

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pengaruh Variasi Kadar *Fly Ash* terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan dengan Tempurung Kelapa sebagai Substitusi Agregat Kasar ini, dapat ditarik kesimpulan seperti tercantum dibawah ini.

1. Berdasarkan pengujian beton segar dengan melihat kepada nilai *slump* didapat nilai BRN, BRFA1, BRFA2, BRFA3 dan BRFA4 berturut-turut 240 mm, 220 mm, 210 mm, 200 mm dan 190 mm. hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kadar *fly ash* yang digunakan dalam pembuatan beton ringan dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai agregat maka nilai *workability* yang dihasilkan beton segar semakin kecil akibat daya serap *fly ash* terhadap air.
2. Berdasarkan pengujian berat jenis beton dengan membandingkan kepada syarat SNI 03-3449-2002, berat jenis beton dengan tempurung kelapa dengan variasi penggunaan *fly ash* sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% menghasilkan berat jenis dengan nilai 1737,8703 kg/m³; 1755,2138 kg/m³; 1736,4559 kg/m³; 1753,6253 kg/m³ dan 1781,3370 kg/m³ dan memenuhi persyaratan maksimal yang diijinkan yaitu 1850 kg/m³.
3. Berdasarkan pengujian sifat mekanik beton dengan melihat kepada kuat tekan rata-rata beton ringan dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai agregat kasar dengan variasi penggunaan *fly ash* sebesar 0%, 10%,

20%, 30% dan 40% menghasilkan kuat tekan rata-rata berturut-turut sebesar 12,1737 MPa; 7,8115 MPa; 7,1105 MPa; 6,1385 MPa; dan 5,9302 MPa. Berdasarkan kuat tekan rata-rata tersebut maka didapat kuat tekan tertinggi berada pada penggunaan kadar *fly ash* sebesar 0% dan kuat tekan rata-rata terendah berada pada penggunaan kadar *fly ash* sebesar 40% dengan penurunan mencapai 51,2872%

4. Berdasarkan pengujian sifat mekanik beton dengan melihat kepada nilai modulus elastisitas rata-rata beton ringan dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai agregat kasar dengan variasi penggunaan *fly ash* sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% menghasilkan nilai berturut-turut sebesar 12742,5888 MPa; 9217,9309 MPa; 8726,5698 MPa; 8582,9249 MPa; dan 8265,0178 MPa. Berdasarkan nilai modulus rata-rata tersebut maka didapat modulus rata-rata tertinggi berada pada penggunaan kadar *fly ash* sebesar 0%. Nilai modulus elastisitas mengalami penurunan pada tiap penambahan variasi penggunaan *fly ash* dan sesuai dengan kuat tekan yang turut menurun pula.
5. Penurunan kuat tekan dan nilai modulus elastisitas menunjukkan bahwa penambahan kadar *fly ash* dengan variasi 10%, 20%, 30% dan 40% bukanlah salah satu diantara kadar optimal yang tepat pada beton ringan dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai agregat kasar. Pada dasarnya tempurung kelapa sudah memiliki silika sendiri yang membantu proses ikatan beton namun penambahan kadar *fly ash* yang digunakan

sudah melebihi batas optimal yang mampu ditanggung oleh beton dan kemudian terjadi penurunan.

6.2 **Saran**

Saran yang dapat penulis berikan setelah melakukan penelitian ini adalah seperti yang tercantum dibawah ini.

1. Perlu ditinjau hasil pengujian pada kuat tekan 56 hari untuk mengetahui pengaruh *fly ash* lebih lanjut.
2. Penggantian jumlah kadar *fly ash* terhadap semen lebih baik menggunakan perbandingan terhadap volume agar volume beton per m³ tetap dan selama proses *mixing* tidak terjadi kekurangan bahan.
3. Sebelum proses *mixing*, sebaiknya dilakukan pengecekan terhadap alat dan bahan yang akan digunakan, seperti kondisi molen, cetakan, dan alat pendukung seperti cetok, hal-hal kecil yang dilupakan dapat mengganggu proses selama *mixing* beton.
4. Sebelum proses *mixing*, semua tahap pelaksanaan lebih baik dipelajari terlebih dahulu sehingga tidak terjadi kesalahan teknis di lapangan. Kesalahan teknis seperti salah takaran bahan sangat berakibat fatal pada hasil jadi beton.
5. Perhatikan pembuatan *mix design* karena kesalahan pada *mix design* akan membuat proses penelitian tidak sesuai dengan rencana.
6. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan besaran butir agregat tempurung kelapa. Dalam penelitian ini digunakan butiran dengan diameter 20mm – 40mm dan diharapkan penggunaan besaran butir

maksimal dalam penelitian selanjutnya adalah 20mm dengan harapan ikatan agregat dalam beton menjadi lebih baik.

7. Perlu diadakan penelitian terhadap perlakuan tempurung kelapa, diharapkan ada bahan tambah berupa bahan tambah kimia yang mampu membantu proses ikatan tempurung didalam beton menjadi lebih baik.
8. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap variasi *fly ash* terhadap beton ringan dengan menggunakan tempurung kelapa sebagai agregat kasar. Diharapkan variasi yang digunakan dalam penelitian selanjutnya dengan rentang 0% sampai dengan 10% untuk menguji lebih detail apakah ada kenaikan sifat mekanik beton apabila menggunakan *fly ash* sebagai substitusi semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Ariyanto, Edison, B., 2014, Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Pasir Pangaraian, Riau.
- Anonim. 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982). Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- ASTM C 125-, 1996, Concrete And Aggregate, Annual Book of ASTM Standards Vol.04.02, USA
- ASTM C 33-, 1996, Standart Specification for Concrete And Aggregate, Annual Book of ASTM Standards Vol.04.02, USA
- ASTM C 618-, 1996, Standart Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, Annual Book of ASTM Standards Vol.04.02, USA
- Danasi, M., Lisantono, A., 2015, Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Pada Beton Mutu Tinggi Dengan *Silica Fume* dan Filler Pasir Kuarsa, Jurnal KoNTEkS 9, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ervianto, M., Saleh, F., Prayuda H., 2016, Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (*Fly Ash*) dan Zat Adiktif (*Bestmittel*), Jurnal SINERGI, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Maryoto A, 2008, Pengaruh Penggunaan High Volume *Fly Ash* Pada Kuat Tekan Mortar, Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan Vol. 10, No2, Universitas Petra, Surabaya, Jawa Timur.
- Mindess, Sidney et al., 2003, CONCRETE 2ND EDITION, Pearson Education, Inc. USA
- Mulyono, T., 2004, Teknologi Beton, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., Brook, K. M., dan Hindarko, S., 1986, Bahan dan Praktek Beton, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nawy, Edward G. 1998, Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar), Bandung : Refika Aditama.
- Prawito, E., (2010), Analisis Perbandingan Berat Jenis Dan Kuat Tekan Antara Beton Ringan Dan Beton Normal Dengan Mutu Beton 200, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.

Prayitno, A., 2013, Pemanfaatan Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Fiber Dalam Campuran Adukan Beton, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999, Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

SK SNI S-18-1990-03, Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SK SNI T-15-1991-03, Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SNI 03-2461-2002, Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SNI 03-2491-2002, Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SNI 03-3449-2002, Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

SNI 03-2847-2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

Suarnita, I. W., 2009, Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Tempurung Kelapa, Jurnal SMARTek Vol.7 No 3, Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah.

Sutikno, 2003, Panduan Praktek Beton, Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur.

Sutikno, 2013, Teknologi Beton, Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur.

Tjokrodinuljo, K., 1996, Teknologi Beton, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wang, C. K., Salmon, C. G., dan Binsar, H., 1986, *Disain Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.





UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 1
Halaman 56

Lampiran Surat/Laporan No. : Dikerjakan :
Pekerjaan : Diperiksa :
..... Tgl. Pemeriksaan :

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Nama Pemeriksaan		I
Berat Sampel Tempurung Kelapa	(W)	15.889 gram
Berat Cawan	(A)	13.51 gram
Berat Cawan + Raksa	(B)	270.18 gram
Berat Air Raksa	(B -A)	0.25667 kg
Volume Tempurung Kelapa	(V)	0.018697868 m ³
Berat Jenis Tempurung Kelapa		849.776044 kg/m ³
Berat Jenis Tempurung Kelapa		0.85 gr/cm ³



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Transportasi

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 2
Halaman 57

Laporan No. : Dikerjakan :
Pekerjaan : Diperiksa :
..... Tgl. Pemeriksaan :

ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	Σ B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4" (19,1 mm)	572	572	0	0	0	100
1/2" (12,7 mm)	452	452	0	0	0	100
3/8" (9,52mm)	457	457	0	0	0	100
No.4(4,75 mm)	531	531	0	0	0	100
No.8(2,36 mm)	330	354,86	24,86	24,86	2,486	97,514
No.30(0,60mm)	292	896,68	604,680	629,540	62,954	100
No.50(0,30mm)	375	701,18	326,180	629,540	62,954	39
No.100(0,15mm)	351	395,28	44,280	1000	100	0
No.200(0,075mm)	269	269	0	1000	100	0
PAN	372	372	0	1000	100	0

$$\text{MHB Agregat Halus} = \frac{2612}{1000} = 2,612$$



Laporan No. : Dikerjakan :
Pekerjaan : Diperiksa :
..... Tgl. Pemeriksaan :

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500 gram
B	Berat Contoh Kering	403,58 gram
C	Berat Labu + Air, Temperatur 25° C	498,31 gram
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	512,5 gram
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(C + 500 - D)}$	1,926
F	BJ Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2.387
G	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	3,569
H	Penyerapan (<i>Absorption</i>) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	0,239 %



PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

- A. Waktu pemeriksaan : 20 April 2017
- B. Bahan
- a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, berat : 100 gram
 - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- C. Alat
- a. Gelas ukur, ukuran: 250 cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (oven), suhu antara 105-110°C
 - d. Pasir + piring masuk tungku tanggal 20 Maret 2017 jam 09.00 WIB
- D. Hasil
- Pasir + piring keluar tungku tanggal 21 Maret 2017 jam 10.00 WIB
- a. Berat pasir = 100,08 gram
 - b. Berat pasir kering oven = 99,36 gram

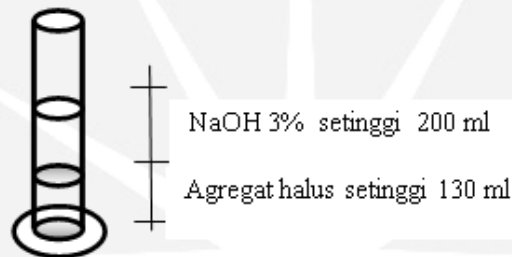
$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 99,36}{100} \times 100\% = 0,7194\%$$

Kesimpulan: Kandungan lumpur 0,7194% < 5%, syarat terpenuhi (OK)



PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

- A. Waktu pemeriksaan : 20 Maret 2017
- B. Bahan
- a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, berat : 120 gram
 - b. Air jernih, asal : LSBB TS FT-UAJY
 - b. Larutan NaOH 3%
- C. Alat
- Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- D. Sketsa



- E. Hasil
- Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna Gardner Standard Color sesuai dengan No. 11.

Kesimpulan:

Warna Gardner Standard Color No. 11 yaitu kuning tua, pasir kurang baik untuk digunakan namun masih diperbolehkan (OK).

Analyzed result					
Sample name		fly ash		Date	4/5/2017 3:37 PM
File name		fly ash_201704051537		Counts	1
Application		fly ash		Sample model	Bulk
No.	Component	Result	Unit	Statistical error	Detection limit Quantitation limit
1	Al	13.2	mass%	0.0936	0.323 0.968
2	Si	36.2	mass%	0.0479	0.147 0.441
3	P	2.18	mass%	0.0154	0.0179 0.0537
4	S	1.33	mass%	0.0059	0.0161 0.0482
5	K	1.91	mass%	0.0372	0.0717 0.215
6	Ca	1.65	mass%		
7	Ti	1.68	mass%	0.0112	0.0249 0.0746
8	V	0.121	mass%	0.0041	0.0065 0.0195
9	Mn	0.413	mass%	0.0042	0.0110 0.0329
10	Fe	39.2	mass%	0.0139	0.0031 0.0094
11	Cu	0.0985	mass%	0.0012	0.0030 0.0090
12	Zn	0.113	mass%	0.0010	0.0019 0.0056
13	Ga	0.0141	mass%	0.0005	0.0005 0.0015
14	As	0.0205	mass%	0.0003	0.0010 0.0029
15	Rb	0.0459	mass%	0.0003	0.0007 0.0022
16	Sr	0.621	mass%	0.0009	0.0004 0.0012
17	Y	0.0351	mass%	0.0003	0.0006 0.0019
18	Zr	0.171	mass%	0.0006	0.0013 0.0039
19	Nb	0.0034	mass%	0.0003	0.0009 0.0026
20	Mo	<0.0001	mass%	0.0003	0.0010 0.0031
21	Cd	0.0105	mass%	0.0003	0.0007 0.0022
22	Sn	0.0046	mass%	0.0004	0.0012 0.0035
23	Ba	0.638	mass%	0.0027	0.0071 0.0214
24	Pr	<0.0001	mass%	0.0036	0.0109 0.0327
25	Hf	0.0718	mass%	0.0021	0.0031 0.0094
26	Ta	0.0390	mass%	0.0020	0.0037 0.0111
27	W	0.0834	mass%	0.0016	0.0059 0.0177
28	Ir	0.0227	mass%	0.0012	0.0024 0.0072
29	Pt	0.0318	mass%	0.0009	0.0028 0.0084
30	Pb	0.0299	mass%	0.0007	0.0025 0.0074
31	Th	0.0259	mass%	0.0006	0.0010 0.0031
32	U	0.0107	mass%	0.0006	0.0014 0.0042



Analyzed result						
Sample name		fly ash		Date		4/5/2017 3:37 PM
File name		fly ash_201704051537		Counts		1
Application		fly ash		Sample model		Bulk
No.	Component	Result	Unit	Statistical error	Detection limit	Quantitation limit
1	Al ₂ O ₃	13.4	mass%	0.148	0.297	0.890
2	SiO ₂	36.2	mass%	0.0677	0.247	0.740
3	P ₂ O ₅	1.99	mass%	0.0233	0.0496	0.149
4	SO ₃	1.28	mass%	0.0096	0.0147	0.0440
5	K ₂ O	1.69	mass%	0.0309	0.0684	0.205
6	CaO	13.4	mass%	0.0628	0.0333	0.1000
7	TiO ₂	1.62	mass%	0.0185	0.0351	0.105
8	V ₂ O ₅	0.0934	mass%	0.0071	0.0176	0.0527
9	MnO	0.282	mass%	0.0044	0.0040	0.0120
10	Fe ₂ O ₃	29.1	mass%			
11	CuO	0.0465	mass%	0.0009	0.0019	0.0057
12	ZnO	0.0522	mass%	0.0008	0.0010	0.0031
13	Ga ₂ O ₃	0.0073	mass%	0.0004	0.0008	0.0025
14	As ₂ O ₃	0.0099	mass%	0.0003	0.0006	0.0019
15	Rb ₂ O	0.0182	mass%	0.0002	0.0005	0.0014
16	SrO	0.264	mass%	0.0007	0.0002	0.0007
17	Y ₂ O ₃	0.0160	mass%	0.0002	0.0005	0.0014
18	ZrO ₂	0.0832	mass%	0.0005	0.0002	0.0007
19	Nb ₂ O ₅	0.0017	mass%	0.0003	0.0008	0.0023
20	MoO ₃	<0.0001	mass%	0.0003	0.0009	0.0028
21	CdO	0.0044	mass%	0.0002	0.0006	0.0018
22	SnO ₂	0.0021	mass%	0.0003	0.0009	0.0028
23	BaO	0.263	mass%	0.0019	0.0018	0.0053
24	Pr ₆ O ₁₁	<0.0001	mass%	0.0028	0.0083	0.0248
25	HfO ₂	0.0310	mass%	0.0016	0.0027	0.0081
26	Ta ₂ O ₅	0.0171	mass%	0.0015	0.0036	0.0109
27	WO ₃	0.0386	mass%	0.0013	0.0030	0.0090
28	Ir ₂ O ₃	0.0093	mass%	0.0009	0.0021	0.0064
29	PtO ₂	0.0137	mass%	0.0006	0.0008	0.0025
30	PbO	0.0119	mass%	0.0005	0.0008	0.0025
31	ThO ₂	0.0106	mass%	0.0004	0.0010	0.0029
32	U ₃ O ₈	0.0044	mass%	0.0004	0.0011	0.0034





PERHITUNGAN MIX DESIGN

(SNI 03 – 3449 – 2002)

A. Data Bahan

1. Agregat Halus (pasir) : Kali Progo, Yogyakarta
2. Agregat Kasar (Tempurung Kelapa) : Yogyakarta
3. Jenis Semen : Semen PPC merk dagang Gresik

B. Data Specific Gravity

1. Berat Jenis agregat kasar : 0,85
2. Berat Jenis agregat ringan : 2,387

C. Hitungan

1. Kuat beton rencana (f'_c) pada umur 28 hari. $F'_c = 25$ MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran. Digunakan = 4,5
3. Harga kuat tekan rata-rata yang harus ditambahkan (m)

$$m = k \times s = 1,64 \times 4,5 = 7,38 \text{ MPa}$$

4. Menetapkan kuat tekan beton rata – rata yang direncanakan

$$f'_c M = f'_c + M = 25 + 7,38 = 32,38 \text{ MPa dibulatkan menjadi 33MPa}$$

5. Menentukan jenis semen

Jenis semen PPC dengan merk Gresik.

