

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dari data hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berat volume beton ringan rata-rata pada umur 28 hari dengan variasi 0 %, 20%, 40%, 60%, 80% berturut-turut adalah 1457,20 Kg/m<sup>3</sup>; 2398,72 Kg/m<sup>3</sup>; 2159,79 Kg/m<sup>3</sup>; 2159,79 kg/m<sup>3</sup>; 1831,58 kg/m<sup>3</sup>. Sesuai dengan ACI 213R-03 dan SNI-03-2874-2012 bahwa yang termasuk beton ringan memiliki berat volume lebih kecil dari 1920 Kg/m<sup>3</sup>. Sehingga yang termasuk beton ringan adalah variasi 80 %
2. Nilai kuat tekan beton rata - rata pada umur 7 hari dengan variasi 0 %, 20%, 40%, 60%, 80% berturut-turut adalah 15,18 MPa ; 12,45 MPa; 10,62 MPa; 8,47 MPa; 4,81 MPa. Kemudian dilakukan pengujian 14 hari dengan hasil berturut-turut 20,47 MPa; 13,11 MPa; 11,69 MPa; 7,75 MPa, 5,56 MPa. Hasil dari pengujian umur beton 28 hari diperoleh hasil berturut-turut 21,79 MPa; 14,43 MPa; 13,39 MPa; 8,38 MPa; 5,94 MPa. Dari hasil pengujian kuat desak beton bahwa beton mengalami peningkatan nilai kuat desak beton sesuai dengan harinya. Namun beton dengan substitusi agregat kasar berbahan plastik HDPE tidak dapat mencapai 20 MPa sesuai dengan  $f_c'$ .

3. Nilai uji kuat tarik belah beton pada umur 28 hari dengan variasi 0 %, 20%, 40%, 60%, 80% berturut-turut adalah 2,453 MPa; 2,002 MPa; 1,477 MPa; 1,435 MPa; 1,224 MPa. Dari hasil pengujian nilai maksimum kuat tarik belah dengan beton yang agregat kasarnya disubstitusikan dengan agregat kasar plastik adalah variasi 20%.
4. Nilai modulus elastisitas pada umur beton 28 hari dengan variasi 0 %, 20%, 40%, 60%, 80% berturut-turut adalah 23659,80 MPa; 12215 MPa; 11782,4 MPa; 8159,58 MPa; dan variasi 80% tidak dapat uji. Dari hasil pengujian nilai modulus elastisitas maksimum pada beton yang agregat kasarnya disubstitusikan dengan agregat kasar berbahan plastik HDPE adalah variasi 20 %.
5. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa agregat kasar berbahan plastik HDPE membuat nilai kuat desak beton, kuat tarik belah beton, modulus elastisitas menurun jika dibandingkan dengan variasi 0% (beton normal). Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase agregat kasar berbahan plastik HDPE pada beton maka mutu beton akan menurun. Namun, pada pengujian berat volume beton agregat kasar berbahan plastik HDPE dapat menurunkan nilai berat volume beton.

## 6.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat, antara lain sebagai berikut:

1. Perlunya dilakukan pengkasaran permukaan agregat kasar plastik HDPE agar ikatan antar agregat berhubungan dengan baik.
2. Perlunya memahami sifat bahan yang digunakan seperti agregat kasar berbahan plastik HDPE sebagai bahan pembuatan beton karena berpengaruh pada pengujian slump.
3. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan penggunaan zat tambah.
4. Perlunya memperhatikan adukan beton pada proses *mixing*, agar agregat kasar berbahan plastik HDPE dapat tercampur merata.



## Daftar Pustaka

- ACI 211.1.1991 *Standard Practice for Selecting Proportion for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. American Concrete Institute. United States of America.
- ACI 213R-03.2003 *Guide for Structural Lightweight-Agregate Concrete*. American Concrete Institute. United States of America
- ASTM C330.1989. *Standart Spesification for Lightweight Agregates for Structural Concrete*. United States of America.
- Dipohusodo,I. 1994. *Struktur Beton Bertulang berdasarkan SK SNI T-15-1991- 03*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Mulyono,Tri.2004. *Teknologi Beton*. Andi Publishing , Yogyakarta
- Pratikto, 2010. *Beton Ringan Ber-agregat limbah botol plastik jenis PET, Laporan Penelitian Universitas Indonesia*, Jakarta
- SNI 03-1968-1990. 1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 03-2461-2002. 2002. *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 03-2816-1992, 1992. *Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar atau Beton*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 1969-2008. 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 1970-2008. 2008 *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI S – 04 – 1989 – F, 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A ( Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Tjokrodimuljo, Kardijono, (1992). *Teknologi Beton, KMTS FT UGM*, Yogyakarta



## A. Pengujian Agregat

### A.1 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

- I. Waktu Pemeriksaan : 22 Oktober 2017
- II. Bahan : Pasir Progo
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

### V. Hasil penelitian

Saringan	Berat Saringan	Berat Saringan + Pasir	Berat Pasir	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
No.4	508	508	0	0	0	100
No.8	330	334	4	4	0,4	99,6
No.30	292	300	8	12	1,2	98,4
No.50	374	437	63	75	7,5	90,9
No.100	350	444	94	169	16,9	74
No.200	268	296	28	197	19,7	54,3
Pan	371	374	3	200	20	34,3

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 3,285. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 1,50 – 3,80 untuk syarat mhb agregat halus(OK).



