

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah di uraikan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Dari hasil penelitian berat jenis beton menunjukkan bahwa benda uji beton yang digunakan merupakan beton normal yang mempunyai berat jenis berkisar antara 2300 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 .
2. Dari hasil penelitian modulus elastisitas menunjukan beton dengan nilai modulus elastisitas tertinggi pada variasi BLB40 dengan kenaikan modulus elastisitas sebesar 17,18% terhadap beton normal
3. Dari hasil penelitian kuat tekan beton menunjukan beton dengan nilai kuat tekan beton tertinggi pada variasi BLB40 dengan kenaikan kuat tekan beton sebesar 11,08% terhadap beton normal.
4. Dari hasil penelitian kuat tarik belah beton menunjukan beton dengan nilai kuat tarik belah tertinggi pada variasi BLB40 dengan kenaikan kuat tarik belah sebesar 13,73% terhadap beton normal.
5. Dari hasil penelitian penyerapan air menunjukan beton dengan nilai penyerapan air terendah pada variasi beton normal, karena beton dengan variasi 20% sampai 100% dioven lebih dari 1 hari yang menyebabkan kehilangan berat yang cukup besar sehingga mempengaruhi penyerapan airnya

6. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah batu dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus sebesar 40% dari penggunaan agregat halus yang digunakan dan sebagai filler sebesar 9% dari berat semen serta menggunakan bahan tambah *fly ash* sebesar 10% dari berat semen karena nilai optimum tiap pengujian sifat mekanik beton terdapat pada variasi tersebut.

6.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, penulis memberikan beberapa saran yang semoga bermanfaat untuk pembaca, antara lain sebagai berikut ini.

1. Saat melakukan pemadatan pada silinder beton, agar benar-benar dipastikan padat sehingga beton tidak keropos, bila memungkinkan menggunakan *vibrator*.
2. Bila memungkinkan agar menggunakan cetakan silinder beton yang sama agar tidak terjadi perbedaan diameter beton yang berlebihan serta tidak simetrisnya beton saat dikeluarkan dari cetakan.
3. Disarankan agar jika menggunakan limbah batu sebagai bahan substitusi campuran beton, agar membuat beberapa trial agar syarat *slump* yang direncanakan memenuhi, dikarenakan tekstur dari limbah batu yang masih mempunyai beberapa bagian yang sangat halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Harjono, J., 2017. Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton, *Laporan Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Kurnyawan, D., 2015. Pengaruh Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir Untuk Pembuatan Beton, *Laporan Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember*, Jember
- Mardiono, 2010. Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dalam Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Mulyono, T, 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Murdock, L.J. & Brook, K.M., 1999. *Bahan dan Praktek Beton Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Pasaribu, D., 2017. Pengaruh Penambahan Filler Abu Batu Terhadap Sifat Mekanik Beton, *Laporan Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- PBI 1971, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (*PUBI 1982*), 1982, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU: Bandung.
- Sari, A.I., Wallah, S.E. & Windah, R.S., 2015. Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), p.68.
- Sebayang, S., Widyawati, R. & B, M.H., 2012. Pengaruh Abu Terbang Terhadap Sifat-Sifat Mekanik Beton Alir Ringan Alwa. *Jurnal Teknik Sipil UBI*, 3(1), pp.248,249.
- SK SNI S-04-1989-F, 1989, *Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan*.
- SNI 03-1974-1990, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Pustran, Balitbang, DPU.

- SNI 03-2491-2002, 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, BSN, Bandung
- SNI 03-2834-2000, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, BSN, Bandung.
- SNI 03-2847-2013, 2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- SNI 03-2914-1992, 1992, *Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*, BSN, Bandung
- Sugiyanto, Sebayang & Surya, 2000. *Bahan Bangunan I (Buku Ajar)*. Bandar Lampung: Fakultas Teknik, Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Taufiq, M. & Sabariman, B., 2013. Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton Terkekang Ditinjau Dari Tegangan-Regangan. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*.
- Tjokrodinuljo, K., 2007. *Teknologi Beton*. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta: Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Wang, C.K. & Salmon, C.G., 1986. *Desain Beton Bertulang, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Widodo, S., Santosa, A. & Prapto, P., 2003. Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Produksi *Self-Compacting Concrete*. *Jurnal Pengajar Fakultas Teknik UNY*, 1(1), pp.1-3.
- Wikana, I. & Wantutrianus, Z., 2014. Pengaruh Pemakaian fly Ash Dan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Makalah Ilmiah Ukrim*, 1, p.45.



A. Pengujian Bahan

A.1. Pengujian Kandungan Lumpur Pasir

- I. Waktu pemeriksaan : 15 Oktober 2017
- II. Bahan
- a. Pasir, asal : Kali Progo
 - b. Berat kering : 100 gr
 - c. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT – UAJY

III. Alat

- a. Gelas ukur ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Oven

IV. Hasil

- a. Berat pasir oven : 98,23 gr
- b. Kandungan lumpur : $\frac{100-98,23}{98,23} \times 100\%$
: 1,802 %

Kesimpulan : Kandungan lumpur 1,802% < 5%, maka syarat terpenuhi

(OK).



A.2. Pengujian Zat Organik Pasir

I. Waktu pemeriksaan : 15 Oktober 2017

II. Bahan

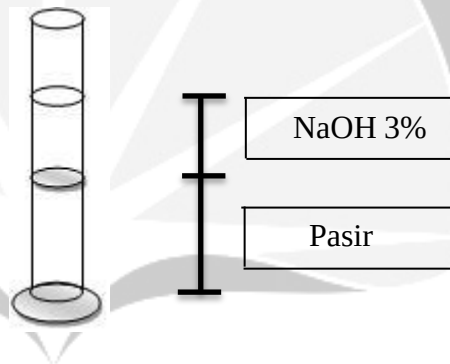
a. Pasir, asal : Kali Progo

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur ukuran : 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan diatas pasir sesuai dengan *Gardner Standart Colour* No. 8.

Kesimpulan : Warna dari pasir *Gardner Standart Colour* No. 8, maka disimpulkan bahwa pasir tersebut dapat digunakan (OK).



A.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir

- I. Waktu Pemeriksaan : 16 Oktober 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Pasir		
Berat Awal	500	gram
Berat Kering Oven (A)	493,39	gram
Jumlah Air Masuk Sebelum digoncang	320	ml
Jumlah Air Masuk Sesudah Digoncang	6	ml
Jumlah Air Total yang Digunakan	326	ml
Berat Jenis Bulk	2,836	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,874	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,948	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	1,340	gr/cm ³
Berat Jenis Pasir	2,892	gr/cm ³



A.4. Pemeriksaan Kadar Air Pasir

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Pengujian Kadar Air Pasir		
Berat Awal	100	gram
Berat Kering Oven	97,651	gram
Kadar air	2,349	%



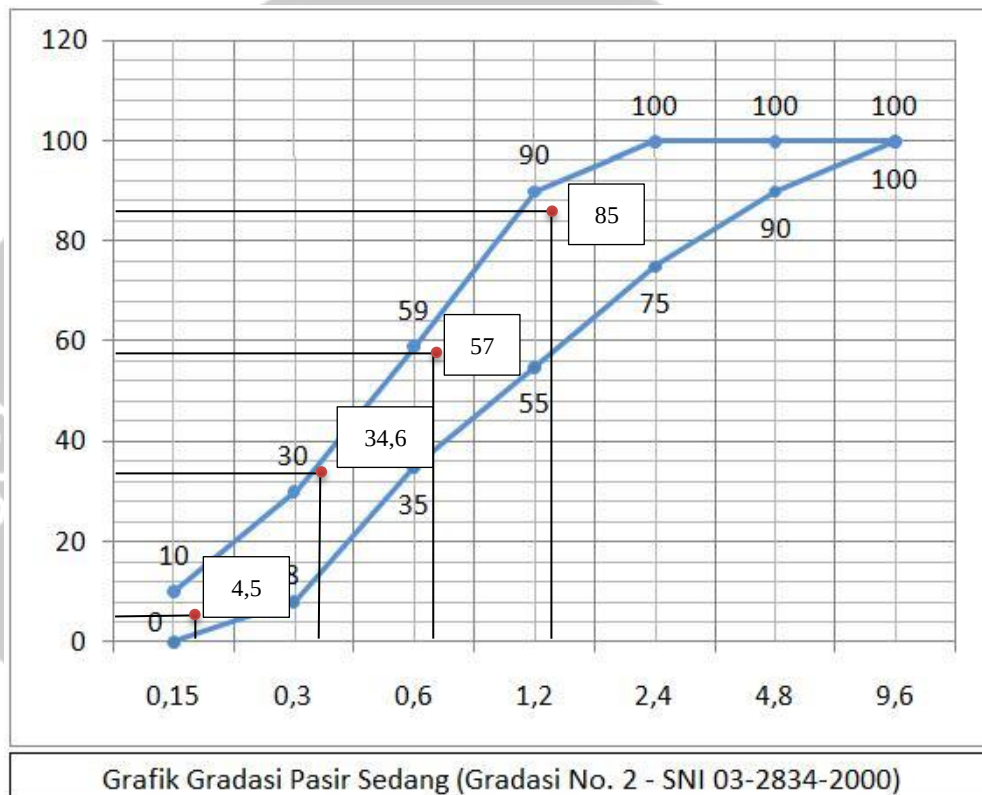
A.5. Pengujian Analisis Saringan Pasir

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	558	558	0	0	0	100
1/2"	450	450	6	6	0,6	99,4
3/8"	456	456	14	20	2	98
No. 4	508	508	68	88	8,8	91,2
No. 8	330	330	62	150	15	85
No. 30	292	413	280	430	43	57
No. 50	374	1070	224	654	65,4	34,6
No. 100	286	433	301	955	95,5	4,5
No. 200	268	303	35	990	99	1
Pan	371	372	10	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 3,293. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat halus tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1,50 – 3,80 (OK).

Berdasarkan data analisis saringan di atas, maka dapat ditentukan untuk daerah golongan pasirnya. Untuk menentukan pasir tersebut termasuk di golongan pasir berapa, dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Setelah angka %lolos saringan dimasukkan ke dalam grafik di atas, maka dapat disimpulkan bahwa agregat halus tersebut termasuk ke dalam pasir golongan 2. Penentuan golongan pasir ini digunakan untuk perencanaan *mix design*.



A.6. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar

- I. Waktu pemeriksaan : 15 Oktober 2017
- II. Bahan
- a. Pasir, asal : Kali Clereng
 - b. Berat kering : 1000 gr
 - c. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT – UAJY

III. Alat

- a. Gelas ukur ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Oven

IV. Hasil

- a. Berat pasir oven : 990,17 gr
- b. Kandungan lumpur : $\frac{1000 - 990,17}{990,17} \times 100\%$

: 0,993 %

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,993 % < 5%, maka syarat terpenuhi (OK).



A.7. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil
- III. Asal : Kali Clereng
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Pengujian Kadar Air Agregat Kasar		
Berat Awal	500	gram
Berat Kering Oven	483,03	gram
Kadar air	3,394	%



A.8. Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil
- III. Asal : Kali Clereng
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Split	Berat Split	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	557	569	12	12	1,2	98,8
1/2"	450	530	80	92	9,2	90,8
3/8"	456	1134	678	770	77	23
No. 4	508	735	227	997	99,7	0,3
No. 8	330	333	3	1000	100	0
No. 30	292	292	0	1000	100	0
No. 50	374	374	0	1000	100	0
No. 100	350	350	0	1000	100	0
No. 200	268	268	0	1000	100	0
Pan	372	372	0	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 6,871. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat kasar tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 6,00-7,10 (OK).



A.9. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

- I. Waktu Pemeriksaan : 16 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil
- III. Asal : Kali Clereng
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus		
Berat Contoh Kering (A)	973	gram
Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (B)	1000	gram
Jumlah Air Total yang Digunakan (C)	619,6	ml
Berat Jenis Bulk	2,558	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,629	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,753	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	2,775	gr/cm ³
Berat Jenis Pasir	2,656	gr/cm ³



A.10. Pemeriksaan Abrasi dan Keausan

- I. Waktu Pemeriksaan : 18 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil
- III. Asal : Kali Clereng
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Transportasi,
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Gradasi Saringan		Nomor contoh
		I
Lolos	Tertahan	Berat masing-masing agregat
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

Nomor Contoh	I
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No.12 (B)	3247 gram
Berat sesudah (A) - (B)	1753 gram
Keausan	35,06%



A.11. Pengujian Kandungan Lumpur Limbah Batu

- I. Waktu pemeriksaan : 22 Oktober 2017
- II. Bahan
- a. Limbah batu, asal : UD Ragil Modern
 - b. Berat kering : 100 gr
 - c. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT – UAJY

III. Alat

- a. Gelas ukur ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Oven

IV. Hasil

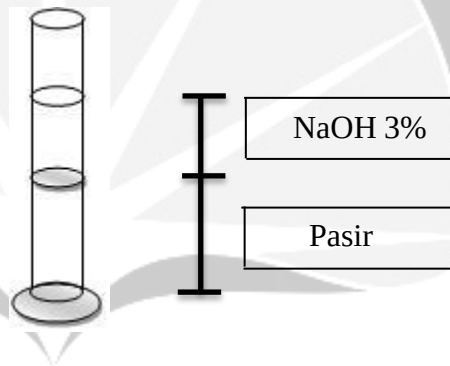
- a. Berat limbah batu oven : 97,87 gr
- b. Kandungan lumpur : $\frac{100-97,87}{97,87} \times 100\%$
: 2,176 %

Kesimpulan : Kandungan lumpur 2,176% < 5%, maka syarat terpenuhi
(OK).



A.12. Pengujian Zat Organik Limbah Batu

- I. Waktu pemeriksaan : 22 Oktober 2017
- II. Bahan
- c. Limbah batu, asal : UD Ragil Modern
- d. Larutan NaOH 3%
- III. Alat
- Gelas ukur ukuran : 250 cc
- IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan diatas limbah batu sesuai dengan *Gardner Standart Colour* No. 8.

Kesimpulan : Warna dari limbah batu *Gardner Standart Colour* No. 8, maka disimpulkan bahwa limbah batu tersebut dapat digunakan (OK).



A.13. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Limbah Batu

- I. Waktu Pemeriksaan : 22 Oktober 2017
- II. Bahan : Limbah batu
- III. Asal : UD Ragil Modern
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Limbah Batu		
Berat Awal (V)	500	gram
Berat Kering Oven (A)	487,26	gram
Jumlah Air Masuk Sebelum digoncang	300	ml
Jumlah Air Masuk Sesudah Digoncang	8	ml
Jumlah Air Total yang Digunakan	308	ml
Berat Jenis Bulk	2,538	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,604	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,718	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	2,615	gr/cm ³
Berat Jenis Limbah Batu	2,628	gr/cm ³



A.14. Pemeriksaan Kadar Air Limbah Batu

- I. Waktu Pemeriksaan : 22 Oktober 2017
- II. Bahan : Limbah batu
- III. Asal : UD Ragil Modern
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Pengujian Kadar Air Limbah Batu		
Berat Awal	100	gram
Berat Kering Oven	97,364	gram
Kadar air	2,636	%



A.15. Pengujian Analisis Saringan Limbah Batu

- I. Waktu Pemeriksaan : 22 Oktober 2017
- II. Bahan : Limbah batu
- III. Asal : UD Ragil Modern
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB),
Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya,
Yogyakarta
- V. Hasil penelitian

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Abu Batu	Berat Abu Batu	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
No.4	585	625	40	40	4	96
No.10	531	700	169	209	20,9	79,1
No.20	488	530	42	251	25,1	74,9
No.40	436	513	77	328	32,8	67,2
No.60	436	848	412	740	74	26
No.140	427	580	153	893	89,3	10,7
No.200	416	489	73	966	96,6	3,4
Pan	466	500	34	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 3,427. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB limbah batu tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1,50 – 3,80 untuk syarat mhb agregat halus(OK).

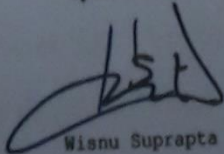


A.16. Pengujian *Fly Ash*

Measurement Condition									
Instrument:	EDX-8000	Atmosphere:	Vac.	Collimator:	10(mm)	Sample Cup:	Mylar		
Analyte		TG kV	uA	FI	Acq. (keV)	Anal. (keV)	Time (sec)	DT(%)	
Na-U		Rh 50	27-Auto	----	0 - 40	0.00-40.00	Live- 100	40	

Quantitative Result									
Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)				
	44.257 %	[0.343]	Quan-FP	SiKa	52.8759				
SiO2	21.725 %	[0.331]	Quan-FP	AlKa	11.7461				
Al2O3	12.264 %	[0.019]	Quan-FP	FeKa	1461.8018				
Fe2O3	9.199 %	[0.041]	Quan-FP	CaKa	167.0568				
CaO	8.876 %	[0.948]	Quan-FP	MgKa	1.2379				
MgO	1.674 %	[0.028]	Quan-FP	S Ka	6.9684				
S03	0.780 %	[0.013]	Quan-FP	K Ka	9.5263				
K2O	0.748 %	[0.008]	Quan-FP	TiKa	21.8519				
TiO2	0.189 %	[0.002]	Quan-FP	MnKa	18.3949				
MnO	0.106 %	[0.018]	Quan-FP	ErLa	6.2146				
Er2O3	0.060 %	[0.001]	Quan-FP	SrKa	31.3838				
SrO	0.051 %	[0.005]	Quan-FP	V Ka	2.0242				
V2O5	0.017 %	[0.001]	Quan-FP	ZnKa	3.6818				
ZnO	0.016 %	[0.001]	Quan-FP	ZrKa	8.2297				
ZrO2	0.014 %	[0.003]	Quan-FP	CrKa	0.9716				
Cr2O3	0.010 %	[0.002]	Quan-FP	PbLb1	1.6676				
PbO	0.008 %	[0.002]	Quan-FP	NiKa	1.1787				
NiO	0.004 %	[0.001]	Quan-FP	Y Ka	2.2132				
Y2O3									

Operator EDX



Wisnu Suprpta



B. Perencanaan Adukan Beton (SNI 03-2834-2000)

I. Data bahan

- a. Agregat halus : Kali Progo, Yogyakarta
- b. Agregat kasar : Kali Clereng, Yogyakarta
- c. Semen : Gresik

II. Hitungan *Mix Design*

- a. Kuat tekan yang direncanakan (f'_c) pada umur 28 hari ialah 20 MPa.
- b. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran beton ($S_d = 2,8$).
- c. Berdasarkan SNI, nilai margin didapat dari $1,68 \times 2,8 = 4,705 \sim 5$ MPa.
- d. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata sesuai dengan SNI.

$$f'_{cr} = f'_c + M = 20 + 5 = 25 \text{ MPa}$$

- e. Digunakan semen tipe I merk gresik.

