

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pembahasan serta analisis yang telah dilakukan pada perkuatan balok beton bertulang dengan *fiber glass* jacket pada kondisi lentur diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Rata - rata beban maksimum yang mampu diterima oleh balok setelah diuji adalah BBN: 28,248 kN, BBFG 4: 35,083 kN, BBFG 5: 38,152 kN, sedangkan rata-rata beban maksimum balok hasil analisis teoritis yaitu BBN: 23,238 kN, BBFG 4: 27,984 kN, dan BBFG 5: 28,262 kN.
2. Beban maksimum yang dihasilkan dari penelitian ini mengalami peningkatan bila balok beton normal dibandingkan dengan balok beton perkuatan *fiber glass*. Untuk beban maksimum pada BBFG 4 lapisan mengalami peningkatan sebesar 19,481% dan pada BBFG 5 lapisan mengalami peningkatan sebesar 25,959%.
3. Peresentase perbandingan beban retak pertama balok normal terhadap balok perkuatan *fiber glass* hasil pengujian yaitu sebesar 13,546% untuk BBFG 4 dan 20,043% untuk BBFG 5. Sedangkan untuk luluh pertama persentase kenaikan bebannya dari balok normal terhadap balok perkuatan *fiber glass*-nya yaitu untuk BBFG 4 sebesar 16,029% dan BBFG 5 sebesar 25,07%.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada pun beberapa saran yang penulis berikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut ini.

1. Pemasangan dan penggunaan lem yang lebih bagus dari lem epoxy merek “ALF” sangat disarankan. Karena hal itu sangat mempengaruhi kekuatan *fiber glass*-nya yang menempel pada beton.
2. Penggunaan bekesting yang lebih kuat sehingga balok yang dicetak tidak mengalami lendutan dan penumbukan adukan beton di dalam bekesting yang lebih padat sehingga balok tidak mengalami keropos.
3. Untuk Penelitian selanjutnya perlu dilakukan perkuatan pada kondisi geser balok atau penelitian dengan cara mengambil benda uji yang telah retak untuk kemudian melakukan perbaikan menggunakan *fiber glass*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1985, *Disain Baja Konstruksi (Struktural Steel Design)*, Penerjemah antur Silaban, Ph.D., Erlangga, Jakarta.
- Caroline, L., 2013, *Perkuatan Kolom Pendek Beton Bertulang Dengan Fiber Glass Jacket Pada Kondisi Keruntuhan Tarik*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Chapra, C. S., dan Canale, P. R., 1989, *Metode Numerik*, Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Djamaluddin, R., Irmawati, R., dan Didipu, L. N., 2014, *Pengaruh Lapisan Hybrid Serat Karbon Dan Serat Gelas Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia.
- Mahendra, G. P., 2013, *Perkuatan Kolom Dengan Fiber Glass Jacket Yang Dibebani Eksentrik*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- McCormac, C. J., 2000, *Desain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Murdock, L.J dkk., 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G., 1994, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Oentoeng, 1999, *Konstruksi Baja*, Andi, Surabaya.
- Nugroho, H., 2013, *Perkuatan Kolom Beton Bertulang Dengan Fiber Glass Jacket Yang Dibebani Konsentrik*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Pangestuti, K. E., dan Prihanantio, J., 2008, *Analisis Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Carbon Fiber Wrap*, Jurnal Teknik sipil dan Perencanaan, Nomor 1 volume 10, hal. 13-20.
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971 N-2)*, Lembaga Penelitian Masalah Bangunan.

Petrico G, I., 2013, *Perbandingan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Perkuatan CFRP Dan GFRP*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

SNI 03 - 4431 - 1997, 1997, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

SNI 03 - 2834 - 2000, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standardisasi Nasional.

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

SNI M - 02 - 1990 - F, 1990, *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Badan Standardisasi Nasional.

SNI S - 04 - 1989 - F, 1989, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*, Badan Standardisasi Nasional.

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

Tama .S, M, C., 2014, *Perkuatan Kolom Langsing Beton Bertulang Dengan Fiber Glass Jacket Pada Kondisi Keruntuhan Tarik*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Tjokrodinuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.

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

<http://www.rumahfiber.com/2014/05/pengertian-fiberglass-atau-fibre-glass.html..>, Akses 09 April 2015.

<http://id.wikipedia.org/wiki/Kaca-serat>, Akses 09 April 2015.

<http://tsipilbjb.blogspot.com/>, Akses, 23 Juni 2015.



LAMPIRAN I

PENGUJIAN BAHAN

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir

Asal : Kali Progo

Diperiksa : 12 Mei 2015

DAFTAR AYAKAN

Lubang Ayakan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Jumlah Pasir	Sisa Ayakan %	Jumlah Sisa Ayakan %	Jumlah yang Melalui Ayakan
3/8"	545,81	545,93	0,12	0,012	0,012	99,988
4	513,27	532,99	19,72	1,972	1,984	98,016
8	193,69	327,72	134,03	13,403	15,387	84,613
16	93,23	425,9	332,67	33,267	48,654	51,346
30	232,17	293,68	61,51	6,151	54,805	45,195
50	135,55	374,7	239,15	23,915	78,72	21,28
100	130,76	285,19	154,43	15,443	94,163	5,837
0 (Pan)	317,45	375,82	58,37	5,837	100	0
Jumlah			1000		293,713	

$$\text{Modulus halus butiran} = \frac{293,713}{1000} = 2,937$$

Kesimpulan: MHB pasir $2,3 \leq 2,94 \leq 3,8$ Syarat terpenuhi (OK)



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir

Asal : Kali Progo

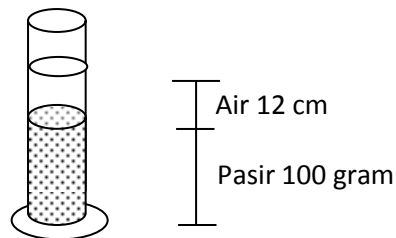
Diperiksa : 14 Mei 2015

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) (V)	500 gram
B	Berat Contoh Kering (A)	497,48 gram
C	Jumlah Air (W)	307 Cc
E	Berat Jenis $Bulk = \frac{(A)}{(V - W)}$	2,578
F	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(500)}{(V - W)}$	2,591
G	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) $= \frac{(A)}{(V - W) - (500 - A)}$	2,916
H	Penyerapan (<i>Absorption</i>) $= \frac{(500 - A)}{(A)} \times 100 \%$	7,023%



PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu Pemeriksaan: 14 Mei 2015
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal : Kali Progo, Berat: 100 gram
 - b. Air jernih asal : L.SBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Gelas ukur, ukuran: 250 cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - d. Air tetap jernih setelah 7 kali pengocokan
 - e. Pasir + piring masuk tungku tanggal 14 Mei jam 09.48 WIB
- IV. Sketsa



- V. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 15 Mei jam 10.00 WIB

- a. Berat piring + pasir = 224,2 gram
- b. Berat piring kosong = 126,57 gram
- c. Berat pasir = 97,63 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 97,63}{100} \times 100\%$$

$$= 2,37 \% \quad \text{..... syarat tidak boleh melebihi } 5\%$$



PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

I. Waktu Pemeriksaan: 14 Mei 2015

II. Bahan

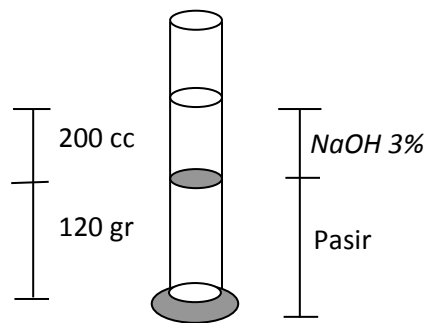
a. Pasir kering tungku, Asal: Kali Progo, Volume: 120 gram

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.



PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN *SPLIT*

Bahan : *Split*

Asal : Clereng

Diperiksa : 16 Mei 2014

DAFTAR AYAKAN

No. Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ Berat Tertahan (gram)	Persentase Berat Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
¾"	559	559	0	0	0	100
½"	462	508	46	46	4.6	95.4
3/8"	547	955	408	454	45.4	59.2
4	416	935	519	973	97.3	2.7
8	329	342	13	986	98.6	1.4
30	295	297	2	988	98.8	1.2
50	294	295	1	989	98.9	1.1
100	286	289	3	992	99.2	0.8
200	339	342	3	995	99.5	0.5
Pan	378	383	5	1000	100	0
Total			1000		642.3	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{642,3}{100} = 6,423$$

Kesimpulan: MHB *split* $6 \leq 6,423 \leq 7,1$ Syarat terpenuhi (OK)



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT*

Bahan : Batu Pecah (*Split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 16 Mei 2015

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	1000,58 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1012,96 gram
C	Berat Contoh Dalam Air	624 gram
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,561
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,604
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,677
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	0,0169%



PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM *SPLIT*

- I. Waktu Pemeriksaan: 16 Mei 2015
- II. Bahan
 - a. *Split* kering tungku asal : Clereng, Berat: 100 gram
 - b. Air jernih asal : 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 5 kali pencucian dalam air
 - e. *Split* + pan masuk tungku tanggal 16 Mei jam 10.30 WIB
- IV. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 17 Mei jam 10.45 WIB

 - a. Berat pan + *split* = 227 gram
 - b. Berat piring kosong = 128 gram
 - c. Berat *split* = 99 gram

$$\text{KandunganLumpur} = \frac{100 - 99}{100} \times 100\% \\ = 1\%$$

Kesimpulan: Kandungan lumpur $1 \leq 1$, Syarat terpenuhi (OK)



PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : Agregat kasar

Asal : Kali Progo

Diperiksa : 20 April 2015

Gradasi Saringan		Nomor Contoh
		I
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>Berat Masing-Masing Agregat</i>
$\frac{3}{4}"$	$\frac{1}{2}"$	2500 gram
$\frac{1}{2}"$	$\frac{3}{8}"$	2500 gram

Nomor Contoh	I
Beratsebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No. 12 (B)	35722 gram
Berat sesudah (A)-(B)	1428 gram
$\text{Keausan} = \frac{(A)-(B)}{(A)} \times 100\%$	28,56%
Keausan Rata-rata	28,56%



LAMPIRAN II

HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

1. Baja Tulangan P-10

Beban (Kgf)	Beban (N)	Δp (10^{-2})	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})
100	980,671	0	12,493	0
200	1961,342	0	24,985	0
300	2942,013	1	37,478	0,629
400	3922,684	1	49,970	0,629
500	4903,355	2	62,463	1,257
600	5884,026	3	74,956	1,886
700	6864,697	4	87,448	2,514
800	7845,368	5	99,941	3,143
900	8826,039	6	112,434	3,771
1000	9806,71	7	124,926	4,400
1100	10787,38	8	137,419	5,028
1200	11768,05	9	149,911	5,657
1300	12748,72	10	162,404	6,285
1400	13729,39	11	174,897	6,914
1500	14710,07	12	187,389	7,542
1600	15690,74	13	199,882	8,171
1700	16671,41	13	212,375	8,171
1800	17652,08	14	224,867	8,799
1900	18632,75	15	237,360	9,428
2000	19613,42	16	249,852	10,057
2100	20594,09	17	262,345	10,685
2200	21574,76	18	274,838	11,314
2300	22555,43	19	287,330	11,942
2400	23536,1	20	299,823	12,571
2500	24516,78	21	312,316	13,199
2600	25497,45	22	324,808	13,828
2700	26478,12	23	337,301	14,456

