

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Nilai berat volume beton normal adalah $2464,59 \text{ kg/m}^3$, beton dengan 30% *Quarry Dust* adalah $2385,42 \text{ kg/m}^3$, beton dengan 30% *Quarry Dust* dan dengan 5%, 10%, 15%, 20% limbah keramik berturut - turut adalah $2421,87 \text{ kg/m}^3$, $2383,15 \text{ kg/m}^3$, beton dengan 30% *Quarry Dust* dan 15% limbah keramik adalah $2359,76 \text{ kg/m}^3$, $2338,93 \text{ kg/m}^3$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Quarry Dust* dan limbah keramik sebagai pengganti agregat dapat mengurangi berat volume beton yang dihasilkan.
2. Nilai kuat tekan beton normal adalah 23,22 MPa, beton dengan 30% *Quarry Dust* adalah 21,80 MPa, beton dengan 30% *Quarry Dust* dan dengan 5%, 10%, 15%, 20% limbah keramik berturut - turut adalah 21,90 MPa, 28,93 MPa, 23,33 MPa, 22,55 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton tertinggi ada pada beton dengan 30% *Quarry Dust* dan 10% limbah keramik sebesar 28,93 MPa.
3. Nilai modulus elastisitas beton normal adalah 23625 MPa, beton dengan 30% *Quarry Dust* adalah 21930 MPa, beton dengan 30% *Quarry Dust* dan dengan 5%, 10%, 15%, 20% limbah keramik berturut - turut adalah 23500 MPa, 25140 MPa, 25100 MPa, 22580 MPa. Sehingga dapat disimpulkan

bahwa nilai modulus elastisitas beton tertinggi ada pada beton dengan 30% *Quarry Dust* dan 10% limbah keramik sebesar 25140 MPa.

4. Variasi kadar *Quarry Dust* dan limbah keramik yang paling optimal pada penelitian ini adalah penggantian 30% *Quarry Dust* dan 10% limbah keramik.

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 dengan penggunaan *Quarry Dust* dan limbah keramik sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan pemakaian bahan tambah kimia (*Chemical Admixture*) guna meningkatkan nilai kuat tekan beton.
2. Dalam proses pencampuran bahan campuran beton yang digunakan perlu ketelitian agar bahan yang digunakan tidak ada yang terbuang.

DAFTAR PUSTAKA

- Balamurugan, G. dan Perumal, P., 2013(a), Behaviour of Concrete on The Use of Quarry Dust to Replace Sand-An Experimental Study, *Engineering Science and Technology: An International Journal (ESTIJ)*, vol. 3, no. 6, pp. 776 – 781.
- Balamurugan, G. dan Perumal, P., 2013(b), Use of Quarry Dust to Replace Sand in Concrete-An Experimental Study, *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 3, no. 12, pp. 1 – 4.
- Daniyal, Md dan Ahmad, S., 2015, Application of Waste Ceramic Tile Aggregates in Concrete, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 4, no. 12, pp. 12808 – 12815.
- Lohani, T.K., Padhi, M., Dash, K.P., dan 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, pp. 391 – 404.
- Malik, M.I., Jan, S.R., Peer, J.A., Nazir, S.A., dan 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. 5 – 10.
- Pade, M.M.M., Kumaat, E.J., Tanudjaja, H., dan Pandaleke, R., 2013, Pemeriksaan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud, *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 7, pp. 479 – 485.
- Pedoman Penulisan Laporan Tugas Akhir, 2013, *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Prakash, K.S. dan Rao, H., 2016, Strength Characteristics of Quarry Dust in Replacement of Sand, *Dadi Institute of Engineering and Technology (DIET)*, India.
- Singh, P. dan Singla, R.K., 2015, Utilization of Waste Ceramic Tiles as Coarse Aggregate in Concrete, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, vol. 2, no. 11, pp. 3294 – 3300.
- SK SNI 03-1974-1990, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standardisasi Nasional.
- SK SNI M-09-1989-F, 1989, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-2834-2000, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standardisasi Nasional.

Susilorini, R. dan Sambowo, K.A., 2011, *Teknologi Beton Lanjutan*, Surya Perdana Semesta (SPS).

Sutrisno, 2009, Tinjauan Modulus Elastisitas dan Poisson Ratio Beton Serat Performa Tinggi dengan Penambahan Silica Fume, Fly Ash dan Serat Baja, *Laporan Skripsi – Universitas Sebelas Maret Surakarta*, Surakarta.

Wicaksono, K.D. dan Sudjati, J.J., 2012, Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Agregat Kasar Dalam Adukan Beton, *Laporan Penelitian KoNTekS 6 – Universitas Trisakti Jakarta*, Jakarta.

Wikana, I. dan Wantutrianus, Z., 2014. Pengaruh Fly Ash dan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi, *Majalah UKRIM*, edisi 1, pp. 41 – 52.





A. PENGUJIAN BAHAN

A.1 PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 26 Oktober 2017
- 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 – 110⁰C
- IV. Pasir + Piring Masuk Tungku
- V. Hasil
- Pasir + Piring Keluar Tungku
- a. Berat Pasir : 99,56 gram
- Kandungan Lumpur : $\frac{100,00 - 99,56}{100,00} \times 100\%$
- : 0,44%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,44% < 5%, maka syarat terpenuhi (OK).



A.2 PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

I. Waktu Pemeriksaan : 26 Oktober 2017

II. Bahan

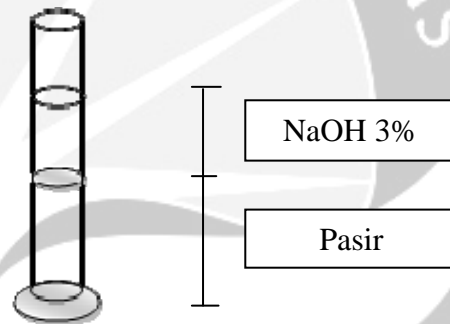
a. Pasir Kering Tungku, asal : Kali Progo

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

a. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

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

Kesimpulan : Warna *Gardner Standart Colour* No. 11, maka dapat disimpulkan pasir tersebut kurang baik digunakan.



