

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh penggunaan limbah marmer dan *quarry dust* sebagai pengganti sebagian agregat terhadap sifat mekanik beton, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan beton pada beton BN, BQ, BM15, BM30, BM45, BM60, BM75 dan BM90 secara berturut-turut sebesar 24,16 MPa, 25,42 MPa, 27,35 MPa, 28,93 MPa, 30,60 MPa, 31,66 MPa, 32,39 MPa, dan 31,54 MPa. Nilai kuat tekan beton terbesar terdapat pada beton dengan kadar *quarry dust* 30% dan kadar limbah marmer 75% (BM75) dengan nilai kuat tekan sebesar 32,39 MPa, atau mengalami kenaikan sebesar 34,08% terhadap beton normal BN dan 27,43% terhadap beton BQ.
2. Nilai modulus elastisitas beton pada beton BN, BQ, BM15, BM30, BM45, BM60, BM75 dan BM90 secara berturut-turut sebesar 23526,29 MPa, 23720,12 MPa, 24270,17 MPa, 25347,78 MPa, 25744,33 MPa, 26229,73 MPa, 27133,07 MPa dan 26006,38 MPa. Nilai modulus elastisitas beton terbesar terdapat pada beton dengan kadar *quarry dust* 30% dan kadar limbah marmer 75% (BM75) dengan nilai modulus elastisitas sebesar 27133,07 MPa, atau mengalami kenaikan sebesar 15,33% terhadap beton normal BN dan 14,39% terhadap beton BQ. Nilai modulus elastisitas saling

berkaitan dengan nilai kuat tekan beton. Semakin besar nilai modulus elastisitas, maka semakin kuat beton tersebut (Neville, 1981).

3. Persentase penggantian kadar limbah marmer yang paling optimum dengan kadar *quarry dust* yang telah ditetapkan sebesar 30% pada penelitian ini terdapat pada persentase penggantian kadar limbah marmer sebesar 75%. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang telah didapat, terlihat bahwa nilai kuat tekan dan nilai modulus elastisitas beton tertinggi terdapat pada beton dengan kadar *quarry dust* sebesar 30% dan kadar limbah marmer sebesar 75% (BM75). Hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa pada kadar tersebut mampu meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat penulis berikan setelah melakukan penelitian ini antara lain :

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi penggunaan kadar *quarry dust* yang berbeda, agar kadar optimum dari *quarry dust* dapat diketahui secara lebih spesifik.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh terhadap kuat tarik belah beton serta pengaruh terhadap keawetan (*durability*) beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Andryanto, S., 2011, *Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Ukuran Agregat Kasar Pipih Dan Normal*, Laporan Tugas Akhir Universitas Jember, Jember.
- Arel, H.S., 2016, Recyclability of Waste Marble in Concrete Production, *Journal of Cleaner Production*, 131;179-188, doi:10.1016/j.jclepro.2016.05.052.
- Binici, H., Shah, T., Aksogan, O., Kaplan H., 2008, Durability of concrete made with granite and marble as recycle aggregates, *Journal of Materials Processing Technology*, 208;299-308, doi:10.1016/j.jmatprotec.2007.12.120.
- Gautam, N., Krishna, V., Srivastava, A., 2014, Sustainability in the concrete construction, *International Journal of Environmental Research and Development*, vol. 4, no. 1, pp. 81–90.
- Hebhoub, H., Aoun, H., Belachia, M., Houari, H., 2011, Use of waste marble aggregates in concrete, *Construction and Building Materials*, 25;1167-1171, doi:10.1016/j.conbuildmat.2010.09.037.
- Hameed, M.S., Sekar, A.S.S., Balamurugan, L., Saraswathy, V., 2012, Self-Compacting Concrete Using Marble Sludge Powder and Crushed Rock Dust, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 16(6):980-988, doi:10.1007/s12205-012-1171-y.
- Kapgate, S.S., Satone, S.R., 2013, Effect of Quarry Dust as Partial Replacement of Sand in Concrete, *Indian Streams Research Journal*, vol. 3, no. 5, pp. 1-8.
- Kapugamage, C.L., Amarasiri, A.L., Dias, W.P.S., Bandara, D.M.C.S.D., Riyaz, H.M., Bandusena, P.S.P., 2008, Optimizing concrete mixes by concurrent use of fly ash and quarry dust, *Proceeding from International Conference on Building Education and Research*, 11th – 15th February, Salford, U.K.
- Kett, I., 2010, *Engineered Concrete: Mix Design and Test Method*, 2nd Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, United States of America.
- Kore, S.D., Vyas, A.K., 2016(a), Impact of marble waste as coarse aggregate on properties of lean cement concrete, *Case Studies in Construction Materials*, 4;85-92, doi:10/1016/j.cscm.2016.01.002.
- Kore, S.D., Vyas, A.K., 2016(b), Performance Evaluation of Concrete using Marble Mining Waste, *SSP – Journal of Civil Engineering*, vol. 11, no. 2, 2016, doi: 10.1515/sspjce-2016-0018.

- Lohani, T.K., Padhi, M., Dash, K.P., Jena, S., 2012, Optimum utilization of Quarry dust as partial replacement of sand in concrete, *Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.6088/ijaser.0020101040.
- Malik, M.I., Jan, S.R., Peer, J.A., Nazir, S.A., Mohammad, K.F., 2015, Study of Concrete Involving Use of Quarry dust as Partial Replacement of Fine Aggregates, *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, vol. 5, no. 2, pp. 05-10.
- Martins, P., Brito, J., Rosa, A., Pedro, D., 2014, Mechanical Performance of Concrete with Incorporation of Coarse Waste from the Marble Industry, *Material Research*, 17(5): 1093-1101, <http://dx.doi.org/10.1590/1516-1439.210413>.
- Mir, A.H., 2015, Improved Concrete Properties Using Quarry Dust as Replacement for Natural Sand, *International Journal of Engineering Research and Development*, vol. 11, no. 3, pp. 46-52.
- Murdock, L.J., Brook K.M., dan Hindarko, S., 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nauk, S.S., Hunggurami, E., Bolla, M.E., 2012, Penggunaan Limbah Batu Marmer Dari Gunung Batu Naitapan Kabupaten Timor Tengah Selatan Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Pada Campuran Beton, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 1 No. 4 September 2012.
- Neville, A.M., 1981, *Properties of Concrete*, 3rd Edition, Pitman Publishing Limited, London.
- Prakash, K.S., Rao, C.H., 2017, Strength Characteristic of Quarry Dust in Replacement of Sand, *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*, doi:10.1088/1757-899X/225/1/012074.
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Uygunoglu, T., Topcu, I.B., Celik, A.G., 2014, Use of waste marble and recycled aggregates in self-compacting concrete for environmental sustainability,

Journal of Cleaner Production, 84: 691-700,
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.019>.

Wang, C.K., Salmon, C.G., 1985, *Reinforced Concrete Design*, 4th Edition, Harper & Row, Inc., New York City, U.S.

Wihardi, T.M., Parung, H., Siswanto, K., Dalle, A., 2006, Pecahan Marmer Sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC), *Jurnal Desain dan Konstruksi*, Vol. 5 No. 1, pp 3.



A. PENGUJIAN BAHAN

A.1 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

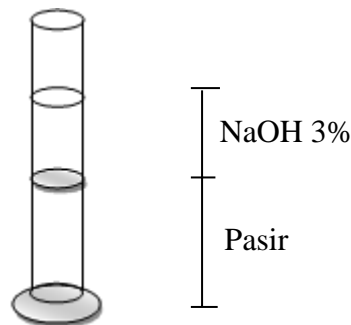
- I. Waktu pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan
- a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, berat : 100,00 gram
- b. Air jernih, asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY
- III. Alat
- a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Tungku (oven), suhu antara 105°C – 110°C
- IV. Pasir + piring masuk tungku
- V. Hasil
- Pasir + piring keluar tungku
- a. Berat Pasir : 93,48 gram
- Kandungan Lumpur : $\frac{100,00 - 93,48}{100,00} \times 100\%$
- : 6,52%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 6,52% > 5%, maka pasir harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.



A.2 PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

- I. Waktu pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan
- a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo
 - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat
- c. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil
- Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan *Gardner Standard Color*.

Kesimpulan : Warna *Gardner Standard Color* No. 5, maka dapat disimpulkan pasir tersebut baik untuk digunakan.



**A.3 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT
HALUS**

- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

	NOMOR PEMERIKSAAN	I	II
A	Berat Contoh Kering Oven	489,97	-
B	Berat Labu + Air	706,2	-
C	Berat Labu + Contoh + Air	1012,01	-
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{A}{B + 500 - C}$	2,523	-
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{500}{B + 500 - C}$	2,575	-
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{A}{B + A - C}$	2,661	-
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{500 - A}{A} \times 100\%$	2,047%	-
H	Berat Jenis Agregat Halus	2,575	-
I	Rata – Rata	2,575	



A.4 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

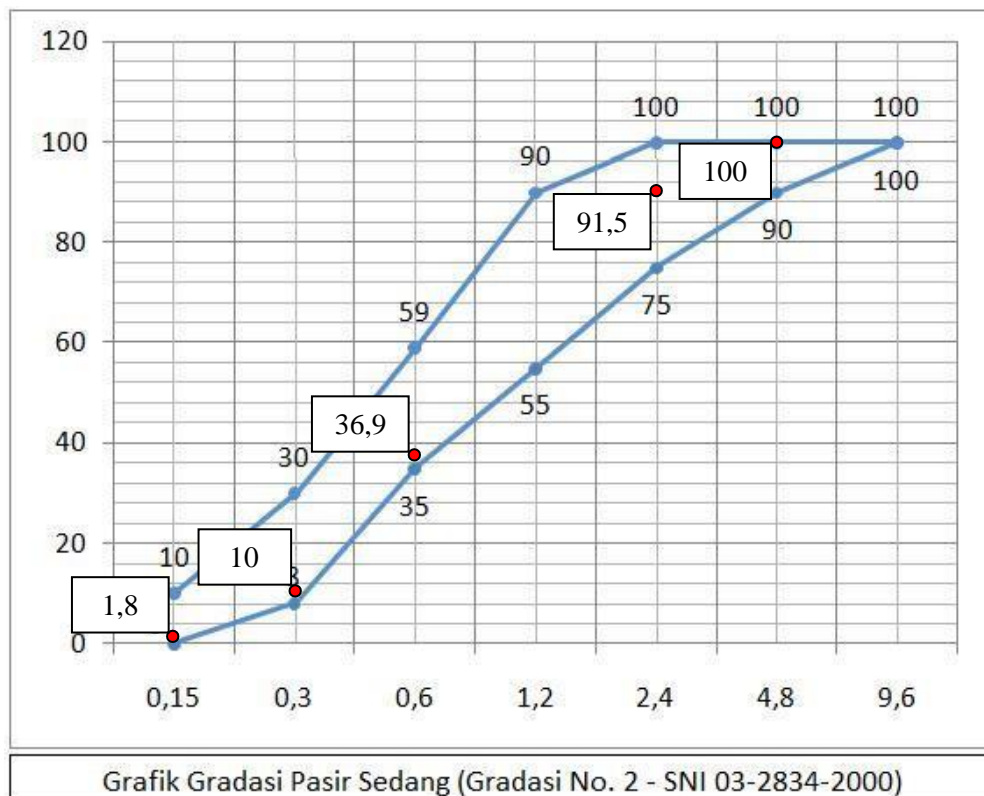
- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/8" (9,52 mm)	543	543	0	0	0	100
No.4 (4,75 mm)	507	507	0	0	0	100
No.8 (2,36 mm)	329	414	85	85	8,5	91,5
No.30 (0,60 mm)	402	948	546	631	63,1	36,9
No.50 (0,30 mm)	373	642	269	900	90	10
No.100 (0,15mm)	289	371	82	982	98,2	1,8
Pan	369	387	18	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 3,598. 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 tersebut, maka daerah gradasi pasir dapat ditentukan. Untuk menentukan pasir tersebut termasuk gradasi 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 gradasi No. 2 yaitu gradasi pasir sedang. Penentuan golongan pasir ini digunakan untuk perencanaan pembuatan rencana campuran beton atau *mix design*.



A.5 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Shoveled		Rodded	
Berat Tabung	3520 gram	Berat Tabung	3520 gram
Berat Tabung + Pasir	7080 gram	Berat Tabung + Pasir	8380 gram
Berat Pasir	3560 gram	Berat Pasir	4860 gram
Berat Tabung + Air	6380 gram	Berat Tabung + Air	6380 gram
Volume Tabung	2860 cm ³	Volume Tabung	2860 cm ³
Berat Satuan	1,245 gram/cm ³	Berat Satuan	1,699 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata			1,472 gram/cm³

Kesimpulan : Berat satuan volume untuk pasir didapatkan sebesar 1,472 gram/cm³



**A.6 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT
 KASAR**

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 April 2019
 II. Bahan : Kerikil/*Split*
 III. Asal : Clereng
 IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

	NOMOR PEMERIKSAAN	I	II
A	Berat Contoh Kering Oven	988	-
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1016	-
C	Berat Contoh Dalam Air	610	-
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{A}{B-C}$	2,433	-
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{B}{B-C}$	2,502	-
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{A}{A-C}$	2,614	-
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{B-A}{A} \times 100\%$	2,834%	-
H	Berat Jenis Agregat Kasar	2,502	-
I	Rata – Rata	2,502	

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : 2,3 – 2,6



A.7 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 April 2019
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik
Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Kerikil	Berat Kerikil	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4" (19 mm)	570	834	264	264	26,4	73,6
1/2" (12,5 mm)	448	839	391	655	65,5	34,5
3/8" (9,52 mm)	543	883	340	995	99,5	0,5
No.4 (4,75 mm)	508	513	5	1000	100	0
No.8 (2,36 mm)	329	329	0	1000	100	0
No.30 (0,60 mm)	402	402	0	1000	100	0
No.50 (0,30 mm)	373	373	0	1000	100	0
No.100 (0,15mm)	284	284	0	1000	100	0
Pan	369	369	0	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 7,914. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat kasar tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 5,00 – 8,00 (OK).



A.8 PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN
LOS ANGELES ABRATION

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 April 2019
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	II
Lolos	Tertahan	Berat Setiap Agregat	Berat Setiap 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)	3836 gram
Berat Sesudah	(A) - (B)	1164 gram
Keausan	$\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	23,28 %

Kesimpulan : Keausan Agregat didapat sebesar $23,28\% \leq 40\%$, memenuhi syarat **(OK)**.

UKURAN SARINGAN		BERAT AGREGAT			
LOLOS	TERTAHAN	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250	-	-	-
1"	3/4"	1250	-	-	-
3/4"	1/2"	1250	2500	-	-
1/2"	3/8"	1250	2500	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500	-
1/4"	No. 4	-	-	2500	-
No. 4	No. 8	-	-	-	5000
TOTAL		5000	5000	5000	5000
JUMLAH BOLA BAJA		12	11	8	6



A.9 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Shoveled		Rodded	
Berat Tabung	3520 gram	Berat Tabung	3520 gram
Berat Tabung + Kerikil	7180 gram	Berat Tabung + Kerikil	7720 gram
Berat Kerikil	3660 gram	Berat Kerikil	4200 gram
Berat Tabung + Air	6380 gram	Berat Tabung + Air	6380 gram
Volume	2860 cm ³	Volume	2860 cm ³
Berat Satuan	1,280 gram/cm ³	Berat Satuan	1,469 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata			1,375 gram/cm³

Kesimpulan : Berat satuan volume untuk kerikil didapatkan sebesar 1,375 gram/cm³



A.10 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR *QUARRY DUST*

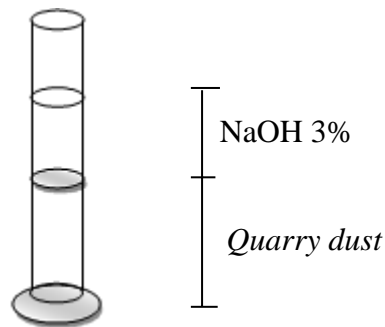
- I. Waktu pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan
- a. *Quarry dust*, asal : Merapi, berat : 100,00 gram
- b. Air jernih, asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY
- III. Alat
- a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- b. Timbangan
- c. Tungku (oven), suhu antara 105°C – 110°C
- IV. *Quarry dust* + piring masuk tungku
- V. Hasil
- Quarry dust* + piring keluar tungku
- a. Berat *Quarry dust* : 90,00 gram
- Kandungan Lumpur : $\frac{100,00 - 90,00}{100,00} \times 100\%$
- : 10%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 10% > 5%, maka *quarry dust* harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.



A.11 PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK *QUARRY DUST*

- I. Waktu pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan
- a. *Quarry dust*, asal : Merapi
 - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat
- c. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil
- Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas *quarry dust* sesuai dengan *Gardner Standard Color*.

Kesimpulan : Warna *Gardner Standard Color* No. 5, maka dapat disimpulkan *quarry dust* tersebut baik untuk digunakan.



A.12 BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *QUARRY DUST*

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 April 2019
 II. Bahan : *Quarry Dust*
 III. Asal : Merapi
 IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

	NOMOR PEMERIKSAAN	I	II
A	Berat Contoh Kering Oven	497	-
B	Berat Labu + Air	695	-
C	Berat Labu + Contoh + Air	1012	-
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{A}{B + 500 - C}$	2,716	-
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{500}{B + 500 - C}$	2,732	-
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{A}{B + A - C}$	2,761	-
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{500 - A}{A} \times 100\%$	0,604%	-
H	Berat Jenis <i>Quarry Dust</i>	2,732	-
I	Rata – Rata	2,732	



A.13 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN *QUARRY DUST*

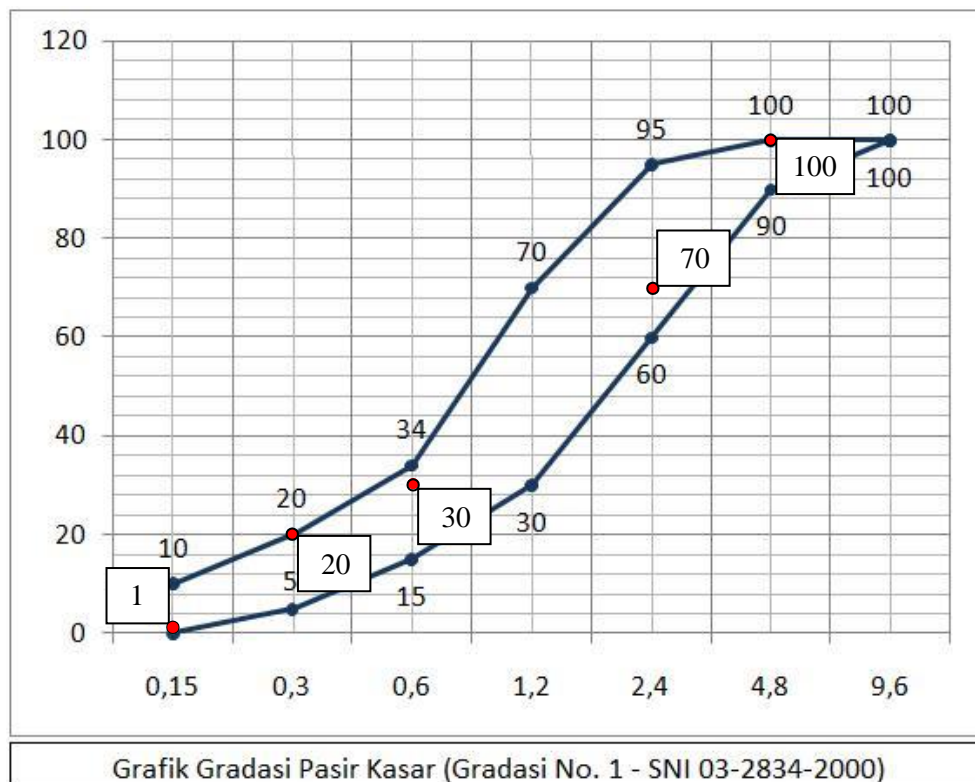
- I. Waktu Pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan : *Quarry Dust*
- III. Asal : Merapi
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + <i>Quarry dust</i>	Berat <i>Quarry dust</i>	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/8" (9,52 mm)	543	543	0	0	0	100
No.4 (4,75 mm)	507	507	0	0	0	100
No.8 (2,36 mm)	329	629	300	300	30	70
No.30 (0,60 mm)	402	802	400	700	70	30
No.50 (0,30 mm)	373	473	100	800	80	20
No.100 (0,15mm)	289	479	190	990	99	1
Pan	369	379	10	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 3,790. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat halus *quarry dust* tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1,50 – 3,80 (OK).



