

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh surface treatment pada agregat daur ulang terhadap sifat mekanik beton dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. penggunaan agregat daur ulang dari limbah beton tidak langsung dapat digunakan, melainkan limbah beton harus mendapatkan *treatment* untuk mengurangi sifat penyerapan yang dimiliki,
2. penggunaan  $HCl$  dan  $H_2SO_4$  untuk surface treatment pada agregat daur ulang dapat dilakukan untuk mengurangi mortar yang ada pada permukaan agregat daur ulang,
3. waktu perendaman agregat daur ulang berpengaruh terhadap pengurangan mortar pada agregat daur ulang. Semakin lama waktu perendaman yang dilakukan semakin besar juga pengurangan yang terjadi, namun lamanya perendaman ini juga berkemungkinan untuk mengikis permukaan agregat yang tersisa yang mengakibatkan permukaan menjadi rapuh dan dapat menurunkan sifat mekanik beton,
4. pengurangan mortar terbesar terjadi pada agregat daur ulang yang direndam dengan larutan kimia  $H_2SO_4$  dan waktu perendaman terbaik adalah perendaman selama 24 jam,

5. kuat tekan beton tertinggi terdapat pada variasi beton  $H_2SO_4$   $3 \times 24$  jam dengan nilai kuat tekan sebesar 27,10 MPa dan yang terendah pada variasi beton RCA yaitu sebesar 25.06 MPa,
6. hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas dari beton yang menggunakan agregat daur ulang dengan *surface treatment* mengalami peningkatan dari beton yang tidak menggunakan agregat daur ulang tanpa mendapat *surface treatment*.

## 6.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan setelah melihat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. perlu penelitian lebih lanjut mengenai *surface treatment* dengan larutan kimia pada beton bertulang sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruh agregat yang telah mendapat *treatment* dengan larutan kimia terhadap tulangan pada balok beton tersebut,
2. penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan ukuran agregat daur ulang yang lebih kecil dari penelitian ini. Sehingga kerapatan pada beton semakin baik dan menghasilkan kuat tekan yang tinggi,
3. perlunya penelitian terhadap penggunaan larutan asam lainnya,
4. perlunya pengujian alkali padat agregat daur ulang yang mendapatkan *treatment* kimia, sehingga peneliti dapat mengetahui potensi korosi pada beton,
5. penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui kondisi pada bagian dalam dan

kepadatan beton secara detail beton yang menggunakan agregat daur ulang dengan *surface treatment* larutan kimia.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Sjafei, 2005, *Teknologi Beton*, Penerbit Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.
- ASTM, 1990, *Standart Test Method for Specific Gravity Absorption, and Void in Hardened Concrete, ASTM C 642-90*.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03-2491-2002)*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2011, *Tata Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder (SNI 1974-2011)*, Jakarta.
- Dipohusodo, I., 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta.
- DPU, 1989, *Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F)*, Yayasan LPMB, Jakarta.
- DPU, 1990, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- DPU, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah (SK SNI M-60-1989-03)*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- El-Reedy, M.A., 2009, *Advanced Materials and Techniques for Reinforced Concrete Structures*, CRC Press.
- Hansen, T.C., 1992, *Recycling of Demolished Concrete and Masonry*. 1st ed. Taylor & Francis Group.
- Ismail, Sallehan., dan Ramli, Mahyudin., 2013 *Engineering Properties Of Treated Recycled Concrete Aggregate (RCA) For Structural Applications*, Construction and Building Materials, School Of Housing Building And Planing University Sains Malaysia, Malaysia.
- Marastuti, P., Tjahjono, E., Arijoeni, E., 2014, *Penggunaan Agregat Kasar Daur Ulang dari Limbah Beton Padat dengan Mutu K350-K400 terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Susut pada Beton*, Teknik Sipil Universitas Indonesia, Jakarta.

- Murdock, L., J., dan Brock, K., M., 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 598  
[Internet] [updated 2008 April 14; cited 2009 March 6]. Available from:  
[http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_598.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_598.pdf)
- Nawy, E. G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Eresco, Bandung.
- Nevile and Brooks. 1987, *Concrete Technology*, Longman Group Ltd, London.
- Purba, Parhimpunana, 2006, *Pengaruh Kandungan Sulfat terhadap Kuat Tekan Beton*, UNDIP : Jurnal Teknik Sipil PSD III, UNDIP.
- Purushothaman, R., Amirthavalli, R.R., Karan, L., 2015, *Influence of Treatment Methods on the Strength and Performance Characteristics of Recycled Aggregate Concrete*, J. Mater. Civ. Eng., 2015, 27(5): 04014168
- Saragih, D., 2017, *Perilaku Mekanik Beton Memanfaatkan Agregat Daur Ulang dengan Metode Waterproofing Treatment*, Skripsi Program S-1, Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Saravanakumar, P., Abhiram, K., Manoj, B., 2016, *Properties of Treated Aggregates and its Influence on Concrete Strength Characteristics*, Construction and Building Materials, School of Civil Engineering, SASTRA University.
- Sian, Buen, Tjondro, A., J., Sidauruk, R., 2013, *Studi Eksperimental Karakteristik Beton dengan Agravat Kasar Daur Ulang dengan  $f'c=25$  MPa*, Jurnal Teknik Sipil Volume 9 Nomor 2, Oktober 2013.
- Sutikno, 2003, *Panduan Praktek Beton*, Universitas Negeri Surabaya.
- Tjokrodimulyo, 2007, *Teknologi Beton, Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil*, Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.
- Wang, C. K., Salmon, C.G., dan Binsar H., 1986, *Disain Beton Bertulang*, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.





### A.1 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 November 2018
- II. Bahan
- a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo
  - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT- UAJY
- III. Alat
- a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
  - b. Timbangan
  - c. Tungku (oven), suhu antar 105-110°C
- IV. Pasir + piring masuk tungku
- V. Hasil
- Pasir + piring keluar tungku
- a. Berat pasir mula-mula = 103,30 gram
  - b. Berat piring + pasir = 190,83 gram
  - c. Berat piring kosong = 89,38 gram
  - d. Berat pasir = 101,45 gram
- Kandungan Lumpur =  $\frac{103,30 - 101,45}{103,30} \times 100\%$
- = 1,79 %

Kesimpulan : Kandungan Lumpur 1,79 % < 5 %, maka agregat halus memenuhi persyaratan **(OK)**



## A.2 Pengujian Zat Organik Agregat Halus

I. Waktu Pemeriksaan : 3 November 2018

II. Bahan

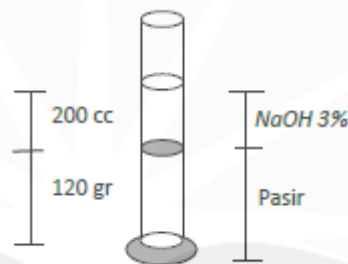
a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo

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 warna *Gardner Standard Color* No. 8

Kesimpulan : Warna *Gardner Standard Colour* No. 8, maka dapat disimpulkan pasir tersebut baik digunakan. (OK)





### A.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Waktu Pemeriksaan : 29 Oktober 2018

Bahan : Pasir

Asal : Kali Progo

Hasil Pengujian :

	<b>Nomor Pemeriksaan</b>	<b>I</b>
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	500,07 gr
B	Berat Kering Oven	489,19 gr
C	Jumlah Air (V-W)	188,07 gr
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{B}{C}$	2,60
E	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD) $= \frac{A}{C}$	2,66
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{B}{C - (A - B)}$	2,76
G	Penyerapan $= \frac{(A - B)}{B} \times 100$	2,22%