A.3 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 11 Oktober 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus		
Berat Awal (V)	500	gr
Berat Kering Oven (A)	493,39	gr
Jumlah Air Masuk Sebelum Digoncang	320	ml
Jumlah Air Masuk Sesudah Digoncang	6	ml
Jumlah Air Total yang Digunakan (W)	326	ml



Berat Jenis Bulk	2,836	gr/cm ³
Berat Jenis SSD	2,870	gr/cm ³
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2,948	gr/cm ³
Penyerapan (<i>Absorption</i>)	1,339	%

$$\text{Berat Jenis Agregat Halus} = \frac{2,836 + 2,948}{2} = 2,892 \text{ gr/cm}^3$$



A.4 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

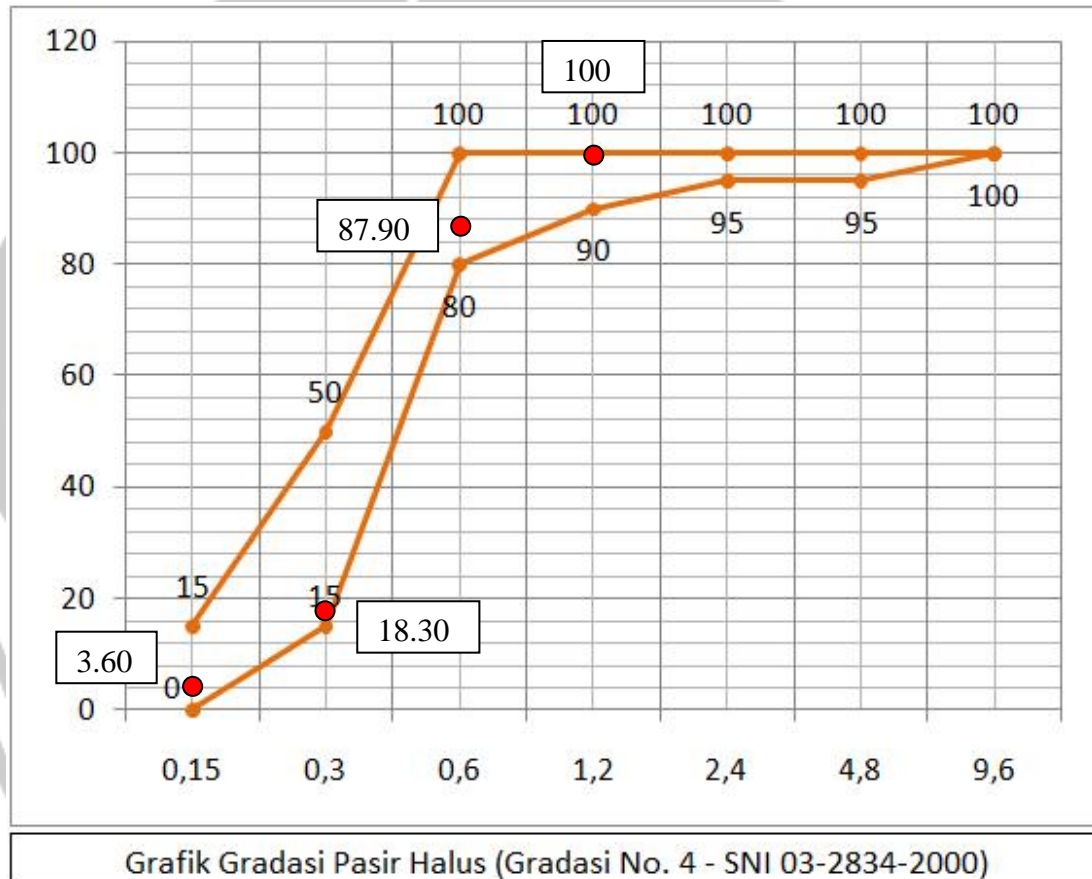
- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Oktober 2017
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/8" (9,52mm)	456	456	0	0	0	100,00
No.4(4,75 mm)	508	508	0	0	0	100,00
No.8(2,36 mm)	330	330	121	0	0	100,00
No.30(0,60mm)	292	413	696	121	12,1	87,90
No.50(0,30mm)	374	1070	147	817	81,7	18,30
No.100(0,15mm)	286	433	0	964	96,4	3,60
Pan	371	407	36	1000	100	0,00

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 2,902. 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.



Setelah angka %lolos saringan dimasukkan ke dalam grafik di atas, maka dapat disimpulkan bahwa agregat halus tersebut termasuk ke dalam pasir golongan 4. Penentuan golongan pasir ini digunakan untuk perencanaan *mix design*.



A.5 PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Oktober 2017
- 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	975	977
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	995	999
C	Berat Contoh Dalam Air	617,7	619,9
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,584	2,575
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,637	2,633
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,729	2,734
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100\%$	2,051%	2,252%
H	Berat Jenis Agregat Kasar $= \frac{(D) + (F)}{2}$	2,657	2,655
I	Rata – Rata	2,656	

PERSYARATAN UMUM :

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



A.6 PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 24 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. 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" (19,1 mm)	557	615	58	58	5,8	94,2
3/8" (9,52mm)	456	1310	854	912	91,2	8,8
No.4(4,75 mm)	508	593	85	997	99,7	0,3
No.8(2,36 mm)	330	332	2	999	99,9	0,1
No.30(0,60mm)	292	292	0	999	99,9	0,1
No.50(0,30mm)	374	374	0	999	99,9	0,1
No.100(0,15mm)	350	350	0	999	99,9	0,1
PAN	372	373	1	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 6,963. 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.7 PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN

LOS ANGELES ABRATION

- I. Waktu Pemeriksaan : 21 Oktober 2017
- 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)	3960 gram
Berat Sesudah	(A) - (B)	1040 gram
Keausan	$\frac{(A) - (B)}{(A)}$	20,80 %

Kesimpulan : Keausan Agregat didapat sebesar $20,80\% \leq 40\%$, 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



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.
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 4)
 - 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 70-150 mm.
10. Ukuran butiran maksimum (krikil) adalah 20 mm.
11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m³ beton.
 - a. Ukuran butir maksimum 20 mm.
 - b. Nilai *Slump* 70-150 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

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

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.
- Berdasarkan $fas = 0,48$.

$$\begin{aligned} \text{Semen per m}^3 \text{ beton} &= \frac{\text{air}}{fas} = \frac{205}{0,48} \\ &= 427,08 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 427,08 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas .

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

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

$$0,6 > 0,43 \dots\dots\dots \text{Ok!}$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar.

- Ukuran maksimum 20 mm.
- Nilai *Slump* 70 mm – 150 mm
- fas 0,48.
- Jenis gradasi pasir no. 4.

Diambil proporsi pasir = 29%.

15. Berat jenis agregat campuran



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

$$= \frac{29}{100} \times 2,892 + \frac{71}{100} \times 2,656$$

$$= 2,72$$

Dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton, diperoleh hasil

17. Berat agregat campuran

= berat tiap m^3 – keperluan air dan semen

$$= 2420 - (205 + 427,08)$$

$$= 1787,92 \text{ kg/m}^3$$

18. Menghitung berat agregat halus

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

$$= \frac{29}{100} \times 1787,92 \text{ kg/m}^3 = 518,50 \text{ kg/m}^3$$

19. Menghitung berat agregat kasar

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

$$= \frac{71}{100} \times 1787,92 \text{ kg/m}^3 = 1269,42 \text{ kg/m}^3$$



Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi per 1 m³

Kode	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (liter)	Quarry Dust (kg)	Limbah Keramik (kg)
B0	266,5	674,04	1650,25	266,50	0,00	0,00
BQ	266,5	471,83	1650,25	266,50	179,25	0,00
B5	266,5	471,83	1567,73	266,50	179,25	61,94
B10	266,5	471,83	1485,22	266,50	179,25	123,89
B15	266,5	471,83	1402,71	266,50	179,25	185,83
B20	266,5	471,83	1320,20	266,50	179,25	247,78

Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per Satu Kali Adukan

Kode	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (liter)	Quarry Dust (kg)	Limbah Keramik (kg)
B0	8,83	10,72	26,25	4,24	0,00	0,00
BQ	8,83	7,50	26,25	4,24	2,85	0,00
B5	8,83	7,50	24,93	4,24	2,85	0,99
B10	8,83	7,50	23,62	4,24	2,85	1,97
B15	8,83	7,50	22,31	4,24	2,85	2,96
B20	8,83	7,50	21,00	4,24	2,85	3,94



C. HASIL PENGUJIAN BENDA UJI

C.1 PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON

Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	KN	MPa	
B0	1	13,20	15,03	30,08	2473,78	410,00	23,11	23,22
	2	13,22	14,96	30,27	2484,65	410,00	23,33	
	3	13,14	15,12	30,05	2435,33	505,00	28,13*	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Contoh Perhitungan : Kode B0 - 1

1. Berat Volume

$$= 13,20 / (0,25 \times \pi \times 0,1503^2 \times 0,3008)$$

$$= 2473,78 \text{ Kg/m}^3$$

2. Kuat Tekan

$$= 410 \times 1000 / (0,25 \times \pi \times 150,3^2)$$

$$= 23,11 \text{ MPa}$$



Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Rata-rata (Mpa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	KN	MPa	
BQ	1	12,84	15,06	29,98	2404,33	385,00	21,61	21,80
	2	13,02	15,16	30,20	2388,45	410,00	22,71	
	3	12,82	15,15	30,09	2363,47	380,00	21,08	

Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Rata-rata (Mpa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	KN	MPa	
B5	1	13,12	14,91	30,21	2487,36	385,00	22,05	21,90
	2	12,76	14,96	30,59	2373,11	510,00	29,01*	
	3	12,96	15,11	30,05	2405,15	390,00	21,75	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Rata-rata (Mpa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	KN	MPa	
B10	1	12,84	15,13	30,16	2367,91	535,00	29,76	28,93
	2	12,64	14,90	30,13	2405,94	490,00	28,10	
	3	12,92	15,15	30,17	2375,59	375,00	20,80*	

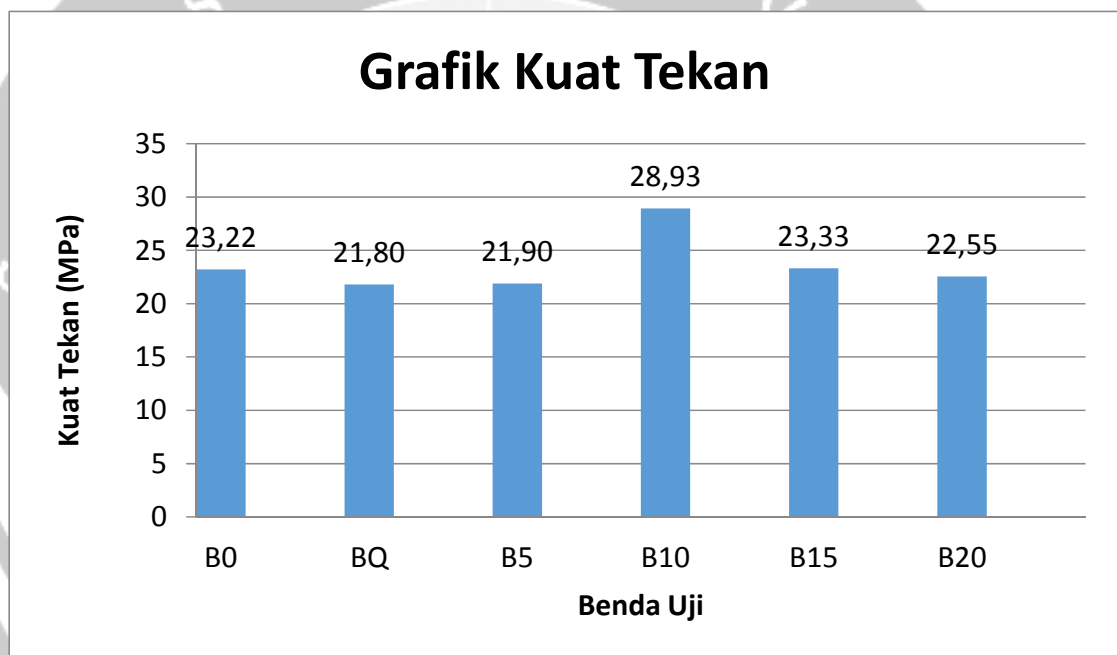
Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Rata-rata (Mpa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	KN	MPa	
B15	1	12,78	15,05	30,40	2363,17	600,00	33,73*	23,33
	2	12,82	14,96	30,58	2385,05	400,00	22,76	
	3	13,08	15,31	30,48	2331,05	440,00	23,90	

Keterangan: Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan



Kode	No	Berat	Dimensi		Berat Volume	Beban Maks	Kuat Tekan	Rata-rata (MPa)
		Kg	D (cm)	T (cm)	Kg/m ³	KN	MPa	
B20	1	12,96	15,11	30,36	2380,59	425,00	23,70	22,55
	2	12,66	15,05	30,28	2350,25	370,00	20,80	
	3	12,68	15,29	30,21	2285,93	425,00	23,15	



Keterangan :

B0 : Beton normal tanpa penggunaan campuran limbah keramik dan *Quarry Dust*.

BQ : Beton dengan penggantian agregat kasar dengan limbah keramik sebanyak 0% dari volume agregat kasar dan penggantian agregat halus dengan *Quarry Dust* sebanyak 30% dari volume agregat halus.



- B5 : Beton dengan penggantian agregat kasar dengan limbah keramik sebanyak 5% dari volume agregat kasar dan penggantian agregat halus dengan *Quarry Dust* sebanyak 30% dari volume agregat halus.
- B10 : Beton dengan penggantian agregat kasar dengan limbah keramik sebanyak 10% dari volume agregat kasar dan penggantian agregat halus dengan *Quarry Dust* sebanyak 30% dari volume agregat halus.
- B15 : Beton dengan penggantian agregat kasar dengan limbah keramik sebanyak 15% dari volume agregat kasar dan penggantian agregat halus dengan *Quarry Dust* sebanyak 30% dari volume agregat halus.
- B20 : Beton dengan penggantian agregat kasar dengan limbah keramik sebanyak 20% dari volume agregat kasar dan penggantian agregat halus dengan *Quarry Dust* sebanyak 30% dari volume agregat halus.