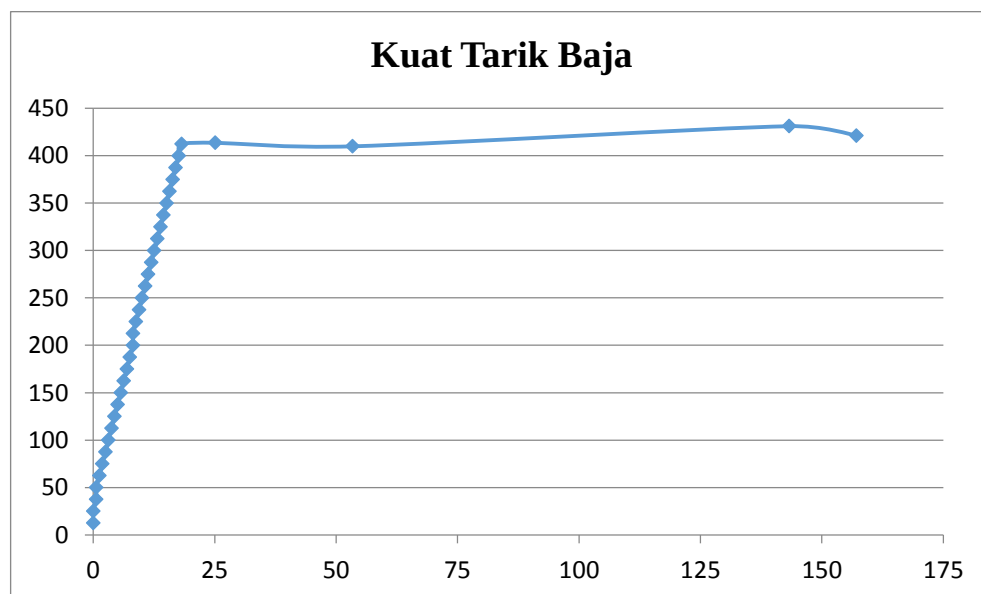


UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

2800	27458,79	24	349,793	15,085
2900	28439,46	25	362,286	15,713
3000	29420,13	26	374,779	16,342
3100	30400,8	27	387,271	16,970
3200	31381,47	28	399,764	17,599
3300	32362,14	29	412,257	18,228
3310	32460,21	40	413,506	25,141
3280	32166,01	85	409,758	53,426
3450	33833,15	228	430,996	143,306
3370	33048,61	250	421,001	157,134
5030	49327,75	-	628,379	-

Diameter = 10 mm
Luas = 78,5 mm²
Po = 159,1 mm
Beban maksimum = 5030 Kgf
Tegangan leleh = 413,506 MPa
Tegangan maksimum = 628,379 MPa
Modulus Elastisitas = 226166,886 MPa





2. Baja Tulangan P-6

Diameter	= 5,63 mm
Luas	= 24,8947 mm ²
P _o	= 104,4 mm
Beban Maksimum	= 1235 kgf
Tegangan Leleh	= 323,0207 MPa
Tegangan Maksimum	= 486,5006 MPa



LAMPIRAN III

PENGUJIAN KUAT TARIK *FIBER GLASS JACKET*

Tabel 1. Hasil Kuat Tarik *Fiber Glass Jacket*

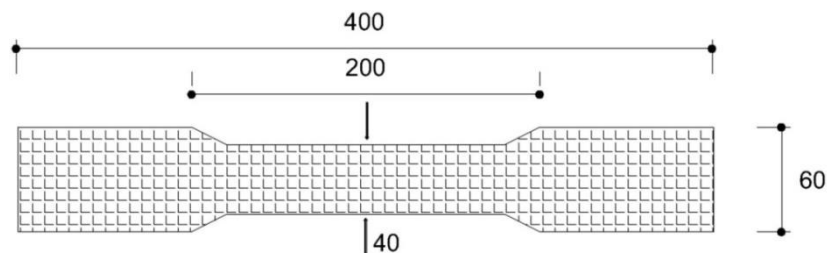
Benda Uji	Kuat Tarik I (kgf)	Kuat Tarik II (kgf)	Kuat Tarik III (kgf)
1 Lapis <i>Fiber Glass</i>	410	445	435
2 Lapis <i>Fiber Glass</i>	530	840	845
3 Lapis <i>Fiber Glass</i>	730	1325	1615
4 Lapis <i>Fiber Glass</i>	1385	1665	1800
5 Lapis <i>Fiber Glass</i>	480	2275	1800

Tabel 2. Hasil Kuat Tarik *Fiber Glass Jacket*

Benda Uji	Kuat Tarik I (MPa)	Kuat Tarik II (MPa)	Kuat Tarik III (MPa)
1 Lapis <i>Fiber Glass</i>	10051,87	10909,96	10664,8
2 Lapis <i>Fiber Glass</i>	6496,94	10297,04	10358,34
3 Lapis <i>Fiber Glass</i>	5965,74	10828,24	13198,2
4 Lapis <i>Fiber Glass</i>	8488,93	10205,11	11032,55
5 Lapis <i>Fiber Glass</i>	2353,61	11155,13	8826,039

Tabel 3. Rata-Rata Hasil Kuat Tarik *Fiber Glass Jacket*

Jumlah Lapisan	Beban (Kgf)
1 Lapis <i>Fiber Glass</i>	440
2 Lapis <i>Fiber Glass</i>	842,5
3 Lapis <i>Fiber Glass</i>	1470
4 Lapis <i>Fiber Glass</i>	1732,5
5 Lapis <i>Fiber Glass</i>	2037,5



Gambar : Sketsa Benda Uji *Fiber Glass* (Dalam Satuan mm)



LAMPIRAN IV

PERENCANAAN ADUKAN UNTUK BETON NORMAL

(SNI 03-2834-2000)

A. Data Bahan

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

B. Data *Specific Gravity*

1. *Specific gravity* agregat halus (pasir) : 2,591 g/cm³.
2. *Specific gravity* agregat kasar (krikil) : 2,604 g/cm³.
3. *Absorption* agregat halus (pasir) : 7,023%
4. *Absorption* agregat kasar (krikil) : 1,69%

C. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur 28 hari. $f_c' = 20$ MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran.
3. Berdasarkan SNI butir 4.2.3.1 1 (5) nilai margin ditentukan sebesar 4,592 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan berdasarkan SNI butir 4.2.3.1 3.
$$f_c' = f_c' + M = 20 + 4,592 = 24,592 \text{ MPa.}$$
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

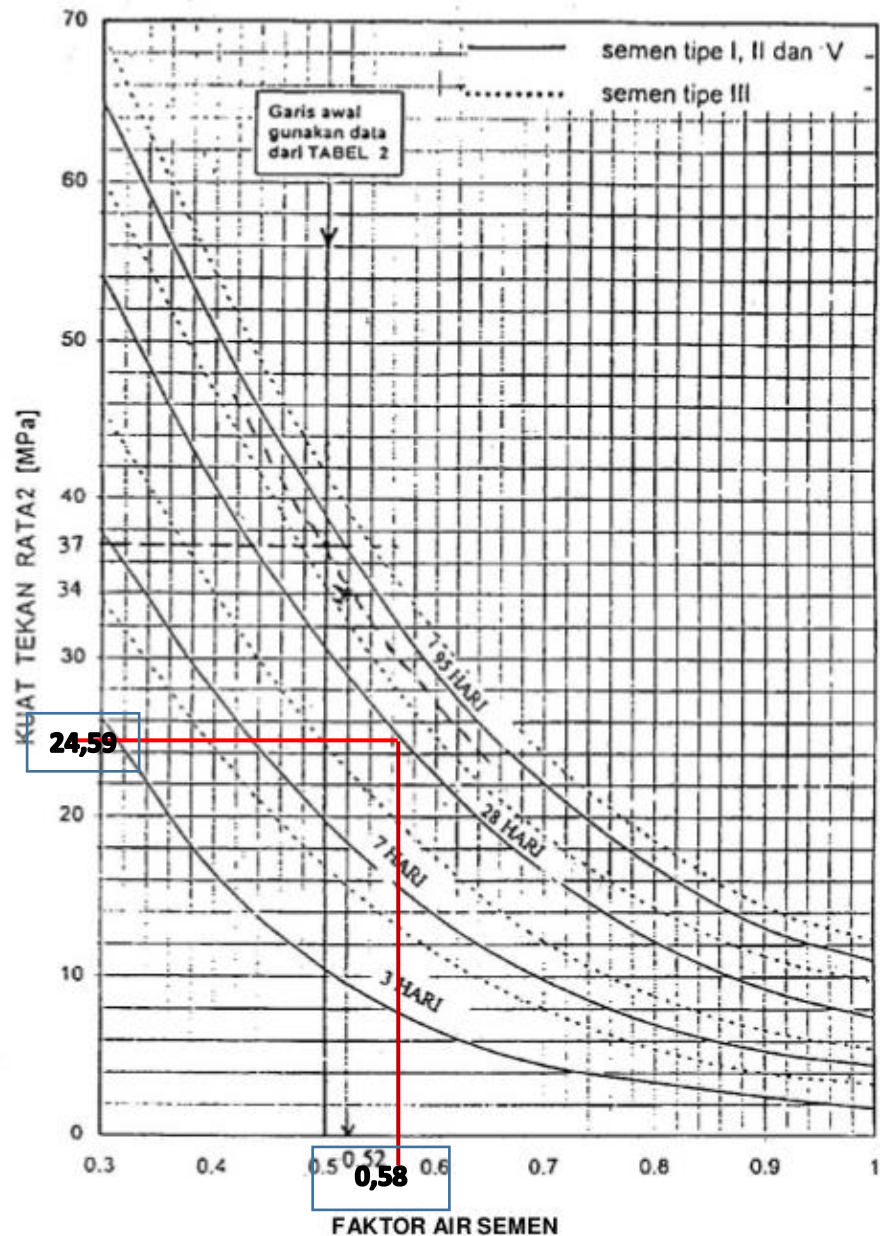
7. Menetapkan faktor air-semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.

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

(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 maksimum.

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

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

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

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan no.7, dipakai terkecil. Jadi digunakan fas 0,58.

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, kaisan, 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 m³ beton.

Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³) 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)

a) Ukuran butir maksimum 20 mm.

b) Nilai *Slump* 75-150 mm.

c) Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka $W_h = 195$

d) Agregat kasar berupa batu pecah, maka $W_k = 225$

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

dengan : W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225 = 204,9 \text{ kg}$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

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

b) Berdasarkan $f_{as} = 0,58$. Semen per m³ beton = $\frac{A}{f_{as}} = \frac{204,9}{0,58}$



$$= 353,276 \text{ kg}$$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 353,276 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas.

