094
900	8826,039	8,9	112,4336	5,5452	5,9702
1000	9806,71	10	124,9262	6,2305	6,6555
1100	10787,381	12	137,4189	7,4766	7,9016
1200	11768,052	12,5	149,9115	7,7882	8,2132
1300	12748,723	13	162,4041	8,0997	8,5247
1400	13729,394	14,5	174,8967	9,0343	9,4593
1500	14710,065	15,2	187,3894	9,4704	9,8954
1600	15690,736	15,5	199,8820	9,6573	10,0823
1700	16671,407	17,8	212,3746	11,0903	11,5153
1800	17652,078	19,9	224,8672	12,3988	12,8238
1900	18632,749	20	237,3599	12,4611	12,8861
2000	19613,42	20,1	249,8525	12,5234	12,9484
2100	20594,091	22	262,3451	13,7072	14,1322
2200	21574,762	24	274,8377	14,9533	15,3783
2300	22555,433	25	287,3304	15,5763	16,0013
2400	23536,104	26	299,8230	16,1994	16,6244
2500	24516,775	27,5	312,3156	17,1340	17,5590
2600	25497,446	28	324,8082	17,4455	17,8705
2700	26478,117	29	337,3009	18,0685	18,4935

Diameter = 10 mm
Luas = 78,5 mm²
Po = 157 mm
Beban maksimum = 3910 kgf = 38344,24 N
Beban patah = 3800 kgf = 37265,5 N
Tegangan leleh = 474,7197 MPa
Tegangan maksimum = 488,4616 MPa
Modulus elastisitas = 155753,6294 MPa

3. Rerata Dari Pengujian 2 Sampel P10

Kode	Tegangan leleh (fy) MPa	Tegangan maksimum (fu) MPa
P10-A	368,532414	504,07739
P10-B	349,793478	488,46161
Rata-rata	359,162946	496,2695

LAMPIRAN III

PERENCANAAN ADUKAN BETON

(SNI 03-2834-2000)

A. Data Bahan

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

B. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang direncanakan (f'_c) pada umur 28 hari. $f'_c = 20$ mpa
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran.
3. Berdasarkan SNI, nilai margin ditentukan sebesar 4,592 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan berdasarkan SNI.

$$f'_c = f'_c + M = 20 + 4,592 = 24,592 \text{ MPa}$$

5. Menentukan jenis semen
Jenis semen kelas I (PC)
6. Menetapkan jenis agregat
 - a. Agregat halus : pasir alam
Direncanakan golongan 2
 - b. Agregat kasar : batu pecah

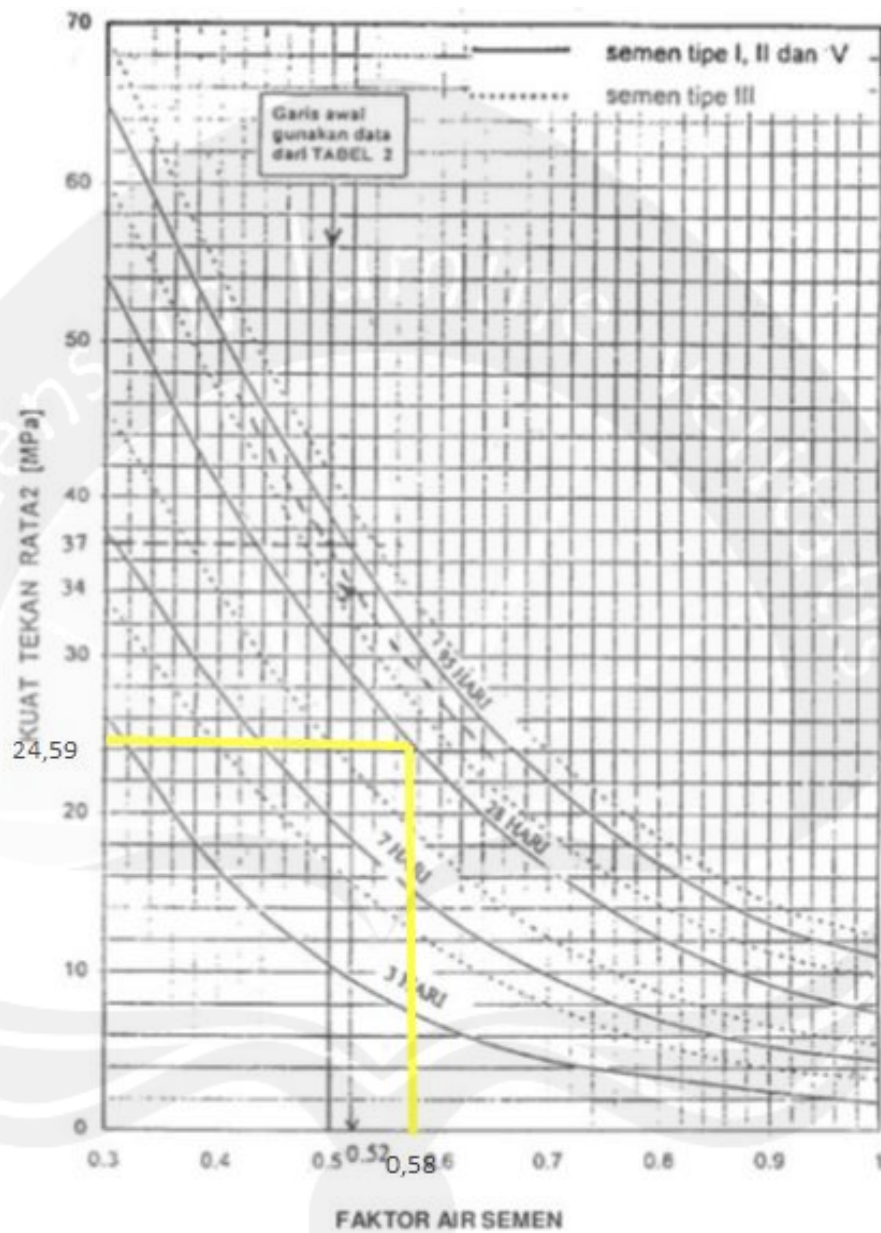
7. Menentukan faktor air-semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.

Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan Batu pecah	25 30	31 40	46 53	53 60	Kubus

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 2)

Berdasarkan tabel 2 SNI 03-2834-2000 didapat kuat tekan 37 MPa, Dari titik kekuatan tekan 37 MPa tarik garis datar hingga memotong garis tengah yang menunjukkan faktor air semen 0,50. Melalui titik potong ini lalu gambarkan kurva yang berbentuk kira-kira sama dengan kurva di sebelah atas dan di sebelah bawahnya (garis dengan warna kuning). Kemudian dari titik kekuatan tekan beton yang dirancang (dalam hal ini 32 MPa) tarik garis datar hingga memotong kurva garis kuning tadi. Dari titik potong ini tarik garis tegak ke bawah hingga memotong sumbu X(absiska) dan dibaca faktor air semen yang diperoleh. Didapatkan sebesar 0,58.



Hubungan Kuat Tekan Silinder dengan Fas
 (Sumber : SNI 03-2834-2000 : Grafik 1)

8. Menetapkan faktor air semen

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

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 6
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 0,58.

9. Menetapkan nilai *Slump*

Jenis konstruksi balok, berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 digunakan nilai *slump* dengan nilai maksimum 150 mm dan minimum 75 mm.

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 20 mm.

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

Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

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

- Ukuran butir maksimum 20 mm.
- Nilai *Slump* 75-150 mm.
- Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka $W_h = 195$
- Agregat kasar berupa batu pecah, maka $W_k = 225$

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

Dengan : W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.

b. Berdasarkan $fas = 0,58$. Semen per m^3 beton = $\frac{air}{fas} = \frac{205}{0,58}$

$$= 354,4873 \text{ kg}$$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 354,4873 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas.

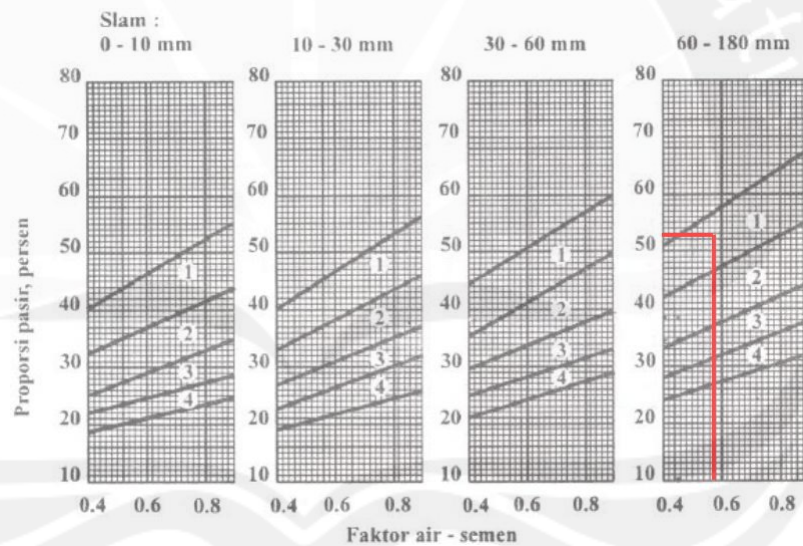
$$fas\ rencana = 0,58$$

$$fas\ mak > fas\ rencana$$

$$0,6 > 0,58 \dots\dots\dots Oke$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar.

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



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

- a. Ukuran maksimum 20 mm.
- b. Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- c. *fas* 0,58.
- d. Jenis gradasi pasir no. 2.

Diambil proporsi pasir = 35%.

15. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \frac{P}{100} \times B_j \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} B_j \text{ agregat kasar} \\ &= \frac{35}{100} \times 2,73 + \frac{65}{100} 2,84 \\ &= 2,8015 \end{aligned}$$

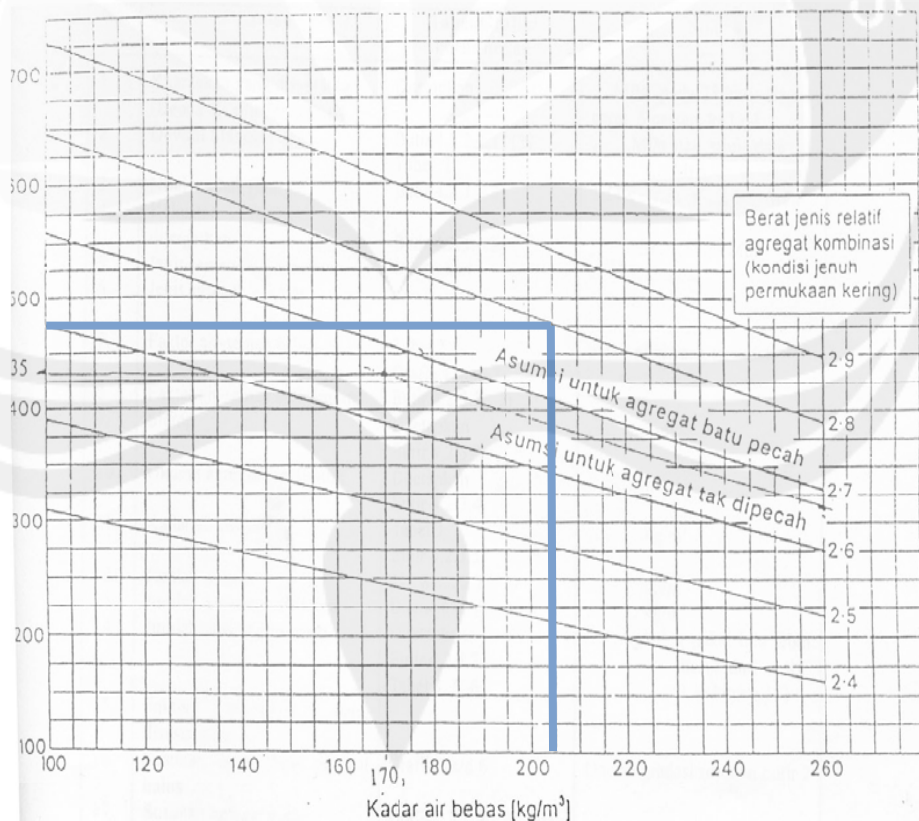
Dimana :

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) → 2,805 kg/m³ → dibuat garis bantu diantara 2,8 dan 2,9.

Keperluan air yaitu 205 kg (langkah 11) → ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2475 kg/m³.

17. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \text{berat tiap } m^3 - \text{keperluan air dan semen} \\ &= 2475 - (205 + 354,4873) \\ &= 1915,5127 \text{ kg}/m^3 \end{aligned}$$

18. Menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned} \text{berat agregat halus} &= \% \text{ berat agregat halus} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= \frac{35}{100} \times 1915,5127 = 670,429 \text{ kg}/m^3 \end{aligned}$$

19. Menghitung berat agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{berat agregat kasar} &= \% \text{ berat agregat kasar} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= \frac{65}{100} \times 1915,5127 = 1245,0832 \text{ kg}/m^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20. \text{ Volume Silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15^2 \times 30 \\ &= 5301,4308 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Balok} &= P \cdot L \cdot T \\ &= 140 \times 10 \times 15 \\ &= 21000 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

21. Rekap kebutuhan dikali Safety Factor 1,15 per m³ adalah

- a. Air = 235,75 liter
- b. Semen = 407,6604 kg
- c. Agregat halus = 770,993 kg
- d. Agregat kasar = 1431,846 kg

Kebutuhan bahan susun adukan beton

kebutuhan satu silinder	
semen	2,1606 kg
agregat halus	4,0863 kg
agregat kasar	7,5888 kg
air	1,2498 L
serat 0,6%	0,0209 kg
serat 0,9%	0,0313 kg

kebutuhan satu balok	
semen	8,5609 kg
agregat halus	16,1909 kg
agregat kasar	30,0688 kg
air	1,2498 L
serat 0,6%	0,0827 kg
serat 0,9%	0,1241 kg

Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton BN

kebutuhan 2 balok + 3 silinder	
semen	23,6036 kg
agregat halus	44,6407 kg
agregat kasar	82,904 kg
air	13,6501 L

Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton BS 0,6%

kebutuhan 2 balok + 3 silinder	
semen	23,6036 kg
agregat halus	44,6407 kg
agregat kasar	82,904 kg
air	13,6501 L
serat 0,6%	0,2281 kg

Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton BS 0,9%

kebutuhan 2 balok + 3 silinder	
semen	23,6036 kg
agregat halus	44,6407 kg
agregat kasar	82,904 kg
air	13,6501 L
serat 0,9%	0,3421 kg

kebutuhan total bahan (9 silinder + 6 balok)

kebutuhan total bahan (9 silinder + 6 balok)	
semen	70,8108 kg
agregat halus	133,9221 kg
agregat kasar	248,712 kg
air	40,9503 kg
serat 0,6%	0,2281 kg
serat 0,9%	0,3421 kg

LAMPIRAN IV

HASIL PENGUJIAN SILINDER BETON

1. Beton BN

Beban (kgf)	Beban (N)	$\Delta P (10^{-3})$	Tegangan (f) (Mpa)	Regangan (ϵ) (10^{-5})	regangan koreksi (ϵ) (10^{-5})
0	0	0	0	-7,661	0
500	4903,355	2	0,271	0,995	8,809
1000	9806,71	7	0,541	3,483	11,296
1500	14710,065	15	0,812	7,463	15,276
2000	19613,42	20	1,083	9,950	17,764
2500	24516,775	22	1,354	10,945	18,759
3000	29420,13	35	1,624	17,413	25,226
3500	34323,485	45	1,895	22,388	30,202
4000	39226,84	51	2,166	25,373	33,187
4500	44130,195	60	2,436	29,851	37,664
5000	49033,55	69	2,707	34,328	42,142
5500	53936,905	76	2,978	37,811	45,624
6000	58840,26	85	3,249	42,289	50,102
6500	63743,615	90	3,519	44,776	52,590
7000	68646,97	100	3,790	49,751	57,565
7500	73550,325	110	4,061	54,726	62,540
8000	78453,68	120	4,331	59,701	67,515
8500	83357,035	130	4,602	64,677	72,490
9000	88260,39	135	4,873	67,164	74,978
9500	93163,745	150	5,144	74,627	82,440
10000	98067,1	165	5,414	82,090	89,903
10500	102970,455	170	5,685	84,577	92,391
11000	107873,81	175	5,956	87,065	94,878

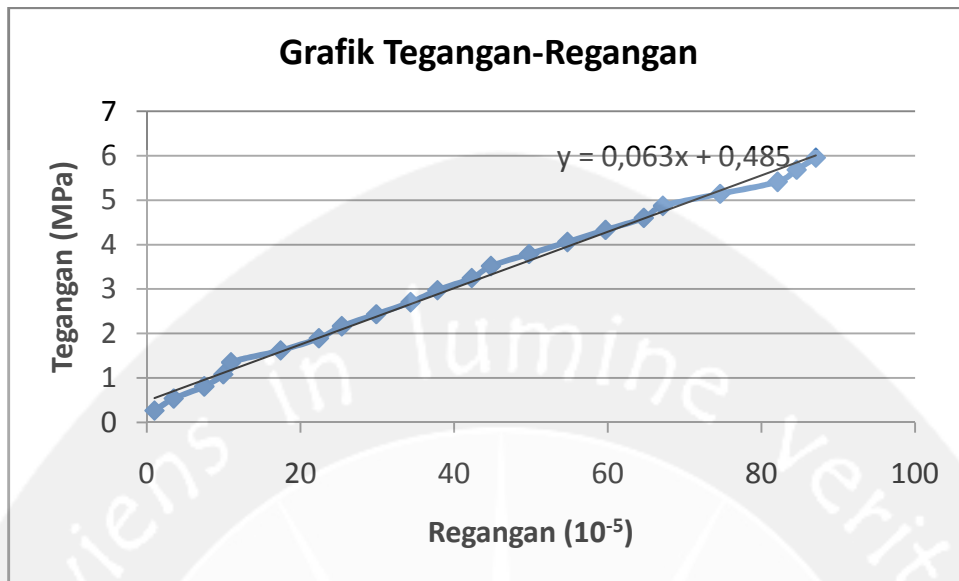
Diameter = 151,9 mm

Tinggi = 300,2 mm

Luas = 18112,784cm²

Po = 201 mm

Modulus Elastis = 23685,59 MPa



Pengujian kuat tekan tekan beton normal

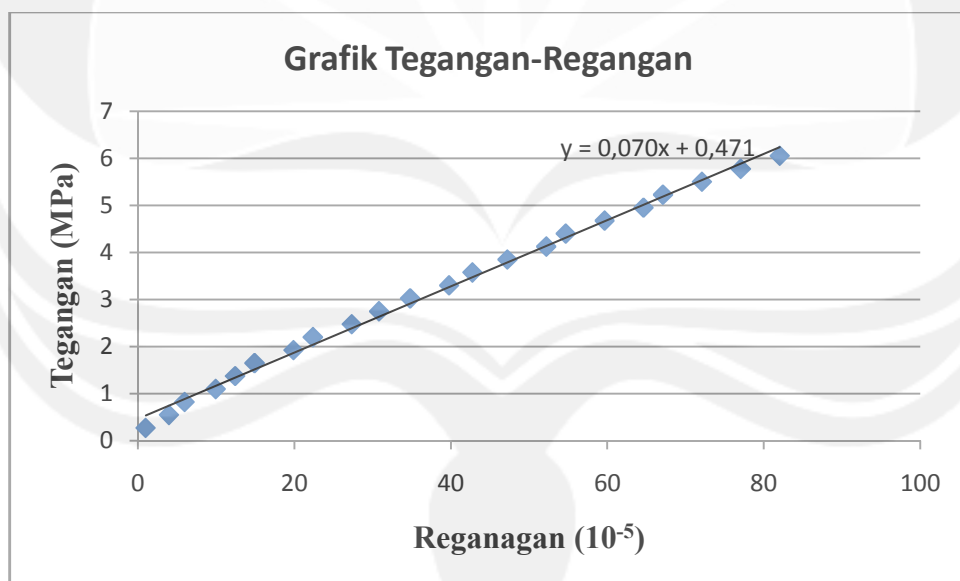
Kode	D(cm)	T (cm)	Berat (kg)	luas (cm ²)	Beban maks (KN)	Kuat tekan (MPa)
BN-A	15,19	30,02	12,056	181,128	430	23,7401
BN-B	15,055	30,09	12,057	177,923	500	27,6048
BN-C	15,168	30,09	12,164	180,604	450	24,8443
Rata-rata						25,3964