C.2 PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS SILINDER BETON

Kode Beton = B0 - 1

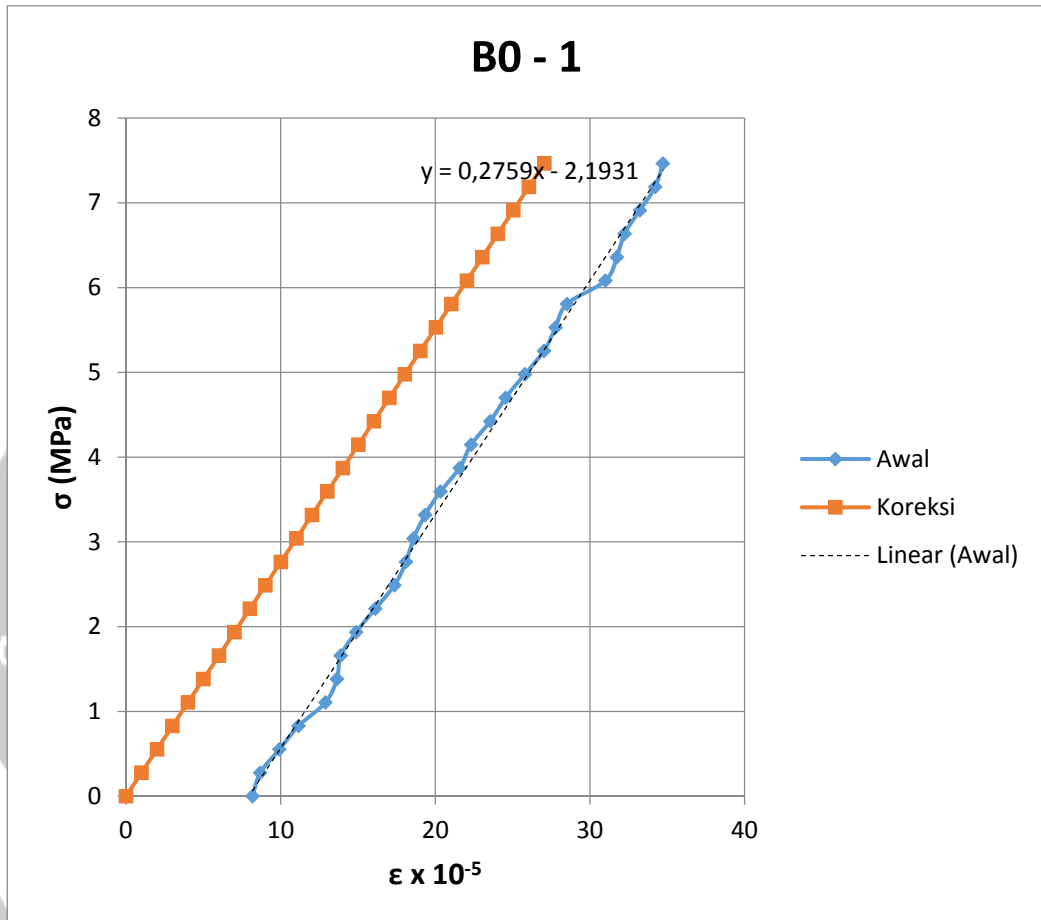
L = 201,6 mm

Ao = 17742,22 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 27590 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	33	16,5	0,00	8,18	0,00
500	4905	35	17,5	0,28	8,68	1,00
1000	9810	40	20	0,55	9,92	2,00
1500	14715	45	22,5	0,83	11,16	3,01
2000	19620	52	26	1,11	12,90	4,01
2500	24525	55	27,5	1,38	13,64	5,01
3000	29430	56	28	1,66	13,89	6,01
3500	34335	60	30	1,94	14,88	7,01
4000	39240	65	32,5	2,21	16,12	8,02
4500	44145	70	35	2,49	17,36	9,02
5000	49050	73	36,5	2,76	18,11	10,02
5500	53955	75	37,5	3,04	18,60	11,02
6000	58860	78	39	3,32	19,35	12,02
6500	63765	82	41	3,59	20,34	13,03
7000	68670	87	43,5	3,87	21,58	14,03
7500	73575	90	45	4,15	22,32	15,03
8000	78480	95	47,5	4,42	23,56	16,03
8500	83385	99	49,5	4,70	24,55	17,03
9000	88290	104	52	4,98	25,79	18,04
9500	93195	109	54,5	5,25	27,03	19,04
10000	98100	112	56	5,53	27,78	20,04
10500	103005	115	57,5	5,81	28,52	21,04
11000	107910	125	62,5	6,08	31,00	22,04
11500	112815	128	64	6,36	31,75	23,05
12000	117720	130	65	6,64	32,24	24,05
12500	122625	134	67	6,91	33,23	25,05
13000	127530	138	69	7,19	34,23	26,05
13500	132435	140	70	7,46	34,72	27,05