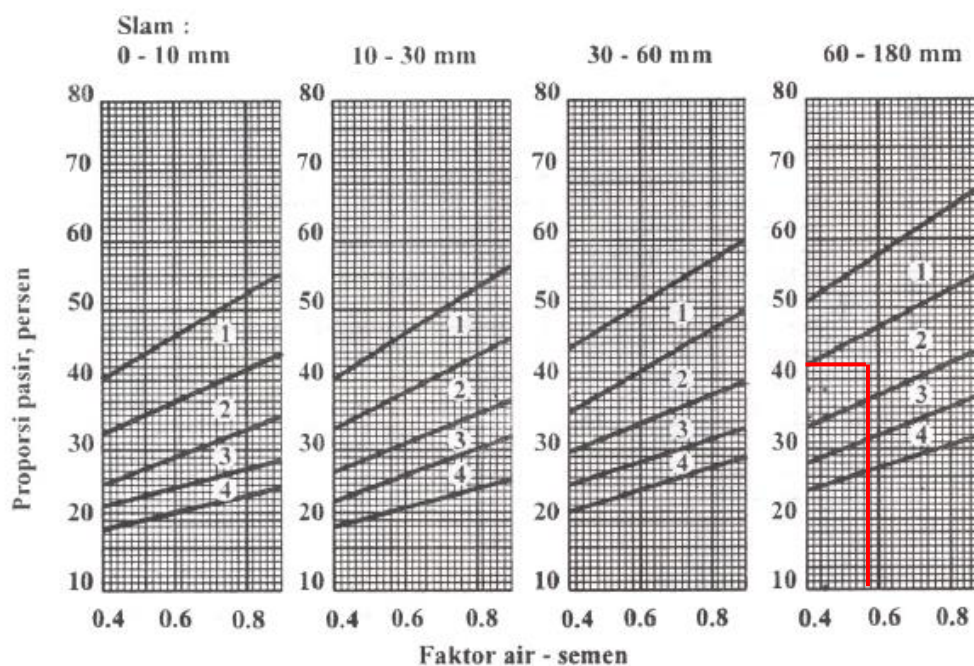
$$f_{as \text{ rencana}} = 0,58$$

$$f_{as \text{ mak}} > f_{as \text{ rencana}}$$

$$0,6 > 0,58 \dots\dots\dots \text{oke}$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar

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



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



- a) Ukuran maksimum 20 mm.
- b) Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- c) *fas* 0,55.
- d) Jenis gradasi pasir no. 3.

Diambil proporsi pasir = 39%.

15. Berat jenis agregat campuran :

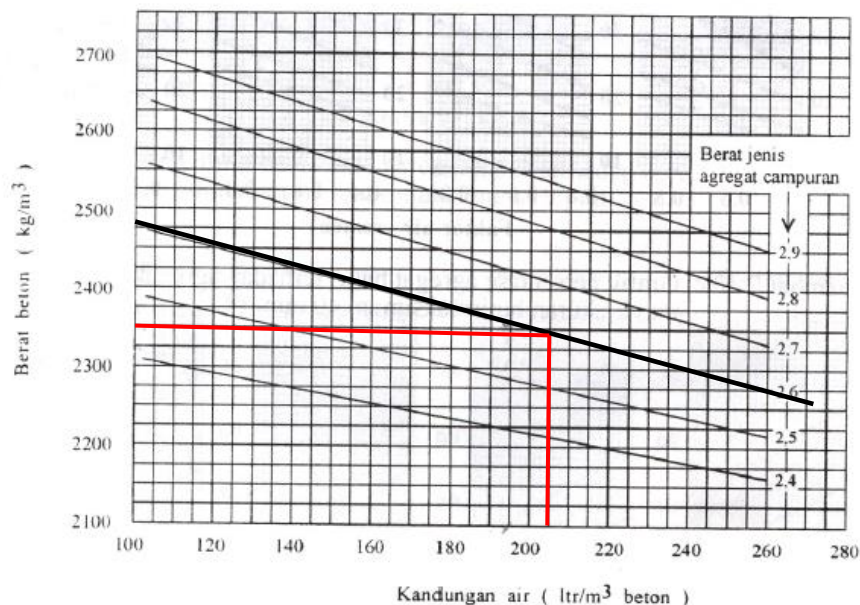
$$= \frac{P}{100} \times B_j \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ agregat kasar}$$
$$= 2,5988$$

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) $\rightarrow 2,5988 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ dibuat garis bantu diantara 2,5 dan 2,6.

Keperluan air yaitu 204,9 kg (langkah 11) $\rightarrow$ ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2338 kg/m^3 .

17. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \text{berat tiap m}^3 - \text{keperluan air dan semen} \\ &= 1799,824 \text{ kg} \end{aligned}$$

18. Menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned} \text{berat agregat halus} &= \% \text{ berat agregat halus} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 711,929 \text{ kg} \end{aligned}$$

19. Menghitung berat agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{berat agregat kasar} &= \% \text{ berat agregat kasar} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 1067,894 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20. \text{ Volume Silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 5301,433 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Balok} &= P \cdot L \cdot T \\ &= 200 \cdot 15 \cdot 10 \\ &= 30000 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton Normal :

- * Kebutuhan Satu Silinder dan satu Balok = 90,788 Kg

Semen	13,7183 Kg
Pasir	27,6454 Kg
Kerikil	41,4680 Kg
Air	7,9566 L

- * Kebutuhan Dua Silinder dan Dua Balok = 181,576 kg

Semen	27,4365 Kg
Pasir	55,2907 Kg
Kerikil	82,9361 Kg
Air	15,9132 L

- * Kebutuhan Campuran 6 silinder dan 6 balok = 544,7294 kg

Semen	82,3096 Kg
Pasir	165,8721 Kg
Kerikil	248,8082 Kg
Air	47,7395 L



LAMPIRAN V

PERHITUNGAN PERENCANAAN TULANGAN

1. Diketahui :

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

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

Tulangan lentur diameter 10 mm

$$f_y = 413,506 \text{ MPa}$$

Diameter sengkang 6 mm

$$f_y = 323,0207 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 20 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

Selimut beton = 15 mm

2. Penyelesaian :

$$\begin{aligned} * \quad h_{\min} &= \frac{h}{16} \left(0,8 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{1800}{16} \left(0,8 + \frac{413,506}{700} \right) \\ &= 156,456 \approx \text{digunakan } h = 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \quad b &= \frac{2}{3} \cdot h \\ &= \frac{2}{3} \cdot 150 \\ &= 100 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} * \quad d &= h - d_s \\ &= 150 - (15 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10) \\ &= 124 \text{ mm} \end{aligned}$$

* Dipakai tulangan 2 D 10

$$\begin{aligned} A_s &= 2 \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2) \\ &= 2 \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \\ &= 157,0796 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1,4}{413,506} \cdot 100 \cdot 124 \\ &= 41,982 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\max}} &= 0,75 \cdot (0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \cdot b \cdot d) \\ &= 0,75 \cdot (0,85 \cdot \frac{20}{413,506} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 413,506} \cdot 100 \cdot 124) \\ &= 192,395 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s_{\min}} \leq A_s \leq A_{s_{\max}} \dots\dots\dots \text{Okk}\odot$$

$$* \quad \sum H = 0$$

$$C_c = T_s + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot b \cdot f_c' = (A_s \cdot f_y) + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 20 = (157,0796 \cdot 413,506) + 19981,1716$$

$$a = 49,961 \text{ mm}$$

$$* \quad M_n = C_c \cdot Z$$

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



$$= 0,85 \cdot 49,961 \cdot 100 \cdot 20 \cdot \left(124 - \frac{49,961}{2}\right)$$

$$= 8410092,507 \text{ mm}$$

$$= 8,410 \text{ KN.m}$$

$$* \quad M_u = M_n$$

$$= 8,410 \text{ KN.m}$$

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

$$\frac{1}{6} \cdot P \cdot L = 8,410 \text{ KN.m}$$

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

$$P = 28,033 \text{ KN}$$

$$P = 2,8033 \text{ ton}$$

Tulangan Geser 2 P-6

$$* \quad V_{u \max} = \frac{1}{2} \cdot P$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 28,033$$

$$= 14,017 \text{ KN} = 14017 \text{ N}$$

$$* \quad \phi V_c = \phi \cdot \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) \cdot b \cdot d$$

$$= 0,85 \cdot \left(\frac{\sqrt{20}}{6}\right) \cdot 100 \cdot 124$$

$$= 7,856 \text{ KN}$$

Karena $V_u > \phi V_c$, maka diperlukan tulangan geser

$$* \quad V_s = \frac{(V_u - \phi V_c)}{0,85}$$

$$= 7,248 \text{ KN}$$



* Digunakan tulangan P-6

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$
$$= 56,49 \text{ mm}^2$$

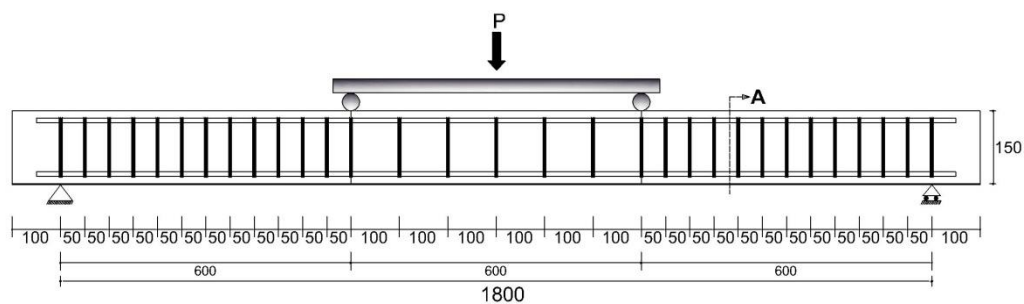
$$S_{\text{teoritis}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$
$$= \frac{56,49 \times 323,0207 \times 124}{7,248 \times 10^3}$$
$$= 312,180 \text{ mm}$$

$$* S_{\text{max}} = \frac{d}{2} = \frac{124}{2} = 62 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

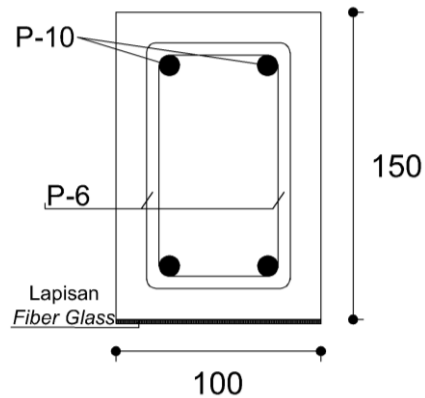
$$* V_s = 7,248 \text{ KN} < \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_s = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$
$$= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{20} \cdot 100 \cdot 124$$
$$= 18,484 \text{ KN}$$

7,248 KN < 18,484 KN Balok aman dari beban geser..!!!!