Berdasarkan data analisis saringan tersebut, maka daerah gradasi *quarry dust* dapat ditentukan. Untuk menentukan *quarry dust* tersebut termasuk gradasi pasir berapa, dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Setelah angka % lolos saringan dimasukkan ke dalam grafik di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *quarry dust* tersebut termasuk ke dalam pasir gradasi No. 1 yaitu gradasi pasir kasar. Penentuan golongan pasir ini digunakan untuk perencanaan pembuatan rencana campuran beton atau *mix design*.



A.14 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME *QUARRY DUST*

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan : *Quarry Dust*
- III. Asal : Merapi
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Shoveled		Rodded	
Berat Tabung	3520 gram	Berat Tabung	3520 gram
Berat Tabung + <i>QD</i>	7540 gram	Berat Tabung + <i>QD</i>	8220 gram
Berat Pasir	4020 gram	Berat Pasir	4700 gram
Berat Tabung + Air	6380 gram	Berat Tabung + Air	6380 gram
Volume Tabung	2860 cm ³	Volume Tabung	2860 cm ³
Berat Satuan	1,406 gram/cm ³	Berat Satuan	1,643 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata			1,525 gram/cm³

Kesimpulan : Berat satuan volume untuk *quarry dust* didapatkan sebesar 1,525 gram/cm³



**A.15 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN LIMBAH
 MARMER**

- I. Waktu Pemeriksaan : 28 Maret 2019
- II. Bahan : Limbah Marmer
- III. Asal : PT. Jogja Marmer Yogyakarta
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik
 Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

NOMOR PEMERIKSAAN		I	II
A	Berat Contoh Kering Oven	998	-
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1003	-
C	Berat Contoh Dalam Air	627	-
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{A}{B-C}$	2,654	-
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{B}{B-C}$	2,668	-
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{A}{A-C}$	2,690	-
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{B-A}{A} \times 100\%$	0,501%	-
H	Berat Jenis Limbah Marmer	2,668	-
I	Rata – Rata	2,668	

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : 2,3 – 2,6



A.16 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN LIMBAH MARMER

- I. Waktu Pemeriksaan : 28 Maret 2019
- II. Bahan : Limbah Marmer
- III. Asal : PT. Jogja Marmer Yogyakarta
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Marmer	Berat Marmer	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4" (19 mm)	570	644	74	74	7,4	92,6
1/2" (12,5 mm)	448	1225	777	851	85,1	14,9
3/8" (9,52 mm)	543	690	147	998	99,8	0,2
No.4 (4,75 mm)	507	509	2	1000	100	0
No.8 (2,36 mm)	329	329	0	1000	100	0
No.30 (0,60 mm)	402	402	0	1000	100	0
No.50 (0,30 mm)	373	373	0	1000	100	0
No.100 (0,15mm)	289	289	0	1000	100	0
Pan	253	253	0	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 7,923. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB limbah marmer tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 5,00 – 8,00 (OK).



A.17 PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN

LOS ANGELES ABRATION

- I. Waktu Pemeriksaan : 28 Maret 2019
- II. Bahan : Limbah Marmer
- III. Asal : PT. Jogja Marmer Yogyakarta
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	II
Lolos	Tertahan	Berat Setiap Agregat	Berat Setiap 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)	3751 gram
Berat Sesudah	(A) - (B)	1249 gram
Keausan	$\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100\%$	24,98 %

Kesimpulan: Keausan Agregat didapat sebesar $24,98\% \leq 40\%$, memenuhi syarat (OK).

UKURAN SARINGAN		BERAT AGREGAT			
LOLOS	TERTAHAN	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250	-	-	-
1"	3/4"	1250	-	-	-
3/4"	1/2"	1250	2500	-	-
1/2"	3/8"	1250	2500	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500	-
1/4"	No. 4	-	-	2500	-
No. 4	No. 8	-	-	-	5000
TOTAL		5000	5000	5000	5000
JUMLAH BOLA BAJA		12	11	8	6



A.18 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME LIMBAH MARMER

- I. Waktu Pemeriksaan : 4 April 2019
- II. Bahan : Limbah Marmer
- III. Asal : PT. Jogja Marmer Yogyakarta
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Shoveled		Rodded	
Berat Tabung	3520 gram	Berat Tabung	3520 gram
Berat Tabung + Marmer	7520 gram	Berat Tabung + Marmer	8120 gram
Berat Kerikil	4000 gram	Berat Kerikil	4600 gram
Berat Tabung + Air	6380 gram	Berat Tabung + Air	6380 gram
Volume	2860 cm ³	Volume	2860 cm ³
Berat Satuan	1,399 gram/cm ³	Berat Satuan	1,608 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata			1,504 gram/cm³

Kesimpulan : Berat satuan volume untuk limbah marmer didapatkan sebesar 1,504 gram/cm³



B. RENCANA CAMPURAN ADUKAN BETON

(SNI 03-2834-2000)

I. Data Bahan Material

1. Agregat halus pasir : Kali Progo, Yogyakarta
2. Agregat kasar kerikil : Clereng, Yogyakarta
3. Semen : OPC (*Ordinary Portland Cement*) Tipe I
merek Holcim
4. Limbah marmer : PT. Jogja Marmer Yogyakarta
5. *Quarry dust* (abu batu) : Merapi, Yogyakarta

II. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang diisyaratkan pada umur 28 hari $f'_c = 25$ MPa
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat pengendalian pelaksanaan campuran
3. Berdasarkan SNI, nilai margin ditetapkan sebesar 8,3 MPa untuk mutu beton diisyaratkan sebesar 25 MPa
4. Menetapkan nilai kuat tekan beton rata-rata (f'_{cr}) berdasarkan SNI

$$f'_{cr} = f'_c + M = 25 + 8,3 = 33,3 \text{ MPa}$$

5. Menentukan jenis semen yang digunakan

Semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) Tipe I merk Holcim



6. Menentukan jenis agregat yang digunakan
 - a. Agregat halus : Pasir Progo
 - b. Agregat kasar : Batu pecah/*split*
7. Menentukan nilai faktor air semen (fas) dengan berdasarkan jenis semen yang dipakai serta kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) yang direncanakan. Nilai fas direncanakan sebesar 0,48
8. Menentukan nilai faktor air semen (fas) maksimum

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

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

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

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, nilai faktor air semen (fas) maksimum adalah



sebesar 0,6. Dibandingkan dengan no.7, maka digunakan nilai faktor air semen (fas) terkecil yaitu sebesar 0,48

9. Menetapkan nilai *slump* yang direncanakan sebesar 75 – 150 mm
10. Ukuran besar butir agregat maksimum adalah sebesar 20 mm
11. Menentukan jumlah air yang diperlukan untuk setiap m³ beton
 - a. Ukuran besar butir agregat maksimum sebesar 20 mm
 - b. Nilai *slump* 75 - 150 mm
 - c. Agregat halus berupa batu tak dipecah, maka nilai $W_h = 195$
 - d. Agregat kasar berupa batu pecah, maka nilai $W_k = 225$

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

dengan :

W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \left(\frac{2}{3} \times 195 \right) + \left(\frac{1}{3} \times 225 \right) = 205 \text{ lt/m}^3$$

12. Menghitung berat semen yang dibutuhkan
 - a. Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, didapat semen minimum sebesar 275 kg
 - b. Berdasarkan nilai faktor air semen (fas) adalah sebesar 0,48

$$\text{Kebutuhan semen per m}^3 \text{ beton} = \frac{W}{\text{fas}} = \frac{205}{0,48} = 427,083 \text{ kg}$$

Digunakan berat semen terbesar yaitu 427,083 kg



13. Penyesuaian jumlah air (fas)

$$\text{fas rencana} = 0,48$$

$$\text{fas maks} > \text{fas rencana}$$

$$0,6 > 0,48 \text{ (OK)}$$

14. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar

- Ukuran maksimum butir 20 mm
- Nilai *slump* 75 - 150 mm
- Nilai faktor air semen (fas) = 0,48
- Gradasi pasir No. 2 (Pasir Sedang)

Digunakan proporsi pasir sebesar 41%

15. Berat jenis agregat campuran

$$= (\% \text{ agregat halus} \times \text{BJ agregat halus}) + (\% \text{ agregat kasar} \times \text{BJ agregat kasar})$$

$$= \left(\frac{41}{100} \times 2,575 \right) + \left(\frac{59}{100} \times 2,502 \right)$$

$$= 2,532$$

16. Berat isi beton basah didapat sebesar 2300 kg/m³

17. Berat agregat campuran

$$= \text{berat isi beton basah} - (\text{kebutuhan semen} + \text{air})$$

$$= 2300 - (427,083 + 205)$$

$$= 1667,917 \text{ kg/m}^3$$



18. Perhitungan kebutuhan agregat halus

$$\begin{aligned}\text{Berat agregat halus} &= \% \text{ agregat halus} \times \text{kebutuhan agregat campuran} \\ &= \frac{41}{100} \times 1667,917 = 683,846 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

19. Perhitungan kebutuhan agregat kasar

$$\begin{aligned}\text{Berat agregat kasar} &= \% \text{ agregat kasar} \times \text{kebutuhan agregat campuran} \\ &= \frac{59}{100} \times 1667,917 = 984,071 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

20. Menghitung kebutuhan bahan material dengan berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan berat volume agregat

Material	Berat Volume (gr/cm ³)	Berat Jenis (gr/cm ³)
Semen	-	-
Agregat kasar	1.375	2.502
Agregat halus	1.472	2.575
Limbah marmmer	1.504	2.668
<i>Quarry dust (abu batu)</i>	1.525	2.732

21. Menentukan persentase penggunaan bahan material dalam 1 kali adukan

KODE	JUMLAH B.U	SEMEN	PASIR	QUARRY DUST	SPLIT	AIR	LIMBAH MARMER
BN	4	100%	100%	0	100%	100%	0%
BQ	4	100%	70%	30%	100%	100%	0%
BM15 15%	4	100%	70%	30%	85%	100%	15%
BM30 30%	4	100%	70%	30%	70%	100%	30%
BM45 45%	4	100%	70%	30%	55%	100%	45%
BM60 60%	4	100%	70%	30%	40%	100%	60%
BM75 75%	4	100%	70%	30%	25%	100%	75%
BM90 90%	4	100%	70%	30%	10%	100%	90%



22. Menghitung kebutuhan bahan material untuk 1 kali adukan

a. Volume silinder beton = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,30$$
$$= 0,005301437603 \text{ m}^3$$

b. *Safety factor* (SF) = 1,25



23. Contoh perhitungan

1. Semen

$$\begin{aligned} &= \text{berat semen} \times \text{vol. silinder} \times \text{SF} \times (\% \text{ semen}) \times \text{jumlah benda uji silinder} \\ &= 427,083 \times 0,005301438 \times 1,25 \times 100\% \times 4 \\ &= 11,321 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Agregat halus pasir

$$\begin{aligned} &= \left[\left(\frac{\text{berat pasir} \times \text{vol. silinder} \times \text{SF}}{\text{berat volume pasir}} \right) \times \% \text{ pasir} \times \text{jumlah benda uji silinder} \right] \times \text{berat volume pasir} \\ &= \left[\left(\frac{683,846 \times 0,005301438 \times 1,25}{1,472 \times 10^3} \right) \times 70\% \times 4 \right] \times 1,472 \times 10^3 \\ &= 12,689 \text{ kg} \end{aligned}$$



3. *Quarry dust* (abu batu)

$$\begin{aligned} &= \left[\left(\frac{\text{berat pasir} \times \text{vol. silinder} \times \text{SF}}{\text{berat volume pasir}} \right) \times \% \text{ quarry dust} \times \text{jumlah benda uji silinder} \right] \times \text{berat volume quarry dust} \\ &= \left[\left(\frac{683,846 \times 0,005301438 \times 1,25}{1,472 \times 10^3} \right) \times 30\% \times 4 \right] \times 1,525 \times 10^3 \\ &= 5,634 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Agregat kasar kerikil

$$\begin{aligned} &= \left[\left(\frac{\text{berat kerikil} \times \text{vol. silinder} \times \text{SF}}{\text{berat volume kerikil}} \right) \times \% \text{ kerikil} \times \text{jumlah benda uji silinder} \right] \times \text{berat volume kerikil} \\ &= \left[\left(\frac{984,071 \times 0,005301438 \times 1,25}{1,375 \times 10^3} \right) \times 85\% \times 4 \right] \times 1,375 \times 10^3 \\ &= 22,172 \text{ kg} \end{aligned}$$



5. Limbah marmer

$$\begin{aligned} &= \left[\left(\frac{\text{berat kerikil} \times \text{vol. silinder} \times \text{SF}}{\text{berat volume kerikil}} \right) \times \% \text{ limbah marmer} \times \text{jumlah benda uji silinder} \right] \times \text{berat volume marmer} \\ &= \left[\left(\frac{984,071 \times 0,005301438 \times 1,25}{1,472 \times 10^3} \right) \times 15\% \times 4 \right] \times 1,504 \times 10^3 \\ &= 4,279 \text{ kg} \end{aligned}$$

6. Air

$$\begin{aligned} &= \text{kebutuhan air} \times \text{vol. silinder} \times \text{SF} \times \% \text{ kebutuhan air} \times \text{jumlah benda uji silinder} \\ &= 205 \times 0,005301438 \times 1,25 \times 100\% \times 4 \\ &= 5,434 \text{ liter} \end{aligned}$$



Proporsi Campuran Adukan Beton per 1 m³

KODE	SEMEN (kg)	PASIR (kg)	QUARRY DUST (kg)	SPLIT (kg)	AIR (lt)	LIMBAH MARMER (kg)
BN	427.083	1196.266	0	1790.651	205	0
BQ	427.083	837.386	380.761	1790.651	205	0
BM15 15%	427.083	837.386	380.761	1522.053	205	286.418
BM30 30%	427.083	837.386	380.761	1253.456	205	572.837
BM45 45%	427.083	837.386	380.761	984.858	205	859.255
BM60 60%	427.083	837.386	380.761	716.260	205	1145.673
BM75 75%	427.083	837.386	380.761	447.663	205	1432.091
BM90 90%	427.083	837.386	380.761	179.065	205	1718.510

Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi per 1 kali Adukan

KODE	JUMLAH B.U	SEMEN (kg)	PASIR (kg)	QUARRY DUST (kg)	SPLIT (kg)	AIR (lt)	LIMBAH MARMER (kg)
BN	4	11.330	18.130	0	26.085	5.440	0
BQ	4	11.330	12.689	5.634	26.085	5.440	0
BM15 15%	4	11.330	12.689	5.634	22.172	5.440	4.280
BM30 30%	4	11.330	12.689	5.634	18.259	5.440	8.560
BM45 45%	4	11.330	12.689	5.634	14.347	5.440	12.839
BM60 60%	4	11.330	12.689	5.634	10.434	5.440	17.119
BM75 75%	4	11.330	12.689	5.634	6.521	5.440	21.399
BM90 90%	4	11.330	12.689	5.634	2.608	5.440	25.679
TOTAL	32	90.640	106.95	39.437	126.512	43.520	89.876



C. HASIL PENGUJIAN BENDA UJI

C.1 PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON

Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BN	1	12,53	15,001	31,342	2262,01	495	28,01*	24,16
	2	12,30	14,912	30,035	2344,85	415	23,76	
	3	12,48	14,954	30,362	2340,34	435	24,77	
	4	12,38	15,034	30,382	2295,44	425	23,94	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Contoh Perhitungan : Kode BN-3

1. Berat Volume

$$= 12,48 / (0,25 \times \pi \times 0,14954^2 \times 0,30362) = 2340,34 \text{ kg/m}^3$$

2. Kuat Tekan

$$= 435 \times 1000 / (0,25 \times \pi \times 149,54^2) = 24,77 \text{ MPa}$$

Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BQ	1	12,48	14,919	30,363	2351,26	520	29,75*	25,42
	2	12,59	14,960	31,702	2259,36	455	25,89	
	3	12,52	14,936	30,027	2379,76	435	24,83	
	4	12,60	14,977	31,037	2304,36	450	25,54	



Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BM15	1	12,76	14,983	30,032	2409,79	490	27,79	27,35
	2	12,52	15,008	30,192	2344,10	400	22,61*	
	3	12,60	15,005	30,385	2345,04	475	26,86	
	4	12,67	15,012	31,713	2257,21	485	27,40	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BM30	1	12,48	14,980	30,038	2357,38	520	29,50	28,93
	2	12,50	14,971	31,698	2240,20	500	28,40	
	3	12,68	14,911	30,372	2390,80	410	23,48*	
	4	12,70	14,917	30,333	2395,72	505	28,90	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BM45	1	12,46	15,012	30,042	2343,27	565	31,92	30,60
	2	12,70	15,100	30,214	2347,21	540	30,15	
	3	12,80	15,067	30,343	2365,96	530	29,73	
	4	12,74	15,081	30,136	2366,65	430	24,07*	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan



Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BM60	1	12,38	15,095	30,093	2298,79	570	31,85	31,66
	2	12,66	15,012	30,137	2373,38	415	23,45*	
	3	12,96	14,987	30,128	2438,46	570	32,31	
	4	12,80	15,007	30,249	2392,33	545	30,81	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BM75	1	12,80	14,988	30,271	2396,66	580	32,87	32,39
	2	12,78	15,019	30,229	2386,36	465	26,25*	
	3	12,76	14,949	30,318	2397,93	575	32,76	
	4	12,64	15,036	30,166	2359,80	560	31,54	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Kode	No	Berat (kg)	Dimensi		Berat Volume (kg/m ³)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
			D (cm)	T (cm)				
BM90	1	12,80	15,021	30,181	2393,25	450	25,39*	31,54
	2	12,90	15,007	30,341	2403,71	560	31,66	
	3	13,10	15,094	30,415	2407,05	545	30,46	
	4	13,16	15,073	30,303	2433,78	580	32,50	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan



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

Fax. +62-274-487748

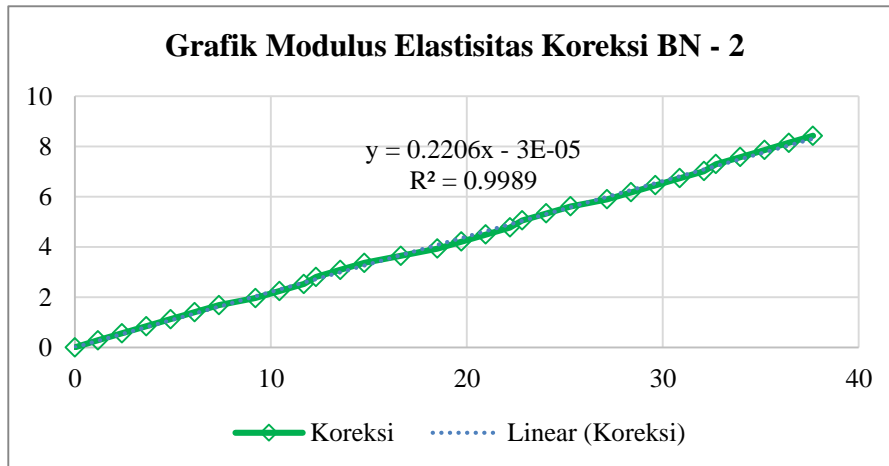
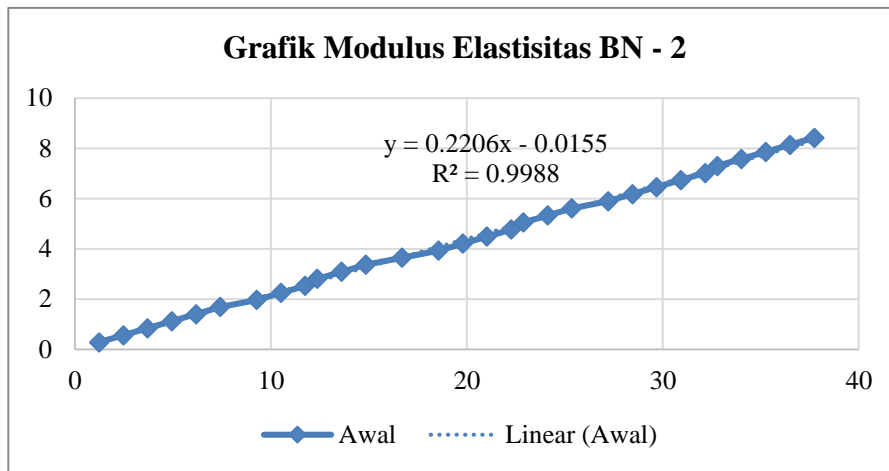
C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BN - 2
Po₂ = 202,08 mm
Ao₂ = 17464,722 mm²
Beban Maks = 15000 kgf
E = 22363,813 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.070	0.000
500	4903.35	5.00	2.50	0.281	1.237	1.167
1000	9806.70	10.00	5.00	0.562	2.474	2.404
1500	14710.05	15.00	7.50	0.842	3.711	3.641
2000	19613.40	20.00	10.00	1.123	4.949	4.878
2500	24516.75	25.00	12.50	1.404	6.186	6.115
3000	29420.10	30.00	15.00	1.685	7.423	7.353
3500	34323.45	37.50	18.75	1.965	9.279	9.208
4000	39226.80	42.50	21.25	2.246	10.516	10.445
4500	44130.15	47.50	23.75	2.527	11.753	11.682
5000	49033.50	50.00	25.00	2.808	12.371	12.301
5500	53936.85	55.00	27.50	3.088	13.608	13.538
6000	58840.20	60.00	30.00	3.369	14.846	14.775
6500	63743.55	67.50	33.75	3.650	16.701	16.631
7000	68646.90	75.00	37.50	3.931	18.557	18.487
7500	73550.25	80.00	40.00	4.211	19.794	19.724
8000	78453.60	85.00	42.50	4.492	21.031	20.961
8500	83356.95	90.00	45.00	4.773	22.268	22.198
9000	88260.30	92.50	46.25	5.054	22.887	22.817
9500	93163.65	97.50	48.75	5.334	24.124	24.054
10000	98067.00	102.50	51.25	5.615	25.361	25.291
10500	102970.35	110.00	55.00	5.896	27.217	27.147
11000	107873.70	115.00	57.50	6.177	28.454	28.384
11500	112777.05	120.00	60.00	6.457	29.691	29.621
12000	117680.40	125.00	62.50	6.738	30.928	30.858



12500	122583.75	130.00	65.00	7.019	32.165	32.095
13000	127487.10	132.50	66.25	7.300	32.784	32.714
13500	132390.45	137.50	68.75	7.580	34.021	33.951
14000	137293.80	142.50	71.25	7.861	35.258	35.188
14500	142197.15	147.50	73.75	8.142	36.495	36.425
15000	147100.50	152.50	76.25	8.423	37.733	37.662





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BN - 3
 P_{o3} = 201,92 mm
 A_{o3} = 17563,240 mm²
 Beban Maks = 15000 kgf
 E = 24685,670 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.739	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.279	0.619	-0.120
1000	9806.70	7.50	3.75	0.558	1.857	1.118
1500	14710.05	12.50	6.25	0.838	3.095	2.357
2000	19613.40	17.50	8.75	1.117	4.333	3.595
2500	24516.75	22.50	11.25	1.396	5.572	4.833
3000	29420.10	25.00	12.50	1.675	6.191	5.452
3500	34323.45	27.50	13.75	1.954	6.810	6.071
4000	39226.80	32.50	16.25	2.233	8.048	7.309
4500	44130.15	37.50	18.75	2.513	9.286	8.547
5000	49033.50	45.00	22.50	2.792	11.143	10.404
5500	53936.85	50.00	25.00	3.071	12.381	11.642
6000	58840.20	55.00	27.50	3.350	13.619	12.881
6500	63743.55	62.50	31.25	3.629	15.476	14.738
7000	68646.90	65.00	32.50	3.909	16.095	15.357
7500	73550.25	70.00	35.00	4.188	17.334	16.595
8000	78453.60	75.00	37.50	4.467	18.572	17.833
8500	83356.95	80.00	40.00	4.746	19.810	19.071
9000	88260.30	87.50	43.75	5.025	21.667	20.928
9500	93163.65	95.00	47.50	5.304	23.524	22.785
10000	98067.00	100.00	50.00	5.584	24.762	24.024
10500	102970.35	105.00	52.50	5.863	26.000	25.262
11000	107873.70	110.00	55.00	6.142	27.239	26.500
11500	112777.05	115.00	57.50	6.421	28.477	27.738
12000	117680.40	117.50	58.75	6.700	29.096	28.357



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

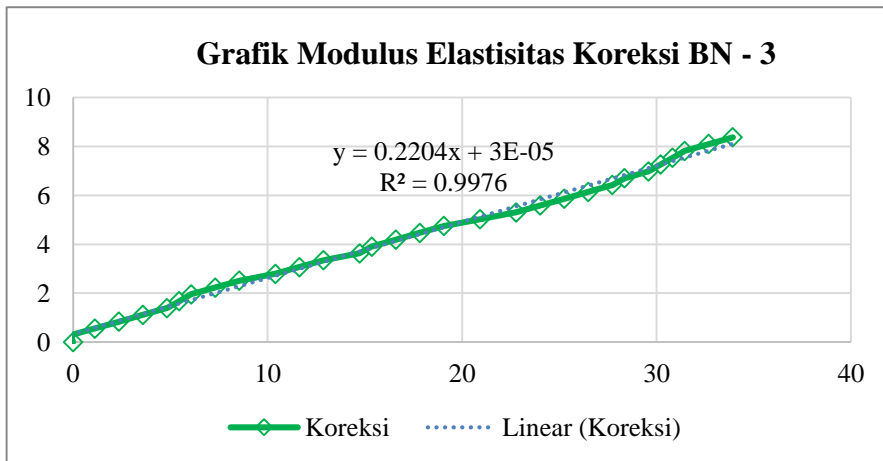
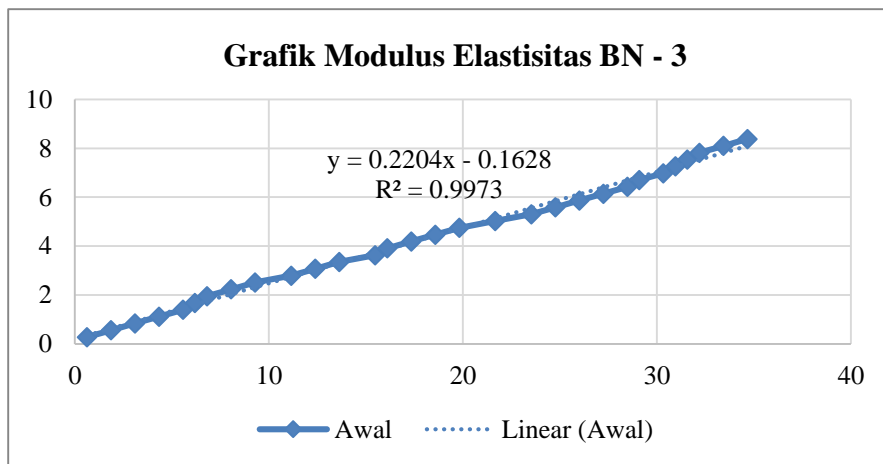
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	122.50	61.25	6.980	30.334	29.595
13000	127487.10	125.00	62.50	7.259	30.953	30.214
13500	132390.45	127.50	63.75	7.538	31.572	30.833
14000	137293.80	130.00	65.00	7.817	32.191	31.452
14500	142197.15	135.00	67.50	8.096	33.429	32.690
15000	147100.50	140.00	70.00	8.375	34.667	33.928





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BN - 4
 P_{o4} = 202,16 mm
 A_{o4} = 17751,660 mm²
 Beban Maks = 15000 kgf
 E = 23529,392 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.645	0.000
500	4903.35	7.50	3.75	0.276	1.855	1.210
1000	9806.70	12.50	6.25	0.552	3.092	2.447
1500	14710.05	20.00	10.00	0.829	4.947	4.302
2000	19613.40	25.00	12.50	1.105	6.183	5.539
2500	24516.75	27.50	13.75	1.381	6.802	6.157
3000	29420.10	32.50	16.25	1.657	8.038	7.393
3500	34323.45	35.00	17.50	1.934	8.657	8.012
4000	39226.80	37.50	18.75	2.210	9.275	8.630
4500	44130.15	40.00	20.00	2.486	9.893	9.248
5000	49033.50	45.00	22.50	2.762	11.130	10.485
5500	53936.85	50.00	25.00	3.038	12.366	11.722
6000	58840.20	55.00	27.50	3.315	13.603	12.958
6500	63743.55	60.00	30.00	3.591	14.840	14.195
7000	68646.90	67.50	33.75	3.867	16.695	16.050
7500	73550.25	72.50	36.25	4.143	17.931	17.287
8000	78453.60	80.00	40.00	4.420	19.786	19.142
8500	83356.95	87.50	43.75	4.696	21.641	20.997
9000	88260.30	95.00	47.50	4.972	23.496	22.852
9500	93163.65	102.50	51.25	5.248	25.351	24.707
10000	98067.00	105.00	52.50	5.524	25.970	25.325
10500	102970.35	110.00	55.00	5.801	27.206	26.561
11000	107873.70	115.00	57.50	6.077	28.443	27.798
11500	112777.05	120.00	60.00	6.353	29.679	29.035
12000	117680.40	125.00	62.50	6.629	30.916	30.271



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

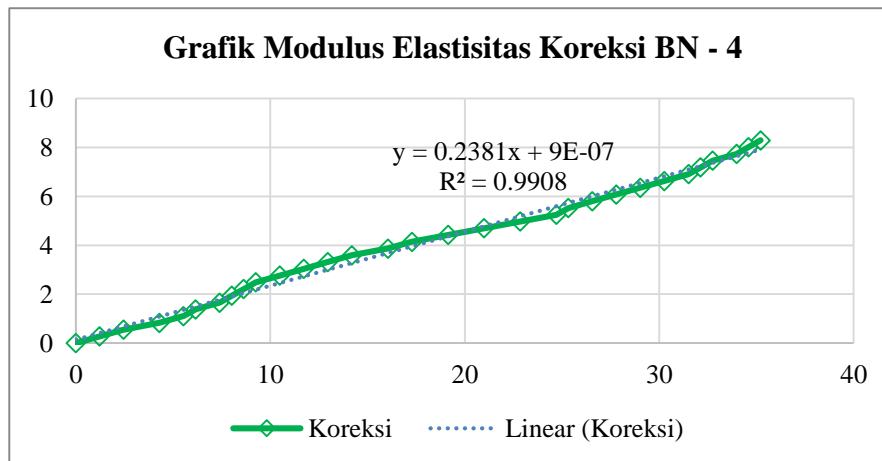
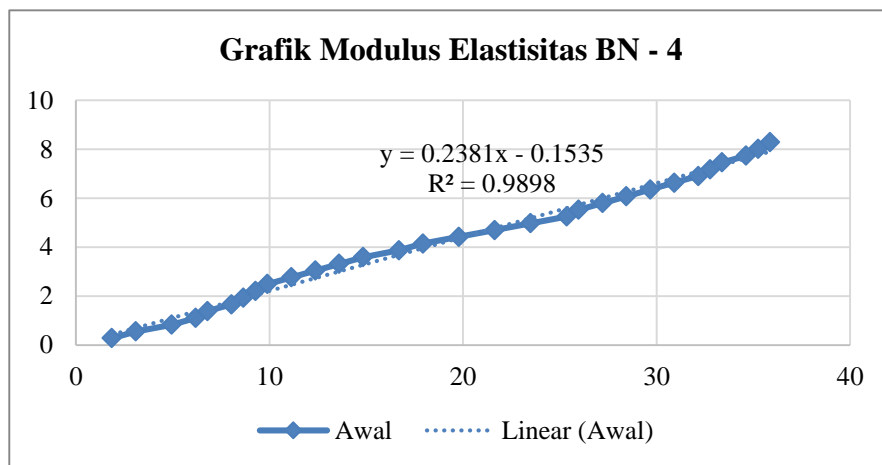
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	130.00	65.00	6.905	32.153	31.508
13000	127487.10	132.50	66.25	7.182	32.771	32.126
13500	132390.45	135.00	67.50	7.458	33.389	32.745
14000	137293.80	140.00	70.00	7.734	34.626	33.981
14500	142197.15	142.50	71.25	8.010	35.244	34.600
15000	147100.50	145.00	72.50	8.287	35.863	35.218





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BQ - 2
Po₂ = 201,46 mm
Ao₂ = 17577,337 mm²
Beban Maks = 15500 kgf
E = 24216,055 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.585	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.279	0.620	2.205
1000	9806.70	5.00	2.50	0.558	1.241	2.826
1500	14710.05	7.50	3.75	0.837	1.861	3.446
2000	19613.40	10.00	5.00	1.116	2.482	4.067
2500	24516.75	17.50	8.75	1.395	4.343	5.928
3000	29420.10	22.50	11.25	1.674	5.584	7.169
3500	34323.45	25.00	12.50	1.953	6.205	7.790
4000	39226.80	30.00	15.00	2.232	7.446	9.030
4500	44130.15	35.00	17.50	2.511	8.687	10.271
5000	49033.50	40.00	20.00	2.790	9.928	11.512
5500	53936.85	45.00	22.50	3.069	11.168	12.753
6000	58840.20	47.50	23.75	3.348	11.789	13.374
6500	63743.55	52.50	26.25	3.626	13.030	14.615
7000	68646.90	57.50	28.75	3.905	14.271	15.856
7500	73550.25	60.00	30.00	4.184	14.891	16.476
8000	78453.60	62.50	31.25	4.463	15.512	17.097
8500	83356.95	67.50	33.75	4.742	16.753	18.338
9000	88260.30	72.50	36.25	5.021	17.994	19.578
9500	93163.65	80.00	40.00	5.300	19.855	21.440
10000	98067.00	85.00	42.50	5.579	21.096	22.681
10500	102970.35	90.00	45.00	5.858	22.337	23.922
11000	107873.70	92.50	46.25	6.137	22.957	24.542
11500	112777.05	97.50	48.75	6.416	24.198	25.783
12000	117680.40	100.00	50.00	6.695	24.819	26.404



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

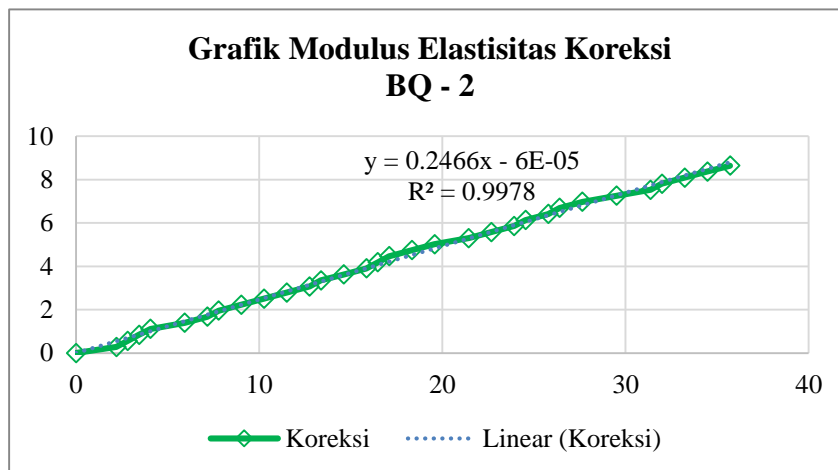
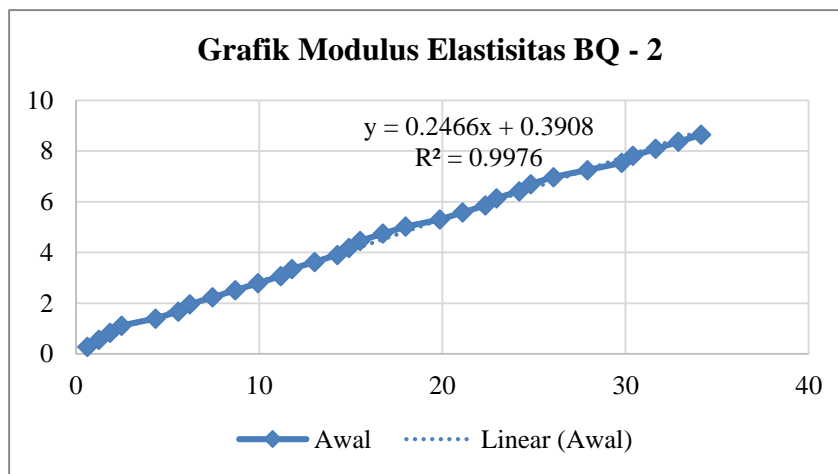
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	105.00	52.50	6.974	26.060	27.645
13000	127487.10	112.50	56.25	7.253	27.921	29.506
13500	132390.45	120.00	60.00	7.532	29.783	31.367
14000	137293.80	122.50	61.25	7.811	30.403	31.988
14500	142197.15	127.50	63.75	8.090	31.644	33.229
15000	147100.50	132.50	66.25	8.369	32.885	34.470
15500	152003.85	137.50	68.75	8.648	34.126	35.711





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

Fax. +62-274-487748

C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BQ - 3
 P_{03} = 200,86 mm
 A_{03} = 17520,984 mm²
 Beban Maks = 15500 kgf
 E = 23185,085 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	1.166	0.000
500	4903.35	7.50	3.75	0.280	1.867	0.701
1000	9806.70	15.00	7.50	0.560	3.734	2.568
1500	14710.05	20.00	10.00	0.840	4.979	3.813
2000	19613.40	25.00	12.50	1.119	6.223	5.058
2500	24516.75	30.00	15.00	1.399	7.468	6.302
3000	29420.10	32.50	16.25	1.679	8.090	6.925
3500	34323.45	35.00	17.50	1.959	8.713	7.547
4000	39226.80	40.00	20.00	2.239	9.957	8.792
4500	44130.15	47.50	23.75	2.519	11.824	10.659
5000	49033.50	55.00	27.50	2.799	13.691	12.526
5500	53936.85	60.00	30.00	3.078	14.936	13.770
6000	58840.20	65.00	32.50	3.358	16.180	15.015
6500	63743.55	70.00	35.00	3.638	17.425	16.260
7000	68646.90	72.50	36.25	3.918	18.047	16.882
7500	73550.25	77.50	38.75	4.198	19.292	18.127
8000	78453.60	82.50	41.25	4.478	20.537	19.371
8500	83356.95	90.00	45.00	4.758	22.404	21.238
9000	88260.30	92.50	46.25	5.037	23.026	21.860
9500	93163.65	97.50	48.75	5.317	24.271	23.105
10000	98067.00	100.00	50.00	5.597	24.893	23.727
10500	102970.35	102.50	51.25	5.877	25.515	24.350
11000	107873.70	105.00	52.50	6.157	26.138	24.972
11500	112777.05	110.00	55.00	6.437	27.382	26.217
12000	117680.40	117.50	58.75	6.717	29.249	28.084



