

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan kawat bendrat pada adukan beton normal menjadikan nilai *slump* menurun dan nilai *VB Time* mengalami peningkatan, sehingga dapat menurunkan tingkat *workability* adukan beton.
2. Nilai kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 41,1149 MPa, sedangkan beton *fiber* sebesar 48,3842 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton *fiber* mengalami kenaikan 17,6804% dari beton normal.
3. Nilai kuat tarik belah rata-rata beton normal sebesar 3,3485 MPa, sedangkan beton *fiber* sebesar 4,2675 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah rata-rata beton *fiber* mengalami kenaikan 27,4460% dari beton normal.
4. Nilai modulus elastisitas rata-rata beton normal sebesar 30093,0407 MPa, sedangkan beton *fiber* sebesar 34060,022 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas beton *fiber* mengalami kenaikan 13,18% dari beton normal.
5. Nilai beban maksimum yang dicapai balok beton normal sebesar 16,6206 kN, sedangkan balok beton *fiber* sebesar 19,4264 kN. Hal ini menunjukkan bahwa beban maksimum balok beton *fiber* mengalami kenaikan 16,8816%.

Kenaikan ini dikarenakan dengan adanya ikatan kawat bendrat dalam beton, dapat mendukung kuat tekan pada blok tegangan tekan balok dan meningkatkan kuat tarik yang bekerja pada baja tulangan. Sehingga meningkatkan penyebaran tegangan pada saat pembebanan dilakukan.

6. Beban maksimum balok hasil pengujian tidak sesuai dengan hasil analisis. Hasil analisis beban maksimum balok beton normal sebesar 10,5722 kN. Hal ini menunjukkan bahwa beban maksimum balok beton normal hasil pengujian lebih tinggi dibandingkan hasil analisis, yaitu mengalami kenaikan 57,2104%. Kenaikan ini dikarenakan proses pemadatan adukan beton dan penggunaan agregat penyusun beton yang baik. Sedangkan hasil analisis beban maksimum balok beton *fiber* sebesar 20,7639 kN. Hal ini menunjukkan bahwa beban maksimum balok beton *fiber* hasil pengujian lebih rendah dibandingkan hasil analisis, yaitu mengalami penurunan 6,8848%. Penurunan ini dikarenakan proses pemadatan adukan beton yang dilakukan kemungkinan kurang baik dan penyebaran kawat bendrat yang kurang merata.
7. Nilai beban pada saat retak pertama tertinggi balok beton normal sebesar 7,7429 kN, sedangkan balok beton *fiber* sebesar 10,8539 kN. Hal ini menunjukkan bahwa nilai beban pada saat retak pertama tertinggi balok beton *fiber* mengalami kenaikan 40,1795% dibanding balok beton normal.
8. Grafik hubungan antara beban dan defleksi balok beton normal dan *fiber*, menunjukkan bahwa pertambahan defleksi berbanding lurus dengan pertambahan beban. Namun setelah mencapai beban maksimum, defleksi

tetap bertambah sedangkan beban akan mengalami penurunan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa balok beton normal tidak daktil (getas). Setelah mencapai beban maksimum, secara tiba-tiba balok beton normal kehilangan kemampuan untuk menopang beban yang bekerja di atasnya. Sedangkan hasil pengujian balok beton *fiber*, menunjukkan bahwa balok beton *fiber* lebih daktil. Setelah beban maksimum tercapai, balok beton *fiber* tidak langsung kehilangan kemampuan untuk menopang beban yang bekerja di atasnya.

9. Pola retak yang ditimbulkan ditandai dengan mulai terjadinya retak rambut di bagian sisi bawah tengah bentang balok beton. Semakin ditambah bebannya, retak semakin memanjang secara vertikal dan semakin bertambah banyak jumlahnya. Sedangkan jenis retak/keruntuhan yang terjadi adalah retak/keruntuhan lentur dikarenakan terjadi di daerah lapangan balok beton.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut .:

1. Penyebaran *fiber* harus diperhatikan dengan baik supaya tidak terjadi penggumpalan (*balling effect*).
2. Saat pemadatan adukan beton di cetakan balok harus dilakukan secara menyeluruh dan diperlukannya alat bantu penggetar (*vibrator*) agar adukan beton benar-benar merata dan padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I-2*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- ACI Committee 544, 1984, *Guide for Specifying, Mixing, Placing and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete*. ACI Journal.
- Anonim, 1989, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F)*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-1990)*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1996, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji (SNI 03-4431-1997)*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03-2491-2002)*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ariatama, Ananta, 2007, *Pengaruh Serat Kawat Berkait pada Kekuatan Beton mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Handiyono, 1994, *Pengaruh Bentuk Geometri Serat Bendrat Terhadap Kapasitas Balok Beton Bertulang Model Skala Penuh*, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Leksono, B.T., 1995, *Pengaruh Pemakaian Fiber Bendrat Berkait Secara Parsial pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang dengan Model Skala Penuh*, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Leksono, B.T., Suhendro, B. dan Sulistyono, P., 1995, *Pengaruh Fiber Bendrat Berkait Secara Parsial pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang dengan Model Skala Penuh*, BPPS-UGM, 8(3B), Agustus 1995.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nawy, E.G., 1990, *Reinforced Concrete a Fundamental Approach (Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar)*, Penerjemah Suryatmono B., Penerbit Eresco, Bandung.

- Ngudiyono dan Mahmud, F, 2006, *Pemanfaatan Fiber Lokal (Kawat Bendrat) sebagai Tulangan Geser Mikro (Micro Shear Reinforcement) pada Balok Beton Bertulang*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Mataram, Mataram.
- Soroushian, P. dan Bayazi, Z., 1987, *Concept of Fibre Reinforced Concrete Proceeding of The International Seminar on Fibre Reinforced Concrete*, Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan State University, Michigan.
- Soroushian, P., Lee, C. dan Bayazi, Z., 1987, *Fiber Reinforced Concrete: Theoretical Concepts and Structural Design*, Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan State University, Michigan.
- Suhendro, Bambang, 1991, *Pengaruh Fiber Kawat Lokal pada Sifat-Sifat Beton*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suhendro, Bambang, 1992, *Beton Fiber Lokal : Konsep, Aplikasi dan Permasalahannya*, Kursus Singkat Teknologi Beton. Pusat Antar Universitas, Ilmu Teknik UGM.
- Sukoyo, 2011, *Peningkatan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton dengan Penambahan Fiber Baja*, Jurnal Orbith (Politeknik Negeri Semarang), vol. 7, no. 3, pp. 360-365.
- Tjokrodinuljo, Kardiono, 1996, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Yogyakarta 1996.
- Tjokrodinuljo, Kardiono, 2009, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Yogyakarta Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wang, C.K., Salmon, C.G., dan Binsar, H., 1986, *Disain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Surabaya.
- Widodo, Aris, 2012, *Pengaruh Penggunaan Potongan Kawat Bendrat pada Campuran Beton dengan Konsentrasi Serat Panjang 4 cm Berat Semen 350 kg/m³ dan FAS 0,5*, Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan (Universitas Negeri Semarang), vol. 14, no. 2, pp. 131-140.



LAMPIRAN



A. PENGUJIAN BAHAN

A.1. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 25 September 2013

DAFTAR AYAKAN

No. Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ Berat Tertahan (gram)	Persentase Berat Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
3/4"	558	558	0	0	0	100
1/2"	462	466	4	4	0,4	99,6
3/8"	547	553	6	10	1	99
4	416	429	13	23	2,3	97,7
8	329	357	28	51	5,1	94,9
30	295	630	335	386	38,6	61,4
50	294	660	366	752	75,2	24,8
100	286	520	234	986	98,6	1,4
200	339	351	12	998	99,8	0,2
Pan	377	379	2	1000	100	0
Total			1000		321	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{321}{100} = 3,21$$

Kesimpulan : MHB pasir $1,5 \leq 3,21 \leq 3,8$, syarat terpenuhi (OK).

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.2. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN *SPLIT*

Bahan : Batu pecah (*split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 25 September 2013

DAFTAR AYAKAN

No. Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Σ Berat Tertahan (gram)	Persentase Berat Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
$\frac{3}{4}$ "	559	559	0	0	0	100
$\frac{1}{2}$ "	462	508	46	46	4,6	95,4
$\frac{3}{8}$ "	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).

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.3. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 25 September 2013

No.	Nomor Pemeriksaan	I
1.	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD)	500 gram
2.	Berat contoh kering	487 gram
3.	Berat labu + air, temperatur 25°C	707 gram
4.	Berat labu + contoh (SSD) + air, temperatur 25°C	1020 gram
5.	Berat jenis $bulk = \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	2,6738
6.	BJ jenuh kering permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,6043
7.	Berat jenis semu ($apparent$) = $\frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,7989
8.	Penyerapan ($absorption$) = $\frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	0,0267%

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.4. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT*

Bahan : Batu pecah (*split*)

Asal : Clereng

Diperiksa : 25 September 2013

No.	Nomor Pemeriksaan	I
1.	Berat contoh kering	984 gram
2.	Berat contoh jenuh kering permukaan (SSD)	999 gram
3.	Berat contoh dalam air	631 gram
4.	Berat jenis $bulk = \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,6739
5.	BJ jenuh kering permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,7147
6.	Berat jenis semu (<i>apparent</i>) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,7875
7.	Penyerapan (<i>absorption</i>) = $\frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	1,5244%

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrihanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.5. PEMERIKSAAN KADAR AIR DALAM PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 25 September 2013

No.	Pemeriksaan	H1	H2
1.	Cawan gram	9,520	9,247
2.	Cawan + berat pasir basah gram	72,643	81,215
3.	Cawan + berat pasir kering gram	71,148	79,555
4.	Berat air = (2) - (3) gram	1,495	1,66
5.	Berat contoh kering = (3) - (1) gram	61,628	70,308
6.	Kadar air (w) = $\frac{(4)}{(5)} \times 100\%$	2,4258%	2,3610%
Rata – rata		2,3934%	

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.6. PEMERIKSAAN KADAR AIR DALAM *SPLIT*

Bahan : Batu pecah (*split*)
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 25 September 2013

No.	Pemeriksaan	K1	K2
1.	Cawan gram	9,678	8,391
2.	Cawan + berat <i>split</i> basah gram	82,936	75,626
3.	Cawan + berat <i>split</i> kering gram	82,045	74,671
4.	Berat air = (2) - (3) gram	0,891	0,955
5.	Berat contoh kering = (3) - (1) gram	72,367	66,28
6.	Kadar air (w) = $\frac{(4)}{(5)} \times 100\%$	1,23%	1,44%
Rata - rata		1,335%	

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrihanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.7. PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : Batu pecah (*split*)
Asal : Clereng
Diperiksa : 25 September 2013

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

Nomor Contoh	I
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No. 12 (B)	3752 gram
Berat sesudah = (A)-(B)	1248 gram
Keausan = $\frac{(A)-(B)}{(A)} \times 100\%$	24,96%
Keausan Rata-rata	24,96%

Yogyakarta, 18 Desember 2013

Mengetahui,

Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.
(Kepala Lab. Transportasi UAJY)



A.8. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 26 September 2013
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, asal : kali 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 antara 105-110°C
 - d. Pasir + piring masuk tungku tanggal 25 September 2013 jam 11.00 WIB

IV. Hasil

Pasir + piring keluar tungku tanggal 26 September 2013 jam 11.05 WIB

- a. Berat piring + pasir = 223,2 gram
- b. Berat piring kosong = 123,5 gram
- c. Berat pasir = 99,7 gram

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100 - 99,7}{100} \times 100\% = 0,3 \%$$

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,3 % < 5%, syarat terpenuhi (OK)



A.9. PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM *SPLIT*

- I. Waktu pemeriksaan : 25 September 2013
- II. Bahan
 - a. *Split* kering tungku, asal : Clereng, berat : 100 gram
 - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Pan
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (*oven*), suhu antara 105-110°C
 - d. *Split* + pan masuk tungku tanggal 25 September 2013 jam 10.30 WIB
- IV. Hasil

Split + pan keluar tungku tanggal 26 September 2013 jam 10.35 WIB

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

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

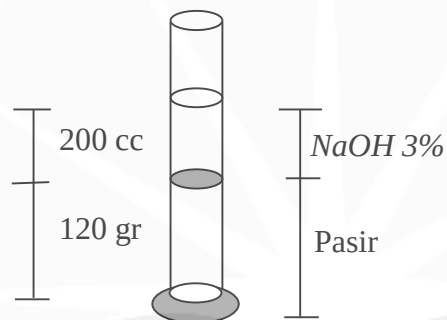
Kesimpulan : Kandungan lumpur $1\% \leq 1\%$, syarat terpenuhi (OK).



A.10. PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu pemeriksaan : 27 September 2013
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, asal : kali Progo, berat : 120 gram
 - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat

Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil

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

Kesimpulan : Warna *Gardner Standard Color* No. 8, syarat terpenuhi (OK).



