

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Rata - rata beban maksimum yang mampu diterima oleh balok setelah diuji adalah BBN: 23,006 kN, BBFG 4: 25,121 kN, BBFG 5: 30,564 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 8,42% dan pada BBFG 5 lapisan mengalami peningkatan sebesar 24,73%.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian, ada beberapa saran dari penulis sebagai berikut.

1. Pemasangan dan penggunaan lem yang lebih bagus dari lem *epoxy* merk *Eposchon* sangat diharapkan dan sebelum menempelkan *glass fiber* pada permukaan balok harus di kasarkan menggunakan amplas agar dapat menempel dengan maksimal.
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.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Chu-Kia Wang dan Salmon, Charles G. 1994. *Disain Beton Bertulang*. Jilid I. Edisi Keempat. Terjemahan Binsar Hariandja. Jakarta: Erlangga.
- MacGregor, J.G, 1997. *Beton Bertulang ; Mekanika dan Desain* , Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Erlangga, Jakarta
- Nawy, E, G., 1994, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Erlangga, Jakarta
- SNI 03 – 2834 - 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03 – 2847 - 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- SNI 03-2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Penerbit Erlanga, Jakarta
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Spiegel, L., dan Limbrunner, G., 1991, *Desain Baja Struktural Terapan*, Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Eresco, Bandung.
- Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Zebua, P, P., 2013, *Perkuatan Balok Beton Bertulang Dengan Fiber Glass Jacket Pada Kondisi Lentur*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

LAMPIRAN

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN *SPLIT*

Bahan : *Split*
Asal : Clereng, Wates
Diperiksa : 17 Oktober 2016

Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	∑B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4" (19,1 mm)	573	573	0	0	0	100
1/2" (12,7 mm)	453	483	30	30	3	97
3/8" (9,52mm)	459	673	214	244	24	76
No.4(4,75 mm)	531	1087	556	800	80	20
No.8(2,36 mm)	327	493	166	966	97	3
No.30(0,60mm)	293	307	14	980	98	2
No.50(0,30mm)	376	381	5	985	99	1
No.100(0,15mm)	352	356	5	990	99	1
No.200(0,75mm)	337	341	4	994	99	1
PAN	375	381	6	1000	100	0
Jumlah			1000		699	

$$\text{Modulus halus butiran} = \frac{699}{100} = 6,99$$

Kesimpulan : MHB *split* $6 \leq 6,99 \leq 7,1$

PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM *SPLIT*

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober
- II. Bahan
- Split* kering tungku asal : Clereng, Berat : 100 gram
 - Air Jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
- Pan
 - Timbangan
 - Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - Air tetap jernih setelah 2 kali pencucian dalam air
 - Split* + pan masuk tungku tanggal 18 oktober 2016 jam 12.00 WIB
- IV. Hasil
- Setelah pasir keluar tungku tanggal 19 oktober 2016 jam 12.00 WIB
- Berat pan + *Split* = 220,25 gram
 - Berat piring kosong = 121,25 gram
 - Berat *Split* = 99 gram

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

Kesimpulan Kandungan Lumpur $1\% \leq 1\%$ syarat memenuhi (OK)

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

Bahan : *Split*
 Asal : Clereng, Wates
 Diperiksa : 17 Oktober 2016

Gradasi saringan		Nomor Contoh
		I
Lolos	Tertahan	Berat Masing-masing Agregat
3 / 4"	1/2 "	2500 gram
1/2 "	3/8 "	2500 gram

Nomor Contoh	I
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No.12 (B)	3850 gram
Berat sesudah (A)-(B)	1150 gram
keausan = $\frac{(A)-(B)}{(A)} \times 100\%$	23 %
Keausan rata-rata	23 %

Kesimpulan : keausan agregat kasar 23 % < 40 %, syarat terpenuhi (OK)

PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir
 Asal : Sungai Progo
 Diperiksa : 17 Oktober 2016

Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	ΣB.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan	Lolos
					%	%
3/4" (19,1 mm)	573	573	0	0	0,0	100,0
1/2" (12,7 mm)	453	453	0	0	0,0	100,0
3/8" (9,52mm)	459	460	1	2	0,2	99,8
No.4(4,75 mm)	531	532	1	2	0,2	99,8
No.8(2,36 mm)	327	328	1	4	0,4	99,6
No.30(0,60mm)	293	680	387	391	39,1	60,9
No.50(0,30mm)	376	580	204	595	59,5	40,5
No.100(0,15mm)	352	550	198	794	79,4	20,6
No.200(0,75mm)						
PAN						
Total					178,7	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{178,7}{100} = 1,79$$

Kesimpulan : MHB pasir $1,5 \leq 1,79 \leq 3,8$ Syarat terpenuhi (OK)

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir
 Asal : Sungai Progo
 Diperiksa : 17 Oktober 2016

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500
B	Berat Contoh Kering	490
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	670
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	980
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,6315
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,5789
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,7222
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	2,0408 %
I	Berat Jenis Agregat Halus $= \frac{(E) + (G)}{2}$	2,6768

Kesimpulan : Berat Jenis pasir $2,4 < 2,6768 < 2,9$, syarat terpenuhi (OK)