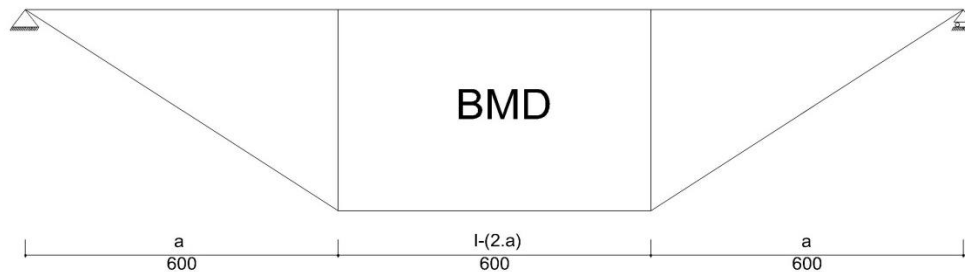
Gambar 1 : Penampang Tulangan (Satuan Dalam mm)



Gambar 2 : Detail A-A Penampang Tulangan (Satuan Dalam mm)



Gambar 3 : Beban *SFD*



Gambar 4 : Beban *BMD*



LAMPIRAN VI

PERENCANAAN PERHITUNGAN NILAI DEFLEKSI MAKSIMUM

Nilai defleksi dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$EI\Delta = \frac{1}{2} \left(\frac{L}{2} \right) \left(\frac{PL}{2} \right) \left(\frac{2L}{3} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{L-2a}{2} \right) \times \left[- \left(\frac{PL}{2} - \frac{Pa}{2} \right) \right] \left[a + \frac{2}{3} \left(\frac{L-2a}{2} \right) \right]$$

$$EI\Delta = \frac{PL^2}{16} - \frac{Pa^3}{12} \quad 19)$$

$$\Delta = \frac{PL^3}{48EI} \left(\frac{3a}{L} - \frac{4a^3}{L^3} \right)$$

Diketahui : P = 28033 N

L = 1800 mm

a = 600 mm

$E_c = 4700 \times \sqrt{20} = 21019,039 \text{ MPa}$

$I = \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3 = 28125000 \text{ mm}^4$

Penyelesaian : $\Delta = \frac{28033 \times 1800^3}{48 \times 21019,039 \times 28125000} \times \left(\frac{3 \times 600}{1800} - \frac{4 \times 600^3}{1800^3} \right)$

$\Delta = 4,9079 \text{ mm}$



LAMPIRAN VII

DATA PENGUJIAN SILINDER BETON

Benda Uji	Nilai Slump (mm)	Umur (hari)	Dimensi d (mm)	Luasan Penampang (mm²)	F (kN)	f_c' (MPa)
SBN	8,5	28	150	17671,45868	405	22,9183
SBFG 4	8	28	149	17436,62463	390	22,3667
SBFG 5	10.12	28	152	18145,83917	375	20,6659



LAMPIRAN VIII

DATA HASIL PENGUJIAN PERKUATAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN *FIBER GLASS JACKET* PADA KONDISI LENTUR

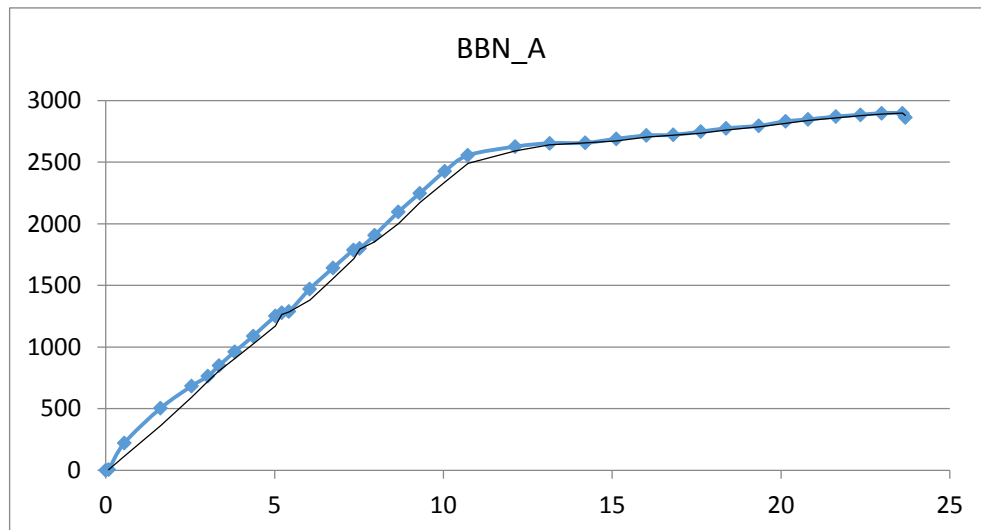
1. Balok Beton Normal (A)

Load Cell Kg	LVDT 1 mm	LVDT 2 mm	LVDT 3 mm
0,000	0,000	0,000	0,000
6,141	0,032	0,083	0,026
220,489	0,565	0,547	0,530
504,118	1,736	1,625	1,650
683,114	2,643	2,542	2,574
763,217	3,051	3,026	2,977
849,358	3,407	3,352	3,308
961,849	3,916	3,819	3,791
1089,022	4,460	4,367	4,333
1251,180	5,147	5,022	5,013
1277,978	5,351	5,212	5,212
1288,815	5,394	5,429	5,337
1471,512	6,049	6,043	5,970
1642,905	6,760	6,735	6,674
1787,905	7,392	7,342	7,294
1800,546	7,543	7,523	7,436
1907,504	7,991	7,965	7,880
2097,085	8,734	8,669	8,607
2248,050	9,403	9,303	9,251
2425,334	10,182	10,038	9,992
2555,082	10,887	10,727	10,689
2625,799	12,148	12,129	12,071
2653,204	13,179	13,148	13,124
2656,420	14,277	14,207	14,141
2689,405	15,231	15,121	15,015
2715,897	16,173	16,019	15,905
2721,119	16,993	16,810	16,733
2747,857	17,846	17,624	17,594
2774,339	18,623	18,374	18,381
2795,383	19,498	19,342	19,295
2831,353	20,323	20,144	20,112
2846,513	20,996	20,801	20,768



2869,600	21,857	21,631	21,604
2883,891	22,607	22,356	22,346
2897,526	23,263	22,989	23,003
2896,368	23,888	23,602	23,583
2862,502	23,940	23,685	23,614

Beban Maksimum = 2897,526 Kg





2. Balok Beton Normal (B)

Load Cell Kg	LVDT 1 mm	LVDT 2 mm	LVDT 3 mm
0	0	0	0
67,347	0,216	0,230	0,194
155,437	0,373	0,370	0,333
266,479	0,565	0,553	0,509
394,048	0,835	0,804	0,758
516,260	1,262	1,208	1,155
607,444	1,758	1,677	1,613
663,511	2,030	1,943	1,873
739,308	2,424	2,309	2,227
852,862	2,948	2,805	2,696
973,230	3,531	3,366	3,248
983,761	3,687	3,512	3,397
1036,573	3,875	3,697	3,577
1066,943	4,050	3,861	3,745
1099,903	4,244	4,067	3,934
1117,520	4,341	4,160	4,025
1177,429	4,595	4,418	4,236
1209,909	4,747	4,565	4,387
1253,941	4,924	4,740	4,569
1308,043	5,178	4,995	4,825
1314,698	5,266	5,083	4,914
1335,097	5,355	5,162	5,005
1350,868	5,441	5,247	5,092
1353,228	5,471	5,283	5,133
1376,938	5,554	5,372	5,222
1394,099	5,649	5,458	5,322
1391,332	5,670	5,483	5,350
1440,907	5,855	5,669	5,564
1451,564	5,942	5,743	5,656
1459,148	6,004	5,817	5,726
1474,762	6,088	5,902	5,808
1488,634	6,207	6,037	5,926
1510,443	6,287	6,122	6,014
1563,432	6,470	6,311	6,208
1577,057	6,607	6,453	6,354
1565,915	6,607	6,460	6,364
1578,028	6,640	6,491	6,397
1648,688	6,862	6,707	6,620
1676,831	6,996	6,835	6,753

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

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

Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748

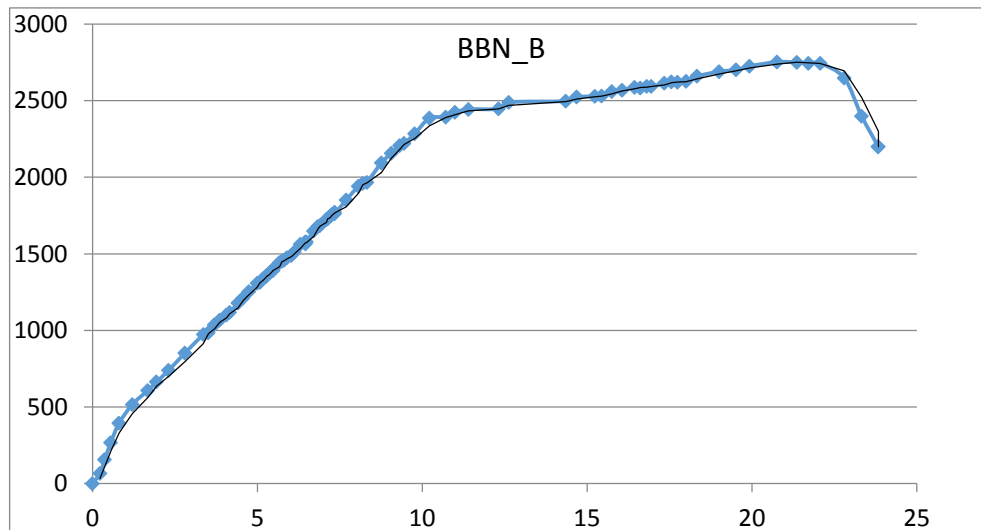
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

1684,553	7,058	6,903	6,817
1726,175	7,272	7,104	7,036
1728,126	7,304	7,132	7,068
1747,865	7,395	7,217	7,154
1756,626	7,441	7,264	7,198
1771,355	7,515	7,346	7,279
1760,777	7,511	7,346	7,274
1851,601	7,888	7,693	7,631
1940,636	8,284	8,065	8,009
1959,976	8,431	8,199	8,153
1967,113	8,561	8,323	8,276
2093,618	9,016	8,763	8,724
2157,355	9,332	9,067	9,042
2206,240	9,605	9,321	9,312
2221,327	9,744	9,452	9,452
2284,716	10,057	9,774	9,764
2385,470	10,500	10,219	10,212
2392,427	10,968	10,711	10,716
2423,033	11,198	11,001	10,965
2443,699	11,574	11,404	11,363
2446,336	12,458	12,315	12,271
2489,268	12,764	12,626	12,586
2497,144	14,420	14,357	14,236
2523,585	14,726	14,689	14,559
2528,450	15,229	15,237	15,098
2530,238	15,425	15,448	15,313
2558,707	15,707	15,750	15,622
2567,469	16,005	16,061	15,947
2586,601	16,354	16,440	16,325
2583,720	16,524	16,622	16,502
2593,022	16,701	16,808	16,686
2592,157	16,828	16,947	16,825
2613,514	17,216	17,351	17,226
2621,786	17,418	17,561	17,430
2620,093	17,581	17,743	17,605
2626,690	17,840	18,005	17,861
2659,429	18,171	18,340	18,208
2689,666	18,828	19,005	18,873
2701,061	19,329	19,520	19,394
2725,443	19,735	19,933	19,812
2752,121	20,544	20,769	20,641
2749,508	21,113	21,369	21,246
2743,633	21,446	21,718	21,605



2743,436	21,791	22,073	22,007
2646,980	22,454	22,802	22,859
2399,810	22,900	23,325	23,546
2199,557	23,437	23,834	23,923
2198,052	23,434	23,834	23,824