2. Beton BS 0,6%

Beban (kgf)	Beban (N)	$\Delta P (10^{-3})$	Tegangan (f) (Mpa)	Regangan (ϵ) (10^{-5})	regangan koreksi (ϵ) (10^{-5})
0	0	0	0	0	0
500	4903,355	2	0,2750	0,9945	7,7165
1000	9806,71	8	0,5501	3,9781	10,7001
1500	14710,065	12	0,8251	5,9672	12,6892
2000	19613,42	20	1,1002	9,9453	16,6673
2500	24516,775	25	1,3752	12,4316	19,1536
3000	29420,13	30	1,6502	14,9180	21,6400
3500	34323,485	40	1,9253	19,8906	26,6126
4000	39226,84	45	2,2003	22,3769	29,0989
4500	44130,195	55	2,4754	27,3496	34,0716
5000	49033,55	62	2,7504	30,8304	37,5524

5500	53936,905	70	3,0254	34,8086	41,5306
6000	58840,26	80	3,3005	39,7812	46,5032
6500	63743,615	86	3,5755	42,7648	49,4868
7000	68646,97	95	3,8506	47,2402	53,9622
7500	73550,325	105	4,1256	52,2128	58,9348
8000	78453,68	110	4,4007	54,6992	61,4212
8500	83357,035	120	4,6757	59,6718	66,3938
9000	88260,39	130	4,9507	64,6445	71,3665
9500	93163,745	135	5,2258	67,1308	73,8528
10000	98067,1	145	5,5008	72,1034	78,8254
10500	102970,455	155	5,7759	77,0761	83,7981
11000	107873,81	165	6,0509	82,0487	88,7707

Diameter = 150,7 mm
Tinggi = 300,2 mm
Luas = 17827,735cm²
Po = 201 mm
Modulus Elastis = 24598,46 MPa



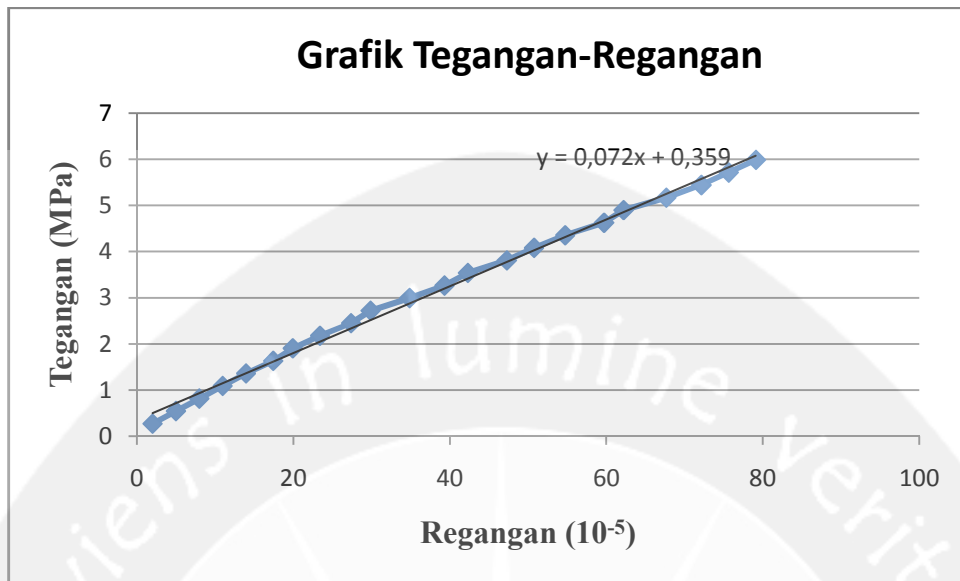
Pengujian kuat tekan tekan beton serat 0,6%

Kode	D(cm)	T (cm)	Berat (kg)	luas (cm ²)	Beban maks (KN)	Kuat tekan (MPa)
BS-A	15,07	30,02	11,991	178,277	425	23,83925991
BS-B	15,16	30	12,085	180,413	540	30,28988318
BS-C	15,32	30,25	12,767	184,241	500	28,04618813
Rata-rata						27,39177708

3. Beton BS 0,6%

Beban (kgf)	Beban (N)	$\Delta P (10^{-3})$	Tegangan (f) (Mpa)	Regangan (ϵ) (10^{-5})	regangan koreksi (ϵ) (10^{-5})
0	0	0	0	0	0
500	4903,355	4	0,272	1,990	6,967
1000	9806,71	10	0,544	4,975	9,952
1500	14710,065	16	0,816	7,960	12,937
2000	19613,42	22	1,089	10,945	15,922
2500	24516,775	28	1,361	13,930	18,907
3000	29420,13	35	1,633	17,413	22,389
3500	34323,485	40	1,905	19,900	24,877
4000	39226,84	47	2,177	23,383	28,360
4500	44130,195	55	2,449	27,363	32,340
5000	49033,55	60	2,721	29,851	34,827
5500	53936,905	70	2,994	34,826	39,802
6000	58840,26	79	3,266	39,303	44,280
6500	63743,615	85	3,538	42,289	47,265
7000	68646,97	95	3,810	47,264	52,240
7500	73550,325	102	4,082	50,746	55,723
8000	78453,68	110	4,354	54,726	59,703
8500	83357,035	120	4,626	59,701	64,678
9000	88260,39	125	4,899	62,189	67,166
9500	93163,745	136	5,171	67,662	72,638
10000	98067,1	145	5,443	72,139	77,116
10500	102970,455	152	5,715	75,622	80,598
11000	107873,81	159	5,987	79,104	84,081

Diameter = 151,5 mm
 Tinggi = 300,9 mm
 Luas = 18017,516 cm²
 Po = 201 mm
 Modulus Elastis = 25168,4MPa



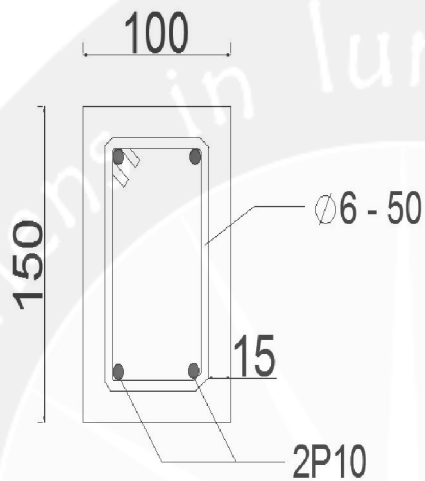
Pengujian kuat tekan tekan beton serat 0,6%

Kode	D(cm)	T (cm)	Berat (kg)	luas (cm ²)	Beban maks (KN)	Kuat tekan (MPa)
BS-A	15,15	30,09	12,173	180,175	550	30,526
BS-B	15,47	30,09	12,801	187,867	500	27,751
BS-C	15,216	30,05	12,425	181,748	500	27,751
rata-rata						28,676

LAMPIRAN V

PERENCANAAN TULANGAN

1. Diketahui



$$b = 100 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$l = 1400 \text{ mm}$$

$$d = 124 \text{ mm}$$

Tulangan diameter 10 mm

$$f_y = 359,163 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 20 \text{ MPa} \quad (\text{asumsi})$$

diameter sengkang = 6 mm

$$f_{ys} = 287,257 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

Selimut beton = 15 mm

2. Penyelesaian

$$\triangleright h_{\min} = \frac{1}{16} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right)$$

$$= \frac{1}{16} \times \left(04 + \frac{359163}{700} \right)$$

$$= 79,89 \text{ mm} \longrightarrow \text{digunakan } h = 150 \text{ mm}$$

➤ $b = \frac{1}{2} \times h$

$$= \frac{1}{2} \times 150$$

$$= 75 \text{ mm} \longrightarrow \text{digunakan } b = 100 \text{ mm}$$

➤ $d = h - d_s$

$$= 150 - \left(15 + 6 + \frac{1}{2} \times 10 \right)$$

$$= 124 \text{ mm}$$

➤ digunakan tulangan 2D10

$$A_s = 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \right)$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{1}{f_y} \times b \times d \right)$$

$$= \left(\frac{14}{359163} \times 100 \times 124 \right)$$

$$= 40,33 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,75 \times \left(0,85 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \beta \times \frac{600}{600 + f_y} \times b \times d \right)$$

$$= 0,75 \times \left(0,85 \times \frac{20}{359163} \times 0,85 \times \frac{600}{600 + 359163} \times 100 \times 124 \right)$$

$$= 234,055 \text{ mm}^2$$

$A_{s_{\min}} < A_{s_{\max}}$ ok

➤ $\Sigma H = 0$

$$C_c = T_s$$

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

$$0,85 \times a \times 100 \times 20 = 157 \times 359,63$$

$$a = \frac{157 \times 359,63}{0,85 \times 100 \times 20}$$

$$= 33,17 \text{ mm}$$

$$\rightarrow M_n = T_s \times Z$$

$$= A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 157 \times 359,63 \times \left(124 - \frac{2216}{2}\right)$$

$$= 6056987,85 \text{ Nmm}$$

$$= 605698 \text{ KNm}$$

$$\rightarrow M_u = M_n$$

$$= 605698 \text{ KNm}$$

$$M_u = \frac{1}{6} \times P \times L$$

$$P = \frac{6 \times 605698}{14}$$

$$P = 25958 \text{ KN}$$

Tulangan geser

$$\rightarrow V_{u_{\max}} = \frac{1}{2} \times P$$

$$= \frac{1}{2} \times 25958$$

$$= 12979 \text{ KN}$$

$$\rightarrow V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \times b \times d$$

$$= \frac{\sqrt{20}}{6} \times 100 \times 124$$

$$= 92424143\text{N}$$

$$= 9442\text{KN}$$

Karena $V_u > V_c$, maka diperlukan tulangan geser

- Digunakan tulangan P6

$$A_v = 2 \times \frac{1}{2} \times \pi \times D^2$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{2} \times \pi \times 6^2$$