A.11. PEMERIKSAAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN

DIAMETER 8 MM

Waktu Pemeriksaan = 25 September 2013

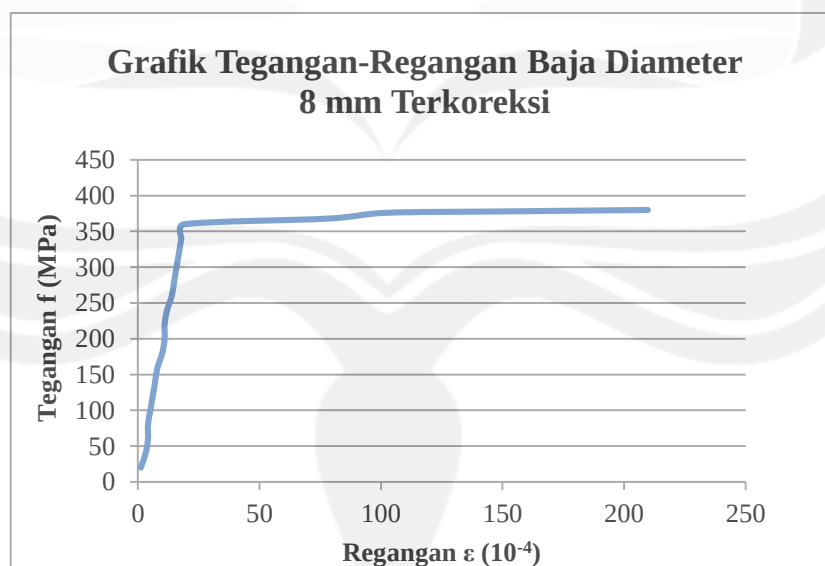
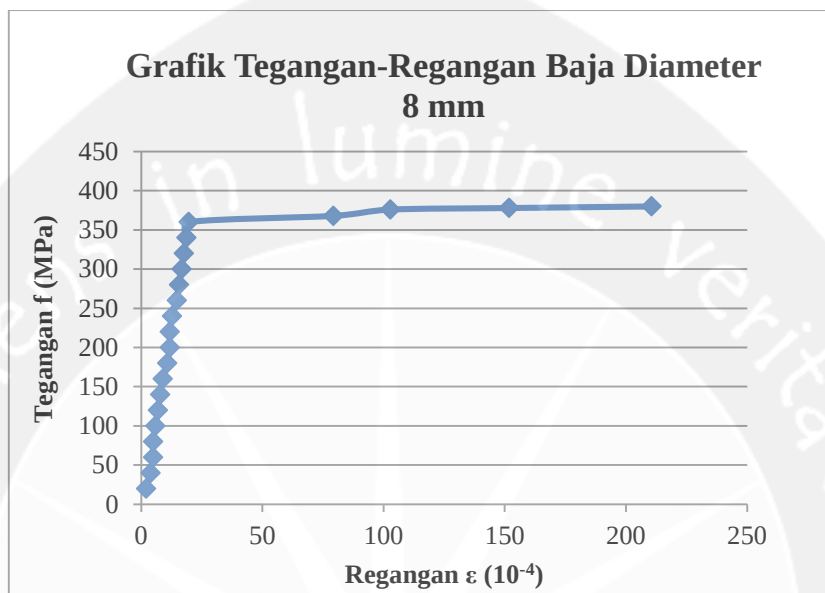
D = 7,9 mm Ao = 49,0364 mm²
Po = 102,1 mm g = 9,8067 m/s²

Beban		Δp (10 ⁻²)	Tegangan (MPa)	Regangan ($\epsilon \times 10^{-4}$)	Regangan Koreksi ($\epsilon \times 10^{-4}$)
kgf	N				
100	980,67	2	19,9988	1,9589	1,1442
200	1961,34	4	39,9977	3,9177	3,1031
300	2942,01	5	59,9965	4,8972	4,0825
400	3922,68	5	79,9953	4,8972	4,0825
500	4903,35	6	99,9941	5,8766	5,0619
600	5884,02	7	119,9930	6,8560	6,0414
700	6864,69	8	139,9918	7,8355	7,0208
800	7845,36	9	159,9906	8,8149	8,0002
900	8826,03	11	179,9894	10,7738	9,9591
1000	9806,7	12	199,9883	11,7532	10,9385
1100	10787,4	12	219,9871	11,7532	10,9385
1200	11768	13	239,9859	12,7326	11,9179
1300	12748,7	15	259,9847	14,6915	13,8768
1400	13729,4	16	279,9836	15,6709	14,8562
1500	14710,1	17	299,9824	16,6503	15,8357
1600	15690,7	18	319,9812	17,6298	16,8151
1700	16671,4	19	339,9800	18,6092	17,7945
1800	17652,1	20	359,9789	19,5886	18,7740
1840	18044,3	81	367,9784	79,3340	78,5193
1880	18436,6	105	375,9779	102,8404	102,0257
1890	18534,7	155	377,9778	151,8119	150,9973
1900	18632,7	215	379,9777	210,5779	209,7632

Tegangan leleh $f_y = 367,9784$ MPa
Tegangan maksimum $f_{max} = 497,9708$ MPa
Modulus elastisitas $E_s = 191743,6185$ MPa



A.12. GRAFIK TEGANGAN-REGANGAN BAJA TULANGAN DIAMETER 8 MM





**A.13. PEMERIKSAAN KUAT TARIK BAJA TULANGAN
DIAMETER 6 MM**

Waktu Pemeriksaan = 25 September 2013

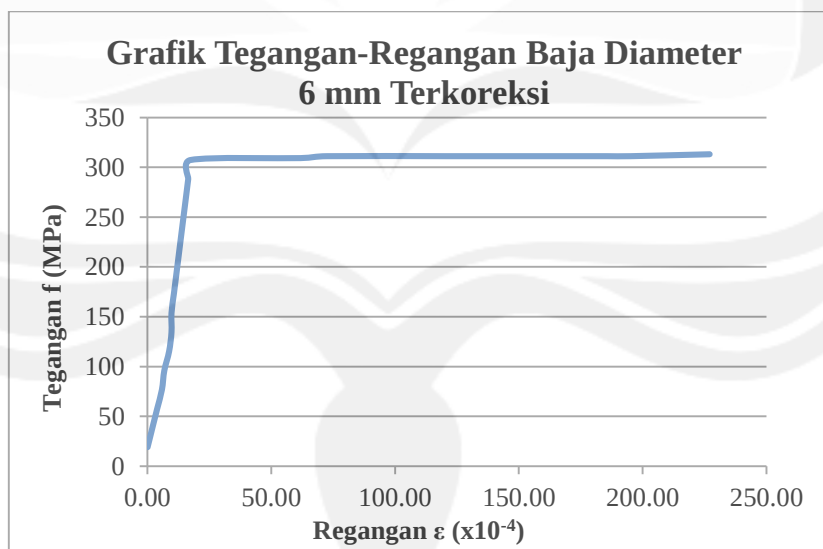
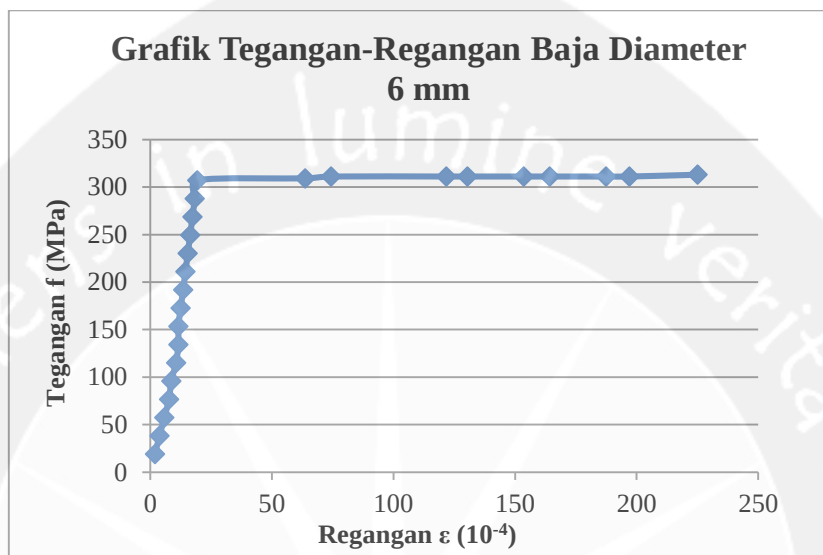
D = 5,7 mm A_o = 25,5279 mm²
P_o = 103,5 mm g = 9,80671 m/s²

Beban		Δp (10 ⁻²)	Tegangan (MPa)	Regangan ($\epsilon \times 10^{-4}$)	Regangan Koreksi ($\epsilon \times 10^{-4}$)
kgf	N				
50	490,335	2	19,2079	1,9324	0,0000
100	980,67	4	38,4157	3,8647	1,9323
150	1471,01	6	57,6236	5,7971	3,8647
200	1961,34	8	76,8314	7,7295	5,7971
250	2451,68	9	96,0393	8,6957	6,7633
300	2942,01	11	115,2472	10,6280	8,6956
350	3432,35	12	134,4550	11,5942	9,6618
400	3922,68	12	153,6629	11,5942	9,6618
450	4413,02	13	172,8707	12,5604	10,6280
500	4903,35	14	192,0786	13,5266	11,5942
550	5393,69	15	211,2865	14,4928	12,5604
600	5884,02	16	230,4943	15,4589	13,5265
650	6374,36	17	249,7022	16,4251	14,4927
700	6864,69	18	268,9100	17,3913	15,4589
750	7355,03	19	288,1179	18,3575	16,4251
800	7845,36	20	307,3258	19,3237	17,3913
805	7894,39	66	309,2465	63,7681	61,8357
810	7943,43	77	311,1673	74,3961	72,4637
810	7943,43	126	311,1673	121,7391	119,8067
810	7943,43	135	311,1673	130,4348	128,5024
810	7943,43	159	311,1673	153,6232	151,6908
810	7943,43	170	311,1673	164,2512	162,3188
810	7943,43	194	311,1673	187,4396	185,5072
810	7943,43	204	311,1673	197,1014	195,1690
815	7992,46	233	313,0881	225,1208	227,0484

Tegangan leleh f_y = 309,2465 MPa
Tegangan maksimum f_{max} = 405,2858 MPa
Modulus elastisitas E_s = 198740,4843 MPa



A.14. GRAFIK TEGANGAN-REGANGAN BAJA TULANGAN DIAMETER 6 MM





B. RENCANA ADUKAN BETON

(BETON NORMAL DAN *FIBER*)

1. Data Bahan

1. Semen : merk Gresik, tipe I
2. Agregat halus : asal Sungai Progo, Kulon Progo,
Yogyakarta
3. Agregat kasar : batu pecah dari Clereng, Kulon Progo,
Yogyakarta dengan ukuran butir maksimal 20 mm
4. *Superplastizicer* : *SikaCim concrete additive*
5. *Fiber* : kawat bendrat, panjang 60 mm, diameter 1 mm,
aspek rasio (l/d) 60 dan volume fraksi (vf) 0,7%.

2. *Specific Gravity*

Untuk perhitungan diambil *specific gravity* masing-masing bahan sebagai berikut :

1. Air : 1,000 kg/m³
2. Semen : 3,150 kg/m³
3. Pasir dan kerikil : 2,734 kg/m³
4. *Superplastizicer* : 1,000 kg/m³
5. Kawat bendrat : 6,68 kg/m³



3. Pemeriksaan Keleccakan

Berbagai singkatan yang digunakan sebagai berikut :

c = *cement* (semen)

Sp = *superplasticizer*

s = *sand* (pasir)

W = *water* (air)

g = *gravel* (kerikil)

Nilai yang diambil :

W/c = 0,44

(s+g) / (c+f) = 3,32

Sp/c = 0,42%

s/g = 0,8

Dari gambar L.1. dengan W/c = 0,44 dan Sp/c = 0,42 diperoleh VB time 1 = 22 detik.

Dari gambar L.2. dengan l = 60 mm diperoleh VB time 2 = 17 detik.

Dari gambar L.3. dengan $v_f = 0,6$ dan l/d = 0,6 diperoleh VB time 3 = 2 detik.

Dari gambar L.4. dengan (s+g)/c = 3,32 dan s/g = 0,8 diperoleh VB time 4 = 17 detik.

Dari gambar L.5. dengan (s+g)/c = 3,32 dan ukuran maksimum agregat = 20 mm diperoleh VB time 5 = 12 detik.

4. Perhitungan Proporsi Adukan

VB time 1 sampai dengan 5 berkisar antara 5 hingga 25 detik kecuali VB time 3 = 2 detik. Nilai tersebut dapat untuk menyimpulkan bahwa adukan cukup



kelecacannya, sehingga dapat dihitung proporsi bahan susun beton berdasar beratnya untuk kebutuhan 1 m³ beton.

$$\begin{aligned} c &= \frac{1 - V_y}{\frac{1}{3,150} + \frac{W/c}{1,000} + \frac{Sp/c}{1,000} + \frac{(s + g)/c}{2,734}} \\ &= \frac{1 - 0,007}{\frac{1}{3,150} + \frac{0,44}{1,000} + \frac{0,42\%}{1,000} + \frac{3,32}{2,734}} \\ &= 414,8988 \text{ kg} \\ &= 414,898 \times 1,1 = 456,3887 \text{ kg} \\ W &= 0,44 \times 414,8988 \times 1,1 = 200,8110 \text{ kg} \\ Sp &= 0,42\% \times 414,8988 \times 1,1 = 1,9168 \text{ kg} \\ s+g &= 3,32 \times 414,8988 \times 1,1 = 1515,2104 \text{ kg} \\ s / (c + g) &= (s / g) / (s / g + 1) \\ &= 0,8 / (0,8 + 1) \\ &= 0,4444 \\ s &= 0,4444 \times 1377,4639 \times 1,1 = 673,4268 \text{ kg} \\ g &= (1377,4639 - 796,8678) \times 1,1 = 841,7835 \text{ kg} \end{aligned}$$

Setelah perhitungan kebutuhan setiap bahan per 1 m³, lalu dilanjutkan perhitungan kebutuhan volume untuk satu silinder dan satu balok beton seperti pada tabel 1. Selanjutnya dihitung kebutuhan bahan untuk campuran adukan beton normal dan *fiber* dapat ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.