#### A.4 Pengujian Berat Satuan Volume Agregat Halus

Waktu Pemeriksaan : 29 Oktober 2018

Bahan : Pasir

Asal : Kali Progo

Hasil Pengujian :

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Wadah	3500 gram
B	Tinggi Wadah	16 cm
C	Diameter Wadah	15 cm
D	Volume Wadah	2800 cm <sup>3</sup>
E	Berat Agregat dan Wadah	8180 gram
F	Berat Satuan Volume Agregat = $\frac{(E - A)}{D}$	1,671 gr/cm <sup>3</sup>



### A.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang

Waktu Pemeriksaan : 30 Oktober 2018

Bahan : Limbah Beton

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

	<b>Nomor Pemeriksaan</b>	<b>I</b>
A	Berat Contoh Kering	1106.3 gr
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1205,14 gr
C	Berat Contoh Dalam Air	691.24 gr
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{A}{(B - C)}$	2,1528 gr/cm <sup>3</sup>
E	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD) $= \frac{A}{(A - C)}$	2,3451 gr/cm <sup>3</sup>
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{B}{(B - C)}$	2,1528 gr/cm <sup>3</sup>
G	Penyerapan $= \frac{(B - A)}{A} \times 100$	9%



### A.6 Pemeriksaan Abrasi Agregat Kasar Daur Ulang

Waktu Pemeriksaan : 31 Oktober 2018

Bahan : Limbah Beton

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

Gradasi Saringan		Nomor Contoh
		I
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>Berat Masing-masing Agregat</i>
3/4"	1/2"	2500 gram
1/2"	3/8"	2500 gram

Nomor Contoh	I
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No.12 (B)	2784 gram
Berat sesudah (A) - (B)	2216 gram
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100$	44,32 %
Keausan Rata-rata	44,32 %

Keausan Agregat = 44,32% ≤ 45%, memenuhi syarat (OK)



### A.7 Pengujian Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang Dengan Treatment

#### Larutan Kimia *HCl* 24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment *HCl* 24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	1169 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1266 gram
c	Penyerapan $= \frac{(B - A)}{A} \times 100$	8,30%



## A.8 Pemeriksaan Abrasi Agregat Kasar Daur Ulang Dengan Treatment

### Larutan Kimia *HCl* 24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment *HCl* 24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>Berat Masing-masing Agregat</i>	
3/4"	1/2"	2500	gram
1/2"	3/8"	2500	gram

Nomor Contoh		I
Berat sebelumnya	(A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No.12	(B)	2955 gram
Berat sesudah (A) - (B)		2045 gram
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100$		40,9%
Keausan Rata-rata		40,9 %

Keausan Agregat = 40,9% ≤ 45%, memenuhi syarat (**OK**)



### A.9 Pengujian Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang Dengan Treatment

#### Larutan Kimia *HCl* 3×24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment *HCl* 3×24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	1163 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1255 gram
C	Penyerapan $= \frac{(B - A)}{A} \times 100$	7,91%



### A.10 Pemeriksaan Abrasi Agregat Kasar Daur Ulang Dengan

#### Treatment Larutan Kimia *HCl* 3×24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment *HCl* 3×24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	
<i>Lolos</i>	<i>Tertahan</i>	<i>Berat Masing-masing Agregat</i>	
3/4"	1/2"	2500	gram
1/2"	3/8"	2500	gram

Nomor Contoh		I
Berat sebelumnya	(A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan No.12	(B)	2832 gram
Berat sesudah (A) - (B)		2168 gram
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100$		43,36%
Keausan Rata-rata		43,36%

Keausan Agregat = 403,36% ≤ 45%, memenuhi syarat (**OK**)





### A.11 Pengujian Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang Dengan

#### Treatment Larutan Kimia $H_2SO_4$ 24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment  $H_2SO_4$  24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	1199 gr
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1283 gr
C	Penyerapan $= \frac{(B - A)}{A} \times 100$	7,01%



### A.12 Pemeriksaan Abrasi Agregat Kasar Daur Ulang Dengan

#### Treatment Larutan Kimia $H_2SO_4$ 24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment  $H_2SO_4$  24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	
Lolos	Tertahan	Berat Masing-masing Agregat	
$3/4"$	$1/2"$	2500	gram
$1/2"$	$3/8"$	2500	gram

Nomor Contoh		I
Berat sebelumnya	(A)	5000
Berat sesudah diayak saringan No.12	(B)	3223
Berat sesudah (A) - (B)		1777
Keausan =	$\frac{(A - B)}{A} \times 100$	35,54%
Keausan Rata-rata		35,53%

Keausan Agregat = 35,53%  $\leq$  45%, memenuhi syarat (OK)



### A.13 Pengujian Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang Dengan

#### Treatment Larutan Kimia $H_2SO_4$ 3×24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment  $H_2SO_4$  3×24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	1175 gr
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1249 gr
C	Penyerapan $= \frac{(B - A)}{A} \times 100$	6,30%



#### A.14 Pemeriksaan Abrasi Agregat Kasar Daur Ulang Dengan

##### Treatment Larutan Kimia $H_2SO_4$ 3×24 Jam

Waktu Pemeriksaan : 19 November 2018

Bahan : Limbah beton hasil treatment  $H_2SO_4$  3×24 jam

Asal : Tempat Pembuangan Limbah Beton Laboratorium  
Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB) Program  
Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya  
Yogyakarta.

Hasil Pengujian :

Gradasi Saringan		Nomor Contoh	
		I	
Lolos	Tertahan	Berat Masing-masing Agregat	
3/4"	1/2"	2500	gram
1/2"	3/8"	2500	gram

Nomor Contoh		I
Berat sebelumnya	(A)	5000
Berat sesudah diayak saringan No.12	(B)	3114
Berat sesudah (A) - (B)		1886
Keausan = $\frac{(A - B)}{A} \times 100$		37,72%
Keausan Rata-rata		37,72%

Keausan Agregat = 37,72% ≤ 45%, memenuhi syarat (OK)



## B. Rencana Adukan Beton (*Mix Design*) SNI 03-2834-2000

### I. Data bahan

1. Agregat halus : Kali Progo, Yogyakarta
2. Agregat kasar (agregat daur ulang) : Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Prodi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta
3. Jenis semen : PPC merek dagang Gresik