## A.2 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

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

### V. Hasil penelitian

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

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



### A.3 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Berbahan Plastik HDPE

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil Plastik HDPE
- III. Asal : Pabrik plastik Solo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

#### V. Hasil penelitian

Ayakan	Berat Saringan	Berat Saringan + <i>Split</i>	Berat <i>Split</i>	Kumulatif	% Tertahan	% Lolos
3/4"	557	569	0	0	0	100
1/2"	450	530	283	283	56,6	43,3
3/8"	456	1134	43	326	65,2	34,8
No. 4	508	735	40	366	73,2	26,8
No. 8	330	333	89	455	91	9
No. 30	292	292	45	500	500	0
No. 50	374	374	0	500	500	0
No. 100	350	350	0	500	500	0
No. 200	268	268	0	500	500	0
Pan	372	372	0	500	500	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 6,86. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A), maka nilai MHB agregat kasar tersebut memenuhi syarat karena berada pada kisaran 6,00-7,10 (OK).



#### **A.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

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

<b>Pengujian Berat Jenis &amp; Penyerapan Agregat Halus</b>		
Berat Contoh Kering (A)	1000	gram
Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (B)	983	gram
Berat contoh dalam air (C)	587	ml
Berat Jenis Bulk	2,836	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis SSD	2,87	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> )	2,948	gr/cm <sup>3</sup>
Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	1,047	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Pasir	2,656	gr/cm <sup>3</sup>





### **A.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

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

<b>Pengujian Berat Jenis &amp; Penyerapan Agregat Kasar</b>		
Berat Contoh Kering (A)	1000	gram
Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (B)	983	gram
Berat contoh dalam air (C)	587	ml
Berat Jenis Bulk	2,525	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis SSD	2,48	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> )	2,421	gr/cm <sup>3</sup>
Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	1,7	gr/cm <sup>3</sup>



## **A.6 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Berbahan**

### **Plastik HDPE**

- I. Waktu Pemeriksaan : 16 Oktober 2017
- II. Bahan : Krikil Plastik HDPE
- III. Asal : Pabrik Handoko Solo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

### **V. Hasil penelitian**

<b>Pengujian Berat Jenis &amp; Penyerapan Agregat Halus</b>		
Berat Contoh Kering (A)	350	gram
Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (B)	360	gram
Berat contoh dalam air (C)	130,5	ml
Berat Jenis Bulk	2,525	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis SSD	1,57	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> )	1,59	gr/cm <sup>3</sup>
Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	2,85	gr/cm <sup>3</sup>



### A.7 Berat Satuan Volume Agregat Halus

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

#### V. Hasil penelitian

Shoveled (Sebelum ditumbuk)		Shoveled (Sesudah ditumbuk)	
Diameter Tabung (cm)	14,45	Diameter Tabung (cm)	15,45
Tinggi Tabung (cm)	16,01	Tinggi Tabung (cm)	16,1
Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	3018,37	Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	3018,37
Berat Tabung (Gram)	3529	Berat Tabung (Gram)	3529
Berat Tabung + Pasir (Gram)	8067	Berat Tabung + Pasir (Gram)	8453
Berat Pasir (Gram)	4538	Berat Pasir (Gram)	4924
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> )	1,5035	Berat Satuan (Gr/cm <sup>3</sup> )	1,6313
Rata - Rata Berat satuan Volume = 1,5674 gr/cm <sup>3</sup>			



## A.8 Berat Satuan Volume Agregat Kasar

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

### V. Hasil penelitian

Shoveled (Sebelum ditumbuk)		Shoveled (Sesudah ditumbuk)	
Diameter Tabung (cm)	14,45	Diameter Tabung (cm)	15,45
Tinggi Tabung (cm)	16,01	Tinggi Tabung (cm)	16,1
Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	3018,37	Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	3018,37
Berat Tabung (Gram)	3529	Berat Tabung (Gram)	3529
Berat Tabung + Kerikil (Gram)	7000	Berat Tabung + Pasir (Gram)	7900
Berat Kerikil (Gram)	3471	Berat Pasir (Gram)	4371
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> )	1,149	Berat Satuan (Gr/cm <sup>3</sup> )	1,452
Rata - Rata Berat satuan Volume = 1,300 gr/cm <sup>3</sup>			



### A.9. Berat Satuan Volume Agregat Kasar Berbahan Plastik HDPE

- I. Waktu Pemeriksaan : 16 Oktober 2017
- II. Bahan : Kerikil Plastik HDPE
- III. Asal : Pabrik Plastik Solo
- IV. Lokasi Penelitian : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

#### V. Hasil penelitian

Shoveled (Sebelum ditumbuk)		Shoveled (Sesudah ditumbuk)	
Diameter Tabung (cm)	14,45	Diameter Tabung (cm)	15,45
Tinggi Tabung (cm)	16,01	Tinggi Tabung (cm)	16,1
Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	3018,37	Volume Tabung (cm <sup>3</sup> )	3018,37
Berat Tabung (Gram)	3520	Berat Tabung (Gram)	3520
Berat Tabung + Kerikil (Gram)	4600	Berat Tabung + Pasir (Gram)	4700
Berat Kerikil (Gram)	1080	Berat Pasir (Gram)	1260
Berat Satuan (gr/cm <sup>3</sup> )	0,357	Berat Satuan (Gr/cm <sup>3</sup> )	0,417
Rata - Rata Berat satuan Volume = 0,387 gr/cm <sup>3</sup>			

## A.10 Pengujian Zat Organik Agregat Halus

I. Waktu pemeriksaan : 22 Oktober 2017

II. Bahan

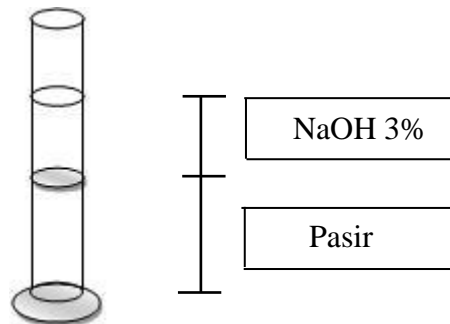
a. Pasir Progo

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur ukuran : 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

