

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Tinjauan Kuat Desak dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Normal dengan Substitusi Agregat Halus Berupa *Bottom Ash* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian agregat halus (pasir) antara lain uji kandungan lumpur, diperoleh hasil sebesar 1,16% dengan syarat kandungan lumpur <5%, sehingga pasir dapat digunakan. Pengujian kandungan zat organik dalam pasir, diperoleh larutan NaOH berwarna merah tua (No.14), sehingga pasir tidak dapat digunakan. Namun, karena memperoleh material pasir dengan mutu yang baik cukup susah, maka pasir cukup dicuci dan tetap digunakan. Pengujian gradasi agregat (analisa saringan), diperoleh kesimpulan agregat halus yang digunakan masuk dalam pasir golongan 2 (pasir sedang) dan modulus halus butir (MHB) sebesar 3,542, syarat MHB pasir yaitu 1,5–3,80 maka pasir dapat digunakan. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, diperoleh berat jenis *bulk* sebesar 2,809 gr/cm³, berat jenis SSD sebesar 2,787 gr/cm³, dan berat jenis semu sebesar 2,851 gr/cm³ dan penyerapan agregat halus diperoleh hasil sebesar 1,01% dengan syarat <5% sehingga agregat memenuhi persyaratan. Pengujian berat volume agregat halus, diperoleh hasil sebesar 1,5552 gr/cm³.

2. Hasil pengujian material *bottom ash* antara lain gradasi agregat halus (analisis saringan) dapat ditarik kesimpulan bahwa *bottom ash* yang digunakan masuk dalam golongan 2 (pasir sedang) dan MHB sebesar 3,365 dengan syarat 1,5–3,80, maka *bottom ash* memenuhi persyaratan modulus halus butir. Pengujian berat jenis dan penyerapan, berat jenis bulk *bottom ash* sebesar 1,802 gr/cm³, berat jenis SSD diperoleh hasil sebesar 1,757 gr/cm³, berat jenis semu sebesar 1,84 gr/cm³ dan penyerapan sebesar 2,564% dengan syarat penyerapan <5%, sehingga *bottom ash* memenuhi syarat dan dapat dipergunakan. Pengujian berat volume *bottom ash*, diperoleh hasil sebesar 0,7842 gr/cm³. Pengujian kandungan kimiawi *bottom ash*, yang dilakukan di Laboratorium UPT Pertanian Instiper, Maguwoharjo. Diperoleh hasil pengujian kandungan SiO₂, Fe, Al, Mg, CaO berturut-turut sebesar 30,877%, 5,63%, 12,77%, 0,073%, dan 6,203%.
3. Hasil pengujian agregat kasar antara lain keausan agregat, diperoleh hasil sebesar 27,98% dengan syarat <40%, sehingga agregat kasar dapat dipergunakan. Analisa saringan, diperoleh MHB (modulus halus butir) agregat kasar sebesar 7,878 dengan syarat 6,0–7,1, maka agregat halus tidak memenuhi syarat karena ukuran butir yang terlampau besar. Berat jenis dan penyerapan, diperoleh hasil berat jenis bulk sebesar 2,491 gr/cm³, berat jenis SSD sebesar 2,562 gr/cm³, berat jenis semu sebesar 2,694 gr/cm³ dan penyerapan diperoleh hasil sebesar 0,0314% dengan syarat penyerapan <5% sehingga agregat kasar memenuhi syarat dan dapat

dipergunakan. Berat volume agregat kasar, diperoleh hasil sebesar 1,443 gr/cm³.

4. Pada pelaksanaan *mixing* nilai *slump* yang diperoleh untuk masing-masing varian yaitu BA0 sebesar 14 cm, BA10 sebesar 14 cm, BA20 sebesar 7 cm, BA30 sebesar 14 cm dan BA40 sebesar 8 cm. Seharusnya, semakin besar persentase *bottom ash* nilai *slump* semakin turun. Karena kondisi agregat BA30 yang basah karena cuaca, menyebabkan nilai *slump* meningkat.
5. *Workability* selama pelaksanaan *mixing* untuk BA0, BA10 dan BA20 masih relatif mudah. Tetapi pada saat pelaksanaan *mixing* BA30 dan BA40 *workability* kurang baik diakibatkan penyerapan yang cukup besar dan banyaknya *bottom ash* membuat adukan menjadi kurang baik.
6. Semakin besar persentase penggantian agregat halus dengan *bottom ash*, menyebabkan berat jenis beton (berat volume beton) relatif berkurang terhadap berat volume beton normal (BA0) pada hari pengujian ke 7 dan 14. Pada hari pengujian ke 28, nilai berat beton cenderung fluktuatif tetapi besarnya tidak ada yang melebihi berat volume beton normal (BA0)
7. Nilai kuat desak beton dengan kode BA0, BA10, BA20, BA30 dan BA40 pada umur 7 hari berturut-turut sebesar 17 MPa, 15,89 MPa, 13,85 MPa, 13,74 MPa, dan 11,51 MPa. Nilai kuat desak beton pada pengujian umur 14 hari mengalami peningkatan cukup signifikan berturut-turut sebesar, 24,74 MPa, 23,94 MPa, 17,15 MPa, 14,90 MPa, 12,43 MPa. Pengujian kuat desak umur 28 hari diperoleh hasil sebesar 24,83 MPa, 23,97, 22,67

MPa, 15,46 MPa, dan 12,71 MPa. Kenaikan paling signifikan terjadi pada beton dengan kode BA20 pada umur 28 hari.

8. Persentase nilai kuat desak beton umur 28 hari, BA10 dan BA20 berturut-turut sebesar 96,54% dan 91,30% terhadap beton normal (BA0). Sedangkan beton dengan kode BA30 dan BA40 berturut-turut hanya sebesar 62,28% dan 51,20%. Dapat disimpulkan, penggantian agregat halus dengan *bottom ash* sebesar 10% dan 20% menghasilkan nilai kuat desak paling efektif.
9. Hasil penelitian yang didapat, nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada beton dengan kode BA30 dengan nilai modulus elastisitas sebesar 23270 MPa dibandingkan dengan beton normal (BA0) sebesar 22300 MPa. Beton dengan kode BA10 dan BA20 nilainya lebih kecil dibandingkan terhadap beton BA0, nilai rata-rata modulus elastisitas yang diperoleh berturut-turut hanya sebesar 21210 MPa dan 21241 MPa. Nilai modulus elastisitas BA40 tidak dapat dipergunakan, sebab nilai modulus yang diperoleh hanya sebesar 10460 MPa.
10. Variasi kadar penggantian agregat halus dengan *bottom ash* yang disarankan pada penelitian ini sebesar 10% dan 20% dari volume agregat halus.

6.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah melihat hasil penelitian ini adalah seperti tercantum di bawah ini.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai beton mutu tinggi (HSCC), balok atau plat dengan substitusi agregat halus berupa *bottom ash*.
2. Dalam proses pencampuran bahan campuran beton, pemberian air sedikit demi sedikit agar campuran merata dan tidak basah di satu tempat.
3. Sebaiknya digunakan *superplasticizer* agar kadar air tetap terjaga dan *workability* lebih baik.
4. Dalam pelaksanaan pengujian, sebaiknya hasil pecahan untuk setiap benda uji setelah diuji modulus elastisitas maupun kuat desak, agar didokumentasikan dengan kamera supaya dapat di *cross check* apabila ditemui hasil pengujian yang aneh. Sehingga dapat ditarik kesimpulan dengan mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Antono, A. 1993. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Penerbit Universitas Atma Jaya
- Arinata, Achmad S. dkk. 2014. *Pengaruh Campuran Kadar Bottom Ash dan Lama Perendaman Air Laut terhadap Kuat Tekan pada Silinder Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang. Hal. 2
- Cadersa, A.S, Auckburally, I. 2014. *Use Unprocessed Coal Bottom Ash as Partial Fine Aggregate Replacement in Concrete*. University of Mauritius Research Journal Vol. 20, Page 78-79.
- Christian, Y. dkk. 2016. *Penggunaan Bottom Ash yang Telah Diolah Untuk Pembuatan Beton HFVA Mutu Menengah*. Jurnal. Universitas Kristen Petra, Surabaya. Hal. 2-4.
- Djamaluddin, R. dkk. 2012. *Studi Pengaruh Sumber Bahan Baku Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Jurnal. Universitas Hasannudin, Makasar. Hal. 5
- FHWA-RD-97-148. 2016. *User Guideline for Waste and Byproduct Material in Pavement Construction*. Publikasi. U.S Department of Transportation: Federal Highway Administration Research and Technology.
- Kartika, Siska E. dkk. 2009. *Modifikasi Limbah Fly Ash sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik di Surakarta*. Jurnal. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Koe, W. dkk. 2014. *Kepentingan dan Implementasi Green Construction dari Sisi Pandang Kontraktor*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil Vol. 3, No. 2 : Hal 1.
- Lincoln, Kevin. 2017. *Pengaruh Abu Terbang sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash*. Tugas Akhir. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Murdock, L. J., Brook, K. M., 1986. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Jakarta : Erlangga
- Pradita, S. dkk. 2013. *Pemanfaatan Abu Dasar (Bottom Ash) Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Beton Mutu Normal*. Jurnal. Universitas Riau, Pekanbaru. Hal. 2