6. Menetapkan jenis agregat

a) Agregat halus : Pasir alam

b) Agregat kasar : Tempurung Kelapa



7. Menentukan perkiraan kuat hancur agregat yang ditentukan dari gambar 3 SNI 03-3449-2002.

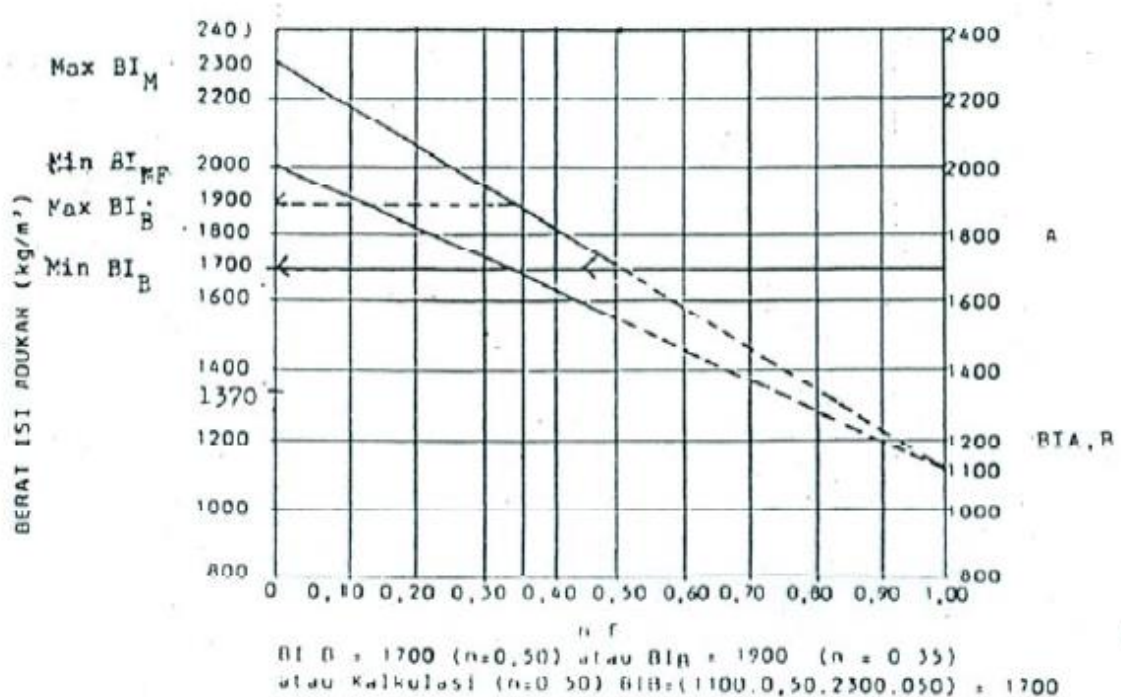
$f_c, A = 5 \text{ MPa}$

8. Menentukan Bobot maksimum beton yang disyaratkan dari gambar 2 SNI 03-3449-2002.

$\text{BIB minimal} = 1700 \text{ kg/m}^3$

$\text{BIB maksimal} = 1900 \text{ kg/m}^3$

Grafik persyaratan penentuan Berat Isi Beton



(Sumber: SNI 03 – 3449 – 2002 : gambar 2)



9. Jumlah fraksi Agregat Kasar yang digunakan

$$N_f = 0,35$$

10. Penentuan persyaratan umum.

- Nilai minimum fraksi adalah 0,35. Penggunaan fraksi adalah 0,35 (OK)

- Nilai wajib $f_{c,A} > 1/15 f'_c M$

$$1/15 f'_c M = 1/15 \times 33 = 2,2 \text{ MPa}$$

$$5 \text{ MPa} > 2,2 \text{ MPa (OK)}$$

- Nilai wajib $f_{c,A} < 1/2 f'_c M$

$$1/2 f'_c M = 1/2 \times 33 = 16,5 \text{ MPa}$$

$$5 \text{ MPa} < 16,5 \text{ MPa (OK)}$$

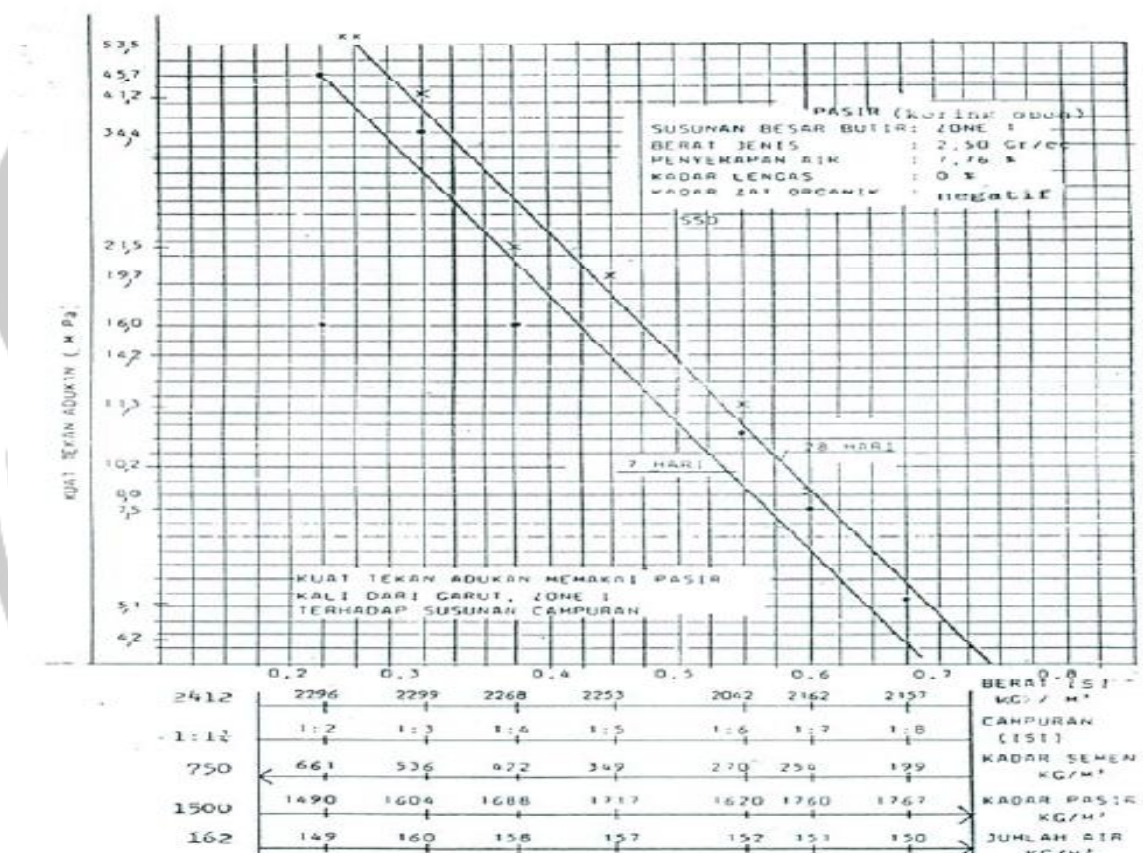
11. Penentuan Komposisi campuran beton yang digunakan dalam satuan kg / m^3

yang ditentukan dari interpolasi yang ada didalam gambar 7 SNI 03 – 3449 –

2002



Grafik persyaratan penentuan campuran dalam satuan kg/m^3 dengan menggunakan pasir sebagai agregat halus.



(Sumber: SNI 03 – 3449 – 2002 : gambar 7)

Dari grafik didapatkan campuran sebagai berikut.

- Campuran Isi = 1 : 2,6
- Berat Semen = 580,4910 kg/m^3
- Berat Pasir = 1563,4910 kg/m^3



- Berat Air = 156 kg/ m³

12. Dengan memasukkan nilai fraksi agregat kasar sebesar 0,35 maka didapatkan proporsi per m³

Kode	Semen (kg)	Pasir (kg)	Tempurung Kelapa (kg)	Fly ash (kg)	Air (liter)
BRN	10,40	28,01	8,20	0	2,80
BRFA1	9,36	28,01	8,20	1,04	2,80
BRFA2	8,32	28,01	8,20	2,08	2,80
BRFA3	7,28	28,01	8,20	3,12	2,80
BRFA4	6,24	28,01	8,20	4,16	2,80

13. Volume per silinder :

Dimensi silinder:

$$d = 0,15 \text{ m}$$

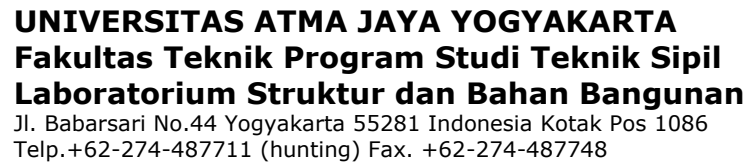
$$t = 0,30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume}_{\text{silinder}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,15)^2 \times (0,30) \\ &= 0,0053 \text{ m}^3\end{aligned}$$



Proporsi Campuran setiap Variasi ($SF = 1,3$)

Kode	Semen (kg)	Pasir (kg)	Tempurung Kelapa (kg)	<i>Fly ash</i> (kg)	Air (liter)
BRN	10,40	28,01	8,20	0	2,80
BRFA1	9,36	28,01	8,20	1,04	2,80
BRFA2	8,32	28,01	8,20	2,08	2,80
BRFA3	7,28	28,01	8,20	3,12	2,80
BRFA4	6,24	28,01	8,20	4,16	2,80



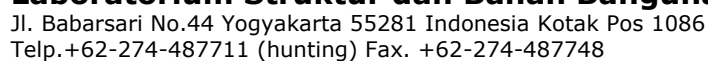
PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON

Contoh perhitungan:

BRN Nomor 1

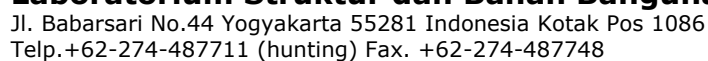
$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 230 \text{ KN} = 230000 \text{ N} \\ \text{Luas (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 155^2 \\ &= 18869,19088 \text{ m}^2 \\ f_c &= \frac{P}{A} = \frac{230000}{18869,19088} = 12,18428 \text{ MPa} \end{aligned}$$

BRN											
BRN-1			BRN-2			BRN-3			BRN-4		
T	30.20	cm	T	30.17	cm	T	30.10	cm	T	30.00	cm
D	15.50	cm	D	15.20	cm	D	15.50	cm	D	15.16	cm
B	9.80	kg	B	9.70	kg	B	9.77	kg	B	9.44	kg
Berat Jenis	1719.06	kg/m3	Berat Jenis	1770.92	kg/m3	Berat Jenis	1719.49	kg/m3	Berat Jenis	1742.01	kg/m3
Pembebanan	230.00	kn	Pembebanan	220.00	kn	Pembebanan	220.00	kn	Pembebanan	230.00	kn
Kuat Tekan	12.18	Mpa	Kuat Tekan	12.12	Mpa	Kuat Tekan	11.65	Mpa	Kuat Tekan	12.74	Mpa
Rata -Rata Berat											
9.6765 kg											
Rata -Rata Berat Jenis											
1737.8703 kg/m ³											
Rata -Rata Kuat Tekan											
12.1737 MPa											



BRFA 2

BRFA2-1			BRFA2-2			BRFA2-3			BRFA2-4		
T	30.10	cm	T	30.00	cm	T	30.20	cm	T	30.19	cm
D	15.20	cm	D	15.20	cm	D	15.50	cm	D	15.25	cm
B	9.45	kg	B	9.49	kg	B	9.99	kg	B	9.50	kg
Berat Jenis	1729.47	kg/m3	Berat Jenis	1742.40	kg/m3	Berat Jenis	1751.86	kg/m3	Berat Jenis	1722.09	kg/m3
Pembebanan	13500.00	kgf	Pembebanan	13200.00	kgf	Pembebanan	13450.00	kgf	Pembebanan	13100.00	kgf
Kuat Tekan	7.29	Mpa	Kuat Tekan	7.13	Mpa	Kuat Tekan	6.99	Mpa	Kuat Tekan	7.03	Mpa
Rata -Rata Berat											
9.6065 kg											
Rata -Rata Berat Jenis											
1736.4559 kg/m ³											
Rata -Rata Kuat Tekan											
7.1105 MPa											

BRFA 4

BRFA4-1			BRFA4-2			BRFA4-3			BRFA4-4		
T	30.20	cm	T	30.30	cm	T	30.20	cm	T	30.00	cm
D	15.15	cm	D	15.30	cm	D	15.12	cm	D	15.30	cm
B	9.60	kg	B	10.08	kg	B	9.44	kg	B	10.01	kg
Berat Jenis	1762.68	kg/m3	Berat Jenis	1808.72	kg/m3	Berat Jenis	1740.37	kg/m3	Berat Jenis	1813.57	kg/m3
Pembebanan	11200.00	kgf	Pembebanan	10800.00	kgf	Pembebanan	11100.00	kgf	Pembebanan	10900.00	kgf
Kuat Tekan	6.09	Mpa	Kuat Tekan	5.76	Mpa	Kuat Tekan	6.06	Mpa	Kuat Tekan	5.81	Mpa
Rata -Rata Berat											
9.782 kg											
Rata -Rata Berat Jenis											
1781.3370 kg/m ³											
Rata -Rata Kuat Tekan											
5.9302 MPa											



PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Contoh perhitungan:

BRN - 2

- Diameter silinder beton (d) = 152 mm
- Beban (kgf) = 7500 kgf
- Perpendekan (0,5 ΔP) = 66,5 mm
- Panjang awal (Po) = 200,04 mm
- Luas alas silinder beton (A) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 152^2$
= 18145,83917 mm²
- Tegangan (f) = $\frac{\text{beban} \times 9,81}{A} = \frac{7500 \times 9,81}{18145,83917}$
= 4,0546 MPa
- Regangan (ϵ) = $\frac{0,5 \Delta P}{Po} = \frac{66,5 \times 0,001}{200,40 \times 10}$
= 33,183 x 10⁻⁵
- Koreksi (x) = $\frac{-0,0548}{0,104}$
= -0,52692
- Regangan koreksi (ϵ) = Regangan (ϵ) - koreksi
= 33,711 x 10⁻⁵
- Modulus elastisitas (Ec) = $\frac{f}{\epsilon} = \frac{4,053}{33,711 \times 10^{-4}}$
= 12023,7967 MPa



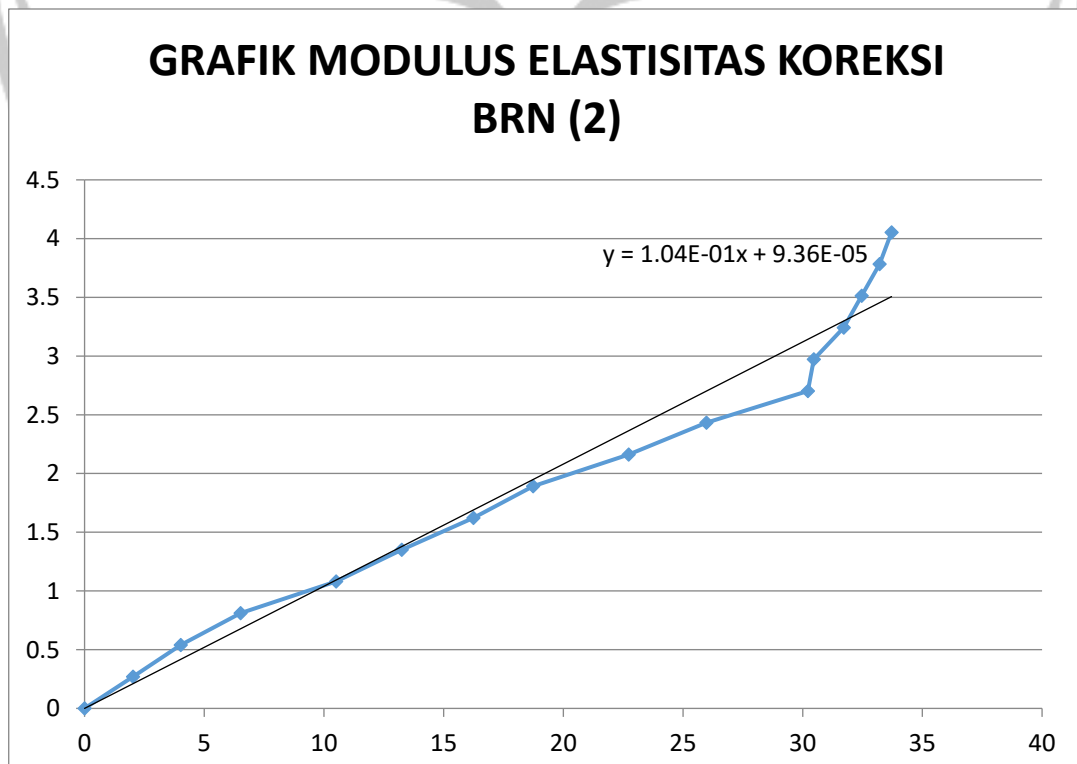
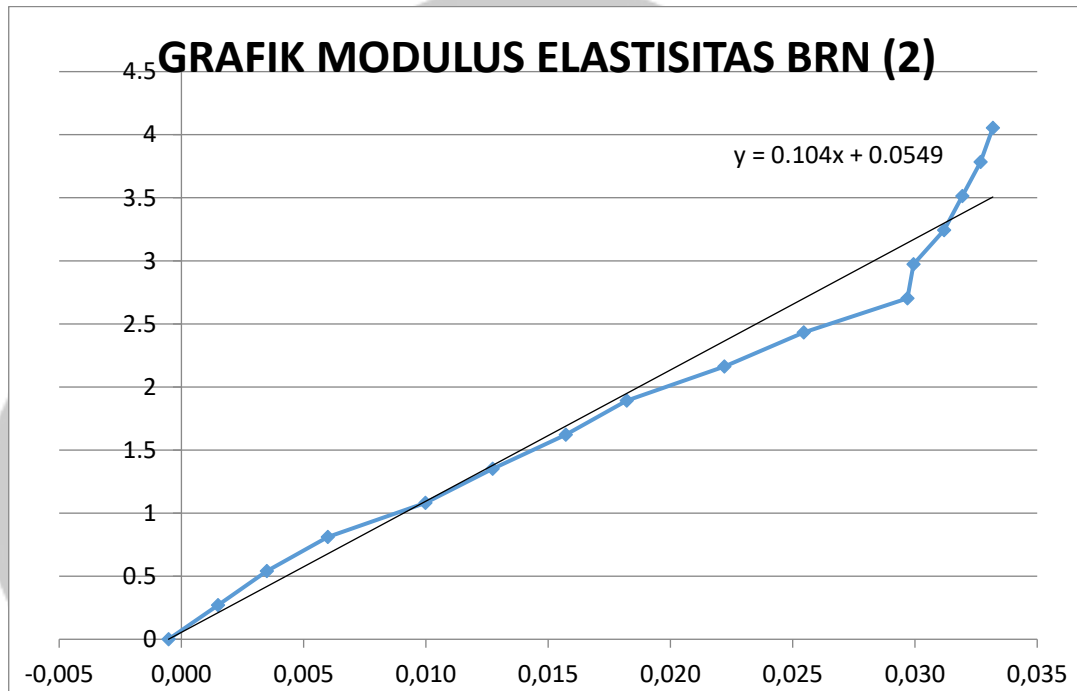
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9
Halaman 73

Silinder BRN - 2
 $E_c = 12023,7967 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	0.5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	-0,527	0
500	6	3	0,270	1,497	2,024
1000	14	7	0,540	3,493	4,020
1500	24	12	0,811	5,988	6,515
2000	40	20	1,081	9,980	10,507
2500	51	25,5	1,351	12,725	13,251
3000	63	31,5	1,621	15,719	16,245
3500	73	36,5	1,892	18,214	18,740
4000	89	44,5	2,162	22,206	22,733
4500	102	51	2,432	25,449	25,976
5000	119	59,5	2,702	29,691	30,21754184
5500	120	60	2,972	29,940	30,467
6000	125	62,5	3,243	31,188	31,715
6500	128	64	3,513	31,936	32,463
7000	131	65,5	3,783	32,685	33,212
7500	133	66,5	4,053	33,184	33,711





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

Lampiran 9
Halaman 75

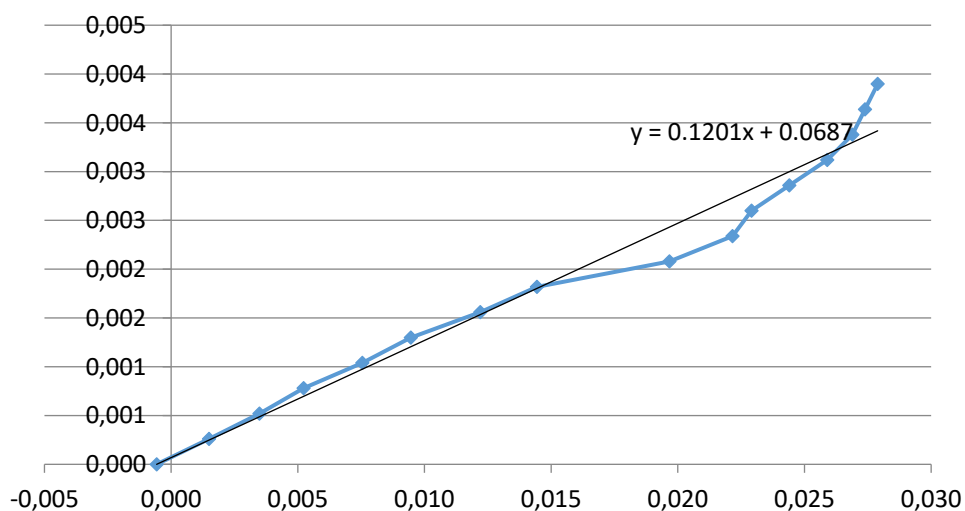
Silinder BRN-3

$E_c = 13695,8584 \text{ MPa}$

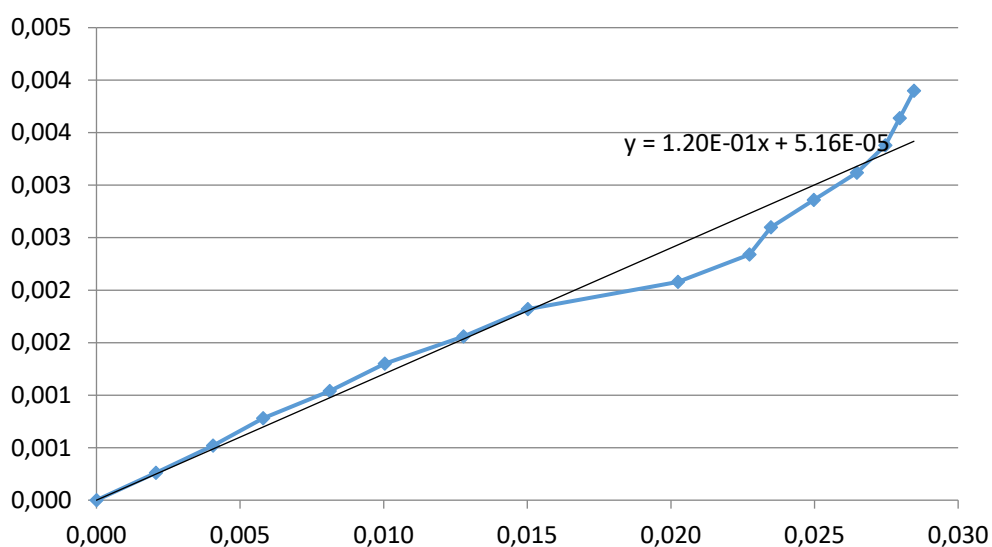
Beban	ΔP (mm)	0.5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,572	0,000
500	6	3	0,260	1,494	2,066
1000	14	7	0,520	3,486	4,058
1500	21	11	0,780	5,229	5,801
2000	30,3	15	1,039	7,545	8,117
2500	38	19	1,299	9,462	10,034
3000	49	25	1,559	12,201	12,773
3500	58	29	1,819	14,442	15,014
4000	79	40	2,079	19,671	20,243
4500	89	45	2,339	22,161	22,733
5000	92	46	2,599	22,908	23,480
5500	98	49	2,858	24,402	24,974
6000	104	52	3,118	25,896	26,468
6500	108	54	3,378	26,892	27,464
7000	110	55	3,638	27,390	27,962
7500	112	56	3,898	27,888	28,460



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRN (3)



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI BRN (3)





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

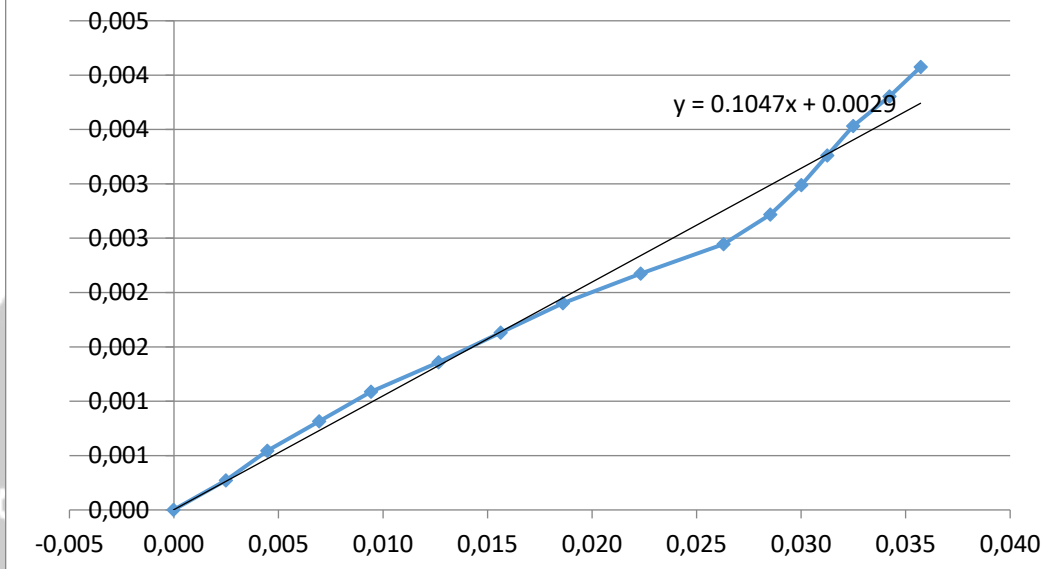
Lampiran 9
Halaman 77

Silinder BRN - 4 (11)
 $E_c = 11400,3362 \text{ MPa}$

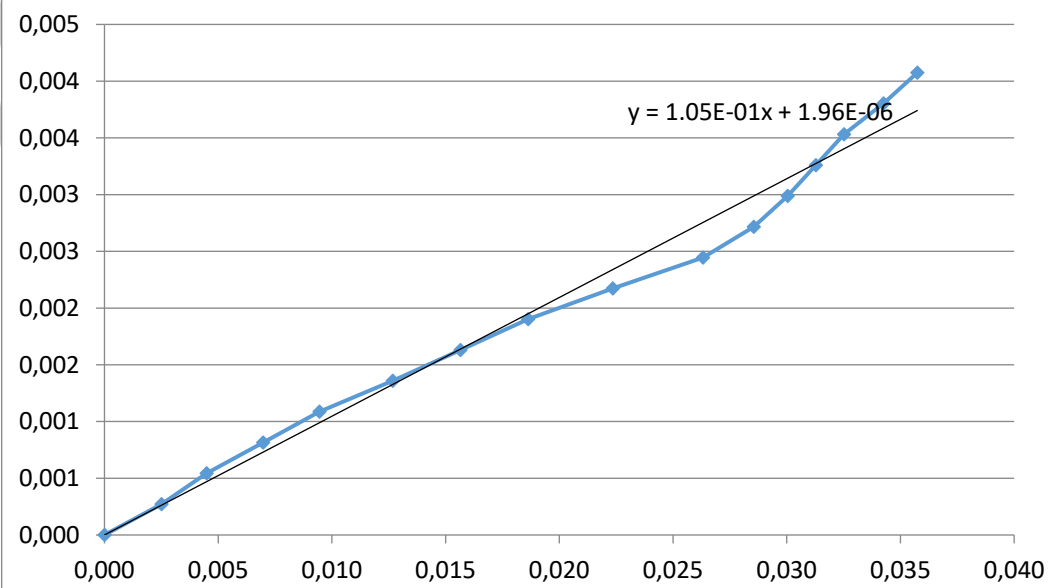
Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,028	0,000
500	10	5	0,272	2,480	2,508
1000	18	9	0,543	4,464	4,492
1500	28	14	0,815	6,944	6,972
2000	38	19	1,087	9,425	9,452
2500	51	25,5	1,358	12,649	12,677
3000	63	31,5	1,630	15,625	15,653
3500	75	37,5	1,902	18,601	18,629
4000	90	45	2,173	22,321	22,349
4500	106	53	2,445	26,290	26,317
5000	115	57,5	2,716	28,522	28,550
5500	121	60,5	2,988	30,010	30,038
6000	126	63	3,260	31,250	31,278
6500	131	65,5	3,531	32,490	32,518
7000	138	69	3,803	34,226	34,254
7500	144	72	4,075	35,714	35,742