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

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



### A.11 Pengujian Zat Organik Agregat Kasar

I. Waktu pemeriksaan : 22 Oktober 2017

II. Bahan

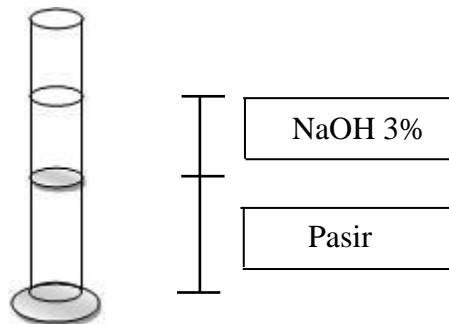
a. Kerikil Clereng, dengan berat 120 gram

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur ukuran : 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan diatas agregat kasar sesuai dengan *Gardner Standart Colour* No.6

Kesimpulan : Warna dari agregat kasar *Gardner Standart Colour* No. 6, maka disimpulkan bahwa kerikil clereng tersebut dapat digunakan (OK).



### **A.12 Pengujian Kandungan Lumpur Pasir**

- I. Waktu pemeriksaan : 15 Oktober 2017
- II. Bahan
- a. Pasir, asal : Kali Progo
  - b. Berat kering : 100 gr
  - c. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT – UAJY
- III. Alat
- a. Gelas ukur ukuran : 250 cc
  - b. Timbangan
  - c. Oven
- IV. Hasil
- a. Berat pasir oven : 98,23 gr
  - b. Kandungan lumpur :  $\frac{100-98,23}{98,23} \times 100\%$   
: 1,802 %

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

(OK).





### **A.13 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar**

- I. Waktu pemeriksaan : 15 Oktober 2017
- II. Bahan
- a. Pasir, asal : Kali Clereng
  - b. Berat kering : 1000 gr
  - c. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT – UAJY
- III. Alat
- a. Gelas ukur ukuran : 250 cc
  - b. Timbangan
  - c. Oven
- IV. Hasil
- a. Berat pasir oven : 990,17 gr
  - b. Kandungan lumpur :  $\frac{1000-990,17}{990,17} \times 100\%$   
: 0,993 %

Kesimpulan : Kandungan lumpur 0,993 % < 5%, maka syarat terpenuhi

(OK).



#### **A.14 Pemeriksaan Soundness Test Pada Agregat Plastik HDPE**

- I. Waktu pemeriksaan : 15 Oktober 2017
- II. Bahan
- a. Kerikil, asal : Pabrik Plastik Solo
- b. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat
- III. Alat
- a. Erlenmeyer, ukuran : 1000 cc
- b. Timbangan
- c. Tungku (oven), Suhu antara 105 – 110 C
- IV. Hasil
- a. Berat Kerikil sebelum test : 100 gr
- b. Berat Sesudsh Test : 94 gr
- c. % Kehilangan :  $\frac{100-94}{100} \times 100\%$   
: 4 %
- d. Fraksi Tertahan : 96 %
- e. % Berat yang Hilang :  $\frac{6 \times 96}{100} \%$   
: 5,76 %

Kesimpulan : Berdasarkan peraturan SNI 03-2461 syarat maksimum kehilangan berat adalah 12 % jadi agregat yang digunakan memenuhi syarat



## B. Perencanaan Adukan Beton (ACI 211.1.1991)

### I. Data bahan

- a. Agregat halus : Kali Progo, Yogyakarta
- b. Agregat kasar : Kali Clereng, Yogyakarta
- c. Agregat kasar berbahan plastik HDPE : Pabrik plastik, Solo
- d. Semen : Holcim

### II. Hitungan *Mix Design*

- a. Kuat tekan yang direncanakan ( $f'c$ ) pada umur 28 hari ialah 20 MPa.
- b. Beton yang disyaratkan adalah beeton untuk pelat, balok, kolom dan dinding.

Berdasarkan tabel B.1 nilai slump yang digunakan adalah 75 – 150 mm

Tabel B.1 Nilai slum yang direkomendasikan untuk berbagai tipe konstruksi

Jenis pekerjaan	Slump (mm)	
	Maks.	Min
a. Dinding, plat pondasi dan pondasi bertulang	125	50
b. Pondasi telapak tidak bertulang, kaosin , dan konstruksi di bawah tanah.	90	25
c. Pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
d. Pengerasan Jalan	75	50
e. Beton massa (tebal)	75	25

Sumber: ACI 211.1.1991

- c. Ukuran agregat maksimum yang digunakan 19 mm
- d. Dengan nilai slump 75 – 150 mm dan ukuran agregat maksimum 19 mm, beton tanpa kadar udara. Maka berdasarkan tabel B.2 dapat diperkirakan kadar air dan udara masing masing sebesar 216 kg/m<sup>3</sup> dan 2,5 %



Tabel B.2 Perkiraan jumlah air pengaduk dan kadar udara yang disyaratkan untuk berbagai nilai slump dan ukuran nominal butir maksimum agregat.