Tabel 1. Kebutuhan volume satu silinder dan satu balok beton

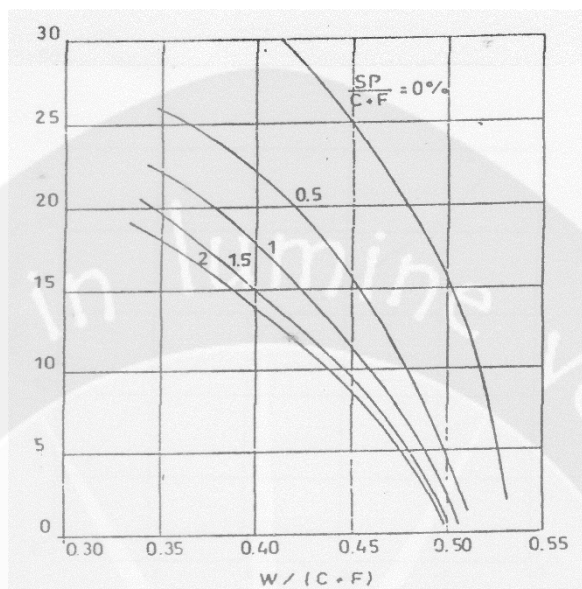
Benda Uji	b / d (m)	h (m)	l (m)	Volume (m ³)
Silinder	0,15		0,3	0,0053
Balok	0,08	0,15	2	0,024

Tabel 2. Kebutuhan bahan campuran adukan beton normal

Jenis Bahan	Berat bahan (kg)		
	Volume 1 m ³	Volume per silinder	Volume per balok
Semen	456,3887	2,6607	12,0487
Pasir	673,4268	3,9261	17,7785
Kerikil	841,7835	4,9076	22,2231
Air	208,8110	1,1707	5,3014
Kawat bendrat	0	0,0	0,0
Superplasticizer	1,9168	0,0112	0,0506

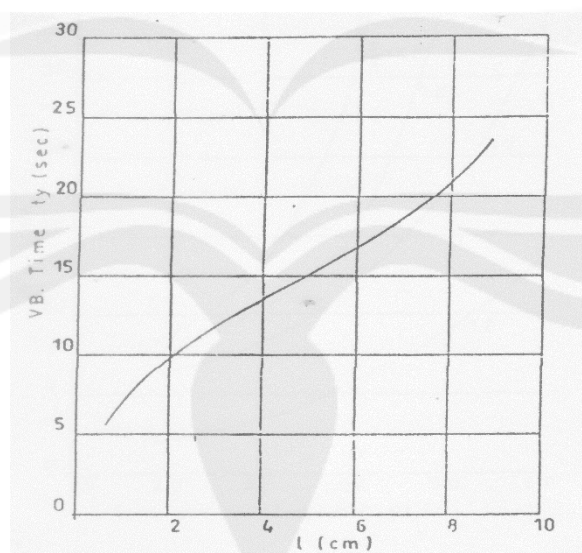
Tabel 3. Kebutuhan bahan campuran adukan beton *fiber*

Jenis Bahan	Berat Bahan (kg)		
	Volume 1 m ³	Volume per silinder	Volume per balok
Semen	456,3887	2,6607	12,0487
Pasir	673,4268	3,9261	17,7785
Kerikil	841,7835	4,9076	22,2231
Air	208,8110	1,1707	5,3014
Kawat bendrat	51,4360	0,2999	1,3579
Superplasticizer	1,9168	0,0112	0,0506



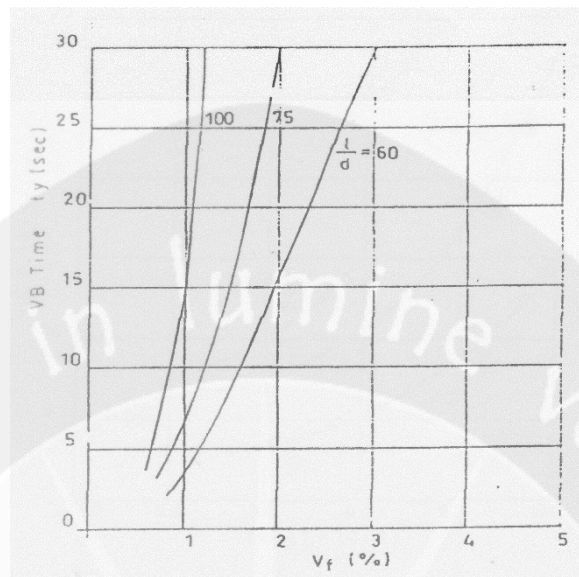
Gambar L.1. Variasi nilai *VB time* dengan *W/c* untuk kondisi standar

(Suhendro, 1992)

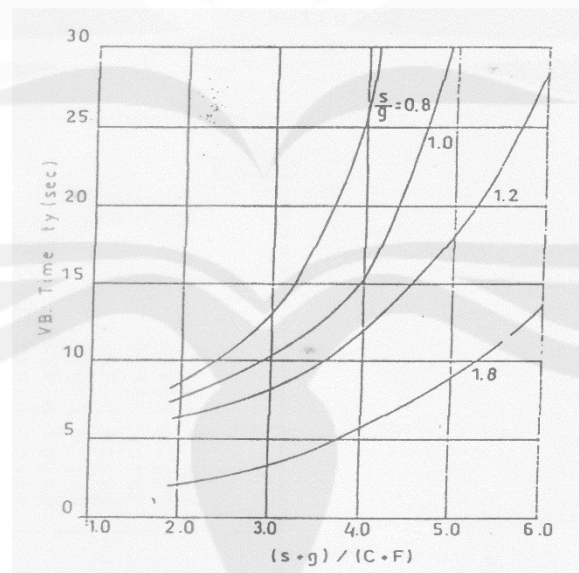


Gambar L.2. Variasi nilai *VB time* dengan panjang *fiber* untuk kondisi standar

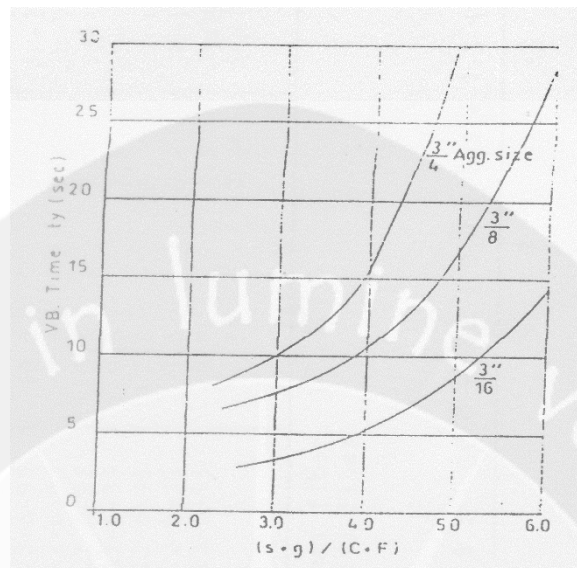
(Suhendro, 1992)



Gambar L.3. Variasi nilai *VB time* dengan fraksi volume *fiber* (v_f) untuk kondisi standar (Suhendro, 1992)



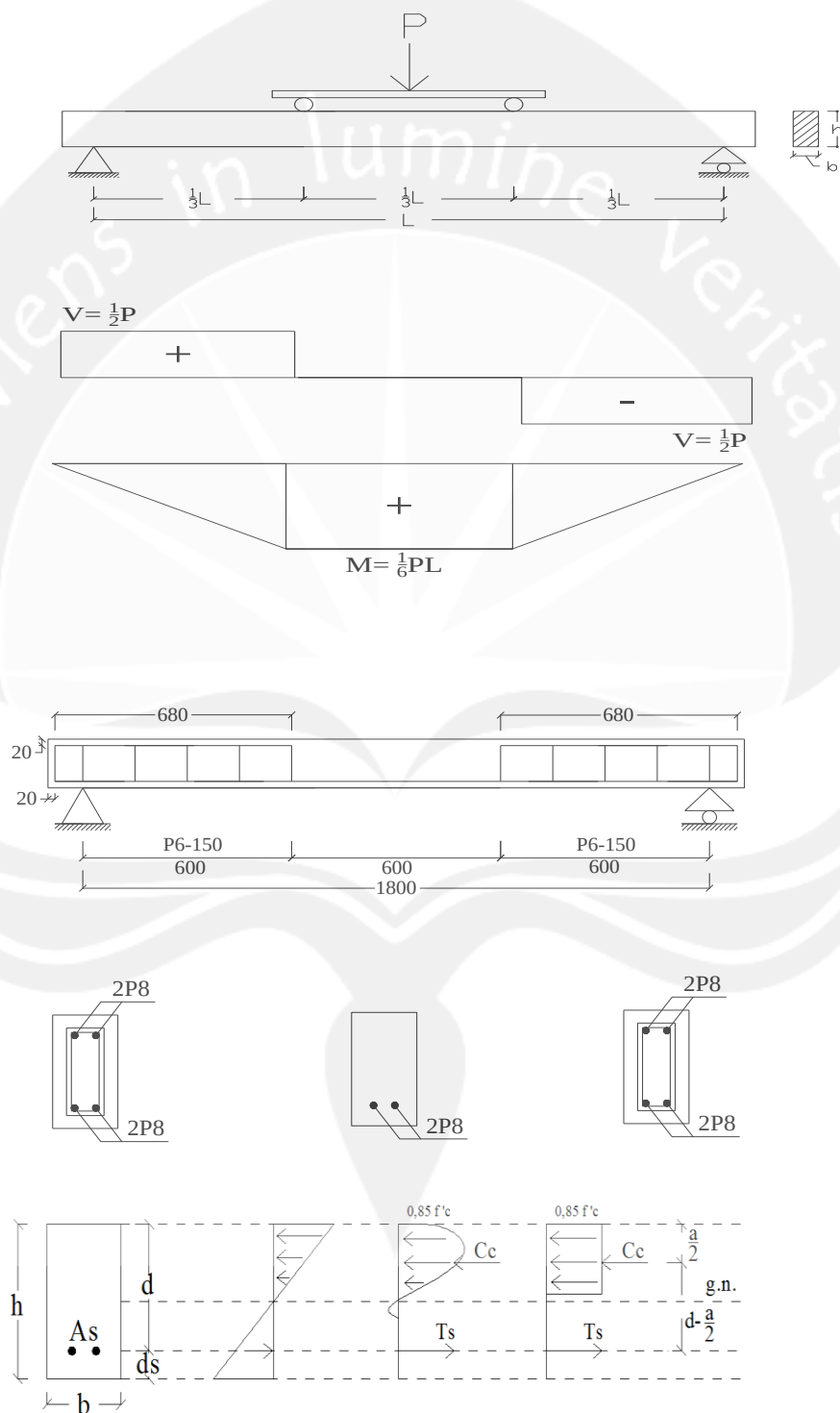
Gambar L.4. Variasi nilai *VB time* dengan $(s+g)/c$ untuk kondisi standar dengan berbagai nilai s/g (Suhendro, 1992)



Gambar L.5. Variasi nilai *VB time* dengan $(s+g) / c$ untuk kondisi standar dengan berbagai ukuran maksimum agregat (Suhendro, 1992)



C. PERENCANAAN DIMENSI BALOK BETON





Ditentukan :

Lindungan Beton : 20 mm

f'_c : 20 MPa

f_y : 240 MPa

As 2Ø8 : $2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 = 100,5310 \text{ mm}^2$

d_s : $\frac{1}{2} \times 8 + 20 = 24 \text{ mm}$

d : $h - d_s = 150 - 24 = 126 \text{ mm}$

Perhitungan :

$$Cc = Ts$$

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

$$a = \frac{As \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$a = \frac{100,5310 \times 240}{0,85 \times 20 \times 80} = 17,7408 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{17,7408}{0,85} = 20,8715 \text{ mm}$$

$$Cc = Ts = As \times f_y$$

$$= 100,5310 \times 240$$

$$= 24127,44 \text{ N}$$

$$Mn = Cc \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mn = 24127,44 \times \left(126 - \frac{17,7408}{2}\right)$$

$$= 2826037,396 \text{ Nmm}$$



$$= 2,8260 \text{ kNm}$$

$$Mu = 0,8 \times Mn$$

$$= 0,8 \times 2,8260$$

$$= 2,2608 \text{ kNm}$$

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

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

$$= \frac{2,2608 \times 6}{2}$$

$$= 6,7825 \text{ kN}$$

$$Vu = \frac{1}{2} \times P$$

$$= \frac{1}{2} \times 6,7825 = 3,3913 \text{ kN}$$

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

$$= \frac{1}{6} \times \sqrt{20} \times 80 \times 126$$

$$= 7,5132 \text{ kN}$$

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$3,3913 \leq 0,75 \times 7,5132$$

$$3,3913 \leq 5,6349 \rightarrow \text{dipasang sengkang praktis P6} - 150$$



D. PENGUJIAN NILAI *SLUMP* DAN *VB TIME*

No	Jenis Beton	Tanggal Tes	Nilai <i>Slump</i> (cm)		<i>VB Time</i> (detik)		Benda Uji
			Sebelum diberi kawat bendrat	Sesudah diberi kawat bendrat	Sebelum diberi kawat bendrat	Sesudah diberi kawat bendrat	
1	Beton Normal 1	14-Okt-13	12,5		16		SBN 1, SBN 2, SBN 3, BBN 1
2	Beton Normal 2	14-Okt-13	13		15		SBN 4, SBN 5, SBN 6, BBN 2
3	Beton <i>Fiber</i> 1	15-Okt-13	11	7,5	18	23	SBF 1, SBF 2, SBF 3, BBF 1
4	Beton <i>Fiber</i> 2	15-Okt-13	12	8	17	22	SBF 4, SBF 5, SBF 6, BBF 2

Keterangan :

SBN : silinder beton normal

BBN : balok beton normal

SBF : silinder balok *fiber*

BBF : balok beton *fiber*



E. PENGUJIAN SILINDER BETON

E.1. HASIL KUAT TEKAN

SILINDER BETON NORMAL DAN *FIBER*

Benda Uji		Diameter Rata-rata (cm)	Tinggi Rata-rata (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Tanggal Pengujian	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata 28 hari (MPa)
SBN	1	14,97	30,68	12,82	2373,1458	11-Nov-13	780	44,2982	41,1149
	3	14,96	30,58	12,9	2398,9677	11-Nov-13	645	36,6802	
	5	15,11	30,41	12,92	2368,3862	11-Nov-13	760	42,3662	
SBF	1	15,09	30,67	13,04	2376,4063	12-Nov-13	930	51,9804	48,3842
	3	14,98	30,78	13,1	2413,8729	12-Nov-13	840	47,6421	
	5	15,14	30,81	13,24	2386,0519	12-Nov-13	820	45,5300	

Keterangan :

SBN : silinder beton normal

SBF : silinder beton *fiber*



**E.2. HASIL KUAT TARIK BELAH
SILINDER BETON NORMAL DAN FIBER**

Benda Uji		Diameter Rata-rata (cm)	Tinggi Rata-rata (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Tanggal Pengujian	Beban (kN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata 28 hari (MPa)
SBN	2	14,98	30,9	12,84	2356,7758	11-Nov-13	235	3,2307	3,3485
	4	15,09	30,21	12,66	2342,2856	11-Nov-13	205	2,8617	
	6	14,94	30,71	12,84	2384,0720	11-Nov-13	285	3,9529	
SBF	2	14,95	30,72	13,08	2424,5966	12-Nov-13	320	4,4340	4,2675
	4	15,07	30,35	12,97	2394,9151	12-Nov-13	305	4,2436	
	6	15,09	30,16	12,92	2394,3523	12-Nov-13	295	4,1248	