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRN (4)



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI BRN (4)





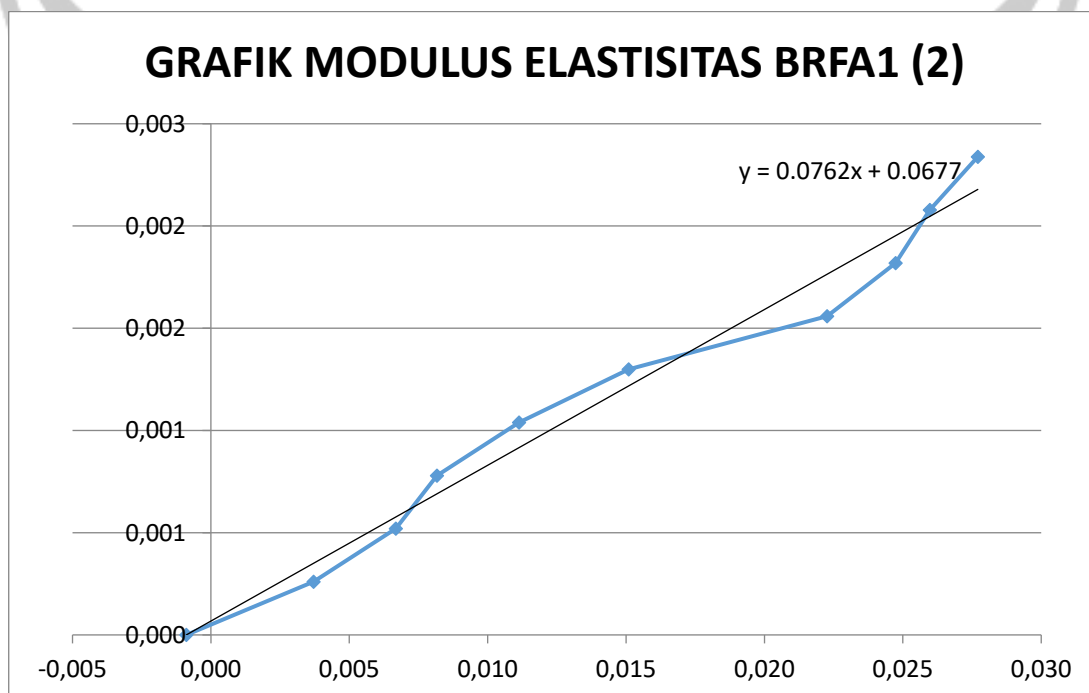
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9
Halaman 79

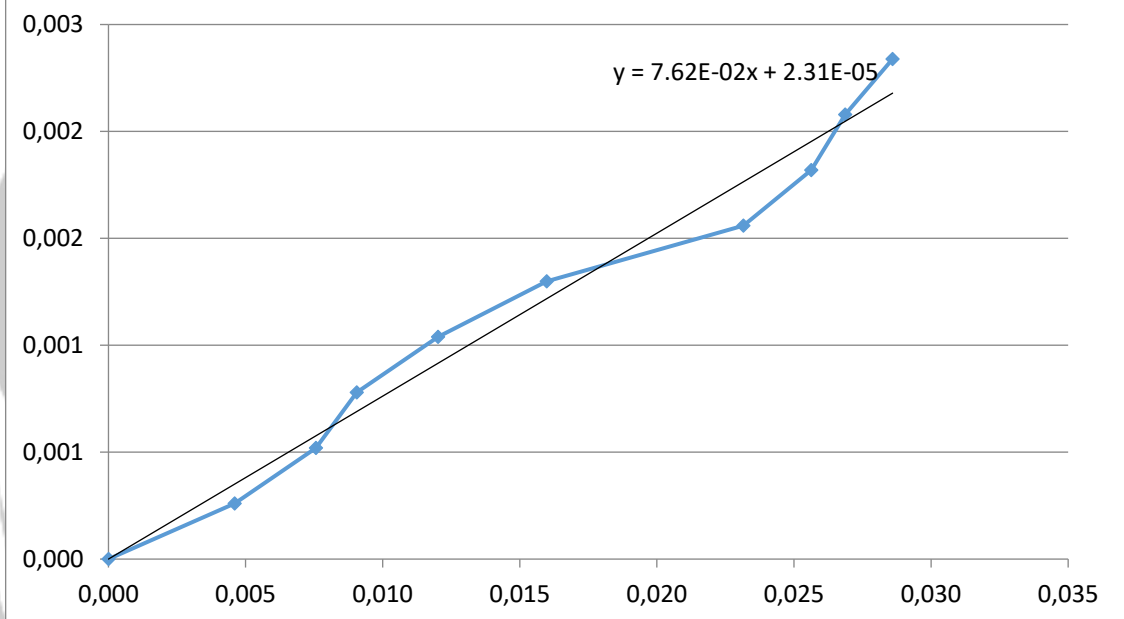
Silinder BRFA1-2
 $E_c = 8178,13741 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,888	0,000
500	15	7,5	0,260	3,711	4,599
1000	27	13,5	0,520	6,680	7,568
1500	33	16,5	0,780	8,164	9,053
2000	45	22,5	1,039	11,133	12,022
2500	61	30,5	1,299	15,092	15,980
3000	90	45	1,559	22,266	23,155
3500	100	50	1,819	24,740	25,629
4000	105	52,5	2,079	25,977	26,866
4500	112	56	2,339	27,709	28,598





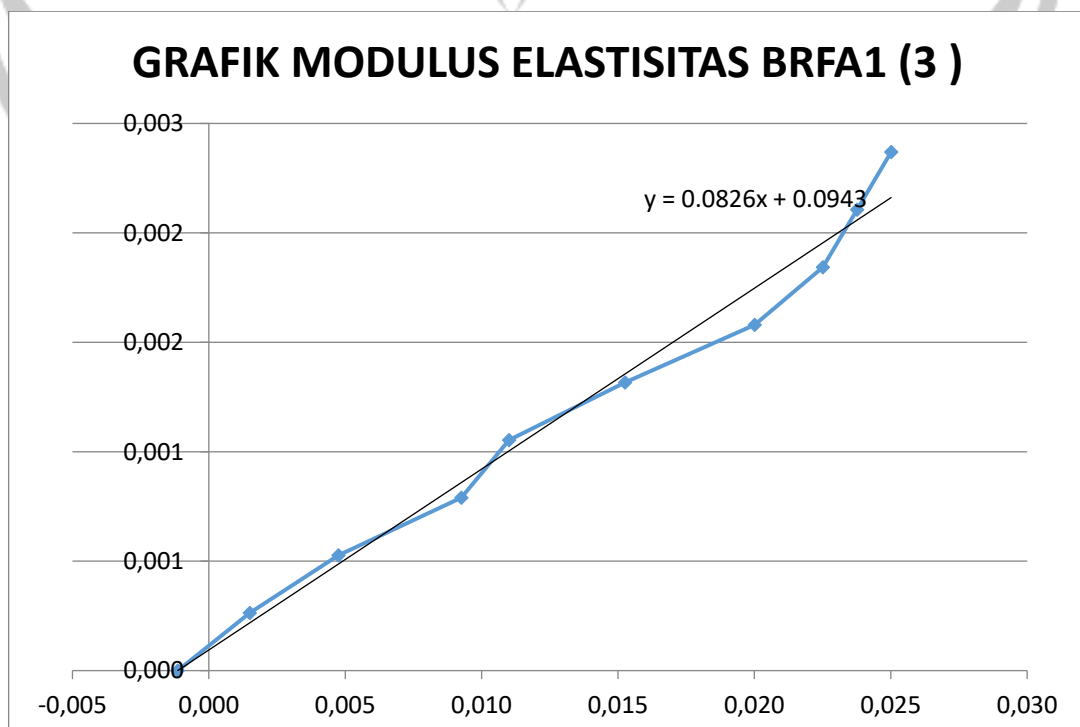
GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI BRFA1 (2)

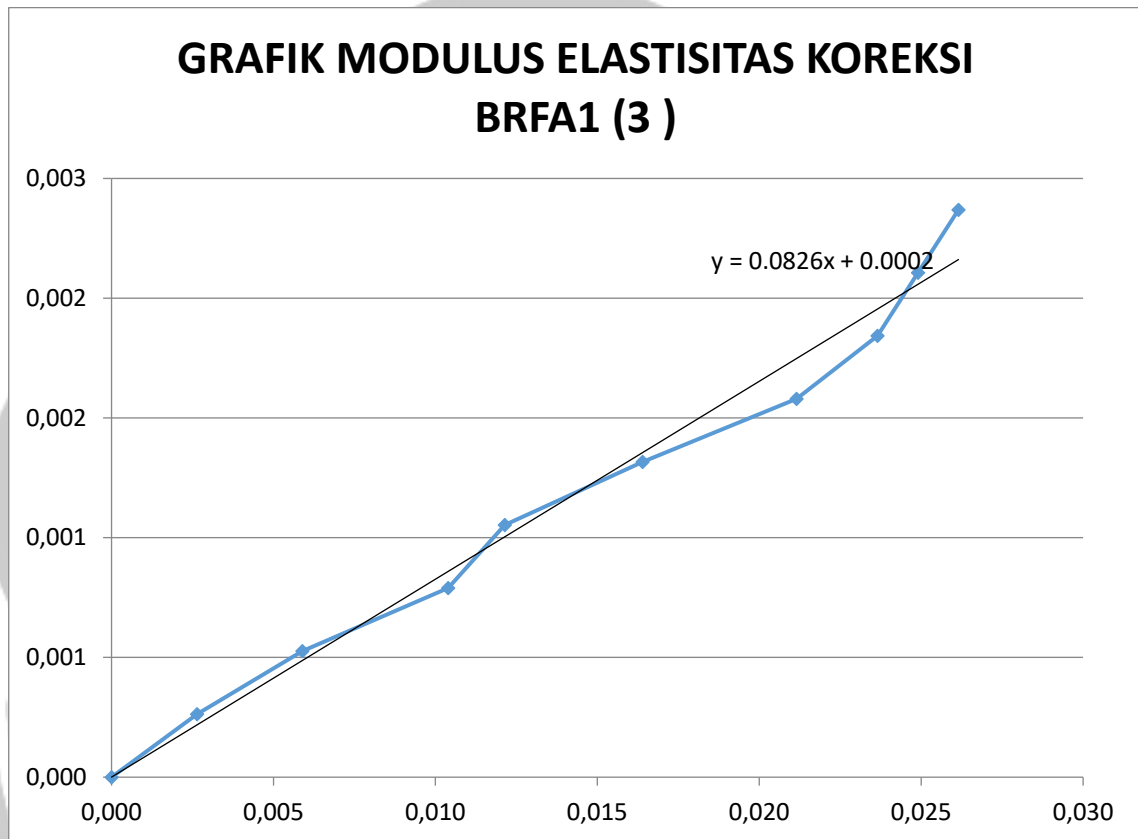




Silinder BRFA1-3
 $E_c = 9059,4968 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-1,139	0,000
500	6	3	0,263	1,501	2,640
1000	19	9,5	0,526	4,752	5,892
1500	37	18,5	0,790	9,255	10,394
2000	44	22	1,053	11,006	12,145
2500	61	30,5	1,316	15,258	16,397
3000	80	40	1,579	20,010	21,149
3500	90	45	1,843	22,511	23,650
4000	95	47,5	2,106	23,762	24,901
4500	100	50	2,369	25,013	26,152







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

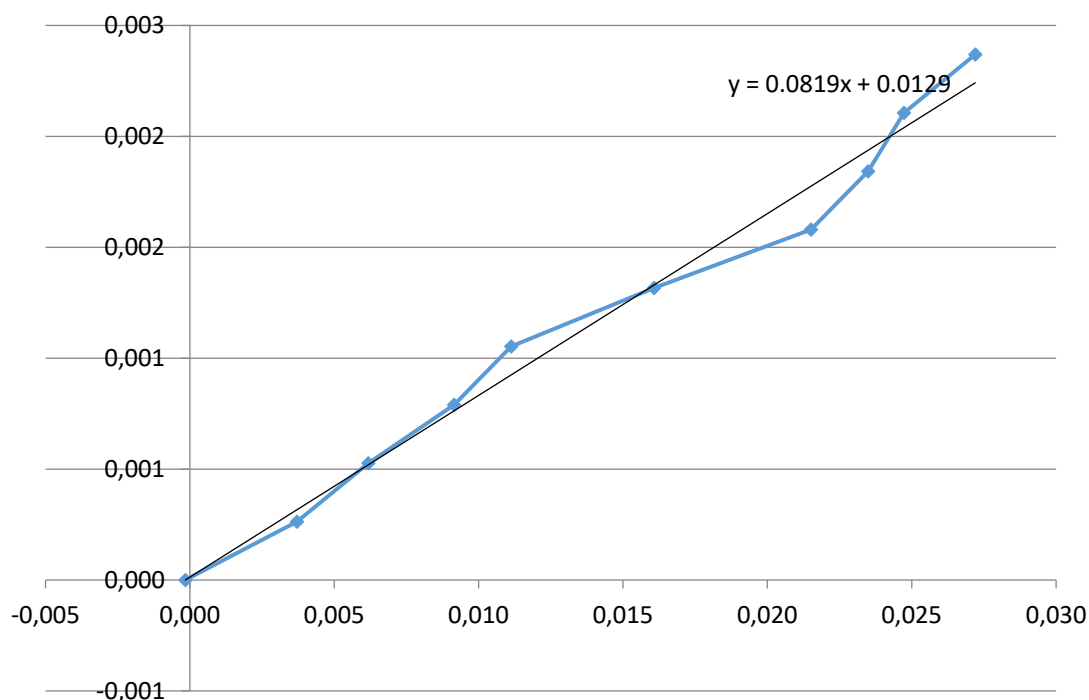
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9
Halaman 83