Slump (mm)	Jumlah Air, kg/m <sup>3</sup> Beton untuk Ukuran Besar Butir Maksimum Agregat yang Diketahui							
	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
<b>Beton Tanpa Kadar Udara</b>								
25 sampai 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 sampai 100	228	216	205	193	(181)	169	145	124
150 sampai 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Perkiraan Kadar Udara Terjebak (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>Beton Dengan Kadar Udara (Menggunakan AEA)</b>								
25 sampai 50	181	175	68	160	150	142	122	107
75 sampai 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 sampai 175	216	205	197	184	174	166	154	
<b>Rata-rata Jumlah Udara yang Disarankan, %, Untuk Tingkat Pengaruh Cuaca</b>								
Cuaca Ringan	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Cuaca Sedang	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Cuaca Berbahaya & Ekstrim	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

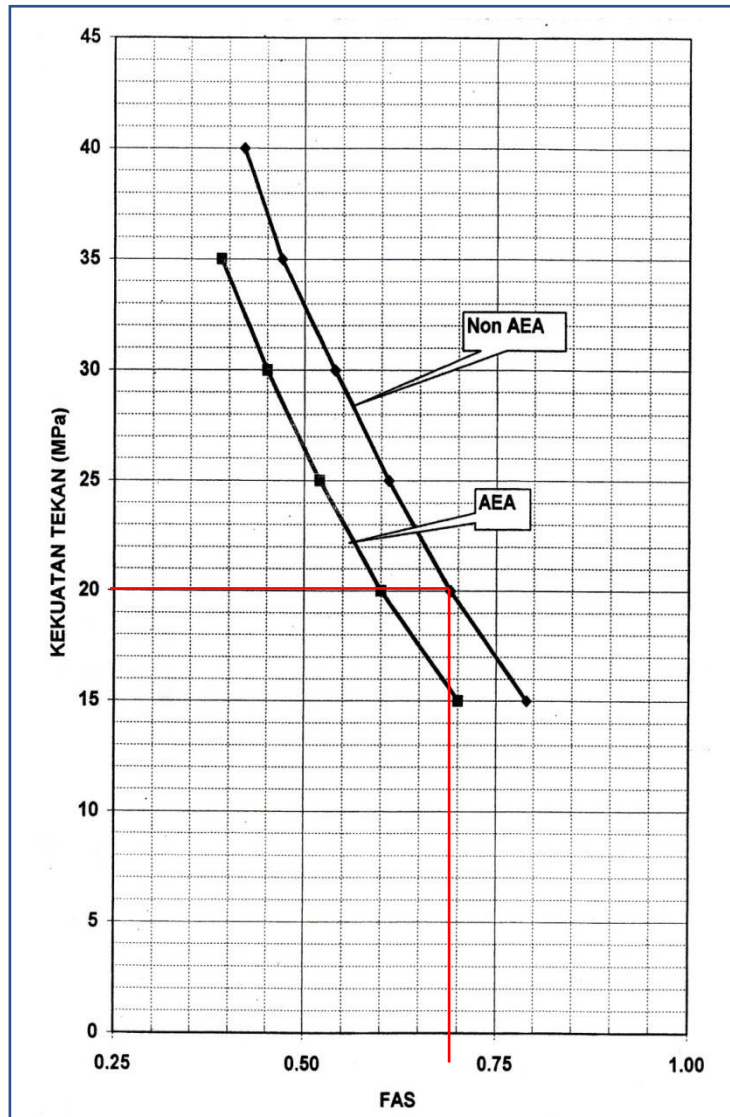
Sumber: ACI 211.1.1991

- e. Atas dasar kekuatan tekan rata-rata beton umur 28 hari yang akan dicapai sebesar 20 MPa tanpa menggunakan AEA, maka dengan Tabel B.3 diperoleh dilai fas 0.69

Tabel B.3 Hubungan antara rasio air semen (fas) dan kekuatan tekan beton

Kuat Tekan Beton 28 Hari (Mpa)	Rasio Air – semen (fas) dalam berat	
	Beton tanpa AEA	Beton dengan AEA
40	0.42	-
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Sumber: ACI 211.1.1991



Gambar B.1 Hubungan Antara Fas dengan Kuat Tekan Beton  
 Sumber: ACI 211.1.1991

- f. Dari langkah huruf d dan e diatas, maka ditentukan kadar semen portlan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kadar semen} &= \frac{216}{0,68} \\ &= 317,647 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$



- g. Kadar agregat kasar yang dibutuhkan dapat diperkirakan dengan menggunakan tabel B.4. Dengan berat volume agregat kasar  $1452,73 \text{ kg/m}^3$  sehingga berat kering agregat kasar adalah

$$0,60 \times 1452,73 = 871,638 \text{ kg/m}^3$$

Tabel B.4 Volume Agregat Kasar untuk setiap unit beton

Ukuran Maksimum Agregat nominal (mm)	Volume Agregat yang dicocok – padat tiap unit volume beton untuk berbagai nilai angka kehalusan agregat halus			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.45	0.44
12.4	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Sumber: ACI 211.1.1991

- h. Perkiraan kadar agregat halus

- Berdasarkan perhitungan berat

Dengan ukuran maksimal agregat sebesar 19 mm dan beton nonAEA dari tabel B.5 diperoleh nilai berat volume padat beton sebesar  $2345 \text{ kg/m}^3$

Sehingga, kadar agregat halus dapat dihitung dengan sebagai berikut:

$$2345 - (216 + 317,647 + 871,638) = 939,715 \text{ kg/m}^3$$

- Berdasarkan volume absolut



Dengan memperhitungkan perkiraan volume udara dalam beton segar sebesar

2,5 %, kadar agregat halus dapat ditentukan sebagai berikut

$$\text{Volume air} = 216 \text{ kg/m}^3 : 1000 = 0,216 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Semen} = 317,647 : (3,15 \times 1000) = 0,10084 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Agregat Kasar} = 871,638 : (2,525 \times 1000) = 0,3452 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Udara} = 0,025$$

$$\text{Jumlah volume tanpa agregat halus} = 0,68704 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Agregat Halus} = 1 - 0,68704 = 0,31330 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Agregat Halus} = 0,31330 \times 2640 = 826,205 \text{ kg/ m}^3$$