### II. Hitungan

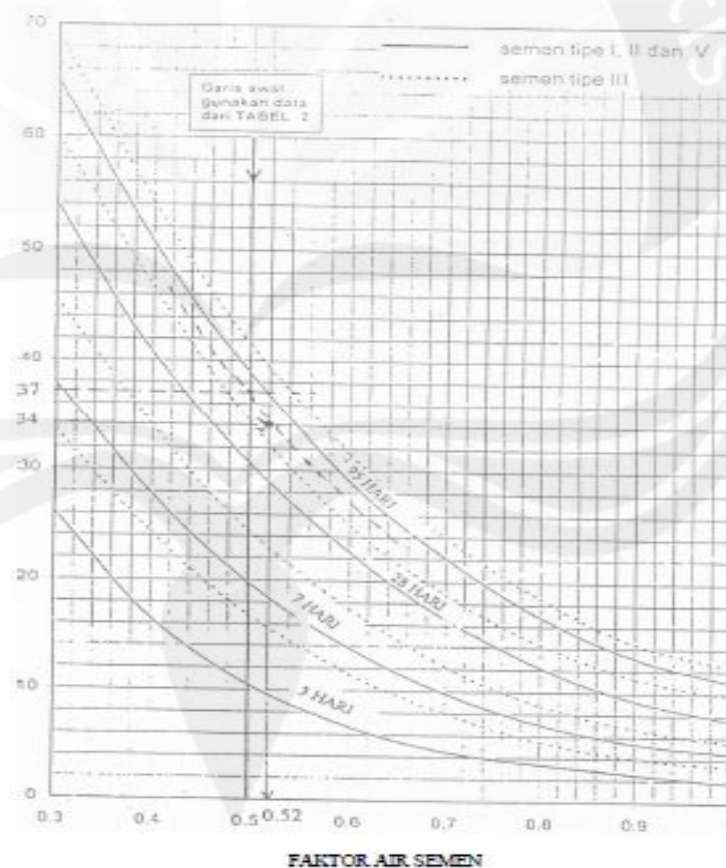
1. Kuat tekan beton yang direncanakan ( $f'c$ ) pada umur 28 hari,  
 $f'c = 25$  MPa
2. Menentukan nilai deviasi standart berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran.
3. Berdasarkan SNI, nilai *margin* ditentukan sebesar 12 MPa karena benda uji yang kurang dari 15 buah.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rat yang direncanakan berdasarkan SNI.

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + M \\ &= 25 + 12 \\ &= 37 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Menentukan jenis semen

Jenis semen PPC dengan merek dagang Gresik

6. Menetapkan jenis agregat
  - a. Agregat halus : Pasir alam (Golongan 2)
  - b. Agregat kasar : Agregat daur ulang (Batu pecah)
7. Menentukan faktor air semen, berdasarkan hubungan kuat tekan dan faktor air semen. Digunakan grafik 1 hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm) pada SNI SNI 03-2834-2000



Grafik 1  
Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen  
(benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

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

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai fas sebesar 0,44.



8. Menetapkan faktor air maksimum berdasarkan tabel persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Persyaratan jumlah semen minimum dan factor air semen maksimum untuk berbagai Macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		Lihat Tabel 6
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 sebesar 0,6. Dibandingkan dengan nilai fas pada no 7, dipakai nilai terkecil. Jadi yang digunakan fas sebesar 0,44.

9. Menetapkan nilai *slump*, direncanakan 75-150 mm.
10. Ukuran butiran maksimum (agregat daur ulang) adalah 40 mm.
11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m<sup>3</sup> beton.
- a. Ukuran butir maksimum 40 mm
  - b. Nilai *slump* 75-100 mm
  - c. Agregat halus berupa batu tak dipecah, maka  $W_h = 175$
  - d. Agregat kasar berupa batu pecah, maka  $W_k = 205$



$$\text{Maka : } W = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_K$$

$$W = \frac{2}{3} \times 175 + \frac{1}{3} \times 205 = 184,9 \text{ liter} / m^3$$

Dengan  $W_h$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-1834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.
- Berdasarkan  $fas = 0,44$

$$\begin{aligned} \text{Semen per } m^3 \text{ beton} &= \frac{\text{air}}{fas} \\ &= \frac{184,9}{0,44} = 420,28 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dipilih berat semen paling besar, sehingga digunakan berat semen sebesar 420,28 kg.

13. Pebandingan agregat halus dan kasar

- Ukuran maksimum agregat kasar 40 mm.
- Nilai *slump* 75 – 150 mm
- fas* 0,44.
- Jenis gradasi pasir no 2.





Menggunakan grafik 15 pada SNI 03-1834-2000 didapatkan persen pasir terhadap kadar total agregat sebesar 34%.

14. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \frac{P}{100} \text{BJ Agregat Halus} + \frac{K}{100} \text{BJ Agregat Kasar} \\ &= \frac{34}{100} \times 2,66 + \frac{66}{100} \times 2,35 = 2,46 \end{aligned}$$

Dimana : P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

15. Menentukan berat beton per m<sup>3</sup> berdasarkan grafik 16 pada SNI 03-1834-2000, diperoleh berat beton sebesar 2263 kg/m<sup>3</sup>

16. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \text{berat beton tiap m}^3 - \text{keperluan air dan semen} \\ &= 2263 - (184,9 + 410,89) \\ &= 1067,21 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

17. Menentukan kebutuhan berat pasir

$$\begin{aligned} &= \% \text{ berat agregat halus} \times \text{keperluan agregat campuran} \\ &= \frac{34}{100} \times 1067,21 = 362,85 \text{ kg} \end{aligned}$$

18. Menentukan kebutuhan berat agregat kasar

$$\begin{aligned} &= \% \text{ berat agregat kasar} \times \text{keperluan agregat campuran} \\ &= \frac{66}{100} \times 1067,21 = 704,36 \text{ kg} \end{aligned}$$



proporsi campuran adukan beton per m<sup>3</sup> yaitu :

1. Pasir = 362,85 kg
2. Agregat daur ulang = 704,36 kg
3. Air = 184,9 liter
4. Semen = 410,89 kg

Proporsi campuran beton untuk setiap variasi per satu kali adukan adalah

Kode	Semen (Kg)	Pasir (kg)	Agregat Daur Ulang (Kg)	Air (liter)
RCA	17,91	15,82	30,71	8,06
RCA -HCL (24 JAM)	17,91	15,82	30,71	8,06
RCA -HCL (3 × 24 JAM)	17,91	15,82	30,71	8,06
RCA - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24 JAM)	17,91	15,82	30,71	8,06
RCA - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (3 × 24 JAM)	17,91	15,82	30,71	8,06



### C.1 Tanggal Pengujian Beton

Kode	Uji 28 Hari
RCA	15 Desember 2018
RCA -HCl (24 JAM)	15 Desember 2018
RCA -HCl (3 × 24 JAM)	15 Desember 2018
RCA - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24 JAM)	16 Desember 2018
RCA - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (3 × 24 JAM)	16 Desember 2018