$$= 5652\text{mm}^4$$

- $S_{max} = \frac{d}{2}$

$$= \frac{124}{2}$$

$$= 62\text{mm} \text{ digunakan } 100\text{mm}$$

- $V_s = \frac{A_v \times f_{ys} \times d}{s}$

$$= \frac{5652 \times 280 \times 124}{100}$$

$$= 20158,18966 \text{ N}$$

$$= 20,158 \text{ KN}$$

- $V_u < V_n$

$$V_u < V_c + V_s$$

$$12,9793 < 9,2424 + 20,158$$

$$12,9793 < 29,4 \text{ Balok aman dari gagal geser}$$

LAMPIRAN VI

DATA HASIL PENGUJIAN BALOK


1. Balok Beton Normal (A)

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (φ) mm
1	0,95	0,00	0,00	-0,06	0,01	0
2	46,81	0,04	0,02	-0,06	0,46	0,02
3	100,71	0,08	0,04	-0,06	0,99	0,04
4	257,51	0,20	0,08	-0,06	2,53	0,08
5	324,67	0,24	0,12	-0,06	3,18	0,12
6	376,81	0,28	0,15	-0,06	3,69	0,15
7	394,45	0,29	0,18	-0,06	3,87	0,18
8	935,28	0,86	0,20	-0,06	9,17	0,2
9	945,07	0,90	0,22	-0,06	9,27	0,22
10	952,11	0,92	0,25	-0,06	9,34	0,25
11	1096,19	0,99	0,30	-0,06	10,75	0,3
12	1122,07	1,19	0,36	-0,06	11,00	0,36
13	1213,28	1,27	0,40	-0,06	11,90	0,4
14	1266,54	1,42	0,59	-0,07	12,42	0,59
15	1427,35	1,65	0,83	0,00	14,00	0,83
16	1505,56	1,77	0,98	0,13	14,76	0,98
17	1578,61	1,90	1,11	0,26	15,48	1,11
18	1550,95	1,90	1,12	0,27	15,21	1,12
19	1675,64	2,02	1,24	0,39	16,43	1,24
20	1720,84	2,10	1,33	0,48	16,87	1,33
21	1795,51	2,22	1,43	0,59	17,61	1,43
22	1865,90	2,35	1,56	0,72	18,30	1,56
23	1835,10	2,35	1,55	0,72	18,00	1,55
24	1990,31	2,51	1,71	0,88	19,52	1,71
25	2045,68	2,62	1,82	1,00	20,06	1,82
26	2140,30	2,76	1,98	1,12	20,99	1,98
27	2199,03	2,87	2,09	1,23	21,56	2,09
28	2349,61	3,10	2,34	1,47	23,04	2,34
29	2366,48	3,18	2,43	1,56	23,21	2,43
30	2338,62	3,18	2,42	1,56	22,93	2,42
31	2311,17	3,17	2,41	1,55	22,66	2,41

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
32	2406,06	3,25	2,51	1,64	23,59	2,51
33	2574,22	3,51	2,79	1,92	25,24	2,79
34	2711,54	3,82	3,11	2,21	26,59	3,11
35	2673,88	3,84	3,13	2,23	26,22	3,13
36	2649,90	3,84	3,12	2,23	25,98	3,12
37	2622,66	3,83	3,11	2,22	25,72	3,11
38	2738,35	3,93	3,22	2,32	26,85	3,22
39	2819,33	4,11	3,41	2,49	27,65	3,41
40	2783,33	4,13	3,42	2,52	27,29	3,42
41	2854,67	4,27	3,55	2,64	27,99	3,55
42	2918,30	4,54	3,81	2,87	28,62	3,81
43	2874,80	4,57	3,84	2,90	28,19	3,84
44	2942,88	4,76	4,01	3,05	28,86	4,01
45	2970,30	4,98	4,25	3,25	29,13	4,25
46	2965,08	5,27	4,59	3,56	29,08	4,59
47	2970,48	5,84	5,33	3,89	29,13	5,33
48	3032,16	6,29	5,88	4,36	29,73	5,88
49	3067,29	6,47	6,11	4,55	30,08	6,11
50	3084,59	6,73	6,43	4,82	30,25	6,43
51	3040,04	6,75	6,46	4,84	29,81	6,46
52	3013,68	6,75	6,46	4,84	29,55	6,46
53	2987,85	6,75	6,47	4,82	29,30	6,47
54	3042,32	6,81	6,53	4,88	29,83	6,53
55	3168,87	7,18	6,95	5,27	31,07	6,95
56	3174,47	7,33	7,12	5,42	31,13	7,12
57	3213,43	7,70	7,51	5,79	31,51	7,51
58	3267,82	8,00	7,83	6,10	32,04	7,83
59	3222,07	8,22	8,07	6,31	31,60	8,07
60	3187,24	8,22	8,08	6,31	31,25	8,08
61	3161,58	8,22	8,08	6,31	31,00	8,08
62	3247,33	8,36	8,23	6,44	31,84	8,23
63	3327,33	8,83	8,73	6,88	32,63	8,73
64	3297,48	8,92	8,83	6,96	32,34	8,83
65	3361,10	9,30	9,27	7,41	32,96	9,27
66	3298,26	9,50	9,53	7,68	32,34	9,53
67	3370,86	9,93	10,06	8,15	33,05	10,06
68	3254,00	10,16	10,41	8,48	31,91	10,41

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
69	3332,60	10,55	10,95	9,05	32,68	10,95
70	3257,75	10,71	11,21	9,36	31,95	11,21
71	3222,78	10,75	11,27	9,41	31,60	11,27
72	3368,84	11,18	11,80	9,91	33,03	11,8
73	3389,94	11,53	12,24	10,31	33,24	12,24
74	3402,95	11,90	12,76	10,77	33,37	12,76

 retak pertama

 beban maksimum

2. Balok Beton Normal (B)

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	77,21	0,05	0,03	0,02	0,76	0,03
3	415,81	0,23	0,20	0,19	4,08	0,20
4	507,25	0,27	0,26	0,25	4,97	0,26
5	496,48	0,28	0,26	0,25	4,87	0,26
6	510,84	0,28	0,26	0,25	5,01	0,26
7	639,19	0,34	0,33	0,32	6,27	0,33
8	717,60	0,39	0,38	0,36	7,04	0,38
9	874,37	0,50	0,51	0,47	8,57	0,51
10	951,09	0,58	0,59	0,56	9,33	0,59
11	930,29	0,58	0,60	0,56	9,12	0,60
12	1003,77	0,63	0,65	0,61	9,84	0,65
13	1108,98	0,76	0,79	0,73	10,87	0,79
14	1181,99	0,88	0,93	0,86	11,59	0,93
15	1255,43	1,01	1,09	1,00	12,31	1,09
16	1239,22	1,04	1,12	1,03	12,15	1,12
17	1321,04	1,12	1,22	1,12	12,95	1,22
18	1446,02	1,43	1,66	1,44	14,18	1,66
19	1649,68	1,64	1,87	1,65	16,18	1,87
20	1674,27	1,71	1,94	1,73	16,42	1,94
21	1664,49	1,71	1,95	1,73	16,32	1,95

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (φ) mm
22	1780,87	1,82	2,08	1,85	17,46	2,08
23	1961,66	2,06	2,34	2,10	19,24	2,34
24	2021,89	2,18	2,49	2,23	19,83	2,49
25	2020,28	2,20	2,51	2,25	19,81	2,51
26	2154,31	2,33	2,67	2,41	21,13	2,67
27	2302,56	2,52	2,89	2,62	22,58	2,89
28	2376,75	2,65	3,04	2,77	23,31	3,04
29	2345,14	2,65	3,04	2,77	23,00	3,04
30	2486,35	2,78	3,19	2,90	24,38	3,19
31	2672,38	3,02	3,46	3,16	26,21	3,46
32	2729,70	3,14	3,60	3,30	26,77	3,60
33	2695,54	3,14	3,60	3,29	26,43	3,60
34	2798,30	3,22	3,69	3,40	27,44	3,69
35	2984,91	3,44	3,95	3,64	29,27	3,95
36	3087,96	3,61	4,15	3,85	30,28	4,15
37	3050,61	3,61	4,15	3,85	29,91	4,15
38	3025,49	3,61	4,15	3,85	29,67	4,15
39	3123,88	3,68	4,23	3,93	30,63	4,23
40	3264,08	3,84	4,41	4,11	32,01	4,41
41	3379,55	4,00	4,60	4,29	33,14	4,60
42	3403,07	4,07	4,68	4,38	33,37	4,68
43	3375,30	4,07	4,68	4,38	33,10	4,68
44	3502,69	4,19	4,83	4,52	34,35	4,83
45	3640,60	4,45	5,11	4,78	35,70	5,11
46	3661,84	4,59	5,29	4,97	35,91	5,29
47	3633,68	4,64	5,35	5,03	35,63	5,35
48	3734,55	4,81	5,57	5,26	36,62	5,57
49	3748,77	4,96	5,77	5,47	36,76	5,77
50	3742,51	5,12	5,95	5,67	36,70	5,95
51	3739,40	7,32	9,56	8,49	36,67	9,56
52	3745,06	7,46	9,81	8,69	36,72	9,81
53	3698,95	7,48	9,86	8,72	36,27	9,86
54	3708,80	7,51	9,90	8,75	36,37	9,90
55	3763,06	7,60	10,01	8,84	36,90	10,01
56	3839,96	7,85	10,37	9,14	37,65	10,37
57	3799,46	8,04	10,70	9,40	37,26	10,70
58	3737,05	8,04	10,75	9,43	36,65	10,75
59	3785,50	8,11	10,83	9,50	37,12	10,83

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
60	3868,41	8,34	11,16	9,75	37,93	11,16
61	3857,83	8,58	11,52	10,04	37,83	11,52
62	3794,70	8,65	11,66	10,14	37,21	11,66
63	3806,03	8,70	11,72	10,19	37,32	11,72
64	3897,84	8,96	12,09	10,49	38,22	12,09
65	3892,89	9,22	12,46	10,77	38,17	12,46
66	3945,56	9,63	13,05	11,24	38,69	13,05
67	3915,81	9,87	13,39	11,53	38,40	13,39
68	3860,98	9,88	13,42	11,55	37,86	13,42
69	3956,21	10,05	13,67	11,77	38,79	13,67
70	3977,72	10,27	14,06	12,12	39,01	14,06
71	4004,39	10,80	14,70	12,68	39,27	14,70
72	3983,95	10,99	14,94	12,86	39,07	14,94
73	4031,46	11,34	15,33	13,18	39,53	15,33
74	4061,04	11,58	15,61	13,42	39,82	15,61
75	4011,67	11,66	15,73	13,53	39,34	15,73
76	3991,89	11,68	15,75	13,55	39,14	15,75
77	4063,22	12,06	16,26	13,99	39,84	16,26
78	4075,52	12,20	16,45	14,15	39,96	16,45
79	4062,92	13,37	17,98	15,36	39,84	17,98
80	4050,99	13,66	18,32	15,61	39,72	18,32
81	4025,96	13,85	18,54	15,77	39,48	18,54
82	4037,32	13,98	18,68	15,89	39,59	18,68
83	4118,38	14,27	19,03	16,17	40,38	19,03
84	4100,81	14,58	19,40	16,47	40,21	19,40
85	4118,90	14,98	19,93	16,88	40,39	19,93
86	4129,31	15,21	20,24	17,12	40,49	20,24
87	4055,08	15,30	20,37	17,21	39,76	20,37
88	4012,95	15,31	20,39	17,22	39,35	20,39
89	3990,30	15,32	20,40	17,23	39,13	20,40
90	3974,47	15,32	20,40	17,23	38,97	20,40
91	3960,30	15,32	20,40	17,23	38,83	20,40
92	3961,00	15,33	20,42	17,24	38,84	20,42
93	4059,87	15,46	20,57	17,37	39,81	20,57
94	4028,53	15,53	20,66	17,44	39,50	20,66
95	4000,20	15,53	20,67	17,45	39,23	20,67
96	3984,17	15,53	20,68	17,45	39,07	20,68
97	3972,17	15,54	20,68	17,47	38,95	20,68