- f. Menetapkan jenis agregat

- 1. Agregat halus : Pasir alam
- 2. Agregat kasar : Batu pecah

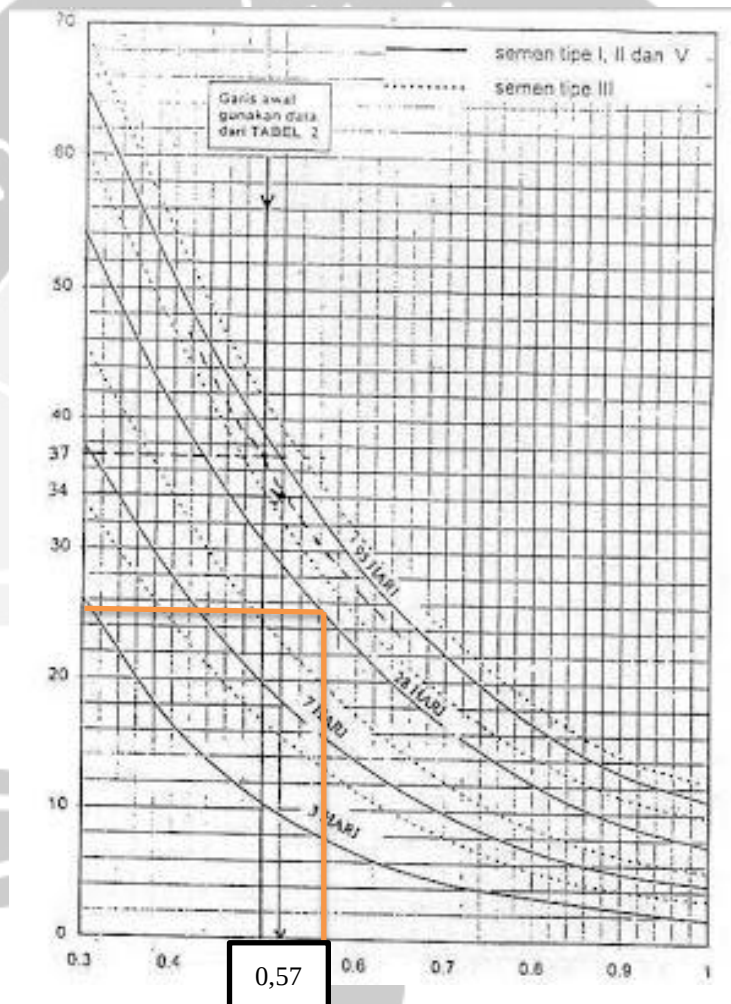
- g. Menentukan factor air semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu. Berdasarkan titik kekuatan tekan beton yang dirancang (dalam hal ini 25 MPa) tarik garis datar hingga memotong kurva garis 28 hari. Dari titik potong ini tarik garis tegak ke bawah hingga

memotong sumbu X dan dibaca faktor air semen yang diperoleh.

Didapatkan sebesar 0,57.

Hubungan Kuat Tekan Silinder dengan Fas

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Grafik 1)



h. Mencari nilai fas dari tabel



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

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

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

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan langkah poin g, dipakai fas yang terkecil. Jadi digunakan fas 0,57.

i. Menetapkan nilai *slump*

Digunakan nilai *slump* dengan nilai maksimum 15 cm dan nilai minimum 7,5 cm.



Slump dalam cm		
Pemakaian beton	Maks.	Min.
Dinding, plat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

- j. Ukuran butir maksimum kerikil 20 mm.
- k. Mencari jumlah air yang dibutuhkan untuk tiap m³ beton.

Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³) yang Dibutuhkan

Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan

Pengerjaan Adukan Beton

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

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

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

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

Dengan : W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.



$$W = \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225 = 204,9 \text{ lt/m}^3$$

l. Menghitung berat semen yang diperlukan.

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

2. Berdasarkan $fas = 0,57$. Semen per m^3 beton = $\frac{air}{fas} = \frac{205}{0,57} = 360 \text{ kg}$.

Berdasarkan data 1 dan 2, dipilih jumlah semen yang terbesar, maka diambil jumlah semen = 360 kg.

m. Penyesuaian fas

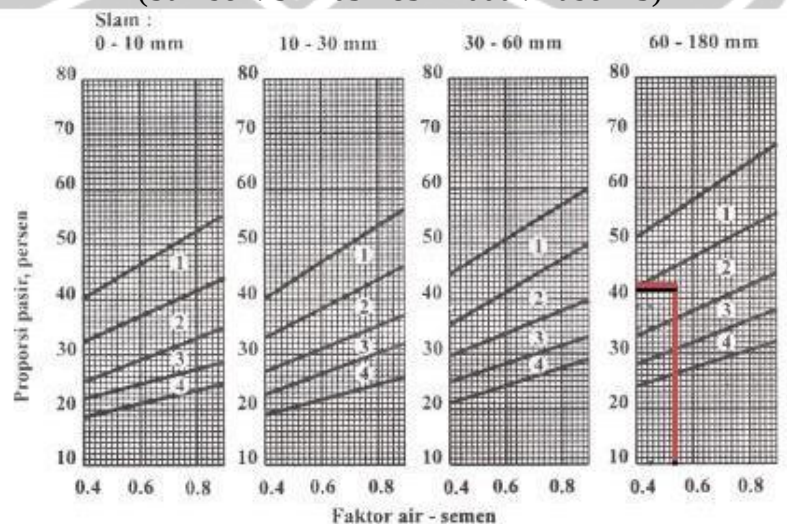
fas rencana = 0,57

fas mak > fas rencana

0,6 > 0,57 (Ok)

n. Menghitung perbandingan agregat halus dan kasar

Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan
Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm
(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 13)





1. Ukuran maksimum 20 mm.
 2. Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
 3. *fas* 0,57.
 4. Jenis gradasi pasir no. 2. Diambil proporsi pasir = 42%.
- o. Menghitung berat jenis agregat campuran.

$$\begin{aligned} &= \frac{P}{100} \times bj \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} \times bj \text{ agregat kasar} \\ &= \frac{42}{100} \times 2,892 + \frac{58}{100} \times 2,656 \\ &= 2,755 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Dimana:

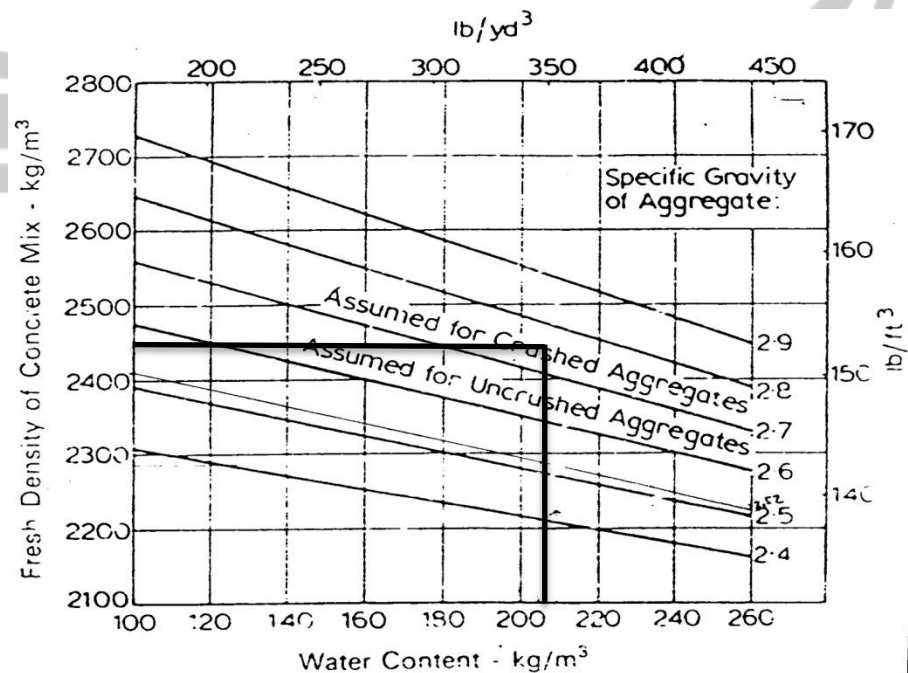
P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

- p. Mencari berat jenis beton

Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Didapatkan

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





Bj campuran (poin o) $\rightarrow$ 2,755 gr/cm³ $\rightarrow$ dibuat garis bantu diantara 2,7 dan 2,8.

Keperluan air yaitu 205 liter (poin k) $\rightarrow$ ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2450 kg/m³.

q. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \text{berat tiap m}^3 - \text{keperluan air dan semen} \\ &= 2450 - (204,9 + 360) \\ &= 1885,1 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

r. Menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat halus} &= \% \text{ agregat halus} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 42\% \times 1885,1 \\ &= 791,742 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

s. Menghitung berat agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat kasar} &= \% \text{ agregat kasar} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 58\% \times 1885,1 \\ &= 1093,358 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

t. Volume silinder

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,0053 \end{aligned}$$



III. Hasil *Mix Design*

No	Jenis Bahan	Berat (kg/m ³)	Berat (kg/m ³) SF = 1,3
1	Air	204,9	266,37
2	Semen	360	468
3	Pasir	791,742	1029,265
4	Kerikil	1.093,358	1421,365

IV. Kebutuhan Bahan untuk variasi (D = 15 cm ; T = 30 cm)

$$6 \times \text{volume silinder} = 6 \times 0,0053 = 0,0318 \text{ m}^3$$

a. BN

$$\text{Air} = 0,0318 \times 266,37 = 8,473 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0318 \times 468 = 14,886 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0318 \times 1421,365 = 45,212 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,0318 \times 1029,265 = 32,739 \text{ kg}$$

$$V_{\text{pasir}} = 32,739 / 2,89 = 11321 \text{ cm}^3$$

b. BLB20

$$\text{Air} = 0,0318 \times 266,37 = 8,473 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0318 \times 468 = 14,886 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0318 \times 1421,365 = 45,212 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,8 \times 11321 = 9056,8 \text{ cm}^3 \rightarrow 9056,8 \times 2,892 = 26,192 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,2 \times 11321 = 2264,2 \text{ cm}^3 \rightarrow 2264,2 \times 2,628 = 5,95 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 14,886 = 1,34 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 14,886 = 1,489 \text{ kg}$$



c. BLB40

$$\text{Air} = 0,0318 \times 266,37 = 8,473 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0318 \times 468 = 14,886 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0318 \times 1421,365 = 45,212 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,6 \times 11321 = 6792,6 \text{ cm}^3 \rightarrow 6792,6 \times 2,892 = 19,644 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,4 \times 11321 = 4528,4 \text{ cm}^3 \rightarrow 4528,4 \times 2,628 = 11,9 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 14,886 = 1,34 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 14,886 = 1,489 \text{ kg}$$

d. BLB60

$$\text{Air} = 0,0318 \times 266,37 = 8,473 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0318 \times 468 = 14,886 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0318 \times 1421,365 = 45,212 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,4 \times 11321 = 4528,4 \text{ cm}^3 \rightarrow 4528,4 \times 2,892 = 13,096 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,6 \times 11321 = 6792,6 \text{ cm}^3 \rightarrow 6792,6 \times 2,692 = 17,85 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 14,886 = 1,34 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 14,886 = 1,489 \text{ kg}$$

e. BLB80

$$\text{Air} = 0,0318 \times 266,37 = 8,473 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0318 \times 468 = 14,886 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0318 \times 1421,365 = 45,212 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,2 \times 11321 = 2264,2 \text{ cm}^3 \rightarrow 9056,8 \times 2,892 = 6,548 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,8 \times 11321 = 9056,8 \text{ cm}^3 \rightarrow 2264,2 \times 2,628 = 23,801 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 14,886 = 1,34 \text{ kg}$$



$$\text{Fly ash} = 10\% \times 14,886 = 1,489 \text{ kg}$$

f. BLB100

$$\text{Air} = 0,0318 \times 266,37 = 8,473 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0318 \times 468 = 14,886 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0318 \times 1421,365 = 45,212 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0 \times 11321 = 0$$

$$\text{L. batu} = 1 \times 11321 = 11321 \text{ cm}^3 \rightarrow 11321 \times 2,628 = 29,751 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 14,886 = 1,34 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 14,886 = 1,489 \text{ kg}$$

V. Kebutuhan Bahan untuk variasi (D = 7 cm ; T = 14 cm)

$$3 \times \text{volume silinder} = 3 \times 0,0053 = 0,0016 \text{ m}^3$$

a. BN

$$\text{Air} = 0,0016 \times 266,37 = 0,431 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0016 \times 468 = 0,756 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0016 \times 1421,365 = 2,297 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,0016 \times 1029,265 = 1,664 \text{ kg}$$

$$\text{V pasir} = 1664/2,89 = 575 \text{ cm}^3$$

b. BLB20

$$\text{Air} = 0,0016 \times 266,37 = 0,431 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0016 \times 468 = 0,756 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0016 \times 1421,365 = 2,297 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,8 \times 575 = 460 \text{ cm}^3 \rightarrow 460 \times 2,892 = 1,331 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,2 \times 575 = 115 \text{ cm}^3 \rightarrow 115 \times 2,628 = 0,302 \text{ kg}$$



$$\text{Filler} = 9\% \times 0,756 = 0,068 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 0,756 = 0,076 \text{ kg}$$

c. BLB40

$$\text{Air} = 0,0016 \times 266,37 = 0,431 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0016 \times 468 = 0,756 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0016 \times 1421,365 = 2,297 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,6 \times 575 = 345 \text{ cm}^3 \rightarrow 345 \times 2,892 = 0,998 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,4 \times 575 = 230 \text{ cm}^3 \rightarrow 230 \times 2,628 = 0,605 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 0,756 = 0,068 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 0,756 = 0,076 \text{ kg}$$

d. BLB60

$$\text{Air} = 0,0016 \times 266,37 = 0,431 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0016 \times 468 = 0,756 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0016 \times 1421,365 = 2,297 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,4 \times 575 = 230 \text{ cm}^3 \rightarrow 230 \times 2,892 = 0,665 \text{ kg}$$

$$\text{L. batu} = 0,6 \times 575 = 345 \text{ cm}^3 \rightarrow 345 \times 2,628 = 0,907 \text{ kg}$$

$$\text{Filler} = 9\% \times 0,756 = 0,068 \text{ kg}$$

$$\text{Fly ash} = 10\% \times 0,756 = 0,076 \text{ kg}$$

e. BLB80

$$\text{Air} = 0,0016 \times 266,37 = 0,431 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0016 \times 468 = 0,756 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0016 \times 1421,365 = 2,297 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,2 \times 575 = 115 \text{ cm}^3 \rightarrow 115 \times 2,892 = 0,333 \text{ kg}$$



$$L. \text{ batu} = 0,8 \times 575 = 460 \text{ cm}^3 \rightarrow 345 \times 2,628 = 1,209 \text{ kg}$$

$$Filler = 9\% \times 0,756 = 0,068 \text{ kg}$$

$$Fly \text{ ash} = 10\% \times 0,756 = 0,076 \text{ kg}$$

f. BLB100

$$\text{Air} = 0,0016 \times 266,37 = 0,431 \text{ lt}$$

$$\text{Semen} = 0,0016 \times 468 = 0,756 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0016 \times 1421,365 = 2,297 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0 \times 575 = 0 \text{ cm}^3$$

$$L. \text{ batu} = 1 \times 575 = 575 \text{ cm}^3 \rightarrow 575 \times 2,628 = 1,512 \text{ kg}$$

$$Filler = 9\% \times 0,756 = 0,068 \text{ kg}$$

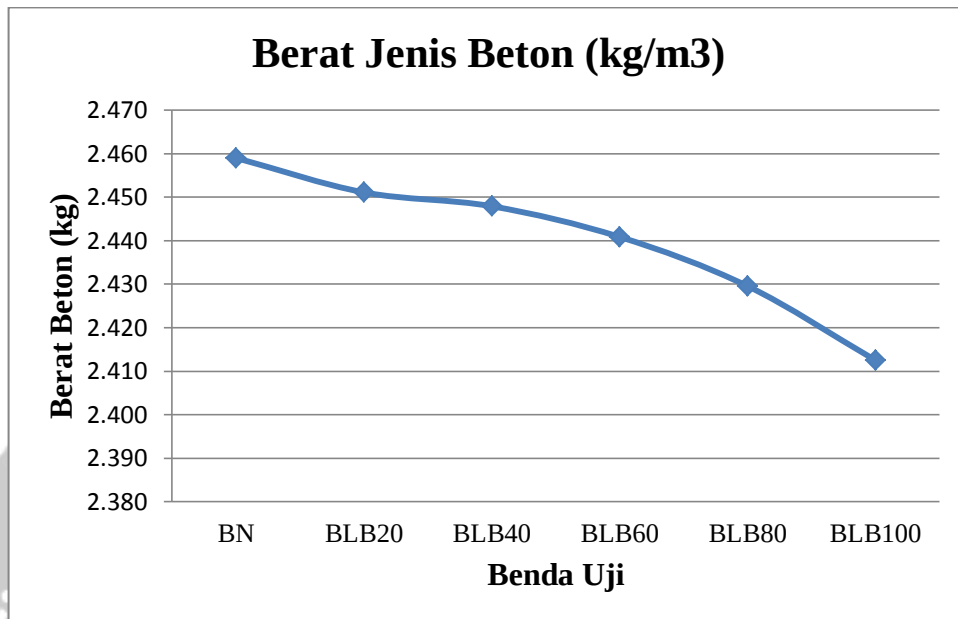
$$Fly \text{ ash} = 10\% \times 0,756 = 0,076 \text{ kg}$$