Tabel B.5 Perkiraan (estimasi) awal Berat/Volume Beton Segar

Besar Butir Maximum Nominal (mm)	Perkiraan awal Untuk Beton Segar ( $\text{kg/m}^3$ )	
	Beton Tanpa Kadar Udara	Beton Dengan Kadar Udara
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2320
50	2445	2345
75	2490	2400
150	2530	2435

Sumber: ACI 211.1.1991

- i. Koreksi proporsi campuran (agregat dan air) oleh kadar air agregat yang sebenarnya

- Koreksi terhadap agregat

Akibat kadar air yang sebenarnya dari agregat kasar dan agregat halus, masing masing 1,2 % dan 4,147 % maka komposisi berat dari kedua agregat tersebut terkoreksi menjadi



$$\text{Agregat Kasar} = 871,638 \times 1,012 = 882,098 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat Halus} = 939,715 \times 1,04147 = 978,685 \text{ kg}$$

- Koreksi terhadap air

Karena penyerapan agregat terhadap air tidak diperhitungkan dalam estimasi air pencampur, dan akan menjadi air permukaan, maka komposisi berat air menjadi terkoreksi

$$\begin{aligned} &= 216 - 871,638 \times (0,012 - 0,011) - 826,205 \times (0,04147 - 0,0812) \\ &= 197,509 \text{ kg} \end{aligned}$$

- j. Hasil perhitungan komposisi beton

Tabel B.6 Hasil perhitungan mix design untuk 1 m<sup>3</sup>

No	Jenis Bahan	Kg	Perbandingan
1	Semen	317,6471	1,60
2	Air	197,509	1,00
3	Agregat kasar	882,098	4,47
4	Agregat halus	978,685	4,96

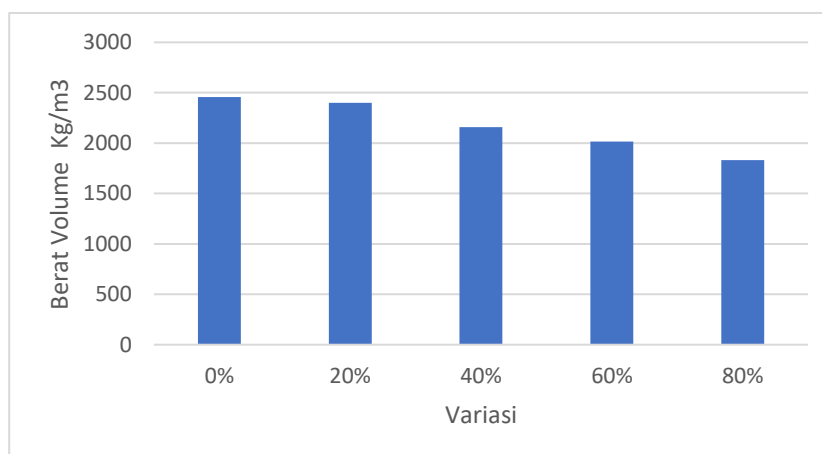




## C. Pengujian Beton

### C.1 Pengujian Berat Volume Beton Umur 28 hari

KODE	BERAT (KG)	RATA RATA (KG)	BERAT VOL BETON (KG/M <sup>3</sup> )
0%-A	13,12	13,0267	2457,20
0%-B	12,7		
0%-C	13,26		
20% - A	12,53	12,717	2398,72
20% - B	12,86		
20% - C	12,76		
40%-A	11,2	11,45	2159,79
40%-B	11,82		
40%-C	11,33		
60%-A	10,56	10,687	2015,81
60%-B	10,86		
60%-C	10,64		
80%-A	9,65	9,71	1831,58
80%-B	9,70		
80%-C	9,78		





## C.2 Pengujian Kuat Desak Beton

### a. Pengujian Kuat Desak Beton Umur 7 hari

NO	KODE	BERAT (KG)	GAYA (KN)	KUAT DESAK (MPa)	RATA - RATA (MPa)
1	0%-A	13,34	265	15,00	15,18
2	0%-B	13,36	250	14,15	
3	0%-C	13,33	290	16,41	
4	20% - A	12,01	220	12,45	12,45
5	20% - B	12,09	220	12,45	
6	20% - C	12,05	220	12,45	
7	40%-A	11,44	198	11,20	10,62
8	40%-B	11,64	195	11,03	
9	40%-C	11,52	170	9,62	
10	60%-A	10,84	160	9,05	8,47
11	60%-B	10,9	150	8,49	
12	60%-C	10,73	139	7,87	
13	80%-A	9,82	85	4,81	4,81
14	80%-B	9,8	80	4,53	
15	80%-C	9,98	90	5,09	



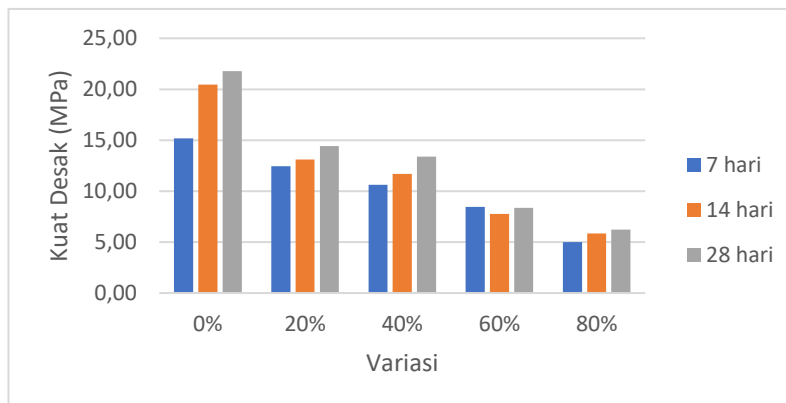
b. Pengujian Kuat Desak Beton Umur 14 hari