Keterangan :

SBN : silinder beton normal

SBF : silinder beton *fiber*



E.3. HASIL MODULUS ELASTISITAS SILINDER BETON NORMAL DAN FIBER

Silinder Beton Normal (SBN 1)

Tanggal Pengujian	=	11 November 2013	
Po	=	203,00	mm
Ao	=	17607,93	mm ²
Beban maksimum	=	780,00	kN
Kuat tekan maksimum	=	44,30	MPa
0,25 f_{max}	=	11,0746	MPa
ϵ 0,25	=	3,51	(10 ⁻⁴)
Modulus Elastisitas	=	31525,17	MPa

Beban		f	$\Delta p \times 10^{-2}$	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$	$\epsilon \times 10^{-4}$	ϵ koreksi $\times 10^{-4}$
(kgf)	(N)	(MPa)	(mm)	(mm)	koreksi (mm)		
500	4903,36	0,2785	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
1000	9806,71	0,5569	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
1500	14710,07	0,8354	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
2000	19613,42	1,1139	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
2500	24516,78	1,3924	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
3000	29420,13	1,6708	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
3500	34323,49	1,9493	0	0,00	0,7717	0,3802	0,3679
4000	39226,84	2,2278	1	0,50	1,2717	0,6265	0,6142
4500	44130,20	2,5063	1	0,50	1,2717	0,6265	0,6142
5000	49033,55	2,7847	1	0,50	1,2717	0,6265	0,6142
5500	53936,91	3,0632	1	0,50	1,2717	0,6265	0,6142
6000	58840,26	3,3417	2	1,00	1,7717	0,8728	0,8605
6500	63743,62	3,6202	3	1,50	2,2717	1,1191	1,1068
7000	68646,97	3,8986	3	1,50	2,2717	1,1191	1,1068
7500	73550,33	4,1771	3	1,50	2,2717	1,1191	1,1068
8000	78453,68	4,4556	4	2,00	2,7717	1,3654	1,3532
8500	83357,04	4,7341	4	2,00	2,7717	1,3654	1,3532
9000	88260,39	5,0125	4	2,00	2,7717	1,3654	1,3532
9500	93163,75	5,2910	4	2,00	2,7717	1,3654	1,3532
10000	98067,10	5,5695	5	2,50	3,2717	1,6117	1,5995
10500	102970,46	5,8480	5	2,50	3,2717	1,6117	1,5995



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Bahan dan Struktur

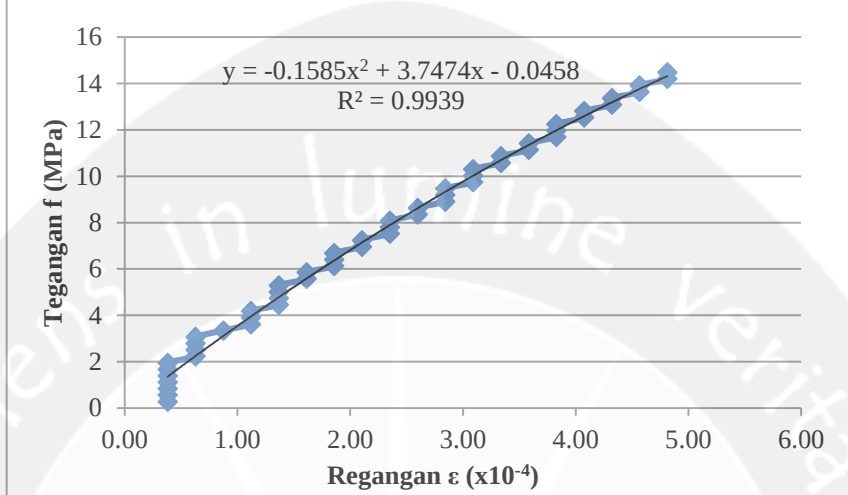
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

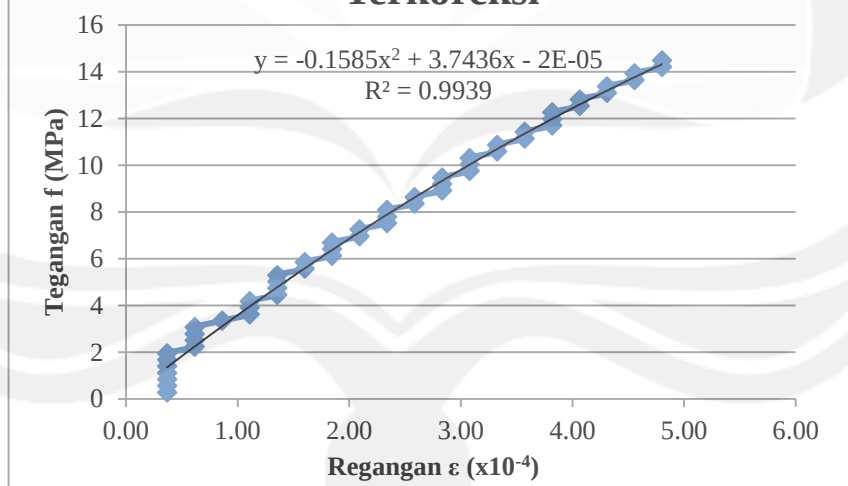
11000	107873,81	6,1264	6	3,00	3,7717	1,8580	1,8458
11500	112777,17	6,4049	6	3,00	3,7717	1,8580	1,8458
12000	117680,52	6,6834	6	3,00	3,7717	1,8580	1,8458
12500	122583,88	6,9619	7	3,50	4,2717	2,1043	2,0921
13000	127487,23	7,2403	7	3,50	4,2717	2,1043	2,0921
13500	132390,59	7,5188	8	4,00	4,7717	2,3506	2,3384
14000	137293,94	7,7973	8	4,00	4,7717	2,3506	2,3384
14500	142197,30	8,0758	8	4,00	4,7717	2,3506	2,3384
15000	147100,65	8,3542	9	4,50	5,2717	2,5969	2,5847
15500	152004,01	8,6327	9	4,50	5,2717	2,5969	2,5847
16000	156907,36	8,9112	10	5,00	5,7717	2,8432	2,8310
16500	161810,72	9,1897	10	5,00	5,7717	2,8432	2,8310
17000	166714,07	9,4681	10	5,00	5,7717	2,8432	2,8310
17500	171617,43	9,7466	11	5,50	6,2717	3,0895	3,0773
18000	176520,78	10,0251	11	5,50	6,2717	3,0895	3,0773
18500	181424,14	10,3035	11	5,50	6,2717	3,0895	3,0773
19000	186327,49	10,5820	12	6,00	6,7717	3,3358	3,3236
19500	191230,85	10,8605	12	6,00	6,7717	3,3358	3,3236
20000	196134,20	11,1390	13	6,50	7,2717	3,5821	3,5699
20500	201037,56	11,4174	13	6,50	7,2717	3,5821	3,5699
21000	205940,91	11,6959	14	7,00	7,7717	3,8284	3,8162
21500	210844,27	11,9744	14	7,00	7,7717	3,8284	3,8162
22000	215747,62	12,2529	14	7,00	7,7717	3,8284	3,8162
22500	220650,98	12,5313	15	7,50	8,2717	4,0747	4,0625
23000	225554,33	12,8098	15	7,50	8,2717	4,0747	4,0625
23500	230457,69	13,0883	16	8,00	8,7717	4,3210	4,3088
24000	235361,04	13,3668	16	8,00	8,7717	4,3210	4,3088
24500	240264,40	13,6452	17	8,50	9,2717	4,5673	4,5551
25000	245167,75	13,9237	17	8,50	9,2717	4,5673	4,5551
25500	250071,11	14,2022	18	9,00	9,7717	4,8137	4,8014
26000	254974,46	14,4807	18	9,00	9,7717	4,8137	4,8014



Grafik Tegangan-Regangan SBN 1



**Grafik Tegangan-Regangan SBN 1
Terkoreksi**





Silinder Beton Normal (SBN 3)

Tanggal Pengujian	=	11 November 2013
Po	=	203,50 mm
Ao	=	17584,41 mm ²
Beban maksimum	=	645,00 kN
Kuat tekan maksimum	=	36,68 MPa
0,25 <i>f</i> _{max}	=	9,1701 MPa
ε 0,25	=	3,12 (10 ⁻⁴)
Modulus Elastisitas	=	29432,29 MPa

Beban		f	Δp x 10 ⁻²	0,5 Δp x 10 ⁻²	0,5 Δp x 10 ⁻²	ε x 10 ⁻⁴	ε koreksi x 10 ⁻⁴
(kgf)	(N)	(MPa)	(mm)	(mm)	koreksi (mm)		
500	4903,36	0,2788	0	0,00	0,3950	0,1941	0,1953
1000	9806,71	0,5577	0	0,00	0,3950	0,1941	0,1953
1500	14710,07	0,8365	0	0,00	0,3950	0,1941	0,1953
2000	19613,42	1,1154	1	0,50	0,8950	0,4398	0,4410
2500	24516,78	1,3942	1	0,50	0,8950	0,4398	0,4410
3000	29420,13	1,6731	1	0,50	0,8950	0,4398	0,4410
3500	34323,49	1,9519	2	1,00	1,3950	0,6855	0,6867
4000	39226,84	2,2308	2	1,00	1,3950	0,6855	0,6867
4500	44130,20	2,5096	2	1,00	1,3950	0,6855	0,6867
5000	49033,55	2,7885	3	1,50	1,8950	0,9312	0,9324
5500	53936,91	3,0673	3	1,50	1,8950	0,9312	0,9324
6000	58840,26	3,3462	3	1,50	1,8950	0,9312	0,9324
6500	63743,62	3,6250	4	2,00	2,3950	1,1769	1,1781
7000	68646,97	3,9039	4	2,00	2,3950	1,1769	1,1781
7500	73550,33	4,1827	5	2,50	2,8950	1,4226	1,4238
8000	78453,68	4,4615	5	2,50	2,8950	1,4226	1,4238
8500	83357,04	4,7404	6	3,00	3,3950	1,6683	1,6695
9000	88260,39	5,0192	6	3,00	3,3950	1,6683	1,6695
9500	93163,75	5,2981	6	3,00	3,3950	1,6683	1,6695
10000	98067,10	5,5769	7	3,50	3,8950	1,9140	1,9152
10500	102970,46	5,8558	7	3,50	3,8950	1,9140	1,9152
11000	107873,81	6,1346	7	3,50	3,8950	1,9140	1,9152
11500	112777,17	6,4135	7	3,50	3,8950	1,9140	1,9152
12000	117680,52	6,6923	8	4,00	4,3950	2,1597	2,1609



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Bahan dan Struktur

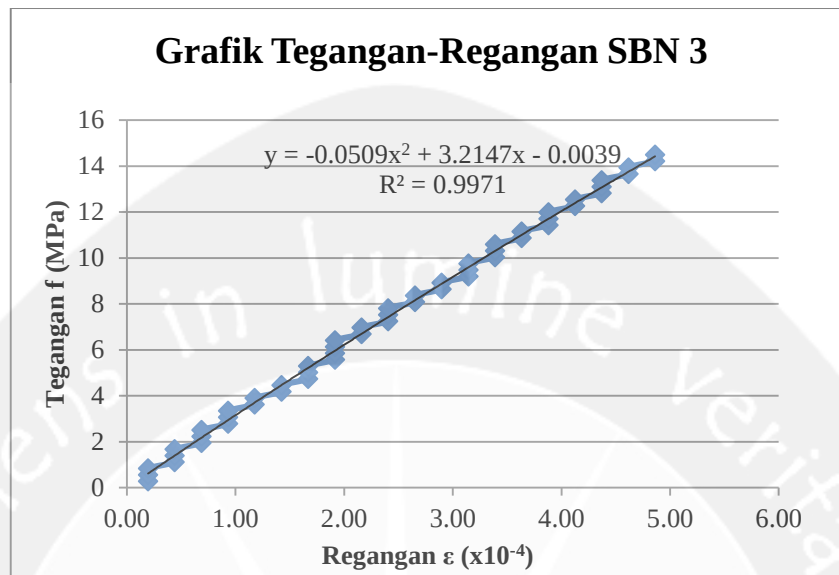
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

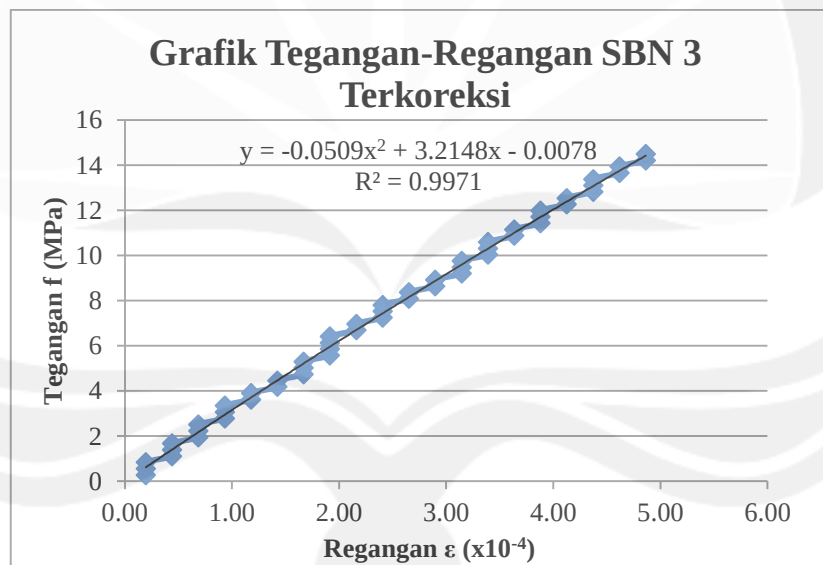
12500	122583,88	6,9712	8	4,00	4,3950	2,1597	2,1609
13000	127487,23	7,2500	9	4,50	4,8950	2,4054	2,4066
13500	132390,59	7,5289	9	4,50	4,8950	2,4054	2,4066
14000	137293,94	7,8077	9	4,50	4,8950	2,4054	2,4066
14500	142197,30	8,0866	10	5,00	5,3950	2,6511	2,6523
15000	147100,65	8,3654	10	5,00	5,3950	2,6511	2,6523
15500	152004,01	8,6442	11	5,50	5,8950	2,8968	2,8980
16000	156907,36	8,9231	11	5,50	5,8950	2,8968	2,8980
16500	161810,72	9,2019	12	6,00	6,3950	3,1425	3,1437
17000	166714,07	9,4808	12	6,00	6,3950	3,1425	3,1437
17500	171617,43	9,7596	12	6,00	6,3950	3,1425	3,1437
18000	176520,78	10,0385	13	6,50	6,8950	3,3882	3,3894
18500	181424,14	10,3173	13	6,50	6,8950	3,3882	3,3894
19000	186327,49	10,5962	13	6,50	6,8950	3,3882	3,3894
19500	191230,85	10,8750	14	7,00	7,3950	3,6339	3,6351
20000	196134,20	11,1539	14	7,00	7,3950	3,6339	3,6351
20500	201037,56	11,4327	15	7,50	7,8950	3,8796	3,8808
21000	205940,91	11,7116	15	7,50	7,8950	3,8796	3,8808
21500	210844,27	11,9904	15	7,50	7,8950	3,8796	3,8808
22000	215747,62	12,2693	16	8,00	8,3950	4,1253	4,1265
22500	220650,98	12,5481	16	8,00	8,3950	4,1253	4,1265
23000	225554,33	12,8269	17	8,50	8,8950	4,3710	4,3722
23500	230457,69	13,1058	17	8,50	8,8950	4,3710	4,3722
24000	235361,04	13,3846	17	8,50	8,8950	4,3710	4,3722
24500	240264,40	13,6635	18	9,00	9,3950	4,6167	4,6179
25000	245167,75	13,9423	18	9,00	9,3950	4,6167	4,6179
25500	250071,11	14,2212	19	9,50	9,8950	4,8624	4,8636
26000	254974,46	14,5000	19	9,50	9,8950	4,8624	4,8636