- Priambodo, Ikhsan S., 2016. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kualitas Fisika dan Kimia pada Produksi Portland Composite Cement (PCC)*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah, Purwokerto. Hal 6-9.
- Raju, Remya, dkk. 2014. *Strength Performance of Concrete Using Bottom Ash as Fine Aggregate*. IMPACT : International Journal of Research in Engineering and Technology. Vol. 2, Issue 9 : Page 119-120.
- Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya B3. Sekretariat Negara. Jakarta
- Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan dan CSR 2013. 2013. Publikasi. PT. Jawa Power Unit Paiton. Hal.
- SK SNI-04-1989-F. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*, Badan Standardisasi Nasional.
- SK SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2834 : 2000. *Tata Cara Perencanaan Pembuatan Beton Mutu Normal*, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2847 : 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional.
- Sari, Rosie Arizki I. dkk., 2015. *Pengaruh Jumlah Semen dan FAS Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat yang Berasal dari Sungai*. Jurnal Sipil Statik Vol 3. No.1, Hal. 70.
- Sutrisno, Joko dan Hadyan S, M. 2005. *Studi Eksperimentasi Pengaruh (Respon) Substitusi Pasir dengan Bottom Ash pada Beton Konvensional*. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Soleman, Yoppy. 2005. *Evaluasi Modulus Elastisitas Beton (E_c) Berdasarkan Analisis Karakteristik Agregat*. [pdf]. <https://goo.gl/J5TGxM>, diakses 30 Maret 2018.
- Tjokrodinuljo K., 1992. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Triwidinata, Sholahuddin. 2017. *Pengaruh Bottom Ash sebagai Bahan Pengganti Sejumlah Pasir Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas pada Beton Mutu Tinggi*. Tugas Akhir. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Zacoeb, Achfas, dkk. 2012. *Pengaruh Penggunaan Bottom Ash sebagai Pengganti Semen pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako*. Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 6, No. 3 : Hal. 265





A. PENGUJIAN BAHAN

A.1 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

1. Waktu Pemeriksaan : 02 April 2018
2. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo,
 - b. Berat kering : 100 gram
 - c. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY
3. Alat
 - a. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (oven)
4. Hasil
 - a. Berat Pasir : 98,84 gram
 - b. Kandungan Lumpur : $\frac{100 - 98,84}{98,84} \times 100\%$
: 1,173 %

Kesimpulan : Kandungan lumpur 1,173 % < 5%, maka syarat terpenuhi (OK).



A.10 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT KASAR

1. Waktu Pemeriksaan : 7 Mei 2018
2. Bahan : Kerikil
3. Asal : Clereng
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan,
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya
Yogyakarta.

<i>Shoveled</i>		<i>Rodded</i>	
Diameter Tabung	15,33 cm	Diameter Tabung	15,33 cm
Tinggi Tabung	16,30 cm	Tinggi Tabung	16,30 cm
Volume Tabung	184,576 cm ³	Volume Tabung	184,576 cm ³
Berat Tabung	3500 gram	Berat Tabung	3500 gram
Berat Tabung + Pasir	7620 gram	Berat Tabung + Pasir	9040 gram
Berat Pasir	4120 gram	Berat Pasir	5540 gram
Berat Satuan	1,3694 gram/cm ³	Berat Satuan	1,5156 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata			1,4425 gram/cm³

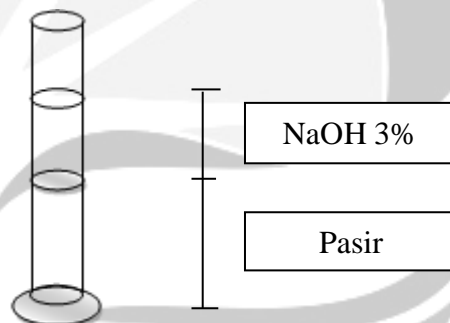
Kesimpulan : Jadi berat satuan volume untuk kerikil yang didapatkan sebesar

1,4425 gram/cm³



A.2 PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

1. Waktu Pemeriksaan : 02 April 2018
2. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo
 - b. Larutan NaOH 3%
3. Alat
 - a. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc
4. Sketsa



5. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan *Gardner Standart Colour*.

Kesimpulan : Warna *Gardner Standart Colour* No. 14, maka dapat disimpulkan pasir tersebut tidak layak digunakan.



A.3 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

1. Waktu Pemeriksaan : 6 April 2018
2. Bahan : Pasir
3. Asal : Kali Progo
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500 gram
B	Berat Contoh Kering	496 gram
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	715 gram
D	Berat Labu + Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	1037 gram
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,809 gr/cm ³
F	BJ. Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,787 gr/cm ³
G	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,8506 gr/cm ³
H	Penyerapan (<i>Absorption</i>) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,01 %



A.4 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *BOTTOM ASH*

1. Waktu Pemeriksaan : 28 April 2018
2. Bahan : *Bottom ash*
3. Asal : PT. Innatextile Manufacture Karangwuni
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Universitas Atma Jaya
Yogyakarta

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	200 gram
B	Berat Contoh Kering	195 gram
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	709 gram
D	Berat Labu + Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	798 gram
E	Berat Jenis Bulk = $\frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	1,802 gr/cm ³
F	BJ. Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	1,757 gr/cm ³
G	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(B)}{(C + B - D)}$	1,8396 gr/cm ³
H	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	2,564 %



A.6 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN *BOTTOM ASH*

1. Waktu Pemeriksaan : 07 April 2018
2. Bahan : *Bottom ash*
3. Asal : Karangwuni, Klaten.
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	571	571	0	0	0	100
1/2"	448	448	0	0	0	100
3/8"	455	455	0	0	0	100
No. 4	508	558	50	46	5	95
No. 8	329	465	136	113	18,6	81,4
No. 30	292	654	362	503	54,8	45,2
No. 50	374	537	163	899	71,1	28,9
No. 100	351	510	159	981	87	13
Pan	370	500	130	1000	100	0
				MHB =	$\frac{336,5}{100} = 3,365$	

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir)

sebesar 3,365. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi

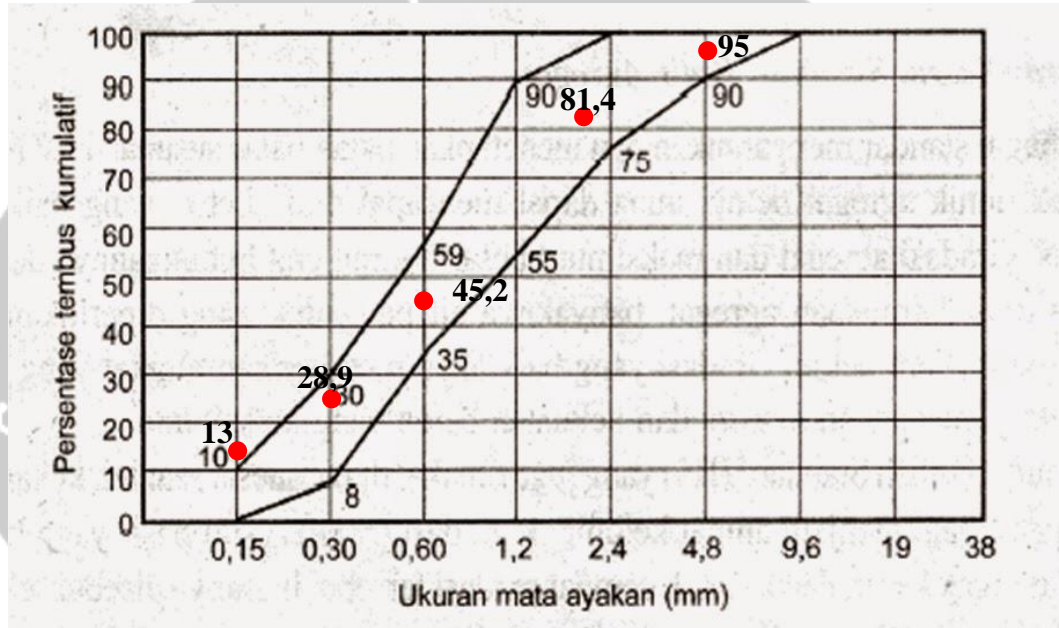
Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat halus

tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1,50 – 3,80

(OK).