C. Pengujian Beton

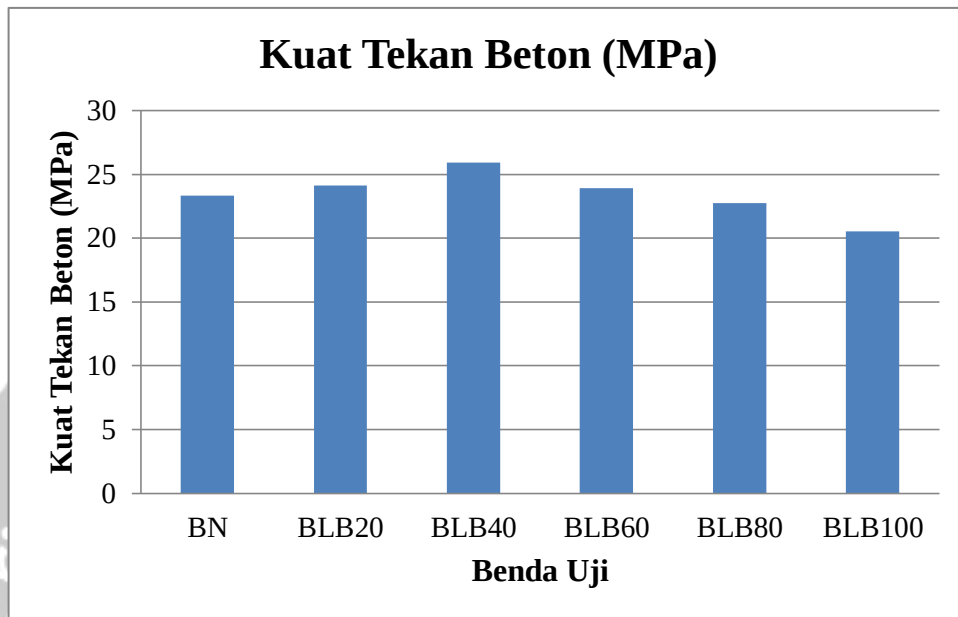
C.1. Pengujian Berat Jenis Beton

Kode Beton	Sampel	Berat Beton	Volume	Berat Jenis Beton (kg/m ³)	
		(kg)	(cm ³)	Hasil	Rerata
BN	1	13,34	5426,701	2458,216	2458,991
	2	13,33	5372,951	2480,946	
	3	13,34	5378,379	2480,301	
	4	13,12	5370,650	2442,907	
	5	13,25	5396,241	2455,413	
	6	13,74	5640,014	2436,164	
BLB20	1	13,17	5332,522	2469,751	2451,101
	2	13,14	5378,214	2443,190	
	3	13,18	5372,951	2453,028	
	4	13,23	5416,351	2442,604	
	5	13,12	5340,297	2456,792	
	6	13,16	5390,701	2441,241	
BLB40	1	13,01	5336,705	2437,834	2447,909
	2	13,14	5412,273	2427,816	
	3	13,15	5372,951	2447,445	
	4	12,96	5381,192	2408,388	
	5	13,34	5360,981	2488,350	
	6	13,29	5364,015	2477,622	
BLB60	1	13,24	5372,305	2464,492	2440,864
	2	13,37	5363,406	2492,819	
	3	13,56	5601,579	2420,746	
	4	13,24	5408,758	2447,882	
	5	13,16	5436,186	2420,815	
	6	13,05	5441,059	2398,430	
BLB80	1	13,4	5637,110	2377,104	2429,571
	2	13,3	5363,528	2479,711	
	3	13,48	5648,164	2386,616	
	4	13,34	5362,931	2487,446	
	5	13,24	5356,408	2471,806	
	6	13,44	5659,559	2374,743	
BLB100	1	13,32	5397,434	2467,839	2412,548
	2	13,35	5627,202	2372,405	
	3	13,5	5537,959	2437,721	
	4	13,4	5641,475	2375,265	
	5	13,32	5432,065	2452,106	
	6	13,44	5670,999	2369,953	



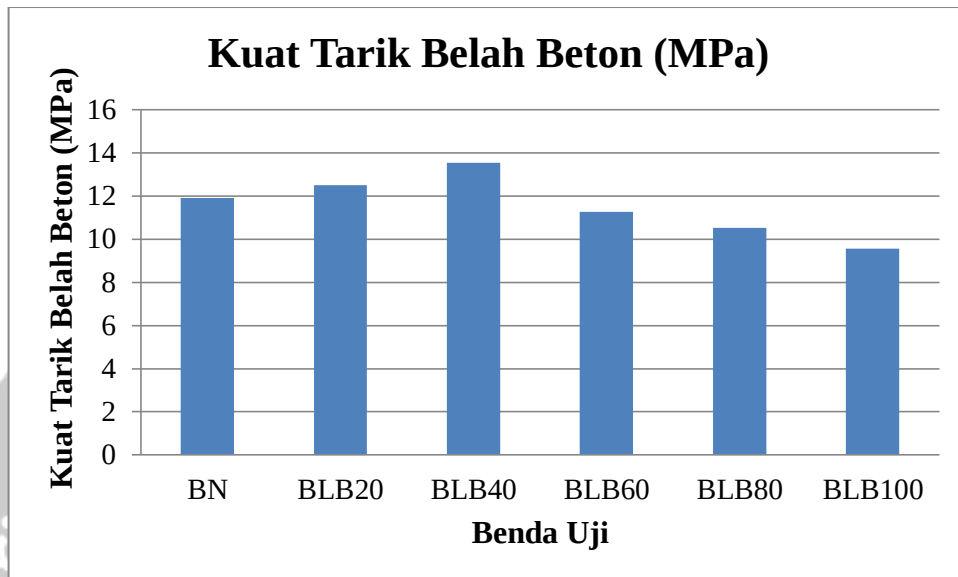
C.2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Beton	Sampel	Beban Maksimum	Luas	fc'	fc' rerata	Perubahan (%)
		(kN)	(cm ²)	(MPa)	(MPa)	
BN	1	420	179,474	23,402	23,338	0,00%
	2	405	177,501	22,817		
	3	425	178,605	23,796		
BLB20	1	425	176,165	24,125	24,108	3,30%
	2	420	177,265	23,693		
	3	435	177,501	24,507		
BLB40	1	450	176,401	25,510	25,923	11,08%
	2	490	178,368	27,471		
	3	440	177,501	24,789		
BLB60	1	370	177,265	20,873	23,907	2,44%
	2	480	177,108	27,102		
	3	440	185,299	23,745		
BLB80	1	435	187,072	23,253	22,727	-2,62%
	2	415	178,052	23,308		
	3	405	187,315	21,621		
BLB100	1	365	178,684	20,427	20,542	-11,98%
	2	355	186,023	19,084		
	3	405	183,134	22,115		



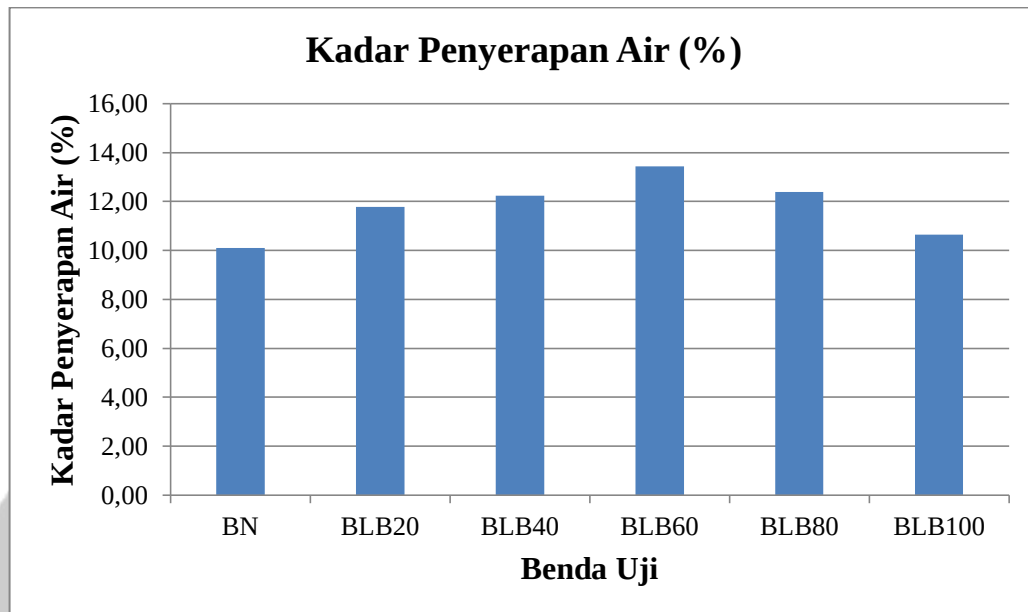
C.3. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Variasi Benda Uji	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Kadar Penyerapan (%)	Kadar Penyerapan Rata-rata (%)	Perubahan (%)
BN	1130,57	1020,17	10,822	10,095	0,00%
	1121,59	1017,78	10,200		
	1115,76	1021,17	9,263		
BLB20	1383,85	1240,65	11,542	11,784	16,73%
	1291,23	1154,33	11,860		
	1352,12	1207,79	11,950		
BLB40	1314,64	1167,74	12,580	12,241	21,26%
	1276,37	1141,94	11,772		
	1355,68	1206,44	12,370		
BLB60	1304,45	1169,32	11,556	13,441	33,15%
	1287,33	1115,56	15,398		
	1336,23	1178,65	13,370		
BLB80	1354,69	1187,88	14,043	12,400	22,83%
	1288,37	1155,77	11,473		
	1346,89	1205,99	11,683		
BLB100	1353,64	1215,89	11,329	10,653	5,53%
	1246,37	1122,45	11,040		
	1333,45	1216,76	9,590		



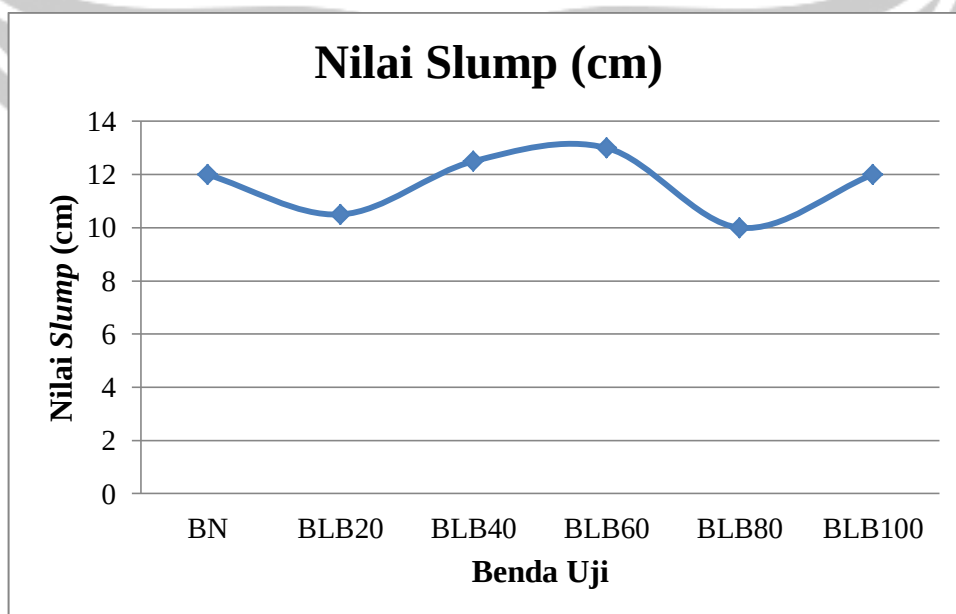
C.4 Pengujian Penyerapan Air Pada Beton

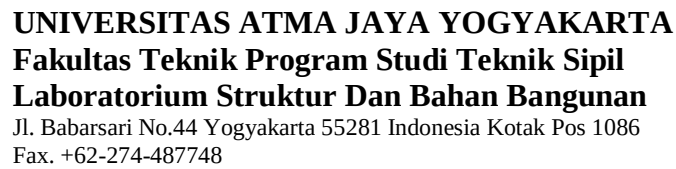
Variasi Benda Uji	Berat Sebelum (gr)	Berat Sesudah (gr)	Kadar Penyerapan (%)	Kadar Penyerapan Rata-rata (%)	Perubahan (%)
BN	1130,57	1020,17	10,822	10,095	0,00%
	1121,59	1017,78	10,200		
	1115,76	1021,17	9,263		
BLB20	1383,85	1240,65	11,542	11,784	16,73%
	1291,23	1154,33	11,860		
	1352,12	1207,79	11,950		
BLB40	1314,64	1167,74	12,580	12,241	21,26%
	1276,37	1141,94	11,772		
	1355,68	1206,44	12,370		
BLB60	1304,45	1169,32	11,556	13,441	33,15%
	1287,33	1115,56	15,398		
	1336,23	1178,65	13,370		
BLB80	1354,69	1187,88	14,043	12,400	22,83%
	1288,37	1155,77	11,473		
	1346,89	1205,99	11,683		
BLB100	1353,64	1215,89	11,329	10,653	5,53%
	1246,37	1122,45	11,040		
	1333,45	1216,76	9,590		



C.5. Pengujian Slump

No	Benda Uji	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	BN	12
2	BLB20	10,5
3	BLB40	12,5
4	BLB60	13
5	BLB80	10
6	BLB100	12



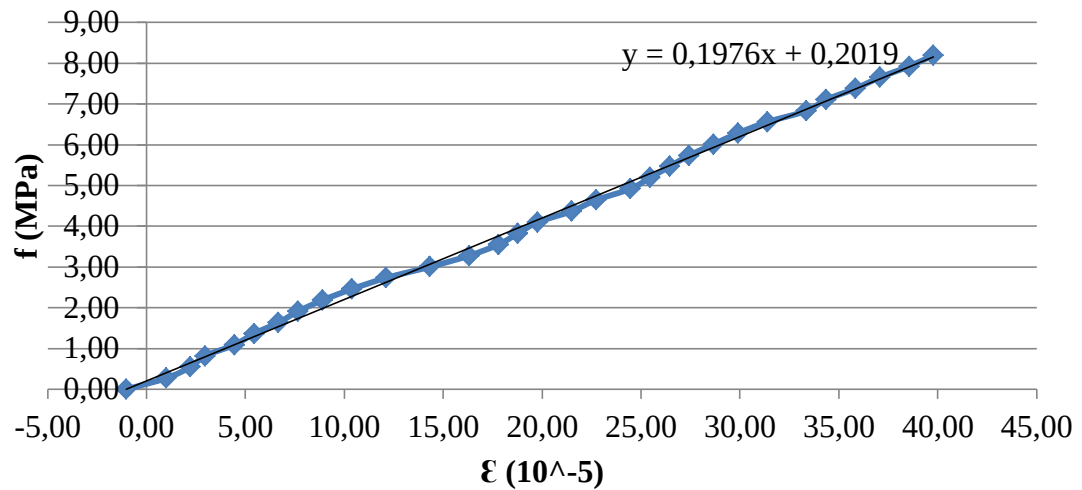


Kode beton	= BN-1	A	= 17974,417 mm ²
Po	= 202 mm	Beban max	= 15000 kgf
E	= 20081,766 MPa		

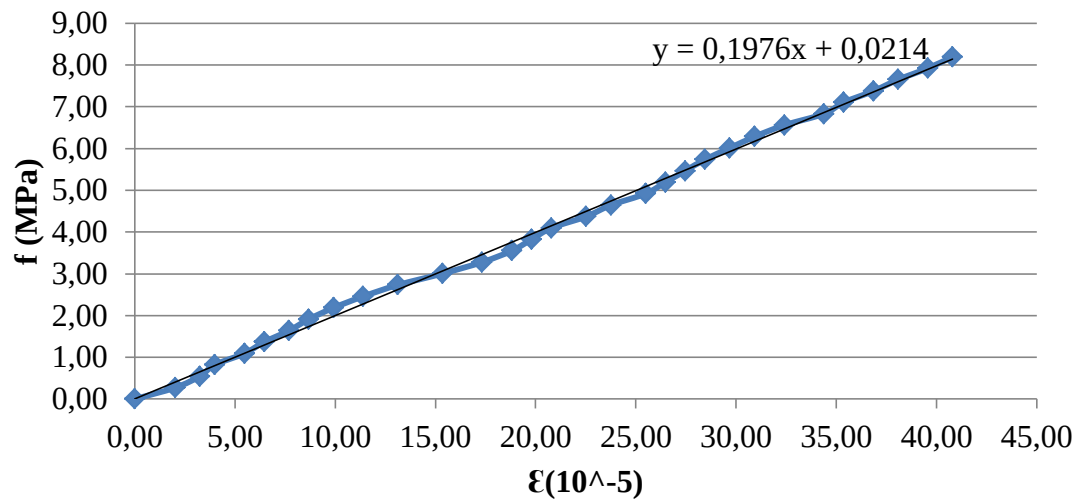
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	$(\Delta P/2)$	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-1,022	0,000
500	4903,355	4	2	0,273	0,989	2,010
1000	9806,71	9	4,5	0,546	2,224	3,246
1500	14710,065	12	6	0,820	2,966	3,988
2000	19613,42	18	9	1,093	4,449	5,471
2500	24516,775	22	11	1,366	5,437	6,459
3000	29420,13	27	13,5	1,639	6,673	7,695
3500	34323,485	31	15,5	1,912	7,662	8,684
4000	39226,84	36	18	2,186	8,898	9,919
4500	44130,195	42	21	2,459	10,381	11,402
5000	49033,55	49	24,5	2,732	12,111	13,132
5500	53936,905	58	29	3,005	14,335	15,357
6000	58840,26	66	33	3,278	16,312	17,334
6500	63743,615	72	36	3,552	17,795	18,817
7000	68646,97	76	38	3,825	18,784	19,806
7500	73550,325	80	40	4,098	19,773	20,794
8000	78453,68	87	43,5	4,371	21,503	22,524
8500	83357,035	92	46	4,645	22,739	23,760
9000	88260,39	99	49,5	4,918	24,469	25,490
9500	93163,745	103	51,5	5,191	25,457	26,479
10000	98067,1	107	53,5	5,464	26,446	27,468
10500	102970,455	111	55,5	5,737	27,435	28,456
11000	107873,81	116	58	6,011	28,670	29,692
11500	112777,165	121	60,5	6,284	29,906	30,928
12000	117680,52	127	63,5	6,557	31,389	32,411
12500	122583,875	135	67,5	6,830	33,366	34,388
13000	127487,23	139	69,5	7,103	34,355	35,377
13500	132390,585	145	72,5	7,377	35,838	36,860
14000	137293,94	150	75	7,650	37,074	38,095
14500	142197,295	156	78	7,923	38,557	39,578
15000	147100,65	161	80,5	8,196	39,792	40,814