Silinder BRFA1 (4)
 $E_c = 8659,950484 \text{ MPa}$

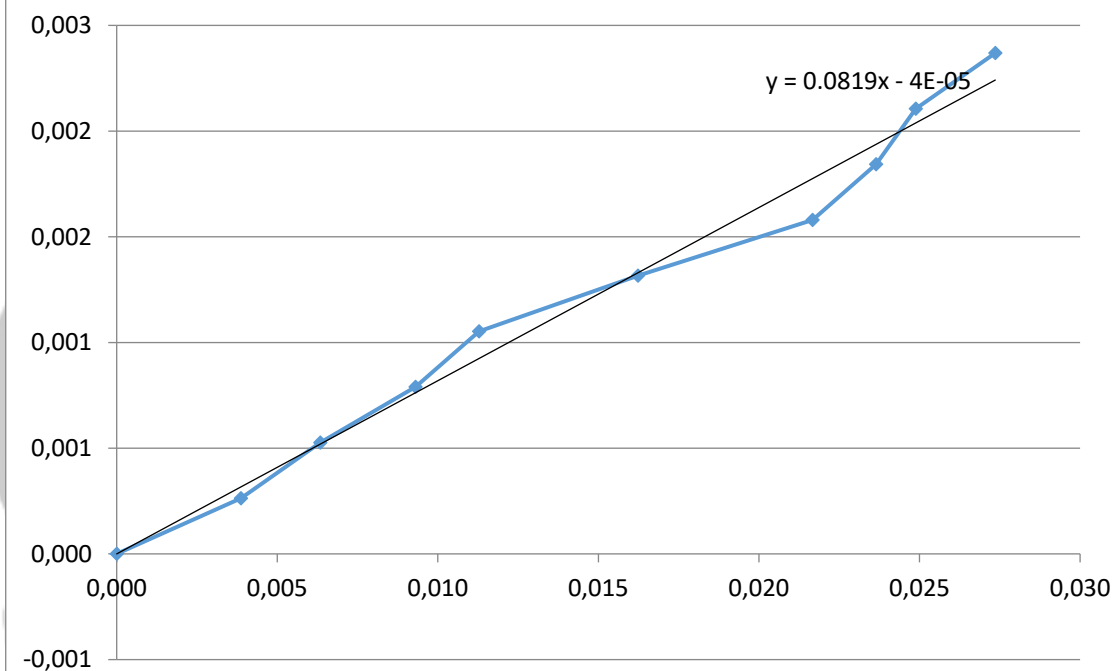
Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,158	0,000
500	15	7,5	0,263	3,709	3,867
1000	25	12,5	0,526	6,182	6,340
1500	37	18,5	0,790	9,149	9,307
2000	45	22,5	1,053	11,128	11,285
2500	65	32,5	1,316	16,073	16,231
3000	87	43,5	1,579	21,513	21,671
3500	95	47,5	1,843	23,492	23,649
4000	100	50	2,106	24,728	24,886
4500	110	55	2,369	27,201	27,358

MODULUS ELASTISITAS BRFA1 (4)





GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI BRFA1 (4)





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

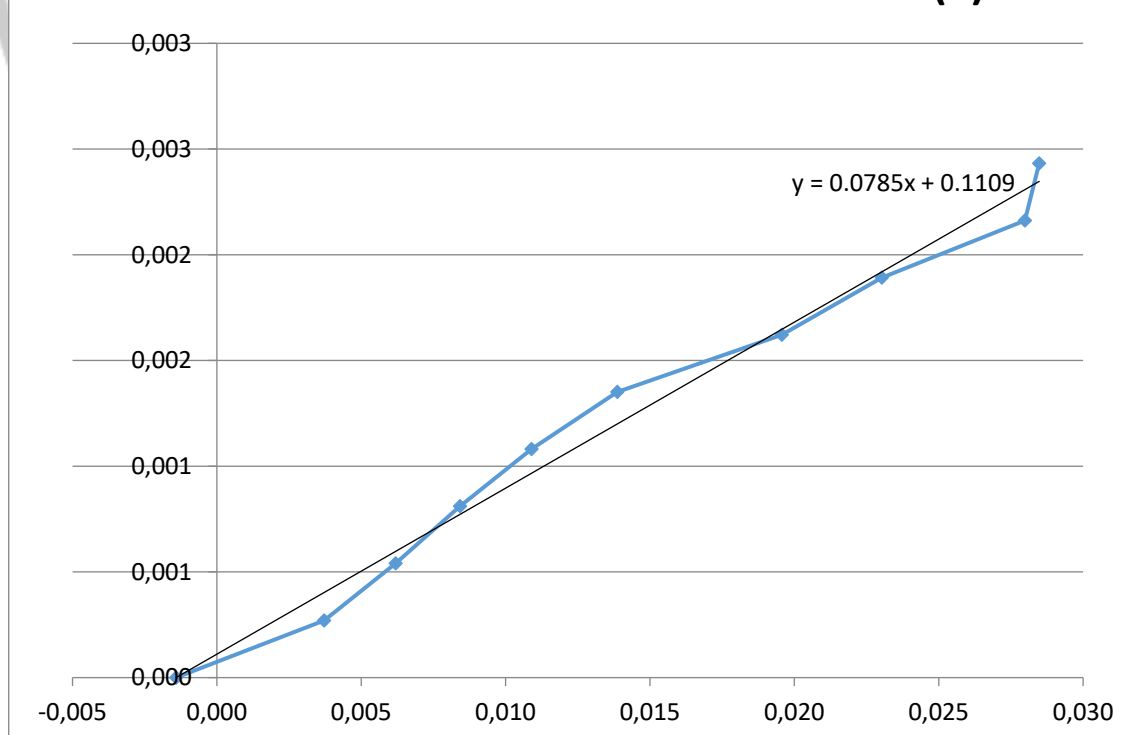
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

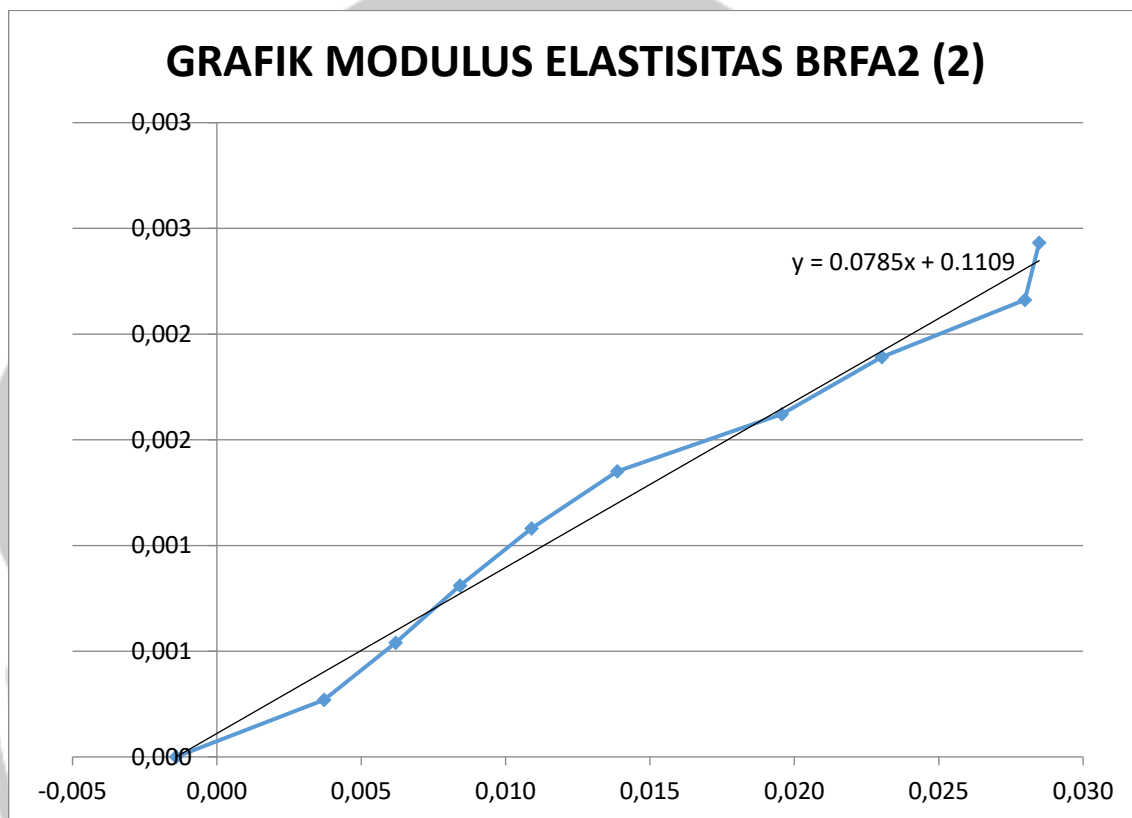
Lampiran 9
Halaman 85

Silinder BRFA2-2
 $E_c = 8135,8164 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-1,413	0,000
500	15	7,5	0,270	3,715	5,127
1000	25	12,5	0,540	6,191	7,604
1500	34	17	0,811	8,420	9,833
2000	44	22	1,081	10,896	12,309
2500	56	28	1,351	13,868	15,281
3000	79	39,5	1,621	19,564	20,977
3500	93	46,5	1,892	23,031	24,444
4000	113	56,5	2,162	27,984	29,397
4500	115	57,5	2,432	28,479	29,892

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA2 (2)

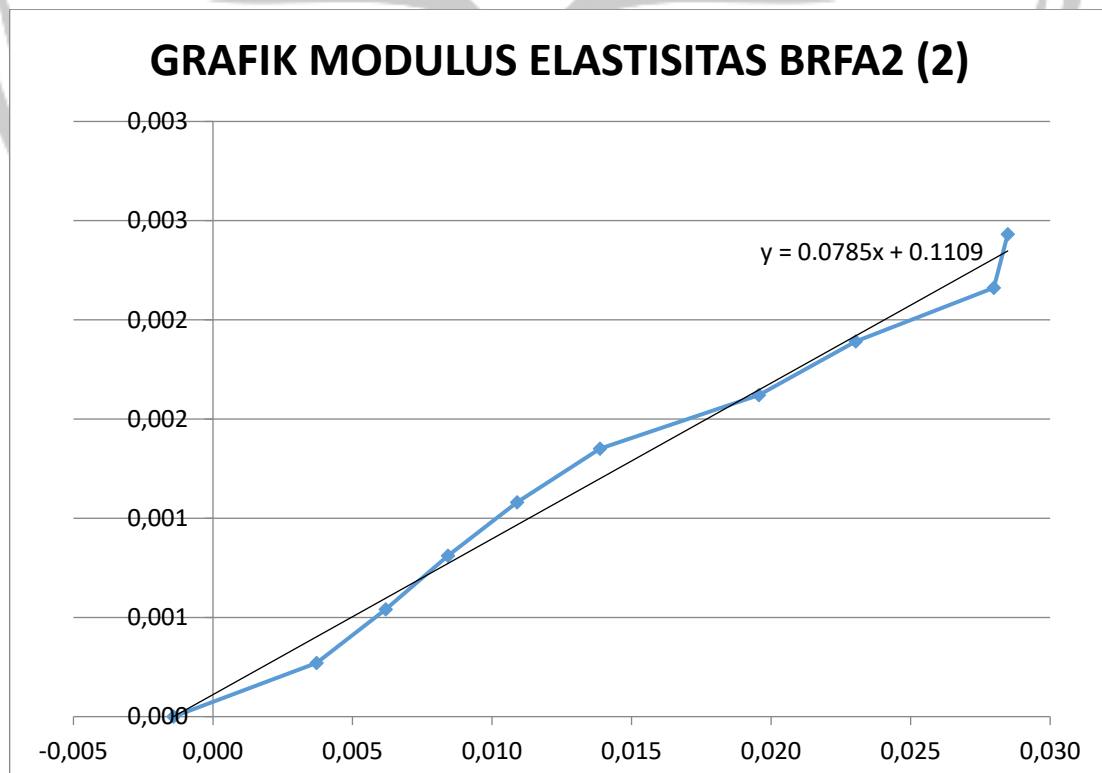


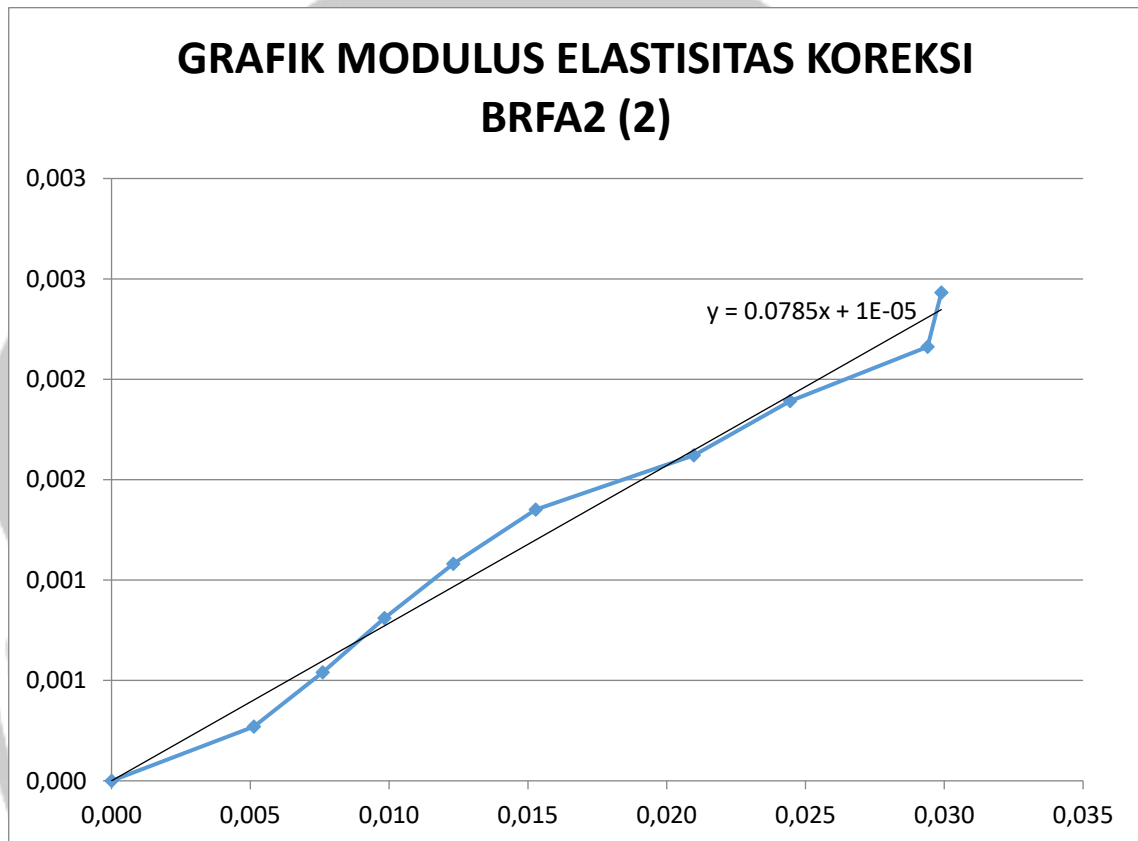




Silinder BRFA2-2
 $E_c = 8135,816421 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-1,413	0,000
500	15	7,5	0,270	3,715	5,127
1000	25	12,5	0,540	6,191	7,604
1500	34	17	0,811	8,420	9,833
2000	44	22	1,081	10,896	12,309
2500	56	28	1,351	13,868	15,281
3000	79	39,5	1,621	19,564	20,977
3500	93	46,5	1,892	23,031	24,444
4000	113	56,5	2,162	27,984	29,397
4500	115	57,5	2,432	28,479	29,892