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



Gambar A.4.1 Grafik Gradasi Pasir No. 2 (Sedang)

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



A.6 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

1. Waktu Pemeriksaan : 07 April 2018
2. Bahan : Pasir
3. Asal : Kali Progo
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

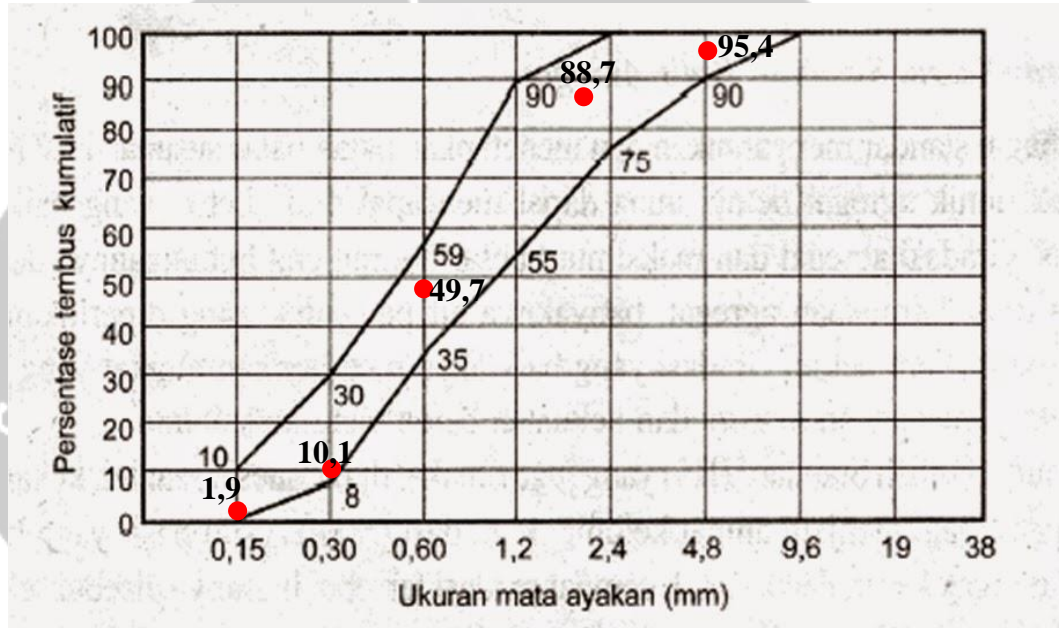
Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
¾"	558	558	0	0	0	100
½"	450	450	0	0	0	100
3/8"	456	456	0	0	0	100
No. 4	508	554	46	46	4,6	95,4
No. 8	330	397	67	113	11,3	88,7
No. 30	293	683	390	503	50,3	49,7
No. 50	374	770	396	899	89,9	10,1
No. 100	351	433	82	981	98,1	1,9
Pan	371	390	19	1000	100	0
MHB =					$\frac{354,2}{100} = 3,542$	

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir)

sebesar 3,5. 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 dapat ditentukan untuk daerah golongan pasirnya. Untuk menentukan pasir tersebut termasuk di golongan pasir berapa, dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar A.4.1 Grafik Gradasi Pasir No. 2 (Sedang)

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



A.6 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

1. Waktu Pemeriksaan : 9 April 2018
2. Bahan : Kerikil/*Split*
3. Asal : Clereng
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Kerikil	Berat Kerikil	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	556	574	18	18	1,8	98,2
1/2"	452	1346	894	912	91,2	8,8
3/8"	456	534	78	990	99	1
No. 4	508	509	1	991	99,1	0,9
No. 8	331	331	0	991	99,1	0,9
No. 30	292	292	0	991	99,1	0,9
No. 50	372	375	3	994	99,4	0,6
No. 100	351	352	1	995	99,5	0,5
No.200	269	270	1	996	99,6	0,4
Pan	371	375	4	1000	0	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 7,878. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat kasar tersebut tidak memenuhi syarat karena berada pada kisaran 6,00 – 7,10.



**A.5 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT
KASAR**

1. Waktu Pemeriksaan : 26 April 2018
2. Bahan : Kerikil / *Split*
3. Asal : Clereng
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Unniversitas Atma Jaya Yogyakarta

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering	989 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1017 gram
C	Berat Contoh Dalam Air	620 gram
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,4912 gr/cm ³
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,5617 gr/cm ³
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,6940 gr/cm ³
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	0,0314 %



A.7 PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN

LOS ANGELES ABRATION

1. Waktu Pemeriksaan : 5 April 2018
2. Bahan : Kerikil/*Split*
3. Asal : Clereng
4. 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)	3601 gram
Berat Sesudah	(A) - (B)	1399 gram
Keausan	$\frac{(A) - (B)}{(A)}$	27,98 %

Kesimpulan : Keausan Agregat didapat sebesar $27,98\% \leq 40\%$, memenuhi syarat

(OK).



A.8 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME AGREGAT HALUS

1. Waktu Pemeriksaan : 7 Mei 2018
2. Bahan : Pasir
3. Asal : Sungai Progo
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan,
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya
Yogyakarta.

<i>Shoveled</i>		<i>Rodded</i>	
Diameter Tabung	15,33 cm	Diameter Tabung	15,33 cm
Tinggi Tabung	16,30 cm	Tinggi Tabung	16,30 cm
Volume Tabung	184,576 cm ³	Volume Tabung	184,576 cm ³
Berat Tabung	3500 gram	Berat Tabung	3500 gram
Berat Tabung + Pasir	7320 gram	Berat Tabung + Pasir	9040 gram
Berat Pasir	3820 gram	Berat Pasir	5540 gram
Berat Satuan	1,269 gram/cm ³	Berat Satuan	1,8413 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata		1,5552 gram/cm³	

Kesimpulan : Jadi berat satuan volume untuk pasir yang didapatkan sebesar

1,5552 gram/cm³



A.9 PENGUJIAN BERAT SATUAN VOLUME *BOTTOM ASH*

1. Waktu Pemeriksaan : 5 Mei 2018
2. Bahan : *Bottom Ash*
3. Asal : Karangwuni, Klaten.
4. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan,
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya
Yogyakarta.

<i>Shoveled</i>		<i>Rodded</i>	
Diameter Tabung	15,33 cm	Diameter Tabung	15,33 cm
Tinggi Tabung	16,30 cm	Tinggi Tabung	16,30 cm
Volume Tabung	184,576 cm ³	Volume Tabung	184,576 cm ³
Berat Tabung	3520 gram	Berat Tabung	3520 gram
Berat Tabung + <i>Bottom Ash</i>	5740 gram	Berat Tabung + <i>Bottom Ash</i>	5960 gram
Berat Pasir	2220 gram	Berat Pasir	2440 gram
Berat Satuan	0,74714 gram/cm ³	Berat Satuan	0,8212 gram/cm ³
Berat Satuan Rata-rata		0,7842 gram/cm³	

Kesimpulan : Jadi berat satuan volume untuk pasir yang didapatkan sebesar

0,7842 gram/cm³



B. RENCANA ADUKAN BETON (*MIX DESIGN*)

(SNI 03-2834-2000)

I. Data Bahan

1. Bahan agregat halus (pasir) : Kali Progo, Yogyakarta
2. Bahan agregat kasar (*split*) : Clereng, Yogyakarta
3. Jenis semen : PPC Gresik

II. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang direncanakan (f'_c) pada umur 28 hari. $f'_c = 25$ MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran.
3. Berdasarkan SNI, nilai *margin* ditentukan sebesar 7 Mpa karena benda uji yang kurang dari 15 buah.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan berdasarkan SNI.

$$f'_c = 25 \text{ MPa} + M = 25 + 7 = 32 \text{ MPa.}$$

5. Menentukan jenis semen
Jenis semen PPC dengan merek Gresik
6. Menetapkan jenis agregat
 - a. Agregat halus : Pasir alam (Golongan 2)
 - b. Agregat kasar : Batu pecah
7. Menentukan faktor air semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu. Direncanakan sebesar 0,48.
8. Menetapkan faktor air semen maksimum



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

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

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

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan No.7, dipakai terkecil. Jadi digunakan fas 0,48.

9. Menetapkan nilai *slump*, direncanakan sebesar 60-180 mm.
10. Ukuran butiran maksimum (krikil) adalah 20 mm.
11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m^3 beton.
 - a. Ukuran butir maksimum 20 mm.
 - b. Nilai *slump* 60-180 mm.
 - c. Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka $W_h = 195$



d. Agregat kasar berupa batu pecah, maka $W_k = 225$

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

Dengan :

W_h = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3} \cdot 195 + \frac{1}{3} \cdot 225 = 205 \ell / m^3$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

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

b. Berdasarkan $fas = 0,48$

$$\begin{aligned} \text{Semen per } m^3 \text{ beton} &= \frac{\text{kebutuhan air (W)}}{fas} \\ &= 476,744 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 476,744 kg.

13. Perbandingan agregat halus dan kasar.

a. Ukuran maksimum 20 mm.

b. Nilai *slump* 60 mm – 180 mm

c. *fas* 0,48.

d. Jenis gradasi pasir no. 2

Diambil proporsi pasir = 40 %.

14. Berat jenis agregat campuran

$$= \frac{P}{100} \text{ BJ Agregat Halus} + \frac{K}{100} \text{ BJ Agregat Kasar}$$

$$= \frac{40}{100} \times 2,787 + \frac{60}{100} \times 2,562$$

$$= 2,652$$



Dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

15. Berat jenis beton, diperoleh hasil

16. Berat agregat campuran

= Berat tiap m³ – Kebutuhan air dan semen

= 2601 – (205 + 427,083)

= 1968,917 kg/m³

17. Menghitung berat agregat halus

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

$$= \frac{40}{100} \times 1968,917 \text{ kg/m}^3 = 787,567 \text{ kg/m}^3$$

18. Menghitung berat agregat kasar

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

$$= \frac{60}{100} \times 1968,917 \text{ kg/m}^3 = 1181,350 \text{ kg/m}^3$$

19. Menghitung kebutuhan material berdasarkan hasil analisis berat
volume agregat dan berat jenis agregat.

Material	Berat Volume (gram/cm ³)	Berat Jenis (gram/cm ³)
Semen	-	-
Agregat Halus	1,56	2,787
<i>Bottom Ash</i>	0,7813	1,757
Agregat Kasar	1,44	2,562
Air	-	-



20. Menentukan persentase pemakaian material dalam satu kali adukan

Kode	Semen	Pasir	<i>Bottom Ash</i>	Kerikil	Air
BA0	100%	100%	0%	100%	100%
BA10	100%	90%	10%	100%	100%
BA20	100%	80%	20%	100%	100%
BA30	100%	70%	30%	100%	100%
BA40	100%	60%	40%	100%	100%