### C.2 Berat Jenis Beton

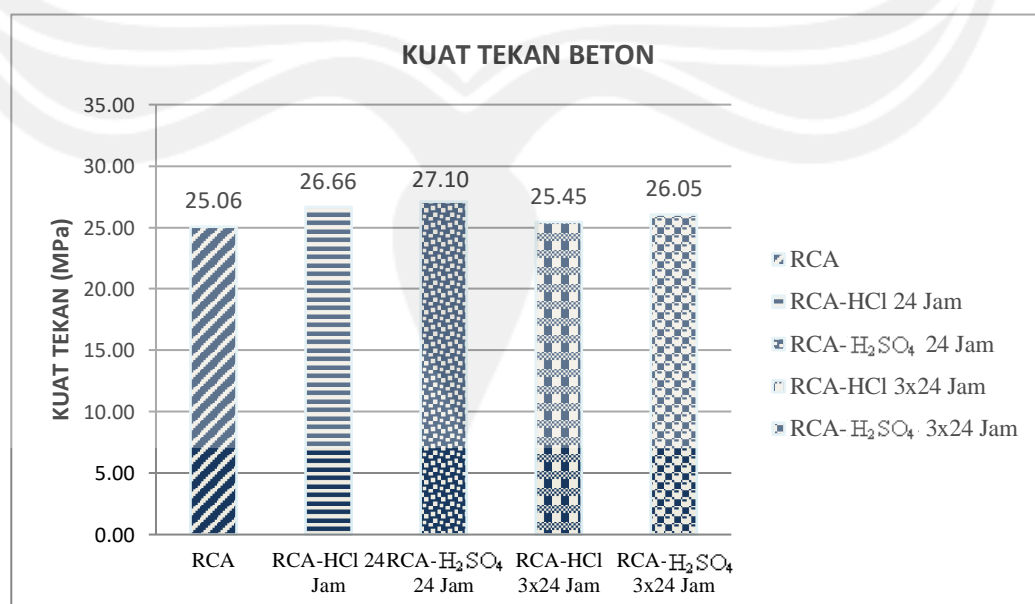
Kode	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat Beton (kg)	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	
			Hasil	Rerata
RCA	0.0057	12,55	2206,46	2234,1
	0.0056	13,17	2368,07	
	0.0057	12,64	2217,78	
	0.0057	12,72	2247,66	
	0.0055	11,93	2167,88	
	0.0055	12,00	2196,62	
RCA -HCl (24 Jam)	0.0058	13,64	2351,49	2279,0
	0.0054	12,33	2297,97	
	0.0054	12,26	2255,36	
	0.0054	12,14	2262,12	
	0.0053	11,97	2241,91	
	0.0057	12,80	2265,03	
RCA -HCl (3 × 24 Jam)	0.0054	12,08	2250,89	2253,2
	0.0054	12,26	2279,52	
	0.0054	12,18	2254,22	
	0.0054	12,22	2256,80	
	0.0054	12,30	2281,90	
	0.0055	12,30	2256,43	
RCA - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24 Jam)	0.0054	12,18	2267,74	2272,3
	0.0054	12,10	2252,88	
	0.0054	11,99	2204,07	
	0.0054	12,25	2284,63	
	0.0055	12,28	2252,59	
	0.0054	12,82	2371,73	
RCA - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (3 × 24 Jam)	0.0057	12,52	2190,15	2183,2
	0.0058	12,12	2098,10	
	0.0057	12,18	2118,97	
	0.0055	12,20	2238,53	
	0.0057	12,84	2234,24	
	0.0058	12,78	2218,94	



### C.3 Kuat Tekan Beton

Kode	Larutan	Waktu Perendaman	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	
				Hasil	Rata-rata
RCA1	Tanpa Larutan	-	475	25,33	25,06
RCA2			465	25,15	
RCA3			465	24,71	
RCA1-HCl	HCl	24 Jam	470	24,77*	26,66
RCA2-HCl			470	26,60	
RCA3-HCl			475	26,73	
RCA4-HCl		3×24 Jam	455	25,41	25,45
RCA5-HCl			450	25,21	
RCA6-HCl			460	25,72	
RCA4- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24 Jam	485	27,60	27,10
RCA5- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			475	26,44	
RCA6- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			485	27,25	
RCA4- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		3×24 Jam	480	26,70	26,05
RCA5- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			485	25,57	
RCA6- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			490	25,89	

Keterangan = Nilai dengan tanda \* tidak dapat diperhitungkan





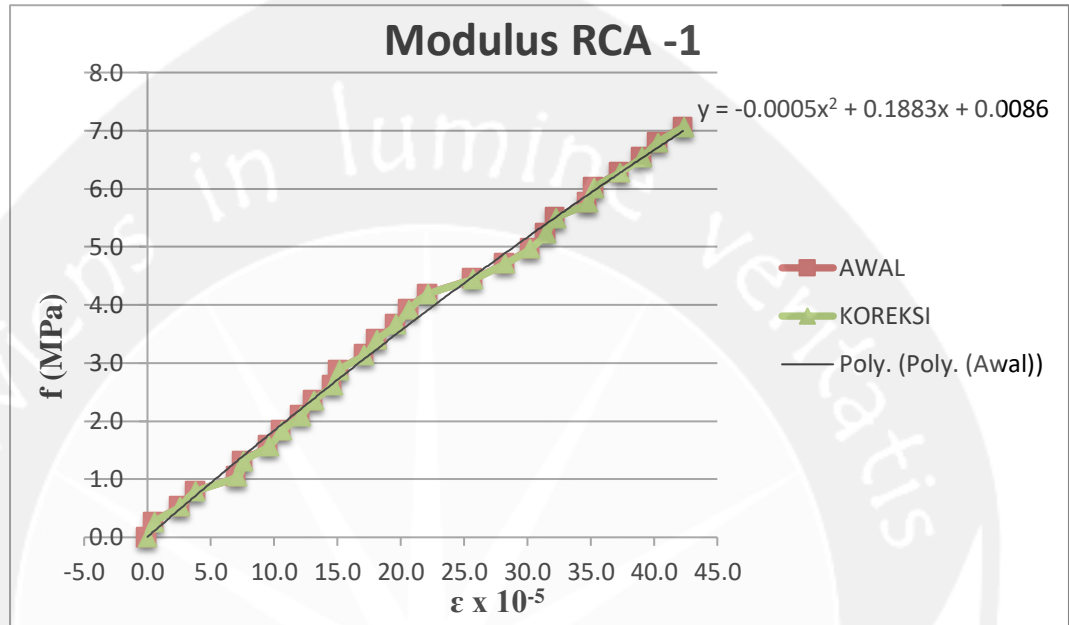
## C.4 Modulus Elastisitas Beton

### C.4.1 Tanpa Surface Treatment

Kode Beton = RCA -1                      Ao = 18754,93 mm<sup>2</sup>  
Po = 198,60 mm                      Ec = 16677,29 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.045	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.262	0.504	0.549
1000	9810	10.0	5.000	0.523	2.518	2.563
1500	14715	15.0	7.500	0.785	3.776	3.821
2000	19620	28.0	14.000	1.046	7.049	7.094
2500	24525	30.0	15.000	1.308	7.553	7.598
3000	29430	38.0	19.000	1.569	9.567	9.612
3500	34335	42.0	21.000	1.831	10.574	10.619
4000	39240	48.0	24.000	2.092	12.085	12.130
4500	44145	52.0	26.000	2.354	13.092	13.137
5000	49050	58.0	29.000	2.615	14.602	14.647
5500	53955	60.0	30.000	2.877	15.106	15.151
6000	58860	68.0	34.000	3.138	17.120	17.165
6500	63765	72.0	36.000	3.400	18.127	18.172
7000	68670	78.0	39.000	3.661	19.637	19.682
7500	73575	82.0	41.000	3.923	20.645	20.690
8000	78480	88.0	44.000	4.184	22.155	22.200
8500	83385	102.0	51.000	4.446	25.680	25.725
9000	88290	112.0	56.000	4.708	28.197	28.242
9500	93195	120.0	60.000	4.969	30.211	30.256
10000	98100	125.0	62.500	5.231	31.470	31.515
10500	103005	128.0	64.000	5.492	32.226	32.271
11000	107910	138.0	69.000	5.754	34.743	34.788
11500	112815	140.0	70.000	6.015	35.247	35.292
12000	117720	148.0	74.000	6.277	37.261	37.306
12500	122625	155.0	77.500	6.538	39.023	39.068
13000	127530	160.0	80.000	6.800	40.282	40.327
13500	132435	168.0	84.000	7.061	42.296	42.341