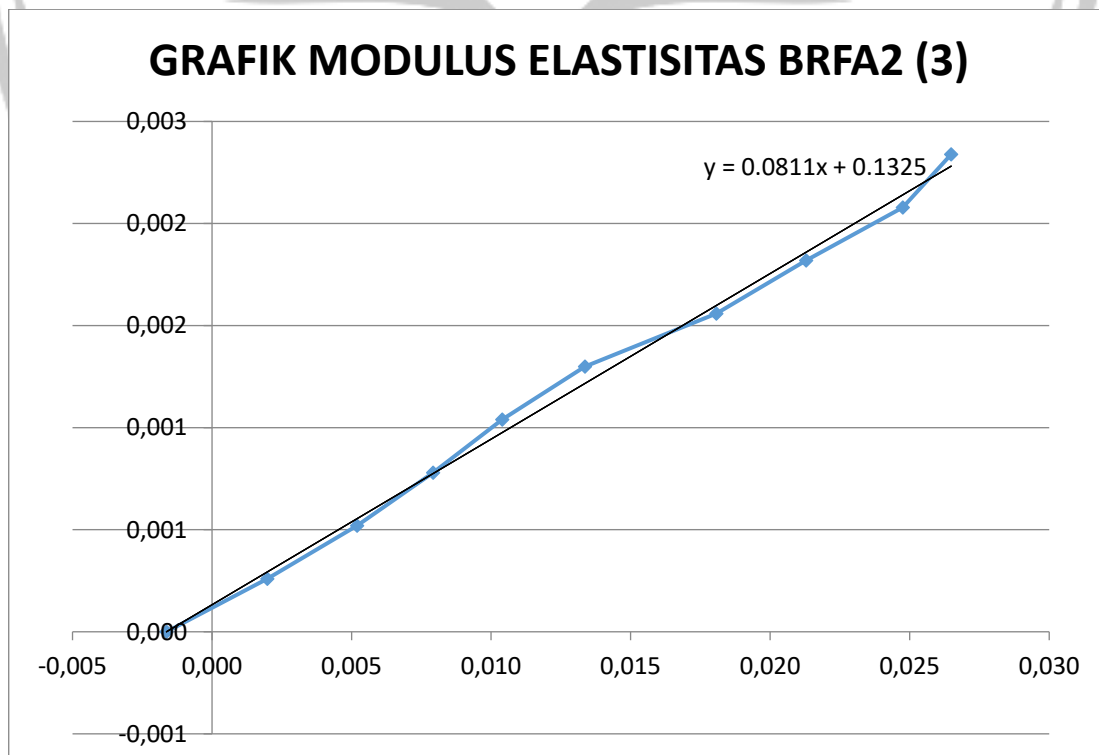


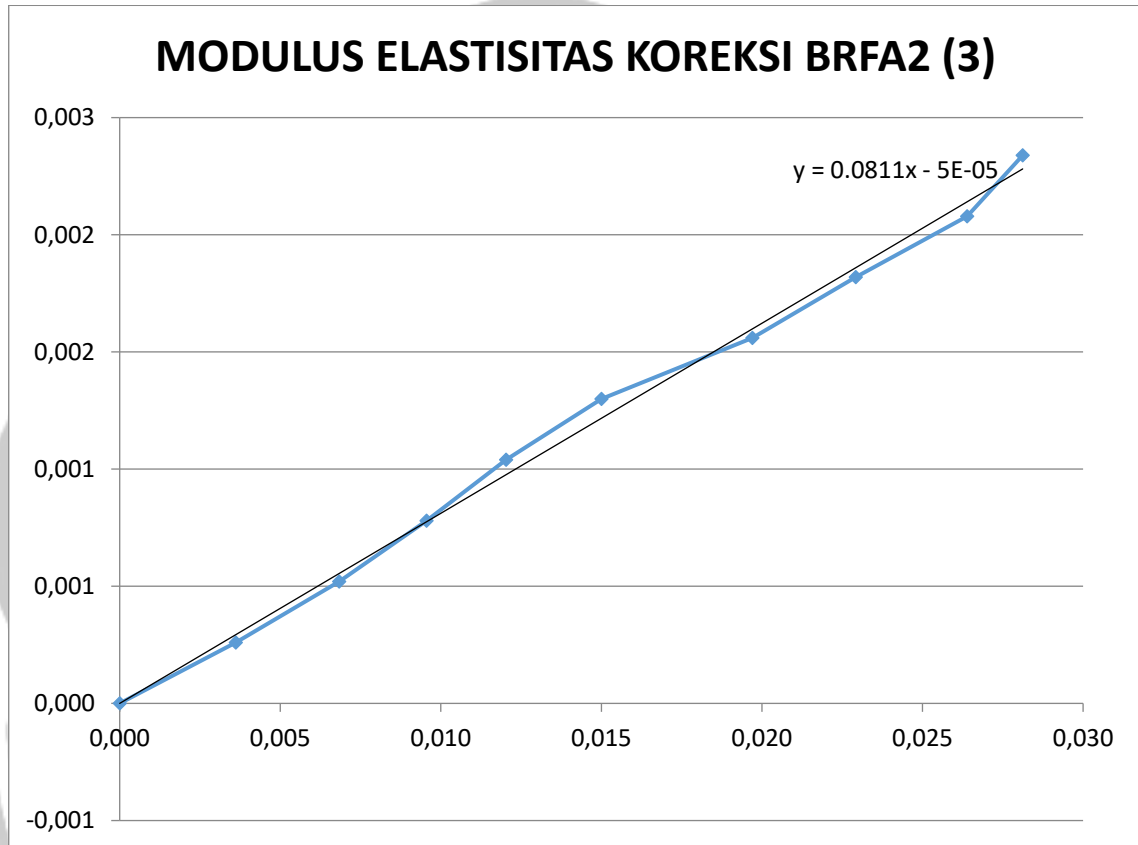




Silinder BRFA2-3
 $E_c = 8317,325861 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-1,634	0,000
500	8	4	0,260	1,980	3,614
1000	21	10,5	0,520	5,198	6,832
1500	32	16	0,780	7,921	9,555
2000	42	21	1,039	10,396	12,030
2500	54	27	1,299	13,366	15,000
3000	73	36,5	1,559	18,069	19,703
3500	86	43	1,819	21,287	22,921
4000	100	50	2,079	24,752	26,386
4500	107	53,5	2,339	26,485	28,119



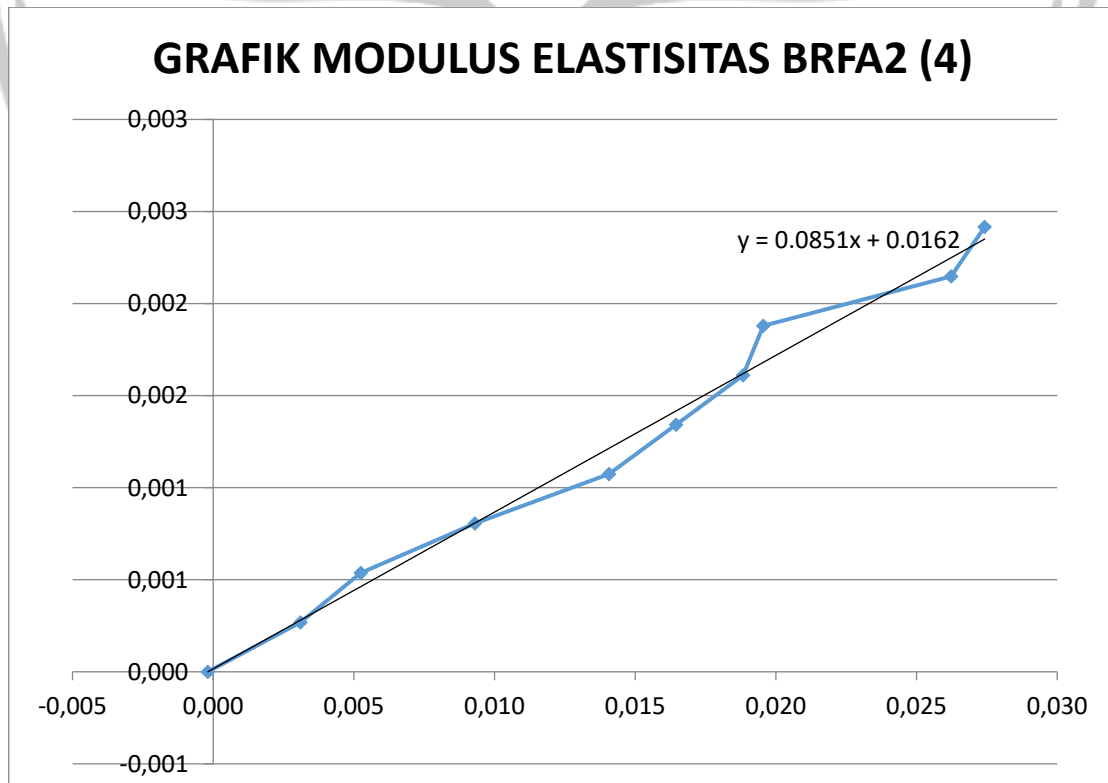


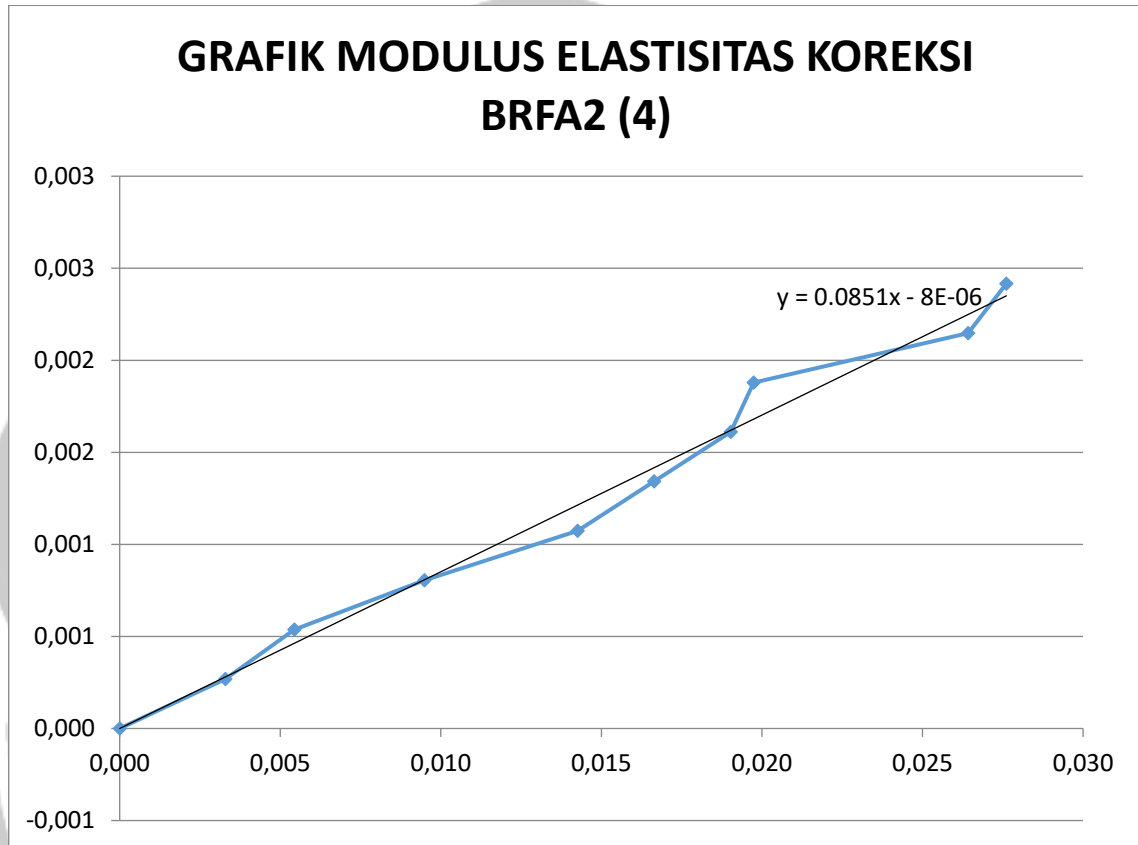


Silinder BRFA2-4
 $E_c = 8750,486335 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,190	0,000
500	13	6,5	0,268	3,100	3,290
1000	22	11	0,537	5,246	5,436
1500	39	19,5	0,805	9,299	9,489
2000	59	29,5	1,074	14,068	14,258
2500	69	34,5	1,342	16,452	16,642
3000	79	39,5	1,611	18,836	19,027
3500	82	41	1,879	19,552	19,742
4000	110	55	2,148	26,228	26,418
4500	115	57,5	2,416	27,420	27,610

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA2 (4)