retak pertama

beban maksimum

3. Balok Beton Serat 0,6% (A)

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
1	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,56	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
3	6,58	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
4	7,89	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
5	19,28	0,01	0,00	0,00	0,19	0,00
6	91,22	0,06	0,00	0,09	0,89	0,00
7	224,53	0,16	0,08	0,20	2,20	0,08
8	327,44	0,24	0,15	0,26	3,21	0,15
9	403,19	0,31	0,21	0,30	3,95	0,21
10	415,64	0,32	0,22	0,31	4,08	0,22
11	439,42	0,34	0,24	0,32	4,31	0,24
12	557,76	0,44	0,33	0,38	5,47	0,33
13	663,36	0,54	0,41	0,46	6,50	0,41
14	745,64	0,62	0,49	0,53	7,31	0,49
15	786,47	0,66	0,53	0,57	7,71	0,53
16	794,18	0,67	0,54	0,58	7,79	0,54
17	887,45	0,76	0,62	0,64	8,70	0,62
18	1043,03	0,93	0,77	0,77	10,23	0,77
19	1155,22	1,06	0,89	0,87	11,33	0,89
20	1184,20	1,10	0,93	0,90	11,61	0,93
21	1312,26	1,21	1,05	1,02	12,87	1,05
22	1425,57	1,32	1,17	1,13	13,98	1,17
23	1507,60	1,42	1,26	1,20	14,78	1,26
24	1563,82	1,49	1,33	1,27	15,33	1,33
25	1647,93	1,57	1,41	1,34	16,16	1,41
26	1853,58	1,79	1,62	1,52	18,18	1,62
27	1948,39	1,91	1,75	1,63	19,11	1,75
28	1995,37	1,97	1,81	1,69	19,57	1,81
29	2188,91	2,20	2,05	1,89	21,46	2,05
30	2303,44	2,41	2,25	2,07	22,59	2,25
31	2274,62	2,41	2,25	2,07	22,30	2,25
32	2261,72	2,41	2,25	2,07	22,18	2,25

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
33	2250,16	2,41	2,25	2,07	22,07	2,25
34	2290,05	2,45	2,29	2,11	22,46	2,29
35	2517,99	2,72	2,55	2,34	24,69	2,55
36	2580,79	2,88	2,71	2,47	25,31	2,71
37	2560,52	2,89	2,71	2,48	25,11	2,71
38	2656,94	2,99	2,82	2,57	26,05	2,82
39	2804,88	3,21	3,03	2,74	27,50	3,03
40	2894,00	3,42	3,22	2,90	28,38	3,22
41	2862,56	3,42	3,22	2,90	28,07	3,22
42	2954,77	3,52	3,32	2,98	28,97	3,32
43	3120,18	3,74	3,54	3,18	30,60	3,54
44	3215,61	3,93	3,74	3,36	31,53	3,74
45	3304,33	4,07	3,88	3,48	32,40	3,88
46	3439,44	4,52	4,34	3,86	33,73	4,34
47	3379,78	4,66	4,49	3,96	33,14	4,49
48	3510,84	5,01	4,87	4,24	34,43	4,87
49	3507,97	5,39	5,25	4,53	34,40	5,25
50	3564,69	5,54	5,40	4,65	34,96	5,40
51	3671,70	5,99	5,85	4,99	36,00	5,85
52	3591,84	6,14	6,01	5,07	35,22	6,01
53	3690,41	6,52	6,41	5,48	36,19	6,41
54	3602,06	6,86	6,75	5,86	35,32	6,75
55	3710,44	7,22	7,12	6,22	36,38	7,12
56	3667,80	7,45	7,37	6,46	35,97	7,37
57	3634,99	7,46	7,38	6,46	35,64	7,38
58	3617,30	7,46	7,38	6,47	35,47	7,38
59	3606,56	7,46	7,38	6,47	35,37	7,38
60	3596,80	7,46	7,38	6,47	35,27	7,38
61	3761,75	7,73	7,72	6,74	36,89	7,72
62	3754,01	7,84	7,83	6,85	36,81	7,83
63	3878,76	8,22	8,25	7,23	38,04	8,25
64	3832,56	8,42	8,47	7,43	37,58	8,47
65	3835,68	8,47	8,52	7,48	37,61	8,52
66	3889,18	8,60	8,67	7,61	38,14	8,67
67	3931,71	8,80	8,89	7,82	38,55	8,89
68	3949,81	9,04	9,15	8,06	38,73	9,15
69	3886,03	9,11	9,23	8,13	38,11	9,23
70	3978,51	9,30	9,45	8,32	39,01	9,45

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
71	4026,25	9,66	9,90	8,67	39,48	9,90
72	3972,75	9,77	10,03	8,79	38,96	10,03
73	3940,93	9,78	10,05	8,81	38,64	10,05
74	4042,89	9,96	10,24	8,98	39,64	10,24
75	4089,46	10,23	10,55	9,25	40,10	10,55

 retak pertama

 beban maksimum

4. Balok Beton Serat 0,6% (B)

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
1	13,82	0,00	0,00	0,01	0,14	0,00
2	142,35	0,06	0,09	0,01	1,40	0,09
3	203,50	0,12	0,14	0,01	2,00	0,14
4	333,12	0,26	0,24	0,01	3,27	0,24
5	426,13	0,35	0,30	0,01	4,18	0,30
6	553,29	0,46	0,39	0,01	5,43	0,39
7	649,28	0,56	0,48	0,01	6,37	0,48
8	674,35	0,59	0,51	0,01	6,61	0,51
9	884,52	0,84	0,74	0,01	8,67	0,74
10	982,11	1,09	0,97	0,02	9,63	0,97
11	975,35	1,11	1,00	0,03	9,56	1,00
12	1054,94	1,23	1,12	0,13	10,34	1,12
13	1093,81	1,33	1,21	0,22	10,73	1,21
14	1142,89	1,42	1,30	0,29	11,21	1,30
15	1204,95	1,54	1,42	0,40	11,82	1,42
16	1244,87	1,64	1,53	0,48	12,21	1,53
17	1225,01	1,65	1,54	0,49	12,01	1,54
18	1219,24	1,65	1,54	0,50	11,96	1,54
19	1280,67	1,72	1,61	0,55	12,56	1,61
20	1303,72	1,86	1,74	0,66	12,78	1,74
21	1284,64	1,86	1,74	0,66	12,60	1,74
22	1266,57	1,86	1,73	0,65	12,42	1,73

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
23	1250,10	1,86	1,72	0,66	12,26	1,72
24	1234,48	1,86	1,71	0,65	12,11	1,71
25	1299,83	0,75	1,77	0,69	12,75	1,77
26	1371,27	0,84	1,86	0,76	13,45	1,86
27	1452,00	0,93	1,96	0,85	14,24	1,96
28	1636,21	1,25	2,26	1,12	16,04	2,26
29	1672,81	1,40	2,41	1,24	16,40	2,41
30	1653,51	1,41	2,41	1,24	16,21	2,41
31	1749,67	1,52	2,52	1,33	17,16	2,52
32	1842,66	1,67	2,67	1,47	18,07	2,67
33	1947,38	1,88	2,87	1,64	19,10	2,87
34	1975,02	1,99	2,98	1,73	19,37	2,98
35	1990,62	2,03	3,01	1,76	19,52	3,01
36	2144,60	2,24	3,23	1,94	21,03	3,23
37	2295,46	2,51	3,49	2,18	22,51	3,49
38	2300,69	2,58	3,56	2,25	22,56	3,56
39	2343,52	2,63	3,62	2,29	22,98	3,62
40	2512,75	2,90	3,88	2,54	24,64	3,88
41	2628,65	3,16	4,13	2,78	25,78	4,13
42	2602,80	3,18	4,15	2,79	25,52	4,15
43	2733,32	3,35	4,32	2,94	26,80	4,32
44	2895,53	3,67	4,66	3,25	28,39	4,66
45	2892,13	3,76	4,75	3,34	28,36	4,75
46	2905,96	3,79	4,78	3,36	28,50	4,78
47	3052,99	4,02	4,99	3,57	29,94	4,99
48	3151,80	4,33	5,31	3,87	30,91	5,31
49	3093,24	4,41	5,38	3,93	30,33	5,38
50	3103,42	4,45	5,43	3,97	30,43	5,43
51	3227,43	4,67	5,65	4,19	31,65	5,65
52	3265,66	5,04	6,04	4,52	32,02	6,04
53	3291,61	5,42	6,45	4,84	32,28	6,45
54	3333,21	5,82	6,88	5,18	32,69	6,88
55	3269,70	5,91	6,98	5,25	32,06	6,98
56	3351,38	6,07	7,15	5,39	32,86	7,15
57	3434,79	6,52	7,63	5,77	33,68	7,63
58	3376,99	6,69	7,82	5,90	33,11	7,82
59	3453,04	6,86	8,00	6,05	33,86	8,00