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



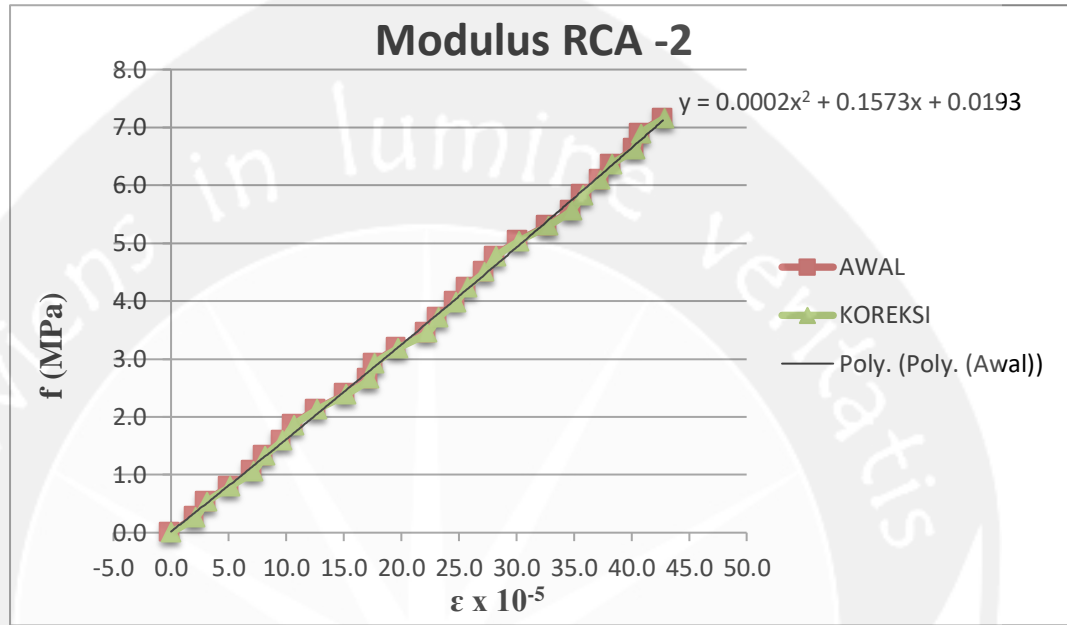


Kode Beton = RCA -2                      Ao = 18488,87 mm<sup>2</sup>  
Po = 198,90 mm                      Ec = 16713,60 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.122	0.000
500	4905	8.0	4.000	0.265	2.011	2.133
1000	9810	12.0	6.000	0.531	3.017	3.139
1500	14715	20.0	10.000	0.796	5.028	5.150
2000	19620	28.0	14.000	1.061	7.039	7.161
2500	24525	32.0	16.000	1.326	8.044	8.166
3000	29430	38.0	19.000	1.592	9.553	9.675
3500	34335	42.0	21.000	1.857	10.558	10.680
4000	39240	50.0	25.000	2.122	12.569	12.691
4500	44145	60.0	30.000	2.388	15.083	15.205
5000	49050	68.0	34.000	2.653	17.094	17.216
5500	53955	70.0	35.000	2.918	17.597	17.719
6000	58860	78.0	39.000	3.184	19.608	19.730
6500	63765	88.0	44.000	3.449	22.122	22.244
7000	68670	92.0	46.000	3.714	23.127	23.249
7500	73575	98.0	49.000	3.979	24.635	24.757
8000	78480	102.0	51.000	4.245	25.641	25.763
8500	83385	108.0	54.000	4.510	27.149	27.271
9000	88290	112.0	56.000	4.775	28.155	28.277
9500	93195	120.0	60.000	5.041	30.166	30.288
10000	98100	130.0	65.000	5.306	32.680	32.802
10500	103005	138.0	69.000	5.571	34.691	34.813
11000	107910	142.0	71.000	5.836	35.696	35.818
11500	112815	148.0	74.000	6.102	37.205	37.327
12000	117720	152.0	76.000	6.367	38.210	38.332
12500	122625	160.0	80.000	6.632	40.221	40.343
13000	127530	162.0	81.000	6.898	40.724	40.846
13500	132435	170.0	85.000	7.163	42.735	42.857

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



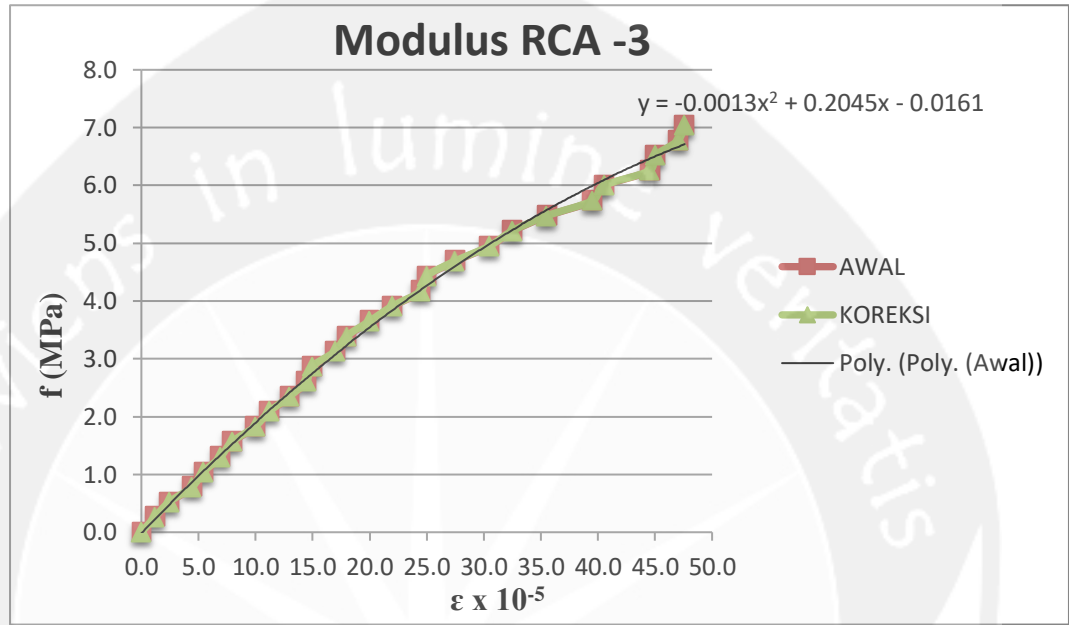




Kode Beton = RCA-3                      Ao = 18820,53 mm<sup>2</sup>  
Po = 199,60 mm                      Ec = 14809,03 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	0.079	0.000
500	4905	5.0	2.500	0.261	1.253	1.174
1000	9810	10.0	5.000	0.521	2.505	2.426
1500	14715	18.0	9.000	0.782	4.509	4.430
2000	19620	22.0	11.000	1.042	5.511	5.432
2500	24525	28.0	14.000	1.303	7.014	6.935
3000	29430	32.0	16.000	1.564	8.016	7.937
3500	34335	40.0	20.000	1.824	10.020	9.941
4000	39240	45.0	22.500	2.085	11.273	11.194
4500	44145	52.0	26.000	2.346	13.026	12.947
5000	49050	58.0	29.000	2.606	14.529	14.450
5500	53955	60.0	30.000	2.867	15.030	14.951
6000	58860	68.0	34.000	3.127	17.034	16.955
6500	63765	72.0	36.000	3.388	18.036	17.957
7000	68670	80.0	40.000	3.649	20.040	19.961
7500	73575	88.0	44.000	3.909	22.044	21.965
8000	78480	98.0	49.000	4.170	24.549	24.470
8500	83385	100.0	50.000	4.431	25.050	24.971
9000	88290	110.0	55.000	4.691	27.555	27.476
9500	93195	122.0	61.000	4.952	30.561	30.482
10000	98100	130.0	65.000	5.212	32.565	32.486
10500	103005	142.0	71.000	5.473	35.571	35.492
11000	107910	158.0	79.000	5.734	39.579	39.500
11500	112815	162.0	81.000	5.994	40.581	40.502
12000	117720	178.0	89.000	6.255	44.589	44.510
12500	122625	180.0	90.000	6.515	45.090	45.011
13000	127530	188.0	94.000	6.776	47.094	47.015
13500	132435	190.0	95.000	7.037	47.595	47.516