21. Menghitung kebutuhan material dalam satu kali adukan

Diketahui:

a. Volume silinder = $\frac{1}{4} \times \pi \times 15^2 \times 30 \text{ cm} = 5301,4376 \text{ cm}^3$
 $= 0,05301438 \text{ m}^3$

b. *Safety Factor* = 1,2

Material	Berat Volume (gram/cm ³)	Berat Jenis (gram/cm ³)	Kebutuhan Material
Semen	-	-	427,083
Agregat Halus	1,56	2,787	787,567
<i>Bottom Ash</i>	0,7813	1,757	-
Agregat Kasar	1,44	2,562	1181,350
Air	-	-	205



Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} 1. \text{ Semen} &= \text{Berat semen} \times \text{Vol. silinder} \times SF \times (\%) \text{ semen} \\ &= 427,083 \times 0,05301438 \times 1,2 \times 100\% \\ &= 24,46 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Agregat Halus} &= \text{Berat agregat halus} \times \text{Vol. silinder} \times SF \times (\%) \text{ pasir} \\ &= 787,567 \times 0,05301438 \times 1,2 \times 90\% \\ &= 40,59 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. *Bottom Ash*

$$\begin{aligned} &= \left[\left(\frac{\text{Berat agregat halus} \times \text{Vol. silinder} \times SF}{\text{Berat volume pasir}} \right) \times \% \text{ Bottom ash} \times \text{Jumlah benda uji} \right] \times \text{Berat volume bottom ash} \\ &= \left[\left(\frac{787,567 \times 0,005301438 \times 1,2}{1,56 \times 10^3} \right) \times 10\% \times 9 \right] \times 0,7813 \times 10^3 \\ &= 2,26 \text{ kg} \end{aligned}$$



4. Agregat Kasar

$$= \left[\left(\frac{\text{Berat agregat kasar} \times \text{Vol. silinder} \times SF}{\text{Berat volume kerikil}} \right) \times \% \text{ Kerikil} \times \text{Jumlah benda uji} \right]$$

$$= \left[\left(\frac{1181,350 \times 0,005301438 \times 1,2}{1,44 \times 10^3} \right) \times 100\% \times 9 \right]$$

$$= 67,64 \text{ kg}$$

5. Air

$$= \text{Kebutuhan air} \times \text{Vol. silinder} \times SF \times (\%) \text{ kebutuhan air} \times \text{Jumlah benda uji}$$

$$= 205 \times 0,005301438 \times 1,2 \times 100\% \times 9$$

$$= 11,74 \text{ liter}$$



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan

Kode	Semen (kg)	Pasir (kg)	Bottom Ash (kg)	Split (kg)	Air (liter)
BA0	24,46	21,02	0	54,05	9,51
BA10	24,46	21,02	2,26	54,05	9,51
BA20	24,46	21,02	4,52	54,05	9,51
BA30	24,46	21,02	6,78	54,05	9,51
BA40	24,46	21,02	9,04	54,05	9,51

Proporsi Campuran Adukan Beton per 1 m³

Kode	Semen (kg)	Pasir (kg/m ³)	Bottom Ash (kg/m ³)	Split (kg/m ³)	Kebutuhan Air Rencana (liter)	Kebutuhan Air Real (liter)
BA0	427,083	1407,02	0	1165,14	205	162,6044
BA10	427,083	1266,32	88,71	1165,14	205	162,6044
BA20	427,083	1125,62	177,41	1165,14	205	162,6044
BA30	427,083	984,92	266,11	1165,14	205	162,6044
BA40	427,083	844,22	354,81	1165,14	205	162,6044



C. HASIL PENGUJIAN BENDA UJI

C.1 PENGUJIAN KUAT DESAK SILINDER BETON UMUR 7 HARI

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA0	A	13,66	15,2125	30,258	2483,82	279	15,36	17
	B	13,60	15,2125	30,234	2380,07	230	12,17*	
	C	12,72	15,135	30,1825	2342,49	335	18,63	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA10	A	12,86	15,1825	30,705	2313,43	290	16,02	15,89
	B	12,88	15,25	30,1625	2337,86	390	21,36*	
	C	13,56	15,1775	30,49	2458,17	285	15,76	

Contoh Perhitungan : Kode BA10

1. Berat Volume (kg/m³)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Berat silinder beton}}{\text{Volume silinder beton}} \\ &= \frac{12,86}{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times 15,1825^2 \times 30,705\right) \times 10^{-6}} \end{aligned}$$

$$= 2313,425 \text{ kg/cm}^3$$

2. Kuat Tekan (f'_c)

$$\begin{aligned} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{290 \times 10^3}{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times 15,1825^2\right) \times 10^2} \end{aligned}$$

$$= 16,02 \text{ MPa}$$



Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA20	A	12,58	15,13	30,3325	2306,77	265	14,74	13,85
	B	12,54	15,235	30,285	2271,41	260	14,27	
	C	12,5	15,125	30,53	2278,78	225	12,53	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA30	A	12,6	15,445	30,505	2204,62	275	14,68	13,74
	B	13,20	15,095	30,575	2412,41	260	13,97	
	C	12,42	15,2775	30,495	2221,77	230	12,55	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA40	A	12,28	15,18	30,2375	2243,98	200	11,06	11,51
	B	12,14	15,19	30,29	2211,64	230	12,70	
	C	12,3	15,1925	30,565	2219,89	195	10,76	



C.2 PENGUJIAN KUAT DESAK SILINDER BETON UMUR 14 HARI

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA0	A	13,52	15,53	30,44	2344,57	450	23,76	24,74
	B	13,86	15,42	30,36	2444,97	480	25,71	
	C	13,16	15,11	30,27	2424,11	340	18,96	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA10	A	13,52	13,80	15,61	2347,64	475	24,83	23,94
	B	13,86	12,92	15,16	2362,28	455	25,21	
	C	13,16	13,52	15,58	2349,59	415	21,78	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA20	A	12,56	15,08	30,23	2328,19	295	16,63	17,15
	B	12,46	15,15	30,25	2284,77	320	17,76	
	C	12,74	15,18	30,21	2330,54	380	21	



Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA30	A	13,02	15,50	30,49	2263,27	280	14,84	14,9
	B	12,6	15,40	30,16	2241,98	365	19,59	
	C	13,2	15,44	30,54	2309,01	280	14,96	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA40	A	12,24	15,36	30,35	2177,88	195	10,54	11,19
	B	12,2	15,22	30,41	2206,71	215	11,83	
	C	12,44	15,33	30,58	2203,45	275	14,9	



C.3 PENGUJIAN KUAT DESAK SILINDER BETON UMUR 28 HARI

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA0	A	13,62	15,40	30,16	2424,66	495	26,58	24,83
	B	13,30	15,14	30,32	2438,59	415	23,07	
	C	12,78	15,25	30,09	2324,35	340	18,61	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA10	A	13,38	15,01	30,49	2482,04	425	24,04	23,97
	B	13,46	15,05	30,40	2488,49	425	23,89	
	C	13,92	15,52	30,80	2389,77	330	17,45	

Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	kg/m ³	kN	MPa	
BA20	A	12,54	15,20	30,5	2265,80	410	22,6	22,67
	B	12,96	15,41	30,49	2280,90	350	18,78	
	C	12,92	15,25	30,49	2320,31	415	22,73	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	kN	MPa	
BA30	A	13,14	15,39	30,42	2322,04	385	20,7	15,46
	B	12,66	14,81	30,77	2390,01	260	15,11	
	C	12,42	14,89	30,7	2324,85	275	15,81	

Kode	Indeks	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Desak	Rata-rata (MPa)
		kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	kN	MPa	
BA40	A	12,42	14,95	30,56	2316,79	215	12,26	12,71
	B	13	15,18	30,65	2343,58	190	10,5	
	C	12,46	14,96	30,22	2346,08	270	15,37	