Grafik Tegangan-Regangan SBN 3



**Grafik Tegangan-Regangan SBN 3
Terkoreksi**





Silinder Beton Normal (SBN 5)

Tanggal Pengujian	=	11 November 2013
Po	=	204,30 mm
Ao	=	17938,81 mm ²
Beban maksimum	=	760,00 kN
Kuat tekan maksimum	=	42,37 MPa
0,25 f_{max}	=	10,5916 MPa
$\epsilon_{0,25}$	=	3,61 (10 ⁻⁴)
Modulus Elastisitas	=	29321,67 MPa

Beban		f	$\Delta p \times 10^{-2}$	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$	$\epsilon \times 10^{-4}$	ϵ koreksi $\times 10^{-4}$
(kgf)	(N)	(MPa)	(mm)	(mm)	terkoreksi (mm)		
500	4903,36	0,2733	0	0,00	0,0017	0,0009	0,0026
1000	9806,71	0,5467	1	0,50	0,5017	0,2456	0,2473
1500	14710,07	0,8200	1	0,50	0,5017	0,2456	0,2473
2000	19613,42	1,0934	2	1,00	1,0017	0,4903	0,4920
2500	24516,78	1,3667	2	1,00	1,0017	0,4903	0,4920
3000	29420,13	1,6400	2	1,00	1,0017	0,4903	0,4920
3500	34323,49	1,9134	3	1,50	1,5017	0,7351	0,7368
4000	39226,84	2,1867	3	1,50	1,5017	0,7351	0,7368
4500	44130,20	2,4600	3	1,50	1,5017	0,7351	0,7368
5000	49033,55	2,7334	4	2,00	2,0017	0,9798	0,9815
5500	53936,91	3,0067	4	2,00	2,0017	0,9798	0,9815
6000	58840,26	3,2801	5	2,50	2,5017	1,2245	1,2262
6500	63743,62	3,5534	5	2,50	2,5017	1,2245	1,2262
7000	68646,97	3,8267	5	2,50	2,5017	1,2245	1,2262
7500	73550,33	4,1001	6	3,00	3,0017	1,4693	1,4710
8000	78453,68	4,3734	6	3,00	3,0017	1,4693	1,4710
8500	83357,04	4,6467	6	3,00	3,0017	1,4693	1,4710
9000	88260,39	4,9201	7	3,50	3,5017	1,7140	1,7157
9500	93163,75	5,1934	8	4,00	4,0017	1,9588	1,9605
10000	98067,10	5,4668	8	4,00	4,0017	1,9588	1,9605
10500	102970,46	5,7401	8	4,00	4,0017	1,9588	1,9605
11000	107873,81	6,0134	8	4,00	4,0017	1,9588	1,9605
11500	112777,17	6,2868	9	4,50	4,5017	2,2035	2,2052



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Bahan dan Struktur

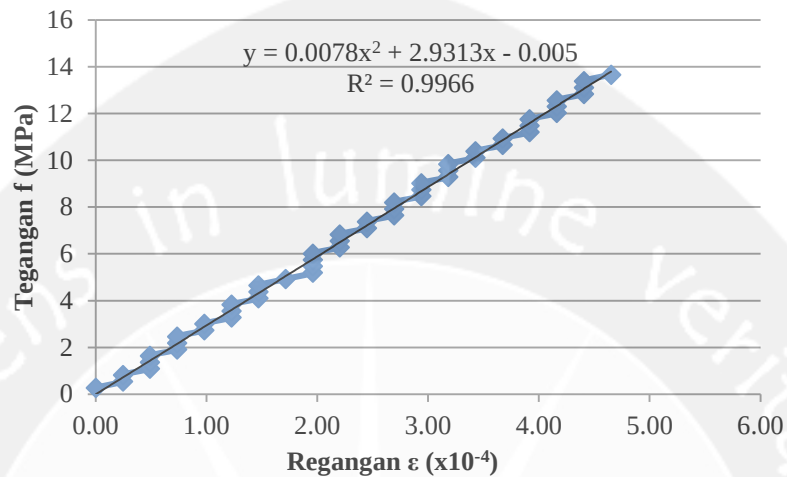
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

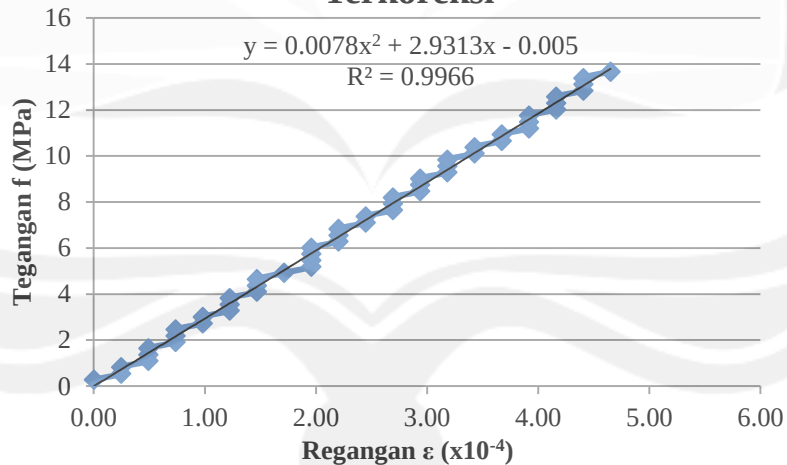
12000	117680,52	6,5601	9	4,50	4,5017	2,2035	2,2052
12500	122583,88	6,8334	9	4,50	4,5017	2,2035	2,2052
13000	127487,23	7,1068	10	5,00	5,0017	2,4482	2,4499
13500	132390,59	7,3801	10	5,00	5,0017	2,4482	2,4499
14000	137293,94	7,6535	11	5,50	5,5017	2,6930	2,6947
14500	142197,30	7,9268	11	5,50	5,5017	2,6930	2,6947
15000	147100,65	8,2001	11	5,50	5,5017	2,6930	2,6947
15500	152004,01	8,4735	12	6,00	6,0017	2,9377	2,9394
16000	156907,36	8,7468	12	6,00	6,0017	2,9377	2,9394
16500	161810,72	9,0201	12	6,00	6,0017	2,9377	2,9394
17000	166714,07	9,2935	13	6,50	6,5017	3,1824	3,1842
17500	171617,43	9,5668	13	6,50	6,5017	3,1824	3,1842
18000	176520,78	9,8402	13	6,50	6,5017	3,1824	3,1842
18500	181424,14	10,1135	14	7,00	7,0017	3,4272	3,4289
19000	186327,49	10,3868	14	7,00	7,0017	3,4272	3,4289
19500	191230,85	10,6602	15	7,50	7,5017	3,6719	3,6736
20000	196134,20	10,9335	15	7,50	7,5017	3,6719	3,6736
20500	201037,56	11,2069	16	8,00	8,0017	3,9167	3,9184
21000	205940,91	11,4802	16	8,00	8,0017	3,9167	3,9184
21500	210844,27	11,7535	16	8,00	8,0017	3,9167	3,9184
22000	215747,62	12,0269	17	8,50	8,5017	4,1614	4,1631
22500	220650,98	12,3002	17	8,50	8,5017	4,1614	4,1631
23000	225554,33	12,5735	17	8,50	8,5017	4,1614	4,1631
23500	230457,69	12,8469	18	9,00	9,0017	4,4061	4,4078
24000	235361,04	13,1202	18	9,00	9,0017	4,4061	4,4078
24500	240264,40	13,3936	18	9,00	9,0017	4,4061	4,4078
25000	245167,75	13,6669	19	9,50	9,5017	4,6509	4,6526



Grafik Tegangan-Regangan SBN 5



**Grafik Tegangan-Regangan SBN 5
Terkoreksi**





Silinder Beton Fiber (SBF 1)

Tanggal Pengujian	=	12 November 2013	
Po	=	203,20	mm
Ao	=	17891,35	mm ²
Beban maksimum	=	930,00	kN
Kuat tekan maksimum	=	51,98	MPa
0,25 f_{max}	=	12,9951	MPa
ε 0,25	=	3,79	(10 ⁻⁴)
Modulus Elastisitas	=	34309,58	MPa

Beban		f	$\Delta p \times 10^{-2}$	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$	$0,5 \Delta p \times 10^{-2}$	$\varepsilon \times 10^{-4}$	ε koreksi $\times 10^{-4}$
(kgf)	(N)	(MPa)	(mm)	(mm)	koreksi (mm)		
500	4903,36	0,2741	0	0,00	0,1954	0,0961	0,0967
1000	9806,71	0,5481	0	0,00	0,1954	0,0961	0,0967
1500	14710,07	0,8222	1	0,50	0,6954	0,3422	0,3427
2000	19613,42	1,0963	1	0,50	0,6954	0,3422	0,3427
2500	24516,78	1,3703	1	0,50	0,6954	0,3422	0,3427
3000	29420,13	1,6444	1	0,50	0,6954	0,3422	0,3427
3500	34323,49	1,9184	2	1,00	1,1954	0,5883	0,5888
4000	39226,84	2,1925	2	1,00	1,1954	0,5883	0,5888
4500	44130,20	2,4666	2	1,00	1,1954	0,5883	0,5888
5000	49033,55	2,7406	2	1,00	1,1954	0,5883	0,5888
5500	53936,91	3,0147	3	1,50	1,6954	0,8343	0,8348
6000	58840,26	3,2888	3	1,50	1,6954	0,8343	0,8348
6500	63743,62	3,5628	3	1,50	1,6954	0,8343	0,8348
7000	68646,97	3,8369	4	2,00	2,1954	1,0804	1,0809
7500	73550,33	4,1109	4	2,00	2,1954	1,0804	1,0809
8000	78453,68	4,3850	4	2,00	2,1954	1,0804	1,0809
8500	83357,04	4,6591	5	2,50	2,6954	1,3265	1,3270
9000	88260,39	4,9331	5	2,50	2,6954	1,3265	1,3270
9500	93163,75	5,2072	5	2,50	2,6954	1,3265	1,3270
10000	98067,10	5,4813	6	3,00	3,1954	1,5725	1,5730
10500	102970,46	5,7553	6	3,00	3,1954	1,5725	1,5730
11000	107873,81	6,0294	6	3,00	3,1954	1,5725	1,5730
11500	112777,17	6,3034	7	3,50	3,6954	1,8186	1,8191
12000	117680,52	6,5775	7	3,50	3,6954	1,8186	1,8191



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Bahan dan Struktur

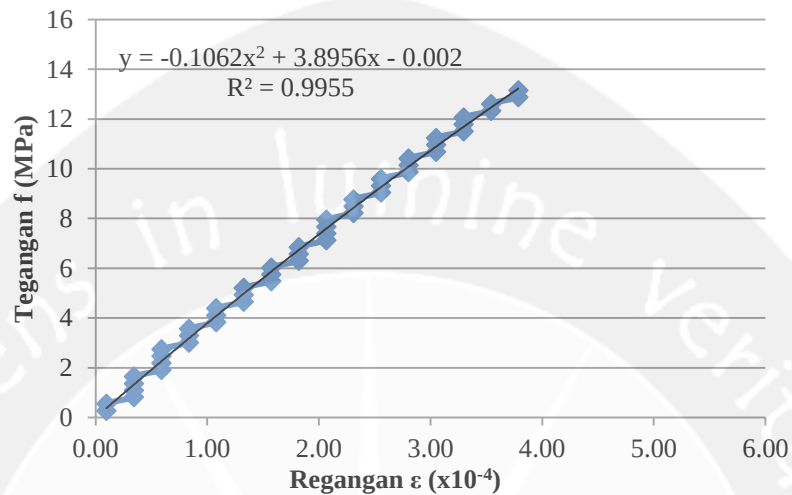
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