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT*

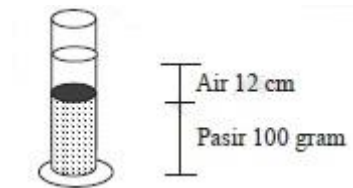
Bahan : *Split*
 Asal : Clereng, wates
 Diperiksa : 17 Oktober 2016

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	964
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1011
C	Berat Contoh Dalam Air	616
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,4405
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,5595
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,7701
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	4,8755%
H	Berat Jenis Agregat Kasar $= \frac{(D) + (F)}{2}$	2,6053
I	Berat Isi Kering Oven Agregat	1,3442

Kesimpulan : Berat jenis $2,4 < 2,6053 < 3$, Syarat terpenuhi (OK)

PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu Pengujian : 18 Oktober 2016
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal : Sungai Progo, Berat : 100 gram
 - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Gelas ukur, ukuran 250 cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (oven), suhu dibuat antara 105-110°C
 - d. Air tetap jernih setelah 6 kali pengocokan
 - e. Pasir + piring masuk tanggal 18 oktober 2016 jam : 12.00 WIB
- IV. Sketsa



- V. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 19 Oktober 2016 jam 12.00 WIB

 - a. Berat + piring = 220,5 gram
 - b. Berat piring kosong = 124,4 gram
 - c. Berat pasir = 96,1 gram

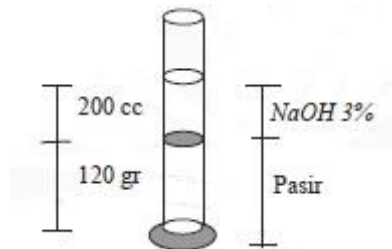
$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100-96,1}{100} \times 100 \%$$

= 3,9 %..... Syarat tidak boleh melebihi 5 %

PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 18 Oktober 2016
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal : Sungai 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. 5

HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

1. Baja Tulangan P-10

Beban (Kgf)	Beban (N)	$\Delta P (10^2)$	Tegangan (f) (Mpa)	Regangan(ξ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	0,000
100	980,65	1	12,492	0,615
200	1961,3	2	24,985	1,231
300	2941,95	3	37,477	1,846
400	3922,6	4	49,969	2,462
500	4903,25	6	62,462	3,692
600	5883,9	8	74,954	4,923
700	6864,55	9	87,446	5,538
800	7845,2	10	99,939	6,154
900	8825,85	10	112,431	6,154
1000	9806,5	11	124,924	6,769
1100	10787,15	14	137,416	8,615
1200	11767,8	15	149,908	9,231
1300	12748,45	16	162,401	9,846
1400	13729,1	17	174,893	10,462
1500	14709,75	19	187,385	11,692
1600	15690,4	20	199,878	12,308
1700	16671,05	21	212,370	12,923
1800	17651,7	24	224,862	14,769
1900	18632,35	25	237,355	15,385
2000	19613	26	249,847	16,000
2100	20593,65	28	262,339	17,231
2200	21574,3	29	274,832	17,846
2300	22554,95	30	287,324	18,462
2400	23535,6	31	299,817	19,077
2500	24516,25	32	312,309	19,692
2600	25496,9	33	324,801	20,308
2700	26477,55	34	337,294	20,923
2800	27458,2	37	349,786	22,769
2900	28438,85	40	362,278	24,615
3000	29419,5	68	374,771	41,846
3070	30105,955	280	383,515	172,308
3300	32361,45	390	412,248	240,00
5010	49130,565	-	625,867	

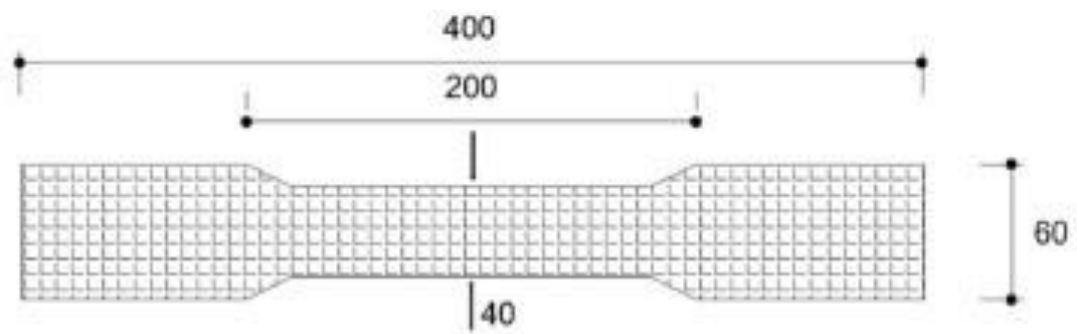
Diameter = 10 mm
Luas = 78,5 mm²
Po = 162,5 mm
Beban maksimum = 5010 Kgf
Tegangan leleh = 412,248 Mpa
Tegangan maksimum = 625,867 Mpa