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



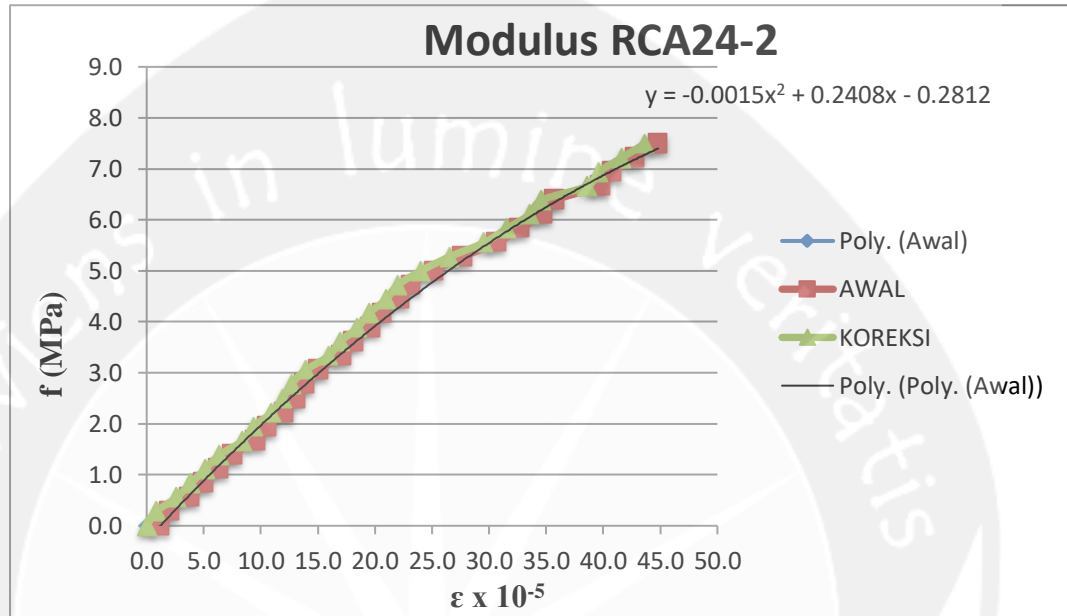


### C.4.2 Surface Treatment dengan HCl

Kode Beton = RCA24-2       $A_o = 17671,46 \text{ mm}^2$   
 $P_o = 198,60 \text{ mm}$        $E_c = 17174,00 \text{ MPa}$

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	1.176	0.000
500	4905	8.0	4.000	0.278	2.014	0.838
1000	9810	15.0	7.500	0.555	3.776	2.600
1500	14715	20.0	10.000	0.833	5.035	3.859
2000	19620	25.0	12.500	1.110	6.294	5.118
2500	24525	30.0	15.000	1.388	7.553	6.377
3000	29430	38.0	19.000	1.665	9.567	8.391
3500	34335	42.0	21.000	1.943	10.574	9.398
4000	39240	48.0	24.000	2.221	12.085	10.908
4500	44145	52.0	26.000	2.498	13.092	11.915
5000	49050	55.0	27.500	2.776	13.847	12.671
5500	53955	60.0	30.000	3.053	15.106	13.929
6000	58860	68.0	34.000	3.331	17.120	15.944
6500	63765	72.0	36.000	3.608	18.127	16.951
7000	68670	78.0	39.000	3.886	19.637	18.461
7500	73575	82.0	41.000	4.163	20.645	19.468
8000	78480	88.0	44.000	4.441	22.155	20.979
8500	83385	92.0	46.000	4.719	23.162	21.986
9000	88290	100.0	50.000	4.996	25.176	24.000
9500	93195	110.0	55.000	5.274	27.694	26.518
10000	98100	122.0	61.000	5.551	30.715	29.539
10500	103005	130.0	65.000	5.829	32.729	31.553
11000	107910	138.0	69.000	6.106	34.743	33.567
11500	112815	142.0	71.000	6.384	35.750	34.574
12000	117720	158.0	79.000	6.662	39.778	38.602
12500	122625	162.0	81.000	6.939	40.785	39.609
13000	127530	170.0	85.000	7.217	42.800	41.623
13500	132435	178.0	89.000	7.494	44.814	43.637

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)

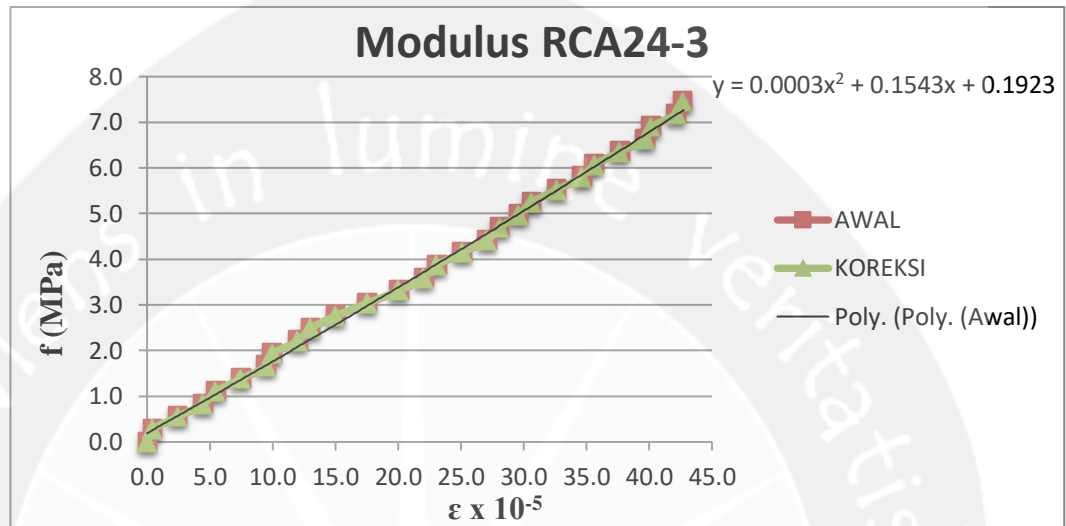




Kode Beton = RCA24-3                      Ao = 17772,92 mm<sup>2</sup>  
 Po = 198,90 mm                              Ec = 17468,69 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	1.176	0.000
500	4905	8.0	4.000	0.278	2.014	0.838
1000	9810	15.0	7.500	0.555	3.776	2.600
1500	14715	20.0	10.000	0.833	5.035	3.859
2000	19620	25.0	12.500	1.110	6.294	5.118
2500	24525	30.0	15.000	1.388	7.553	6.377
3000	29430	38.0	19.000	1.665	9.567	8.391
3500	34335	42.0	21.000	1.943	10.574	9.398
4000	39240	48.0	24.000	2.221	12.085	10.908
4500	44145	52.0	26.000	2.498	13.092	11.915
5000	49050	55.0	27.500	2.776	13.847	12.671
5500	53955	60.0	30.000	3.053	15.106	13.929
6000	58860	68.0	34.000	3.331	17.120	15.944
6500	63765	72.0	36.000	3.608	18.127	16.951
7000	68670	78.0	39.000	3.886	19.637	18.461
7500	73575	82.0	41.000	4.163	20.645	19.468
8000	78480	88.0	44.000	4.441	22.155	20.979
8500	83385	92.0	46.000	4.719	23.162	21.986
9000	88290	100.0	50.000	4.996	25.176	24.000
9500	93195	110.0	55.000	5.274	27.694	26.518
10000	98100	122.0	61.000	5.551	30.715	29.539
10500	103005	130.0	65.000	5.829	32.729	31.553
11000	107910	138.0	69.000	6.106	34.743	33.567
11500	112815	142.0	71.000	6.384	35.750	34.574
12000	117720	158.0	79.000	6.662	39.778	38.602
12500	122625	162.0	81.000	6.939	40.785	39.609
13000	127530	170.0	85.000	7.217	42.800	41.623
13500	132435	178.0	89.000	7.494	44.814	43.637