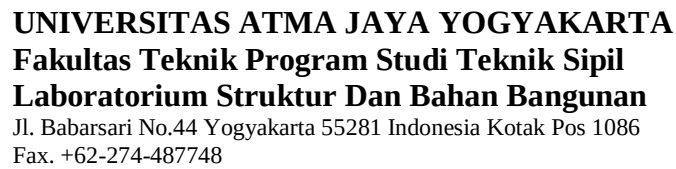


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BN (1)



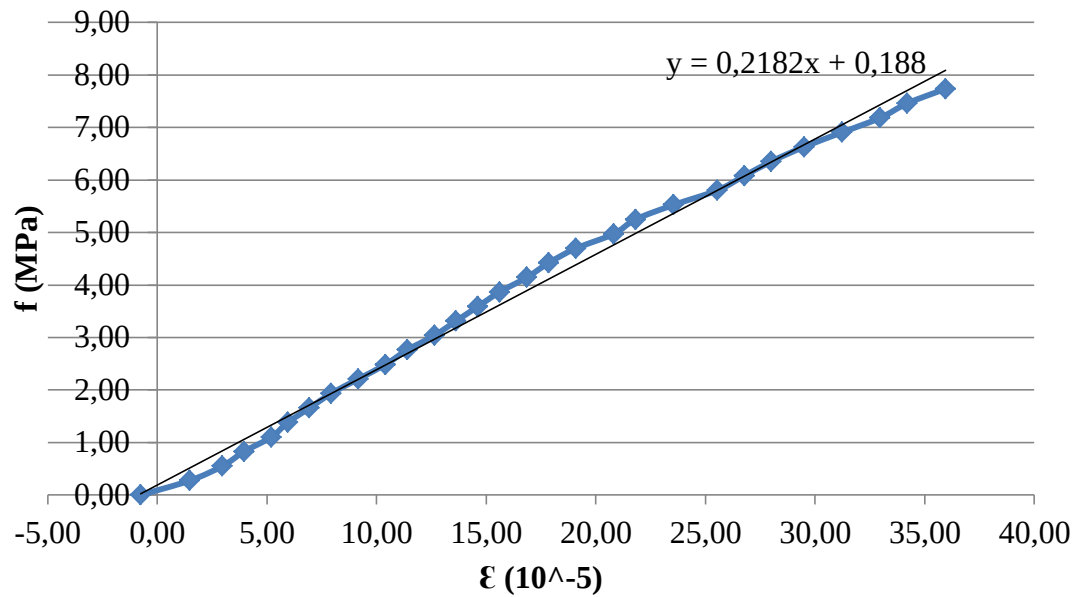
GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BN (1) TERKOREKSI



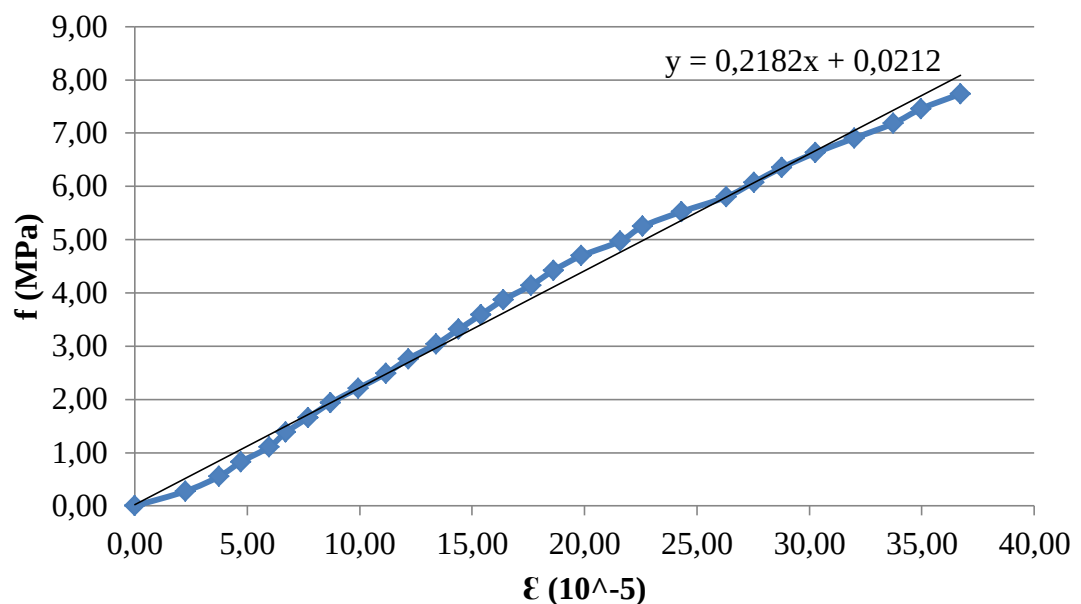

$$E = 21070,491 \text{ MPa}$$
115

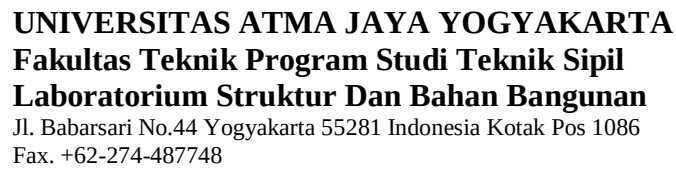


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BN (2)



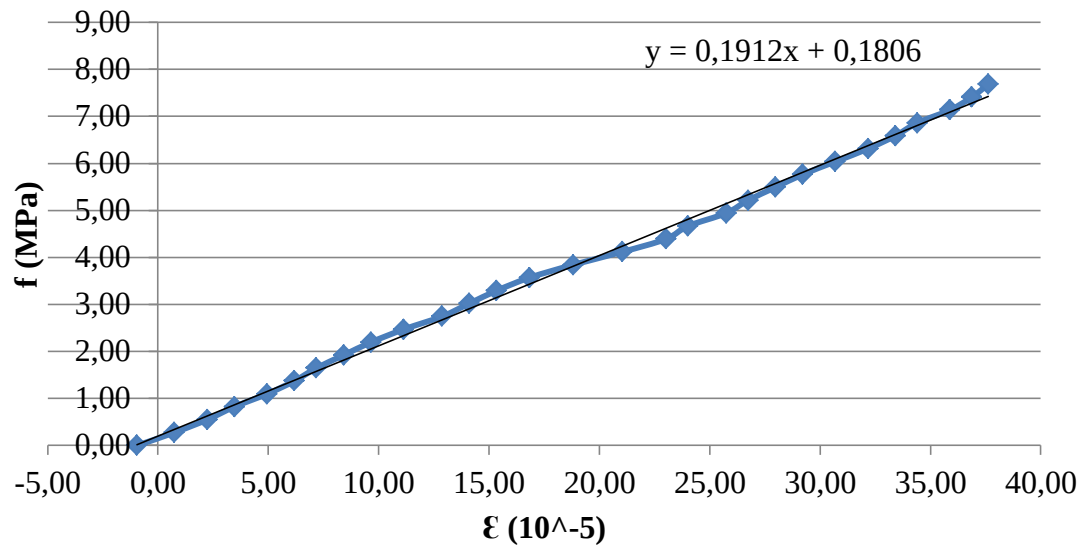
GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BN (2) TERKOREKSI



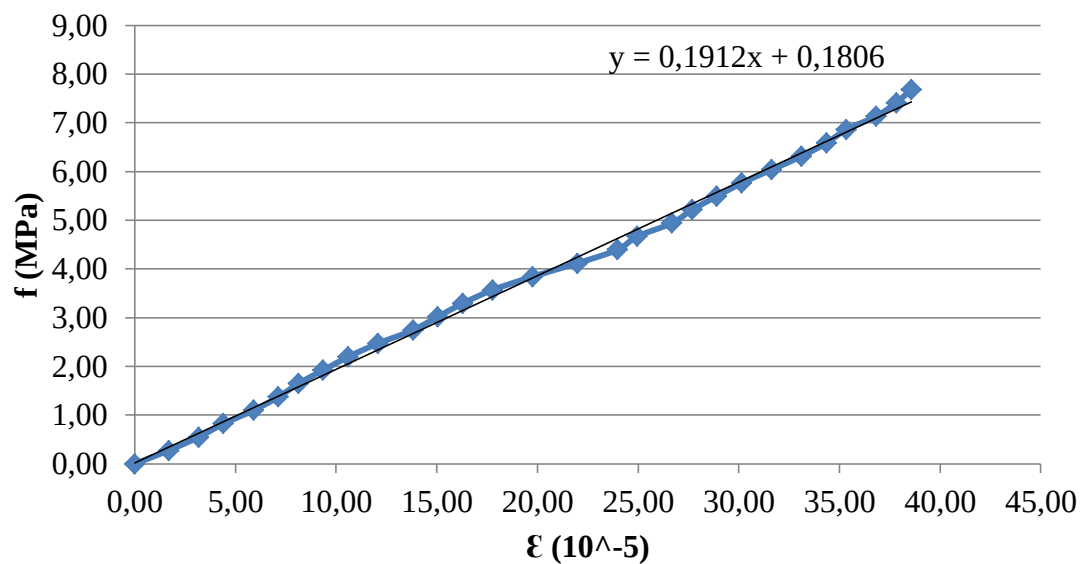

$$E = 19930,952 \text{ MPa}$$
117

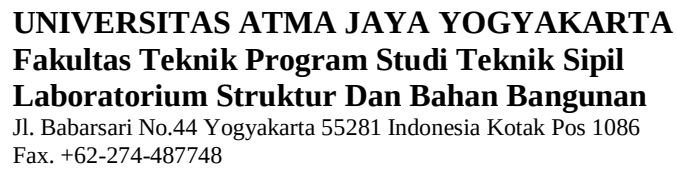


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BN (3)



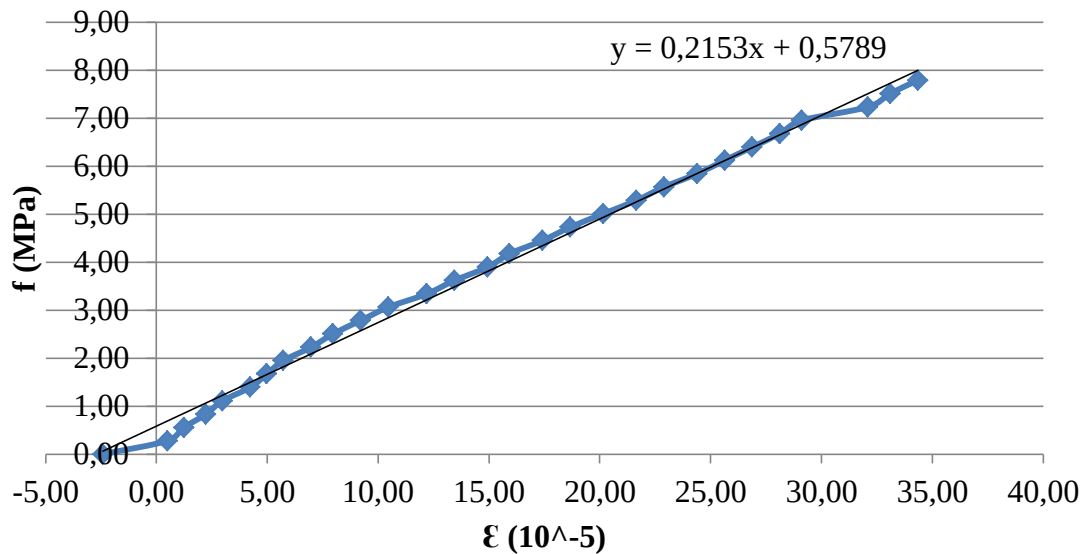
GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BN (3) TERKOREKSI



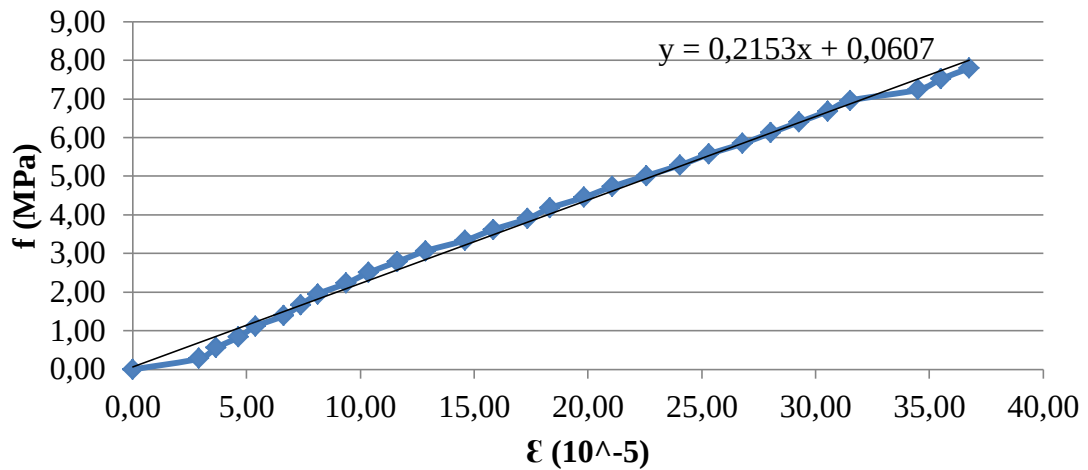

$$E = 21205,335 \text{ MPa}$$
119

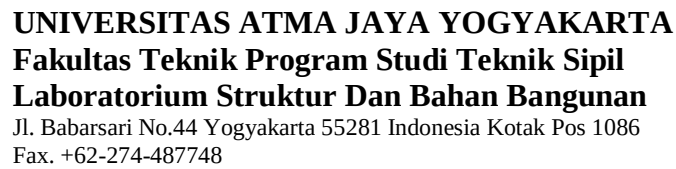


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB20 (1)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB20 (1)
TERKOREKSI**

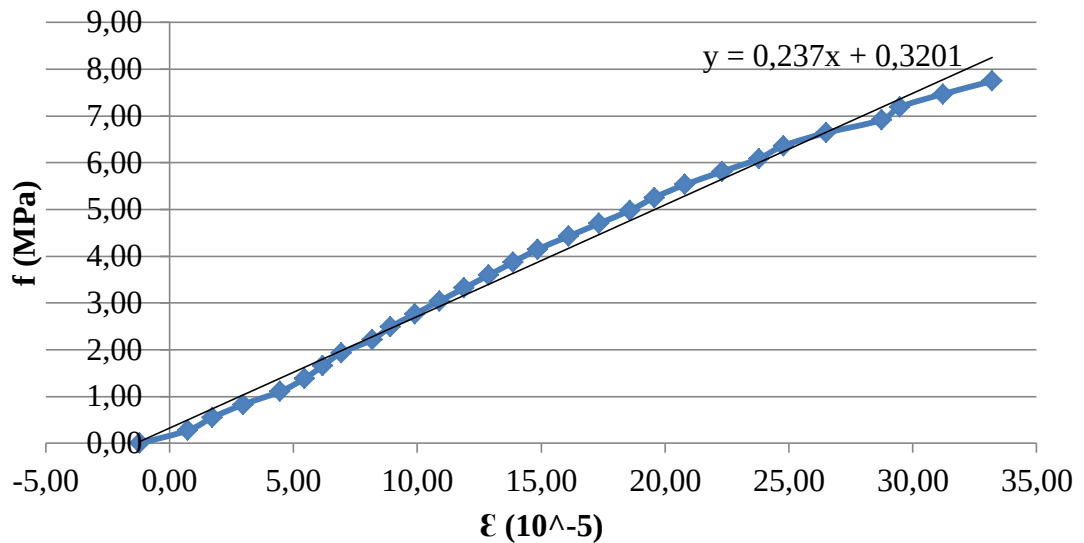




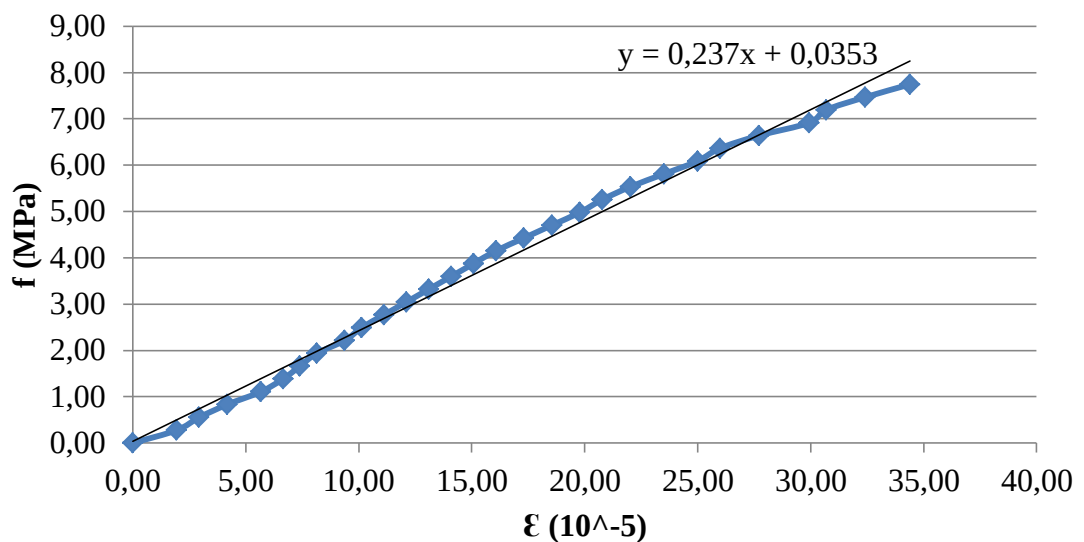
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-1,202	0,000
500	4903,355	3	1,5	0,277	0,743	1,945
1000	9806,71	7	3,5	0,553	1,734	2,936
1500	14710,065	12	6	0,830	2,973	4,175
2000	19613,42	18	9	1,106	4,460	5,661
2500	24516,775	22	11	1,383	5,451	6,653
3000	29420,13	25	12,5	1,660	6,194	7,396
3500	34323,485	28	14	1,936	6,938	8,139
4000	39226,84	33	16,5	2,213	8,176	9,378
4500	44130,195	36	18	2,490	8,920	10,121
5000	49033,55	40	20	2,766	9,911	11,112
5500	53936,905	44	22	3,043	10,902	12,103
6000	58840,26	48	24	3,319	11,893	13,095
6500	63743,615	52	26	3,596	12,884	14,086
7000	68646,97	56	28	3,873	13,875	15,077
7500	73550,325	60	30	4,149	14,866	16,068
8000	78453,68	65	32,5	4,426	16,105	17,307
8500	83357,035	70	35	4,702	17,344	18,545
9000	88260,39	75	37,5	4,979	18,583	19,784
9500	93163,745	79	39,5	5,256	19,574	20,775
10000	98067,1	84	42	5,532	20,813	22,014
10500	102970,455	90	45	5,809	22,299	23,501
11000	107873,81	96	48	6,085	23,786	24,988
11500	112777,165	100	50	6,362	24,777	25,979
12000	117680,52	107	53,5	6,639	26,511	27,713
12500	122583,875	116	58	6,915	28,741	29,943
13000	127487,23	119	59,5	7,192	29,485	30,686
13500	132390,585	126	63	7,469	31,219	32,421
14000	137293,94	134	67	7,745	33,201	34,403