Kode Beton = B0 - 2

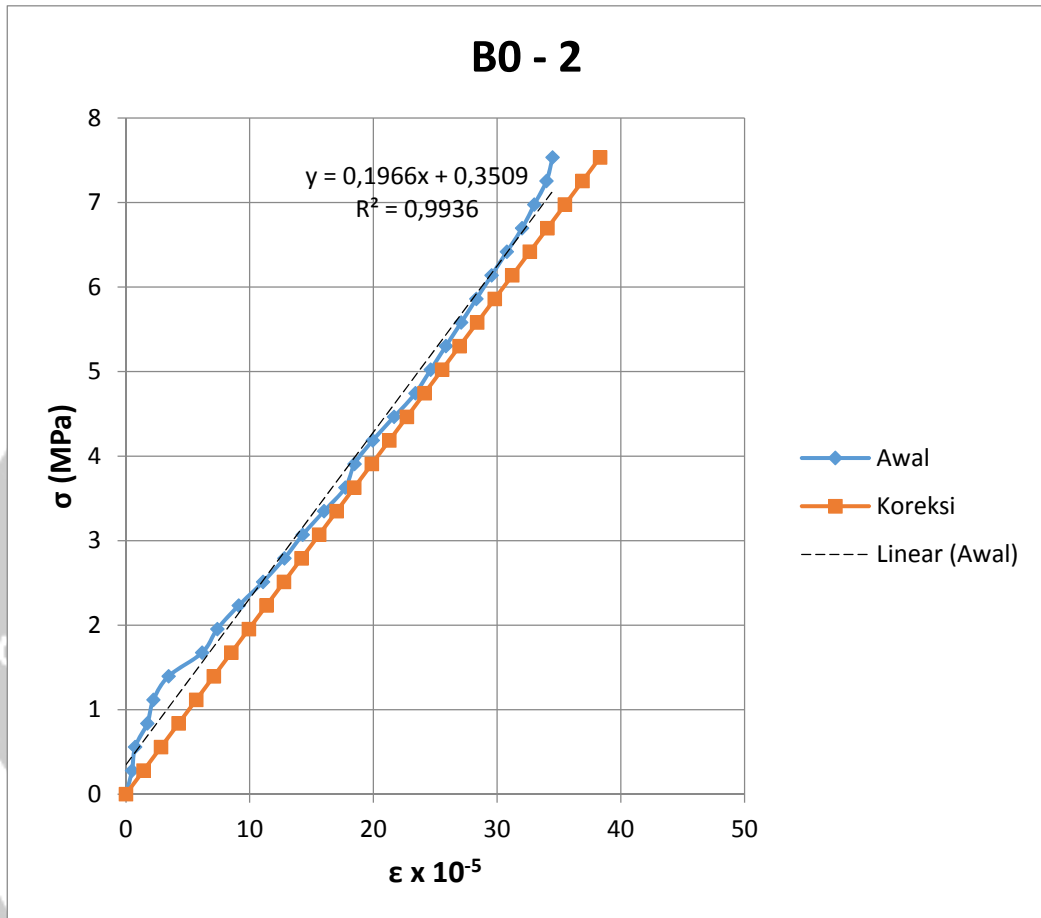
L = 203 mm

Ao = 17577,34 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 19660 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	2	1	0,28	0,49	1,42
1000	9810	3	1,5	0,56	0,74	2,84
1500	14715	7	3,5	0,84	1,72	4,26
2000	19620	9	4,5	1,12	2,22	5,68
2500	24525	14	7	1,40	3,45	7,10
3000	29430	25	12,5	1,67	6,16	8,52
3500	34335	30	15	1,95	7,39	9,94
4000	39240	37	18,5	2,23	9,11	11,36
4500	44145	45	22,5	2,51	11,08	12,77
5000	49050	52	26	2,79	12,81	14,19
5500	53955	58	29	3,07	14,29	15,61
6000	58860	65	32,5	3,35	16,01	17,03
6500	63765	72	36	3,63	17,73	18,45
7000	68670	75	37,5	3,91	18,47	19,87
7500	73575	81	40,5	4,19	19,95	21,29
8000	78480	88	44	4,46	21,67	22,71
8500	83385	95	47,5	4,74	23,40	24,13
9000	88290	100	50	5,02	24,63	25,55
9500	93195	105	52,5	5,30	25,86	26,97
10000	98100	110	55	5,58	27,09	28,39
10500	103005	115	57,5	5,86	28,33	29,81
11000	107910	120	60	6,14	29,56	31,23
11500	112815	125	62,5	6,42	30,79	32,65
12000	117720	130	65	6,70	32,02	34,07
12500	122625	134	67	6,98	33,00	35,48
13000	127530	138	69	7,26	33,99	36,90
13500	132435	140	70	7,53	34,48	38,32





Kode Beton = BQ - 1

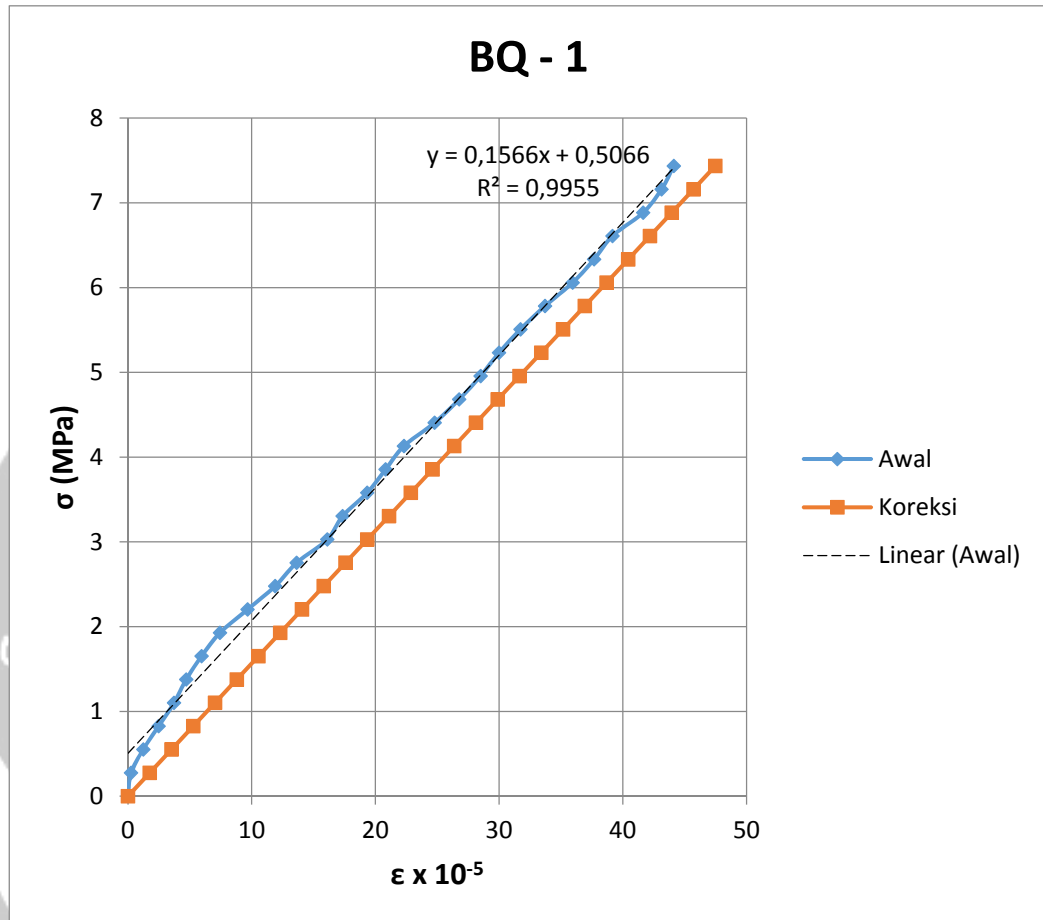
L = 201,7 mm

Ao = 17813,11 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 15660 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	1	0,5	0,28	0,25	1,76
1000	9810	5	2,5	0,55	1,24	3,52
1500	14715	10	5	0,83	2,48	5,28
2000	19620	15	7,5	1,10	3,72	7,03
2500	24525	19	9,5	1,38	4,71	8,79
3000	29430	24	12	1,65	5,95	10,55
3500	34335	30	15	1,93	7,44	12,31
4000	39240	39	19,5	2,20	9,67	14,07
4500	44145	48	24	2,48	11,90	15,83
5000	49050	55	27,5	2,75	13,63	17,58
5500	53955	65	32,5	3,03	16,11	19,34
6000	58860	70	35	3,30	17,35	21,10
6500	63765	78	39	3,58	19,34	22,86
7000	68670	84	42	3,86	20,82	24,62
7500	73575	90	45	4,13	22,31	26,38
8000	78480	100	50	4,41	24,79	28,13
8500	83385	108	54	4,68	26,77	29,89
9000	88290	115	57,5	4,96	28,51	31,65
9500	93195	121	60,5	5,23	30,00	33,41
10000	98100	128	64	5,51	31,73	35,17
10500	103005	136	68	5,78	33,71	36,93
11000	107910	145	72,5	6,06	35,94	38,68
11500	112815	152	76	6,33	37,68	40,44
12000	117720	158	79	6,61	39,17	42,20
12500	122625	168	84	6,88	41,65	43,96
13000	127530	174	87	7,16	43,13	45,72
13500	132435	178	89	7,43	44,12	47,48