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
60	3523,52	7,31	8,46	6,43	34,55	8,46
61	3451,73	7,48	8,63	6,58	33,85	8,63
62	3515,52	7,64	8,81	6,72	34,47	8,81
63	3585,02	8,09	9,28	7,11	35,15	9,28
64	3518,71	8,26	9,47	7,27	34,50	9,47
65	3490,86	8,28	9,50	7,29	34,23	9,50
66	3578,66	8,49	9,71	7,47	35,09	9,71
67	3599,51	8,82	10,04	7,75	35,30	10,04
68	3573,43	9,01	10,24	7,93	35,04	10,24
69	3691,16	9,58	10,83	8,43	36,20	10,83
70	3624,82	9,81	11,08	8,63	35,55	11,08
71	3666,61	9,95	11,23	8,76	35,95	11,23
72	3746,40	10,47	11,79	9,25	36,74	11,79
73	3679,75	10,59	11,95	9,37	36,08	11,95
74	3723,19	10,70	12,06	9,47	36,51	12,06
75	3809,99	11,18	12,56	9,90	37,36	12,56
76	3828,56	11,85	13,25	10,44	37,54	13,25
77	3816,86	12,20	13,59	10,71	37,43	13,59
78	3824,52	12,35	13,75	10,84	37,50	13,75
79	3874,13	12,74	14,16	11,17	37,99	14,16
80	3832,66	13,04	14,49	11,40	37,58	14,49
81	3785,94	13,06	14,52	11,42	37,12	14,52
82	3881,13	13,28	14,74	11,61	38,06	14,74
83	3913,87	13,65	15,13	11,92	38,38	15,13
84	3884,53	13,84	15,33	12,08	38,09	15,33
85	3824,85	13,88	15,37	12,10	37,51	15,37
86	3872,06	13,98	15,47	12,18	37,97	15,47
87	3959,41	14,29	15,79	12,45	38,83	15,79
88	3939,40	14,61	16,12	12,71	38,63	16,12
89	3856,53	14,69	16,19	12,76	37,82	16,19
90	3935,31	14,89	16,40	12,92	38,59	16,40
91	3989,97	15,40	16,89	13,29	39,13	16,89
92	3911,01	15,55	17,02	13,39	38,35	17,02
93	3940,53	15,65	17,12	13,46	38,64	17,12
94	3999,32	15,98	17,43	13,71	39,22	17,43
95	3999,74	16,26	17,68	13,90	39,22	17,68
96	3889,21	16,46	17,82	14,00	38,14	17,82
97	3822,93	16,51	17,84	14,01	37,49	17,84

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
98	3796,32	16,52	17,84	14,01	37,23	17,84
99	3773,71	16,53	17,84	14,01	37,01	17,84
100	3757,20	16,54	17,84	14,01	36,84	17,84
101	3743,75	16,54	17,84	14,01	36,71	17,84
102	3727,42	16,54	17,84	14,01	36,55	17,84
103	3708,48	16,54	17,83	14,00	36,37	17,83
104	3690,55	16,54	17,82	14,00	36,19	17,82
105	3680,52	16,53	17,82	14,04	36,09	17,82

 retak pertama

 beban maksimum

5. Balok Beton Serat 0,9% (A)

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
1	1,37	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00
2	4,53	0,00	0,00	-0,01	0,04	0,00
3	12,60	0,00	0,00	-0,01	0,12	0,00
4	278,49	0,28	0,12	-0,01	2,73	0,12
5	463,97	0,43	0,25	-0,01	4,55	0,25
6	489,52	0,45	0,27	-0,01	4,80	0,27
7	643,45	0,57	0,39	-0,01	6,31	0,39
8	830,59	0,78	0,61	-0,01	8,14	0,61
9	853,23	0,83	0,67	-0,01	8,37	0,67
10	1096,84	1,16	1,01	-0,01	10,76	1,01
11	1150,13	1,32	1,19	-0,01	11,28	1,19
12	1268,72	1,46	1,33	-0,01	12,44	1,33
13	1459,73	1,80	1,67	-0,01	14,31	1,67
14	1499,37	1,89	1,77	-0,01	14,70	1,77
15	1638,84	2,11	1,98	-0,01	16,07	1,98
16	1638,78	2,15	2,03	-0,02	16,07	2,03
17	1611,96	2,15	2,03	-0,01	15,81	2,03
18	1588,89	2,15	2,02	-0,01	15,58	2,02
19	1567,64	2,15	2,01	-0,02	15,37	2,01
20	1547,41	2,15	2,00	-0,01	15,17	2,00

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
21	1527,94	2,15	1,98	-0,01	14,98	1,98
22	1602,06	2,18	2,03	-0,02	15,71	2,03
23	1737,28	2,29	2,17	-0,02	17,04	2,17
24	1945,58	2,55	2,43	0,05	19,08	2,43
25	2097,93	2,80	2,69	0,23	20,57	2,69
26	2077,49	2,82	2,72	0,26	20,37	2,72
27	2064,27	2,82	2,72	0,26	20,24	2,72
28	2174,15	2,91	2,82	0,35	21,32	2,82
29	2417,45	3,24	3,17	0,65	23,71	3,17
30	2432,95	3,32	3,25	0,73	23,86	3,25
31	2513,96	3,41	3,35	0,82	24,65	3,35
32	2634,28	3,58	3,53	0,97	25,83	3,53
33	2759,44	3,78	3,74	1,17	27,06	3,74
34	2755,50	3,83	3,80	1,22	27,02	3,80
35	2817,80	3,89	3,87	1,28	27,63	3,87
36	2948,16	4,07	4,06	1,45	28,91	4,06
37	3074,60	4,28	4,27	1,65	30,15	4,27
38	3074,19	4,34	4,34	1,72	30,15	4,34
39	3121,77	4,40	4,41	1,77	30,61	4,41
40	3334,29	4,71	4,73	2,06	32,70	4,73
41	3398,60	4,89	4,91	2,24	33,33	4,91
42	3413,94	4,93	4,96	2,28	33,48	4,96
43	3620,03	5,24	5,28	2,57	35,50	5,28
44	3685,67	5,45	5,51	2,78	36,14	5,51
45	3692,63	5,49	5,56	2,83	36,21	5,56
46	3883,82	5,87	5,95	3,21	38,08	5,95
47	3893,59	6,24	6,40	3,63	38,18	6,40
48	3995,27	7,28	7,64	4,71	39,18	7,64
49	3986,19	7,67	8,19	5,15	39,09	8,19
50	4069,94	8,17	8,81	5,71	39,91	8,81
51	4053,19	8,30	8,97	5,84	39,75	8,97
52	4143,72	8,81	9,62	6,39	40,63	9,62
53	4046,82	8,95	9,81	6,52	39,68	9,81
54	4167,20	9,44	10,40	6,94	40,86	10,40
55	4094,46	9,72	10,79	7,19	40,15	10,79
56	4154,68	9,86	10,95	7,31	40,74	10,95
57	4255,00	10,33	11,52	7,76	41,72	11,52
58	4132,33	10,50	11,68	7,88	40,52	11,68

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
59	4250,84	10,86	12,03	8,18	41,68	12,03
60	4233,43	11,22	12,40	8,48	41,51	12,40
61	4244,80	11,35	12,54	8,60	41,62	12,54
62	4184,38	11,97	13,18	9,28	41,03	13,18
63	4251,36	12,52	13,80	10,00	41,69	13,80
64	4317,00	13,14	14,48	10,74	42,33	14,48
65	4229,42	13,32	14,67	10,96	41,47	14,67
66	4339,60	13,58	14,97	11,25	42,55	14,97
67	4322,49	14,01	15,43	11,71	42,39	15,43
68	4335,45	14,15	15,61	11,88	42,51	15,61
69	4381,15	14,66	16,19	12,42	42,96	16,19
70	4286,04	14,76	16,32	12,52	42,03	16,32
71	4422,61	15,11	16,74	12,90	43,37	16,74
72	4384,62	15,47	17,17	13,29	43,00	17,17
73	4365,91	15,53	17,27	13,37	42,81	17,27
74	4409,93	16,06	17,95	13,90	43,24	17,95
75	4182,35	16,25	18,26	14,02	41,01	18,26
76	4222,83	16,52	18,64	14,47	41,41	18,64
77	4075,61	16,89	19,13	15,12	39,97	19,13

 retak pertama

 beban maksimum

6. Balok Beton Serat 0,9% (B)

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
1	20,10	0,01	0,01	0,02	0,20	0,01
2	150,57	0,10	0,03	0,03	1,48	0,03
3	273,73	0,19	0,10	0,11	2,68	0,10
4	318,51	0,23	0,12	0,14	3,12	0,12
5	346,92	0,26	0,14	0,15	3,40	0,14
6	361,27	0,27	0,15	0,16	3,54	0,15
7	373,02	0,28	0,16	0,16	3,66	0,16
8	572,52	0,41	0,27	0,25	5,61	0,27
9	643,90	0,46	0,32	0,29	6,31	0,32

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
10	663,69	0,48	0,33	0,30	6,51	0,33
11	677,98	0,49	0,34	0,31	6,65	0,34
12	694,26	0,51	0,36	0,32	6,81	0,36
13	702,42	0,51	0,36	0,33	6,89	0,36
14	715,18	0,53	0,37	0,34	7,01	0,37
15	731,29	0,54	0,39	0,35	7,17	0,39
16	743,54	0,55	0,40	0,37	7,29	0,40
17	753,97	0,56	0,41	0,38	7,39	0,41
18	747,07	0,56	0,41	0,38	7,33	0,41
19	753,95	0,57	0,41	0,38	7,39	0,41
20	783,85	0,59	0,43	0,40	7,69	0,43
21	802,14	0,61	0,45	0,42	7,87	0,45
22	833,45	0,64	0,48	0,43	8,17	0,48
23	873,12	0,67	0,52	0,46	8,56	0,52
24	916,15	0,72	0,57	0,51	8,98	0,57
25	971,92	0,78	0,64	0,56	9,53	0,64
26	999,57	0,83	0,68	0,61	9,80	0,68
27	1031,27	0,87	0,72	0,64	10,11	0,72
28	1059,93	0,91	0,77	0,68	10,39	0,77
29	1068,34	0,93	0,79	0,69	10,48	0,79
30	1143,85	1,01	0,88	0,76	11,22	0,88
31	1240,94	1,16	1,07	0,94	12,17	1,07
32	1267,41	1,23	1,15	1,01	12,43	1,15
33	1312,90	1,29	1,23	1,09	12,87	1,23
34	1339,18	1,34	1,28	1,13	13,13	1,28
35	1340,78	1,35	1,30	1,14	13,15	1,30
36	1344,79	1,37	1,31	1,16	13,19	1,31
37	1334,64	1,37	1,31	1,15	13,09	1,31
38	1329,88	1,38	1,31	1,17	13,04	1,31
39	1348,06	1,40	1,31	1,18	13,22	1,31
40	1365,28	1,42	1,31	1,20	13,39	1,31
41	1379,63	1,43	1,31	1,22	13,53	1,31
42	1414,90	1,47	1,31	1,25	13,87	1,31
43	1427,17	1,50	1,31	1,29	13,99	1,31
44	1461,08	1,54	1,32	1,34	14,33	1,32
45	1489,72	1,59	1,35	1,40	14,61	1,35
46	1511,69	1,63	1,39	1,44	14,82	1,39
47	1527,60	1,66	1,43	1,47	14,98	1,43