C.3 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS SILINDER BETON

Kode Beton = BA0-B

Po = 201,5 mm

Ao = 17991 mm²

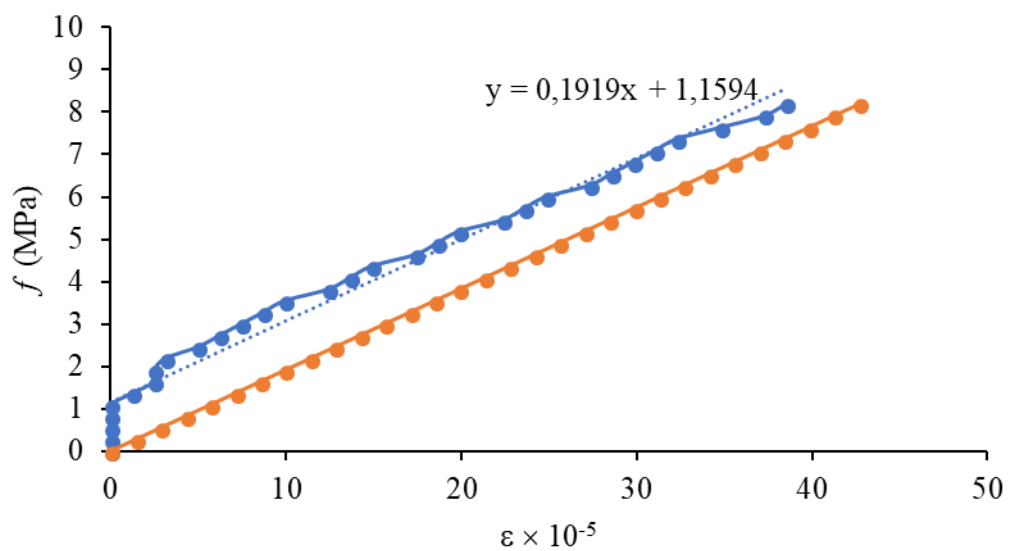
Beban Maks = 15000 Kgf

E = 19190 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0	0	0,27	0,00	1,42
1000	9810	0	0	0,55	0,00	2,84
1500	14715	0	0	0,82	0,00	4,26
2000	19620	0	0	1,09	0,00	5,68
2500	24525	0,5	0,25	1,36	1,24	7,10
3000	29430	1	0,5	1,64	2,48	8,52
3500	34335	1	0,5	1,91	2,48	9,95
4000	39240	1,25	0,625	2,18	3,10	11,37
4500	44145	2	1	2,45	4,96	12,79
5000	49050	2,5	1,25	2,73	6,20	14,21
5500	53955	3	1,5	3,00	7,44	15,63
6000	58860	3,5	1,75	3,27	8,68	17,05
6500	63765	4	2	3,54	9,93	18,47
7000	68670	5	2,5	3,82	12,41	19,89
7500	73575	5,5	2,75	4,09	13,65	21,31
8000	78480	6	3	4,36	14,89	22,73
8500	83385	7	3,5	4,63	17,37	24,15
9000	88290	7,5	3,75	4,91	18,61	25,57
9500	93195	8	4	5,18	19,85	26,99
10000	98100	9	4,5	5,45	22,33	28,41
10500	103005	9,5	4,75	5,73	23,57	29,84
11000	107910	10	5	6,00	24,81	31,26
11500	112815	11	5,5	6,27	27,30	32,68



Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
12000	117720	11,5	5,75	6,54	28,54	34,10
12500	122625	12	6	6,82	29,78	35,52
13000	127530	12,5	6,25	7,09	31,02	36,94
13500	132435	13	6,5	7,36	32,26	38,36
14000	137340	14	7	7,63	34,74	39,78
14500	142245	15	7,5	7,91	37,22	41,20
15000	147150	15,5	7,75	8,18	38,46	42,62



—●— Awal —●— Koreksi Linear (Awal)



Kode Beton = BA0-C

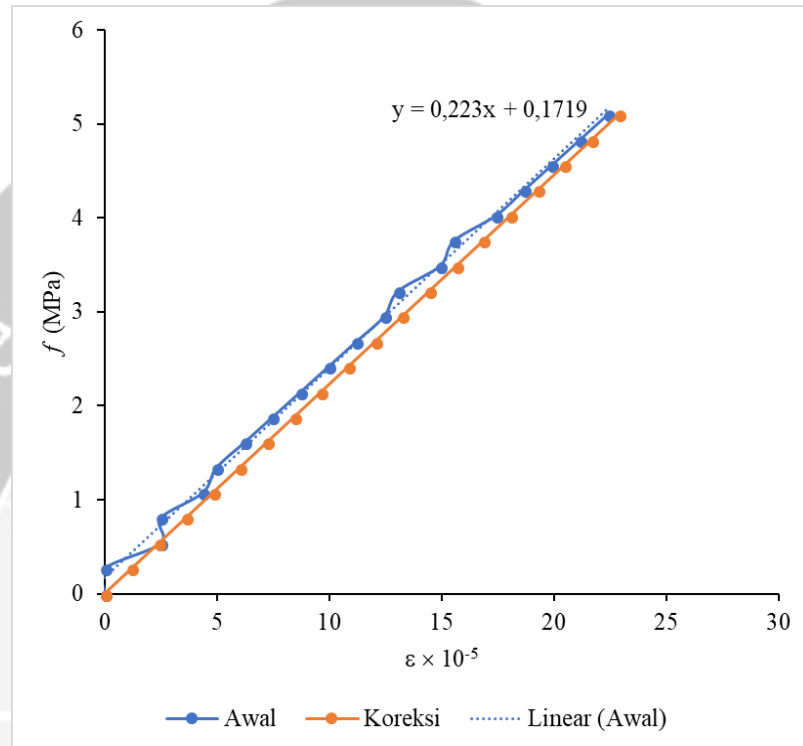
Po = 201 mm

Ao = 18271 mm²

Beban Maks = 9500 Kgf

E = 22300 MPa

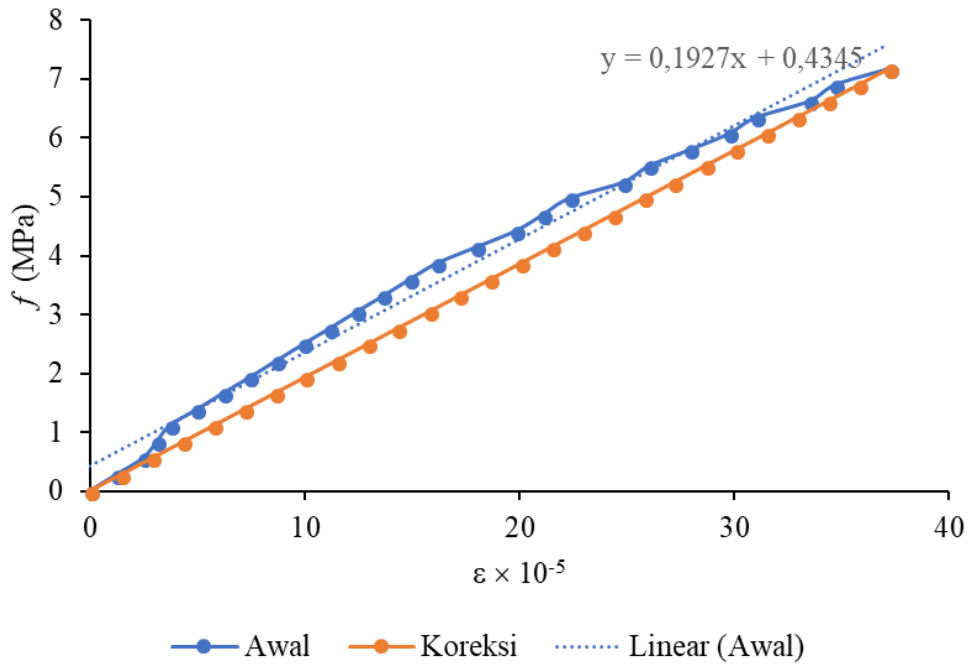
Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0	0	0,27	0,00	1,20
1000	9810	1	0,5	0,54	2,49	2,41
1500	14715	1	0,5	0,81	2,49	3,61
2000	19620	1,75	0,875	1,07	4,35	4,82
2500	24525	2	1	1,34	4,98	6,02
3000	29430	2,5	1,25	1,61	6,22	7,22
3500	34335	3	1,5	1,88	7,46	8,43
4000	39240	3,5	1,75	2,15	8,71	9,63
4500	44145	4	2	2,42	9,95	10,83
5000	49050	4,5	2,25	2,68	11,19	12,04
5500	53955	5	2,5	2,95	12,44	13,24
6000	58860	5,25	2,625	3,22	13,06	14,45
6500	63765	6	3	3,49	14,93	15,65
7000	68670	6,25	3,125	3,76	15,55	16,85
7500	73575	7	3,5	4,03	17,41	18,06
8000	78480	7,5	3,75	4,30	18,66	19,26
8500	83385	8	4	4,56	19,90	20,46
9000	88290	8,5	4,25	4,83	21,14	21,67
9500	93195	9	4,5	5,10	22,39	22,87





Kode Beton = BA10-B
 Po = 201,7 mm
 Ao = 17795,4 mm²
 Beban Maks = 13000 Kgf
 E = 19270 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0	0	0,00
500	4905	0,5	0,25	0,28	1,24	1,45
1000	9810	1	0,5	0,56	2,48	2,91
1500	14715	1,25	0,625	0,83	3,1	4,31
2000	19620	1,5	0,75	1,11	3,72	5,76
2500	24525	2	1	1,38	4,96	7,16
3000	29430	2,5	1,25	1,66	6,2	8,61
3500	34335	3	1,5	1,93	7,44	10,02
4000	39240	3,5	1,75	2,21	8,68	11,47
4500	44145	4	2	2,49	9,92	12,92
5000	49050	4,5	2,25	2,76	11,16	14,32
5500	53955	5	2,5	3,04	12,4	15,78
6000	58860	5,5	2,75	3,31	13,64	17,18
6500	63765	6	3	3,59	14,88	18,63
7000	68670	6,5	3,25	3,86	16,12	20,03
7500	73575	7,25	3,625	4,14	17,98	21,48
8000	78480	8	4	4,42	19,84	22,94
8500	83385	8,5	4,25	4,69	21,08	24,34
9000	88290	9	4,5	4,97	22,32	25,79
9500	93195	10	5	5,24	24,79	27,19
10000	98100	10,5	5,25	5,52	26,03	28,65
10500	103005	11,25	5,625	5,79	27,89	30,05
11000	107910	12	6	6,07	29,75	31,50
11500	112815	12,5	6,25	6,34	30,99	32,90
12000	117720	13,5	6,75	6,62	33,47	34,35
12500	122625	14	7	6,9	34,71	35,81
13000	127530	15	7,5	7,17	37,19	37,21