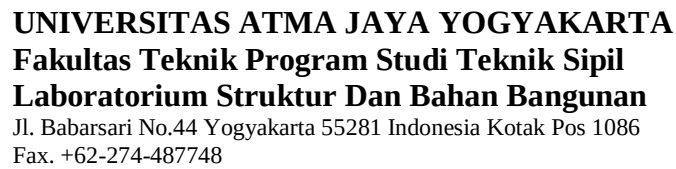


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB20 (2)



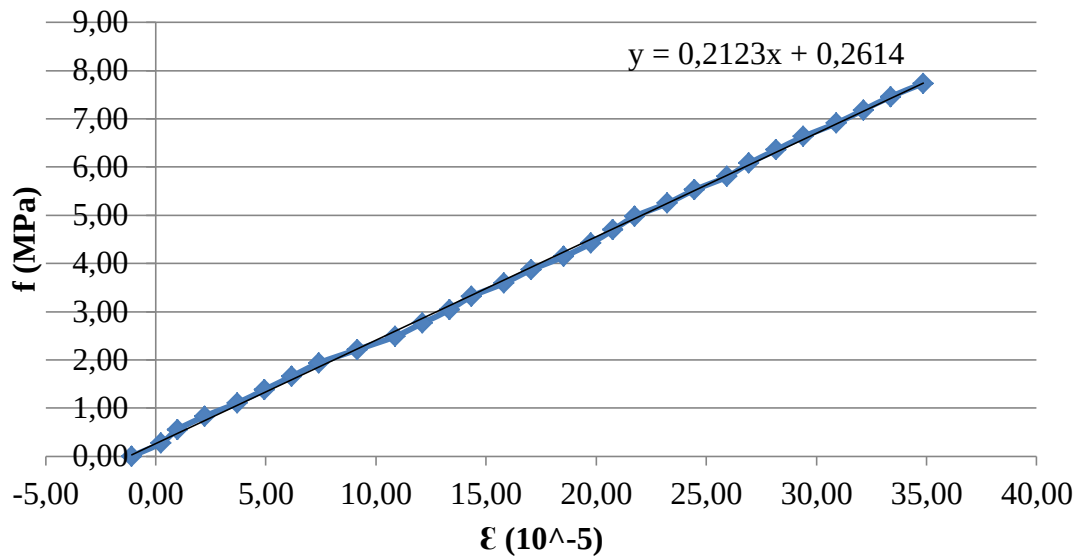
GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB20 (2) TERKOREKSI



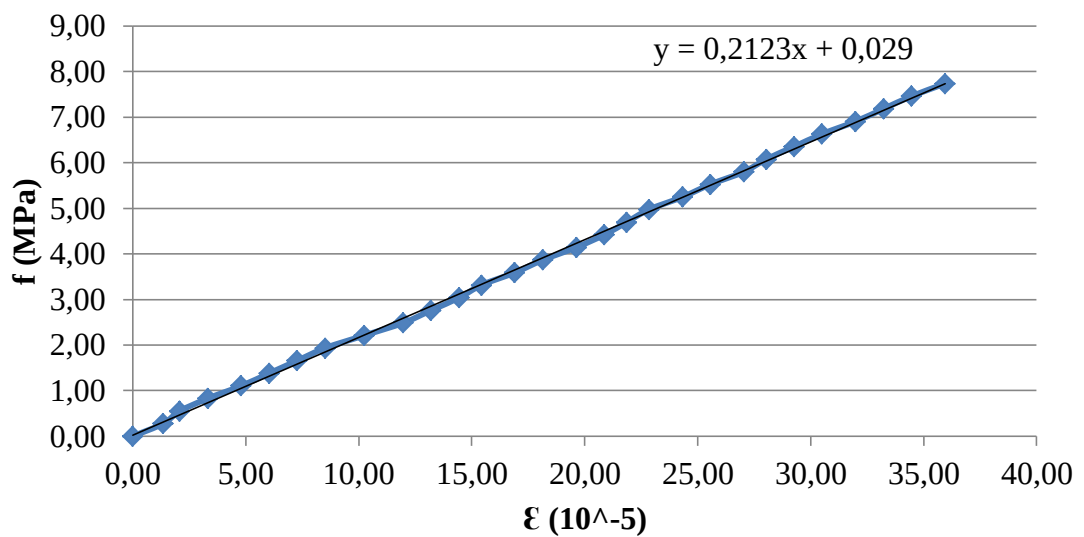

$$E = 21519,211 \text{ MPa}$$
123

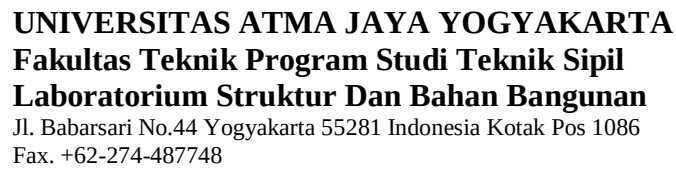


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB20 (3)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB20 (3)
TERKOREKSI**

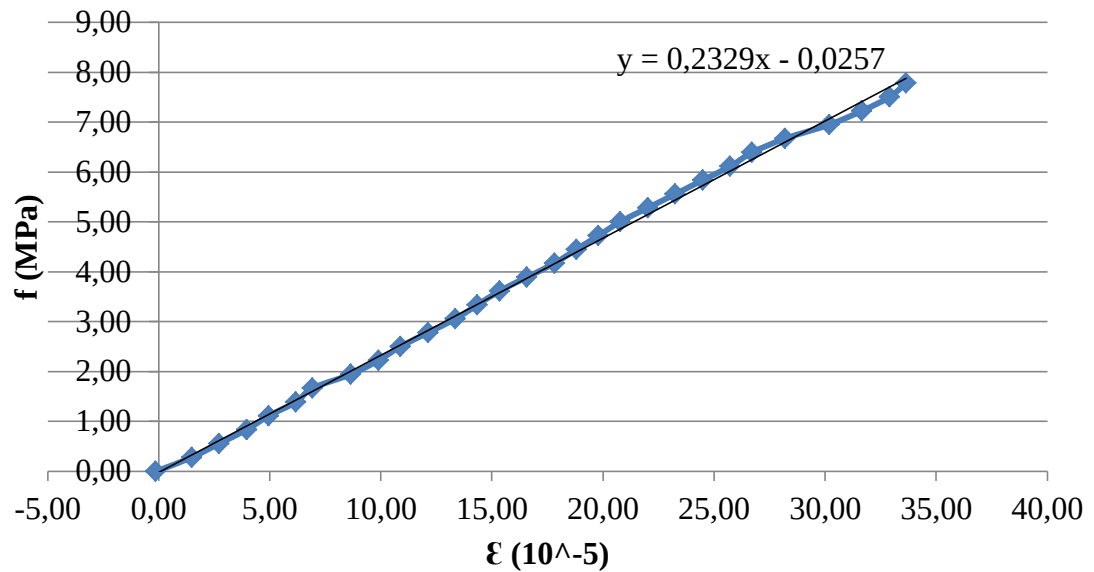




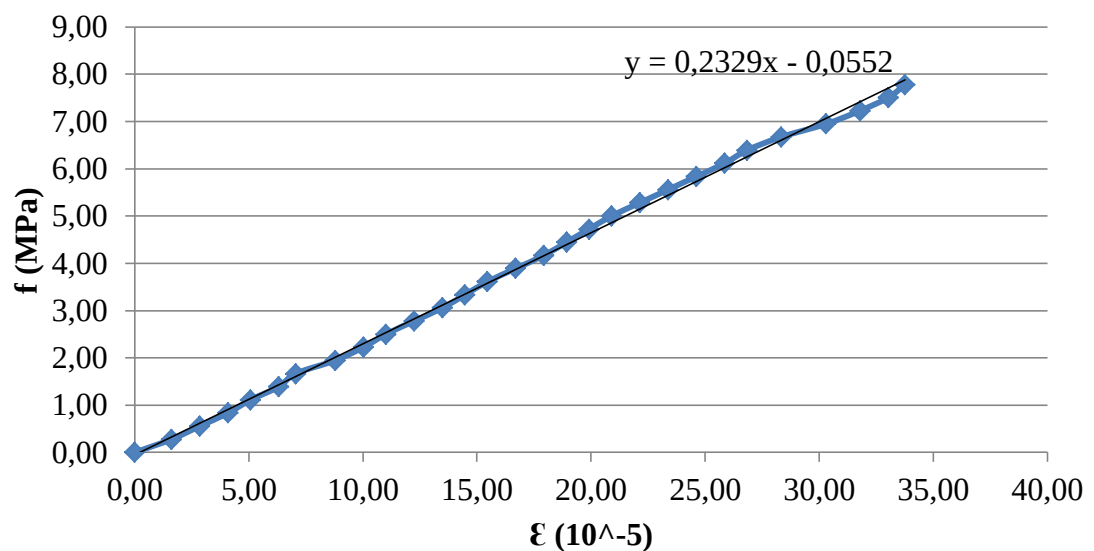
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,127	0,000
500	4903,355	6	3	0,278	1,484	1,611
1000	9806,71	11	5,5	0,556	2,721	2,848
1500	14710,065	16	8	0,834	3,958	4,085
2000	19613,42	20	10	1,112	4,948	5,075
2500	24516,775	25	12,5	1,390	6,185	6,312
3000	29420,13	28	14	1,668	6,927	7,054
3500	34323,485	35	17,5	1,946	8,659	8,786
4000	39226,84	40	20	2,224	9,896	10,023
4500	44130,195	44	22	2,502	10,886	11,013
5000	49033,55	49	24,5	2,780	12,123	12,250
5500	53936,905	54	27	3,058	13,360	13,487
6000	58840,26	58	29	3,336	14,349	14,476
6500	63743,615	62	31	3,614	15,339	15,466
7000	68646,97	67	33,5	3,892	16,576	16,703
7500	73550,325	72	36	4,170	17,813	17,940
8000	78453,68	76	38	4,447	18,803	18,930
8500	83357,035	80	40	4,725	19,792	19,919
9000	88260,39	84	42	5,003	20,782	20,909
9500	93163,745	89	44,5	5,281	22,019	22,146
10000	98067,1	94	47	5,559	23,256	23,383
10500	102970,455	99	49,5	5,837	24,493	24,620
11000	107873,81	104	52	6,115	25,730	25,857
11500	112777,165	108	54	6,393	26,719	26,846
12000	117680,52	114	57	6,671	28,204	28,331
12500	122583,875	122	61	6,949	30,183	30,310
13000	127487,23	128	64	7,227	31,667	31,795
13500	132390,585	133	66,5	7,505	32,905	33,032
14000	137293,94	136	68	7,783	33,647	33,774

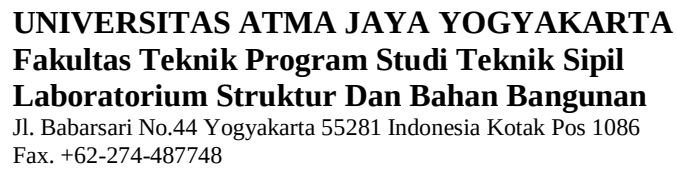


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB40 (1)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB40 (1)
TERKOREKSI**

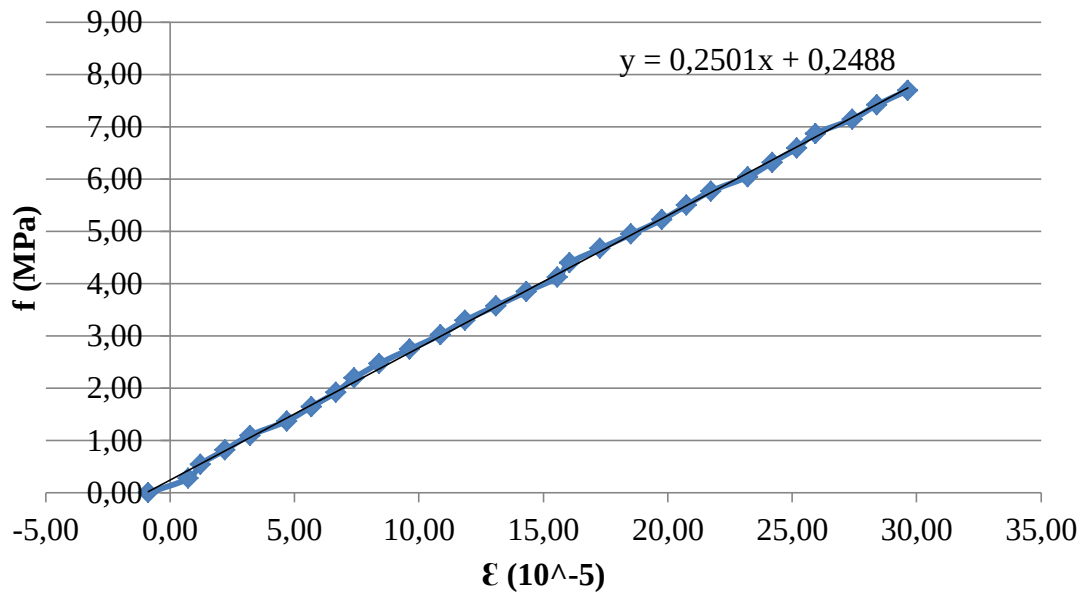




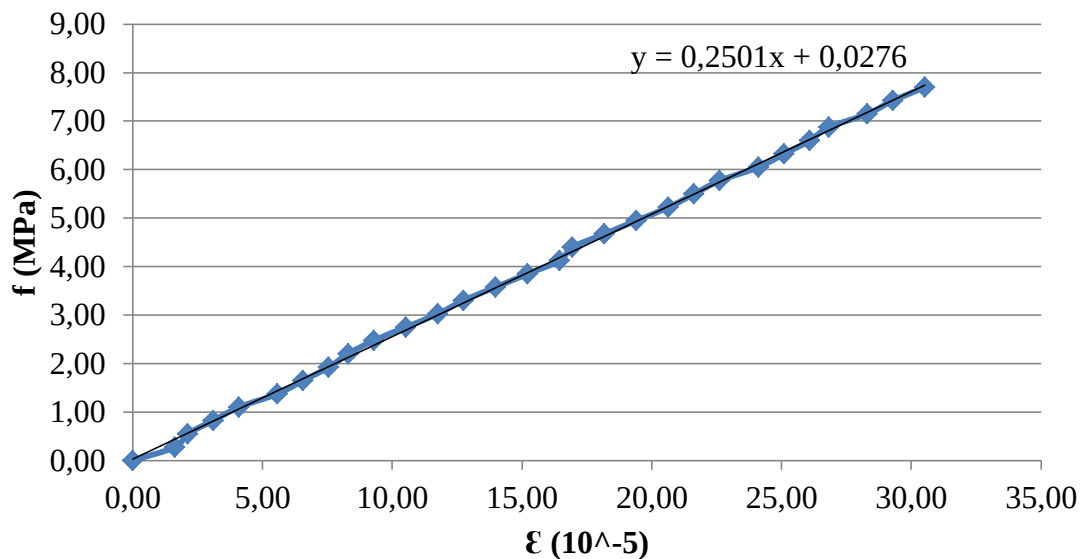
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,884	0,000
500	4903,355	3	1,5	0,275	0,741	1,625
1000	9806,71	5	2,5	0,550	1,235	2,119
1500	14710,065	9	4,5	0,825	2,223	3,108
2000	19613,42	13	6,5	1,100	3,211	4,096
2500	24516,775	19	9,5	1,375	4,694	5,578
3000	29420,13	23	11,5	1,649	5,682	6,566
3500	34323,485	27	13,5	1,924	6,670	7,554
4000	39226,84	30	15	2,199	7,411	8,295
4500	44130,195	34	17	2,474	8,399	9,283
5000	49033,55	39	19,5	2,749	9,634	10,519
5500	53936,905	44	22	3,024	10,870	11,754
6000	58840,26	48	24	3,299	11,858	12,742
6500	63743,615	53	26,5	3,574	13,093	13,977
7000	68646,97	58	29	3,849	14,328	15,212
7500	73550,325	63	31,5	4,124	15,563	16,447
8000	78453,68	65	32,5	4,398	16,057	16,942
8500	83357,035	70	35	4,673	17,292	18,177
9000	88260,39	75	37,5	4,948	18,528	19,412
9500	93163,745	80	40	5,223	19,763	20,647
10000	98067,1	84	42	5,498	20,751	21,635
10500	102970,455	88	44	5,773	21,739	22,623
11000	107873,81	94	47	6,048	23,221	24,106
11500	112777,165	98	49	6,323	24,209	25,094
12000	117680,52	102	51	6,598	25,198	26,082
12500	122583,875	105	52,5	6,873	25,939	26,823
13000	127487,23	111	55,5	7,147	27,421	28,305
13500	132390,585	115	57,5	7,422	28,409	29,293
14000	137293,94	120	60	7,697	29,644	30,529