Beban Maksimum = 2752,121 Kg





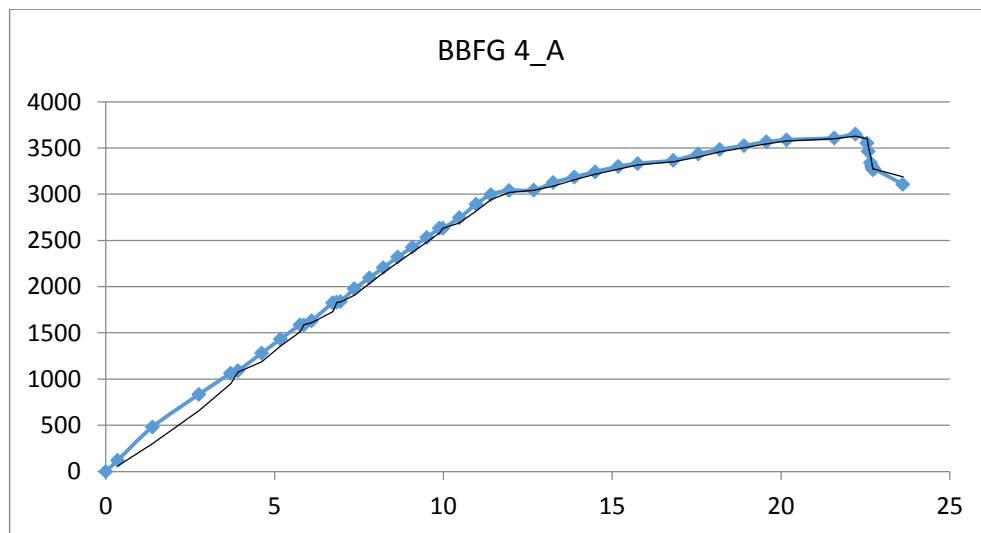
3. Balok Beton *Fiber Glass* 4 Lapisan (A)

Load Cell Kg	LVDT 1 mm	LVDT 2 mm	LVDT 3 mm
0	0	0	0
121,962	0,346	0,351	0,325
483,203	1,374	1,385	1,333
835,558	2,707	2,762	2,682
1062,925	3,616	3,700	3,601
1090,219	3,830	3,913	3,818
1281,586	4,503	4,618	4,501
1435,100	5,048	5,182	5,052
1586,592	5,605	5,760	5,617
1586,297	5,706	5,868	5,719
1630,709	5,923	6,095	5,936
1826,951	6,542	6,727	6,561
1832,179	6,651	6,837	6,669
1837,554	6,757	6,949	6,779
1976,782	7,160	7,362	7,185
2095,433	7,595	7,813	7,631
2206,178	7,988	8,218	8,030
2320,121	8,411	8,649	8,456
2429,295	8,843	9,085	8,895
2531,401	9,261	9,509	9,314
2631,441	9,633	9,884	9,692
2632,067	9,730	9,985	9,787
2747,158	10,210	10,476	10,268
2890,940	10,688	10,970	10,746
2996,382	11,114	11,409	11,175
3039,701	11,602	11,949	11,686
3045,948	12,299	12,683	12,374
3126,526	12,854	13,261	12,940
3185,730	13,442	13,885	13,569
3242,810	14,032	14,498	14,183
3299,184	14,695	15,184	14,874
3332,631	15,251	15,758	15,462
3367,011	16,290	16,808	16,495
3436,370	17,007	17,556	17,238
3482,946	17,619	18,187	17,857
3525,795	18,326	18,910	18,568
3566,303	18,974	19,574	19,225
3588,339	19,542	20,166	19,814
3609,043	20,851	21,582	21,297



3649,507	21,443	22,212	21,947
3553,336	21,729	22,551	22,341
3463,410	21,742	22,588	22,418
3340,999	21,769	22,657	22,533
3307,091	21,783	22,693	22,593
3292,918	21,795	22,710	22,622
3282,664	21,803	22,718	22,646
3274,156	21,810	22,720	22,669
3267,364	21,814	22,727	22,690
3273,365	21,844	22,761	22,741
3106,224	22,608	23,615	23,650

Beban Maksimum = 3649,507 Kg





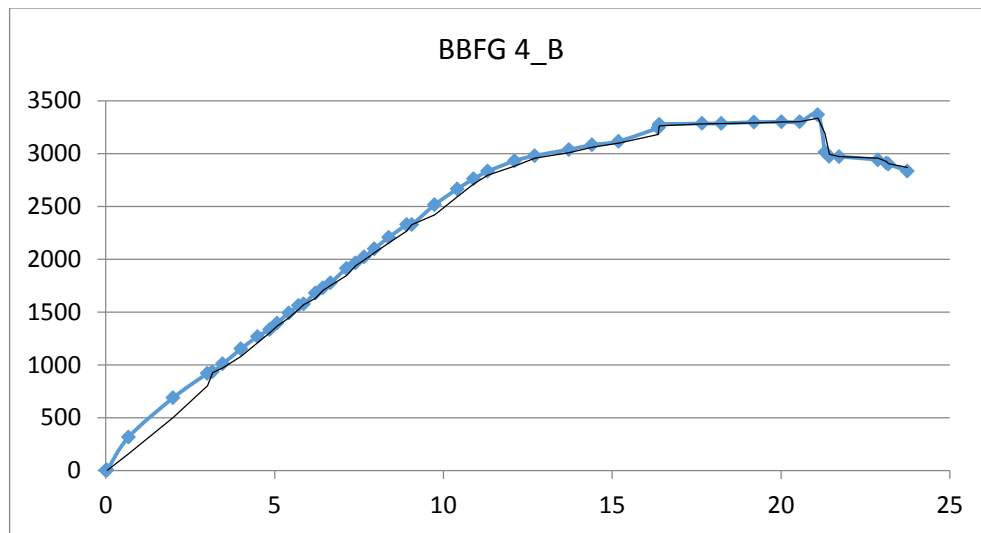
4. Balok Beton *Fiber Glass* 4 Lapisan (B)

Load Cell Kg	LVDT 1 mm	LVDT 2 mm	LVDT 3 mm
0	0	0	0
3,461	0,096	0,040	0,055
316,258	0,535	0,674	0,719
686,995	1,868	1,992	2,055
917,974	2,905	3,010	3,088
933,891	3,069	3,158	3,251
1008,442	3,372	3,465	3,550
1150,837	3,918	4,003	4,102
1267,128	4,404	4,491	4,588
1335,003	4,768	4,852	4,950
1394,790	5,003	5,073	5,184
1492,424	5,358	5,420	5,544
1559,791	5,664	5,713	5,850
1574,597	5,798	5,858	5,984
1680,538	6,153	6,210	6,341
1726,505	6,369	6,432	6,561
1775,115	6,600	6,653	6,788
1911,510	7,081	7,127	7,274
1964,386	7,356	7,401	7,557
2020,680	7,609	7,654	7,810
2098,181	7,906	7,952	8,108
2205,835	8,334	8,379	8,539
2326,427	8,878	8,913	9,089
2327,301	9,031	9,065	9,244
2514,032	9,697	9,740	9,918
2664,750	10,363	10,412	10,587
2759,695	10,853	10,895	11,078
2832,169	11,273	11,318	11,507
2930,242	12,079	12,108	12,332
2979,689	12,654	12,708	12,945
3037,515	13,648	13,719	13,998
3081,169	14,326	14,407	14,706
3116,526	15,107	15,191	15,485
3242,631	16,343	16,366	16,666
3248,199	16,369	16,381	16,685
3276,011	16,391	16,399	16,701
3283,897	17,690	17,669	17,944
3285,059	18,269	18,238	18,497
3297,209	19,214	19,206	19,407



3299,231	20,030	20,018	20,191
3301,520	20,587	20,561	20,731
3367,011	21,139	21,092	21,250
3012,236	21,375	21,304	21,459
2974,488	21,512	21,434	21,560
2970,824	21,593	21,724	21,601
2939,812	22,475	22,876	22,635
2908,541	23,033	23,128	23,068
2900,839	23,453	23,180	23,701
2833,780	23,731	23,742	23,735

Beban Maksimum = 3367,011 Kg





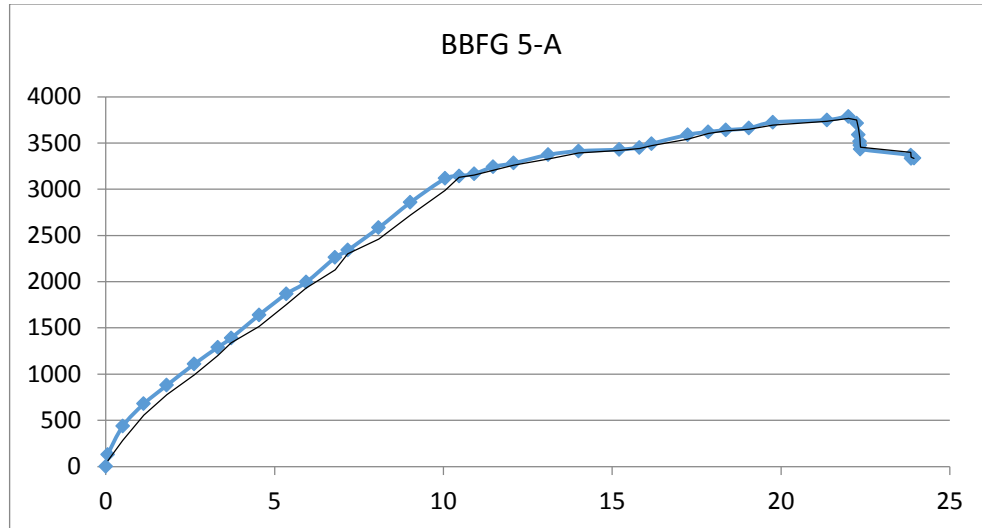
5. Balok Beton *Fiber Glass* 5 Lapisan (A)

Load Cell Kg	LVDT 1 mm	LVDT 2 mm	LVDT 3 mm
0	0	0	0
127,235	0,160	0,059	0,141
436,656	0,655	0,501	0,630
677,507	1,279	1,124	1,264
878,347	1,960	1,805	1,948
1108,788	2,761	2,619	2,759
1289,924	3,444	3,317	3,444
1390,328	3,858	3,715	3,834
1639,866	4,662	4,538	4,650
1867,808	5,450	5,349	5,444
1994,281	5,969	5,935	5,977
2260,491	6,804	6,794	6,836
2341,237	7,167	7,169	7,207
2582,719	7,995	8,082	8,073
2856,913	8,909	9,021	9,012
3115,541	9,927	10,051	10,074
3142,212	10,331	10,466	10,518
3166,493	10,725	10,910	11,001
3242,400	11,244	11,474	11,625
3282,512	11,803	12,083	12,307
3372,118	12,774	13,101	13,389
3412,871	13,704	14,005	14,304
3429,570	14,990	15,206	15,476
3451,164	15,570	15,809	16,072
3492,855	15,920	16,170	16,441
3589,571	16,945	17,239	17,525
3620,210	17,520	17,851	18,129
3639,997	18,028	18,368	18,654
3660,959	18,707	19,049	19,352
3724,189	19,424	19,757	20,079
3748,790	20,986	21,363	21,731
3785,929	21,602	22,004	22,396
3714,524	21,815	22,245	22,667
3589,641	21,831	22,298	22,777
3514,535	21,839	22,334	22,846
3473,291	21,838	22,342	22,876
3433,687	21,838	22,351	22,900
3367,742	23,166	23,848	24,581
3330,715	23,172	23,854	24,582