Kode Beton = BA10-C
 Po = 201,4 mm
 Ao = 18911,8 mm²
 Beban Maks = 13000 Kgf
 E = 23150 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	4905	0	0	0	0	0
500	9810	0,25	0,125	0,26	0,62	1,12
1000	14715	0,5	0,25	0,52	1,24	2,24
1500	19620	0,75	0,375	0,78	1,86	3,36
2000	24525	1,25	0,625	1,04	3,10	4,48
2500	29430	1,5	0,75	1,30	3,72	5,60
3000	34335	2	1	1,56	4,97	6,72
3500	39240	2,25	1,125	1,82	5,59	7,84
4000	44145	2,5	1,25	2,07	6,21	8,96
4500	49050	3	1,5	2,33	7,45	10,08
5000	53955	3,5	1,75	2,59	8,69	11,20
5500	58860	4	2	2,85	9,93	12,32
6000	63765	4,5	2,25	3,11	11,17	13,44
6500	68670	4,75	2,375	3,37	11,79	14,56
7000	73575	5,5	2,75	3,63	13,65	15,68
7500	78480	5,75	2,875	3,89	14,28	16,81
8000	83385	6,25	3,125	4,15	15,52	17,93
8500	88290	6,5	3,25	4,41	16,14	19,05
9000	93195	7,25	3,625	4,67	18,00	20,17
9500	98100	7,5	3,75	4,93	18,62	21,29
10000	103005	8,25	4,125	5,19	20,48	22,41
10500	107910	8,75	4,375	5,45	21,72	23,53
11000	112815	9,5	4,75	5,71	23,58	24,65
11500	117720	9,75	4,875	5,97	24,21	25,77
12000	122625	10,5	5,25	6,22	26,07	26,89



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

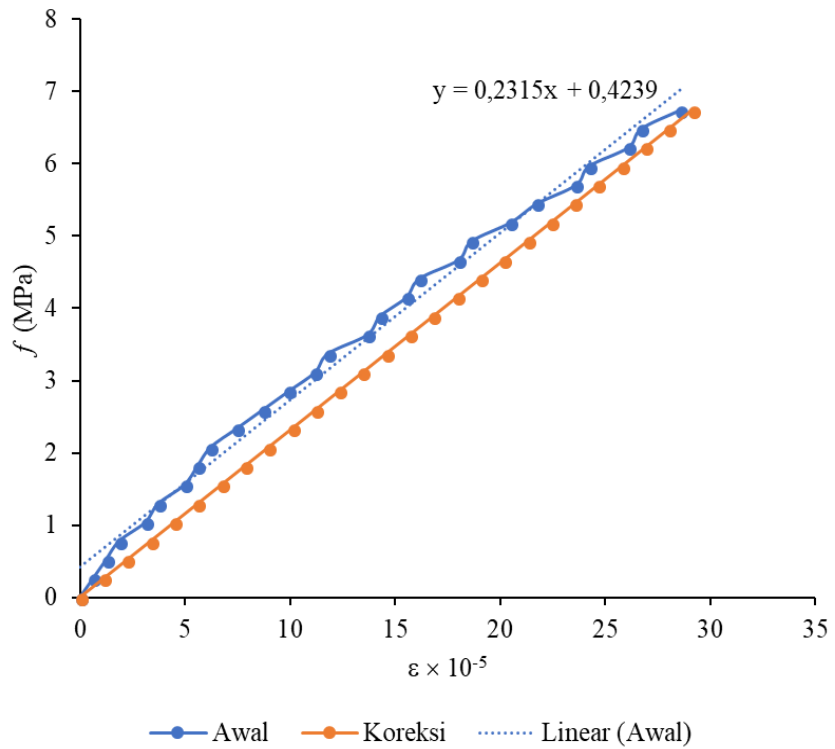
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748

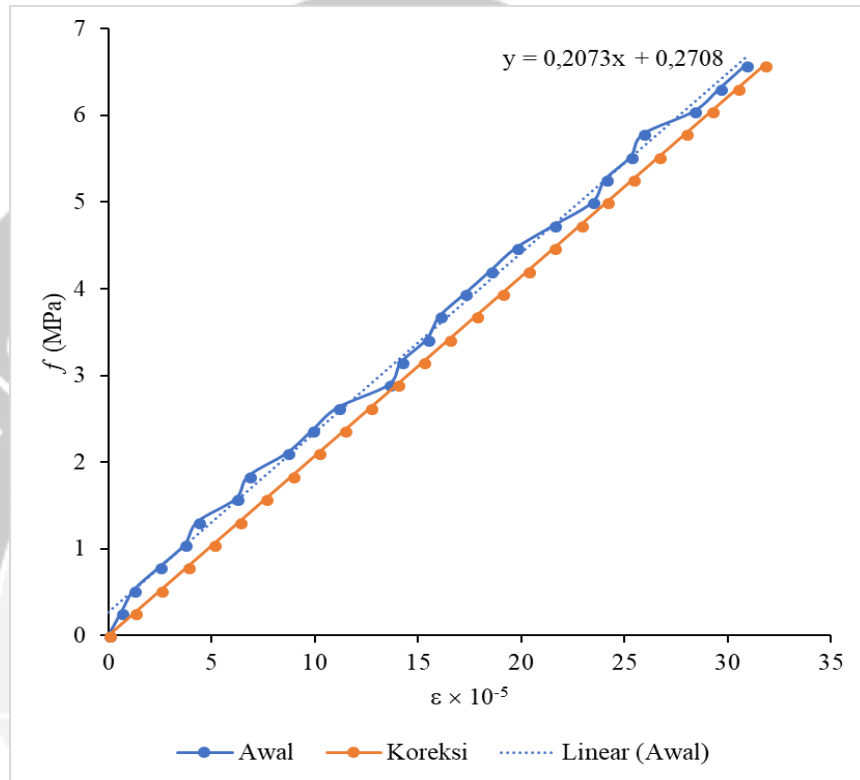
12500	127530	10,75	5,375	6,48	26,69	28,01
13000	127487.2	11,5	5,75	6,74	28,55	29,13





Kode Beton = BA20-B
 Po = 202,7 mm
 Ao = 18638,6 mm²
 Beban Maks = 12500 Kgf
 E = 20730 MPa

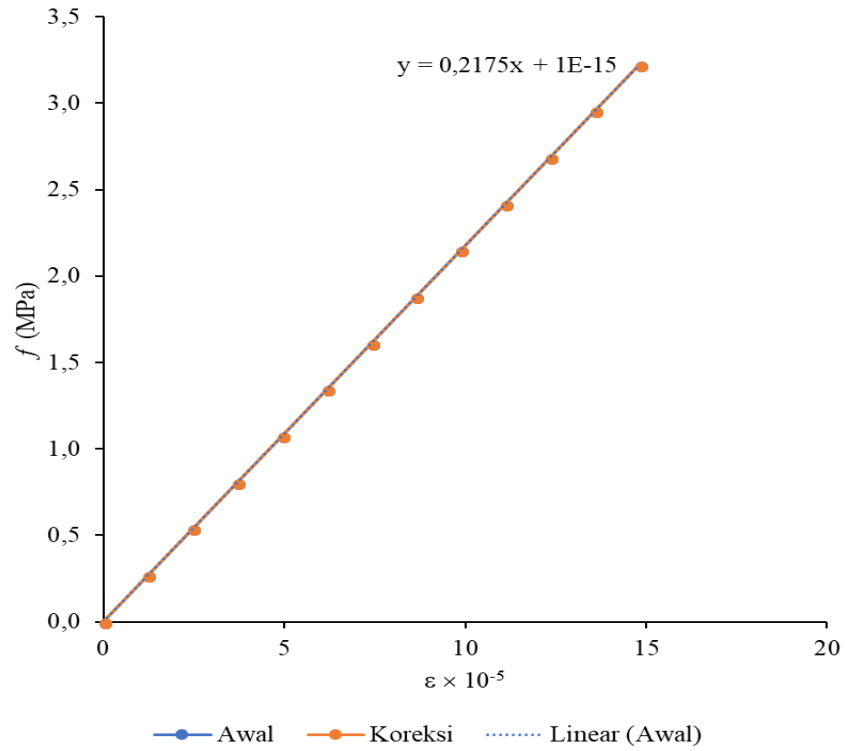
Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0,25	0,125	0,26	0,62	1,27
1000	9810	0,5	0,25	0,53	1,23	2,54
1500	14715	1	0,5	0,79	2,47	3,81
2000	19620	1,5	0,75	1,05	3,70	5,08
2500	24525	1,75	0,875	1,32	4,32	6,35
3000	29430	2,5	1,25	1,58	6,17	7,62
3500	34335	2,75	1,375	1,84	6,78	8,89
4000	39240	3,5	1,75	2,11	8,63	10,16
4500	44145	4	2	2,37	9,87	11,43
5000	49050	4,5	2,25	2,63	11,10	12,69
5500	53955	5,5	2,75	2,89	13,57	13,96
6000	58860	5,75	2,875	3,16	14,18	15,23
6500	63765	6,25	3,125	3,42	15,42	16,50
7000	68670	6,5	3,25	3,68	16,03	17,77
7500	73575	7	3,5	3,95	17,27	19,04
8000	78480	7,5	3,75	4,21	18,50	20,31
8500	83385	8	4	4,47	19,73	21,58
9000	88290	8,75	4,375	4,74	21,58	22,85
9500	93195	9,5	4,75	5,00	23,43	24,12
10000	98100	9,75	4,875	5,26	24,05	25,39
10500	103005	10,25	5,125	5,53	25,28	26,66
11000	107910	10,5	5,25	5,79	25,90	27,93
11500	112815	11,5	5,75	6,05	28,37	29,20
12000	117720	12	6	6,32	29,60	30,47
12500	122625	12,5	6,25	6,58	30,83	31,74