2. **Baja Tulangan P-6**

Diameter = 6 mm
Luas = 26,88 mm²
Po = 100,2 mm
Beban maksimum = 1756 Kgf
Tegangan leleh = 330,0304 Mpa
Tegangan maksimum = 476,6700 Mpa

PENGUJIAN KUAT TARIK *GLASS FIBER JACKET*

Jumlah Lapisan	Beban (Kgf)
1 Lapis Fiber Glass	-
2 Lapis Fiber Glass	265
3 Lapis Fiber Glass	325
4 Lapis Fiber Glass	620
5 Lapis Fiber Glass	900



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

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 : Gresik (Tipe 1)

B. Data *Specific Gravity*

1. Specific gravity agregat halus (pasir) : 2,67 gr/cm³
2. Specific gravity agregat kasar (kerikil) : 2,6053 gr/cm³
3. Absorption agregat halus (Pasir) : 2,0408 %
4. Absorption agregat kasar (kerikil) : 4,8755%

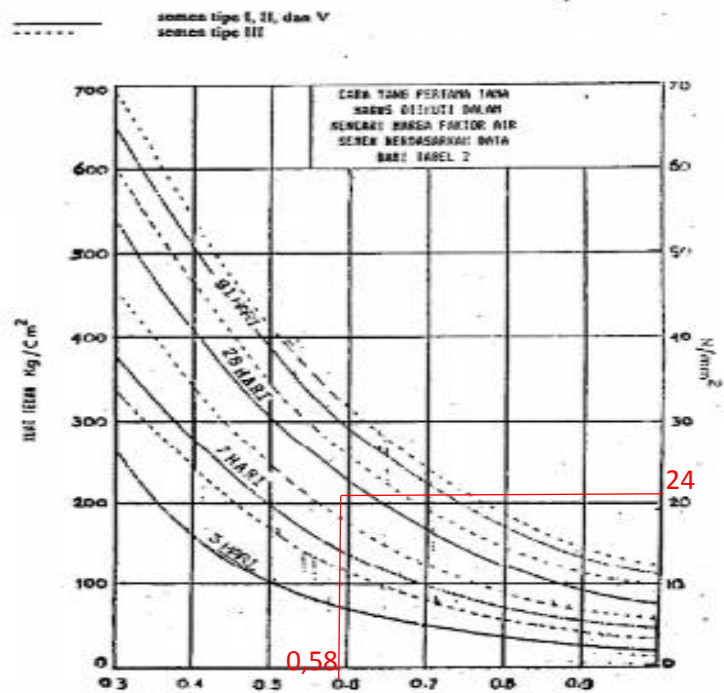
C. Hitungan

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.

$$f'c = f'c + M = 20 + 4 = 24 \text{ Mpa}$$

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 kuat tekan 24 Mpa didapatkan fas sebesar 0,58



Hubungan Kuat Tekan Silinder dengan Fas

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

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 ruangan bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan tenk 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 10 mm.

11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m³ beton.

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

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

- Ukuran butir maksimum 20 mm.
- Nilai slump 75-150 mm.
- Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka $W_h = 225$
- Agregat kasar berupa batu pecah, maka $W_k = 250$

$$W = \frac{2}{3} \times 225 + \frac{1}{3} \times 250 = 233,25 \text{ kg}$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan

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

- Berdasarkan $f_{as} = 0,58$. Semen per m³ beton = $\frac{A}{f_{as}} = \frac{233,25}{0,58} = 402,155$

kg

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 402,155 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas

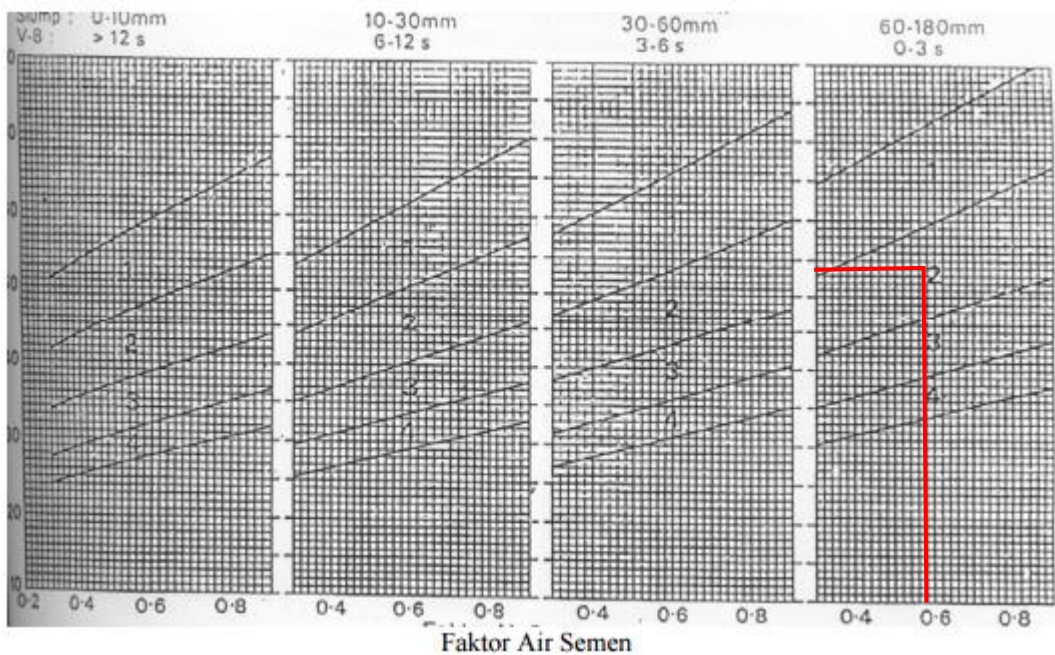
fas rencana = 0,58

fas max > fas rencana

0,6 > 0,58.....oke

14. Perbandingan agregat halus dan kasar

**Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang dianjurkan Untuk
Ukuran Butir Maksimum 10 m**



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

- a. Ukuran maksimum 10 mm
- b. Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- c. fas 0,58
- d. jenis gradasi pasir no.2

Diambil proporsi pasir = 54 %

15. Berat jenis agregat campuran :

$$= \frac{P}{100} \times B_j \text{ agregat halus} + \frac{k}{100} \times B_j \text{ agregat kasar}$$

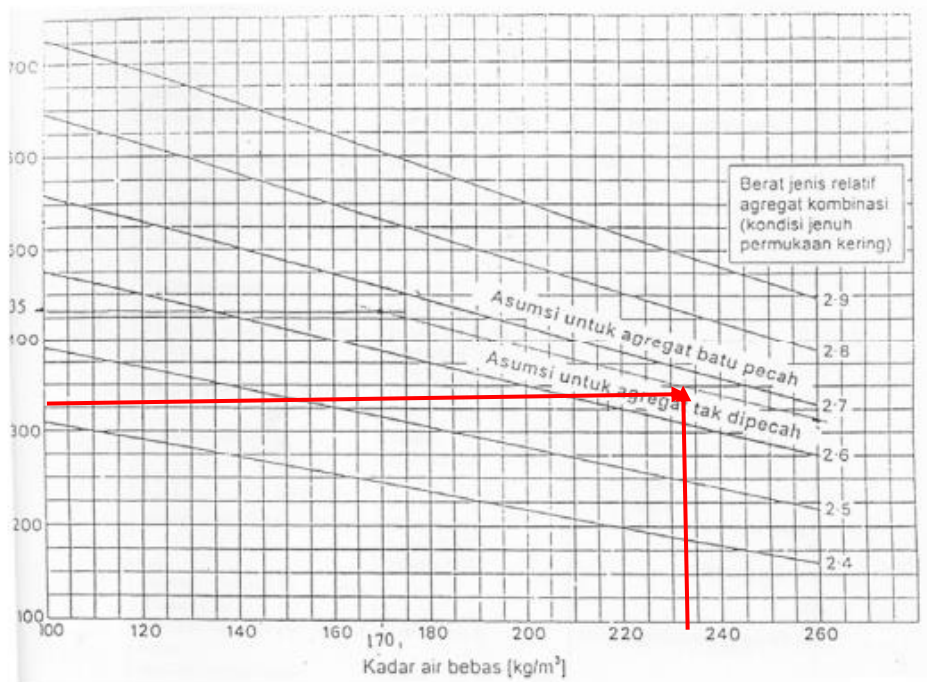
$$= 2,640238 \text{ kg/m}^3$$

Dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton



Perkiraan Berat Beton yang Telah Selesai Didapatkan

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

Bj campuran (langkah 15) = 2,640238 kg/m³. Kemudian dibuat garis antara 2,6 dan 2,7.

Keperluan air yaitu 233,25 kg (langkah 11). Kemudian ditarik garis vertikal ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2330 kg/m³.

17. Berat agregat campuran

= berat tiap m³ – keperluan air dan semen

= 1694,5948 kg

18. Menghitung berat agregat halus

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

$$= 915,0812 \text{ kg}$$

19. Menghitung berat agregat kasar

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

$$= 779,5136 \text{ kg}$$

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

$$= 5301,433 \text{ cm}^3$$

Volume Balok = $P \cdot L \cdot T$

$$= 200 \cdot 15 \cdot 10$$

$$= 30000 \text{ cm}^3$$

Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton Normal :

❖ Kebutuhan Satu Silinder dan Satu Balok = 62,9025 kg

Air	6,9975	L
Semen	12,0646552	kg
Pasir	27,4524362	kg
Kerikil	23,3854086	kg

Air	13,995	L
Semen	24,1293103	kg
Pasir	54,9048724	kg
Kerikil	46,7708172	kg

❖ Kebutuhan Dua Silinder dan Dua Balok = 125,805 kg

❖ Kebutuhan Campuran 6 silinder dan 6 Balok = 377,415 kg

Air	41,985	L
Semen	72,38793	kg
Pasir	164,7146	kg
Kerikil	140,3125	kg

PERHITUNGAN PERENCANAAN TULANGAN DAN RETAK PERTAMA

1. Diketahui

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

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

$$l = 2000 \text{ mm}$$

Tulangan Lentur diameter 10 mm

$$f_y = 412,248 \text{ Mpa}$$

Diameter sengkang 6 mm

$$f_y = 330,0304 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 20 \text{ Mpa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