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



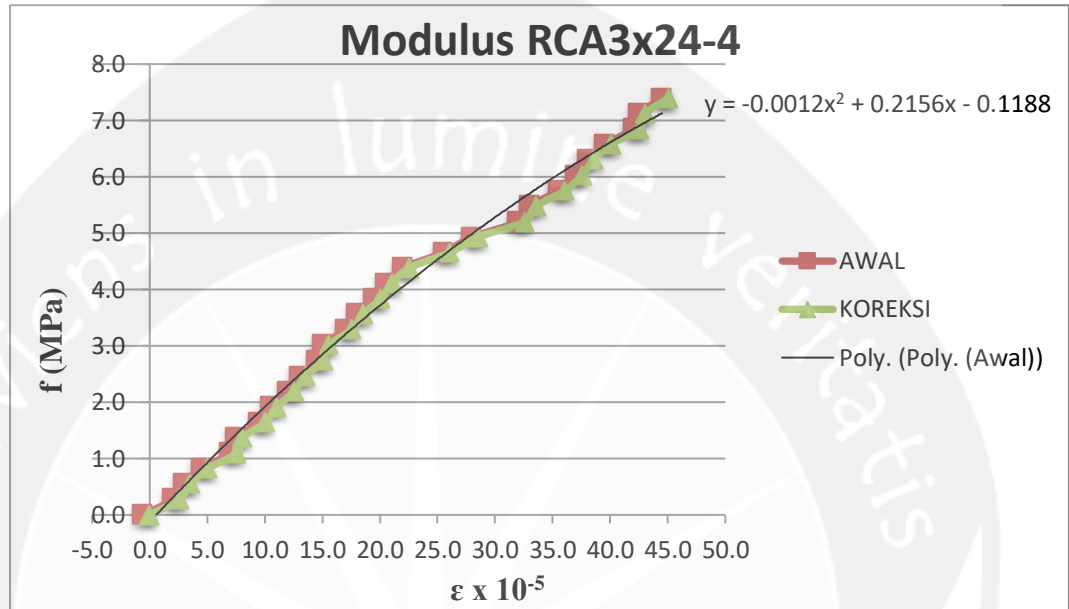


Kode Beton = RCA3x24-4      Ao = 17907,86 mm<sup>2</sup>  
Po = 200,00 mm      Ec = 16414,90 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.553	0.000
500	4905	8.0	4.000	0.274	2.000	2.553
1000	9810	12.0	6.000	0.548	3.000	3.553
1500	14715	18.0	9.000	0.822	4.500	5.053
2000	19620	28.0	14.000	1.096	7.000	7.553
2500	24525	30.0	15.000	1.370	7.500	8.053
3000	29430	38.0	19.000	1.643	9.500	10.053
3500	34335	42.0	21.000	1.917	10.500	11.053
4000	39240	48.0	24.000	2.191	12.000	12.553
4500	44145	52.0	26.000	2.465	13.000	13.553
5000	49050	58.0	29.000	2.739	14.500	15.053
5500	53955	60.0	30.000	3.013	15.000	15.553
6000	58860	68.0	34.000	3.287	17.000	17.553
6500	63765	72.0	36.000	3.561	18.000	18.553
7000	68670	78.0	39.000	3.835	19.500	20.053
7500	73575	82.0	41.000	4.109	20.500	21.053
8000	78480	88.0	44.000	4.382	22.000	22.553
8500	83385	102.0	51.000	4.656	25.500	26.053
9000	88290	112.0	56.000	4.930	28.000	28.553
9500	93195	128.0	64.000	5.204	32.000	32.553
10000	98100	132.0	66.000	5.478	33.000	33.553
10500	103005	142.0	71.000	5.752	35.500	36.053
11000	107910	148.0	74.000	6.026	37.000	37.553
11500	112815	152.0	76.000	6.300	38.000	38.553
12000	117720	158.0	79.000	6.574	39.500	40.053
12500	122625	168.0	84.000	6.848	42.000	42.553
13000	127530	170.0	85.000	7.121	42.500	43.053
13500	132435	178.0	89.000	7.395	44.500	45.053

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



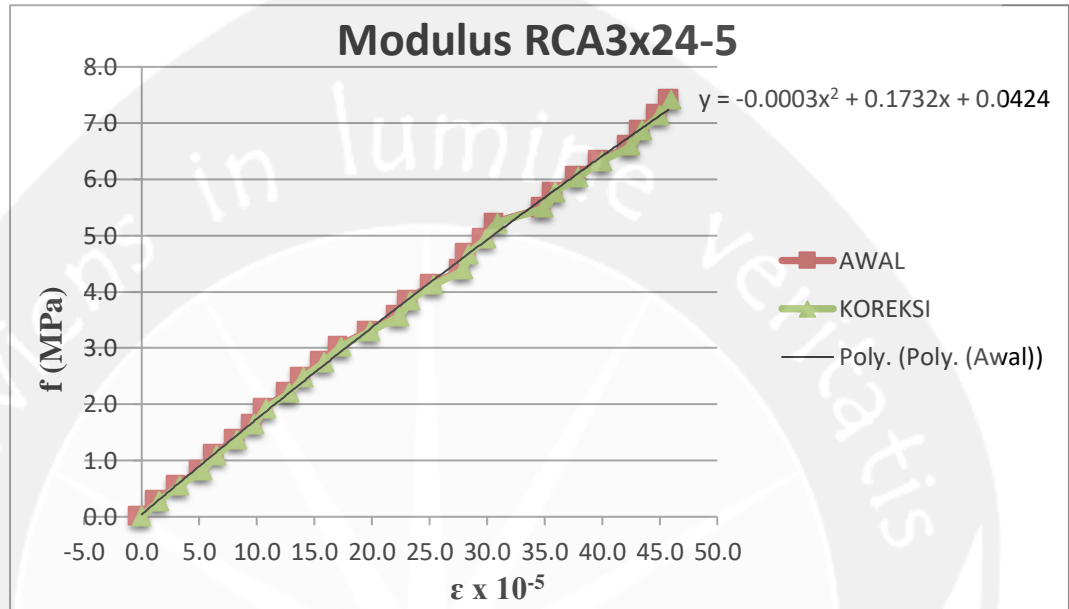




Kode Beton = RCA3x24-5       $A_o = 17852,64 \text{ mm}^2$   
 $P_o = 198,90 \text{ mm}$        $E_c = 16128,12 \text{ MPa}$