Kode Beton = BA20-C
 Po = 202,5 mm
 Ao = 18265,4 mm²
 Beban Maks = 12500 Kgf
 E = 21752 MPa

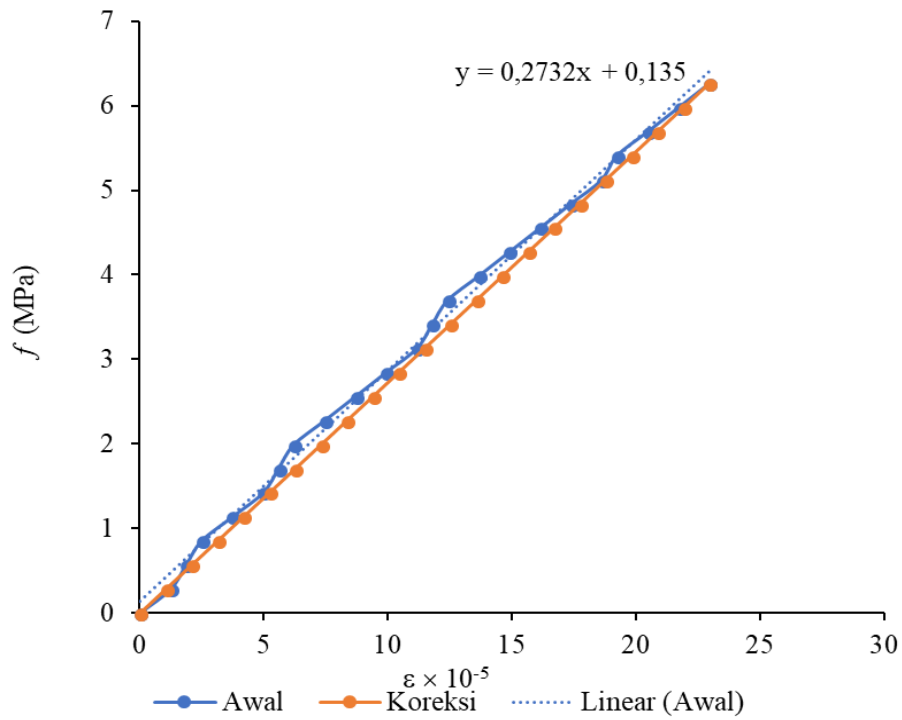
Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0,5	0,25	0,27	1,23	1,23
1000	9810	1	0,5	0,54	2,47	2,47
1500	14715	1,5	0,75	0,81	3,70	3,70
2000	19620	2	1	1,07	4,94	4,94
2500	24525	2,5	1,25	1,34	6,17	6,17
3000	29430	3	1,5	1,61	7,41	7,41
3500	34335	3,5	1,75	1,88	8,64	8,64
4000	39240	4	2	2,15	9,88	9,88
4500	44145	4,5	2,25	2,42	11,11	11,11
5000	49050	5	2,5	2,69	12,35	12,35
5500	53955	5,5	2,75	2,95	13,58	13,58
6000	58860	6	3	3,22	14,81	14,81
6500	63765	7	3,5	3,49	17,28	16,05
7000	68670	7,5	3,75	3,76	18,52	17,28
7500	73575	8,5	4,25	4,03	20,99	18,52
8000	78480	9	4,5	4,30	22,22	19,75
8500	83385	9,75	4,875	4,57	24,07	20,99
9000	88290	11,5	5,75	4,83	28,40	22,22
9500	93195	11,75	5,875	5,10	29,01	23,46
10000	98100	12	6	5,37	29,63	24,69
10500	103005	13	6,5	5,64	32,10	25,93
11000	107910	14	7	5,91	34,57	27,16
11500	112815	15	7,5	6,18	37,04	28,39
12000	117720	16	8	6,44	39,51	29,63
12500	122625	17	8,5	6,71	41,98	30,86





Kode Beton = BA30-B
 Po = 201,5 mm
 Ao = 17215 mm²
 Beban Maks = 12500 Kgf
 E = 27320 MPa

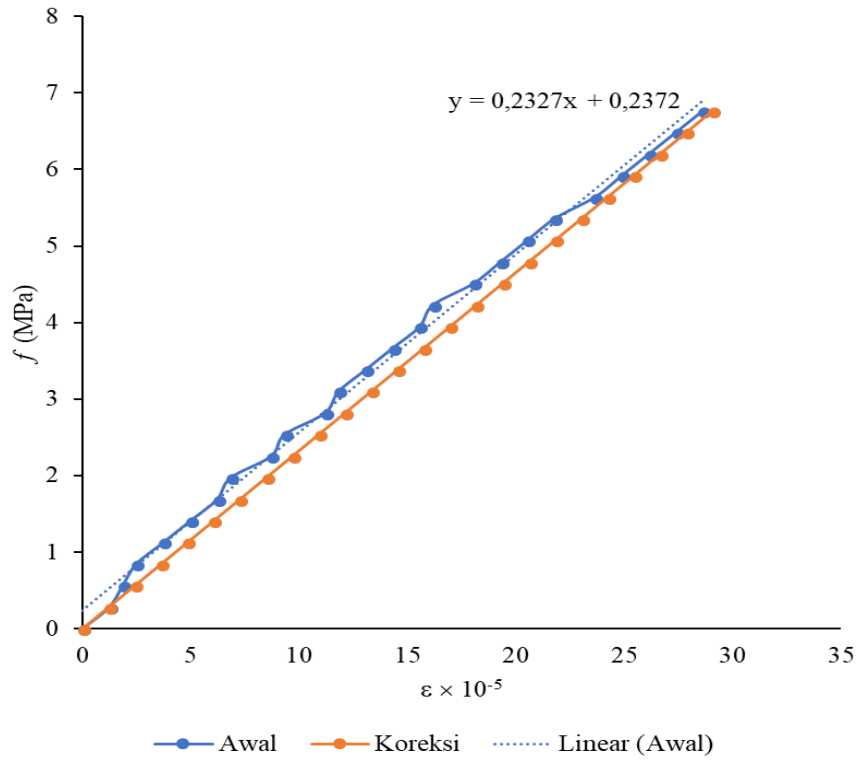
Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0,5	0,25	0,28	1,24	1,04
1000	9810	0,75	0,375	0,57	1,86	2,09
1500	14715	1	0,5	0,85	2,48	3,13
2000	19620	1,5	0,75	1,14	3,72	4,17
2500	24525	2	1	1,42	4,96	5,21
3000	29430	2,25	1,125	1,71	5,58	6,26
3500	34335	2,5	1,25	1,99	6,20	7,30
4000	39240	3	1,5	2,28	7,44	8,34
4500	44145	3,5	1,75	2,56	8,68	9,39
5000	49050	4	2	2,85	9,93	10,43
5500	53955	4,5	2,25	3,13	11,17	11,47
6000	58860	63	31.5	3.30	15.73	16.14
6500	63765	70	35	3.58	17.48	17.89
7000	68670	74	37	3.85	18.48	18.89
7500	73575	79	39.5	4.13	19.73	20.14
8000	78480	83	41.5	4.40	20.73	21.14
8500	83385	89	44.5	4.68	22.23	22.64
9000	88290	94	47	4.96	23.48	23.88
9500	93195	98	49	5.23	24.48	24.88
10000	98100	105	52.5	5.51	26.22	26.63
10500	103005	111	55.5	5.78	27.72	28.13
11000	107910	116	58	6.06	28.97	29.38
11500	112815	123	61.5	6.33	30.72	31.13
12000	117720	128	64	6.61	31.97	32.38
12500	122625	133	66.5	6.88	33.22	33.62





Kode Beton = BA30-C
 Po = 200,9 mm
 Ao = 17402 mm²
 Beban Maks = 12500 Kgf
 E = 23270 MPa