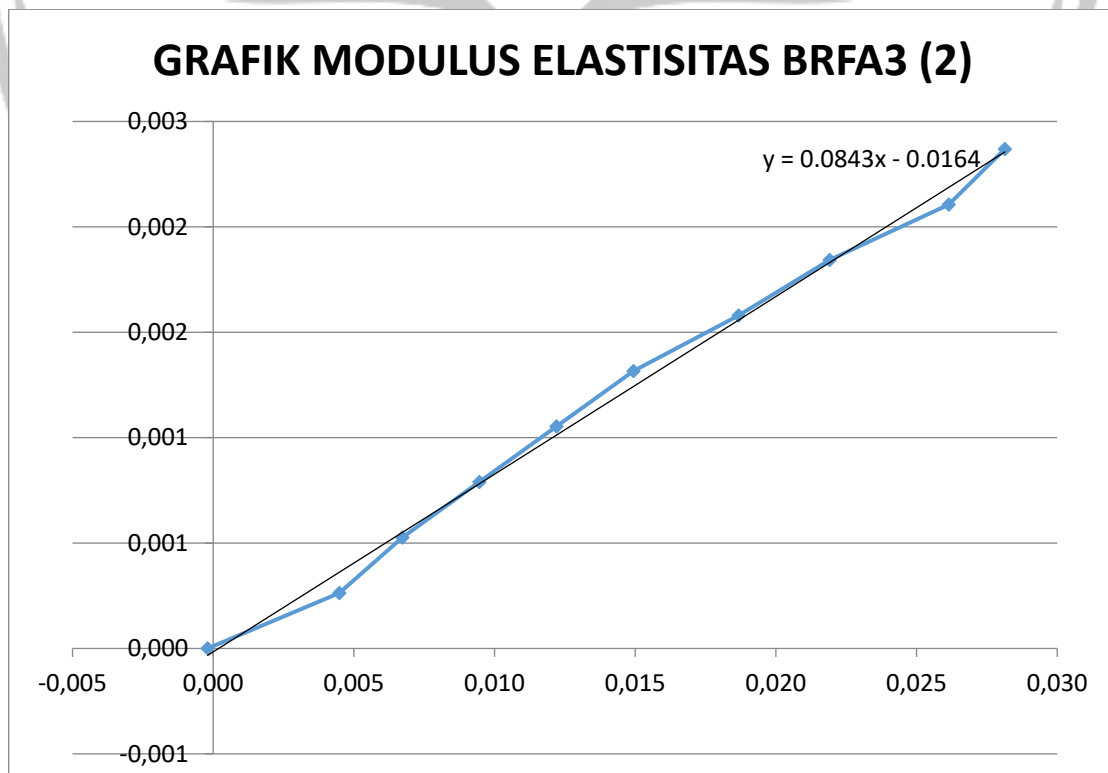


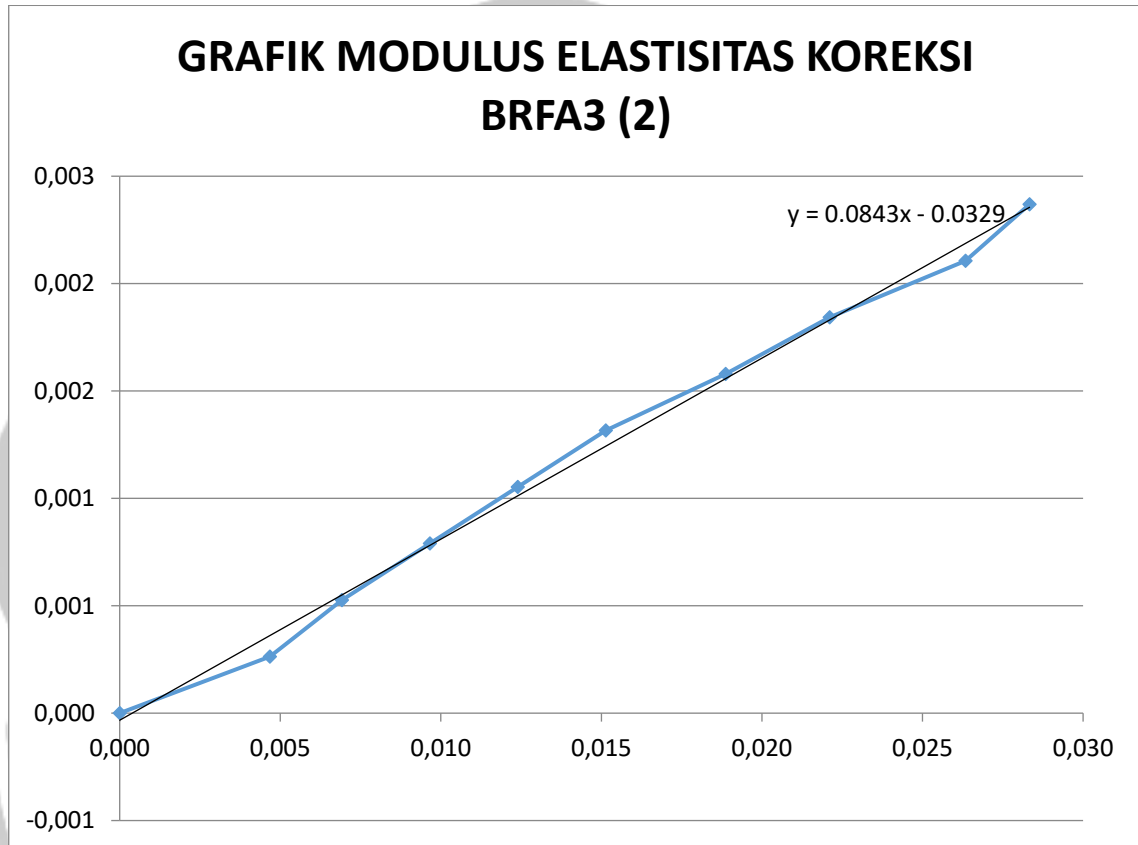




Silinder BRFA3-2 (10)
 $E_c = 8361,981586 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,196	0,000
500	18	9	0,263	4,482	4,678
1000	27	13,5	0,526	6,723	6,919
1500	38	19	0,790	9,462	9,658
2000	49	24,5	1,053	12,201	12,397
2500	60	30	1,316	14,940	15,136
3000	75	37,5	1,579	18,675	18,871
3500	88	44	1,843	21,912	22,108
4000	105	52,5	2,106	26,145	26,341
4500	113	56,5	2,369	28,137	28,333







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

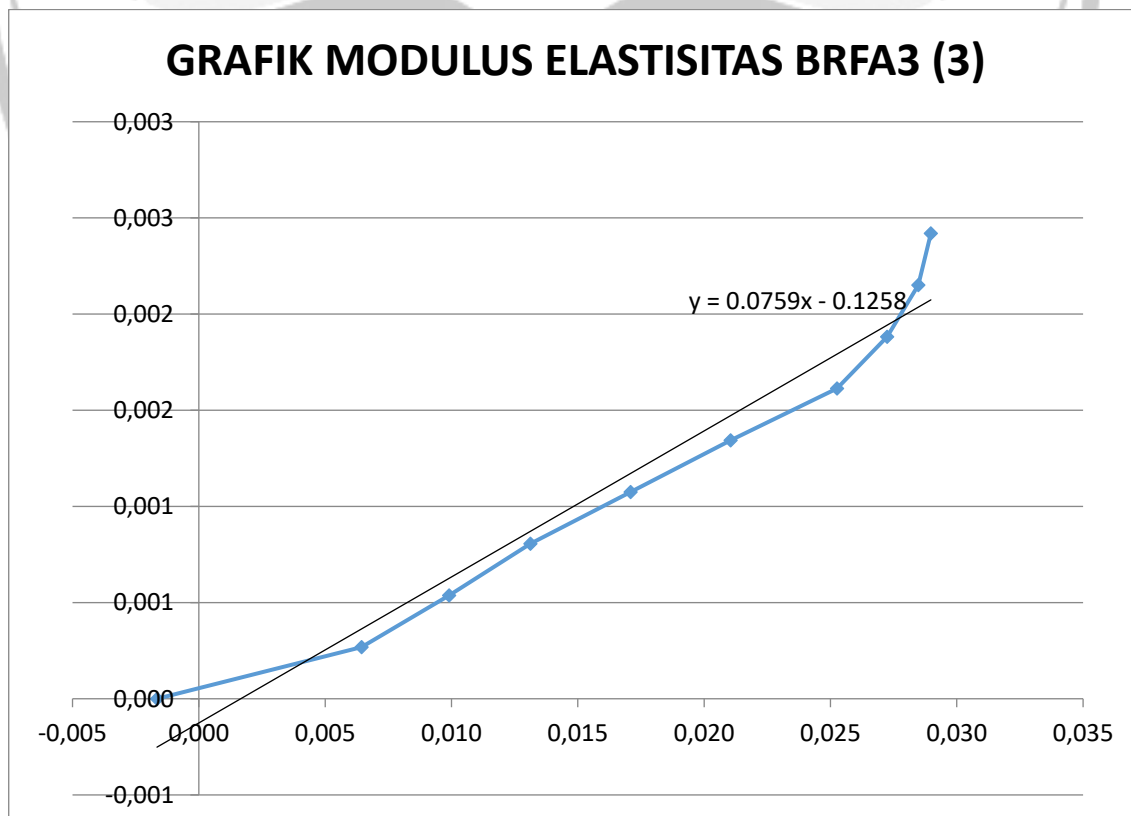
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp.+62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9
Halaman 95

Silinder BRFA3-3
 $E_c = 32692,23272 \text{ MPa}$

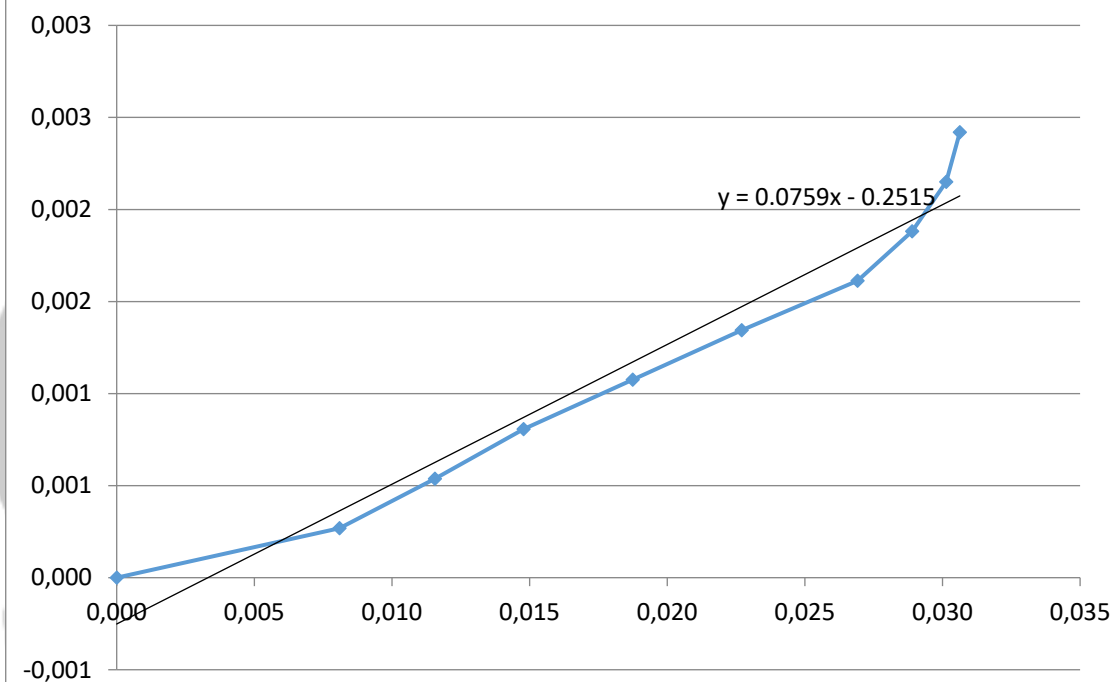
Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-1,656	0,000
500	26	13	0,269	6,439	8,095
1000	40	20	0,538	9,906	11,562
1500	53	26,5	0,806	13,125	14,781
2000	69	34,5	1,075	17,088	18,744
2500	85	42,5	1,344	21,050	22,706
3000	102	51	1,613	25,260	26,916
3500	110	55	1,882	27,241	28,897
4000	115	57,5	2,150	28,479	30,136
4500	117	58,5	2,419	28,975	30,631

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA3 (3)





GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI BRFA3 (3)

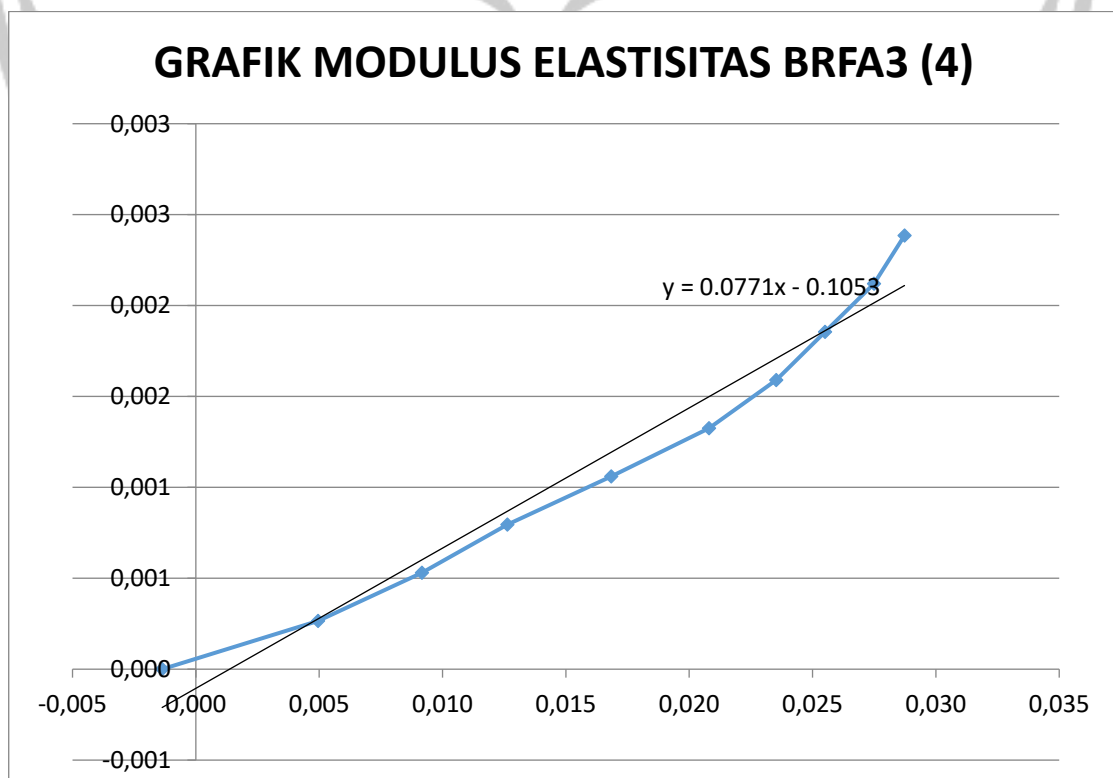




Silinder BRFA3-4
 $E_c = 7924,390437 \text{ MPa}$

Beban	$\Delta P \text{ (mm)}$	$0.5 \Delta P \text{ (mm)}$	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0	0,000	-1,366
500	4903,355	20	10	0,265	4,953
1000	9806,71	37	18,5	0,530	9,163
1500	14710,065	51	25,5	0,795	12,630
2000	19613,42	68	34	1,060	16,840
2500	24516,775	84	42	1,325	20,802
3000	29420,13	95	47,5	1,590	23,526
3500	34323,485	103	51,5	1,855	25,508
4000	39226,84	111	55,5	2,120	27,489
4500	44130,195	116	58	2,385	28,727

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA3 (4)