Kode Beton = BQ - 3

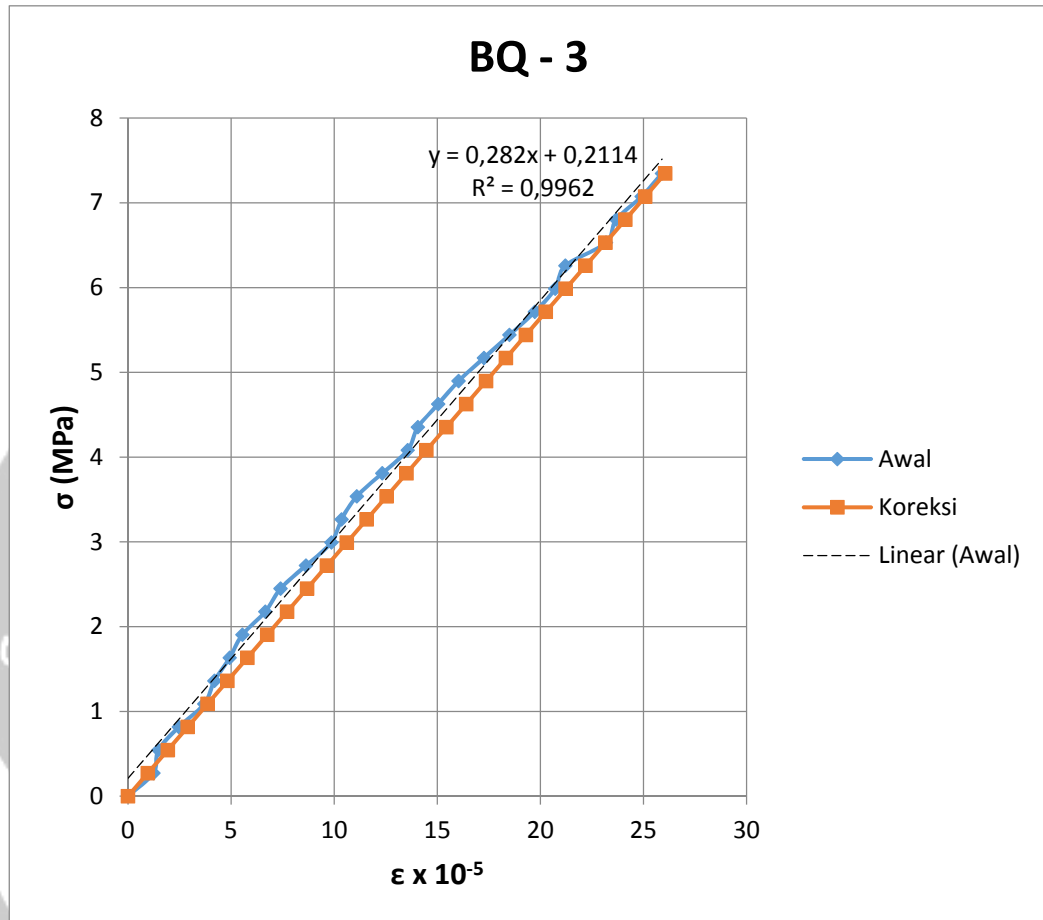
L = 202,7 mm

Ao = 18026,65 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 28200 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	5	2,5	0,27	1,23	0,96
1000	9810	6	3	0,54	1,48	1,93
1500	14715	10	5	0,82	2,47	2,89
2000	19620	15	7,5	1,09	3,70	3,86
2500	24525	17	8,5	1,36	4,19	4,82
3000	29430	20	10	1,63	4,93	5,79
3500	34335	22,5	11,25	1,90	5,55	6,75
4000	39240	27	13,5	2,18	6,66	7,72
4500	44145	30	15	2,45	7,40	8,68
5000	49050	35	17,5	2,72	8,63	9,65
5500	53955	40	20	2,99	9,87	10,61
6000	58860	42	21	3,27	10,36	11,58
6500	63765	45	22,5	3,54	11,10	12,54
7000	68670	50	25	3,81	12,33	13,51
7500	73575	55	27,5	4,08	13,57	14,47
8000	78480	57	28,5	4,35	14,06	15,44
8500	83385	61	30,5	4,63	15,05	16,40
9000	88290	65	32,5	4,90	16,03	17,37
9500	93195	70	35	5,17	17,27	18,33
10000	98100	75	37,5	5,44	18,50	19,30
10500	103005	80	40	5,71	19,73	20,26
11000	107910	84	42	5,99	20,72	21,23
11500	112815	86	43	6,26	21,21	22,19
12000	117720	94	47	6,53	23,19	23,16
12500	122625	96	48	6,80	23,68	24,12
13000	127530	101	50,5	7,07	24,91	25,09
13500	132435	105	52,5	7,35	25,90	26,05