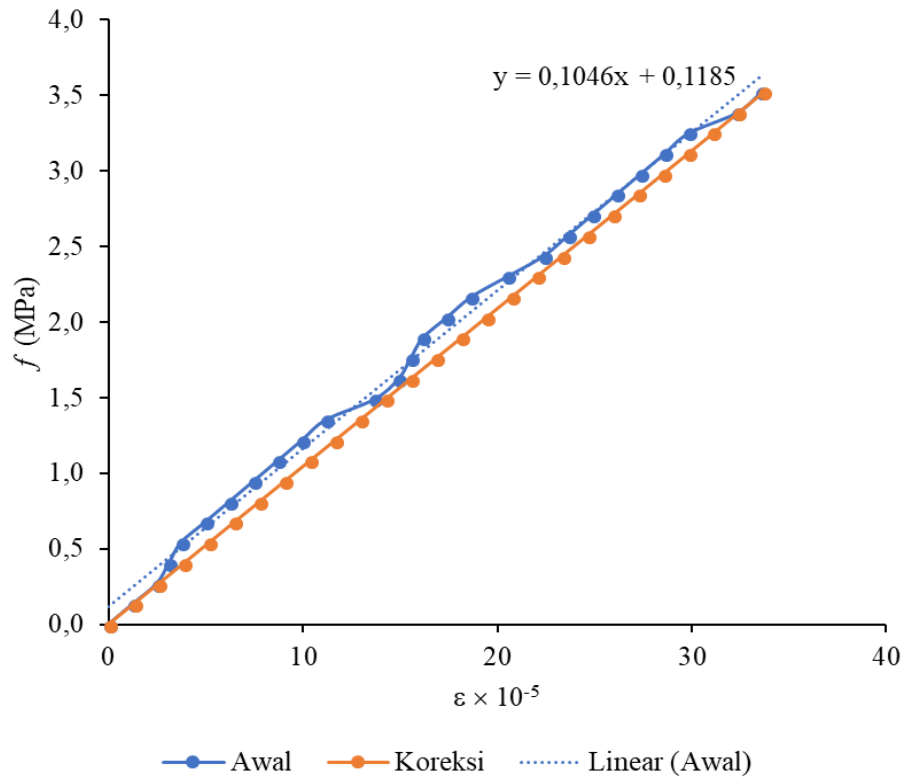
Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0,5	0,25	0,28	1,24	1,21
1000	9810	0,75	0,375	0,56	1,87	2,42
1500	14715	1	0,5	0,85	2,49	3,63
2000	19620	1,5	0,75	1,13	3,73	4,85
2500	24525	2	1	1,41	4,98	6,06
3000	29430	2,5	1,25	1,69	6,22	7,27
3500	34335	2,75	1,375	1,97	6,84	8,48
4000	39240	3,5	1,75	2,25	8,71	9,69
4500	44145	3,75	1,875	2,54	9,33	10,90
5000	49050	4,5	2,25	2,82	11,20	12,11
5500	53955	4,75	2,375	3,10	11,82	13,32
6000	58860	5,25	2,625	3,38	13,07	14,54
6500	63765	5,75	2,875	3,66	14,31	15,75
7000	68670	6,25	3,125	3,95	15,56	16,96
7500	73575	6,5	3,25	4,23	16,18	18,17
8000	78480	7,25	3,625	4,51	18,04	19,38
8500	83385	7,75	3,875	4,79	19,29	20,59
9000	88290	8,25	4,125	5,07	20,53	21,80
9500	93195	8,75	4,375	5,36	21,78	23,01
10000	98100	9,5	4,75	5,64	23,64	24,23
10500	103005	10	5	5,92	24,89	25,44
11000	107910	10,5	5,25	6,20	26,13	26,65
11500	112815	11	5,5	6,48	27,38	27,86
12000	117720	11,5	5,75	6,76	28,62	29,07
12500	122625	12,5	6,25	7,05	31,11	30,28





Kode Beton = BA40-B
 Po = 201,2 mm
 Ao = 18098 mm²
 Beban Maks = 6500 Kgf
 E = 10460 MPa

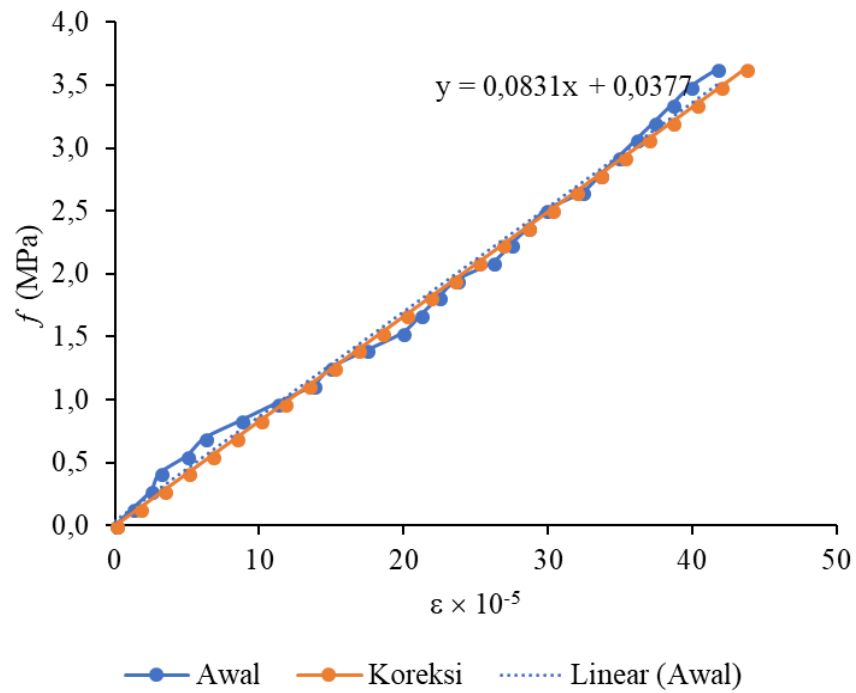
Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
250	2452,5	0,5	0,25	0,14	1,24	1,30
500	4905	1	0,5	0,27	2,49	2,59
750	7357,5	1,25	0,625	0,41	3,11	3,89
1000	9810	1,5	0,75	0,54	3,73	5,18
1250	12262,5	2	1	0,68	4,97	6,48
1500	14715	2,5	1,25	0,81	6,21	7,77
1750	17167,5	3	1,5	0,95	7,46	9,07
2000	19620	3,5	1,75	1,08	8,70	10,36
2250	22072,5	4	2	1,22	9,94	11,66
2500	24525	4,5	2,25	1,36	11,18	12,96
2750	26977,5	5,5	2,75	1,49	13,67	14,25
3000	29430	6	3	1,63	14,91	15,55
3250	31882,5	6,25	3,125	1,76	15,53	16,84
3500	34335	6,5	3,25	1,90	16,15	18,14
3750	36787,5	7	3,5	2,03	17,40	19,43
4000	39240	7,5	3,75	2,17	18,64	20,73
4250	41692,5	8,25	4,125	2,30	20,50	22,02
4500	44145	9	4,5	2,44	22,37	23,32
4750	46597,5	9,5	4,75	2,57	23,61	24,61
5000	49050	10	5	2,71	24,85	25,91
5250	51502,5	10,5	5,25	2,85	26,09	27,21
5500	53955	11	5,5	2,98	27,34	28,50
5750	56407,5	11,5	5,75	3,12	28,58	29,80
6000	58860	12	6	3,25	29,82	31,09
6250	61312,5	13	6,5	3,39	32,31	32,39
6500	63765	13,5	6,75	3,52	33,55	33,68





Kode Beton = BA40-C
Po = 201,2 mm
Ao = 18098 mm²
Beban Maks = 6500 Kgf
E = 8310 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻²	10 ⁻²	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
250	2452,5	0,5	0,25	1,24	1,68	1,68
500	4905	1	0,5	2,49	3,36	3,36
750	7357,5	1,25	0,625	3,11	5,04	5,04
1000	9810	2	1	4,98	6,72	6,72
1250	12262,5	2,5	1,25	6,22	8,40	8,40
1500	14715	3,5	1,75	8,71	10,07	10,07
1750	17167,5	4,5	2,25	11,20	11,75	11,75
2000	19620	5,5	2,75	13,69	13,43	13,43
2250	22072,5	6	3	14,93	15,11	15,11
2500	24525	7	3,5	17,42	16,79	16,79
2750	26977,5	8	4	19,91	18,47	18,47
3000	29430	8,5	4,25	21,15	20,15	20,15
3250	31882,5	9	4,5	22,40	21,83	21,83
3500	34335	9,5	4,75	23,64	23,51	23,51
3750	36787,5	10,5	5,25	26,13	25,19	25,19
4000	39240	11	5,5	27,38	26,86	26,86
4250	41692,5	11,5	5,75	28,62	28,54	28,54
4500	44145	12	6	29,87	30,22	30,22
4750	46597,5	13	6,5	32,35	31,90	31,90
5000	49050	13,5	6,75	33,60	33,58	33,58
5250	51502,5	14	7	34,84	35,26	35,26
5500	53955	14,5	7,25	36,09	36,94	36,94
5750	56407,5	15	7,5	37,33	38,62	38,62
6000	58860	15,5	7,75	38,58	40,30	40,30
6250	61312,5	16	8	39,82	41,98	41,98
6500	63765	16,75	8,375	41,69	43,65	43,65



E. DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengujian Berat Jenis Pasir



Pengujian Analisis Saringan Pasir



Pengujian Berat Jenis Kerikil



Kandungan Lumpur dalam Pasir



Kandungan Zat Organik dalam Pasir



Pengujian SSD Agregat Halus



Pengujian Keausan Agregat Kasar



Pengujian Berat Volume *Bottom Ash*



Mencuci Agregat Halus



Proses Membuat SSD Agregat Halus



Mencuci Agregat Kasar



Proses Membuat SSD Agregat Kasar



Proses *Mixing* Adukan Beton



Proses Pengukuran *Slump*



Proses Curing Silinder Beton



Proses Pengukuran Silinder



Menimbang Berat Silinder



Pengujian Kuat Desak Beton BA0
Umur 7 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA10
Umur 7 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA20
Umur 7 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA30
Umur 7 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA40
Umur 7 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA0 Umur
14 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA10
Umur 14 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA20
Umur 14 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA30
Umur 14 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA40
Umur 14 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA0
Umur 28 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA10
Umur 28 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA20
Umur 28 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA30
Umur 28 Hari



Pengujian Kuat Desak Beton BA40
Umur 28 Hari



Pengujian Modulus Elastisitas BA0



Pengujian Modulus Elastisitas BA10



Pengujian Modulus Elastisitas BA20



Pengujian Modulus Elastisitas BA30



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748



Pengujian Modulus Elastisitas BA40