3333,686	23,254	23,940	24,673
----------	--------	--------	--------

Beban Maksimum = 3844,491 Kg

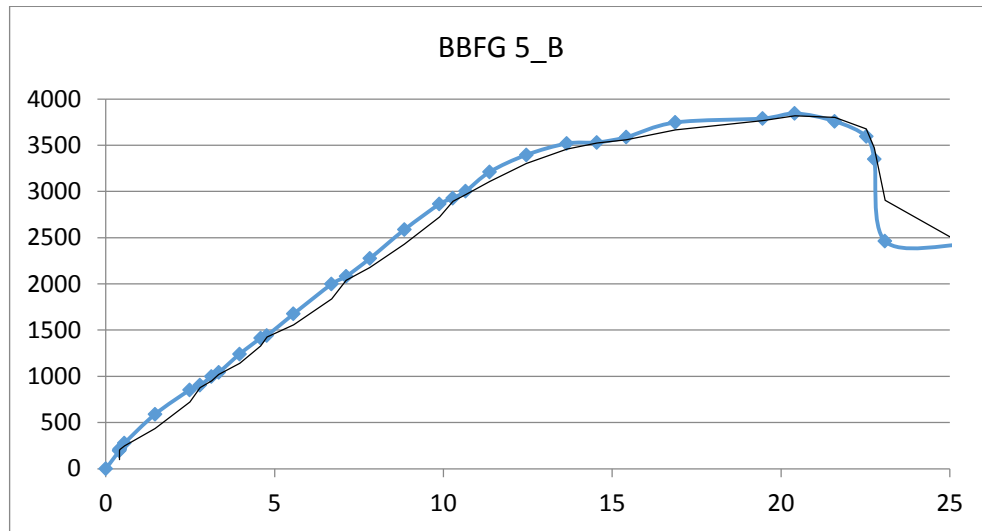




6. Balok Beton Fiber Glass 5 Lapisan (B)

Load Cell Kg	LVDT 1 mm	LVDT 2 mm	LVDT 3 mm
0	0	0	0
195,399	0,432	0,399	0,478
204,653	0,442	0,405	0,490
215,020	0,453	0,420	0,501
278,181	0,593	0,554	0,636
589,555	1,498	1,457	1,533
852,316	2,525	2,486	2,564
902,534	2,823	2,790	2,849
998,589	3,164	3,133	3,194
1041,877	3,379	3,345	3,400
1241,652	4,014	3,965	4,037
1412,504	4,626	4,587	4,649
1440,670	4,808	4,773	4,828
1675,336	5,589	5,561	5,601
1997,395	6,721	6,686	6,737
2081,535	7,151	7,117	7,164
2275,177	7,814	7,821	7,838
2587,646	8,841	8,847	8,869
2863,489	9,857	9,883	9,895
2926,777	10,245	10,281	10,286
3003,870	10,620	10,661	10,666
3211,695	11,334	11,371	11,392
3395,596	12,369	12,456	12,511
3519,093	13,484	13,658	13,756
3530,712	14,342	14,551	14,682
3587,964	15,203	15,418	15,562
3746,418	16,624	16,870	17,045
3789,464	19,115	19,462	19,686
3844,491	20,045	20,409	20,662
3759,454	21,103	21,595	21,943
3593,799	21,881	22,527	23,031
3348,714	22,080	22,765	23,357
2462,147	22,289	23,084	23,933
2421,984	24,312	25,320	26,628
2402,950	24,309	25,350	26,711

Beban Maksimum = 3785,929 Kg





LAMPIRAN IX

TABEL BEBAN, MOMEN, LENDUTAN, DAN KELENGKUNGAN BALOK

Tabel Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan BBN A

No.	Beban (<i>P</i>) (kN)	Lendutan (δ) (mm)	Kelengkungan (ϕ) ($^1/m$)	Momen (<i>M</i>) (kN.m)	<i>EI</i> (kN/m)
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,061	0,083	0,017	0,018	1,073
2	2,205	0,547	0,113	0,661	5,853
3	5,041	1,625	0,334	1,512	4,534
4	6,831	2,542	0,515	2,049	3,977
5	7,632	3,026	0,613	2,290	3,737
6	8,494	3,352	0,680	2,548	3,745
7	9,618	3,819	0,776	2,886	3,717
8	10,890	4,367	0,886	3,267	3,687
9	12,512	5,022	1,018	3,754	3,688
10	12,780	5,212	1,056	3,834	3,629
11	12,888	5,429	1,091	3,866	3,542
12	14,715	6,043	1,217	4,415	3,628
13	16,429	6,735	1,356	4,929	3,636
14	17,879	7,342	1,478	5,3637159	3,628
15	18,005	7,523	1,515	5,402	3,565
16	19,075	7,965	1,604	5,723	3,568
17	20,971	8,669	1,747	6,291	3,602
18	22,480	9,303	1,876	6,744	3,595
19	24,253	10,038	2,027	7,276	3,590
20	25,551	10,727	2,165	7,665	3,540
21	26,258	12,129	2,433	7,877	3,237
22	26,532	13,148	2,635	7,960	3,021
23	26,564	14,207	2,855	7,969	2,791
24	26,894	15,121	3,046	8,068	2,649
25	27,159	16,019	3,231	8,148	2,522
26	27,211	16,810	3,388	8,163	2,409
27	27,479	17,624	3,550	8,244	2,322
28	27,743	18,374	3,699	8,323	2,250



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

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

29	27,954	19,342	3,889	8,386	2,157
30	28,314	20,144	4,050	8,494	2,097
31	28,465	20,801	4,183	8,540	2,041
32	28,696	21,631	4,351	8,609	1,978
33	28,839	22,356	4,497	8,652	1,924
34	28,975	22,989	4,624	8,693	1,880
35	28,964	23,602	4,751	8,689	1,829
36	28,625	23,685	4,770	8,588	1,800

Keterangan :

- = Data Pada Beban Retak Pertama
- = Data Pada Luluh
- = Data Pada Beban Maksimum



Tabel Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan BBN B

No.	Beban (P) (kN)	Lendutan (δ) (mm)	Kelengkungan (ϕ) ($^{\circ}/m$)	Momen (M) (kNm)	EI (kN/m)
0	0	0	0,000	0,000	0,000
1	0,673	0,230	0,048	0,202	4,198
2	1,554	0,370	0,078	0,466	5,979
3	2,665	0,553	0,116	0,799	6,878
4	3,940	0,804	0,168	1,182	7,018
5	5,163	1,208	0,252	1,549	6,140
6	6,074	1,677	0,350	1,822	5,210
7	6,635	1,943	0,404	1,991	4,924
8	7,393	2,309	0,481	2,218	4,607
9	8,529	2,805	0,586	2,559	4,365
10	9,732	3,366	0,701	2,920	4,163
11	9,838	3,512	0,731	2,951	4,035
12	10,366	3,697	0,769	3,110	4,043
13	10,669	3,861	0,803	3,201	3,988
14	10,999	4,067	0,844	3,300	3,908
15	11,175	4,160	0,864	3,353	3,882
16	11,774	4,418	0,920	3,532	3,841
17	12,099	4,565	0,949	3,630	3,825
18	12,539	4,740	0,984	3,762	3,825
19	13,080	4,995	1,034	3,924	3,794
20	13,147	5,083	1,052	3,944	3,750
21	13,351	5,162	1,067	4,005	3,752
22	13,509	5,247	1,084	4,053	3,738
23	13,532	5,283	1,090	4,060	3,723
24	13,769	5,372	1,108	4,131	3,729
25	13,941	5,458	1,124	4,182	3,720
26	13,913	5,483	1,129	4,174	3,698
27	14,409	5,669	1,163	4,323	3,717
28	14,516	5,743	1,177	4,355	3,699
29	14,591	5,817	1,191	4,377	3,675
30	14,748	5,902	1,208	4,424	3,662
31	14,886	6,037	1,235	4,466	3,615
32	15,104	6,122	1,252	4,531	3,620
33	15,634	6,311	1,288	4,690	3,640
34	15,771	6,453	1,316	4,731	3,595



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

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

35	15,659	6,460	1,316	4,698	3,569
36	15,780	6,491	1,323	4,734	3,579
37	16,487	6,707	1,366	4,946	3,622
38	16,768	6,835	1,391	5,030	3,616
39	16,846	6,903	1,405	5,054	3,598
40	17,262	7,104	1,444	5,179	3,586
41	17,281	7,132	1,450	5,184	3,576
42	17,479	7,217	1,467	5,244	3,573
43	17,566	7,264	1,477	5,270	3,568
44	17,714	7,346	1,493	5,314	3,560
45	17,608	7,346	1,493	5,282	3,538
46	18,516	7,693	1,564	5,555	3,551
47	19,406	8,065	1,641	5,822	3,549
48	19,600	8,199	1,668	5,880	3,526
49	19,671	8,323	1,693	5,901	3,486
50	20,936	8,763	1,782	6,281	3,525
51	21,574	9,067	1,842	6,472	3,513
52	22,062	9,321	1,894	6,619	3,495
53	22,213	9,452	1,920	6,664	3,471
54	22,847	9,774	1,984	6,854	3,454
55	23,855	10,219	2,073	7,156	3,453
56	23,924	10,711	2,167	7,177	3,311
57	24,230	11,001	2,223	7,269	3,269
58	24,437	11,404	2,302	7,331	3,185
59	24,463	12,315	2,482	7,339	2,957
60	24,893	12,626	2,543	7,468	2,937
61	24,971	14,357	2,890	7,491	2,592
62	25,236	14,689	2,954	7,571	2,563
63	25,285	15,237	3,060	7,585	2,478
64	25,302	15,448	3,101	7,591	2,448
65	25,587	15,750	3,158	7,676	2,430
66	25,675	16,061	3,218	7,702	2,393
67	25,866	16,440	3,291	7,760	2,358
68	25,837	16,622	3,327	7,751	2,330
69	25,930	16,808	3,363	7,779	2,313
70	25,922	16,947	3,390	7,776	2,294
71	26,135	17,351	3,469	7,841	2,260
72	26,218	17,561	3,511	7,865	2,240
73	26,201	17,743	3,546	7,860	2,217



74	26,267	18,005	3,599	7,880	2,190
75	26,594	18,340	3,664	7,978	2,177
76	26,897	19,005	3,797	8,069	2,125
77	27,011	19,520	3,897	8,103	2,079
78	27,254	19,933	3,979	8,176	2,055
79	27,521	20,769	4,144	8,256	1,992
80	27,495	21,369	4,261	8,249	1,936
81	27,436	21,718	4,328	8,231	1,902
82	27,434	22,073	4,393	8,230	1,874
83	26,470	22,802	4,520	7,941	1,757
84	23,998	23,325	4,600	7,199	1,565
85	21,996	23,834	4,718	6,599	1,399
86	21,981	23,834	4,728	6,594	1,395