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
49	1551,03	1,70	1,43	1,50	15,21	1,43
50	1566,74	1,72	1,43	1,52	15,36	1,43
51	1571,30	1,74	1,43	1,54	15,41	1,43
52	1589,62	1,76	1,43	1,56	15,59	1,43
53	1603,79	1,78	1,43	1,59	15,73	1,43
54	1620,67	1,81	1,43	1,61	15,89	1,43
55	1636,55	1,84	1,43	1,65	16,05	1,43
56	1650,39	1,86	1,45	1,67	16,18	1,45
57	1682,72	1,91	1,49	1,71	16,50	1,49
58	1713,12	1,93	1,54	1,76	16,80	1,54
59	1742,12	1,96	1,59	1,81	17,08	1,59
60	1776,09	2,00	1,64	1,85	17,42	1,64
61	1777,37	2,03	1,67	1,87	17,43	1,67
62	1822,38	2,07	1,72	1,91	17,87	1,72
63	1873,91	2,15	1,80	1,96	18,38	1,80
64	1886,34	2,17	1,83	1,98	18,50	1,83
65	1900,15	2,19	1,85	1,99	18,63	1,85
66	1916,87	2,21	1,88	2,03	18,80	1,88
67	1952,27	2,25	1,92	2,10	19,14	1,92
68	1998,08	2,31	1,99	2,18	19,59	1,99
69	2032,75	2,36	2,05	2,21	19,93	2,05
70	2075,00	2,41	2,11	2,23	20,35	2,11
71	2084,51	2,44	2,14	2,25	20,44	2,14
72	2069,14	2,44	2,14	2,25	20,29	2,14
73	2097,28	2,47	2,17	2,27	20,57	2,17
74	2177,19	2,55	2,27	2,39	21,35	2,27
75	2225,49	2,63	2,35	2,50	21,82	2,35
76	2296,46	2,72	2,46	2,56	22,52	2,46
77	2368,35	2,82	2,57	2,64	23,22	2,57
78	2417,34	2,91	2,67	2,71	23,70	2,67
79	2406,11	2,92	2,68	2,72	23,59	2,68
80	2487,98	3,00	2,78	2,85	24,40	2,78
81	2546,73	3,08	2,87	2,93	24,97	2,87
82	2617,07	3,19	2,99	3,01	25,66	2,99
83	2712,87	3,34	3,15	3,15	26,60	3,15
84	2743,94	3,42	3,24	3,22	26,91	3,24
85	2766,76	3,46	3,28	3,26	27,13	3,28
86	2856,29	3,60	3,43	3,39	28,01	3,43

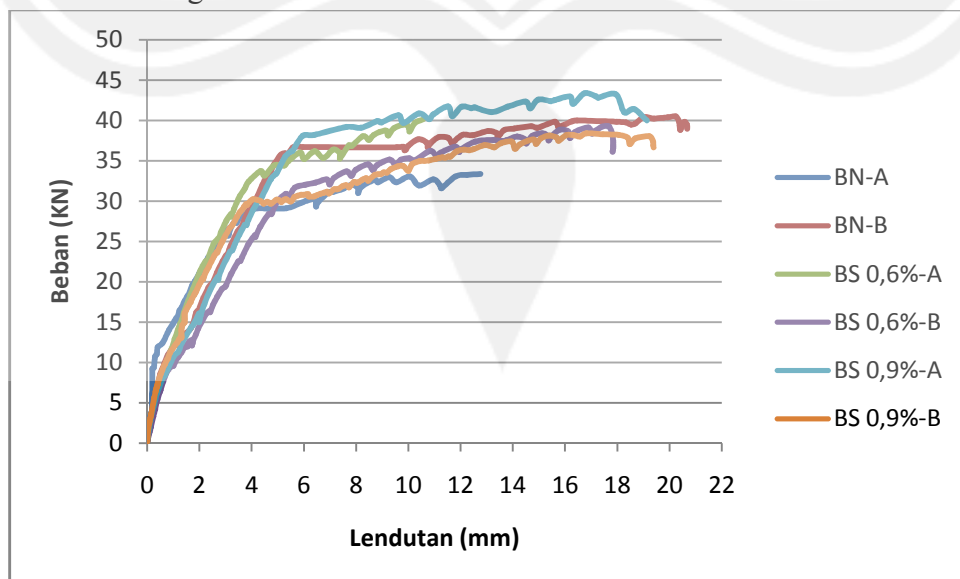
No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
87	2920,44	3,70	3,55	3,51	28,64	3,55
88	2949,69	3,78	3,64	3,59	28,92	3,64
89	2982,32	3,85	3,71	3,63	29,24	3,71
90	3021,55	3,93	3,79	3,70	29,63	3,79
91	3010,57	3,96	3,83	3,73	29,52	3,83
92	3033,33	4,02	3,88	3,78	29,74	3,88
93	3081,64	4,17	4,05	3,89	30,22	4,05
94	3056,48	4,39	4,35	4,10	29,97	4,35
95	3027,21	4,47	4,46	4,16	29,68	4,46
96	3048,06	4,57	4,59	4,25	29,89	4,59
97	3028,16	4,65	4,71	4,34	29,69	4,71
98	3026,77	4,68	4,76	4,37	29,68	4,76
99	3076,19	4,83	4,95	4,52	30,17	4,95
100	3067,08	4,92	5,08	4,62	30,08	5,08
101	3047,39	4,96	5,14	4,66	29,88	5,14
102	3070,15	5,02	5,21	4,73	30,11	5,21
103	3081,64	5,10	5,32	4,82	30,22	5,32
104	3053,66	5,24	5,50	4,98	29,94	5,50
105	3109,75	5,34	5,63	5,10	30,49	5,63
106	3127,36	5,44	5,77	5,22	30,67	5,77
107	3137,61	5,54	5,89	5,33	30,77	5,89
108	3137,74	5,62	5,99	5,43	30,77	5,99
109	3144,57	5,69	6,08	5,52	30,84	6,08
110	3146,20	5,76	6,17	5,61	30,85	6,17
111	3115,87	5,77	6,19	5,63	30,55	6,19
112	3116,71	5,92	6,39	5,86	30,56	6,39
113	3133,55	6,01	6,50	5,97	30,73	6,50
114	3151,17	6,10	6,63	6,09	30,90	6,63
115	3164,44	6,21	6,76	6,21	31,03	6,76
116	3178,32	6,30	6,89	6,32	31,17	6,89
117	3153,74	6,36	6,96	6,39	30,93	6,96
118	3208,03	6,51	7,16	6,58	31,46	7,16
119	3208,72	6,60	7,26	6,67	31,46	7,26
120	3217,22	6,66	7,34	6,75	31,55	7,34
121	3249,59	6,77	7,48	6,87	31,87	7,48
122	3260,58	6,87	7,61	6,99	31,97	7,61
123	3244,53	6,93	7,70	7,07	31,82	7,70
124	3233,15	6,96	7,73	7,11	31,70	7,73

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
125	3299,65	7,12	7,92	7,28	32,36	7,92
126	3287,08	7,20	8,02	7,37	32,23	8,02
127	3299,09	7,27	8,11	7,45	32,35	8,11
128	3323,87	7,36	8,22	7,54	32,59	8,22
129	3347,55	7,49	8,38	7,68	32,83	8,38
130	3315,75	7,55	8,45	7,74	32,51	8,45
131	3334,88	7,61	8,51	7,79	32,70	8,51
132	3391,00	7,78	8,71	7,97	33,25	8,71
133	3398,14	7,90	8,85	8,09	33,32	8,85
134	3399,36	7,99	8,94	8,17	33,33	8,94
135	3422,89	8,08	9,05	8,27	33,56	9,05
136	3418,03	8,20	9,18	8,38	33,52	9,18
137	3460,69	8,33	9,33	8,51	33,94	9,33
138	3499,64	8,57	9,60	8,75	34,32	9,60
139	3501,68	8,74	9,81	8,92	34,34	9,81
140	3441,96	8,90	9,99	9,09	33,75	9,99
141	3524,96	9,03	10,15	9,20	34,57	10,15
142	3563,15	9,27	10,43	9,43	34,94	10,43
143	3567,97	9,44	10,61	9,58	34,99	10,61
144	3571,05	9,58	10,77	9,71	35,02	10,77
145	3592,10	9,81	11,04	9,92	35,22	11,04
146	3603,83	9,94	11,18	10,04	35,34	11,18
147	3610,76	10,05	11,32	10,15	35,41	11,32
148	3605,61	10,13	11,41	10,22	35,36	11,41
149	3623,86	10,25	11,53	10,32	35,54	11,53
150	3618,59	10,32	11,61	10,38	35,48	11,61
151	3688,95	10,56	11,87	10,60	36,17	11,87
152	3707,57	10,78	12,12	10,82	36,36	12,12
153	3700,82	10,96	12,31	11,00	36,29	12,31
154	3712,28	11,11	12,49	11,14	36,40	12,49
155	3765,27	11,47	12,92	11,49	36,92	12,92
156	3745,80	11,71	13,21	11,75	36,73	13,21
157	3737,85	11,78	13,30	11,83	36,65	13,30
158	3788,94	12,01	13,56	12,06	37,15	13,56
159	3809,37	12,35	13,96	12,43	37,35	13,96
160	3718,51	12,44	14,08	12,57	36,46	14,08
161	3772,92	12,57	14,27	12,76	37,00	14,27
162	3822,87	12,84	14,59	13,07	37,49	14,59

No	Load Cell (kg)	LVDT 1 (mm)	LVDT 2 (mm)	LVDT 3 (mm)	Beban (P) (KN)	Lendutan (ϕ) mm
163	3835,09	13,04	14,82	13,27	37,61	14,82
164	3782,03	13,11	14,89	13,34	37,09	14,89
165	3852,25	13,27	15,07	13,50	37,78	15,07
166	3885,72	13,57	15,40	13,79	38,10	15,40
167	3858,50	13,80	15,69	14,06	37,84	15,69
168	3820,86	13,86	15,76	14,13	37,47	15,76
169	3892,92	14,09	16,04	14,38	38,17	16,04
170	3891,32	14,33	16,33	14,64	38,16	16,33
171	3874,99	14,52	16,57	14,86	38,00	16,57
172	3915,05	14,73	16,82	15,08	38,39	16,82
173	3903,11	15,26	17,45	15,59	38,27	17,45
174	3895,29	15,77	18,05	16,06	38,20	18,05
175	3857,39	16,06	18,40	16,35	37,83	18,40
176	3778,80	16,13	18,48	16,41	37,05	18,48
177	3848,90	16,30	18,69	16,58	37,74	18,69
178	3878,18	16,74	19,21	17,04	38,03	19,21
179	3812,52	16,87	19,36	17,18	37,39	19,36
180	3761,19	16,88	19,38	17,19	36,88	19,38
181	3736,55	16,88	19,39	17,19	36,64	19,39