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

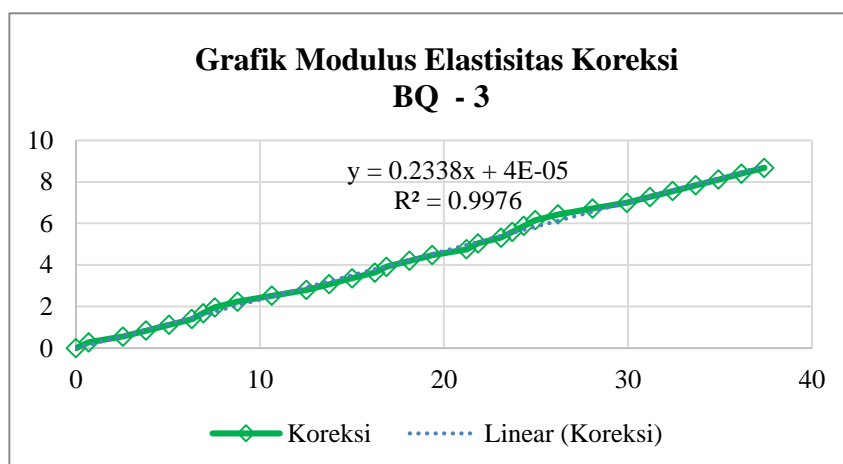
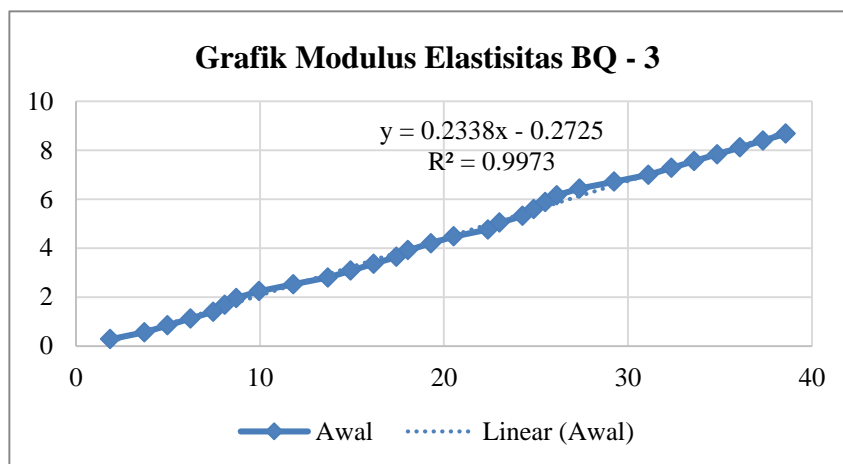
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	125.00	62.50	6.996	31.116	29.951
13000	127487.10	130.00	65.00	7.276	32.361	31.195
13500	132390.45	135.00	67.50	7.556	33.605	32.440
14000	137293.80	140.00	70.00	7.836	34.850	33.685
14500	142197.15	145.00	72.50	8.116	36.095	34.929
15000	147100.50	150.00	75.00	8.396	37.339	36.174
15500	152003.85	155.00	77.50	8.676	38.584	37.419





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BQ - 4
 Po_4 = 201,26 mm
 Ao_4 = 17617,308 mm²
 Beban Maks = 15500 kgf
 E = 23759,206 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.292	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.278	0.621	0.913
1000	9806.70	5.00	2.50	0.557	1.242	1.534
1500	14710.05	10.00	5.00	0.835	2.484	2.776
2000	19613.40	15.00	7.50	1.113	3.727	4.018
2500	24516.75	20.00	10.00	1.392	4.969	5.260
3000	29420.10	27.50	13.75	1.670	6.832	7.124
3500	34323.45	35.00	17.50	1.948	8.695	8.987
4000	39226.80	40.00	20.00	2.227	9.937	10.229
4500	44130.15	45.00	22.50	2.505	11.180	11.471
5000	49033.50	50.00	25.00	2.783	12.422	12.713
5500	53936.85	52.50	26.25	3.062	13.043	13.335
6000	58840.20	57.50	28.75	3.340	14.285	14.577
6500	63743.55	60.00	30.00	3.618	14.906	15.198
7000	68646.90	65.00	32.50	3.897	16.148	16.440
7500	73550.25	70.00	35.00	4.175	17.390	17.682
8000	78453.60	75.00	37.50	4.453	18.633	18.924
8500	83356.95	80.00	40.00	4.732	19.875	20.166
9000	88260.30	82.50	41.25	5.010	20.496	20.788
9500	93163.65	87.50	43.75	5.288	21.738	22.030
10000	98067.00	90.00	45.00	5.567	22.359	22.651
10500	102970.35	92.50	46.25	5.845	22.980	23.272
11000	107873.70	95.00	47.50	6.123	23.601	23.893
11500	112777.05	102.50	51.25	6.401	25.465	25.756
12000	117680.40	110.00	55.00	6.680	27.328	27.620



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

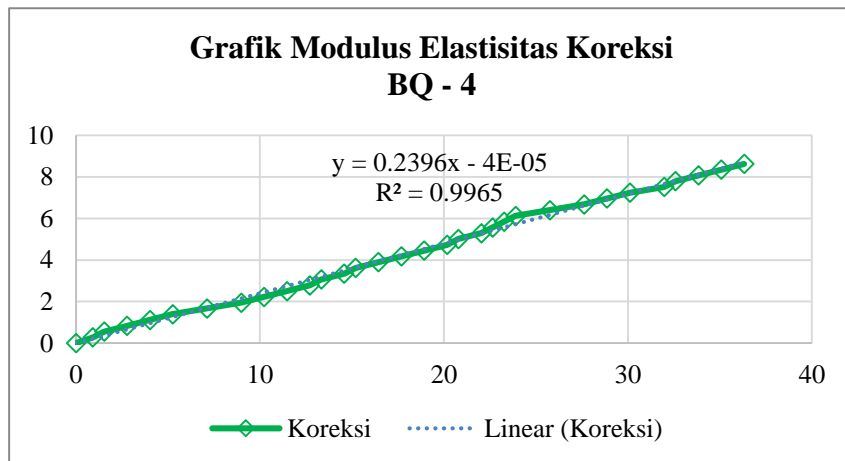
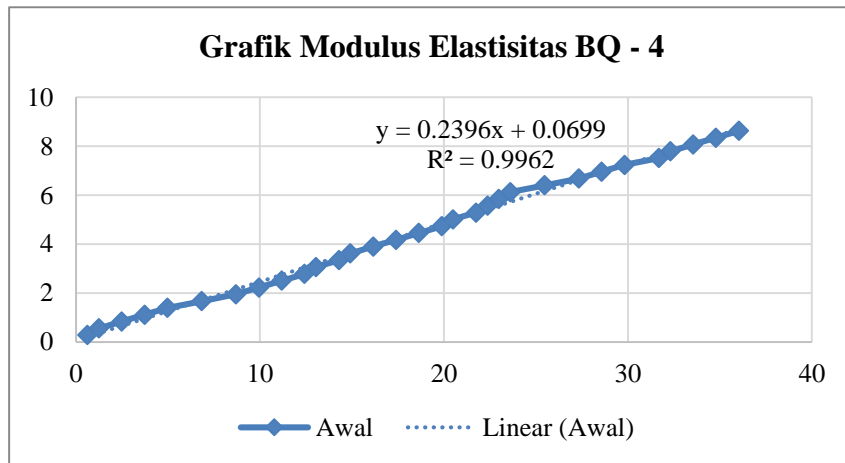
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	115.00	57.50	6.958	28.570	28.862
13000	127487.10	120.00	60.00	7.236	29.812	30.104
13500	132390.45	127.50	63.75	7.515	31.675	31.967
14000	137293.80	130.00	65.00	7.793	32.297	32.588
14500	142197.15	135.00	67.50	8.071	33.539	33.830
15000	147100.50	140.00	70.00	8.350	34.781	35.073
15500	152003.85	145.00	72.50	8.628	36.023	36.315





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

Fax. +62-274-487748

C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM15 - 2

Po₂ = 201,14 mm

Ao₂ = 17690,313 mm²

Beban Maks = 14500 kgf

E = 23399,588 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.793	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.277	0.621	1.414
1000	9806.70	7.50	3.75	0.554	1.864	2.657
1500	14710.05	10.00	5.00	0.832	2.486	3.279
2000	19613.40	17.50	8.75	1.109	4.350	5.143
2500	24516.75	20.00	10.00	1.386	4.972	5.765
3000	29420.10	25.00	12.50	1.663	6.215	7.007
3500	34323.45	30.00	15.00	1.940	7.457	8.250
4000	39226.80	35.00	17.50	2.217	8.700	9.493
4500	44130.15	40.00	20.00	2.495	9.943	10.736
5000	49033.50	42.50	21.25	2.772	10.565	11.358
5500	53936.85	45.00	22.50	3.049	11.186	11.979
6000	58840.20	47.50	23.75	3.326	11.808	12.601
6500	63743.55	55.00	27.50	3.603	13.672	14.465
7000	68646.90	62.50	31.25	3.880	15.536	16.329
7500	73550.25	67.50	33.75	4.158	16.779	17.572
8000	78453.60	72.50	36.25	4.435	18.022	18.815
8500	83356.95	77.50	38.75	4.712	19.265	20.058
9000	88260.30	80.00	40.00	4.989	19.887	20.680
9500	93163.65	82.50	41.25	5.266	20.508	21.301
10000	98067.00	85.00	42.50	5.544	21.130	21.922
10500	102970.35	90.00	45.00	5.821	22.372	23.165
11000	107873.70	95.00	47.50	6.098	23.615	24.408
11500	112777.05	100.00	50.00	6.375	24.858	25.651
12000	117680.40	107.50	53.75	6.652	26.723	27.516



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

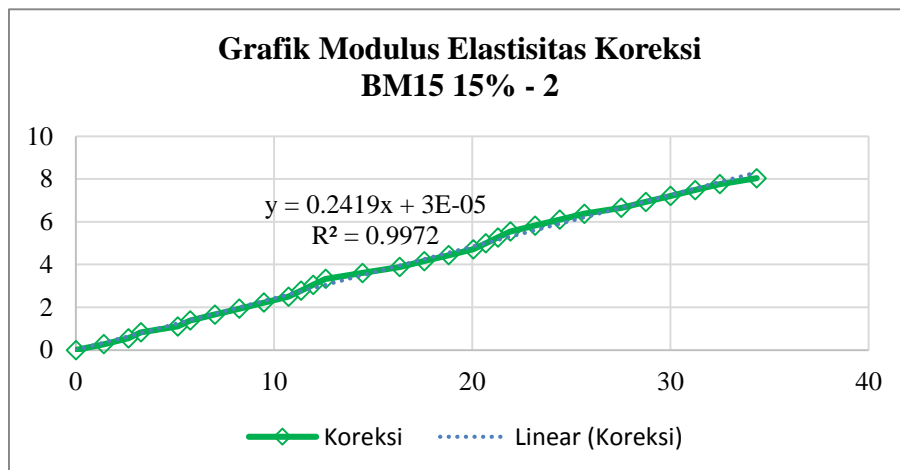
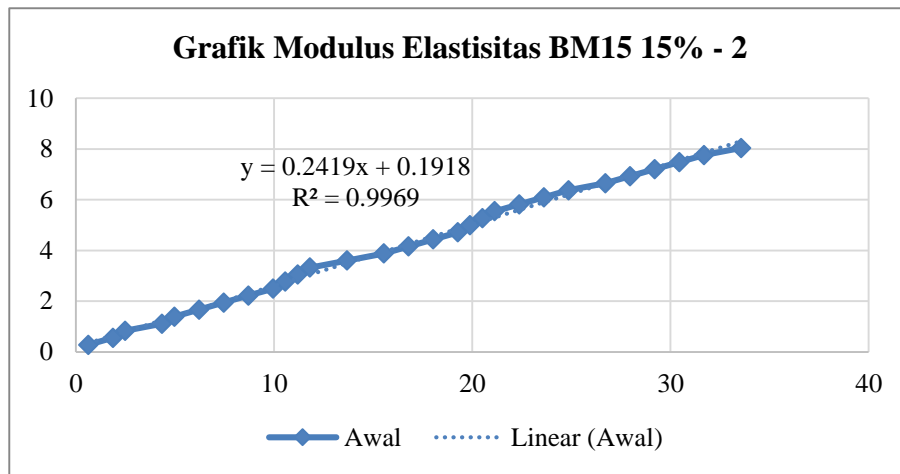
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	112.50	56.25	6.929	27.966	28.758
13000	127487.10	117.50	58.75	7.207	29.209	30.001
13500	132390.45	122.50	61.25	7.484	30.451	31.244
14000	137293.80	127.50	63.75	7.761	31.694	32.487
14500	142197.15	135.00	67.50	8.038	33.559	34.352





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM15 - 3
 P_{03} = 201 mm
 A_{03} = 17683,242 mm²
Beban Maks = 14500 kgf
E = 24462,446 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.778	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.277	0.622	2.400
1000	9806.70	5.00	2.50	0.555	1.244	3.021
1500	14710.05	7.50	3.75	0.832	1.866	3.643
2000	19613.40	10.00	5.00	1.109	2.488	4.265
2500	24516.75	15.00	7.50	1.386	3.731	5.509
3000	29420.10	17.50	8.75	1.664	4.353	6.131
3500	34323.45	22.50	11.25	1.941	5.597	7.375
4000	39226.80	27.50	13.75	2.218	6.841	8.618
4500	44130.15	32.50	16.25	2.496	8.085	9.862
5000	49033.50	37.50	18.75	2.773	9.328	11.106
5500	53936.85	42.50	21.25	3.050	10.572	12.350
6000	58840.20	50.00	25.00	3.327	12.438	14.216
6500	63743.55	57.50	28.75	3.605	14.303	16.081
7000	68646.90	60.00	30.00	3.882	14.925	16.703
7500	73550.25	62.50	31.25	4.159	15.547	17.325
8000	78453.60	70.00	35.00	4.437	17.413	19.191
8500	83356.95	75.00	37.50	4.714	18.657	20.434
9000	88260.30	80.00	40.00	4.991	19.900	21.678
9500	93163.65	85.00	42.50	5.268	21.144	22.922
10000	98067.00	90.00	45.00	5.546	22.388	24.166
10500	102970.35	92.50	46.25	5.823	23.010	24.788
11000	107873.70	97.50	48.75	6.100	24.254	26.031
11500	112777.05	102.50	51.25	6.378	25.498	27.275
12000	117680.40	107.50	53.75	6.655	26.741	28.519



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

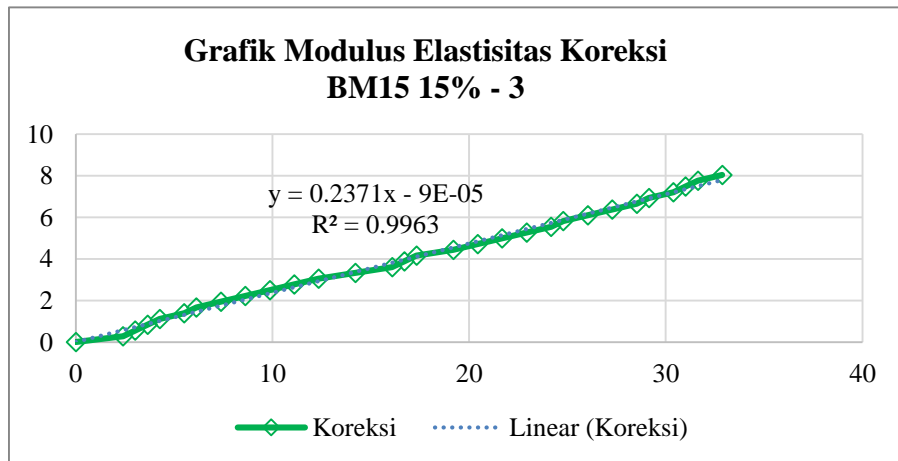
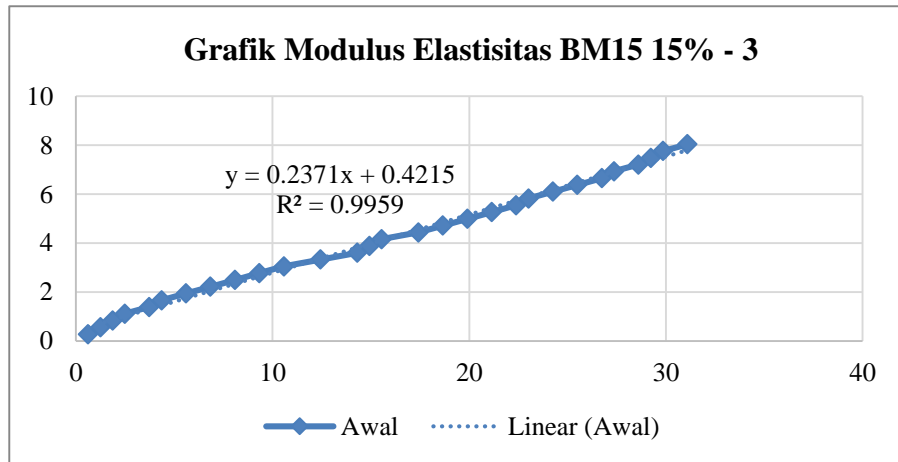
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	110.00	55.00	6.932	27.363	29.141
13000	127487.10	115.00	57.50	7.209	28.607	30.385
13500	132390.45	117.50	58.75	7.487	29.229	31.007
14000	137293.80	120.00	60.00	7.764	29.851	31.628
14500	142197.15	125.00	62.50	8.041	31.095	32.872





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

Fax. +62-274-487748

C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM15 - 4

Po₄ = 201,2 mm

Ao₄ = 17699,744 mm²

Beban Maks = 14500 kgf

E = 24948,481 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-2.381	0.000
500	4903.35	0.00	0.00	0.277	0.000	2.381
1000	9806.70	2.50	1.25	0.554	0.621	3.002
1500	14710.05	5.00	2.50	0.831	1.243	3.623
2000	19613.40	7.50	3.75	1.108	1.864	4.245
2500	24516.75	12.50	6.25	1.385	3.106	5.487
3000	29420.10	15.00	7.50	1.662	3.728	6.108
3500	34323.45	17.50	8.75	1.939	4.349	6.730
4000	39226.80	25.00	12.50	2.216	6.213	8.593
4500	44130.15	30.00	15.00	2.493	7.455	9.836
5000	49033.50	35.00	17.50	2.770	8.698	11.079
5500	53936.85	40.00	20.00	3.047	9.940	12.321
6000	58840.20	47.50	23.75	3.324	11.804	14.185
6500	63743.55	55.00	27.50	3.601	13.668	16.049
7000	68646.90	60.00	30.00	3.878	14.911	17.291
7500	73550.25	62.50	31.25	4.155	15.532	17.913
8000	78453.60	65.00	32.50	4.432	16.153	18.534
8500	83356.95	70.00	35.00	4.710	17.396	19.776
9000	88260.30	77.50	38.75	4.987	19.259	21.640
9500	93163.65	82.50	41.25	5.264	20.502	22.883
10000	98067.00	85.00	42.50	5.541	21.123	23.504
10500	102970.35	87.50	43.75	5.818	21.745	24.125
11000	107873.70	95.00	47.50	6.095	23.608	25.989
11500	112777.05	100.00	50.00	6.372	24.851	27.232
12000	117680.40	102.50	51.25	6.649	25.472	27.853