Selimut beton = 15 mm

2. Penyelesain :

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{ h min} &= \frac{l}{16} \left(0,8 + \frac{f_y}{700} \right) \\ &= \frac{1800}{16} \left(0,8 + \frac{412,248}{700} \right) \\ &= 173,61 \text{ mm} \approx \text{h} = 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

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

- Dipakai tulangan 2 D 10

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

$$\begin{aligned} A_{s \text{ min}} &= \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1,4}{412,248} \cdot 100 \cdot 124 \\ &= 42,1105 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ max}} &= 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{f_{cr}}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600+f_y} \cdot b \cdot d\right) \\ &= 0,75 \cdot \left(0,85 \cdot \frac{20}{412,248} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600+412,248} \cdot 100 \cdot 124\right) \\ &= 193,221 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$A_{s \text{ min}} < A_s < A_{s \text{ max}}$OK!

- $\Sigma H = 0$

$$C_c = T_s + T_f$$

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

$$0,85 \cdot a \cdot 100 \cdot 20' = (157 \cdot 412,248)$$

$$a = 38,072 \text{ mm}$$

- $M_n = C_c \cdot Z$

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

$$= 0,85 \cdot 38,072 \cdot 100 \cdot 20 \cdot \left(124 - \frac{38,072}{2}\right)$$

$$= 6793568,05 \text{ N.mm}$$

$$= 6,79356805 \text{ kN.m}$$

- $M_u = M_n$

$$= 6,7935 \text{ kN.m}$$

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

$$6,7935 = \frac{1}{6} \cdot P \cdot L$$

$$P = \frac{6.Mu}{L}$$

$$P = 20,380 \text{ kN}$$

$$P = 2,0380 \text{ ton}$$

Tulangan Geser 2 P-6

$$\begin{aligned} \blacksquare V_u \text{ max} &= \frac{1}{2} \cdot P \\ &= \frac{1}{2} \cdot 20,380 \\ &= 10,19035 \text{ kN} = 1019 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare \phi V_c &= \phi \left(\frac{\sqrt{f'c}}{6} \right) \cdot b \cdot d \\ &= 0,85 \cdot \left(\frac{\sqrt{f'c}}{6} \right) \cdot 100 \cdot 124 \\ &= 7,856 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \blacksquare V_s &= \frac{V_u - \phi V_c}{0,85} \\ &= 2,7462 \text{ kN} \end{aligned}$$

▪ Digunakan tulangan P-6

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 56,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{teoritis}} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{56,52 \cdot 330,0304 \cdot 124}{2,7462 \cdot 103} \\ &= 1052,0700 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$V_s = 2,7642 < \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

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

2,7642 < 18,484Balok aman dari geser..

Momen Inersia

$$I = \frac{1}{2} \times b \times h^3$$

$$I = \frac{1}{2} \times 100 \times 150^3 = 28125000 \text{ mm}^4$$

Pada Saat Retak Pertama

Modulus retak (f_r)

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

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{20} = 4,4 \text{ Mpa}$$

Momen dan Beban teoritis :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{y} = \frac{4,4 \times 28125000}{75} = 1650000 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 1,650 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} P_{cr} &= (6 \times M)/L \\ &= (6 \times 1,650) / 1,8 = 5,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

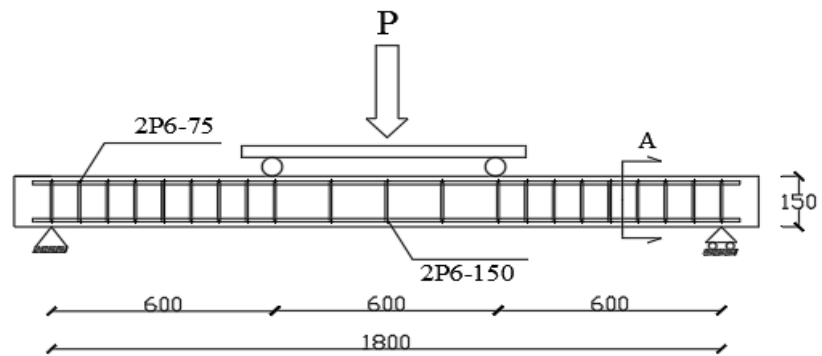
PERHITUNGAN NILAI DEFLEKSI

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

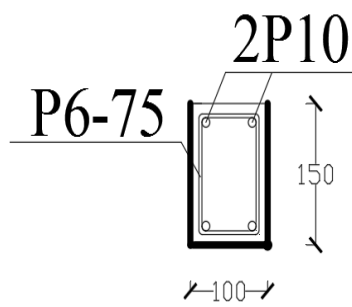
$$\Delta = \frac{20,38 \cdot 1800}{48 \cdot 21091,04 \cdot 187500} \left(\frac{3 \cdot 600}{1800} - \frac{4 \cdot 600^3}{1800^3} \right)$$

$$\Delta = 0,535 \text{ mm}$$

DETAIL GAMBAR BALOK



Gambar 1 : Penampang Tulangan (satuan Dalam mm)