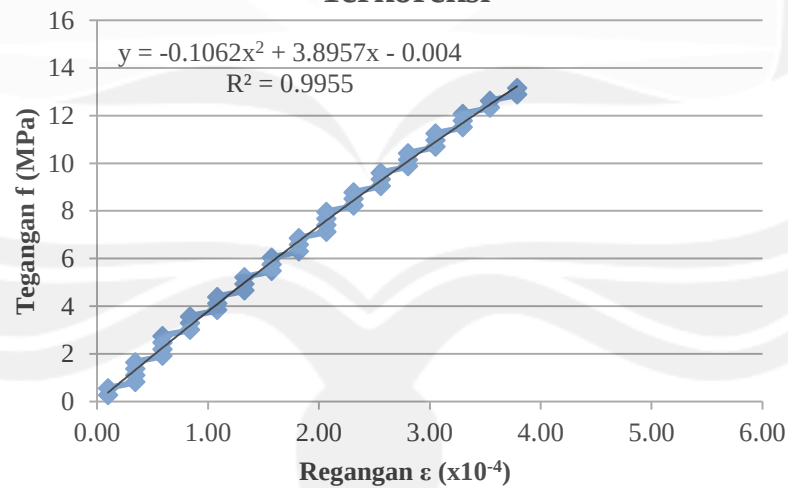
12500	122583,88	6,8516	7	3,50	3,6954	1,8186	1,8191
13000	127487,23	7,1256	8	4,00	4,1954	2,0646	2,0652
13500	132390,59	7,3997	8	4,00	4,1954	2,0646	2,0652
14000	137293,94	7,6738	8	4,00	4,1954	2,0646	2,0652
14500	142197,30	7,9478	8	4,00	4,1954	2,0646	2,0652
15000	147100,65	8,2219	9	4,50	4,6954	2,3107	2,3112
15500	152004,01	8,4959	9	4,50	4,6954	2,3107	2,3112
16000	156907,36	8,7700	9	4,50	4,6954	2,3107	2,3112
16500	161810,72	9,0441	10	5,00	5,1954	2,5568	2,5573
17000	166714,07	9,3181	10	5,00	5,1954	2,5568	2,5573
17500	171617,43	9,5922	10	5,00	5,1954	2,5568	2,5573
18000	176520,78	9,8663	11	5,50	5,6954	2,8028	2,8034
18500	181424,14	10,1403	11	5,50	5,6954	2,8028	2,8034
19000	186327,49	10,4144	11	5,50	5,6954	2,8028	2,8034
19500	191230,85	10,6885	12	6,00	6,1954	3,0489	3,0494
20000	196134,20	10,9625	12	6,00	6,1954	3,0489	3,0494
20500	201037,56	11,2366	12	6,00	6,1954	3,0489	3,0494
21000	205940,91	11,5106	13	6,50	6,6954	3,2950	3,2955
21500	210844,27	11,7847	13	6,50	6,6954	3,2950	3,2955
22000	215747,62	12,0588	13	6,50	6,6954	3,2950	3,2955
22500	220650,98	12,3328	14	7,00	7,1954	3,5410	3,5415
23000	225554,33	12,6069	14	7,00	7,1954	3,5410	3,5415
23500	230457,69	12,8810	15	7,50	7,6954	3,7871	3,7876
24000	235361,04	13,1550	15	7,50	7,6954	3,7871	3,7876



Grafik Tegangan-Regangan SBF 1



**Grafik Tegangan - Regangan SBF 1
Terkoreksi**





Silinder Beton Fiber (SBF 3)

Tanggal Pengujian	=	12 November 2013
Po	=	202,10 mm
Ao	=	17631,46 mm ²
Beban maksimum	=	840,00 kN
Kuat tekan maksimum	=	47,64 MPa
0,25 <i>f</i> _{max}	=	11,9105 MPa
ε 0,25	=	3,34 (10 ⁻⁴)
Modulus Elastisitas	=	35693,93 MPa

Beban		f	Δp x 10 ⁻²	0,5 Δp x 10 ⁻²	0,5 Δp x 10 ⁻²	ε x 10 ⁻⁴	ε koreksi x 10 ⁻⁴
(kgf)	(N)	(MPa)	(mm)	(mm)	terkoreksi (mm)		
500	4903,36	0,2741	0	0,00	0,0047	0,0023	0,0070
1000	9806,71	0,5481	0	0,00	0,0047	0,0023	0,0070
1500	14710,07	0,8222	1	0,50	0,5047	0,2497	0,2544
2000	19613,42	1,0963	1	0,50	0,5047	0,2497	0,2544
2500	24516,78	1,3703	2	1,00	1,0047	0,4972	0,5018
3000	29420,13	1,6444	2	1,00	1,0047	0,4972	0,5018
3500	34323,49	1,9184	2	1,00	1,0047	0,4972	0,5018
4000	39226,84	2,1925	2	1,00	1,0047	0,4972	0,5018
4500	44130,20	2,4666	3	1,50	1,5047	0,7446	0,7492
5000	49033,55	2,7406	3	1,50	1,5047	0,7446	0,7492
5500	53936,91	3,0147	3	1,50	1,5047	0,7446	0,7492
6000	58840,26	3,2888	4	2,00	2,0047	0,9920	0,9966
6500	63743,62	3,5628	4	2,00	2,0047	0,9920	0,9966
7000	68646,97	3,8369	4	2,00	2,0047	0,9920	0,9966
7500	73550,33	4,1109	4	2,00	2,0047	0,9920	0,9966
8000	78453,68	4,3850	4	2,00	2,0047	0,9920	0,9966
8500	83357,04	4,6591	5	2,50	2,5047	1,2394	1,2440
9000	88260,39	4,9331	5	2,50	2,5047	1,2394	1,2440
9500	93163,75	5,2072	5	2,50	2,5047	1,2394	1,2440
10000	98067,10	5,4813	6	3,00	3,0047	1,4868	1,4914
10500	102970,46	5,7553	6	3,00	3,0047	1,4868	1,4914
11000	107873,81	6,0294	6	3,00	3,0047	1,4868	1,4914
11500	112777,17	6,3034	7	3,50	3,5047	1,7342	1,7389
12000	117680,52	6,5775	7	3,50	3,5047	1,7342	1,7389



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Bahan dan Struktur

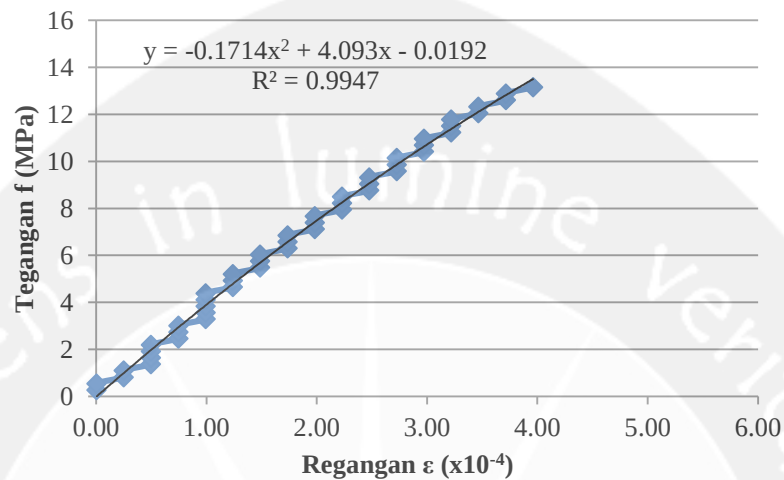
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

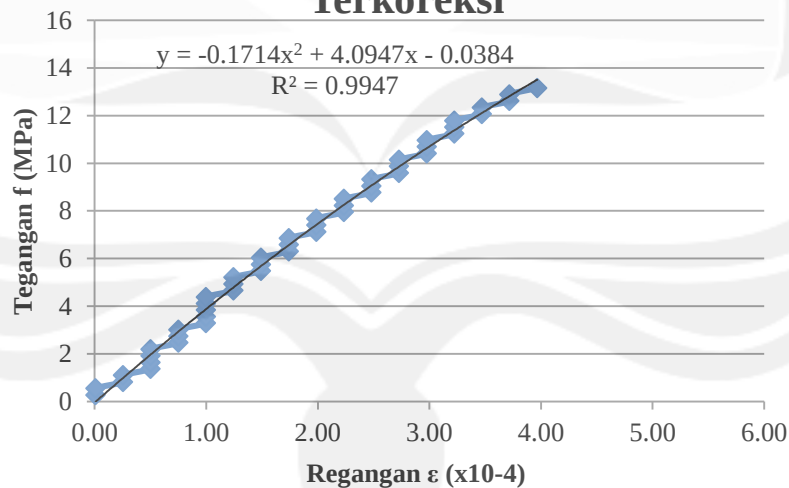
12500	122583,88	6,8516	7	3,50	3,5047	1,7342	1,7389
13000	127487,23	7,1256	8	4,00	4,0047	1,9816	1,9863
13500	132390,59	7,3997	8	4,00	4,0047	1,9816	1,9863
14000	137293,94	7,6738	8	4,00	4,0047	1,9816	1,9863
14500	142197,30	7,9478	9	4,50	4,5047	2,2290	2,2337
15000	147100,65	8,2219	9	4,50	4,5047	2,2290	2,2337
15500	152004,01	8,4959	9	4,50	4,5047	2,2290	2,2337
16000	156907,36	8,7700	10	5,00	5,0047	2,4764	2,4811
16500	161810,72	9,0441	10	5,00	5,0047	2,4764	2,4811
17000	166714,07	9,3181	10	5,00	5,0047	2,4764	2,4811
17500	171617,43	9,5922	11	5,50	5,5047	2,7238	2,7285
18000	176520,78	9,8663	11	5,50	5,5047	2,7238	2,7285
18500	181424,14	10,1403	11	5,50	5,5047	2,7238	2,7285
19000	186327,49	10,4144	12	6,00	6,0047	2,9712	2,9759
19500	191230,85	10,6885	12	6,00	6,0047	2,9712	2,9759
20000	196134,20	10,9625	12	6,00	6,0047	2,9712	2,9759
20500	201037,56	11,2366	13	6,50	6,5047	3,2186	3,2233
21000	205940,91	11,5106	13	6,50	6,5047	3,2186	3,2233
21500	210844,27	11,7847	13	6,50	6,5047	3,2186	3,2233
22000	215747,62	12,0588	14	7,00	7,0047	3,4660	3,4707
22500	220650,98	12,3328	14	7,00	7,0047	3,4660	3,4707
23000	225554,33	12,6069	15	7,50	7,5047	3,7134	3,7181
23500	230457,69	12,8810	15	7,50	7,5047	3,7134	3,7181
24000	235361,04	13,1550	16	8,00	8,0047	3,9608	3,9655



Grafik Tegangan-Regangan SBF 3



**Grafik Tegangan - Regangan SBF 3
Terkoreksi**





Silinder Beton Fiber (SBF 5)

Tanggal Pengujian	=	12 November 2013
Po	=	204,00 mm
Ao	=	18010,11 mm ²
Beban maksimum	=	820,00 kN
Kuat tekan maksimum	=	45,53 MPa
0,25 <i>f</i> _{max}	=	11,3825 MPa
ε 0,25	=	3,54 (10 ⁻⁴)
Modulus Elastisitas	=	32176,55 MPa

Beban		f	Δp x 10 ⁻²	0,5 Δp x 10 ⁻²	0,5 Δp x 10 ⁻²	ε x 10 ⁻⁴	ε koreksi x 10 ⁻⁴
(kgf)	(N)	(MPa)	(mm)	(mm)	terkoreksi (mm)		
500	4903,36	0,2741	0	0,00	0,2138	0,1048	0,1061
1000	9806,71	0,5481	0	0,00	0,2138	0,1048	0,1061
1500	14710,07	0,8222	0	0,00	0,2138	0,1048	0,1061
2000	19613,42	1,0963	1	0,50	0,7138	0,3499	0,3512
2500	24516,78	1,3703	1	0,50	0,7138	0,3499	0,3512
3000	29420,13	1,6444	1	0,50	0,7138	0,3499	0,3512
3500	34323,49	1,9184	2	1,00	1,2138	0,5950	0,5963
4000	39226,84	2,1925	2	1,00	1,2138	0,5950	0,5963
4500	44130,20	2,4666	2	1,00	1,2138	0,5950	0,5963
5000	49033,55	2,7406	2	1,00	1,2138	0,5950	0,5963
5500	53936,91	3,0147	3	1,50	1,7138	0,8401	0,8414
6000	58840,26	3,2888	3	1,50	1,7138	0,8401	0,8414
6500	63743,62	3,5628	3	1,50	1,7138	0,8401	0,8414
7000	68646,97	3,8369	4	2,00	2,2138	1,0852	1,0865
7500	73550,33	4,1109	4	2,00	2,2138	1,0852	1,0865
8000	78453,68	4,3850	4	2,00	2,2138	1,0852	1,0865
8500	83357,04	4,6591	5	2,50	2,7138	1,3303	1,3316
9000	88260,39	4,9331	5	2,50	2,7138	1,3303	1,3316
9500	93163,75	5,2072	5	2,50	2,7138	1,3303	1,3316
10000	98067,10	5,4813	6	3,00	3,2138	1,5754	1,5767
10500	102970,46	5,7553	6	3,00	3,2138	1,5754	1,5767
11000	107873,81	6,0294	6	3,00	3,2138	1,5754	1,5767
11500	112777,17	6,3034	7	3,50	3,7138	1,8205	1,8218



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Bahan dan Struktur

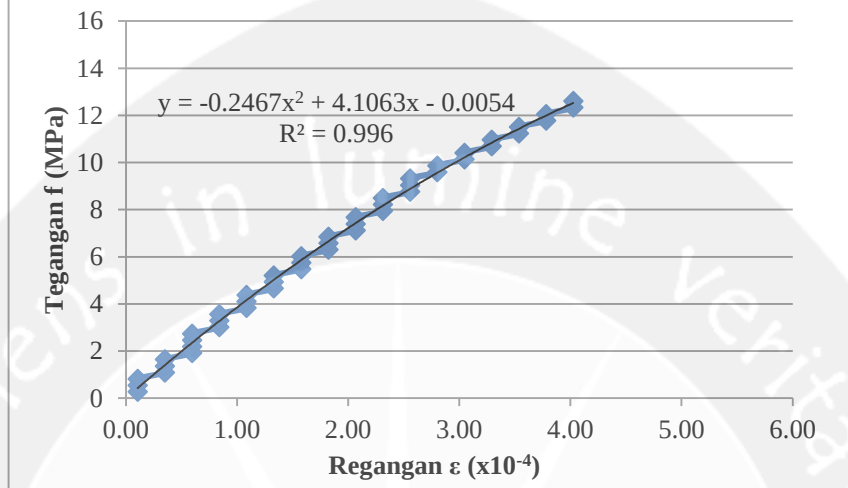
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia KotakPos 1086

Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

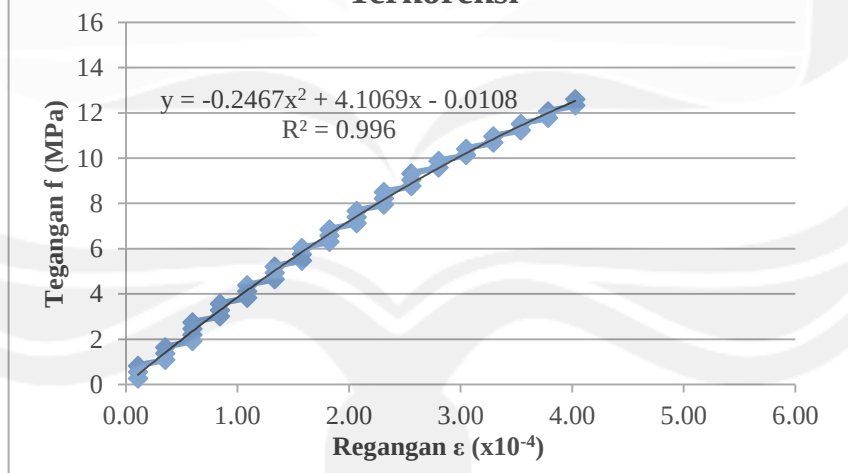
12000	117680,52	6,5775	7	3,50	3,7138	1,8205	1,8218
12500	122583,88	6,8516	7	3,50	3,7138	1,8205	1,8218
13000	127487,23	7,1256	8	4,00	4,2138	2,0656	2,0669
13500	132390,59	7,3997	8	4,00	4,2138	2,0656	2,0669
14000	137293,94	7,6738	8	4,00	4,2138	2,0656	2,0669
14500	142197,30	7,9478	9	4,50	4,7138	2,3107	2,3120
15000	147100,65	8,2219	9	4,50	4,7138	2,3107	2,3120
15500	152004,01	8,4959	9	4,50	4,7138	2,3107	2,3120
16000	156907,36	8,7700	10	5,00	5,2138	2,5558	2,5571
16500	161810,72	9,0441	10	5,00	5,2138	2,5558	2,5571
17000	166714,07	9,3181	10	5,00	5,2138	2,5558	2,5571
17500	171617,43	9,5922	11	5,50	5,7138	2,8009	2,8022
18000	176520,78	9,8663	11	5,50	5,7138	2,8009	2,8022
18500	181424,14	10,1403	12	6,00	6,2138	3,0460	3,0473
19000	186327,49	10,4144	12	6,00	6,2138	3,0460	3,0473
19500	191230,85	10,6885	13	6,50	6,7138	3,2911	3,2924
20000	196134,20	10,9625	13	6,50	6,7138	3,2911	3,2924
20500	201037,56	11,2366	14	7,00	7,2138	3,5362	3,5375
21000	205940,91	11,5106	14	7,00	7,2138	3,5362	3,5375
21500	210844,27	11,7847	15	7,50	7,7138	3,7813	3,7826
22000	215747,62	12,0588	15	7,50	7,7138	3,7813	3,7826
22500	220650,98	12,3328	16	8,00	8,2138	4,0264	4,0277
23000	225554,33	12,6069	16	8,00	8,2138	4,0264	4,0277



Grafik Tegangan-Regangan SBF 5

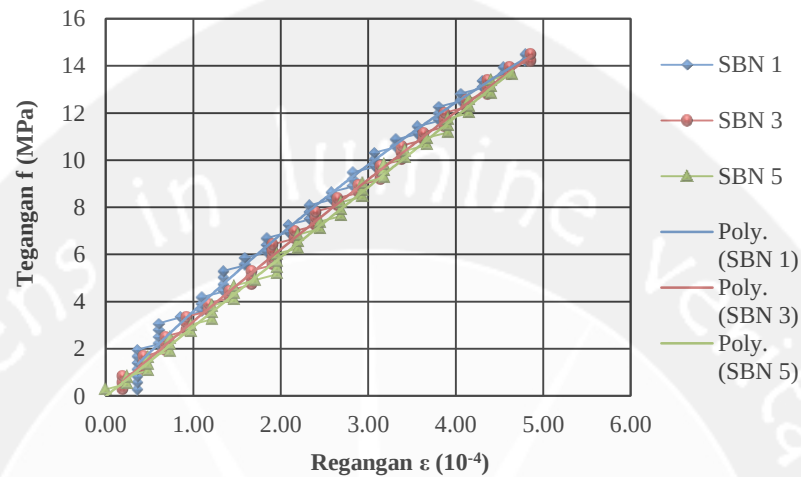


**Grafik Tegangan - Regangan SBF 5
Terkoreksi**

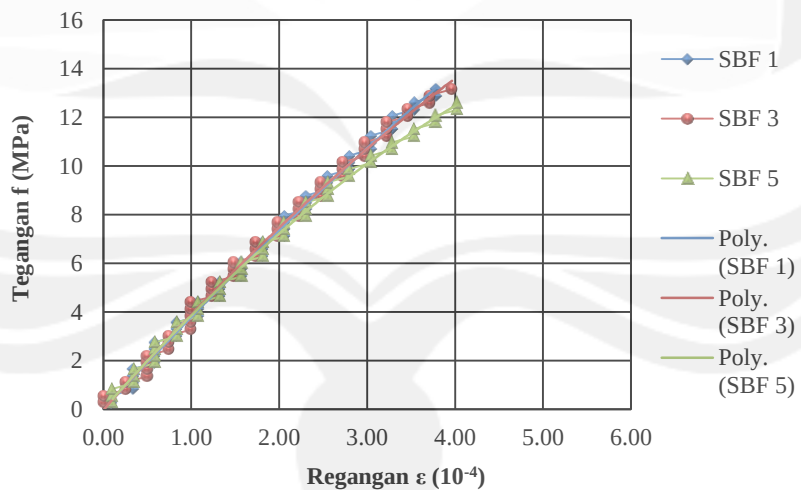




**Grafik Tegangan-Regangan SBN
Terkoreksi**



**Grafik Tegangan-Regangan SBF
Terkoreksi**





F. PENGUJIAN BALOK BETON

F.1. HASIL PENGUJIAN BALOK BETON NORMAL

Balok Beton Normal (BBN 1)

Tanggal Pengujian = 11 November 2013

P (kN)	y_{i-1} (mm)	y_i (mm)	$y_i + 1$ (mm)	Φ (1/m)	EI (kN/m)	M (kNm)
0,0000	0	0	0	0,00000	0,0000	0,0000
3,0714	0,43	0,24	0,17	0,00013	6910,6262	0,9214
4,6318	0,93	0,89	0,63	0,00024	5684,5008	1,3895
6,1824	1,23	1,17	0,95	0,00018	10432,8463	1,8547
*7,7429	1,96	2,02	1,75	0,00037	6335,0619	2,3229
9,3033	3,13	3,21	2,78	0,00057	4925,2656	2,7910
10,8539	4,08	4,14	3,69	0,00057	5746,1778	3,2562
12,4143	5,14	5,15	4,55	0,00068	5494,8618	3,7243
13,9747	6,15	6,15	5,5	0,00072	5804,8934	4,1924
15,5352	7,21	7,27	6,75	0,00064	7231,8892	4,6606
**16,7757	9,02	9,33	8,92	0,00080	6290,8721	5,0327
16,1554	10,5	10,82	10,41	0,00081	5975,2902	4,8466
15,2250	11,52	11,9	11,53	0,00083	5481,0169	4,5675
14,6048	12,62	13,04	12,64	0,00091	4808,8983	4,3814
13,3643	13,8	14,15	13,6	0,00100	4009,2938	4,0093
12,4339	14,65	15,21	14,86	0,00101	3689,1926	3,7302

Keterangan :

* : retak pertama pada balok

** : beban maksimum



Balok Beton Normal (BBN 2)

Tanggal Pengujian = 11 November 2013

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi + 1 (mm)	Φ (1/m)	EI (kN/m)	M (kNm)
0,0000	0	0	0	0,00000	0,0000	0,0000
3,0714	0,54	0,65	0,51	0,00028	3317,1006	0,9214
4,6318	0,85	0,91	0,8	0,00019	7356,4128	1,3895
6,1824	1,32	1,47	1,37	0,00028	6677,0216	1,8547
*7,7429	2,27	2,51	2,38	0,00041	5650,1903	2,3229
9,3033	3,39	3,58	3,43	0,00038	7387,8984	2,7910
10,8539	4,35	4,42	4,1	0,00043	7514,2325	3,2562
12,4143	5,47	5,59	5,2	0,00057	6572,2857	3,7243
13,9747	6,82	6,75	6,2	0,00053	7860,7932	4,1924
15,5352	7,59	7,79	7,35	0,00071	6553,8996	4,6606
**16,4655	9,4	9,72	9,24	0,00089	5557,1186	4,9397
15,8453	10,66	10,9	10,32	0,00091	5217,3522	4,7536
15,2250	11,9	12,11	11,51	0,00090	5075,0157	4,5675
13,9846	12,92	13,27	12,71	0,00101	4149,2643	4,1954
13,0542	13,95	14,35	13,79	0,00107	3671,4910	3,9163
12,1238	15,01	15,41	14,8	0,00112	3241,0220	3,6371

Keterangan :

* : retak pertama pada balok

** : beban maksimum



F.2. HASIL PENGUJIAN BALOK BETON *FIBER*

Balok Beton *Fiber* (BBF 1)

Tanggal Pengujian = 12 November 2013

P (kN)	y_{i-1} (mm)	y_i (mm)	$y_i + 1$ (mm)	Φ (1/m)	EI (kN/m)	M (kNm)
0,0000	0	0	0	0,00000	0,0000	0,0000
3,0714	0,37	0,51	0,42	0,00026	3605,5441	0,9214
4,6318	1,1	1,19	1,04	0,00027	5210,7924	1,3895
6,1824	1,78	1,68	1,45	0,00014	12840,4262	1,8547
7,7429	2,74	2,6	2,15	0,00034	6743,7756	2,3229
9,3033	3,91	3,93	3,35	0,00067	4186,4757	2,7910
*10,8539	4,85	5,13	4,94	0,00052	6235,2142	3,2562
12,4143	5,99	6,34	6,17	0,00058	6445,8956	3,7243
13,9747	6,9	7,44	7,24	0,00082	5098,8929	4,1924
15,5352	8,28	8,71	8,32	0,00091	5115,2387	4,6606
17,0858	9,34	9,91	9,68	0,00089	5766,4512	5,1257
18,6462	10,4	10,82	10,43	0,00090	6215,4025	5,5939
**19,5825	11,57	12,01	11,62	0,00092	6370,1988	5,8747
19,2704	12,98	13,25	12,63	0,00099	5846,0697	5,7811
19,2704	14,01	14,56	14,21	0,00100	5781,1134	5,7811
18,6462	15,17	15,7	15,32	0,00101	5532,3912	5,5939
18,3341	16,23	16,81	16,4	0,00110	5000,2152	5,5002
18,3341	17,52	17,9	17,07	0,00134	4091,0851	5,5002
18,0220	18,6	18,98	18,14	0,00136	3988,4836	5,4066
18,0220	19,8	20,12	19,15	0,00143	3772,0543	5,4066
17,3979	21,1	21,49	20,45	0,00159	3284,9119	5,2194
17,0858	22,38	22,68	21,51	0,00163	3138,2048	5,1257

Keterangan :

* : retak pertama pada balok

** : beban maksimum



Balok Beton *Fiber* (BBF 2)

Tanggal Pengujian = 12 November 2013

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi + 1 (mm)	Φ (1/m)	EI (kN/m)	M (kNm)
0,0000	0	0	0	0,00000	0,0000	0,0000
3,0714	0,23	0,46	0,44	0,00028	3317,1006	0,9214
4,6318	1,12	1,28	1,16	0,00031	4466,3935	1,3895
6,1824	1,71	1,79	1,55	0,00036	5216,4232	1,8547
7,7429	2,85	2,72	2,2	0,00043	5360,4370	2,3229
9,3033	3,92	4,05	3,86	0,00036	7849,6420	2,7910
*10,8539	5,01	5,2	5,05	0,00038	8619,2667	3,2562
12,4143	6,14	6,32	6,09	0,00046	8175,2822	3,7243
13,9747	7,34	7,7	7,49	0,00063	6619,6153	4,1924
15,5352	8,4	8,78	8,54	0,00069	6765,3157	4,6606
17,0858	9,34	9,62	9,2	0,00078	6590,2300	5,1257
18,6462	10,74	10,96	10,42	0,00084	6624,3105	5,5939
**19,2704	11,87	12,11	11,48	0,00097	5980,4621	5,7811
18,9583	13,01	13,35	12,74	0,00106	5388,1463	5,6875
18,9583	14,13	14,58	14,02	0,00112	5068,0584	5,6875
18,9583	15,33	15,85	15,29	0,00120	4739,5732	5,6875
18,3341	16,31	16,97	16,54	0,00121	4541,4798	5,5002
17,7100	17,5	18,05	17,41	0,00132	4018,2244	5,3130
17,7100	18,62	19,18	18,53	0,00134	3951,8074	5,3130
17,0858	19,72	20,55	20,16	0,00136	3781,2795	5,1257
17,0858	21,45	22,02	21,25	0,00149	3442,6575	5,1257
16,7737	22,3	23,1	22,37	0,00170	2960,0640	5,0321
16,7737	23,42	24,25	23,53	0,00172	2921,8697	5,0321