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

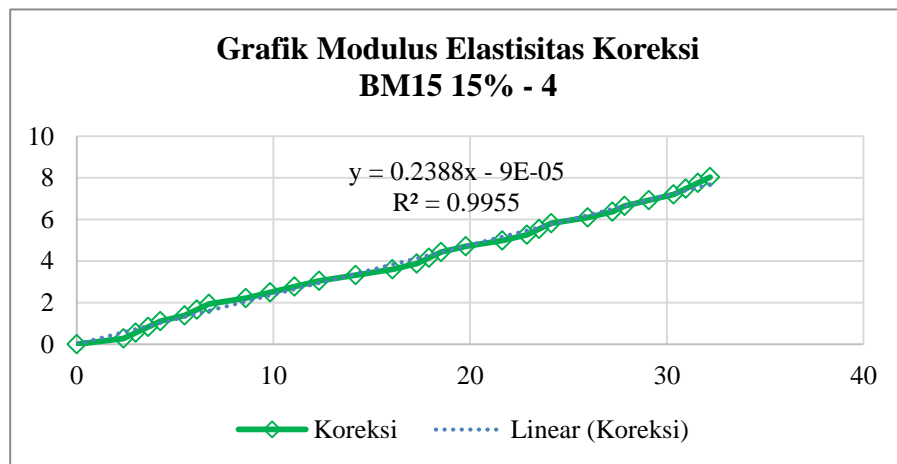
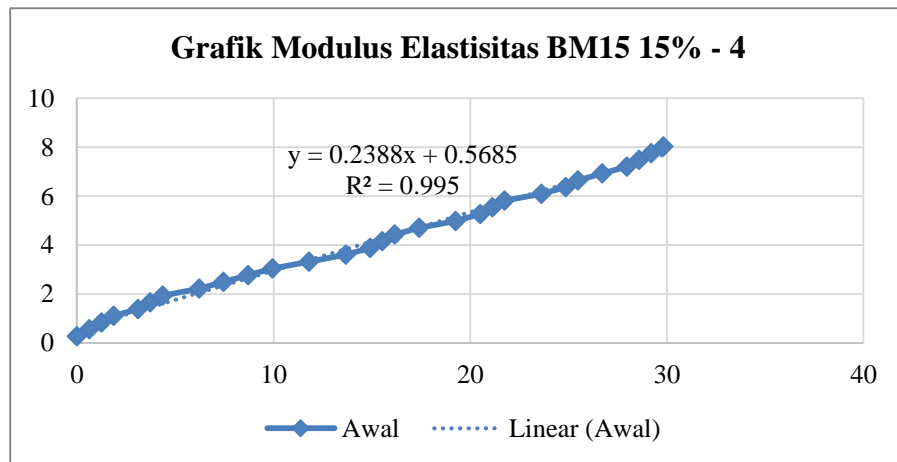
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	107.50	53.75	6.926	26.715	29.095
13000	127487.10	112.50	56.25	7.203	27.957	30.338
13500	132390.45	115.00	57.50	7.480	28.579	30.959
14000	137293.80	117.50	58.75	7.757	29.200	31.581
14500	142197.15	120.00	60.00	8.034	29.821	32.202





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM30 - 2

Po₂ = 200,77 mm

Ao₂ = 17603,195 mm²

Beban Maks = 15500 kgf

E = 25973,747 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.998	0.000
500	4903.35	5.00	2.50	0.279	1.245	0.247
1000	9806.70	10.00	5.00	0.557	2.490	1.492
1500	14710.05	15.00	7.50	0.836	3.736	2.738
2000	19613.40	20.00	10.00	1.114	4.981	3.983
2500	24516.75	27.50	13.75	1.393	6.849	5.851
3000	29420.10	32.50	16.25	1.671	8.094	7.096
3500	34323.45	35.00	17.50	1.950	8.716	7.718
4000	39226.80	40.00	20.00	2.228	9.962	8.964
4500	44130.15	42.50	21.25	2.507	10.584	9.586
5000	49033.50	47.50	23.75	2.785	11.829	10.831
5500	53936.85	52.50	26.25	3.064	13.075	12.077
6000	58840.20	60.00	30.00	3.343	14.942	13.944
6500	63743.55	65.00	32.50	3.621	16.188	15.190
7000	68646.90	70.00	35.00	3.900	17.433	16.435
7500	73550.25	72.50	36.25	4.178	18.055	17.057
8000	78453.60	75.00	37.50	4.457	18.678	17.680
8500	83356.95	80.00	40.00	4.735	19.923	18.925
9000	88260.30	82.50	41.25	5.014	20.546	19.548
9500	93163.65	87.50	43.75	5.292	21.791	20.793
10000	98067.00	90.00	45.00	5.571	22.414	21.416
10500	102970.35	95.00	47.50	5.850	23.659	22.661
11000	107873.70	100.00	50.00	6.128	24.904	23.906
11500	112777.05	102.50	51.25	6.407	25.527	24.529
12000	117680.40	110.00	55.00	6.685	27.395	26.397



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

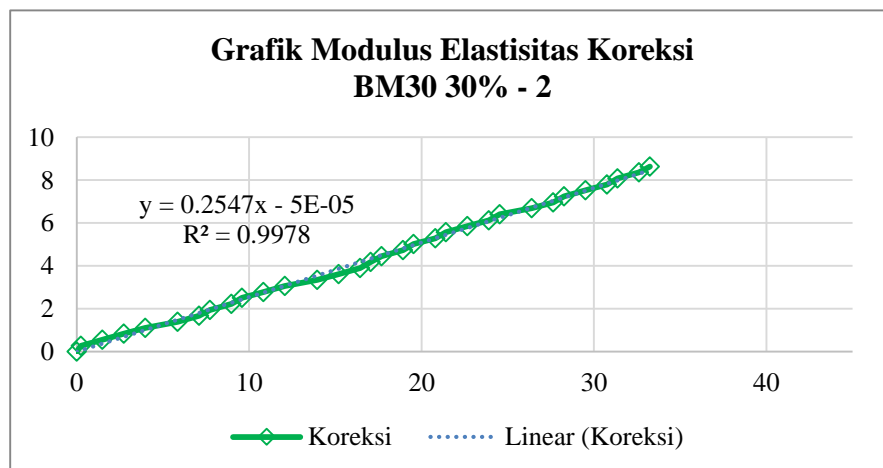
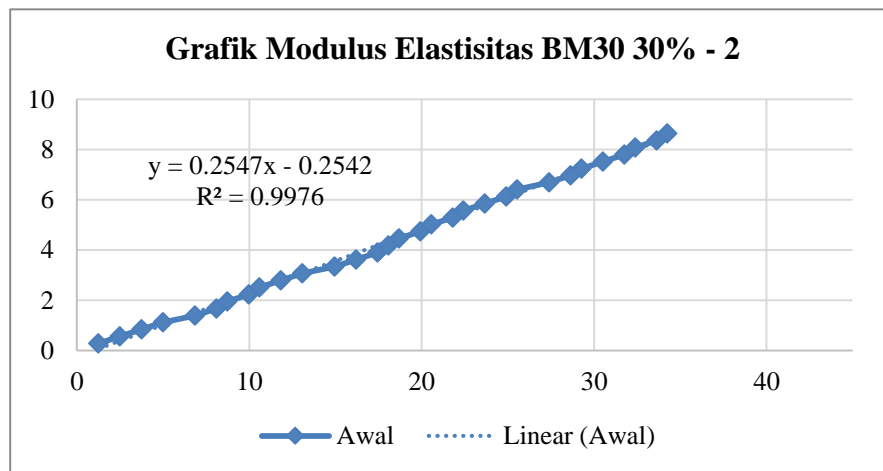
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	115.00	57.50	6.964	28.640	27.642
13000	127487.10	117.50	58.75	7.242	29.262	28.264
13500	132390.45	122.50	61.25	7.521	30.508	29.510
14000	137293.80	127.50	63.75	7.799	31.753	30.755
14500	142197.15	130.00	65.00	8.078	32.375	31.377
15000	147100.50	135.00	67.50	8.356	33.621	32.623
15500	152003.85	137.50	68.75	8.635	34.243	33.245





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM30 - 3
 P_{03} = 200,87 mm
 A_{03} = 17462,379 mm²
 Beban Maks = 15500 kgf
 E = 23478,046 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.360	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.281	0.622	0.983
1000	9806.70	5.00	2.50	0.562	1.245	1.605
1500	14710.05	10.00	5.00	0.842	2.489	2.850
2000	19613.40	15.00	7.50	1.123	3.734	4.094
2500	24516.75	22.50	11.25	1.404	5.601	5.961
3000	29420.10	27.50	13.75	1.685	6.845	7.206
3500	34323.45	32.50	16.25	1.966	8.090	8.450
4000	39226.80	37.50	18.75	2.246	9.334	9.695
4500	44130.15	45.00	22.50	2.527	11.201	11.562
5000	49033.50	50.00	25.00	2.808	12.446	12.806
5500	53936.85	55.00	27.50	3.089	13.690	14.051
6000	58840.20	62.50	31.25	3.370	15.557	15.918
6500	63743.55	67.50	33.75	3.650	16.802	17.162
7000	68646.90	72.50	36.25	3.931	18.046	18.407
7500	73550.25	77.50	38.75	4.212	19.291	19.651
8000	78453.60	82.50	41.25	4.493	20.536	20.896
8500	83356.95	85.00	42.50	4.774	21.158	21.518
9000	88260.30	90.00	45.00	5.054	22.403	22.763
9500	93163.65	95.00	47.50	5.335	23.647	24.008
10000	98067.00	100.00	50.00	5.616	24.892	25.252
10500	102970.35	102.50	51.25	5.897	25.514	25.874
11000	107873.70	107.50	53.75	6.177	26.759	27.119
11500	112777.05	112.50	56.25	6.458	28.003	28.364
12000	117680.40	120.00	60.00	6.739	29.870	30.230



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

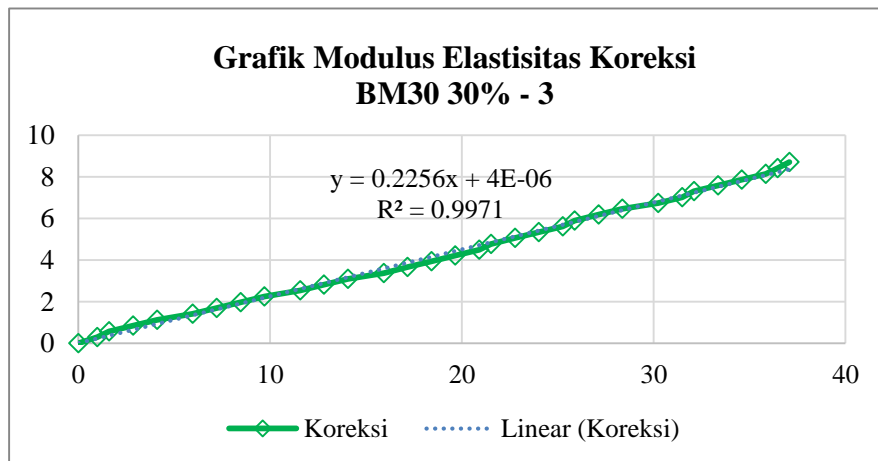
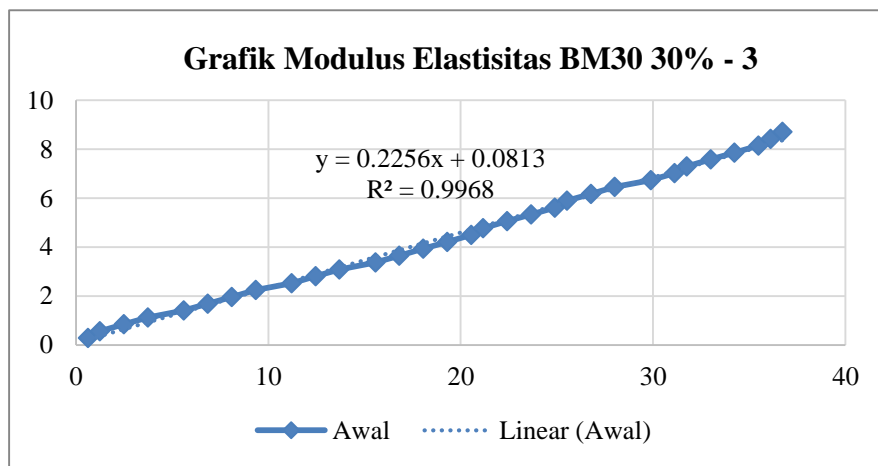
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	125.00	62.50	7.020	31.115	31.475
13000	127487.10	127.50	63.75	7.301	31.737	32.097
13500	132390.45	132.50	66.25	7.581	32.982	33.342
14000	137293.80	137.50	68.75	7.862	34.226	34.587
14500	142197.15	142.50	71.25	8.143	35.471	35.831
15000	147100.50	145.00	72.50	8.424	36.093	36.453
15500	152003.85	147.50	73.75	8.705	36.715	37.076





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM30 - 4
 $Po_4 = 200,71 \text{ mm}$
 $Ao_4 = 17476,436 \text{ mm}^2$
 Beban Maks = 15500 kgf
 $E = 26591,547 \text{ MPa}$

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10^{-3}	10^{-3}	(MPa)	10^{-5}	10^{-5}
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.922	0.000
500	4903.35	7.50	3.75	0.281	1.868	0.946
1000	9806.70	10.00	5.00	0.561	2.491	1.569
1500	14710.05	15.00	7.50	0.842	3.737	2.814
2000	19613.40	20.00	10.00	1.122	4.982	4.060
2500	24516.75	25.00	12.50	1.403	6.228	5.306
3000	29420.10	30.00	15.00	1.683	7.473	6.551
3500	34323.45	32.50	16.25	1.964	8.096	7.174
4000	39226.80	37.50	18.75	2.245	9.342	8.420
4500	44130.15	40.00	20.00	2.525	9.965	9.042
5000	49033.50	45.00	22.50	2.806	11.210	10.288
5500	53936.85	50.00	25.00	3.086	12.456	11.533
6000	58840.20	57.50	28.75	3.367	14.324	13.402
6500	63743.55	62.50	31.25	3.647	15.570	14.647
7000	68646.90	65.00	32.50	3.928	16.193	15.270
7500	73550.25	70.00	35.00	4.209	17.438	16.516
8000	78453.60	72.50	36.25	4.489	18.061	17.139
8500	83356.95	77.50	38.75	4.770	19.306	18.384
9000	88260.30	82.50	41.25	5.050	20.552	19.630
9500	93163.65	85.00	42.50	5.331	21.175	20.253
10000	98067.00	90.00	45.00	5.611	22.420	21.498
10500	102970.35	92.50	46.25	5.892	23.043	22.121
11000	107873.70	95.00	47.50	6.173	23.666	22.744
11500	112777.05	100.00	50.00	6.453	24.912	23.989
12000	117680.40	107.50	53.75	6.734	26.780	25.858



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

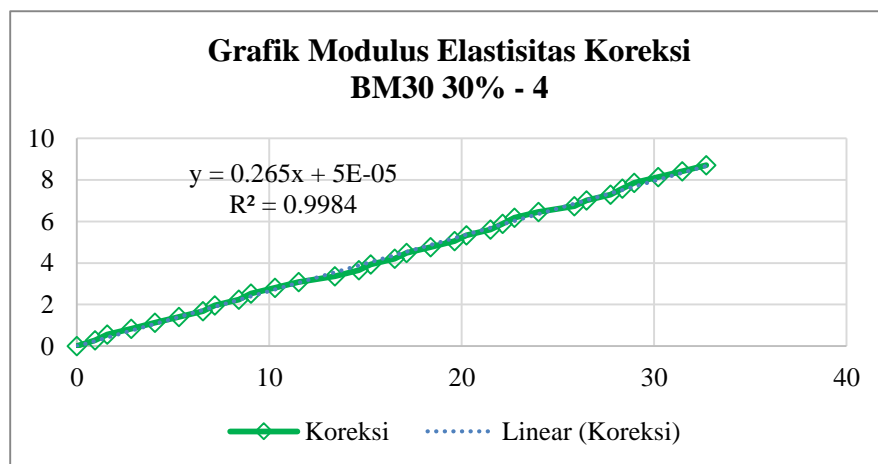
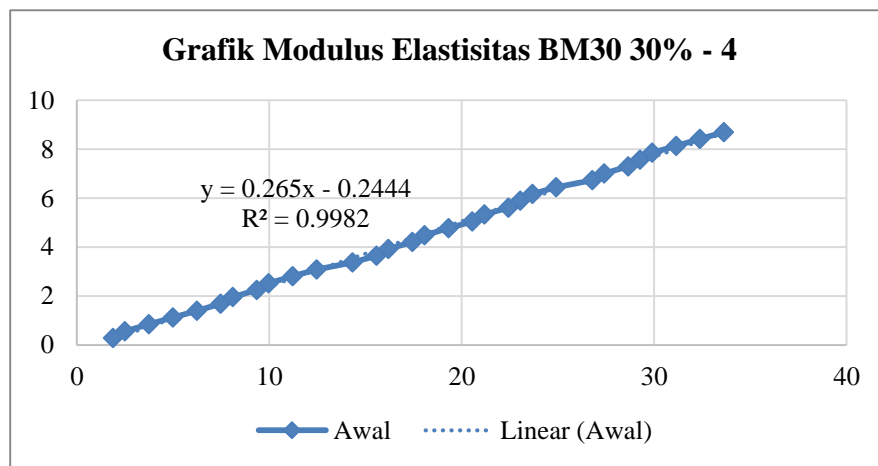
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	110.00	55.00	7.014	27.403	26.480
13000	127487.10	115.00	57.50	7.295	28.648	27.726
13500	132390.45	117.50	58.75	7.575	29.271	28.349
14000	137293.80	120.00	60.00	7.856	29.894	28.972
14500	142197.15	125.00	62.50	8.137	31.139	30.217
15000	147100.50	130.00	65.00	8.417	32.385	31.463
15500	152003.85	135.00	67.50	8.698	33.631	32.708





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM45 - 2
Po₂ = 200,73 mm
Ao₂ = 17907,864 mm²
Beban Maks = 17000 kgf
E = 26947,908 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.326	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.274	0.623	0.296
1000	9806.70	5.00	2.50	0.548	1.245	0.919
1500	14710.05	10.00	5.00	0.821	2.491	2.165
2000	19613.40	17.50	8.75	1.095	4.359	4.033
2500	24516.75	22.50	11.25	1.369	5.605	5.278
3000	29420.10	27.50	13.75	1.643	6.850	6.524
3500	34323.45	30.00	15.00	1.917	7.473	7.146
4000	39226.80	37.50	18.75	2.190	9.341	9.015
4500	44130.15	40.00	20.00	2.464	9.964	9.637
5000	49033.50	45.00	22.50	2.738	11.209	10.883
5500	53936.85	47.50	23.75	3.012	11.832	11.506
6000	58840.20	52.50	26.25	3.286	13.077	12.751
6500	63743.55	57.50	28.75	3.560	14.323	13.996
7000	68646.90	60.00	30.00	3.833	14.945	14.619
7500	73550.25	62.50	31.25	4.107	15.568	15.242
8000	78453.60	65.00	32.50	4.381	16.191	15.865
8500	83356.95	70.00	35.00	4.655	17.436	17.110
9000	88260.30	75.00	37.50	4.929	18.682	18.356
9500	93163.65	80.00	40.00	5.202	19.927	19.601
10000	98067.00	82.50	41.25	5.476	20.550	20.224
10500	102970.35	87.50	43.75	5.750	21.795	21.469
11000	107873.70	90.00	45.00	6.024	22.418	22.092
11500	112777.05	92.50	46.25	6.298	23.041	22.715
12000	117680.40	97.50	48.75	6.571	24.286	23.960