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

DATA PENGUJIAN SILINDER BETON

Kode	Umur (hari)	Luasan (mm ²)	Kuat Tekan (kN)	$f'c$ (MPa)
SBN	28	17659,70	442,5	25,11
SBFG 4	28	17589,09	457,5	25,99
SBFG 5	28	17671,53	412,5	23,25

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

1. Hasil Pengujian Balok Beton Normal

BN A		BN B	
Beban (kg)	Lendutan (mm)	Beban (kg)	Lendutan (mm)
0	0	0	0
231,848	0,51986	148,473	0,57156
301,002	0,93265	273,212	1,15304
370,327	1,34592	365,118	1,53555
440,903	1,53266	404,788	1,81134
510,844	1,97788	451,647	2,27643
590,897	2,54271	492,137	2,52646
665,07	3,0891	555,68	2,96002
735,091	3,68028	619,577	3,42804
806,125	4,36777	661,12	3,58706
870,973	5,0464	757,983	4,02623
944,717	5,16314	799,514	4,13441
1010,32	5,08373	844,38	4,46697
1091	5,05231	906,69	4,72824
1163,13	5,02558	969,73	5,17396
1236,88	4,99293	1025,23	5,42506
1309	4,96842	1069,67	5,86753
1379,56	4,96321	1114,66	5,98384
1450,28	5,52949	1209,04	6,50629
1505,51	5,6821	1250,95	6,73276
1573,69	6,21902	1329,64	7,1285
1644,94	6,67528	1361,39	7,28135
1648,28	7,00815	1447,02	7,72775
1730,98	7,52097	1453,07	7,84212
1801,13	7,91983	1528,54	8,20525

1885,48	8,38532	1559,03	8,41612
1989,31	8,94387	1632,25	8,75134
2047,02	9,27856	1696,55	9,12324
2101,38	9,66898	1790,55	9,57768
2158,74	9,96907	1829,67	9,85603
2227,79	10,451	1930,68	10,34
2289,22	11,0147	1963,79	10,5854
2321,56	11,4356	2056,93	11,0508
2299,09	11,885	2083,47	11,2503
2315,66	12,4953	2179,36	11,7552
2119,51	12,9662	2211,43	12,0752
1993,01	13,4975	2274,9	12,6353
1984,45	13,6203	2279,72	12,8993
1898,89	14,0721	2277,1	13,4548
1802,34	14,2564	2241,37	13,6333
1696,18	14,6302	2263,14	14,1047
1666,85	14,8725	2229,76	14,5001
1707,83	15,3535	2277,04	14,9584
1711,48	15,6369	2259,01	15,4416
1739,08	16,0505	2290,49	16,01
1729,78	16,3714	2284,27	16,3377
1748,56	16,835	2302,29	16,9119
1743,97	17,0724	2299,48	17,2809
1750,34	17,5591	2301,68	17,8638
1737,7	17,6479	2320,72	18,4797
1783,13	18,0561	2300,39	18,933
1773,73	18,3311	2310,65	19,546
1794,65	18,5564	2314,02	20,0449
1799,4	18,9307	2289,84	20,524
1791,28	19,2829	2312,51	20,8182
1756,87	19,7618	2311,61	21,3252
1746,14	19,8821	2321,93	21,6751
1740,55	20,474	2317,42	22,2339
1701,89	20,5584	2330,55	22,6979
1717,49	20,698	2265,02	23,2481
1725,53	21,2299	2260,2	23,9898
1694,96	21,2395	2240,66	24,2901

1707,78	21,353	2273,41	24,8946
1716,89	21,8631	2260,25	25,3316
1708,05	22,0055	2254,42	25,8965
1739,78	22,5806	2242,43	26,1717
1743,22	22,8378	2282,98	26,5503
1718,43	23,3571	2279,98	26,9917
1703,81	23,626	2281,51	27,2344
1734,83	24,1595	2304,63	27,8699
1761,25	24,5654	2316,47	28,4769
1735,18	24,9342	2286,07	28,9569
1733,14	25,3082	2316,34	29,525
		2310,32	30,008
		2316,2	30,4028