- retak pertama
- beban maksimum

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan

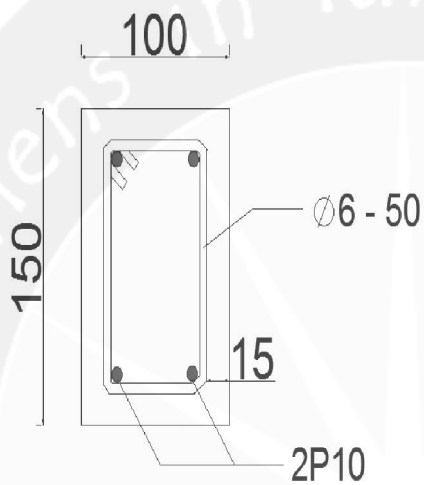


LAMPIRAN VII

PERHITUNGAN ANALISIS TEORITIS BEBAN MAKSIMUM DAN BEBAN SAAT RETAK PERTAMA

1. Balok BN

Diketahui :



$$b = 100 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$l = 1400 \text{ mm}$$

$$d = 124 \text{ mm}$$

Tulangan diameter 10 mm

$$F_y = 359,163 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25,3964 \text{ MPa}$$

$$\beta_T = 0,85$$

Selimut beton = 15 mm

Penyelesaian :

$$\blacktriangleright A_s = 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times b^2 \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^3\right)$$

$$= 157\text{mm}^2$$

➤ $\Sigma H = 0$

$$C_c = T_s$$

$$0,85 \cdot a \cdot b \cdot f_c' = A_s \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 25,3964 = 157,0796 \cdot 359,1629$$

$$a = 26,1216\text{mm}$$

➤ $M_n = C_c \cdot z$

$$= 0,85 \times a \times b \times f_c' \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 0,85 \times 26,1216 \times 100 \times 25,3964 \times \left(d - \frac{26,1216}{2}\right)$$

$$= 6255704,5 \text{ N.mm}$$

$$= 6,256 \text{ KN.m}$$

➤ $M_u = M_n$

$$= 6,256 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{1}{6} \times P \times L$$

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

$$= \frac{6 \times 6256}{14}$$

$$= 26,81 \text{ KN}$$

➤ Momen inersia (I)

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$= \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3$$

$$= 28125000\text{mm}^4$$

Pada saat retak pertama

Modulus retak (f_r)

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

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{253964}$$

$$= 3,527 \text{ MPa}$$

Momen pada beban teoritis

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

$$= \frac{3527 \times 28125000}{75}$$

$$= 1322864,6 \text{ N.mm}$$

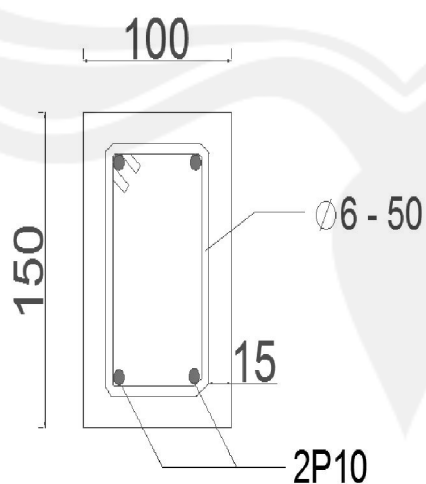
$$= 1,322 \text{ K.m}$$

$$P_{cr} = \frac{M_{cr} \times 6}{L}$$

$$= 566 \text{ KN}$$

2. Balok BS 0,6%

Diketahui :



$$b = 100 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$l = 1400 \text{ mm}$$

$$d = 124 \text{ mm}$$

Tulangan diameter 10 mm

$$F_y = 359,163 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 27,39177 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

Selimit beton = 15 mm

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{➤ } A_s &= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times b^2 \right) \\ &= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \right) \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{➤ } \Sigma H = 0$$

$$C_c = T_s$$

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

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 27,39177 = 157,0796 \cdot 359,1629$$

$$a = 24,2187 \text{ mm}$$

$$\text{➤ } M_n = C_c \cdot z$$

$$= 0,85 \times a \times b \times f'_c \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0,85 \times 24,2187 \times 100 \times 27,39177 \times \left(d - \frac{24,2187}{2} \right)$$

$$= 6309353,9 \text{ N.mm}$$

$$= 6,3093 \text{ KN.m}$$

$$\text{➤ } M_u = M_n$$

$$= 6,3093 \text{ KN.m}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{1}{6} \times P \times L \\
 P &= \frac{6 \times M_u}{L} \\
 &= \frac{6 \times 63093}{14} \\
 &= 27,0401 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

➤ Momen inersia (I)

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3 \\
 &= 28125000 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Pada saat retak pertama

Modulus retak (f_r)

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,7 \times \sqrt{f'_c} \\
 f_r &= 0,7 \times \sqrt{2739177} \\
 &= 36636 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

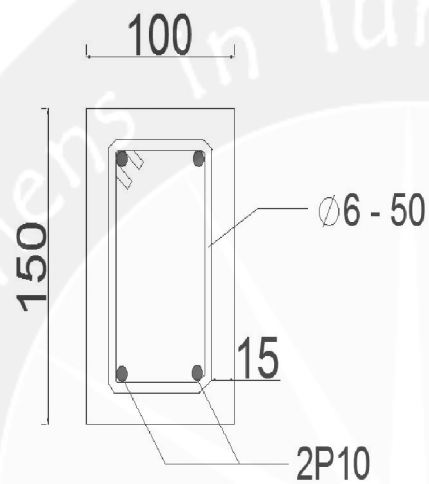
Momen pada beban teoritis

$$\begin{aligned}
 M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{y} \\
 &= \frac{36636 \times 28125000}{75} \\
 &= 1373850,1 \text{ N.mm} \\
 &= 1,3738 \text{ KN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{cr} &= \frac{M_{cr} \times 6}{L} \\
 &= 53869 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

3. Balok BS 0,9%

Diketahui :



$$b = 100 \text{ mm}$$

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$l = 1400 \text{ mm}$$

$$d = 124 \text{ mm}$$

Tulangan diameter 10 mm

$$F_y = 359,163 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 28,676 \text{ MPa}$$

$$\beta_T = 0,85$$

Selimut beton = 15 mm

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \triangleright A_s &= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times b^2 \right) \\ &= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \right) \end{aligned}$$

$$= 157\text{mm}^2$$

$$\text{➤ } \Sigma H = 0$$

$$C_c = T_s$$

$$0,85 \cdot a \cdot b \cdot f_c' = A_s \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 28,676 = 157,0796 \cdot 359,1629$$

$$a = 23,1344\text{mm}$$

$$\text{➤ } M_n = C_c \cdot z$$

$$= 0,85 \times a \times b \times f_c' \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$= 0,85 \times 23,1344 \times 100 \times 28,676 \times \left(d - \frac{2421877}{2}\right)$$

$$= 6,3399 \text{ N.m}$$

$$= 6,3399 \text{ KN.m}$$

$$\text{➤ } M_u = M_n$$

$$= 6,3399 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{1}{6} \times P \times L$$

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

$$= \frac{6 \times 63399}{14}$$

$$= 27,1711 \text{ KN}$$

$$\text{➤ } \text{Momen inersia (I)}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$= \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3$$

$$= 28125000\text{mm}^4$$

Pada saat retak pertama

Modulus retak (fr)

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

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{28,676}$$

$$= 37485\text{MPa}$$

Momen pada beban teoritis

$$\begin{aligned}M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{y} \\&= \frac{37485 \times 28125000}{75} \\&= 1405686,9 \text{ N.mm} \\&= 1,4057 \text{ KN.m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{cr} &= \frac{M_{cr} \times 6}{L} \\&= 60244\text{KN}\end{aligned}$$

LAMPIRAN VIII

DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN



Pemotongan tali Benerer



Pengujian kuat tarik baja



Perangkaian tulangan balok



Pembuatan bekesting



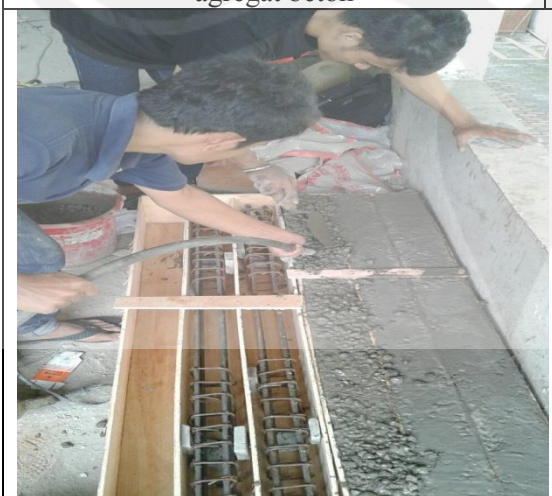
Pencampuran agregat beton



Pencampuran serat ke dalam adukan agregat beton



Pengujian *slump*



Pengecoran benda uji



Membuka bekesting balok



Perawatan benda uji



Benda uji beton silinder



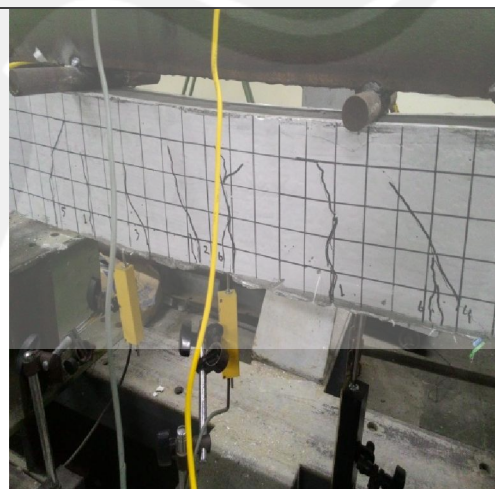
Pengujian kuat tekan beton



Pengujian kuat lentur balok tanpa tumpuan



Pengujian kuat lentur balok



Retakan pada balok yang diuji



Pengujian kuat lentur balok



Balok yang sudah diuji