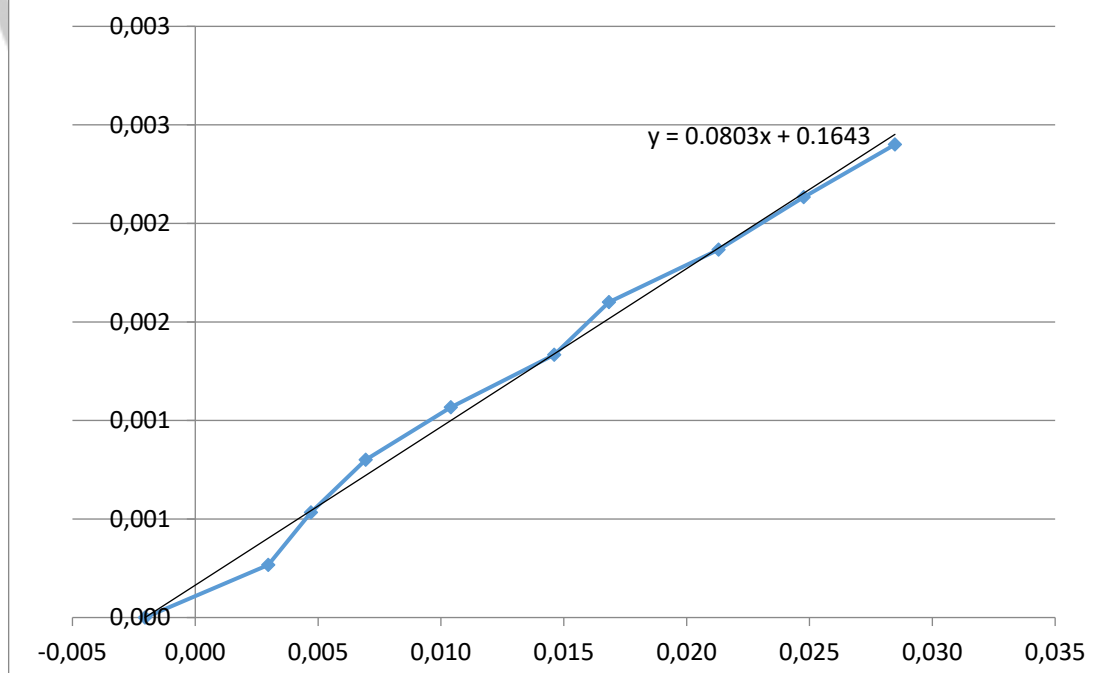


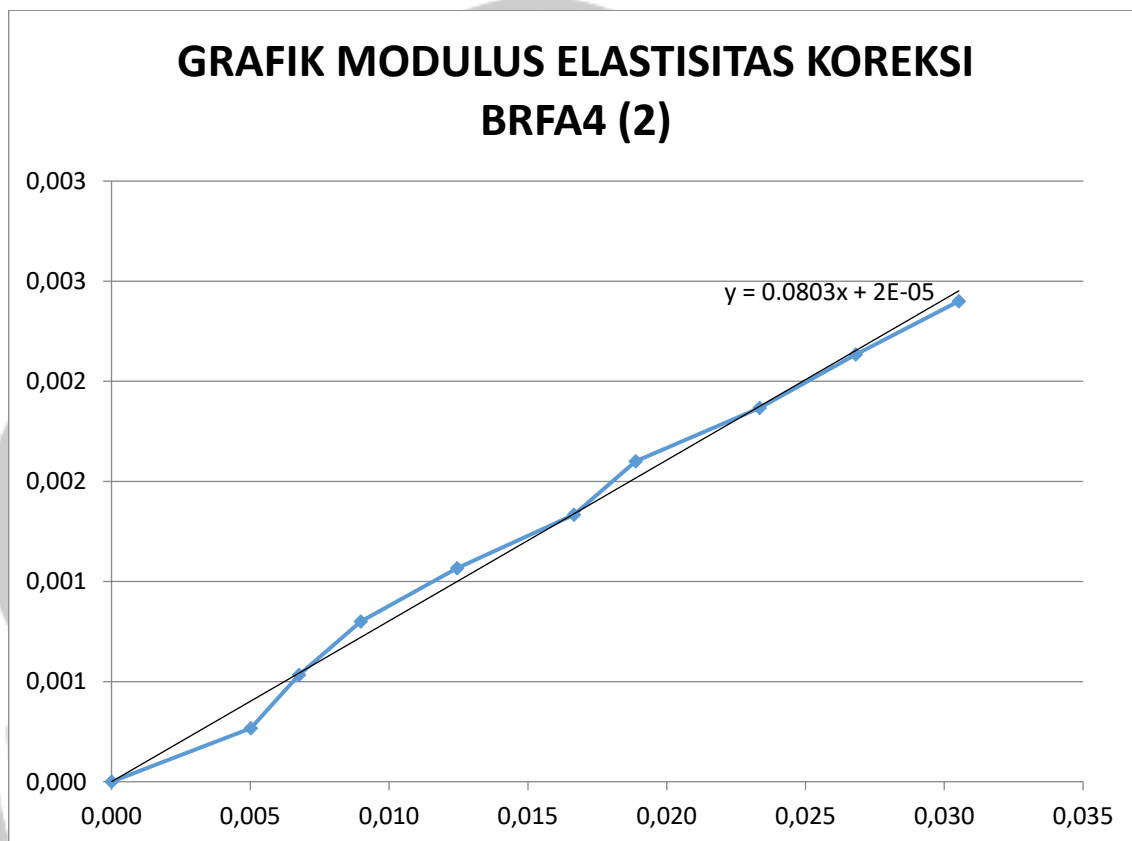


Silinder BRFA4-2
 $E_c = 7863,533029 \text{ MPa}$

Beban	ΔP (mm)	$0.5 \Delta P$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-2,045	0,000
500	12	6	0,267	2,972	5,017
1000	19	9,5	0,533	4,705	6,750
1500	28	14	0,800	6,934	8,979
2000	42	21	1,067	10,401	12,446
2500	59	29,5	1,333	14,611	16,656
3000	68	34	1,600	16,840	18,885
3500	86	43	1,867	21,298	23,343
4000	100	50	2,134	24,765	26,810
4500	115	57,5	2,400	28,479	30,524

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA4 (2)







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

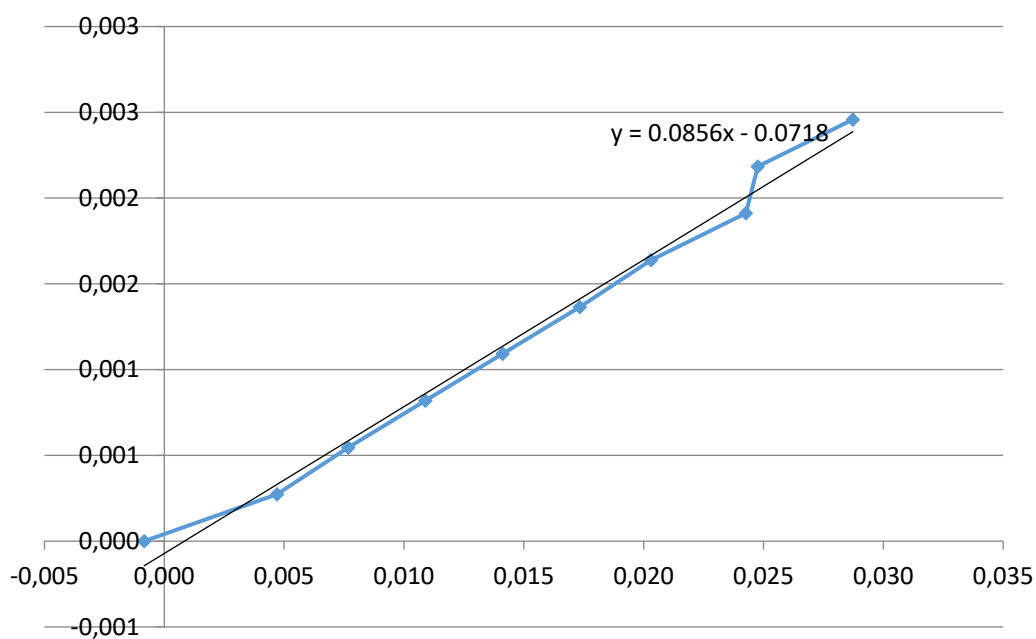
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9
Halaman 100

Silinder BRFA4-3
 $E_c = 7863,5330 \text{ MPa}$

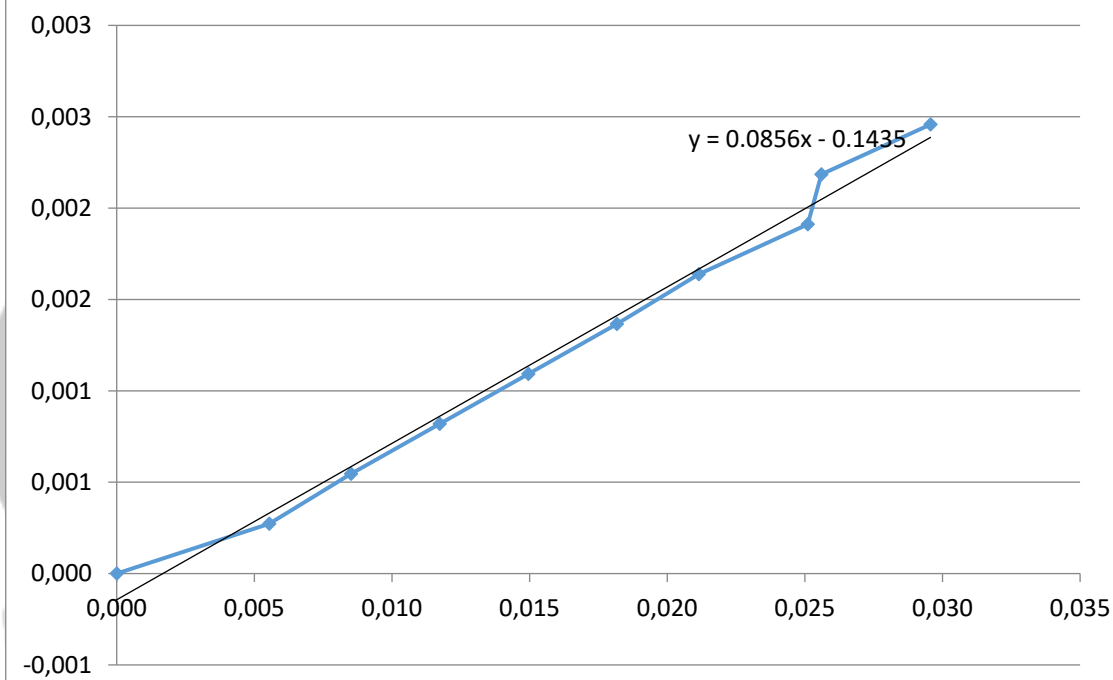
Beban	ΔP (mm)	0.5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-0,838	0,000
500	19	9,5	0,273	4,705	5,543
1000	31	15,5	0,546	7,677	8,515
1500	44	22	0,819	10,896	11,734
2000	57	28,5	1,092	14,116	14,954
2500	70	35	1,365	17,335	18,173
3000	82	41	1,639	20,307	21,145
3500	98	49	1,912	24,269	25,107
4000	100	50	2,185	24,765	25,602
4500	116	58	2,458	28,727	29,565

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA4 (3)





GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI BRFA4 (3)





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

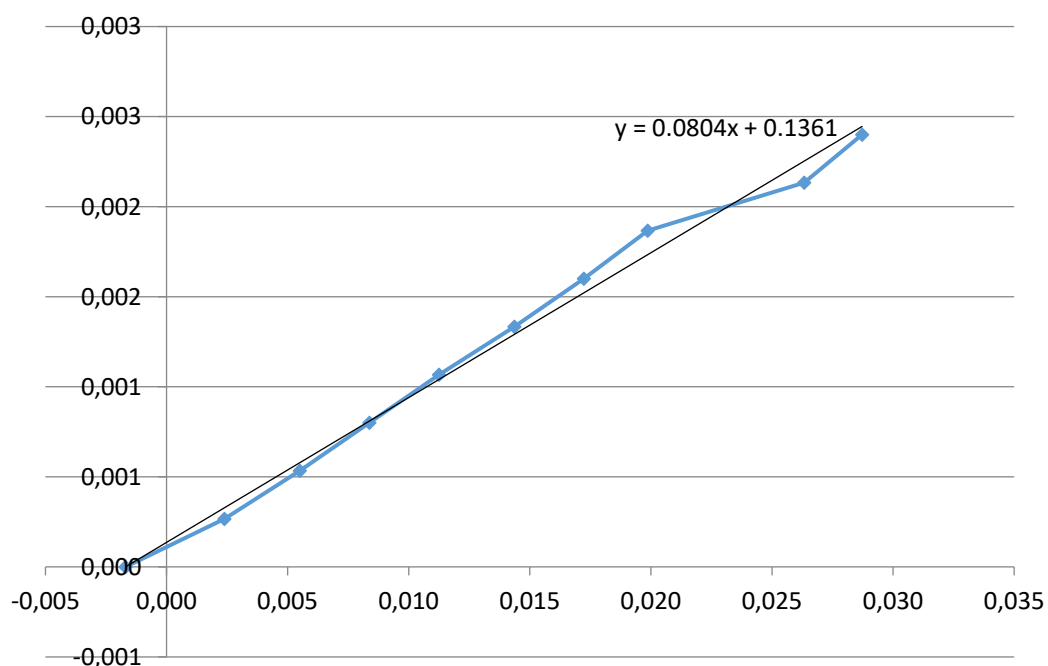
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086
Telp. +62-274-487711 (hunting) Fax. +62-274-487748

Lampiran 9
Halaman 102

Silinder BRFA4-4
 $E_c = 7891,8732 \text{ MPa}$

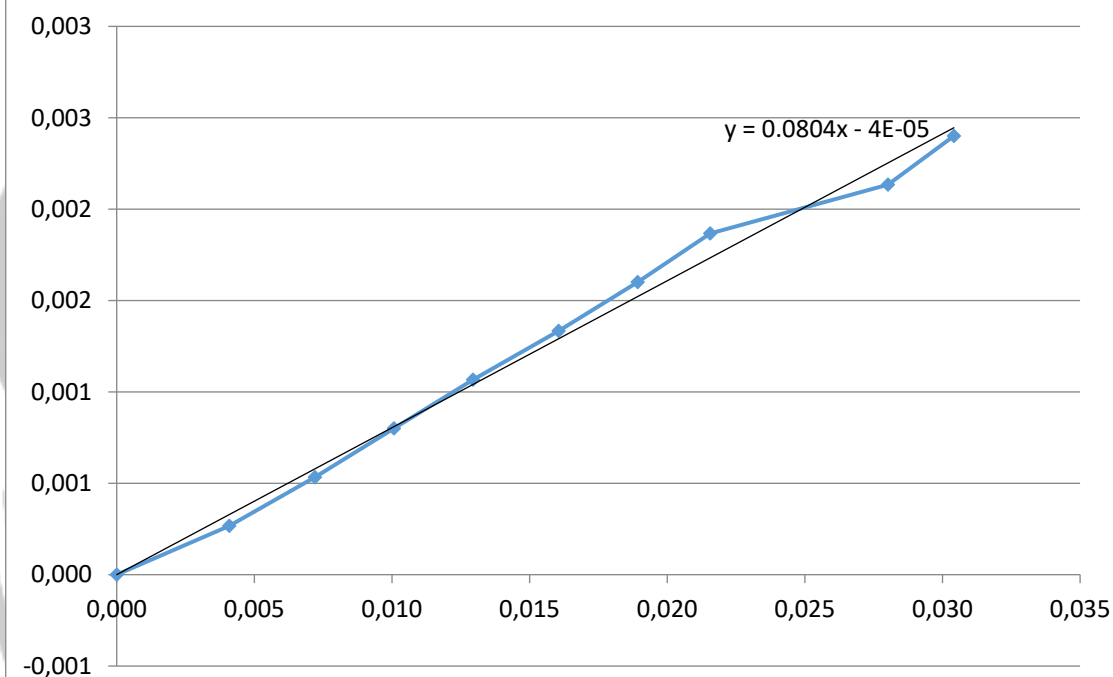
Beban	ΔP (mm)	0.5 ΔP (mm)	Tegangan (f) (MPa)	Regangan (ϵ) (10^{-4})	Regangan Koreksi (ϵ) (10^{-4})
0	0	0	0,000	-1,693	0,000
500	10	5	0,267	2,393	4,086
1000	23	11,5	0,533	5,505	7,198
1500	35	17,5	0,800	8,377	10,070
2000	47	23,5	1,067	11,249	12,942
2500	60	30	1,333	14,361	16,054
3000	72	36	1,600	17,233	18,926
3500	83	41,5	1,867	19,866	21,559
4000	110	55	2,134	26,328	28,021
4500	120	60	2,400	28,722	30,415

GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BRFA4 (4)





GRAFIK MODULUS ELASTISITAS KOREKSI ELASTISITAS BRFA(4)





DOKUMENTASI PELAKSANAAN KEGIATAN



Pencucian Agregat Kasar



Pengujian Slump Beton Segar



Pengujian Kadar Lumpur



Pengujian Berat jenis Agregat Halus



Pengujian Zat Organik



Pengujian Kuat Tekan



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

Lampiran 10
Halaman 105



Pengujian Modulus Elastisitas



Hasil Pecah Beton Ringan