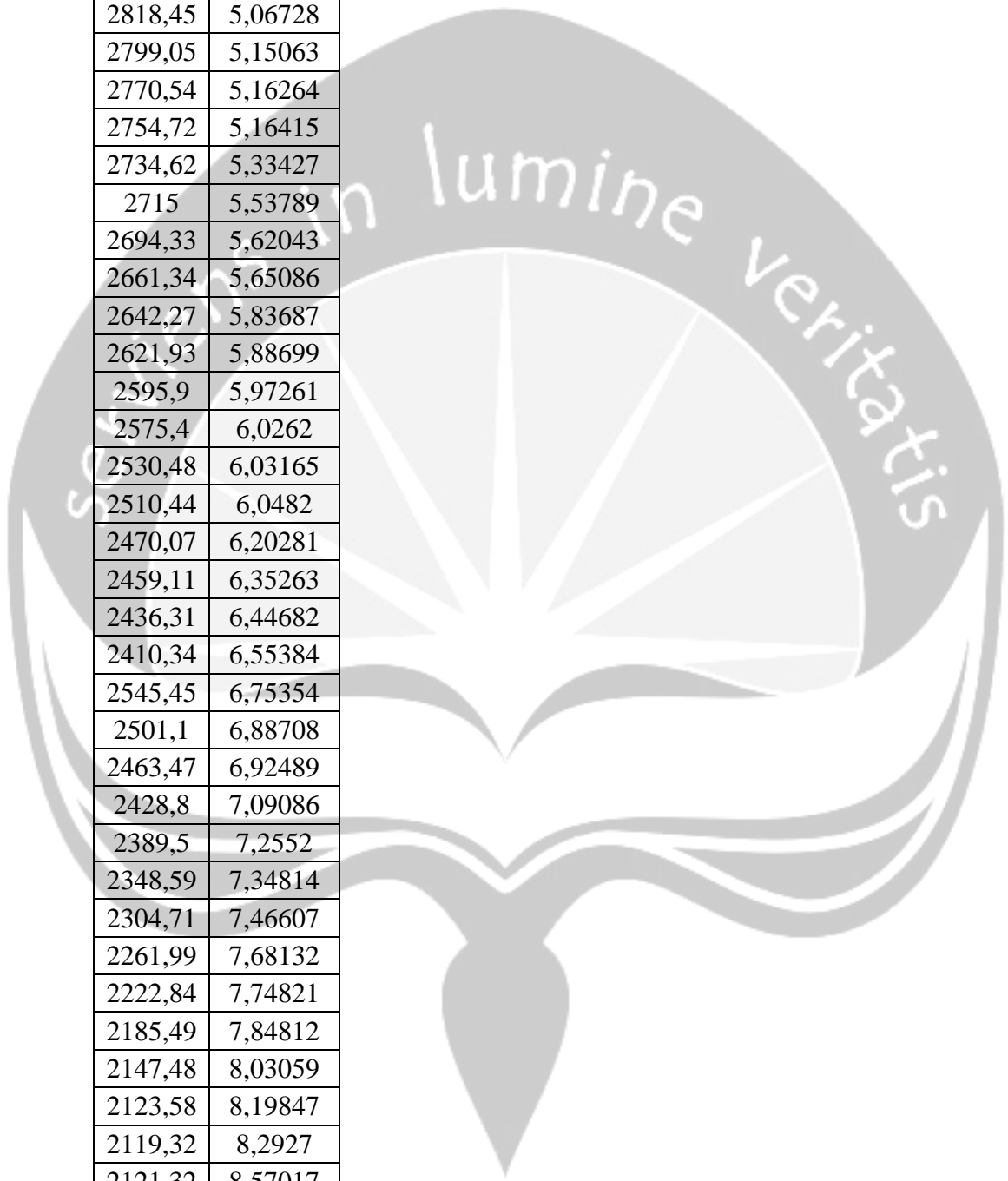
Keterangan : = beban maksimal

2. Hasil Pengujian Balok Beton *Glass Fiber Jacket 4 Lapis*

BBFG 4 A		BBFG 4 B	
Beban (kg)	Lendutan (mm)	Beban (kg)	Lendutan (mm)
0	0	0	0
4,05889	0,02648	13,1781	0,01107
105,375	0,02123	85,1125	0,02915
70,4515	0,02296	157,047	0,72823
177,058	0,01964	228,981	1,7487
239,508	0,02927	300,916	2,86778
369,283	0,06458	372,85	3,88899
392,63	0,29711	444,784	4,69572
424,127	0,38357	516,719	5,21074
554,231	0,40719	588,653	5,71847
794,29	0,50438	660,588	6,16245
822,065	0,54736	732,522	6,3643

951,799	0,66106	804,456	6,58228
996,613	0,74642	876,391	6,71642
1027,64	0,79208	948,325	6,96817
1050,78	0,94551	1020,26	7,50717
1192,95	1,1546	1092,19	7,94631
1295,47	1,23838	1164,13	8,36525
1338,61	1,41265	1236,06	8,8445
1453,75	1,48749	1308	9,08492
1560,53	1,49852	1379,93	9,44722
1659,18	1,49858	1451,87	9,59246
1697,69	1,64251	1523,8	9,59594
1724,04	1,74278	1595,73	9,90328
1859,92	1,80934	1667,67	10,1507
1980,43	1,84431	1739,6	10,5978
2006,2	1,84601	1811,54	10,6913
2058,33	1,89645	1883,47	11,1215
2109,05	2,05076	1955,41	11,2763
2242,54	2,19599	2027,34	11,6618
2271,46	2,29543	2099,28	11,8283
2312,57	2,51577	2171,21	12,2054
2341,13	2,64724	2243,14	12,6172
2421,3	2,7056	2315,08	12,8114
2408,06	2,90146	2387,01	13,2724
2448,61	3,0657	2458,95	13,6317
2579,35	3,20446	2530,88	13,9888
2597,19	3,47406	2602,82	14,1442
2628,74	3,52789	2451,53	14,9155
2660,22	3,70048	2266,54	15,5642
2697,4	3,88055	2044,2	15,7257
2719,51	3,942	1943,94	15,8717
2748,4	4,01316	1972	16,3521
2773,18	4,2373	2013,53	16,9305
2831,45	4,37819	2032,92	17,3873
2862,77	4,38508	2072,29	18,0328
2893,42	4,4599	2103,49	18,7622
2925,17	4,70095	2128,9	19,5395
2902,66	4,79123	2088,61	20,0119