Kode Beton = B5 - 1

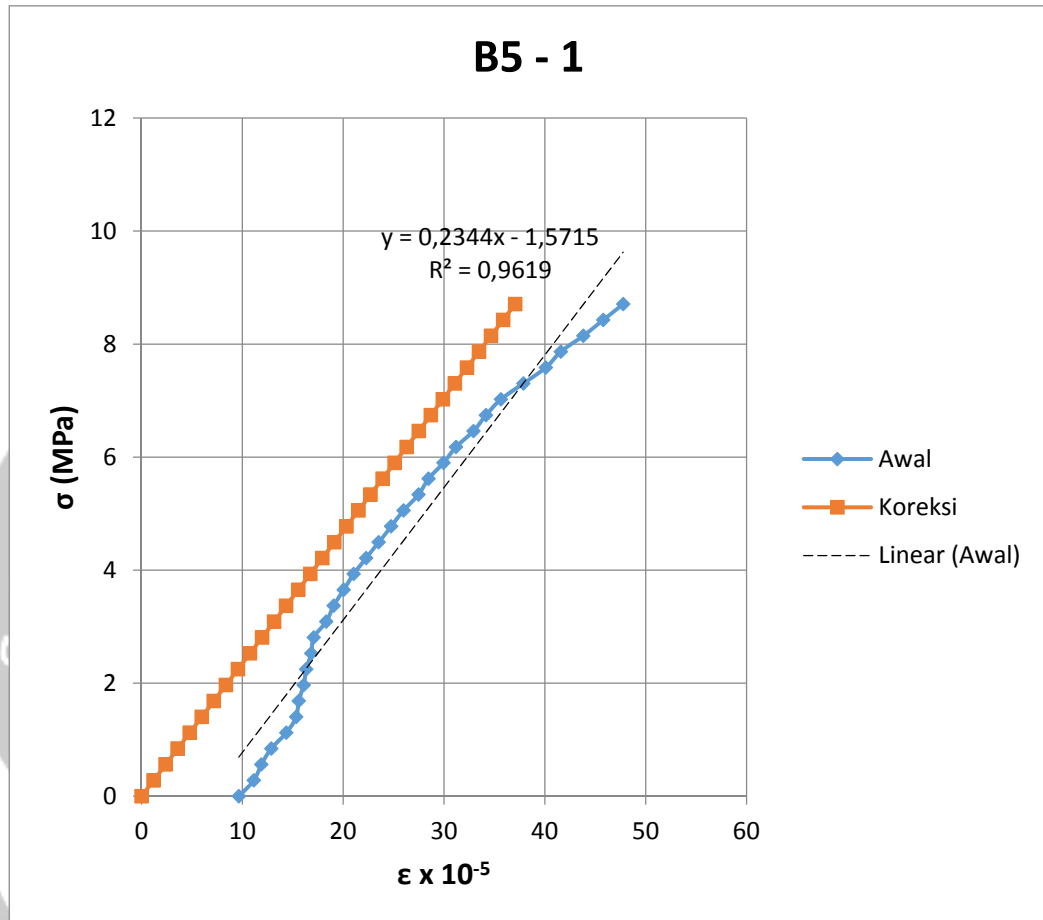
L = 202 mm

Ao = 17460,04 mm²

Beban Maks = 15500 Kgf

E = 23500 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
\	0	42	21	0,00	10,40	0,00
500	4905	45	22,5	0,28	11,14	1,20
1000	9810	48	24	0,56	11,88	2,39
1500	14715	52	26	0,84	12,87	3,59
2000	19620	58	29	1,12	14,36	4,78
2500	24525	62	31	1,40	15,35	5,98
3000	29430	63	31,5	1,69	15,59	7,17
3500	34335	65	32,5	1,97	16,09	8,37
4000	39240	66	33	2,25	16,34	9,56
4500	44145	68	34	2,53	16,83	10,76
5000	49050	69	34,5	2,81	17,08	11,95
5500	53955	74	37	3,09	18,32	13,15
6000	58860	77	38,5	3,37	19,06	14,35
6500	63765	81	40,5	3,65	20,05	15,54
7000	68670	85	42,5	3,93	21,04	16,74
7500	73575	90	45	4,21	22,28	17,93
8000	78480	95	47,5	4,49	23,51	19,13
8500	83385	100	50	4,78	24,75	20,32
9000	88290	105	52,5	5,06	25,99	21,52
9500	93195	111	55,5	5,34	27,48	22,71
10000	98100	115	57,5	5,62	28,47	23,91
10500	103005	121	60,5	5,90	29,95	25,10
11000	107910	126	63	6,18	31,19	26,30
11500	112815	133	66,5	6,46	32,92	27,50
12000	117720	138	69	6,74	34,16	28,69
12500	122625	144	72	7,02	35,64	29,89
13000	127530	153	76,5	7,30	37,87	31,08
13500	132435	162	81	7,59	40,10	32,28
14000	137340	168	84	7,87	41,58	33,47
14500	142245	177	88,5	8,15	43,81	34,67
15000	147150	185	92,5	8,43	45,79	35,86
15500	152055	193	96,5	8,71	47,77	37,06





Kode Beton = B10 - 2

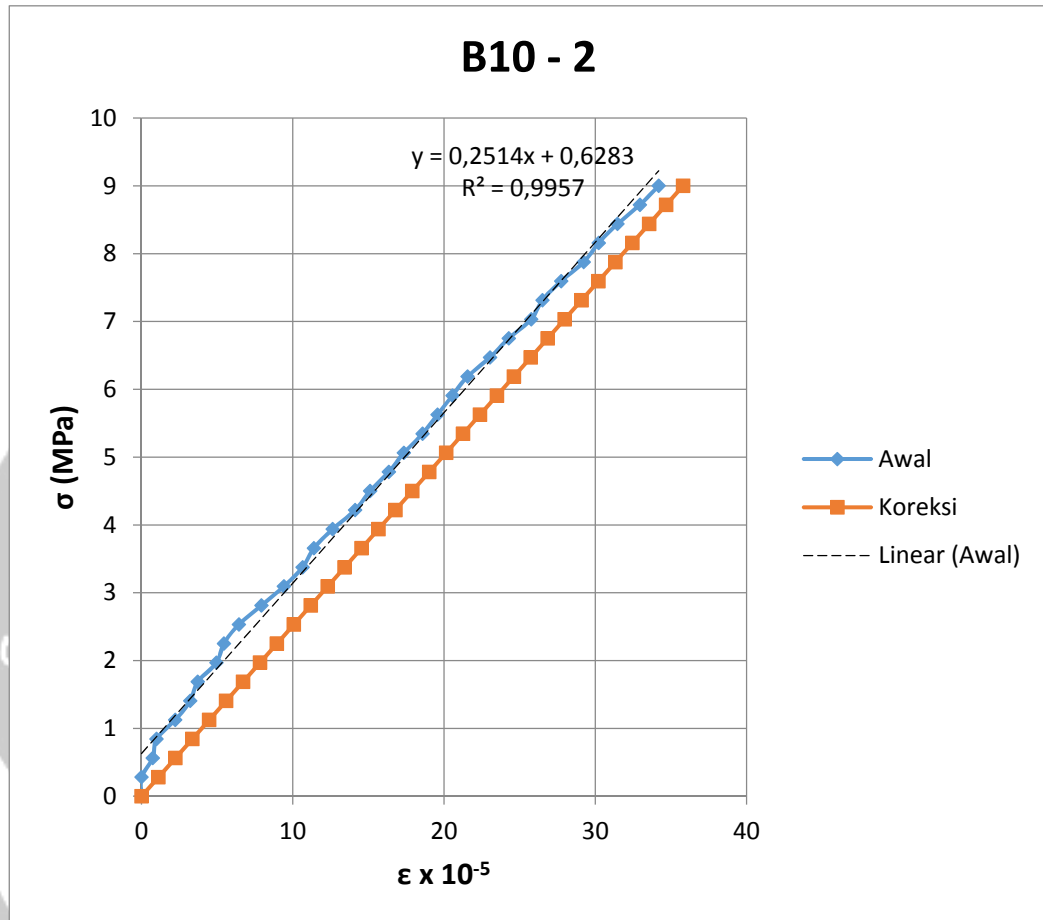
L = 201,8 mm

Ao = 17436,6 mm²

Beban Maks = 16000 Kgf

E = 25140 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0	0	0,28	0,00	1,12
1000	9810	3	1,5	0,56	0,74	2,24
1500	14715	4	2	0,84	0,99	3,36
2000	19620	9	4,5	1,13	2,23	4,48
2500	24525	13	6,5	1,41	3,22	5,59
3000	29430	15	7,5	1,69	3,72	6,71
3500	34335	20	10	1,97	4,96	7,83
4000	39240	22	11	2,25	5,45	8,95
4500	44145	26	13	2,53	6,44	10,07
5000	49050	32	16	2,81	7,93	11,19
5500	53955	38	19	3,09	9,42	12,31
6000	58860	43	21,5	3,38	10,65	13,43
6500	63765	46	23	3,66	11,40	14,55
7000	68670	51	25,5	3,94	12,64	15,67
7500	73575	57	28,5	4,22	14,12	16,78
8000	78480	61	30,5	4,50	15,11	17,90
8500	83385	66	33	4,78	16,35	19,02
9000	88290	70	35	5,06	17,34	20,14
9500	93195	75	37,5	5,34	18,58	21,26
10000	98100	79	39,5	5,63	19,57	22,38
10500	103005	83	41,5	5,91	20,56	23,50
11000	107910	87	43,5	6,19	21,56	24,62
11500	112815	93	46,5	6,47	23,04	25,74
12000	117720	98	49	6,75	24,28	26,85
12500	122625	104	52	7,03	25,77	27,97
13000	127530	107	53,5	7,31	26,51	29,09
13500	132435	112	56	7,60	27,75	30,21
14000	137340	118	59	7,88	29,24	31,33
14500	142245	122	61	8,16	30,23	32,45
15000	147150	127	63,5	8,44	31,47	33,57
15500	152055	133	66,5	8,72	32,95	34,69
16000	156960	138	69	9,00	34,19	35,81