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

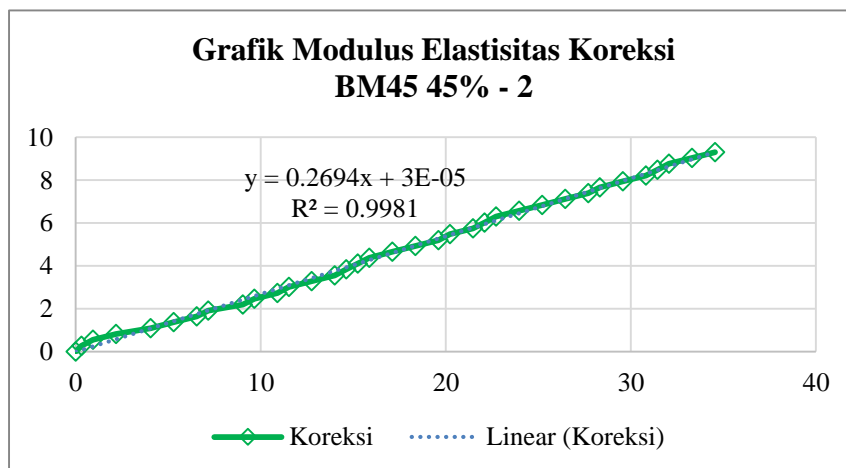
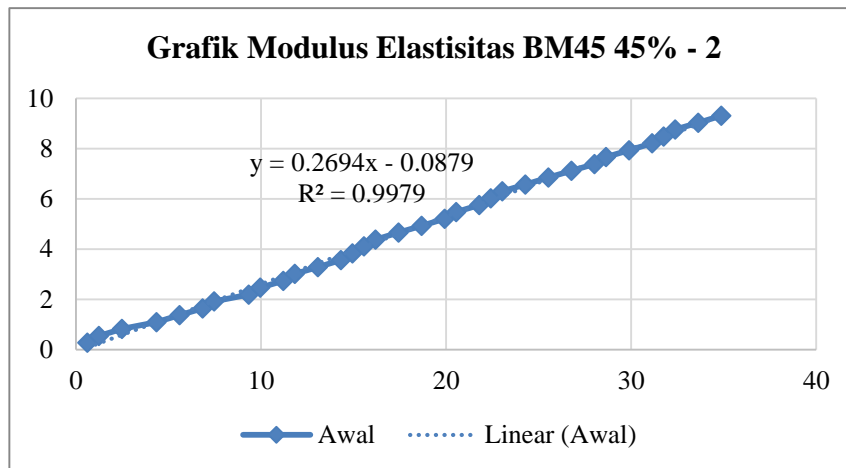
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	102.50	51.25	6.845	25.532	25.206
13000	127487.10	107.50	53.75	7.119	26.777	26.451
13500	132390.45	112.50	56.25	7.393	28.023	27.696
14000	137293.80	115.00	57.50	7.667	28.645	28.319
14500	142197.15	120.00	60.00	7.940	29.891	29.565
15000	147100.50	125.00	62.50	8.214	31.136	30.810
15500	152003.85	127.50	63.75	8.488	31.759	31.433
16000	156907.20	130.00	65.00	8.762	32.382	32.056
16500	161810.55	135.00	67.50	9.036	33.627	33.301
17000	166713.90	140.00	70.00	9.310	34.873	34.546





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

Fax. +62-274-487748

C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM45 - 3

Po₃ = 201,31 mm

Ao₃ = 17829,676 mm²

Beban Maks = 17000 kgf

E = 26575,372 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.830	0.000
500	4903.35	7.50	3.75	0.275	1.863	1.033
1000	9806.70	10.00	5.00	0.550	2.484	1.654
1500	14710.05	15.00	7.50	0.825	3.726	2.896
2000	19613.40	20.00	10.00	1.100	4.967	4.138
2500	24516.75	27.50	13.75	1.375	6.830	6.000
3000	29420.10	30.00	15.00	1.650	7.451	6.621
3500	34323.45	32.50	16.25	1.925	8.072	7.242
4000	39226.80	35.00	17.50	2.200	8.693	7.863
4500	44130.15	40.00	20.00	2.475	9.935	9.105
5000	49033.50	45.00	22.50	2.750	11.177	10.347
5500	53936.85	47.50	23.75	3.025	11.798	10.968
6000	58840.20	52.50	26.25	3.300	13.040	12.210
6500	63743.55	55.00	27.50	3.575	13.661	12.831
7000	68646.90	60.00	30.00	3.850	14.902	14.073
7500	73550.25	65.00	32.50	4.125	16.144	15.314
8000	78453.60	70.00	35.00	4.400	17.386	16.556
8500	83356.95	72.50	36.25	4.675	18.007	17.177
9000	88260.30	77.50	38.75	4.950	19.249	18.419
9500	93163.65	80.00	40.00	5.225	19.870	19.040
10000	98067.00	82.50	41.25	5.500	20.491	19.661
10500	102970.35	87.50	43.75	5.775	21.733	20.903
11000	107873.70	92.50	46.25	6.050	22.975	22.145
11500	112777.05	97.50	48.75	6.325	24.216	23.387
12000	117680.40	100.00	50.00	6.600	24.837	24.008



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

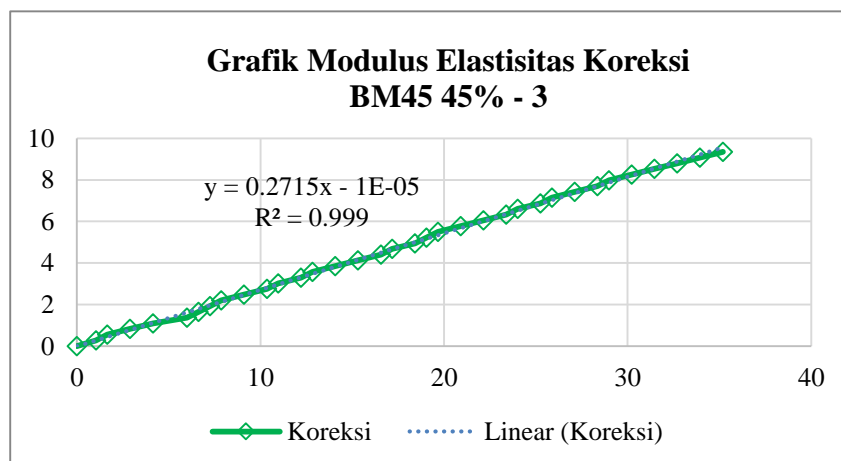
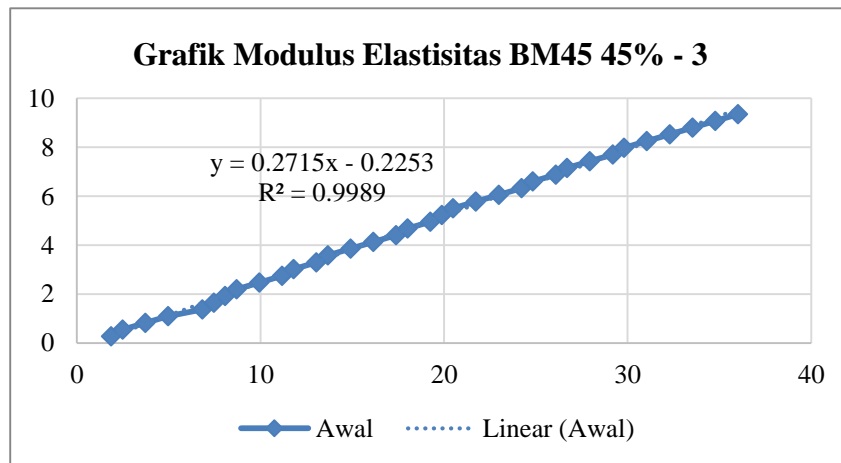
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	105.00	52.50	6.875	26.079	25.249
13000	127487.10	107.50	53.75	7.150	26.700	25.870
13500	132390.45	112.50	56.25	7.425	27.942	27.112
14000	137293.80	117.50	58.75	7.700	29.184	28.354
14500	142197.15	120.00	60.00	7.975	29.805	28.975
15000	147100.50	125.00	62.50	8.250	31.047	30.217
15500	152003.85	130.00	65.00	8.525	32.289	31.459
16000	156907.20	135.00	67.50	8.800	33.530	32.701
16500	161810.55	140.00	70.00	9.075	34.772	33.942
17000	166713.90	145.00	72.50	9.350	36.014	35.184





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

Fax. +62-274-487748

C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM45 - 4
 Po_4 = 201,59 mm
 Ao_4 = 17862,826 mm²
 Beban Maks = 17000 kgf
 E = 23709,720 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.299	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.275	0.620	0.919
1000	9806.70	5.00	2.50	0.549	1.240	1.539
1500	14710.05	10.00	5.00	0.824	2.480	2.779
2000	19613.40	17.50	8.75	1.098	4.340	4.640
2500	24516.75	22.50	11.25	1.373	5.581	5.880
3000	29420.10	27.50	13.75	1.647	6.821	7.120
3500	34323.45	35.00	17.50	1.922	8.681	8.980
4000	39226.80	40.00	20.00	2.196	9.921	10.220
4500	44130.15	45.00	22.50	2.471	11.161	11.460
5000	49033.50	50.00	25.00	2.745	12.401	12.701
5500	53936.85	52.50	26.25	3.020	13.021	13.321
6000	58840.20	57.50	28.75	3.294	14.262	14.561
6500	63743.55	62.50	31.25	3.569	15.502	15.801
7000	68646.90	65.00	32.50	3.843	16.122	16.421
7500	73550.25	70.00	35.00	4.118	17.362	17.661
8000	78453.60	72.50	36.25	4.392	17.982	18.281
8500	83356.95	77.50	38.75	4.667	19.222	19.521
9000	88260.30	82.50	41.25	4.941	20.462	20.762
9500	93163.65	90.00	45.00	5.216	22.323	22.622
10000	98067.00	95.00	47.50	5.490	23.563	23.862
10500	102970.35	100.00	50.00	5.765	24.803	25.102
11000	107873.70	105.00	52.50	6.039	26.043	26.342
11500	112777.05	107.50	53.75	6.314	26.663	26.962
12000	117680.40	112.50	56.25	6.588	27.903	28.202



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

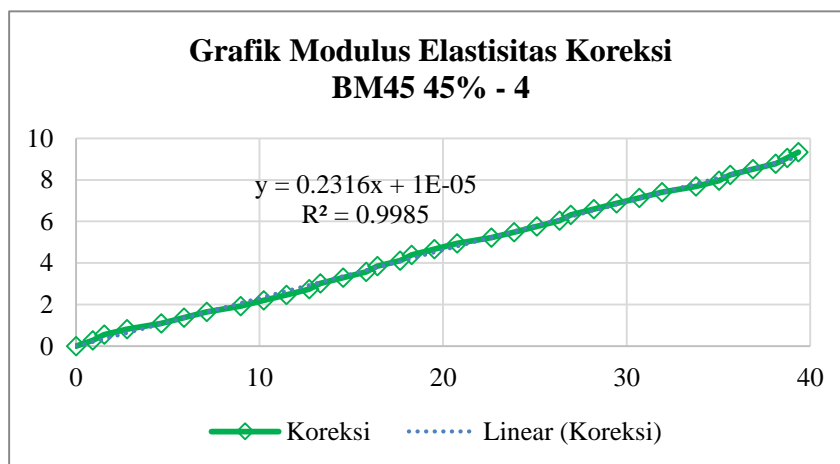
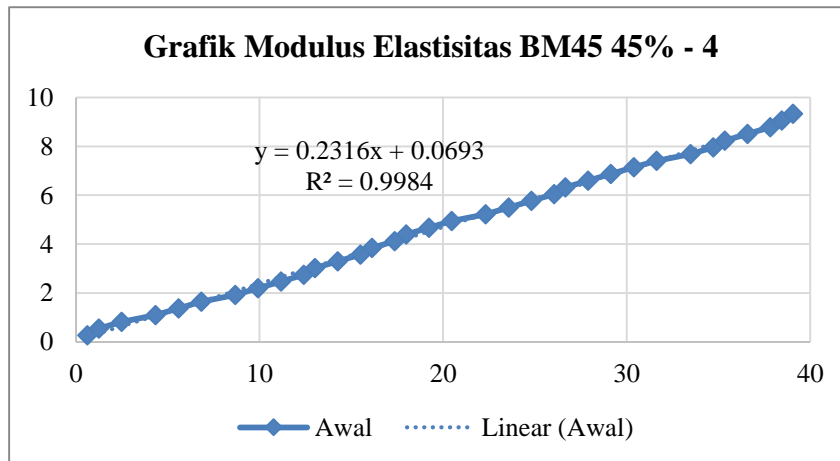
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	117.50	58.75	6.863	29.143	29.443
13000	127487.10	122.50	61.25	7.137	30.383	30.683
13500	132390.45	127.50	63.75	7.412	31.624	31.923
14000	137293.80	135.00	67.50	7.686	33.484	33.783
14500	142197.15	140.00	70.00	7.961	34.724	35.023
15000	147100.50	142.50	71.25	8.235	35.344	35.643
15500	152003.85	147.50	73.75	8.510	36.584	36.883
16000	156907.20	152.50	76.25	8.784	37.824	38.123
16500	161810.55	155.00	77.50	9.059	38.444	38.744
17000	166713.90	157.50	78.75	9.333	39.064	39.364





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM60 - 2
 P_{02} = 200,83 mm
 A_{02} = 17699,744 mm²
 Beban Maks = 17000 kgf
 E = 24167,931 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.006	0.000
500	4903.35	5.00	2.50	0.277	1.245	2.251
1000	9806.70	10.00	5.00	0.554	2.490	3.495
1500	14710.05	12.50	6.25	0.831	3.112	4.118
2000	19613.40	15.00	7.50	1.108	3.735	4.740
2500	24516.75	20.00	10.00	1.385	4.979	5.985
3000	29420.10	25.00	12.50	1.662	6.224	7.230
3500	34323.45	27.50	13.75	1.939	6.847	7.852
4000	39226.80	30.00	15.00	2.216	7.469	8.475
4500	44130.15	35.00	17.50	2.493	8.714	9.720
5000	49033.50	40.00	20.00	2.770	9.959	10.964
5500	53936.85	45.00	22.50	3.047	11.204	12.209
6000	58840.20	50.00	25.00	3.324	12.448	13.454
6500	63743.55	55.00	27.50	3.601	13.693	14.699
7000	68646.90	60.00	30.00	3.878	14.938	15.944
7500	73550.25	62.50	31.25	4.155	15.560	16.566
8000	78453.60	65.00	32.50	4.432	16.183	17.189
8500	83356.95	70.00	35.00	4.710	17.428	18.433
9000	88260.30	75.00	37.50	4.987	18.673	19.678
9500	93163.65	80.00	40.00	5.264	19.917	20.923
10000	98067.00	85.00	42.50	5.541	21.162	22.168
10500	102970.35	90.00	45.00	5.818	22.407	23.413
11000	107873.70	95.00	47.50	6.095	23.652	24.658
11500	112777.05	100.00	50.00	6.372	24.897	25.902
12000	117680.40	105.00	52.50	6.649	26.142	27.147



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

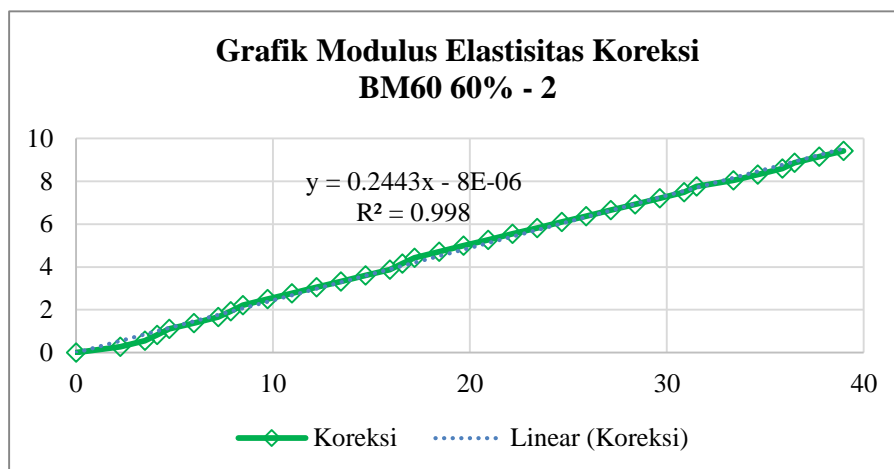
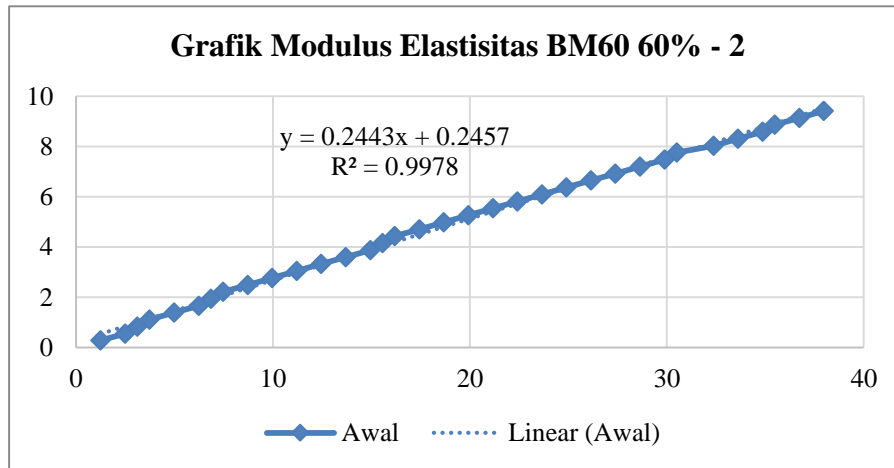
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	110.00	55.00	6.926	27.386	28.392
13000	127487.10	115.00	57.50	7.203	28.631	29.637
13500	132390.45	120.00	60.00	7.480	29.876	30.882
14000	137293.80	122.50	61.25	7.757	30.498	31.504
14500	142197.15	130.00	65.00	8.034	32.366	33.371
15000	147100.50	135.00	67.50	8.311	33.611	34.616
15500	152003.85	140.00	70.00	8.588	34.855	35.861
16000	156907.20	142.50	71.25	8.865	35.478	36.483
16500	161810.55	147.50	73.75	9.142	36.723	37.728
17000	166713.90	152.50	76.25	9.419	37.967	38.973





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM60 - 3
 P_{03} = 201,5 mm
 A_{03} = 17640,841 mm²
 Beban Maks = 17000 kgf
 E = 27523,158 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.838	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.278	0.620	1.458
1000	9806.70	5.00	2.50	0.556	1.241	2.078
1500	14710.05	10.00	5.00	0.834	2.481	3.319
2000	19613.40	15.00	7.50	1.112	3.722	4.560
2500	24516.75	20.00	10.00	1.390	4.963	5.800
3000	29420.10	22.50	11.25	1.668	5.583	6.421
3500	34323.45	25.00	12.50	1.946	6.203	7.041
4000	39226.80	30.00	15.00	2.224	7.444	8.282
4500	44130.15	35.00	17.50	2.502	8.685	9.522
5000	49033.50	37.50	18.75	2.780	9.305	10.143
5500	53936.85	40.00	20.00	3.057	9.926	10.763
6000	58840.20	45.00	22.50	3.335	11.166	12.004
6500	63743.55	50.00	25.00	3.613	12.407	13.245
7000	68646.90	52.50	26.25	3.891	13.027	13.865
7500	73550.25	55.00	27.50	4.169	13.648	14.485
8000	78453.60	60.00	30.00	4.447	14.888	15.726
8500	83356.95	62.50	31.25	4.725	15.509	16.346
9000	88260.30	67.50	33.75	5.003	16.749	17.587
9500	93163.65	75.00	37.50	5.281	18.610	19.448
10000	98067.00	80.00	40.00	5.559	19.851	20.689
10500	102970.35	85.00	42.50	5.837	21.092	21.929
11000	107873.70	87.50	43.75	6.115	21.712	22.550
11500	112777.05	92.50	46.25	6.393	22.953	23.790
12000	117680.40	97.50	48.75	6.671	24.194	25.031