Keterangan :

- = Data Pada Beban Retak Pertama
- = Data Pada Luluh
- = Data Pada Beban Maksimum



Tabel Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan BBFG 4 A

No.	Beban (P) (kg)	Lendutan (δ) (mm)	Kelengkungan (ϕ) ($^{\circ}$ /m)	Momen (M) (kNm)	EI (kN/m)
0	0	0	0	0	0
1	1,220	0,351	0,072	0,366	5,052
2	4,832	1,385	0,281	1,450	5,158
3	8,356	2,762	0,555	2,507	4,516
4	10,629	3,700	0,741	3,189	4,301
5	10,902	3,913	0,784	3,271	4,172
6	12,816	4,618	0,924	3,845	4,162
7	14,351	5,182	1,036	4,305	4,156
8	15,866	5,760	1,151	4,760	4,136
9	15,863	5,868	1,172	4,759	4,059
10	16,307	6,095	1,218	4,892	4,018
11	18,270	6,727	1,343	5,481	4,080
12	18,322	6,837	1,366	5,497	4,025
13	18,376	6,949	1,388	5,513	3,973
14	19,768	7,362	1,470	5,930	4,035
15	20,954	7,813	1,559	6,286	4,032
16	22,062	8,218	1,639	6,619	4,037
17	23,201	8,649	1,725	6,960	4,034
18	24,293	9,085	1,812	7,288	4,022
19	25,314	9,509	1,896	7,594	4,005
20	26,314	9,884	1,971	7,894	4,005
21	26,321	9,985	1,991	7,896	3,965
22	27,472	10,476	2,089	8,241	3,944
23	28,909	10,970	2,188	8,673	3,964
24	29,964	11,409	2,276	8,989	3,950
25	30,397	11,949	2,381	9,119	3,829
26	30,459	12,683	2,529	9,138	3,613
27	31,265	13,261	2,644	9,380	3,548
28	31,857	13,885	2,764	9,557	3,457
29	32,428	14,498	2,884	9,728	3,373
30	32,992	15,184	3,019	9,898	3,278
31	33,326	15,758	3,131	9,998	3,194
32	33,670	16,808	3,341	10,101	3,023
33	34,364	17,556	3,488	10,309	2,956
34	34,829	18,187	3,614	10,449	2,891



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

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

35	35,258	18,910	3,758	10,577	2,815
36	35,663	19,574	3,890	10,699	2,751
37	35,883	20,166	4,006	10,765	2,687
38	36,090	21,582	4,272	10,827	2,535
39	36,495	22,212	4,392	10,949	2,493
40	35,533	22,551	4,449	10,660	2,396
41	34,634	22,588	4,450	10,390	2,335
42	33,410	22,657	4,455	10,023	2,250
43	33,071	22,693	4,458	9,921	2,226
44	32,929	22,710	4,459	9,879	2,215
45	32,827	22,718	4,459	9,848	2,208
46	32,742	22,720	4,458	9,822	2,203
47	32,674	22,727	4,458	9,802	2,199
48	32,734	22,761	4,462	9,820	2,201
49	31,062	23,615	4,619	9,319	2,018

Keterangan :

- = Data Pada Beban Retak Pertama
- = Data Pada Luluh
- = Data Pada Beban Maksimum



Tabel Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan BBFG 4 B

No.	Beban (P) (kg)	Lendutan (δ) (mm)	Kelengkungan (ϕ) ($^1/m$)	Momen (M) (kNm)	EI (kN/m)
0	0	0	0	0	0
1	0,035	0,040	0,012	0,010	0,861
2	3,163	0,674	0,116	0,949	8,146
3	6,870	1,992	0,380	2,061	5,427
4	9,180	3,010	0,584	2,754	4,719
5	9,339	3,158	0,613	2,802	4,567
6	10,084	3,465	0,675	3,025	4,481
7	11,508	4,003	0,782	3,453	4,414
8	12,671	4,491	0,880	3,801	4,321
9	13,350	4,852	0,952	4,005	4,206
10	13,948	5,073	0,996	4,184	4,199
11	14,924	5,420	1,066	4,477	4,202
12	15,598	5,713	1,124	4,679	4,163
13	15,746	5,858	1,153	4,724	4,096
14	16,805	6,210	1,223	5,042	4,122
15	17,265	6,432	1,267	5,180	4,088
16	17,751	6,653	1,312	5,325	4,060
17	19,115	7,127	1,406	5,735	4,079
18	19,644	7,401	1,460	5,893	4,036
19	20,207	7,654	1,511	6,062	4,013
20	20,982	7,952	1,570	6,295	4,009
21	22,058	8,379	1,655	6,618	3,997
22	23,264	8,913	1,762	6,979	3,962
23	23,273	9,065	1,792	6,982	3,897
24	25,140	9,740	1,926	7,542	3,916
25	26,648	10,412	2,060	7,994	3,881
26	27,597	10,895	2,156	8,279	3,839
27	28,322	11,318	2,240	8,497	3,793
28	29,302	12,108	2,396	8,791	3,668
29	29,797	12,708	2,512	8,939	3,558
30	30,375	13,719	2,709	9,113	3,364
31	30,812	14,407	2,843	9,244	3,251
32	31,165	15,191	3,001	9,350	3,116
33	32,426	16,366	3,241	9,728	3,002



34	32,482	16,381	3,245	9,745	3,003
35	32,760	16,399	3,249	9,828	3,025
36	32,839	17,669	3,508	9,852	2,808
37	32,851	18,238	3,625	9,855	2,719
38	32,972	19,206	3,822	9,892	2,588
39	32,992	20,018	3,988	9,898	2,482
40	33,015	20,561	4,098	9,905	2,417
41	33,670	21,092	4,207	10,101	2,401
42	30,122	21,304	4,252	9,037	2,125
43	29,745	21,434	4,282	8,923	2,084
44	29,708	21,724	4,344	8,912	2,052
45	29,398	22,876	4,559	8,819	1,934
46	29,085	23,128	4,622	8,726	1,888
47	29,008	23,180	4,611	8,703	1,887
48	28,338	23,742	4,748	8,501	1,790

Keterangan :

- = Data Pada Beban Retak Pertama
- = Data Pada Luluh
- = Data Pada Beban Maksimum



Tabel Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan BBFG 5 A

No.	Beban (P) (kg)	Lendutan (δ) (mm)	Kelengkungan (ϕ) ($^{\circ}/m$)	Momen (M) (kNm)	EI (kN/m)
0	0	0	0	0	0
1	1,272	0,059	0,014	0,382	27,926
2	4,367	0,501	0,103	1,310	12,746
3	6,775	1,124	0,226	2,033	8,984
4	8,783	1,805	0,362	2,635	7,277
5	11,088	2,619	0,524	3,326	6,349
6	12,899	3,317	0,663	3,870	5,833
7	13,903	3,715	0,745	4,171	5,595
8	16,399	4,538	0,909	4,920	5,413
9	18,678	5,349	1,071	5,603	5,234
10	19,943	5,935	1,186	5,983	5,044
11	22,605	6,794	1,356	6,781	5,002
12	23,412	7,169	1,430	7,024	4,913
13	25,827	8,082	1,609	7,748	4,816
14	28,569	9,021	1,794	8,571	4,778
15	31,155	10,051	1,996	9,347	4,684
16	31,422	10,466	2,075	9,427	4,544
17	31,665	10,910	2,155	9,499	4,409
18	32,424	11,474	2,257	9,727	4,310
19	32,825	12,083	2,366	9,848	4,162
20	33,721	13,101	2,559	10,116	3,954
21	34,129	14,005	2,741	10,239	3,735
22	34,296	15,206	2,993	10,289	3,438
23	34,512	15,809	3,112	10,353	3,327
24	34,929	16,170	3,182	10,479	3,293
25	35,896	17,239	3,390	10,769	3,177
26	36,202	17,851	3,509	10,861	3,095
27	36,400	18,368	3,611	10,920	3,024
28	36,610	19,049	3,745	10,983	2,932
29	37,242	19,757	3,886	11,173	2,875
30	37,488	21,363	4,198	11,246	2,679
31	37,859	22,004	4,321	11,358	2,628
32	37,145	22,245	4,364	11,144	2,554
33	35,896	22,298	4,365	10,769	2,467
34	35,145	22,334	4,366	10,544	2,415



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

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

35	34,733	22,342	4,365	10,420	2,387
36	34,337	22,351	4,364	10,301	2,361
37	33,677	23,848	4,628	10,103	2,183
38	33,307	23,854	4,630	9,992	2,158
39	33,336863	23,940	4,646	10,001	2,153

Keterangan :

-  = Data Pada Beban Retak Pertama
-  = Data Pada Luluh
-  = Data Pada Beban Maksimum



Tabel Beban, Momen, Lendutan, dan Kelengkungan BBFG 5 B

No.	Beban (P) (kg)	Lendutan (δ) (mm)	Kelengkungan (ϕ) ($1/m$)	Momen (M) (kNm)	EI (kN/m)
0	0	0	0	0	0
1	1,954	0,399	0,075	0,586	7,792
2	2,047	0,405	0,076	0,614	8,051
3	2,150	0,420	0,079	0,645	8,149
4	2,782	0,554	0,106	0,835	7,839
5	5,896	1,457	0,288	1,769	6,143
6	8,523	2,486	0,493	2,557	5,182
7	9,025	2,790	0,556	2,708	4,874
8	9,986	3,133	0,623	2,996	4,805
9	10,419	3,345	0,667	3,126	4,687
10	12,417	3,965	0,791	3,725	4,710
11	14,125	4,587	0,915	4,238	4,631
12	14,407	4,773	0,952	4,322	4,538
13	16,753	5,561	1,111	5,026	4,524
14	19,974	6,686	1,336	5,992	4,487
15	20,815	7,117	1,422	6,245	4,391
16	22,752	7,821	1,562	6,826	4,370
17	25,876	8,847	1,767	7,763	4,395
18	28,635	9,883	1,973	8,590	4,354
19	29,268	10,281	2,052	8,780	4,279
20	30,039	10,661	2,128	9,012	4,236
21	32,117	11,371	2,268	9,635	4,247
22	33,956	12,456	2,477	10,187	4,112
23	35,191	13,658	2,704	10,557	3,904
24	35,307	14,551	2,876	10,592	3,683
25	35,880	15,418	3,048	10,764	3,532
26	37,464	16,870	3,332	11,239	3,373
27	37,895	19,462	3,835	11,368	2,964
28	38,445	20,409	4,020	11,533	2,869
29	37,595	21,595	4,235	11,278	2,663
30	35,938	22,527	4,390	10,781	2,456
31	33,487	22,765	4,425	10,046	2,270
32	24,621	23,084	4,452	7,386	1,659
33	24,220	25,320	4,832	7,266	1,504



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

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

34	24,029495	25,350	4,830	7,209	1,493
----	-----------	--------	-------	-------	-------

Keterangan :