NO	KODE	BERAT (KG)	GAYA (KN)	KUAT DESAK (MPa)	RATA - RATA (MPa)
16	0%-A	13,1	350	19,81	20,47
17	0%-B	12,66	360	20,37	
18	0%-C	12,94	375	21,22	
19	20% - A	12,86	230	13,02	13,11
20	20% - B	12,16	240	13,58	
21	20% - C	12,08	225	12,73	
22	40%-A	11,7	200	11,32	11,69
23	40%-B	11,94	215	12,17	
24	40%-C	11,9	205	11,60	
25	60%-A	10,96	146	8,26	7,75
26	60%-B	10,7	130	7,36	
27	60%-C	10,86	135	7,64	
28	80%-A	9,72	100	5,66	5,56
29	80%-B	9,88	95	5,38	
30	80%-C	9,76	100	5,66	



c. Pengujian Kuat Desak Beton Umur 28 hari

NO	KODE	BERAT (KG)	GAYA (KN)	KUAT DESAK (MPa)	RATA - RATA (MPa)
31	0%-A	13,12	400	22,64	21,79
32	0%-B	12,7	375	21,22	
33	0%-C	13,26	380	21,50	
34	20% - A	12,53	265	15,00	14,43
35	20% - B	12,86	250	14,15	
36	20% - C	12,76	250	14,15	
37	40%-A	11,2	230	13,02	13,39
38	40%-B	11,82	245	13,86	
39	40%-C	11,33	235	13,30	
40	60%-A	10,56	182	10,30	8,38
41	60%-B	10,86	134	7,58	
42	60%-C	10,64	128	7,24	
43	80%-A	9,65	105	5,94	5,94
44	80%-B	9,7	110	6,22	
45	80%-C	9,78	100	5,66	





**C. 3 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari**

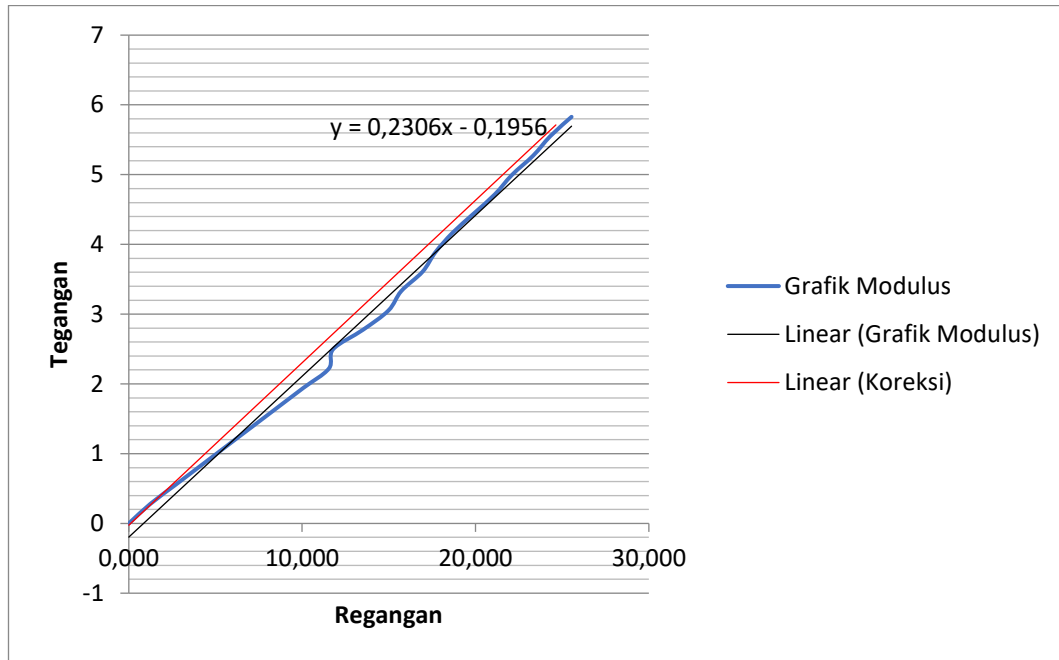
NO	KODE	BERAT (KG)	GAYA (KN)	KUAT TARIK BELAH (MPa)	RATA-RATA (MPa)
46	0%-A	12,9	170	9,620	2,453
47	0%-B	12,58	180	10,186	
48	0%-C	12,86	175	9,903	
49	20% - A	12,56	160	9,054	2,002
50	20% - B	12,16	140	7,922	
51	20% - C	11,8	125	7,074	
52	40%-A	11,52	100	5,659	1,477
53	40%-B	11,24	105	5,942	
54	40%-C	11,42	110	6,225	
55	60%-A	10,66	100	5,659	1,435
56	60%-B	10,7	105	5,942	
57	60%-C	10,78	100	5,659	
58	80%-A	9,42	80	4,527	1,224
59	80%-B	10,4	90	5,093	
60	80%-C	10,56	90	5,093	



C.4 Pengujian Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari

Kode Beton	= 0%	A	= 17671,5
P <sub>0</sub>	= 204,3	Beban Maks	= 10500 kgf
E	= 23659,8 MPa		

Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ε koreksi
Kgf	N	(ΔP)	(ΔP/2)	f (Mpa)	ε (10 <sup>-5</sup> )	ε (10 <sup>-5</sup> )
0	0	0	0	0	0,000	0,000
500	4905	5	2,5	0,278	1,228	0,324
1000	9810	11	5,5	0,555	2,701	1,797
1500	14715	17	8,5	0,833	4,175	3,271
2000	19620	23	11,5	1,110	5,648	4,744
2500	24525	29	14,5	1,388	7,122	6,218
3000	29430	35	17,5	1,665	8,595	7,691
3500	34335	41	20,5	1,943	10,069	9,165
4000	39240	47	23,5	2,221	11,542	10,638
4500	44145	48	24	2,498	11,788	10,884
5000	49050	55	27,5	2,776	13,507	12,603
5500	53955	61	30,5	3,053	14,980	14,076
6000	58860	64	32	3,331	15,717	14,813
6500	63765	69	34,5	3,608	16,945	16,041
7000	68670	72	36	3,886	17,682	16,778
7500	73575	76	38	4,163	18,664	17,760
8000	78480	81	40,5	4,441	19,892	18,988
8500	83385	86	43	4,719	21,120	20,216
9000	88290	90	45	4,996	22,102	21,198
9500	93195	95	47,5	5,274	23,330	22,426
10000	98100	99	49,5	5,551	24,312	23,408
10500	103005	104	52	5,829	25,540	24,636



Grafik Modulus 0%

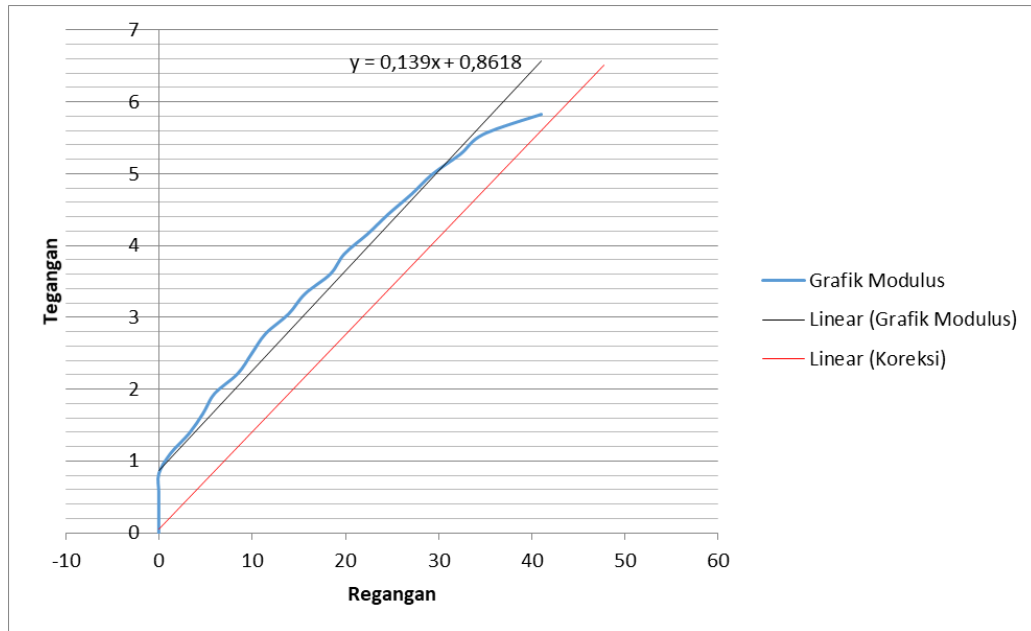


Kode Beton = 20%  
 $P_0$  = 201  
 $E$  = 12215 MPa

A = 17671,5  
 Beban Maks = 10500 kgf

Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	$\epsilon$ koreksi
Kgf	N	( $\Delta P$ )	( $\Delta P/2$ )	f (Mpa)	$\epsilon (10^{-5})$	$\epsilon (10^{-5})$
0	0	0	0	0	0	0
500	4903,355	0	0	0,277473133	0	6,6585
1000	9806,71	0	0	0,554946266	0	6,6585
1500	14710,07	0	0	0,832419398	0	6,6585
2000	19613,42	5	2,5	1,109892531	1,243781	7,902281095
2500	24516,78	13	6,5	1,387365664	3,233831	9,892330846
3000	29420,13	19	9,5	1,664838797	4,726368	11,38486816
3500	34323,49	24	12	1,94231193	5,970149	12,62864925
4000	39226,84	34	17	2,219785062	8,457711	15,11621144
4500	44130,2	40	20	2,497258195	9,950249	16,60874876
5000	49033,55	46	23	2,774731328	11,44279	18,10128607
5500	53936,91	56	28	3,052204461	13,93035	20,58884826
6000	58840,26	63	31,5	3,329677594	15,67164	22,33014179
6500	63743,62	74	37	3,607150726	18,40796	25,0664602
7000	68646,97	80	40	3,884623859	19,9005	26,55899751
7500	73550,33	90	45	4,162096992	22,38806	29,0465597
8000	78453,68	99	49,5	4,439570125	24,62687	31,28536567
8500	83357,04	109	54,5	4,717043258	27,11443	33,77292786
9000	88260,39	118	59	4,99451639	29,35323	36,01173383
9500	93163,75	130	65	5,271989523	32,33831	38,99680846
10000	98067,1	140	70	5,549462656	34,82587	41,48437065
10500	102970,5	165	82,5	5,826935789	41,04478	47,70327612