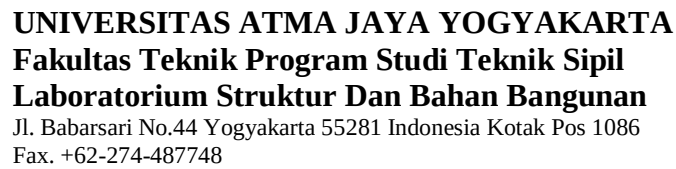


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB40 (2)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB40 (2)
TERKOREKSI**

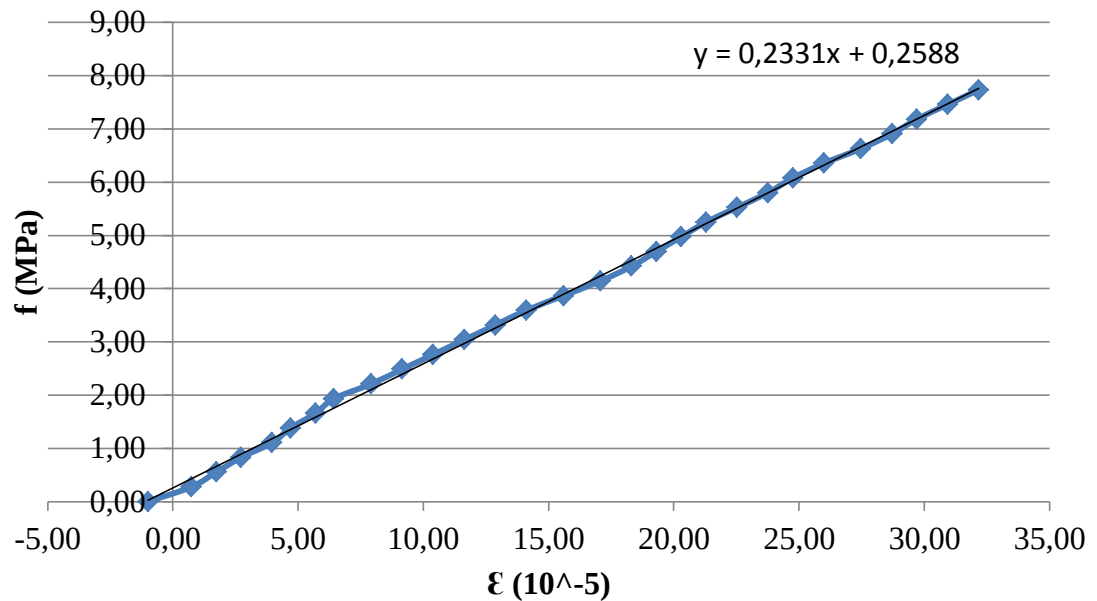




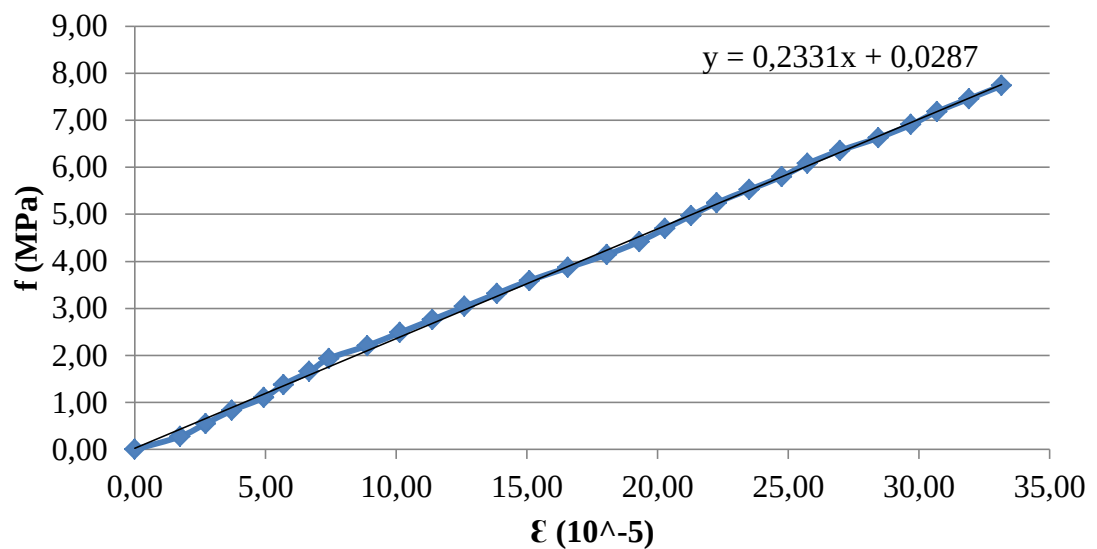
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,987	0,000
500	4903,355	3	1,5	0,276	0,743	1,730
1000	9806,71	7	3,5	0,552	1,733	2,720
1500	14710,065	11	5,5	0,829	2,723	3,710
2000	19613,42	16	8	1,105	3,960	4,948
2500	24516,775	19	9,5	1,381	4,703	5,690
3000	29420,13	23	11,5	1,657	5,693	6,680
3500	34323,485	26	13	1,934	6,436	7,423
4000	39226,84	32	16	2,210	7,921	8,908
4500	44130,195	37	18,5	2,486	9,158	10,146
5000	49033,55	42	21	2,762	10,396	11,383
5500	53936,905	47	23,5	3,039	11,634	12,621
6000	58840,26	52	26	3,315	12,871	13,858
6500	63743,615	57	28,5	3,591	14,109	15,096
7000	68646,97	63	31,5	3,867	15,594	16,581
7500	73550,325	69	34,5	4,144	17,079	18,066
8000	78453,68	74	37	4,420	18,317	19,304
8500	83357,035	78	39	4,696	19,307	20,294
9000	88260,39	82	41	4,972	20,297	21,284
9500	93163,745	86	43	5,249	21,287	22,274
10000	98067,1	91	45,5	5,525	22,525	23,512
10500	102970,455	96	48	5,801	23,762	24,750
11000	107873,81	100	50	6,077	24,752	25,740
11500	112777,165	105	52,5	6,354	25,990	26,977
12000	117680,52	111	55,5	6,630	27,475	28,462
12500	122583,875	116	58	6,906	28,713	29,700
13000	127487,23	120	60	7,182	29,703	30,690
13500	132390,585	125	62,5	7,459	30,941	31,928
14000	137293,94	130	65	7,735	32,178	33,165

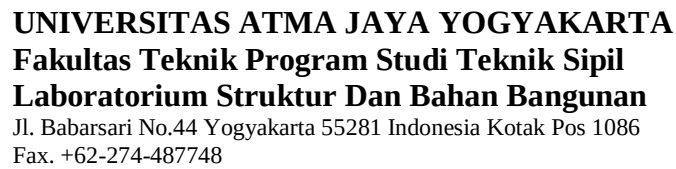


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB40 (3)



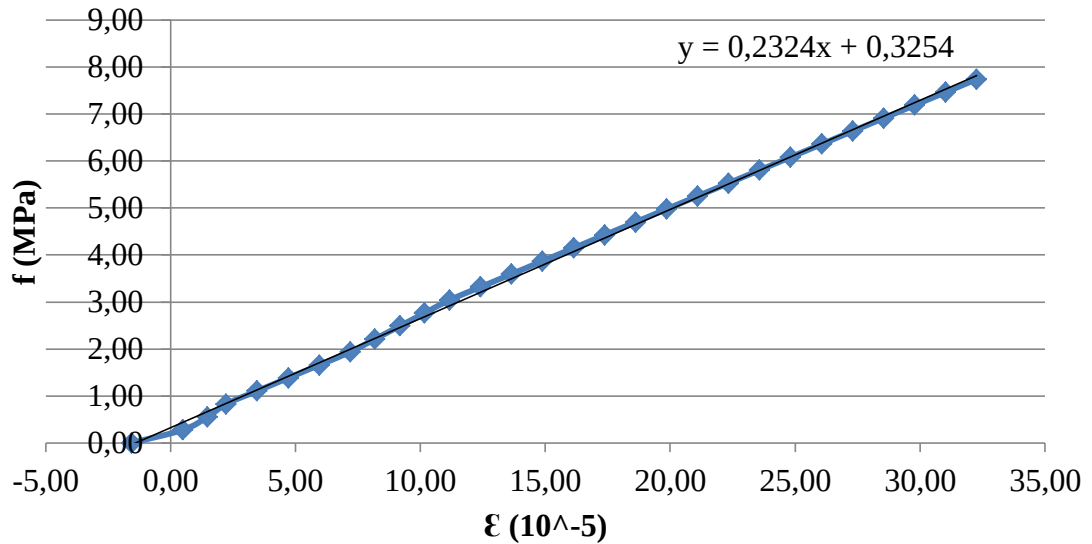
**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB40 (3)
TERKOREKSI**



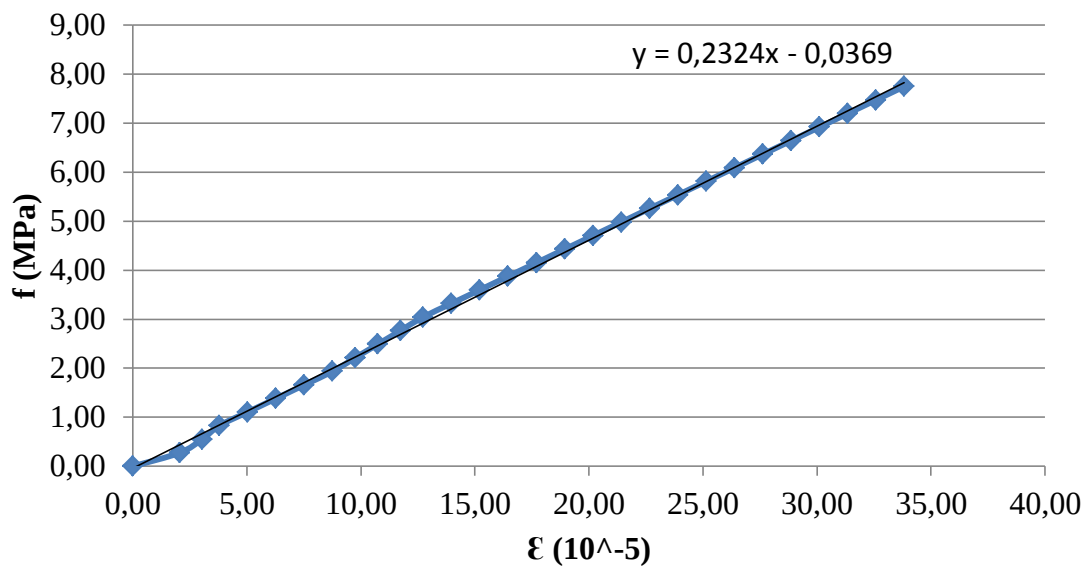

$$E = 22892,533 \text{ MPa}$$
131

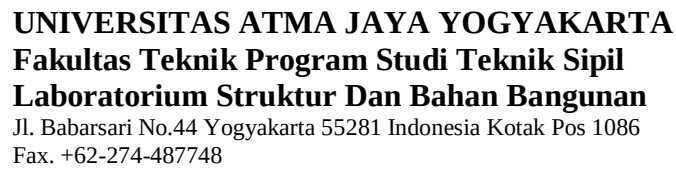


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB60 (1)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB60 (1)
TERKOREKSI**

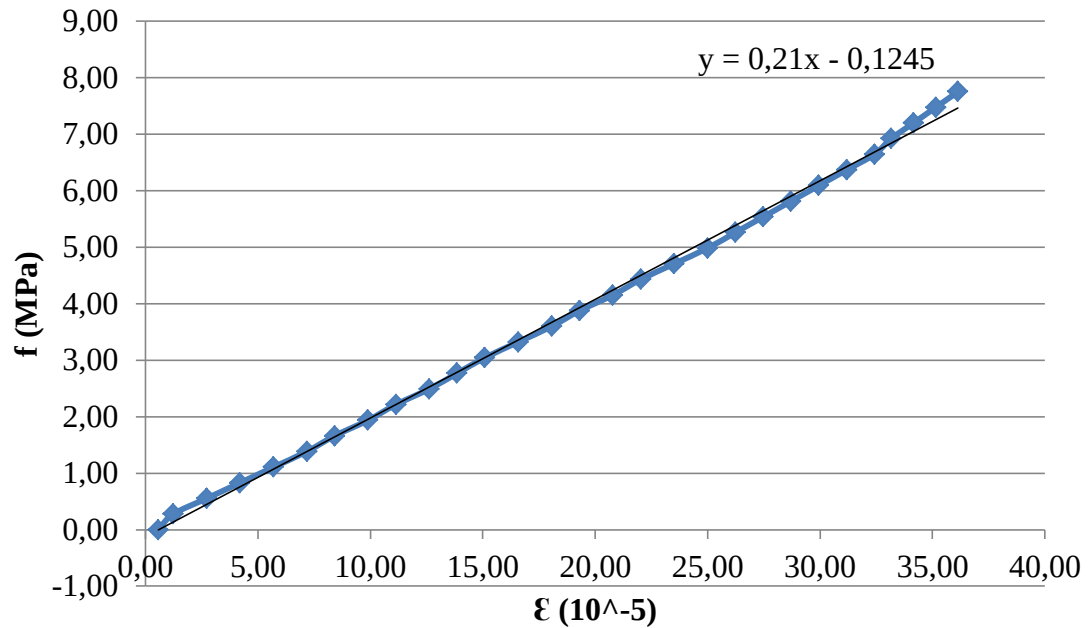




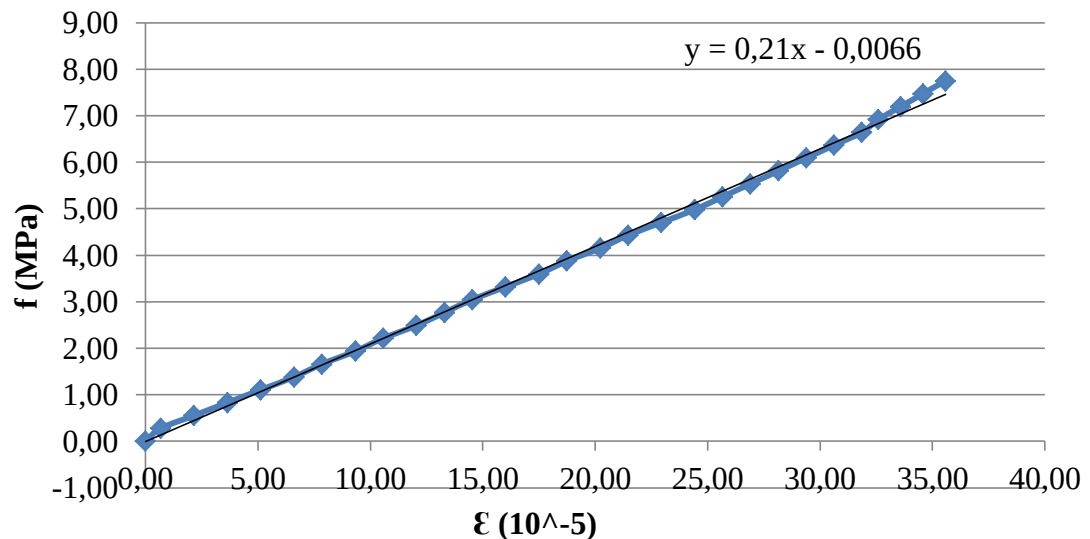
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ε koreksi
Kgf	N	(ΔP)	(ΔP/2)	f (Mpa)	ε (10^-5)	ε (10^-5)
0	0	0	0	0,000	0,561	0,000
500	4903,355	5	2,5	0,277	1,238	0,676
1000	9806,71	11	5,5	0,554	2,723	2,161
1500	14710,065	17	8,5	0,831	4,208	3,646
2000	19613,42	23	11,5	1,107	5,693	5,132
2500	24516,775	29	14,5	1,384	7,178	6,617
3000	29420,13	34	17	1,661	8,416	7,854
3500	34323,485	40	20	1,938	9,901	9,340
4000	39226,84	45	22,5	2,215	11,139	10,577
4500	44130,195	51	25,5	2,492	12,624	12,062
5000	49033,55	56	28	2,769	13,861	13,300
5500	53936,905	61	30,5	3,045	15,099	14,538
6000	58840,26	67	33,5	3,322	16,584	16,023
6500	63743,615	73	36,5	3,599	18,069	17,508
7000	68646,97	78	39	3,876	19,307	18,745
7500	73550,325	84	42	4,153	20,792	20,231
8000	78453,68	89	44,5	4,430	22,030	21,468
8500	83357,035	95	47,5	4,707	23,515	22,953
9000	88260,39	101	50,5	4,983	25,000	24,439
9500	93163,745	106	53	5,260	26,238	25,676
10000	98067,1	111	55,5	5,537	27,475	26,914
10500	102970,455	116	58	5,814	28,713	28,151
11000	107873,81	121	60,5	6,091	29,950	29,389
11500	112777,165	126	63	6,368	31,188	30,627
12000	117680,52	131	65,5	6,645	32,426	31,864
12500	122583,875	134	67	6,921	33,168	32,607
13000	127487,23	138	69	7,198	34,158	33,597
13500	132390,585	142	71	7,475	35,149	34,587
14000	137293,94	146	73	7,752	36,139	35,577

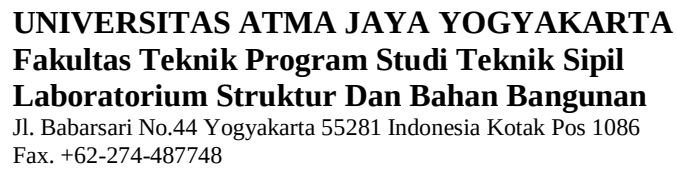


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB60 (2)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB60 (2)
TERKOREKSI**