2882,64	4,79917
2864,66	4,80117
2849,37	4,88503
2818,45	5,06728
2799,05	5,15063
2770,54	5,16264
2754,72	5,16415
2734,62	5,33427
2715	5,53789
2694,33	5,62043
2661,34	5,65086
2642,27	5,83687
2621,93	5,88699
2595,9	5,97261
2575,4	6,0262
2530,48	6,03165
2510,44	6,0482
2470,07	6,20281
2459,11	6,35263
2436,31	6,44682
2410,34	6,55384
2545,45	6,75354
2501,1	6,88708
2463,47	6,92489
2428,8	7,09086
2389,5	7,2552
2348,59	7,34814
2304,71	7,46607
2261,99	7,68132
2222,84	7,74821
2185,49	7,84812
2147,48	8,03059
2123,58	8,19847
2119,32	8,2927
2121,32	8,57017
2122,91	8,72948
2153,48	8,74262



2190,27	8,75599
2041,16	8,86794
2012,74	9,02086
1987,01	9,03516
2016,81	9,22048
2003,58	9,36254
1994,51	9,40573
2020,97	9,60622
2014,39	9,79526
1961,31	9,90793

Keterangan : = beban maksimal

3. Hasil Pengujian Balok Beton *Glass Fiber Jacket* 5 Lapis

BBFG 5 A		BBFG 5 B	
Beban (kg)	Lendutan (mm)	Beban (kg)	Lendutan (mm)
0	0	0	0
0,59762	0,03678	39,6475	0,22287
80,7221	0,03897	117,785	2,67835
160,847	0,04213	195,923	5,40267
240,971	0,04526	274,061	6,32334
321,096	0,04521	352,199	6,83666
401,22	0,04575	430,337	7,46234
481,345	0,0495	508,475	8,0693
561,469	0,05283	586,612	8,68538
641,594	0,0554	664,75	9,26327
721,718	0,06026	742,888	9,42605
801,843	0,06273	821,026	9,99675
881,967	0,06578	899,164	10,5675
962,092	0,07776	977,302	11,1212
1042,22	0,16237	1055,44	11,7821
1122,34	0,92003	1133,58	12,4368
1202,47	1,39802	1211,72	13,2221

1282,59	1,82748	1289,85	13,9996
1362,71	2,26283	1367,99	14,8095
1442,84	2,72438	1446,13	15,5384
1522,96	3,26256	1524,27	16,1939
1603,09	3,78554	1602,4	16,9642
1683,21	4,25962	1680,54	17,6486
1763,34	4,71407	1758,68	18,3699
1843,46	5,22236	1836,82	19,0987
1923,59	5,8106	1914,96	19,8426
2003,71	6,3996	1993,09	20,6255
2083,84	6,84821	2071,23	21,3739
2163,96	7,45467	2149,37	22,1117
2244,08	8,02523	2227,51	22,8461
2324,21	8,73353	2305,65	23,6236
2404,33	9,17639	2383,78	24,3763
2484,46	9,8144	2461,92	25,2265
2564,58	10,3437	2540,06	26,1035
2644,71	10,9356	2618,2	26,9978
2663,99	11,6321	2696,33	27,928
2680,94	12,2481	2773,62	28,8647
2724,09	12,6913	2797,75	29,8182
2738,75	13,2562	2814,31	30,6896
2798,28	13,9399	2844,75	31,664
2810,13	14,6023	2872,22	32,6523
2811,51	15,2662	2893,21	33,6562
2853,27	16,0453	2916,6	34,5824
2887,99	16,7472	2936,4	35,4201
2895,94	17,3643	2954,59	36,1991
2907,5	18,0516	2979,52	36,9988
2935,44	18,7761	3002,93	37,7662
2955,79	19,3971	3019,96	38,5095
2976,72	20,1461	3032,14	39,3319
2981,82	20,7958	2961,64	40,0777
3011,09	21,6021	2818,53	40,6924
3036,34	22,2284	2759,83	40,7653
3043,23	22,8236	2795,05	41,4526
3031,99	23,3741		

3063,01	23,8241
3063,09	24,3351
3054,29	25,0264
3080,61	25,6578
3068,73	26,2545
3049,3	26,9378
3046,67	27,6708
3023,22	28,3811
3027,33	29,0628
3047,14	29,7343
3060,23	30,4092

Keterangan :  = beban maksimal

= beban maksimum sebelum diperbaiki

DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengadukan Campuran



Pembuatan Tulangan



Pengujian slump



Pengujian Kuat tekan silinder



Pengujian Kuat Tarik *Glass Fiber*



Balok sebelum dilapisi *Fiber*



Balok sesudah dilapisi *Fiber*