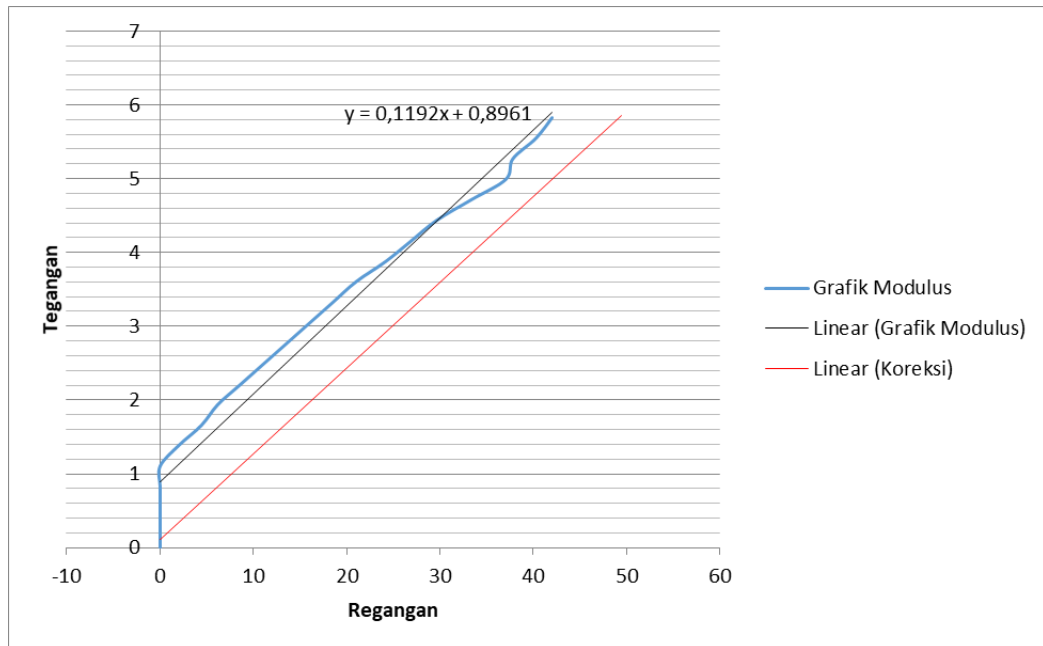


Grafik Modulus 20%



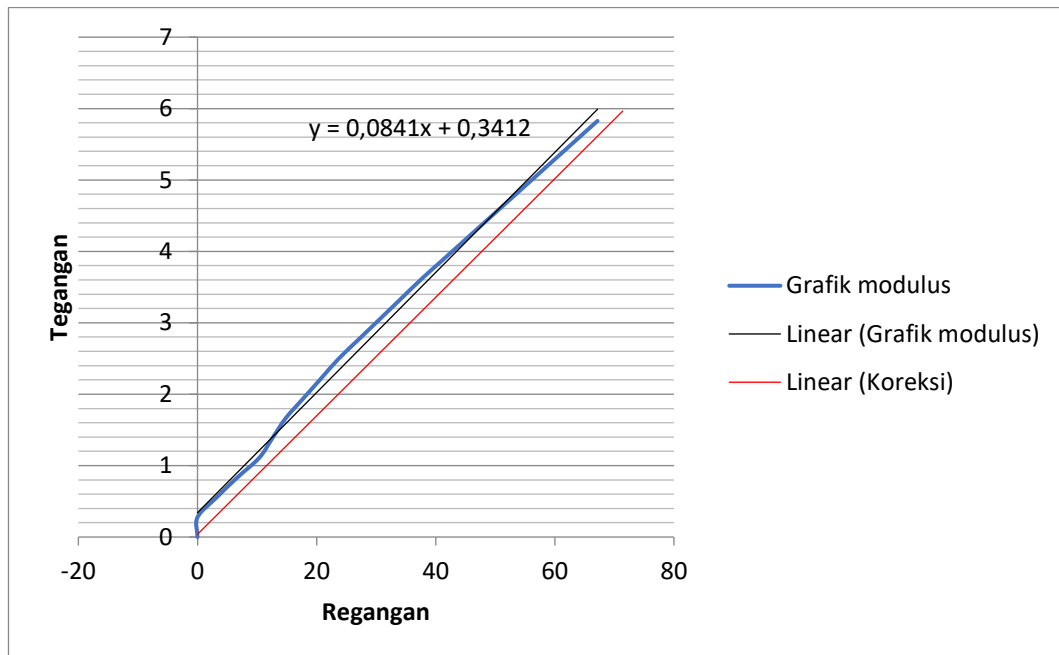
Kode Beton = 40%    A = 17671,5  
 P<sub>0</sub> = 202,6    Beban Maks = 10800 kgf  
 E = 11782,4 MPa

Beban		Strainometer	Strainometer	Tegangan	Regangan	ε koreksi
Kgf	N	(ΔP)	(ΔP/2)	f (Mpa)	ε (10 <sup>-5</sup> )	ε (10 <sup>-5</sup> )
0	0	0	0	0	0	0
500	4903,355	0	0	0,277473133	0	7,5
1000	9806,71	0	0	0,554946266	0	7,5
1500	14710,07	0	0	0,832419398	0	7,5
2000	19613,42	0	0	1,109892531	0	7,5
2500	24516,78	8	4	1,387365664	1,974334	9,474333662
3000	29420,13	18	9	1,664838797	4,442251	11,94225074
3500	34323,49	25	12,5	1,94231193	6,169793	13,66979269
4000	39226,84	35	17,5	2,219785062	8,63771	16,13770977
4500	44130,2	45	22,5	2,497258195	11,10563	18,60562685
5000	49033,55	55	27,5	2,774731328	13,57354	21,07354393
5500	53936,91	65	32,5	3,052204461	16,04146	23,54146101
6000	58840,26	75	37,5	3,329677594	18,50938	26,00937808
6500	63743,62	85	42,5	3,607150726	20,9773	28,47729516
7000	68646,97	98	49	3,884623859	24,18559	31,68558736
7500	73550,33	109	54,5	4,162096992	26,9003	34,40029615
8000	78453,68	120	60	4,439570125	29,615	37,11500494
8500	83357,04	135	67,5	4,717043258	33,31688	40,81688055
9000	88260,39	150	75	4,99451639	37,01876	44,51875617
9500	93163,75	153	76,5	5,271989523	37,75913	45,25913129
10000	98067,1	163	81,5	5,549462656	40,22705	47,72704837
10500	102970,5	170	85	5,826935789	41,95459	49,45459033



Grafik Modulus 40%





Grafik Modulus 60%