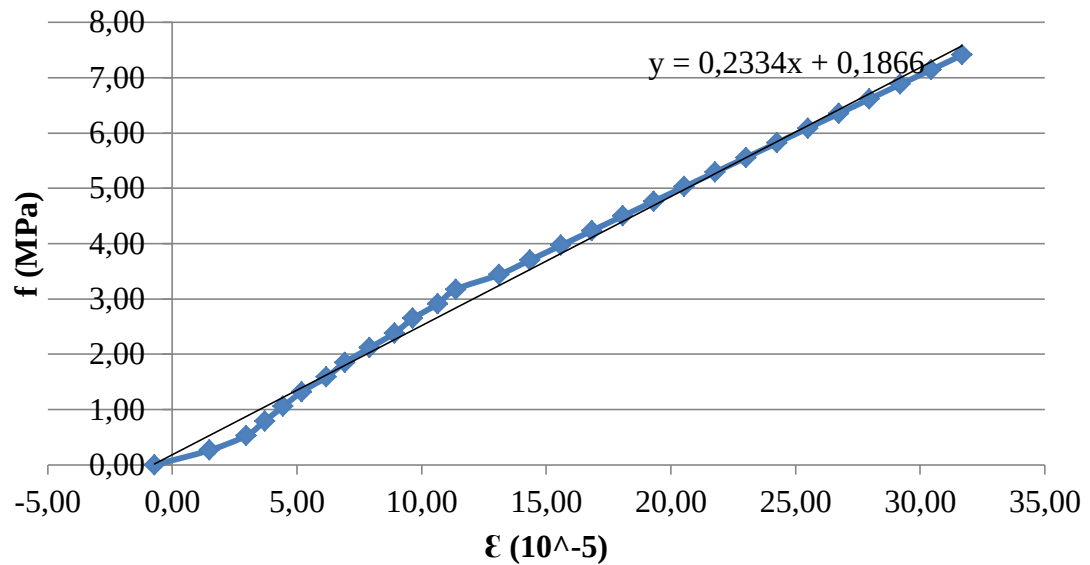




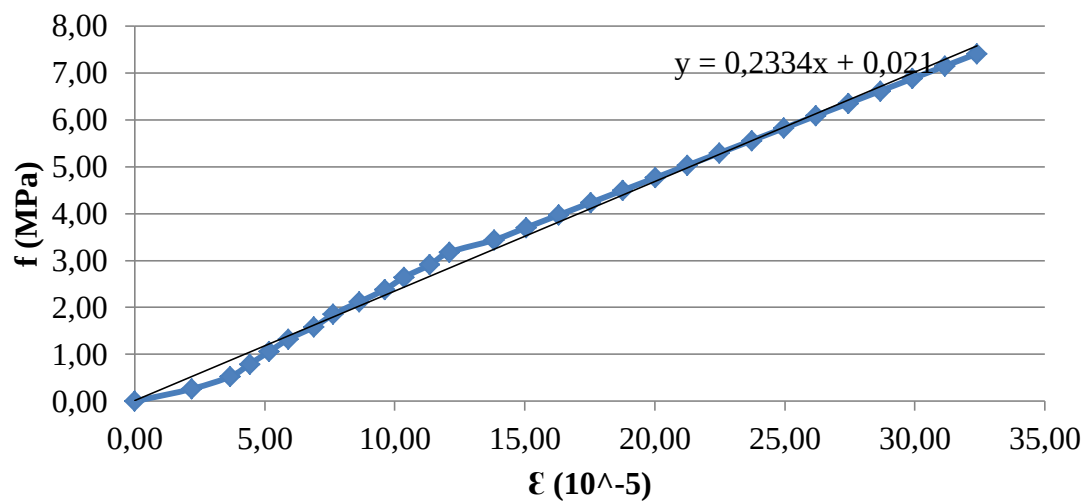
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,710	0,000
500	4903,355	6	3	0,265	1,485	2,195
1000	9806,71	12	6	0,529	2,970	3,680
1500	14710,065	15	7,5	0,794	3,713	4,423
2000	19613,42	18	9	1,058	4,455	5,165
2500	24516,775	21	10,5	1,323	5,198	5,908
3000	29420,13	25	12,5	1,588	6,188	6,898
3500	34323,485	28	14	1,852	6,931	7,640
4000	39226,84	32	16	2,117	7,921	8,631
4500	44130,195	36	18	2,382	8,911	9,621
5000	49033,55	39	19,5	2,646	9,653	10,363
5500	53936,905	43	21,5	2,911	10,644	11,353
6000	58840,26	46	23	3,175	11,386	12,096
6500	63743,615	53	26,5	3,440	13,119	13,829
7000	68646,97	58	29	3,705	14,356	15,066
7500	73550,325	63	31,5	3,969	15,594	16,304
8000	78453,68	68	34	4,234	16,832	17,541
8500	83357,035	73	36,5	4,499	18,069	18,779
9000	88260,39	78	39	4,763	19,307	20,017
9500	93163,745	83	41,5	5,028	20,545	21,254
10000	98067,1	88	44	5,292	21,782	22,492
10500	102970,455	93	46,5	5,557	23,020	23,730
11000	107873,81	98	49	5,822	24,257	24,967
11500	112777,165	103	51,5	6,086	25,495	26,205
12000	117680,52	108	54	6,351	26,733	27,442
12500	122583,875	113	56,5	6,615	27,970	28,680
13000	127487,23	118	59	6,880	29,208	29,918
13500	132390,585	123	61,5	7,145	30,446	31,155
14000	137293,94	128	64	7,409	31,683	32,393

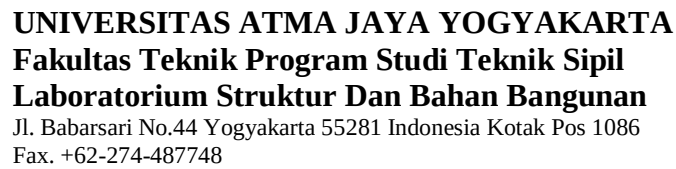


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB60 (3)



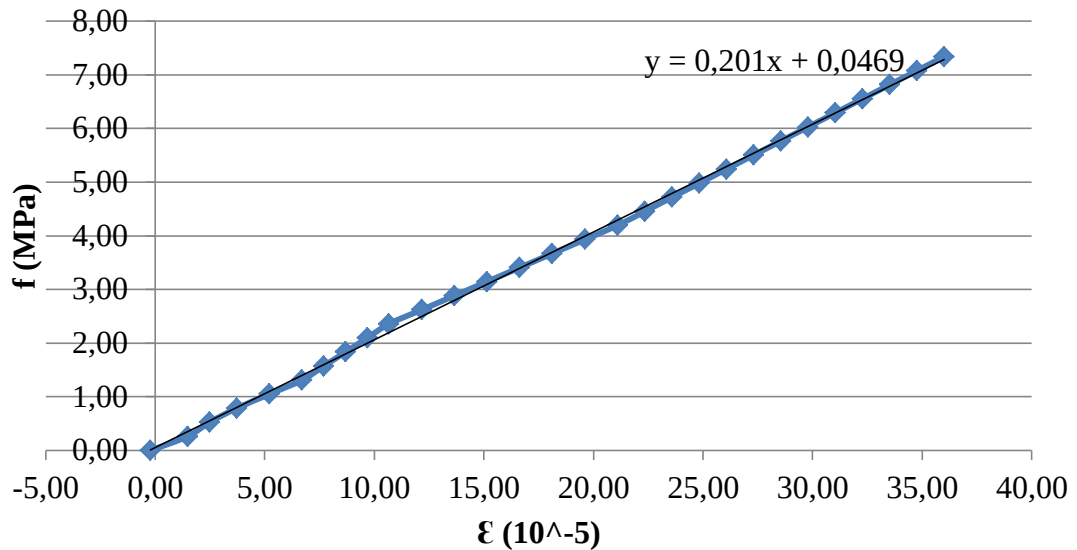
**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB60 (3)
TERKOREKSI**



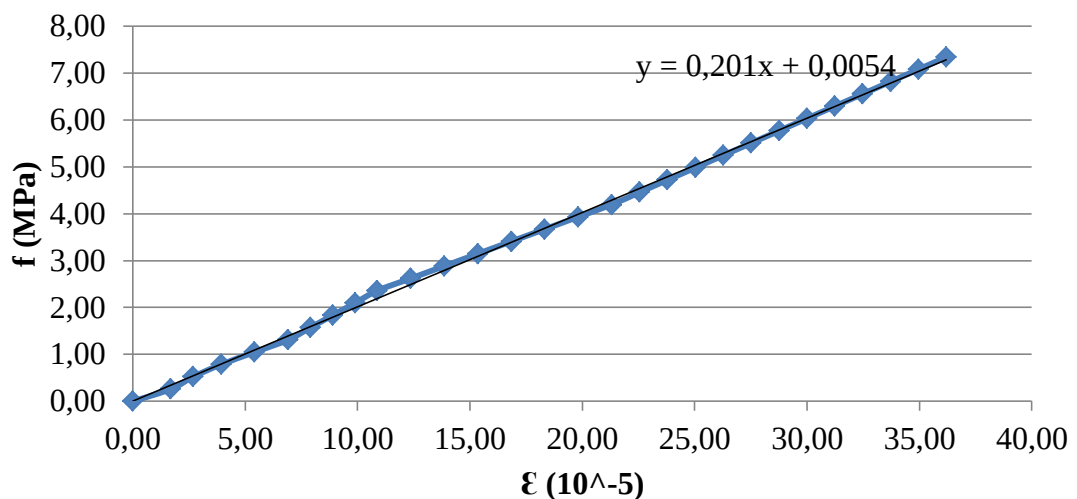

$$E = 20271,325 \text{ MPa}$$
137

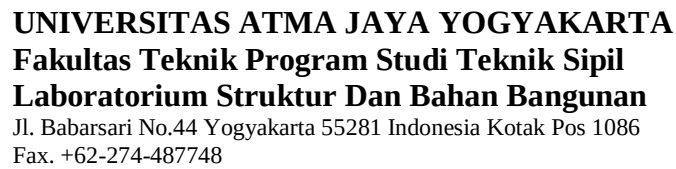


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB80 (1)



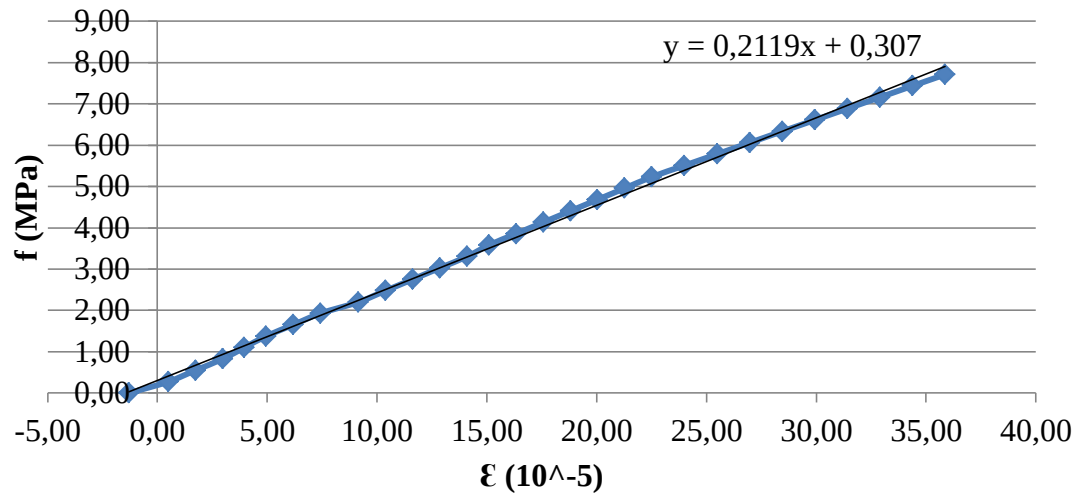
**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB80 (1)
TERKOREKSI**



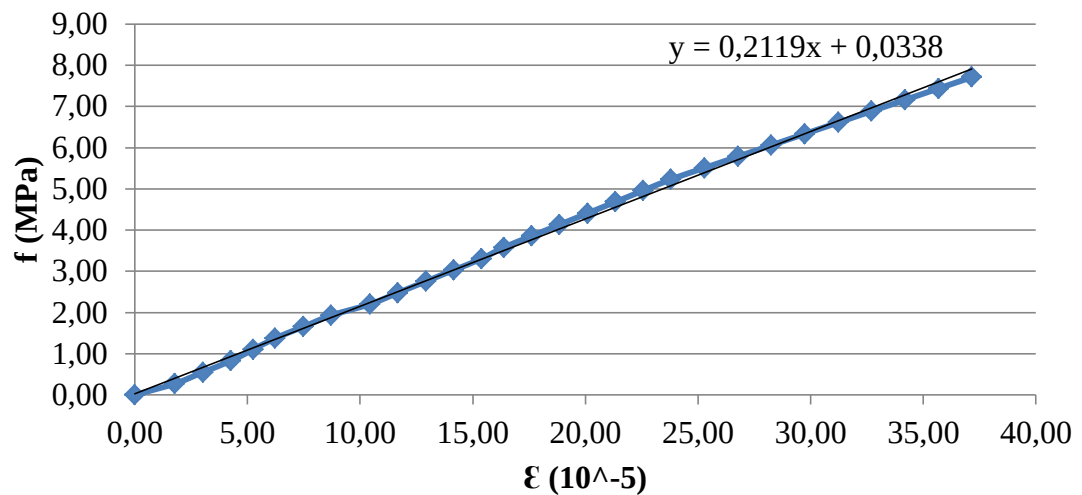

$$E = 20749,030 \text{ MPa}$$
139

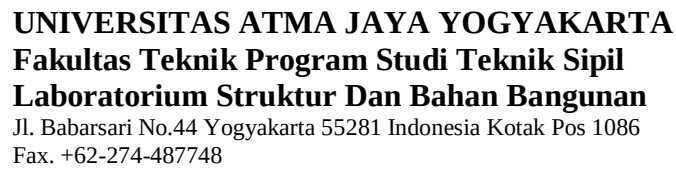


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB80 (2)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB80 (2)
TERKOREKSI**

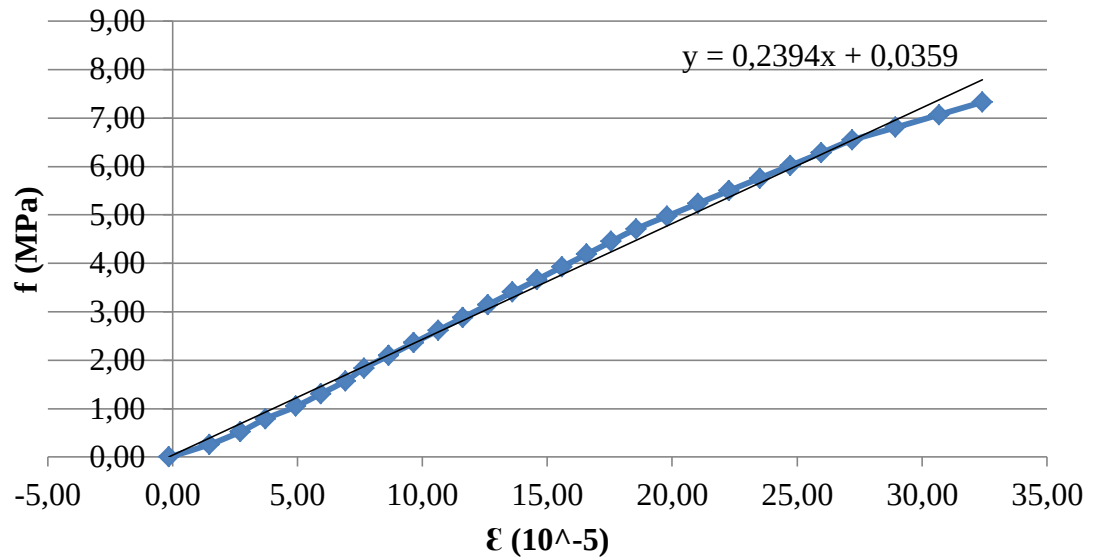




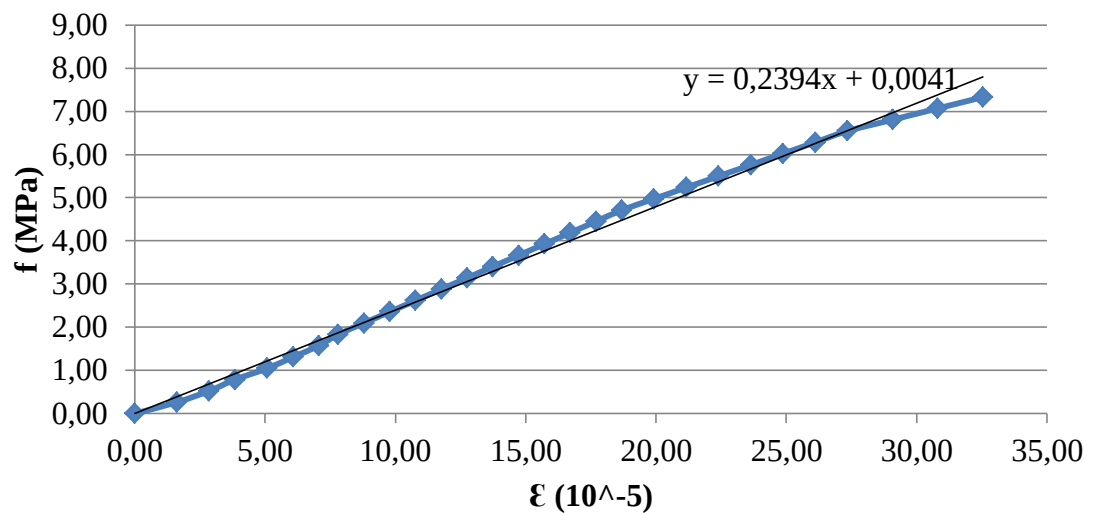
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,133	0,000
500	4903,355	6	3	0,262	1,484	1,617
1000	9806,71	11	5,5	0,524	2,721	2,854
1500	14710,065	15	7,5	0,785	3,711	3,844
2000	19613,42	20	10	1,047	4,948	5,081
2500	24516,775	24	12	1,309	5,938	6,070
3000	29420,13	28	14	1,571	6,927	7,060
3500	34323,485	31	15,5	1,832	7,669	7,802
4000	39226,84	35	17,5	2,094	8,659	8,792
4500	44130,195	39	19,5	2,356	9,649	9,781
5000	49033,55	43	21,5	2,618	10,638	10,771
5500	53936,905	47	23,5	2,879	11,628	11,761
6000	58840,26	51	25,5	3,141	12,618	12,750
6500	63743,615	55	27,5	3,403	13,607	13,740
7000	68646,97	59	29,5	3,665	14,597	14,729
7500	73550,325	63	31,5	3,927	15,586	15,719
8000	78453,68	67	33,5	4,188	16,576	16,709
8500	83357,035	71	35,5	4,450	17,566	17,698
9000	88260,39	75	37,5	4,712	18,555	18,688
9500	93163,745	80	40	4,974	19,792	19,925
10000	98067,1	85	42,5	5,235	21,029	21,162
10500	102970,455	90	45	5,497	22,266	22,399
11000	107873,81	95	47,5	5,759	23,503	23,636
11500	112777,165	100	50	6,021	24,740	24,873
12000	117680,52	105	52,5	6,283	25,977	26,110
12500	122583,875	110	55	6,544	27,214	27,347
13000	127487,23	117	58,5	6,806	28,946	29,079
13500	132390,585	124	62	7,068	30,678	30,811
14000	137293,94	131	65,5	7,330	32,410	32,542