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

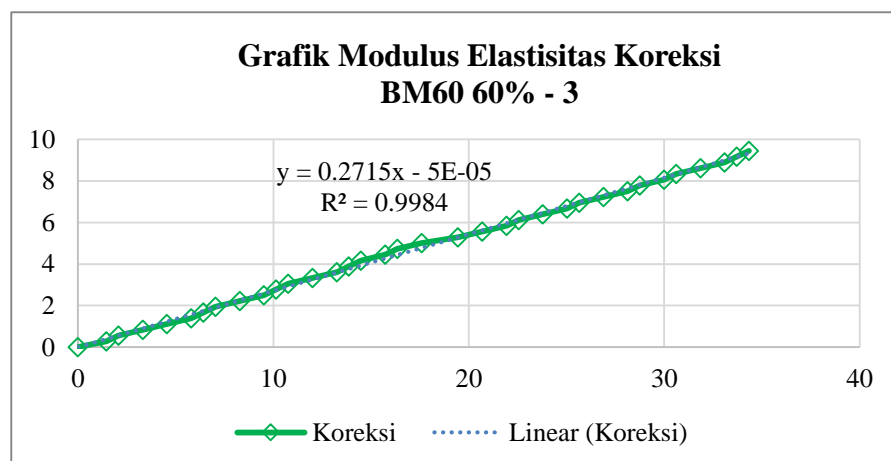
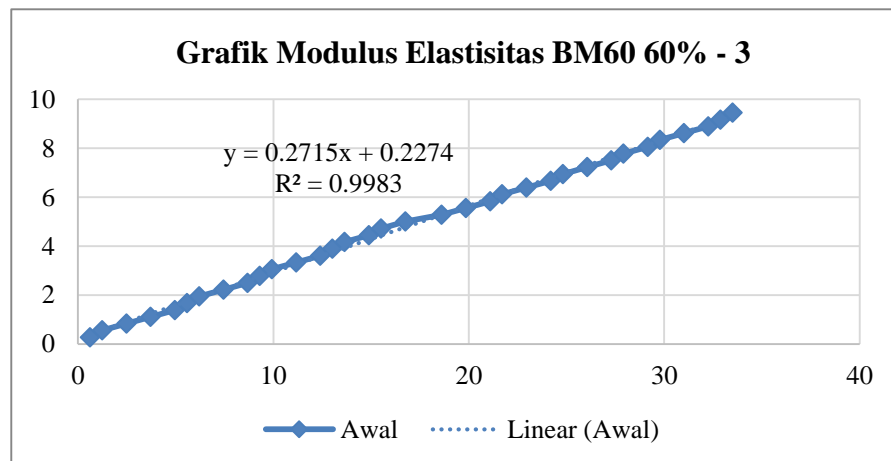
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	100.00	50.00	6.949	24.814	25.651
13000	127487.10	105.00	52.50	7.227	26.055	26.892
13500	132390.45	110.00	55.00	7.505	27.295	28.133
14000	137293.80	112.50	56.25	7.783	27.916	28.753
14500	142197.15	117.50	58.75	8.061	29.156	29.994
15000	147100.50	120.00	60.00	8.339	29.777	30.614
15500	152003.85	125.00	62.50	8.617	31.017	31.855
16000	156907.20	130.00	65.00	8.895	32.258	33.096
16500	161810.55	132.50	66.25	9.172	32.878	33.716
17000	166713.90	135.00	67.50	9.450	33.499	34.336





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM60 - 4

Po₄ = 200,49 mm

Ao₄ = 17687,956 mm²

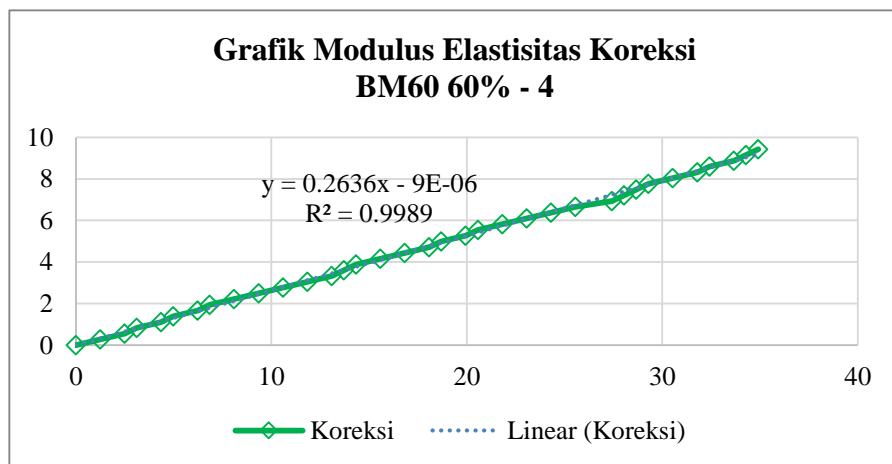
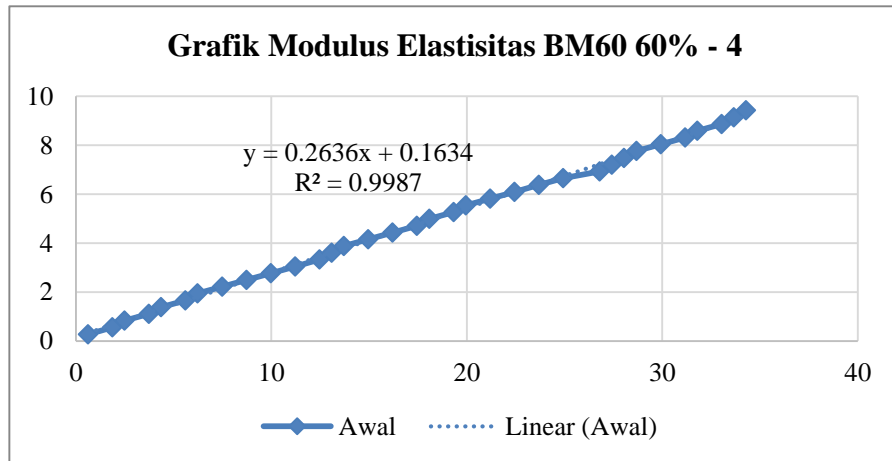
Beban Maks = 17000 kgf

E = 26998,105 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.620	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.277	0.623	1.243
1000	9806.70	7.50	3.75	0.554	1.870	2.490
1500	14710.05	10.00	5.00	0.832	2.494	3.114
2000	19613.40	15.00	7.50	1.109	3.741	4.361
2500	24516.75	17.50	8.75	1.386	4.364	4.984
3000	29420.10	22.50	11.25	1.663	5.611	6.231
3500	34323.45	25.00	12.50	1.940	6.235	6.855
4000	39226.80	30.00	15.00	2.218	7.482	8.102
4500	44130.15	35.00	17.50	2.495	8.729	9.349
5000	49033.50	40.00	20.00	2.772	9.976	10.595
5500	53936.85	45.00	22.50	3.049	11.223	11.842
6000	58840.20	50.00	25.00	3.327	12.469	13.089
6500	63743.55	52.50	26.25	3.604	13.093	13.713
7000	68646.90	55.00	27.50	3.881	13.716	14.336
7500	73550.25	60.00	30.00	4.158	14.963	15.583
8000	78453.60	65.00	32.50	4.435	16.210	16.830
8500	83356.95	70.00	35.00	4.713	17.457	18.077
9000	88260.30	72.50	36.25	4.990	18.081	18.701
9500	93163.65	77.50	38.75	5.267	19.328	19.948
10000	98067.00	80.00	40.00	5.544	19.951	20.571
10500	102970.35	85.00	42.50	5.821	21.198	21.818
11000	107873.70	90.00	45.00	6.099	22.445	23.065
11500	112777.05	95.00	47.50	6.376	23.692	24.312
12000	117680.40	100.00	50.00	6.653	24.939	25.559



12500	122583.75	107.50	53.75	6.930	26.809	27.429
13000	127487.10	110.00	55.00	7.208	27.433	28.053
13500	132390.45	112.50	56.25	7.485	28.056	28.676
14000	137293.80	115.00	57.50	7.762	28.680	29.300
14500	142197.15	120.00	60.00	8.039	29.927	30.547
15000	147100.50	125.00	62.50	8.316	31.174	31.794
15500	152003.85	127.50	63.75	8.594	31.797	32.417
16000	156907.20	132.50	66.25	8.871	33.044	33.664
16500	161810.55	135.00	67.50	9.148	33.668	34.287
17000	166713.90	137.50	68.75	9.425	34.291	34.911





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM75 - 2

Po₂ = 201,44 mm

Ao₂ = 17716,255 mm²

Beban Maks = 17500 kgf

E = 25435,957 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	1.630	0.000
500	4903.35	7.50	3.75	0.277	1.862	0.231
1000	9806.70	10.00	5.00	0.554	2.482	0.852
1500	14710.05	15.00	7.50	0.830	3.723	2.093
2000	19613.40	20.00	10.00	1.107	4.964	3.334
2500	24516.75	27.50	13.75	1.384	6.826	5.196
3000	29420.10	32.50	16.25	1.661	8.067	6.437
3500	34323.45	37.50	18.75	1.937	9.308	7.678
4000	39226.80	42.50	21.25	2.214	10.549	8.919
4500	44130.15	47.50	23.75	2.491	11.790	10.160
5000	49033.50	52.50	26.25	2.768	13.031	11.401
5500	53936.85	60.00	30.00	3.044	14.893	13.263
6000	58840.20	62.50	31.25	3.321	15.513	13.883
6500	63743.55	67.50	33.75	3.598	16.754	15.124
7000	68646.90	70.00	35.00	3.875	17.375	15.745
7500	73550.25	77.50	38.75	4.152	19.236	17.606
8000	78453.60	82.50	41.25	4.428	20.478	18.847
8500	83356.95	85.00	42.50	4.705	21.098	19.468
9000	88260.30	90.00	45.00	4.982	22.339	20.709
9500	93163.65	97.50	48.75	5.259	24.201	22.571
10000	98067.00	100.00	50.00	5.535	24.821	23.191
10500	102970.35	105.00	52.50	5.812	26.062	24.432
11000	107873.70	107.50	53.75	6.089	26.683	25.053
11500	112777.05	112.50	56.25	6.366	27.924	26.294
12000	117680.40	115.00	57.50	6.643	28.544	26.914



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

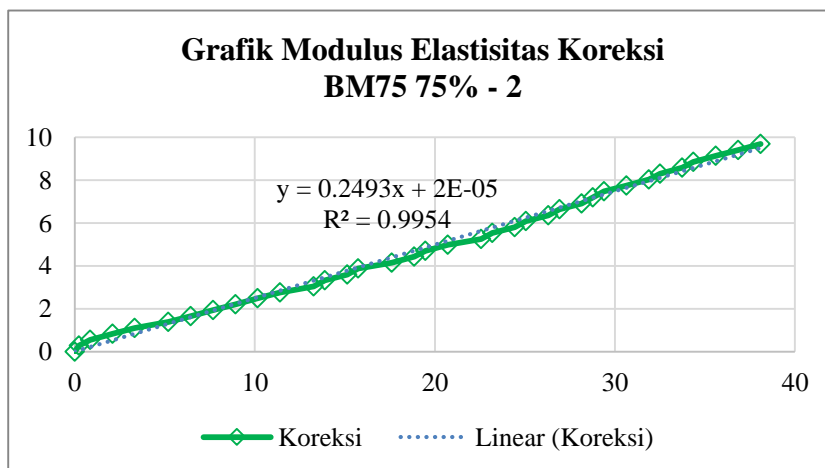
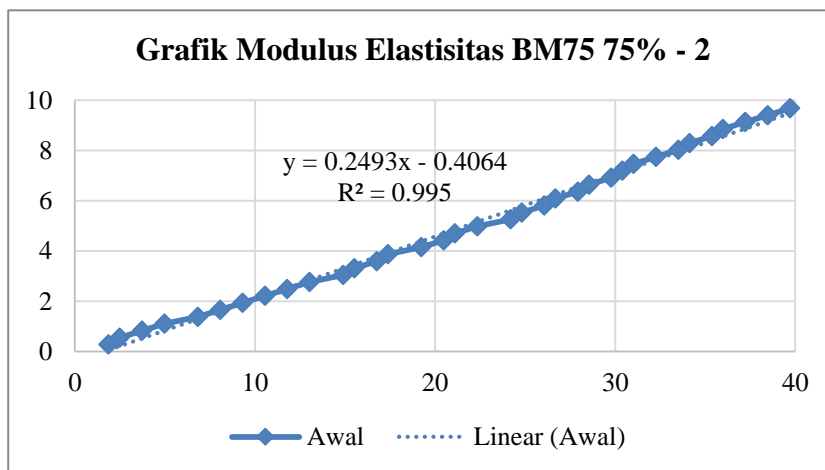
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	120.00	60.00	6.919	29.786	28.155
13000	127487.10	122.50	61.25	7.196	30.406	28.776
13500	132390.45	125.00	62.50	7.473	31.027	29.396
14000	137293.80	130.00	65.00	7.750	32.268	30.637
14500	142197.15	135.00	67.50	8.026	33.509	31.879
15000	147100.50	137.50	68.75	8.303	34.129	32.499
15500	152003.85	142.50	71.25	8.580	35.370	33.740
16000	156907.20	145.00	72.50	8.857	35.991	34.361
16500	161810.55	150.00	75.00	9.133	37.232	35.602
17000	166713.90	155.00	77.50	9.410	38.473	36.843
17500	171617.25	160.00	80.00	9.687	39.714	38.084





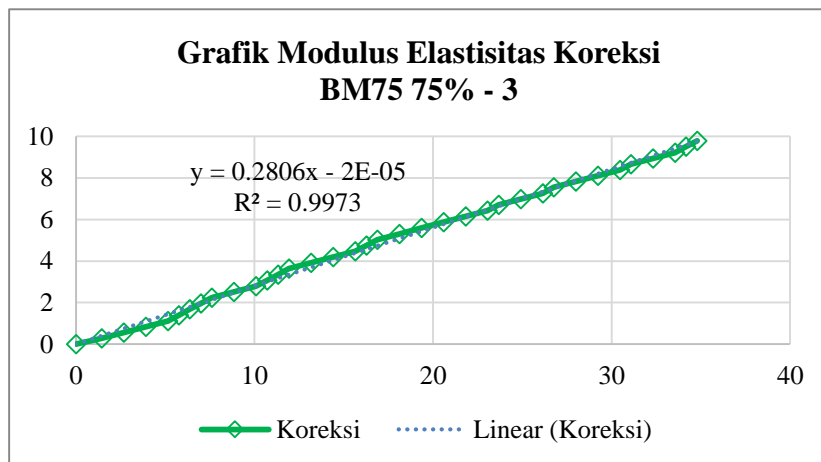
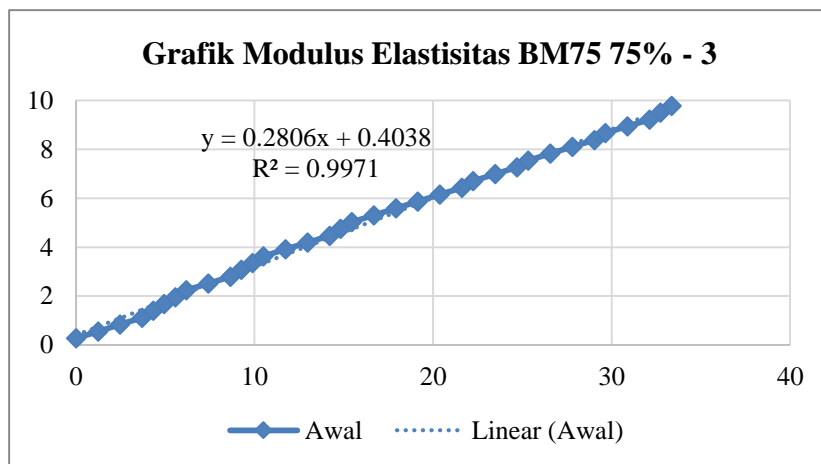
C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM75 - 3
 P_{03} = 202,39 mm
 A_{03} = 17551,497 mm²
Beban Maks = 17500 kgf
E = 28105,122 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.439	0.000
500	4903.35	0.00	0.00	0.279	0.000	1.439
1000	9806.70	5.00	2.50	0.559	1.235	2.674
1500	14710.05	10.00	5.00	0.838	2.470	3.910
2000	19613.40	15.00	7.50	1.117	3.706	5.145
2500	24516.75	17.50	8.75	1.397	4.323	5.762
3000	29420.10	20.00	10.00	1.676	4.941	6.380
3500	34323.45	22.50	11.25	1.956	5.559	6.998
4000	39226.80	25.00	12.50	2.235	6.176	7.615
4500	44130.15	30.00	15.00	2.514	7.411	8.851
5000	49033.50	35.00	17.50	2.794	8.647	10.086
5500	53936.85	37.50	18.75	3.073	9.264	10.703
6000	58840.20	40.00	20.00	3.352	9.882	11.321
6500	63743.55	42.50	21.25	3.632	10.500	11.939
7000	68646.90	47.50	23.75	3.911	11.735	13.174
7500	73550.25	52.50	26.25	4.191	12.970	14.409
8000	78453.60	57.50	28.75	4.470	14.205	15.644
8500	83356.95	60.00	30.00	4.749	14.823	16.262
9000	88260.30	62.50	31.25	5.029	15.440	16.880
9500	93163.65	67.50	33.75	5.308	16.676	18.115
10000	98067.00	72.50	36.25	5.587	17.911	19.350
10500	102970.35	77.50	38.75	5.867	19.146	20.585
11000	107873.70	82.50	41.25	6.146	20.381	21.821
11500	112777.05	87.50	43.75	6.425	21.617	23.056
12000	117680.40	90.00	45.00	6.705	22.234	23.673



12500	122583.75	95.00	47.50	6.984	23.470	24.909
13000	127487.10	100.00	50.00	7.264	24.705	26.144
13500	132390.45	102.50	51.25	7.543	25.322	26.761
14000	137293.80	107.50	53.75	7.822	26.558	27.997
14500	142197.15	112.50	56.25	8.102	27.793	29.232
15000	147100.50	117.50	58.75	8.381	29.028	30.467
15500	152003.85	120.00	60.00	8.660	29.646	31.085
16000	156907.20	125.00	62.50	8.940	30.881	32.320
16500	161810.55	130.00	65.00	9.219	32.116	33.555
17000	166713.90	132.50	66.25	9.499	32.734	34.173
17500	171617.25	135.00	67.50	9.778	33.351	34.791





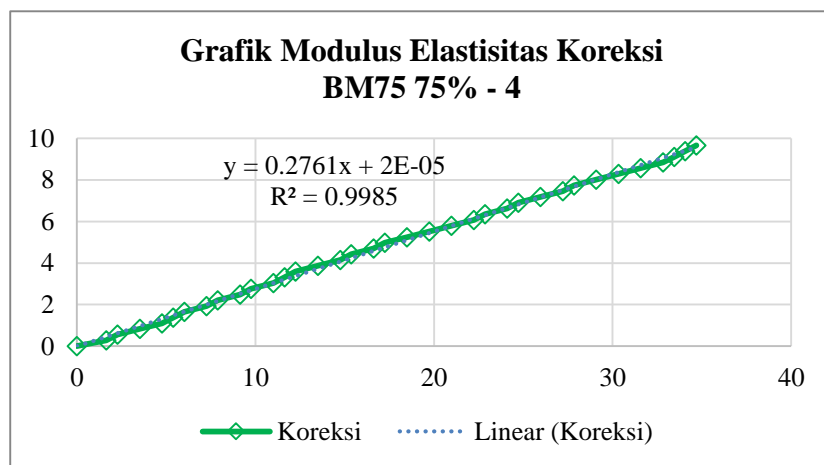
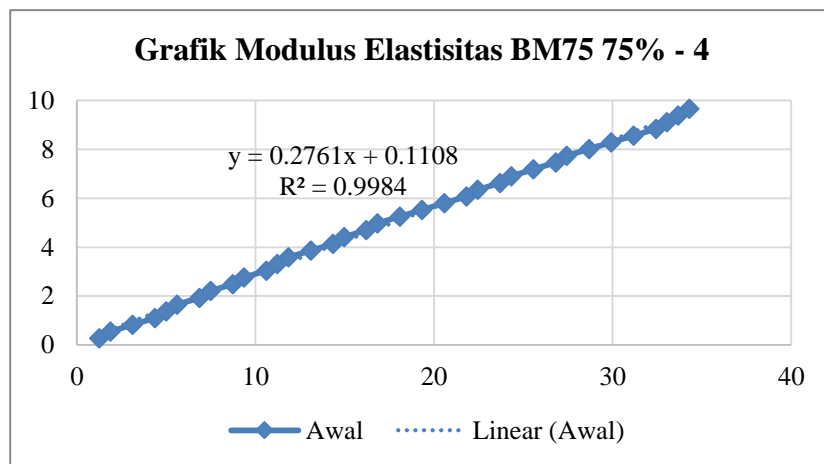
C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM75 - 4
 Po_4 = 200,48 mm
 Ao_4 = 17756,383 mm²
 Beban Maks = 17500 kgf
 E = 27858,138 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.401	0.000
500	4903.35	5.00	2.50	0.276	1.247	1.648
1000	9806.70	7.50	3.75	0.552	1.871	2.272
1500	14710.05	12.50	6.25	0.828	3.118	3.519
2000	19613.40	17.50	8.75	1.105	4.365	4.766
2500	24516.75	20.00	10.00	1.381	4.988	5.389
3000	29420.10	22.50	11.25	1.657	5.612	6.013
3500	34323.45	27.50	13.75	1.933	6.859	7.260
4000	39226.80	30.00	15.00	2.209	7.482	7.883
4500	44130.15	35.00	17.50	2.485	8.729	9.130
5000	49033.50	37.50	18.75	2.761	9.353	9.754
5500	53936.85	42.50	21.25	3.038	10.600	11.001
6000	58840.20	45.00	22.50	3.314	11.223	11.624
6500	63743.55	47.50	23.75	3.590	11.847	12.248
7000	68646.90	52.50	26.25	3.866	13.094	13.495
7500	73550.25	57.50	28.75	4.142	14.341	14.742
8000	78453.60	60.00	30.00	4.418	14.964	15.365
8500	83356.95	65.00	32.50	4.694	16.211	16.612
9000	88260.30	67.50	33.75	4.971	16.835	17.236
9500	93163.65	72.50	36.25	5.247	18.082	18.483
10000	98067.00	77.50	38.75	5.523	19.329	19.730
10500	102970.35	82.50	41.25	5.799	20.576	20.977
11000	107873.70	87.50	43.75	6.075	21.823	22.224
11500	112777.05	90.00	45.00	6.351	22.446	22.847
12000	117680.40	95.00	47.50	6.627	23.693	24.094