Kode Beton = B15 - 2

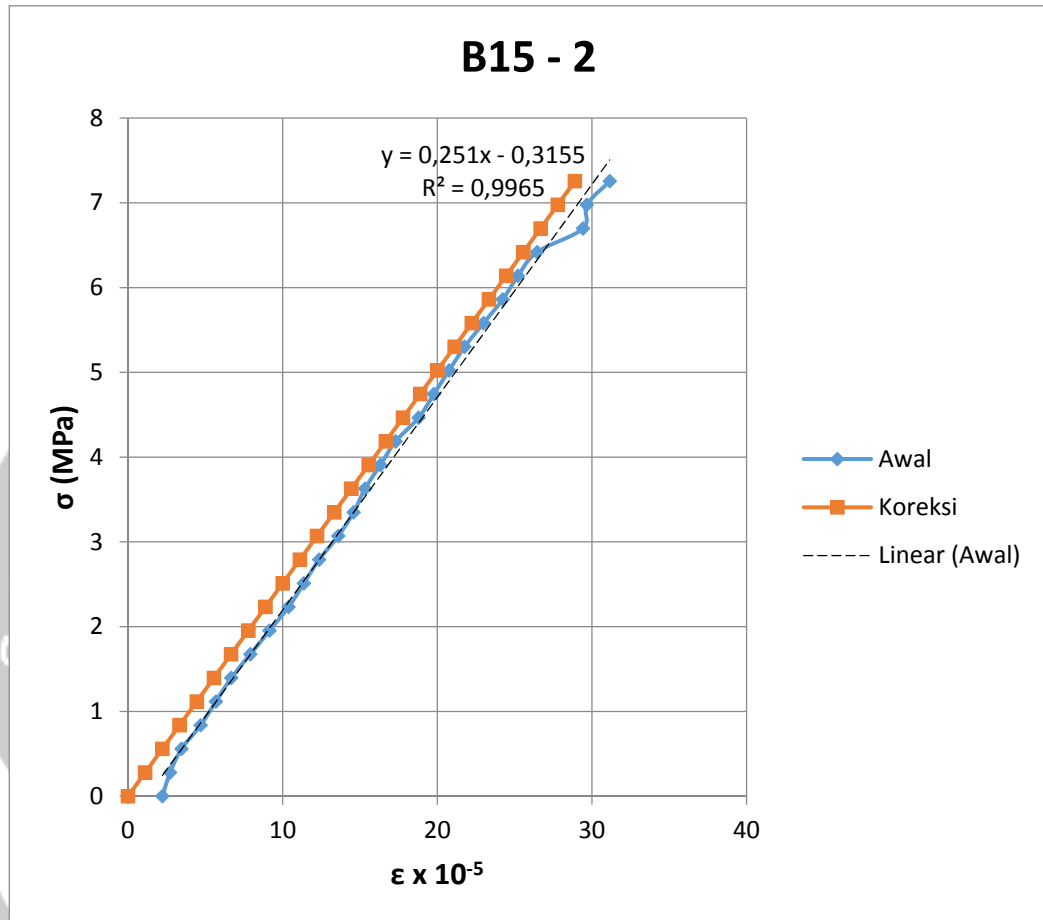
L = 202,2 mm

Ao = 17577,3 mm²

Beban Maks = 13000 Kgf

E = 25100 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	9	4,5	0,00	2,23	0,00
500	4905	11	5,5	0,28	2,72	1,11
1000	9810	14	7	0,56	3,46	2,22
1500	14715	19	9,5	0,84	4,70	3,34
2000	19620	23	11,5	1,12	5,69	4,45
2500	24525	27	13,5	1,40	6,68	5,56
3000	29430	32	16	1,67	7,91	6,67
3500	34335	37	18,5	1,95	9,15	7,78
4000	39240	42	21	2,23	10,39	8,89
4500	44145	46	23	2,51	11,37	10,01
5000	49050	50	25	2,79	12,36	11,12
5500	53955	55	27,5	3,07	13,60	12,23
6000	58860	59	29,5	3,35	14,59	13,34
6500	63765	62	31	3,63	15,33	14,45
7000	68670	66	33	3,91	16,32	15,56
7500	73575	70	35	4,19	17,31	16,68
8000	78480	76	38	4,46	18,79	17,79
8500	83385	80	40	4,74	19,78	18,90
9000	88290	84	42	5,02	20,77	20,01
9500	93195	88	44	5,30	21,76	21,12
10000	98100	93	46,5	5,58	23,00	22,24
10500	103005	98	49	5,86	24,23	23,35
11000	107910	102	51	6,14	25,22	24,46
11500	112815	107	53,5	6,42	26,46	25,57
12000	117720	119	59,5	6,70	29,43	26,68
12500	122625	120	60	6,98	29,67	27,79
13000	127530	126	63	7,26	31,16	28,91





Kode Beton = B20 - 2

L = 203,2 mm

Ao = 17789,5 mm²

Beban Maks = 13500 Kgf

E = 22580 MPa

Beban		Pembacaan Strainometer	Pembacaan Strainometer / 2	Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	10 ⁻³	10 ⁻³	MPa	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
500	4905	0	0	0,28	0,00	1,22
1000	9810	0	0	0,55	0,00	2,44
1500	14715	0	0	0,83	0,00	3,66
2000	19620	0	0	1,10	0,00	4,88
2500	24525	1	0,5	1,38	0,25	6,11
3000	29430	2	1	1,65	0,49	7,33
3500	34335	6	3	1,93	1,48	8,55
4000	39240	14	7	2,21	3,44	9,77
4500	44145	19	9,5	2,48	4,68	10,99
5000	49050	22	11	2,76	5,41	12,21
5500	53955	30	15	3,03	7,38	13,43
6000	58860	35	17,5	3,31	8,61	14,65
6500	63765	40	20	3,58	9,84	15,87
7000	68670	45	22,5	3,86	11,07	17,10
7500	73575	51	25,5	4,14	12,55	18,32
8000	78480	57	28,5	4,41	14,03	19,54
8500	83385	60	30	4,69	14,76	20,76
9000	88290	63	31,5	4,96	15,50	21,98
9500	93195	75	37,5	5,24	18,45	23,20
10000	98100	78	39	5,51	19,19	24,42
10500	103005	80	40	5,79	19,69	25,64
11000	107910	90	45	6,07	22,15	26,86
11500	112815	96	48	6,34	23,62	28,09
12000	117720	101	50,5	6,62	24,85	29,31
12500	122625	105	52,5	6,89	25,84	30,53
13000	127530	115	57,5	7,17	28,30	31,75
13500	132435	120	60	7,44	29,53	32,97