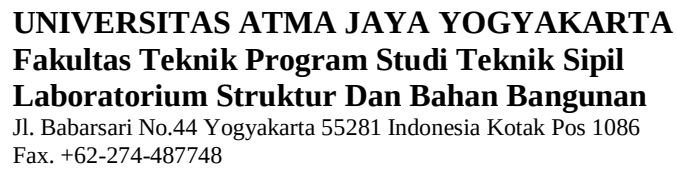


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB80 (3)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB80 (3)
TERKOREKSI**

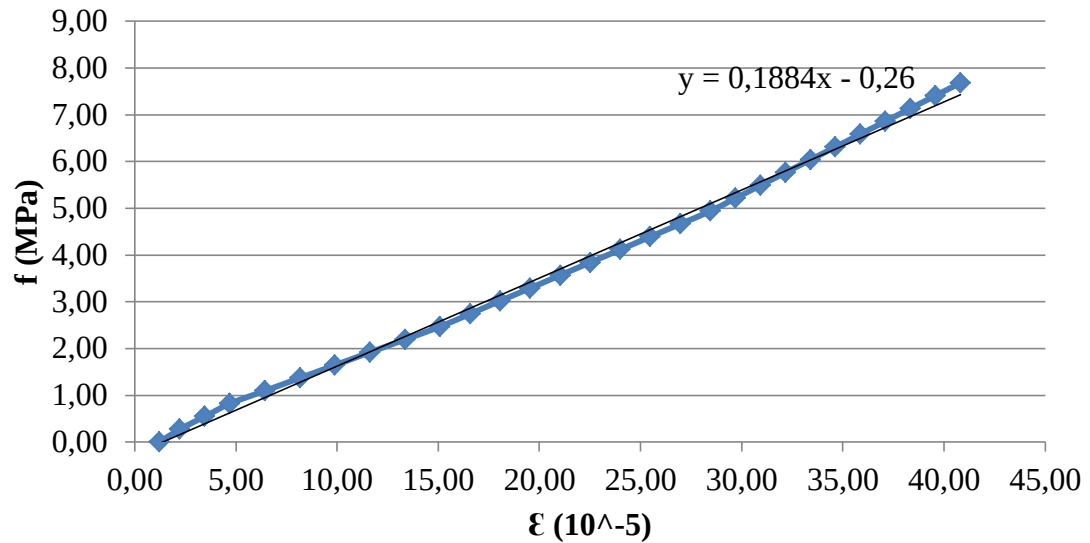




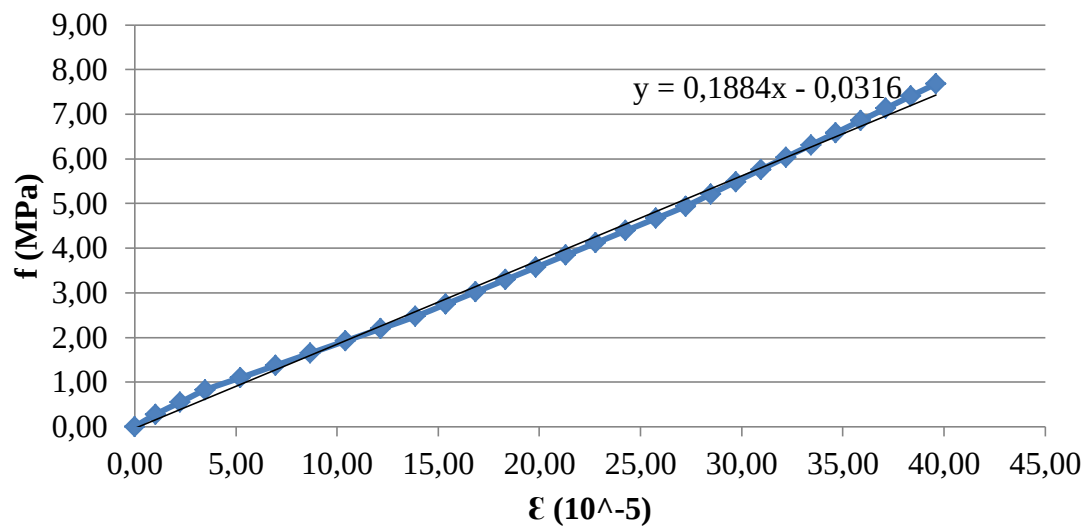
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-1,212	0,000
500	4903,355	9	4,5	0,274	2,227	3,439
1000	9806,71	14	7	0,549	3,464	4,676
1500	14710,065	19	9,5	0,823	4,701	5,913
2000	19613,42	26	13	1,098	6,432	7,645
2500	24516,775	33	16,5	1,372	8,164	9,377
3000	29420,13	40	20	1,646	9,896	11,109
3500	34323,485	47	23,5	1,921	11,628	12,840
4000	39226,84	54	27	2,195	13,360	14,572
4500	44130,195	61	30,5	2,470	15,092	16,304
5000	49033,55	67	33,5	2,744	16,576	17,788
5500	53936,905	73	36,5	3,019	18,060	19,273
6000	58840,26	79	39,5	3,293	19,545	20,757
6500	63743,615	85	42,5	3,567	21,029	22,242
7000	68646,97	91	45,5	3,842	22,514	23,726
7500	73550,325	97	48,5	4,116	23,998	25,211
8000	78453,68	103	51,5	4,391	25,482	26,695
8500	83357,035	109	54,5	4,665	26,967	28,179
9000	88260,39	115	57,5	4,939	28,451	29,664
9500	93163,745	120	60	5,214	29,688	30,901
10000	98067,1	125	62,5	5,488	30,925	32,138
10500	102970,455	130	65	5,763	32,162	33,375
11000	107873,81	135	67,5	6,037	33,399	34,612
11500	112777,165	140	70	6,312	34,636	35,849
12000	117680,52	145	72,5	6,586	35,873	37,086
12500	122583,875	150	75	6,860	37,110	38,323
13000	127487,23	155	77,5	7,135	38,347	39,560
13500	132390,585	160	80	7,409	39,584	40,797
14000	137293,94	165	82,5	7,684	40,821	42,034

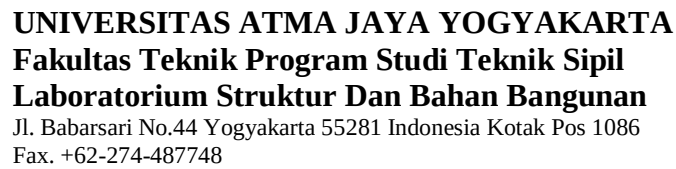


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB100 (1)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB100 (1)
TERKOREKSI**

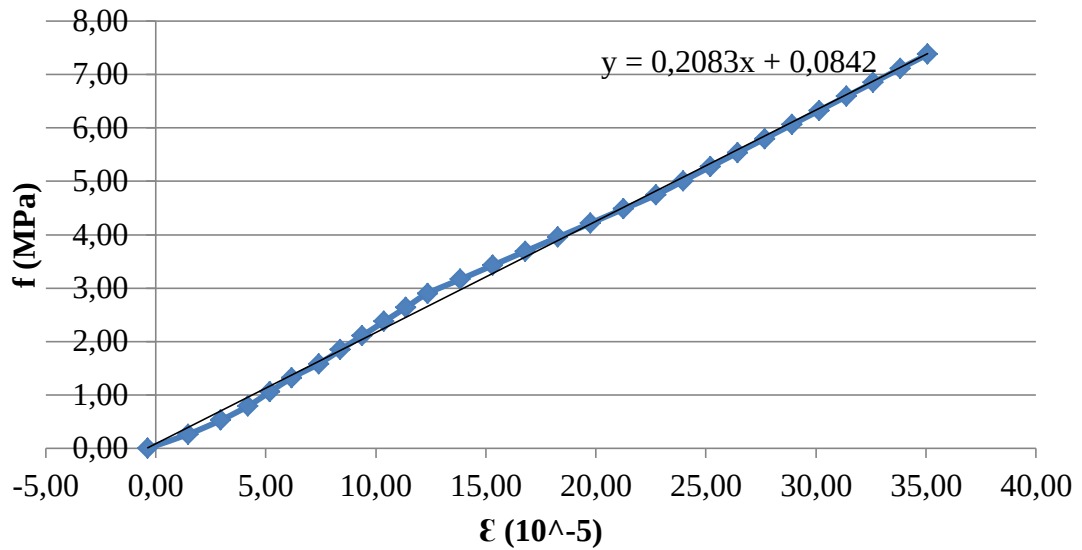




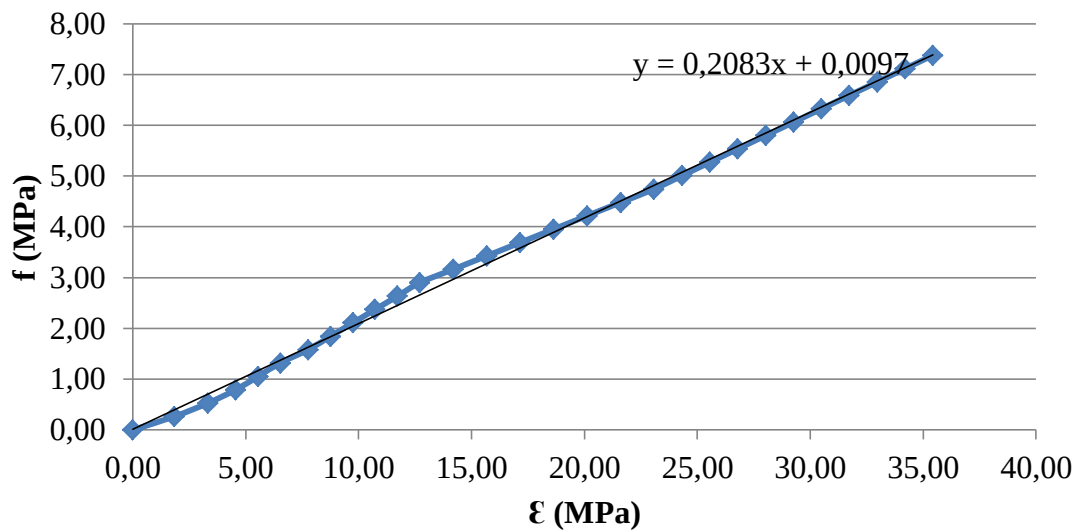
Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,101	0,000
500	4903,355	5	2,5	0,268	1,235	1,336
1000	9806,71	10	5	0,535	2,470	2,571
1500	14710,065	15	7,5	0,803	3,706	3,807
2000	19613,42	20	10	1,071	4,941	5,042
2500	24516,775	26	13	1,339	6,423	6,524
3000	29420,13	32	16	1,606	7,905	8,006
3500	34323,485	38	19	1,874	9,387	9,488
4000	39226,84	44	22	2,142	10,870	10,971
4500	44130,195	50	25	2,410	12,352	12,453
5000	49033,55	56	28	2,677	13,834	13,935
5500	53936,905	62	31	2,945	15,316	15,417
6000	58840,26	68	34	3,213	16,798	16,899
6500	63743,615	73	36,5	3,481	18,034	18,135
7000	68646,97	78	39	3,748	19,269	19,370
7500	73550,325	83	41,5	4,016	20,504	20,605
8000	78453,68	88	44	4,284	21,739	21,840
8500	83357,035	93	46,5	4,552	22,974	23,075
9000	88260,39	98	49	4,819	24,209	24,311
9500	93163,745	103	51,5	5,087	25,445	25,546
10000	98067,1	108	54	5,355	26,680	26,781
10500	102970,455	113	56,5	5,623	27,915	28,016
11000	107873,81	119	59,5	5,890	29,397	29,498
11500	112777,165	125	62,5	6,158	30,879	30,980
12000	117680,52	131	65,5	6,426	32,362	32,463
12500	122583,875	137	68,5	6,694	33,844	33,945
13000	127487,23	143	71,5	6,961	35,326	35,427
13500	132390,585	149	74,5	7,229	36,808	36,909
14000	137293,94	155	77,5	7,497	38,291	38,392

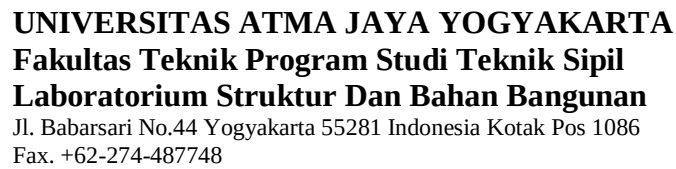


GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB100 (2)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB100 (2)
TERKOREKSI**

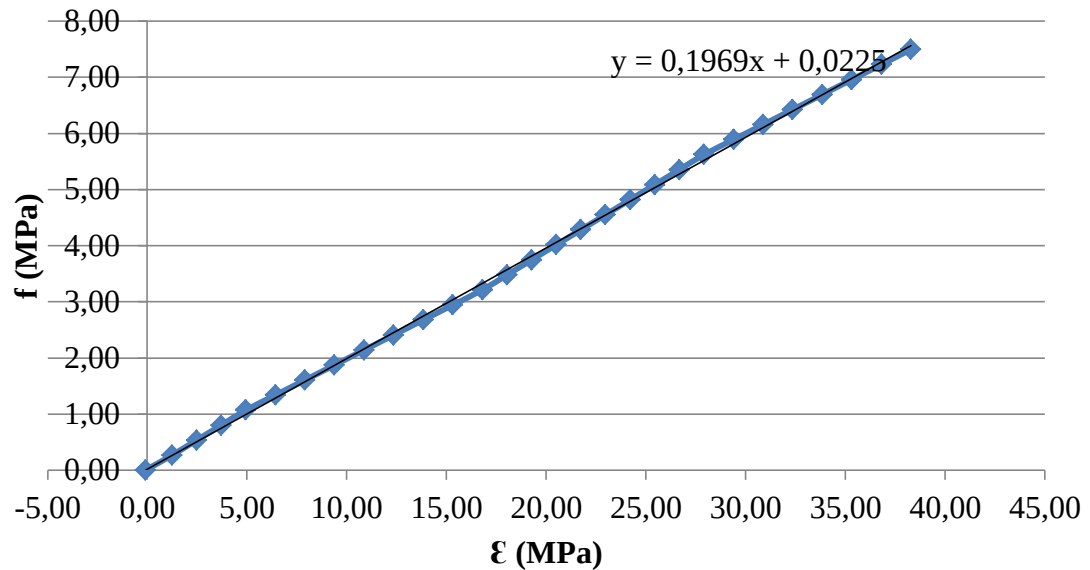




Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ϵ koreksi
Kgf	N	(ΔP)	($\Delta P/2$)	f (Mpa)	ϵ (10^{-5})	ϵ (10^{-5})
0	0	0	0	0,000	-0,101	0,000
500	4903,355	5	2,5	0,268	1,235	1,336
1000	9806,71	10	5	0,535	2,470	2,571
1500	14710,065	15	7,5	0,803	3,706	3,807
2000	19613,42	20	10	1,071	4,941	5,042
2500	24516,775	26	13	1,339	6,423	6,524
3000	29420,13	32	16	1,606	7,905	8,006
3500	34323,485	38	19	1,874	9,387	9,488
4000	39226,84	44	22	2,142	10,870	10,971
4500	44130,195	50	25	2,410	12,352	12,453
5000	49033,55	56	28	2,677	13,834	13,935
5500	53936,905	62	31	2,945	15,316	15,417
6000	58840,26	68	34	3,213	16,798	16,899
6500	63743,615	73	36,5	3,481	18,034	18,135
7000	68646,97	78	39	3,748	19,269	19,370
7500	73550,325	83	41,5	4,016	20,504	20,605
8000	78453,68	88	44	4,284	21,739	21,840
8500	83357,035	93	46,5	4,552	22,974	23,075
9000	88260,39	98	49	4,819	24,209	24,311
9500	93163,745	103	51,5	5,087	25,445	25,546
10000	98067,1	108	54	5,355	26,680	26,781
10500	102970,455	113	56,5	5,623	27,915	28,016
11000	107873,81	119	59,5	5,890	29,397	29,498
11500	112777,165	125	62,5	6,158	30,879	30,980
12000	117680,52	131	65,5	6,426	32,362	32,463
12500	122583,875	137	68,5	6,694	33,844	33,945
13000	127487,23	143	71,5	6,961	35,326	35,427
13500	132390,585	149	74,5	7,229	36,808	36,909
14000	137293,94	155	77,5	7,497	38,291	38,392



GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB100 (3)



**GRAFIK MODULUS ELASTISITAS BLB100 (3)
TERKOREKSI**