12500	122583.75	97.50	48.75	6.904	24.317	24.718
13000	127487.10	102.50	51.25	7.180	25.564	25.965
13500	132390.45	107.50	53.75	7.456	26.811	27.212
14000	137293.80	110.00	55.00	7.732	27.434	27.835
14500	142197.15	115.00	57.50	8.008	28.681	29.082
15000	147100.50	120.00	60.00	8.284	29.928	30.329
15500	152003.85	125.00	62.50	8.561	31.175	31.576
16000	156907.20	130.00	65.00	8.837	32.422	32.823
16500	161810.55	132.50	66.25	9.113	33.046	33.447
17000	166713.90	135.00	67.50	9.389	33.669	34.070
17500	171617.25	137.50	68.75	9.665	34.293	34.694





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM90 - 2

Po₂ = 202,07 mm

Ao₂ = 17687,956 mm²

Beban Maks = 13500 kgf

E = 26019,189 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.308	0.000
500	4903.35	5.00	2.50	0.277	1.237	0.929
1000	9806.70	7.50	3.75	0.554	1.856	1.548
1500	14710.05	12.50	6.25	0.832	3.093	2.785
2000	19613.40	17.50	8.75	1.109	4.330	4.022
2500	24516.75	20.00	10.00	1.386	4.949	4.641
3000	29420.10	27.50	13.75	1.663	6.805	6.497
3500	34323.45	32.50	16.25	1.940	8.042	7.734
4000	39226.80	37.50	18.75	2.218	9.279	8.971
4500	44130.15	42.50	21.25	2.495	10.516	10.208
5000	49033.50	47.50	23.75	2.772	11.753	11.446
5500	53936.85	50.00	25.00	3.049	12.372	12.064
6000	58840.20	55.00	27.50	3.327	13.609	13.301
6500	63743.55	60.00	30.00	3.604	14.846	14.539
7000	68646.90	65.00	32.50	3.881	16.084	15.776
7500	73550.25	67.50	33.75	4.158	16.702	16.394
8000	78453.60	72.50	36.25	4.435	17.939	17.632
8500	83356.95	75.00	37.50	4.713	18.558	18.250
9000	88260.30	80.00	40.00	4.990	19.795	19.487
9500	93163.65	85.00	42.50	5.267	21.032	20.725
10000	98067.00	90.00	45.00	5.544	22.270	21.962
10500	102970.35	92.50	46.25	5.821	22.888	22.580
11000	107873.70	97.50	48.75	6.099	24.125	23.818
11500	112777.05	102.50	51.25	6.376	25.362	25.055
12000	117680.40	105.00	52.50	6.653	25.981	25.673



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

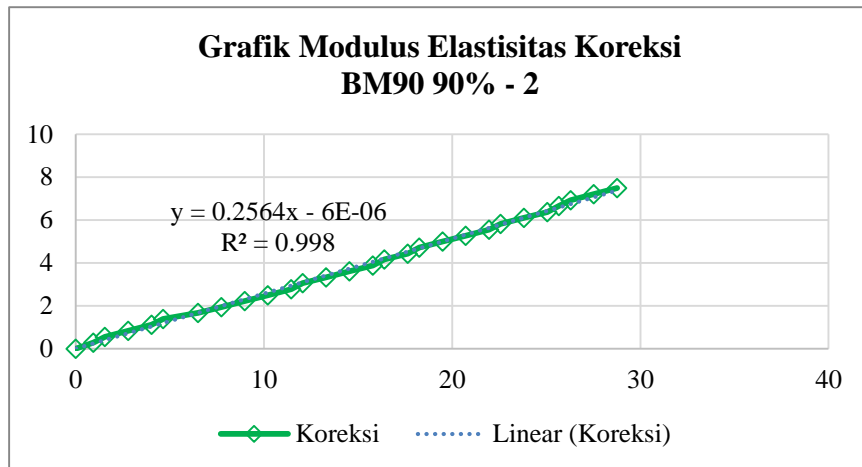
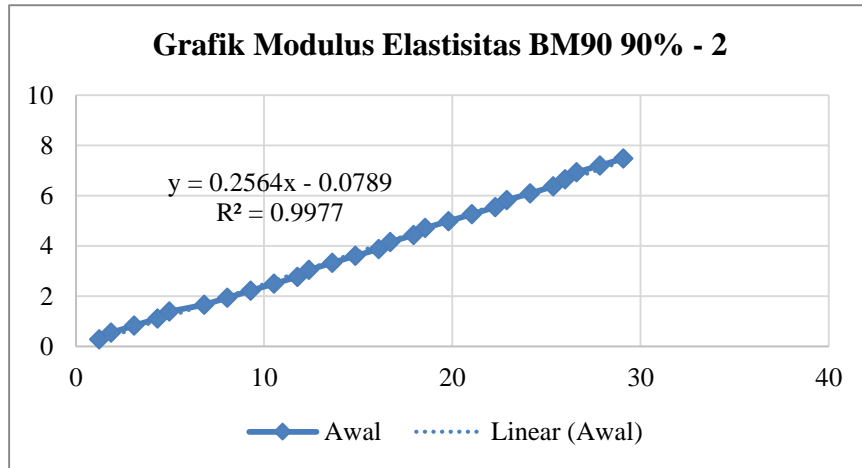
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	107.50	53.75	6.930	26.600	26.292
13000	127487.10	112.50	56.25	7.208	27.837	27.529
13500	132390.45	117.50	58.75	7.485	29.074	28.766





C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM90 - 3
 P_{03} = 200,83 mm
 A_{03} = 17893,635 mm²
 Beban Maks = 13500 kgf
 E = 25537,897 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	1.527	0.000
500	4903.35	7.50	3.75	0.274	1.867	0.340
1000	9806.70	12.50	6.25	0.548	3.112	1.585
1500	14710.05	17.50	8.75	0.822	4.357	2.830
2000	19613.40	25.00	12.50	1.096	6.224	4.697
2500	24516.75	27.50	13.75	1.370	6.847	5.320
3000	29420.10	32.50	16.25	1.644	8.091	6.565
3500	34323.45	37.50	18.75	1.918	9.336	7.809
4000	39226.80	42.50	21.25	2.192	10.581	9.054
4500	44130.15	47.50	23.75	2.466	11.826	10.299
5000	49033.50	52.50	26.25	2.740	13.071	11.544
5500	53936.85	57.50	28.75	3.014	14.316	12.789
6000	58840.20	60.00	30.00	3.288	14.938	13.411
6500	63743.55	65.00	32.50	3.562	16.183	14.656
7000	68646.90	70.00	35.00	3.836	17.428	15.901
7500	73550.25	72.50	36.25	4.110	18.050	16.523
8000	78453.60	77.50	38.75	4.384	19.295	17.768
8500	83356.95	82.50	41.25	4.658	20.540	19.013
9000	88260.30	85.00	42.50	4.932	21.162	19.635
9500	93163.65	87.50	43.75	5.207	21.785	20.258
10000	98067.00	92.50	46.25	5.481	23.029	21.503
10500	102970.35	97.50	48.75	5.755	24.274	22.747
11000	107873.70	102.50	51.25	6.029	25.519	23.992
11500	112777.05	107.50	53.75	6.303	26.764	25.237
12000	117680.40	112.50	56.25	6.577	28.009	26.482



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

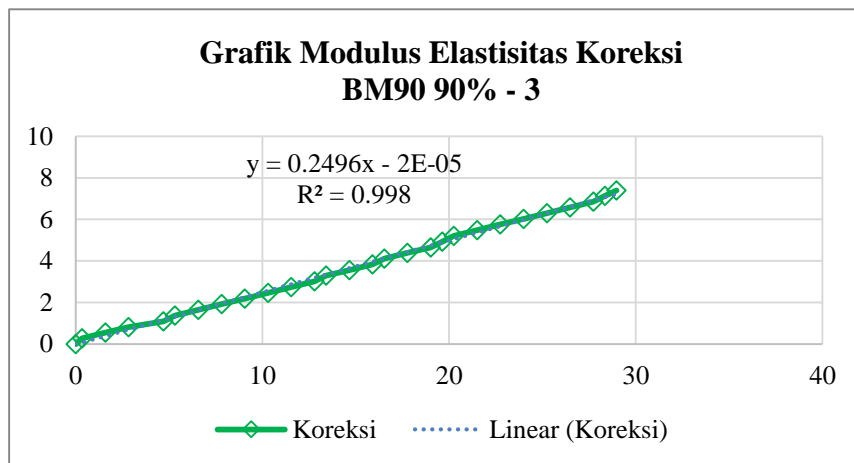
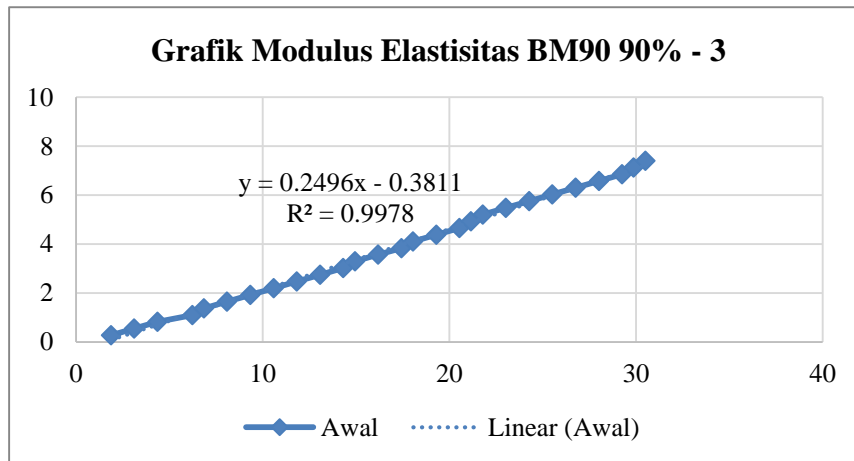
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	117.50	58.75	6.851	29.254	27.727
13000	127487.10	120.00	60.00	7.125	29.876	28.349
13500	132390.45	122.50	61.25	7.399	30.498	28.972





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

Fax. +62-274-487748

C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Kode Beton = BM90 - 4

Po₄ = 201,21 mm

Ao₄ = 17843,879 mm²

Beban Maks = 13500 kgf

E = 26462,040 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	(MPa)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.539	0.000
500	4903.35	2.50	1.25	0.275	0.621	0.082
1000	9806.70	7.50	3.75	0.550	1.864	1.324
1500	14710.05	12.50	6.25	0.824	3.106	2.567
2000	19613.40	17.50	8.75	1.099	4.349	3.809
2500	24516.75	25.00	12.50	1.374	6.212	5.673
3000	29420.10	30.00	15.00	1.649	7.455	6.916
3500	34323.45	35.00	17.50	1.924	8.697	8.158
4000	39226.80	37.50	18.75	2.198	9.319	8.779
4500	44130.15	42.50	21.25	2.473	10.561	10.022
5000	49033.50	47.50	23.75	2.748	11.804	11.264
5500	53936.85	50.00	25.00	3.023	12.425	11.886
6000	58840.20	55.00	27.50	3.298	13.667	13.128
6500	63743.55	60.00	30.00	3.572	14.910	14.370
7000	68646.90	62.50	31.25	3.847	15.531	14.992
7500	73550.25	65.00	32.50	4.122	16.152	15.613
8000	78453.60	70.00	35.00	4.397	17.395	16.855
8500	83356.95	75.00	37.50	4.671	18.637	18.098
9000	88260.30	77.50	38.75	4.946	19.258	18.719
9500	93163.65	82.50	41.25	5.221	20.501	19.962
10000	98067.00	87.50	43.75	5.496	21.743	21.204
10500	102970.35	92.50	46.25	5.771	22.986	22.447
11000	107873.70	97.50	48.75	6.045	24.228	23.689
11500	112777.05	100.00	50.00	6.320	24.850	24.310
12000	117680.40	105.00	52.50	6.595	26.092	25.553



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

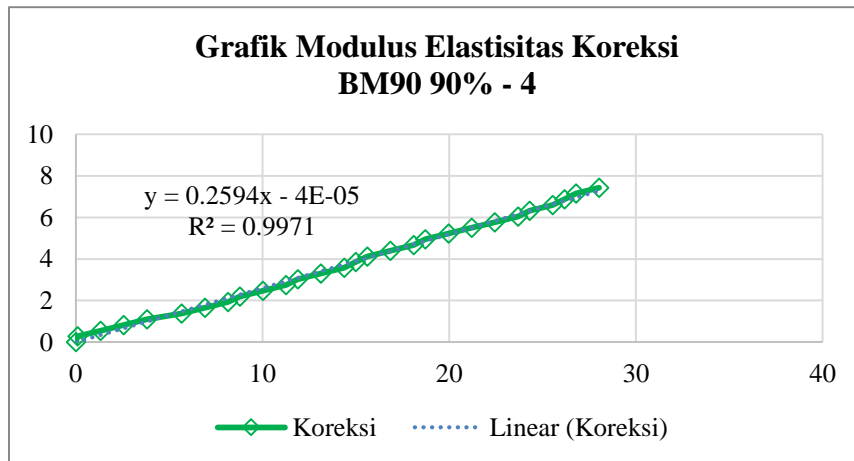
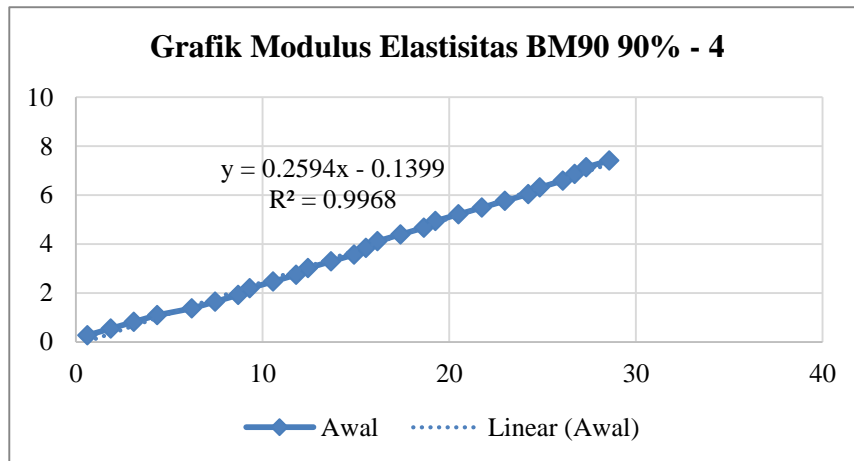
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

12500	122583.75	107.50	53.75	6.870	26.713	26.174
13000	127487.10	110.00	55.00	7.145	27.335	26.795
13500	132390.45	115.00	57.50	7.419	28.577	28.038





D. HASIL PENGUJIAN KANDUNGAN KIMIA LIMBAH MARMER

KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI PENGAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN YOGYAKARTA
Jl. Stadion Maguwoharjo No. 22, Wedomartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta.
Telepon : (0274) 884662, 4477053, Fax : (0274) 4477052, e-mail : bptpyogya@yahoo.com,
bptp-diy@litbang.deptan.go.id

HASIL ANALISIS LIMBAH MARMER

Nama Pemohon : Gede Wahyu
Alamat Pemohon : UAJ Yogyakarta
Jumlah Sampel Uji : 1 (satu)
Uji Sampel : CaO, Na₂O, LOi, K₂O, SO₃, SiO₂, MgO, Fe₂O₃, Al₂O₃
Tanggal Pengujian : 25-30 Mei 2019

No. Urut	Kode Sampel	CaO	Na ₂ O	LOi	K ₂ O	SO ₃	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
1	L. Marmer	0,12	0,32	0,88	0,72	0,32	42,12	0,77	2,11	12,33

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang dimaksud

"Tidak dibenarkan menggandakan sebagian /seluruh isi hasil Analisis ini, tanpa izin Laboratorium BPTP, Yogyakarta dan pemilik hasil analisis"

Yogyakarta, 1 Juni 2019
Deputy Manajer Teknik
Balai Pengkajian
Teknologi Pertanian
Yogyakarta
Widada, A.Md
NIP. 196807121999031001



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Kadar Lumpur Pasir



Pengujian Berat Volume Pasir



Pengujian Zat Organik Pasir



Pengujian Berat Jenis Kerikil



Pengujian Berat Jenis Pasir



Pengujian Keausan LAA Kerikil



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Berat Volume Kerikil



Pengujian Berat Volume *Quarry Dust*



Pengujian Kadar Lumpur *Quarry Dust*



Pengujian Berat Jenis *Quarry Dust*



Pengujian Zat Organik *Quarry Dust*



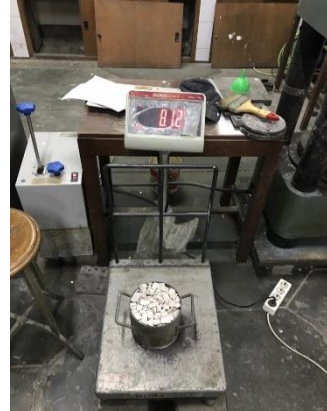
Pengujian Berat Jenis Limbah Marmer



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Keausan *LAA* Limbah Marmer



Pengujian Berat Volume Limbah Marmer



Proses Membuat SSD Agregat Kasar



Proses Membuat SSD Agregat Halus



Proses Membuat SSD Limbah Marmer



Proses Membuat SSD *Quarry Dust*



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Nilai *Slump*



Proses *Capping* Silinder Beton



Penimbangan Berat Silinder Beton



Silinder Beton Setelah Proses *Capping*



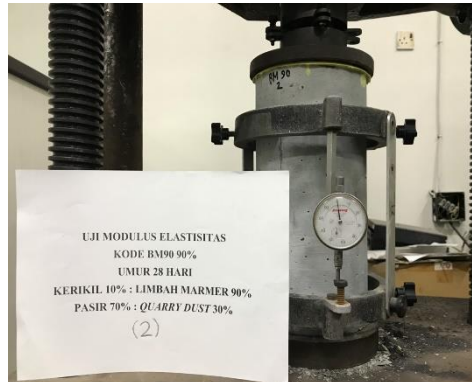
Pengukuran Dimensi Silinder Beton



Pengujian Kuat Tekan Beton



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Modulus Elastisitas Beton