 = Data Pada Beban Retak Pertama

 = Data Pada Luluh

 = Data Pada Beban Maksimum



LAMPIRAN X

PERHITUNGAN ANALISIS BALOK BETON BERTULANG

PERHITUNGAN BALOK BERTULANG NORMAL

1. Diketahui :

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

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

Tulangan lentur diameter 10 mm

$$f_y = 413,506 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 22,919 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$E_s = 226166,886 \text{ MPa}$$

$$E_c = 22500,683 \text{ MPa}$$

Selimut beton = 15 mm

2. Perhitungan :

$$\begin{aligned} h_{\min} &= \frac{h}{16} \left(0,8 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{1800}{16} \left(0,8 + \frac{413,506}{700} \right) \\ &= 156,456 \approx \text{digunakan } h = 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{2}{3} \cdot h \\ &= \frac{2}{3} \cdot 150 \\ &= 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d = h - d_s$$



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

$$= 124 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan 2 D 10

$$A_s = 2 \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2)$$

$$= 2 \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2)$$

$$= 157,079 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1,4}{413,506} \cdot 100 \cdot 124$$

$$= 41,982 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,75 \cdot (0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \cdot b \cdot d)$$

$$= 0,75 \cdot (0,85 \cdot \frac{22,919}{413,506} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 413,506} \cdot 100 \cdot 124)$$

$$= 220,475 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} \leq A_s \leq A_{s_{\max}} \dots\dots\dots \text{Okk} \odot$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{157,079}{100 \times 124} = 0,0127$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{226166,886}{22500,683} = 10,052$$

Mencari nilai a dengan rumus seperti persamaan(3-4) keseimbangan gaya:

$$\sum H = 0$$

$$C_c = T_s + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot b \cdot f_c' = (A_s \cdot f_y) + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 22,919 = (157,0796 \cdot 413,506)$$

$$a = 33,342 \text{ mm}$$



$$M_n = C_c \cdot Z$$

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

$$= 0,85 \cdot 33,342 \cdot 100 \cdot 22,919 \cdot \left(124 - \frac{33,342}{2}\right)$$

$$= 6971391,644 \text{ mm}$$

$$M_n = 6,971 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_n$$

$$= 6,971 \text{ KN.m}$$

Mencari beban maksimum (P_{maks}) analisis :

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

$$\frac{1}{6} \cdot P \cdot L = 6,971 \text{ KN.m}$$

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

$$P = 23,238 \text{ KN}$$

$$P = 2,3238 \text{ ton}$$

Momen Inersia (I)

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

$$I = \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3 = 28125000 \text{ mm}^4$$



Pada Saat Retak Pertama

Modulus retak (f_r)

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

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{22,919} = 3,351 \text{ MPa}$$

Momen dan beban teoritis :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{y} = \frac{3,351 \times 28125000}{75} = 1256625 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 1,256625 \text{ kNm}$$

$$P_{cr} = (6 \times M)/L$$

$$P_{cr} = (6 \times 1,256625)/1,8 = 4,18875 \text{ kN}$$

Pada Saat Luluh

Dengan menganggap beban elastis, maka :

Momen dan beban teoritis :

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

$$M_y = 157,079 \times 413,506 \times 107,329$$

$$M_y = 6971352,233 \text{ Nmm}$$

$$M_y = 6,971 \text{ kNm}$$

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

$$P_y = (6 \times 6,971)/1,8 = 23,23667 \text{ kN} = 2323,667 \text{ kg}$$



PERHITUNGAN BALOK BERTULANG *FIBER GLASS* 4 LAPIS

1. Diketahui :

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

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

Tulangan lentur diameter 10 mm

$$f_y = 413,506 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 22,366 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$E_s = 226166,886 \text{ MPa}$$

$$E_c = 22227,572 \text{ MPa}$$

Selimut beton = 15 mm

2. Perhitungan :

$$\begin{aligned} h_{\min} &= \frac{h}{16} \left(0,8 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{1800}{16} \left(0,8 + \frac{413,506}{700} \right) \\ &= 156,456 \approx \text{digunakan } h = 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{2}{3} \cdot h \\ &= \frac{2}{3} \cdot 150 \\ &= 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d_s \\ &= 150 - \left(15 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10 \right) \\ &= 124 \text{ mm} \end{aligned}$$



Dipakai tulangan 2 D 10

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

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

$$= 157,079 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1,4}{413,506} \cdot 100 \cdot 124$$

$$= 41,982 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \cdot b \cdot d\right)$$

$$= 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{22,366}{413,506} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 413,506} \cdot 100 \cdot 124\right)$$

$$= 215,155 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} \leq A_s \leq A_{s_{\max}} \dots\dots\dots \text{Okk} \odot$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{157,079}{100 \times 124} = 0,0127$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{226166,886}{22227,572} = 10,175$$

Mencari nilai a dengan rumus seperti pada (3-4) keseimbangan gaya:

$$\sum H = 0$$

$$C_c = T_s + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot b \cdot f_c' = (A_s \cdot f_y) + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 22,366 = (157,0796 \cdot 413,506) + 16990,125$$

$$a = 43,103 \text{ mm}$$

$$M_n = C_c \cdot Z$$

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



$$= 0,85 \cdot 43,103 \cdot 100 \cdot 22,366 \cdot \left(124 - \frac{43,103}{2}\right)$$

$$= 8394989,258 \text{ mm}$$

$$= 8,395 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_n$$

$$= 8,395 \text{ KN.m}$$

Mencari beban maksimum (P_{maks}) analisis :

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

$$\frac{1}{6} \cdot P \cdot L = 8,395 \text{ KN.m}$$

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

$$P = 27,984 \text{ KN}$$

$$P = 2,7984 \text{ ton}$$

Momen Inersia (I)

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

$$I = \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3 = 28125000 \text{ mm}^4$$

Pada Saat Retak Pertama

Modulus retak (f_r)

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

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{22,366} = 3,3104 \text{ MPa}$$

Momen dan beban teoritis :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{y} = \frac{3,3104 \times 28125000}{75} = 1241400 \text{ Nmm}$$



$$M_{cr} = 1,2414 \text{ kNm}$$

$$P_{cr} = (6 \times M)/L$$

$$P_{cr} = (6 \times 1,2414)/1,8 = 4,138 \text{ kN}$$

Pada Saat Luluh

Dengan menganggap beban elastis, maka :

Momen dan beban teoritis :

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

$$M_y = 157,079 \times 413,506 \times 102,449$$

$$M_y = 6654348,585 \text{ Nmm}$$

$$M_y = 6,654 \text{ kNm}$$

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

$$P_y = (6 \times 6,654)/1,8 = 22,18116 \text{ kN} = 2218,116 \text{ kg}$$



PERHITUNGAN BALOK BERTULANG *FIBER GLASS* 5 LAPIS

1. Diketahui :

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

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

Tulangan lentur diameter 10 mm

$$f_y = 413,506 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 20,666 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$E_s = 226166,886 \text{ MPa}$$

$$E_c = 21366,14 \text{ MPa}$$

Selimut beton = 15 mm

2. Perhitungan :

$$\begin{aligned} h_{\min} &= \frac{h}{16} \left(0,8 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{1800}{16} \left(0,8 + \frac{413,506}{700} \right) \\ &= 156,456 \approx \text{digunakan } h = 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{2}{3} \cdot h \\ &= \frac{2}{3} \cdot 150 \\ &= 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d_s \\ &= 150 - \left(15 + 6 + \frac{1}{2} \cdot 10 \right) \\ &= 124 \text{ mm} \end{aligned}$$



Dipakai tulangan 2 D 10

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

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

$$= 157,079 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1,4}{413,506} \cdot 100 \cdot 124$$

$$= 41,982 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{f'c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \cdot b \cdot d\right)$$

$$= 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{20,666}{413,506} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 413,506} \cdot 100 \cdot 124\right)$$

$$= 198,802 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\min}} \leq A_s \leq A_{s_{\max}} \dots\dots\dots \text{Okk} \odot$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{157,079}{100 \times 124} = 0,0127$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{226166,886}{21366,14} = 10,585$$

Mencari nilai a dengan rumus seperti pada (3-4) keseimbangan gaya:

$$\sum H = 0$$

$$C_c = T_s + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot b \cdot f'c = (A_s \cdot f_y) + T_f$$

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 20,666 = (157,0796 \cdot 413,506) + 19981,1716$$

$$a = 48,351 \text{ mm}$$

$$M_n = C_c \cdot Z$$

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



$$= 0,85 \cdot 48,351 \cdot 100 \cdot 20,666 \cdot \left(124 - \frac{48,351}{2}\right)$$

$$= 8478531,475 \text{ mm}$$

$$= 8,478 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_n$$

$$= 8,478 \text{ KN.m}$$

Mencari beban maksimum (P_{maks}) analisis :

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

$$\frac{1}{6} \cdot P \cdot L = 8,478 \text{ KN.m}$$

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

$$P = 28,262 \text{ KN}$$

$$P = 2,8262 \text{ ton}$$

Momen Inersia (I)

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

$$I = \frac{1}{12} \times 100 \times 150^3 = 28125000 \text{ mm}^4$$

Pada Saat Retak Pertama

Modulus retak (f_r)

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

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{20,666} = 3,182 \text{ MPa}$$

Momen dan beban teoritis :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{y} = \frac{3,182 \times 28125000}{75} = 1193250 \text{ Nmm}$$



$$M_{cr} = 1,193250 \text{ kNm}$$

$$P_{cr} = (6 \times M)/L$$

$$P_{cr} = (6 \times 1,193250)/1,8 = 3,9775 \text{ kN}$$

Pada Saat Luluh

Dengan menganggap beban elastis, maka :

Momen dan beban teoritis :

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

$$M_y = 157,079 \times 413,506 \times 99,825$$

$$M_y = 6483911,627 \text{ Nmm}$$

$$M_y = 6,484 \text{ kNm}$$

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

$$P_y = (6 \times 6,484)/1,8 = 21,61333 \text{ kN} = 2161,333 \text{ kg}$$



LAMPIRAN XI

DOKUMENTASI PENELITIAN



Pembuatan Tahu Beton



Pengujian Kuat Tarik *Fiber Glass*



Pengujian Kuat Tarik Baja Polos

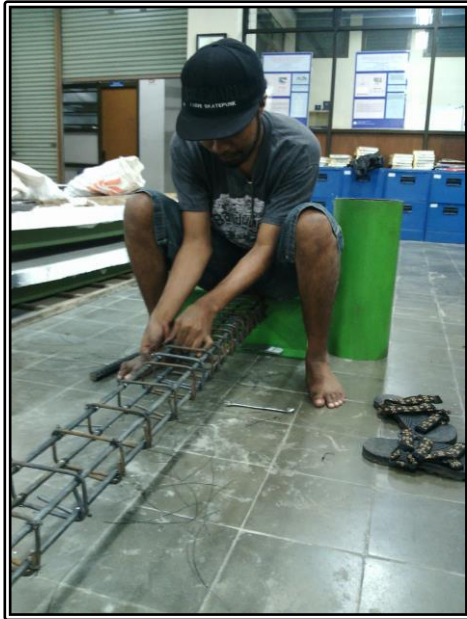


Pengujian Berat Jenis Pasir



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

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



Perakitan Tulangan Beton



Pembuatan Balok & Silinder Beton



Proses Pembuatan Adukan Beton



Pengujian *Slump* Adukan Beton



Perawatan Benda Uji Balok



Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton



Setting Dial Gauge Pada Balok



Pengujian Balok Beton



Retakan Pada Pengujian Balok