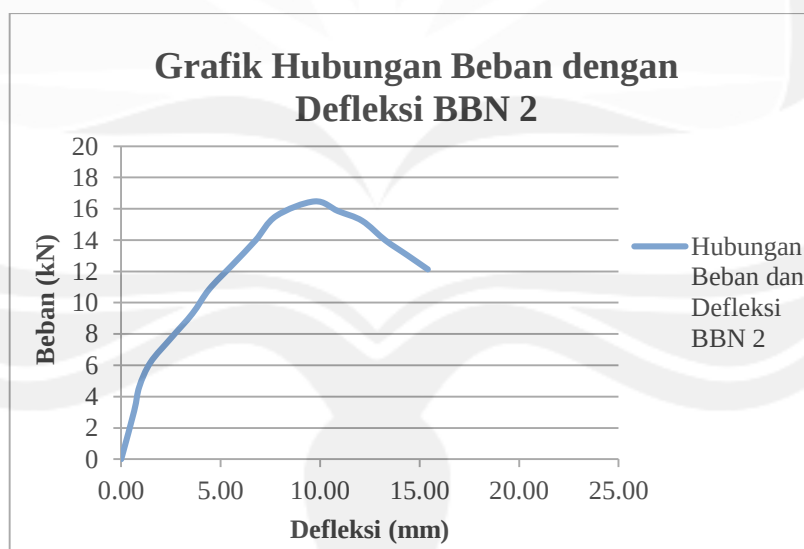
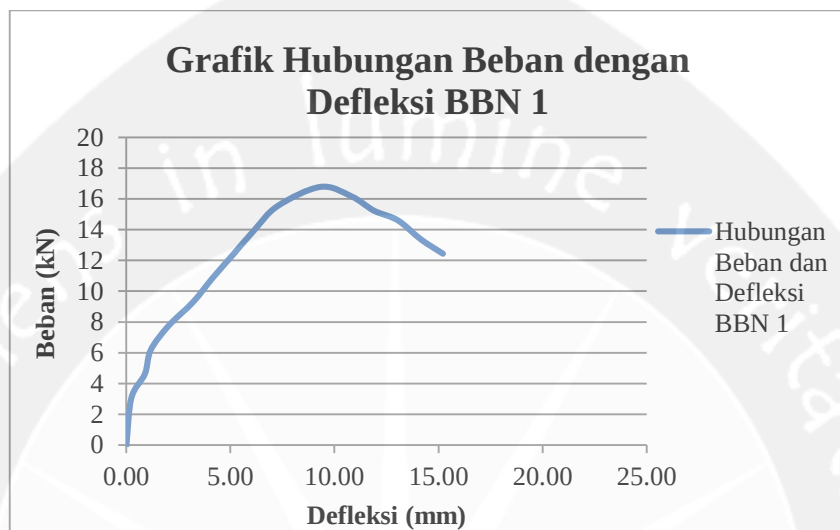
Keterangan :

* : retak pertama pada balok

** : beban maksimum



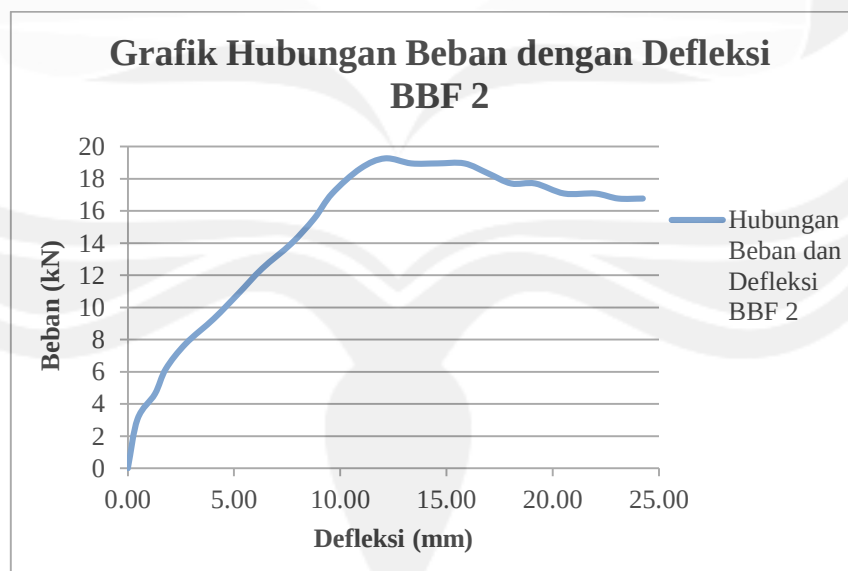
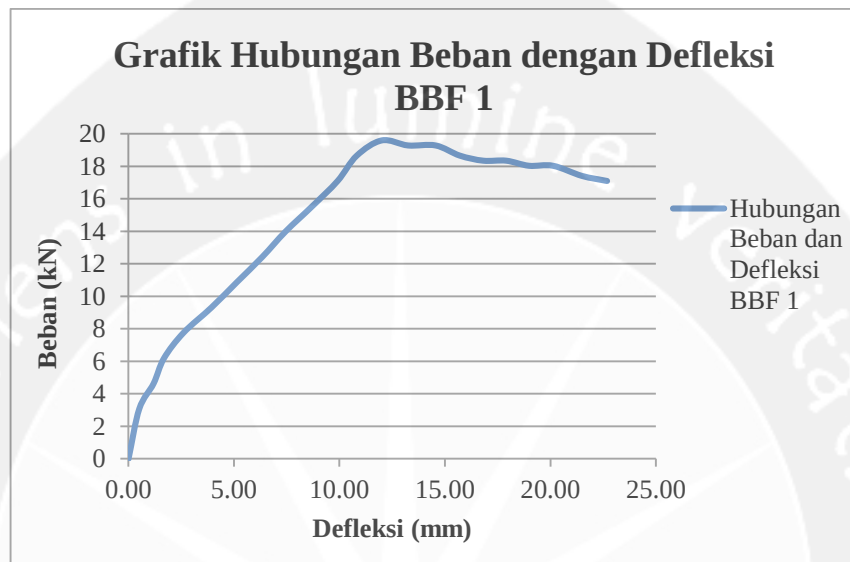
F.3. GRAFIK HUBUNGAN BEBAN DENGAN DEFLEKSI BALOK BETON NORMAL





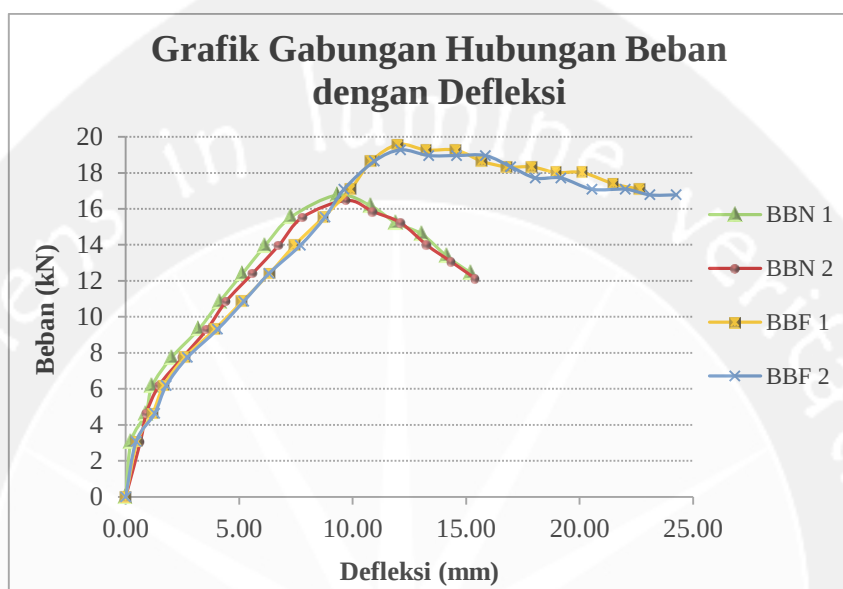
F.4. GRAFIK HUBUNGAN BEBAN DENGAN DEFLEKSI

BALOK BETON *FIBER*





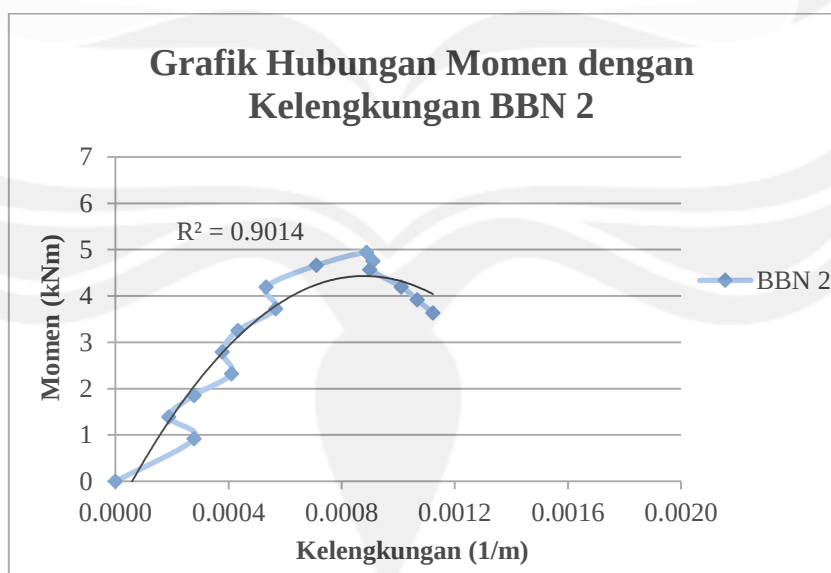
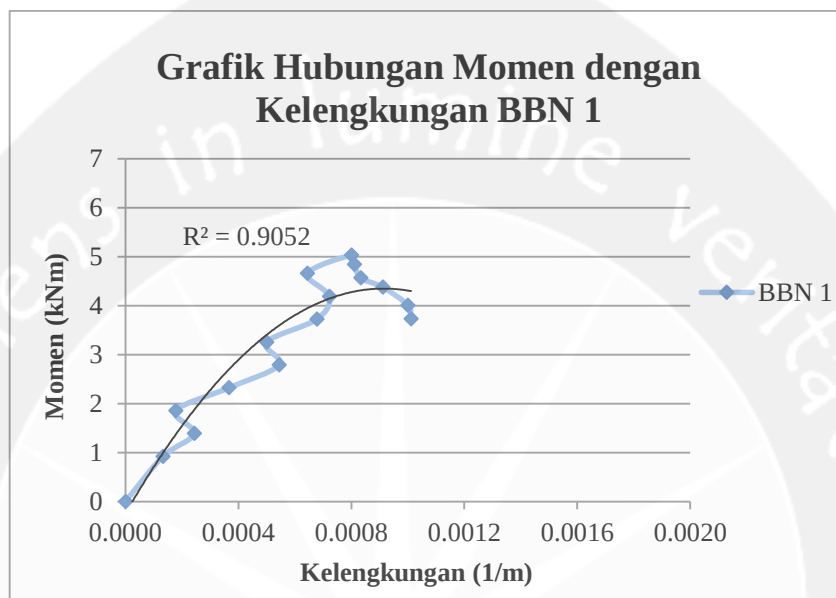
**F.5. GRAFIK GABUNGAN HUBUNGAN BEBAN DENGAN DEFLEKSI
BALOK BETON NORMAL DAN *FIBER***





F.6. GRAFIK HUBUNGAN MOMEN DENGAN KELENGKUNGAN

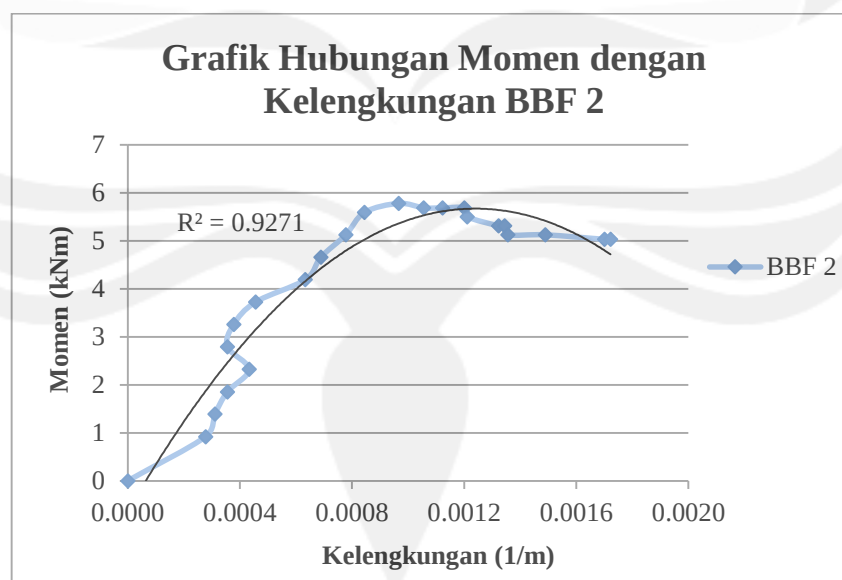
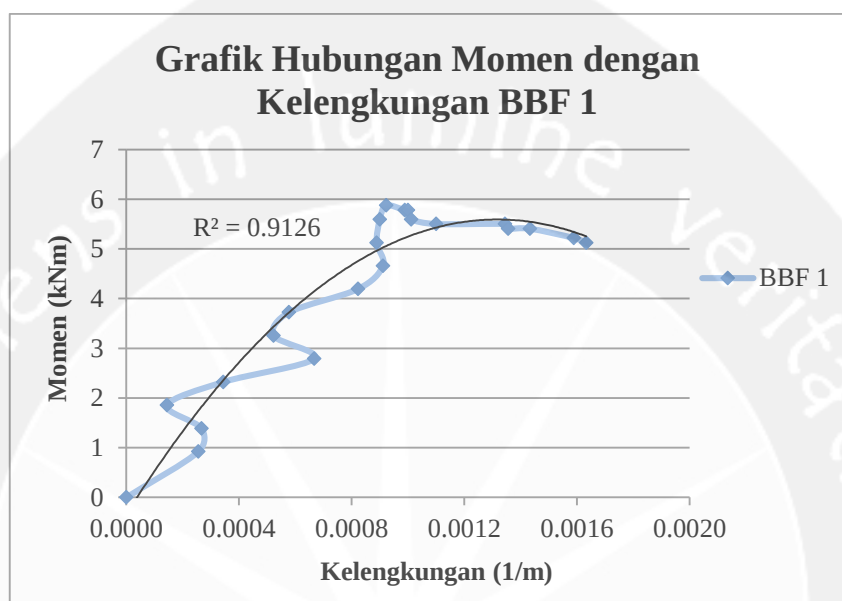
BALOK BETON NORMAL





F.7. GRAFIK HUBUNGAN MOMEN DENGAN KELENGKUNGAN

BALOK BETON *FIBER*





F.8. GRAFIK GABUNGAN HUBUNGAN MOMEN DENGAN KELENGKUNGAN BALOK BETON NORMAL DAN *FIBER*