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.244	0.000
500	4905	5.0	2.500	0.275	1.257	1.501
1000	9810	12.0	6.000	0.549	3.017	3.261
1500	14715	20.0	10.000	0.824	5.028	5.272
2000	19620	25.0	12.500	1.099	6.285	6.529
2500	24525	32.0	16.000	1.374	8.044	8.288
3000	29430	38.0	19.000	1.648	9.553	9.797
3500	34335	42.0	21.000	1.923	10.558	10.802
4000	39240	50.0	25.000	2.198	12.569	12.813
4500	44145	55.0	27.500	2.473	13.826	14.070
5000	49050	62.0	31.000	2.747	15.586	15.830
5500	53955	68.0	34.000	3.022	17.094	17.338
6000	58860	78.0	39.000	3.297	19.608	19.852
6500	63765	88.0	44.000	3.572	22.122	22.366
7000	68670	92.0	46.000	3.846	23.127	23.371
7500	73575	100.0	50.000	4.121	25.138	25.382
8000	78480	110.0	55.000	4.396	27.652	27.896
8500	83385	112.0	56.000	4.671	28.155	28.399
9000	88290	118.0	59.000	4.945	29.663	29.907
9500	93195	122.0	61.000	5.220	30.669	30.913
10000	98100	138.0	69.000	5.495	34.691	34.935
10500	103005	142.0	71.000	5.770	35.696	35.940
11000	107910	150.0	75.000	6.044	37.707	37.951
11500	112815	158.0	79.000	6.319	39.718	39.962
12000	117720	168.0	84.000	6.594	42.232	42.476
12500	122625	172.0	86.000	6.869	43.238	43.482
13000	127530	178.0	89.000	7.143	44.746	44.990
13500	132435	182.0	91.000	7.418	45.752	45.996

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)

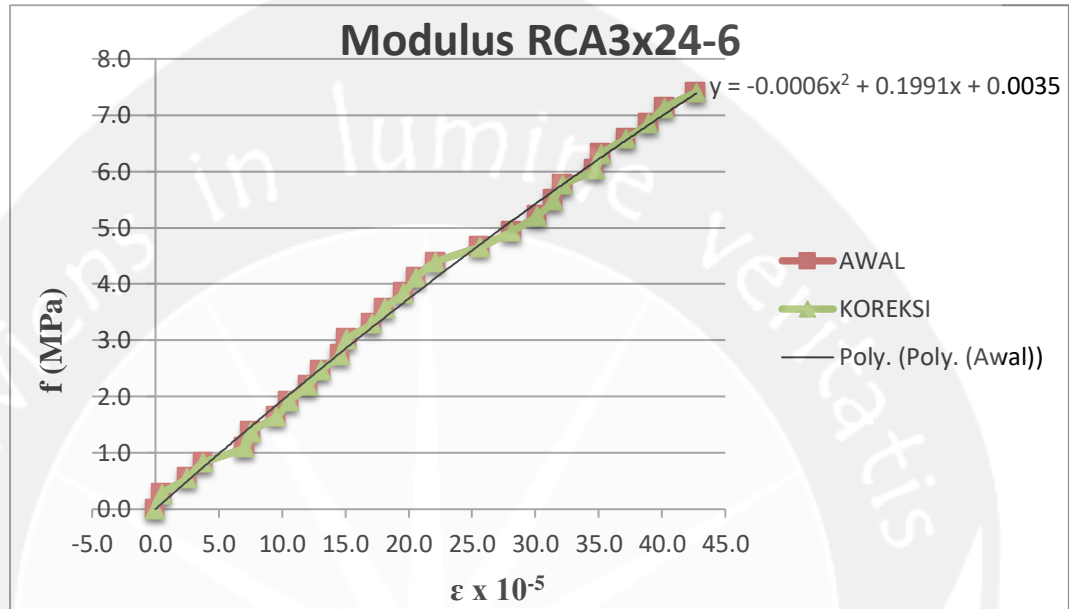




Kode Beton = RCA3x24-6      Ao = 17884,15 mm<sup>2</sup>  
Po = 199,0 mm      Ec = 17329,89 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.017	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.274	0.503	0.520
1000	9810	10.0	5.000	0.549	2.513	2.530
1500	14715	15.0	7.500	0.823	3.769	3.786
2000	19620	28.0	14.000	1.097	7.035	7.052
2500	24525	30.0	15.000	1.371	7.538	7.555
3000	29430	38.0	19.000	1.646	9.548	9.565
3500	34335	42.0	21.000	1.920	10.553	10.570
4000	39240	48.0	24.000	2.194	12.060	12.077
4500	44145	52.0	26.000	2.468	13.065	13.082
5000	49050	58.0	29.000	2.743	14.573	14.590
5500	53955	60.0	30.000	3.017	15.075	15.092
6000	58860	68.0	34.000	3.291	17.085	17.102
6500	63765	72.0	36.000	3.565	18.090	18.107
7000	68670	78.0	39.000	3.840	19.598	19.615
7500	73575	82.0	41.000	4.114	20.603	20.620
8000	78480	88.0	44.000	4.388	22.111	22.128
8500	83385	102.0	51.000	4.663	25.628	25.645
9000	88290	112.0	56.000	4.937	28.141	28.158
9500	93195	120.0	60.000	5.211	30.151	30.168
10000	98100	125.0	62.500	5.485	31.407	31.424
10500	103005	128.0	64.000	5.760	32.161	32.178
11000	107910	138.0	69.000	6.034	34.673	34.690
11500	112815	140.0	70.000	6.308	35.176	35.193
12000	117720	148.0	74.000	6.582	37.186	37.203
12500	122625	155.0	77.500	6.857	38.945	38.962
13000	127530	160.0	80.000	7.131	40.201	40.218
13500	132435	170.0	85.000	7.405	42.714	42.731

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



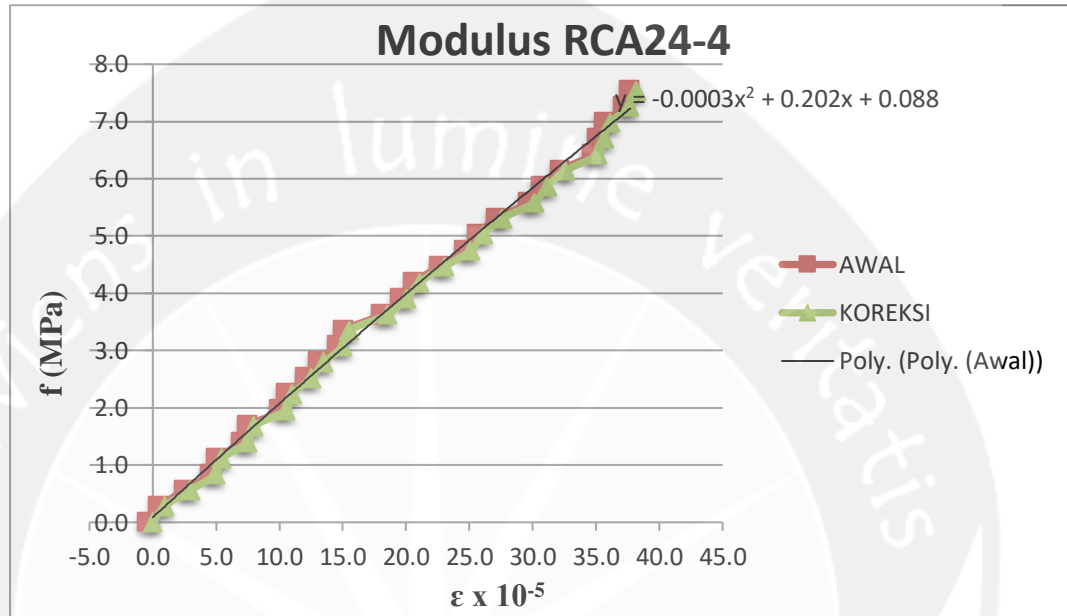


### C.4.3 Surface Treatment dengan $H_2SO_4$

Kode Beton = RCA 24-4                       $A_o$  = 17570,29 mm<sup>2</sup>  
 $P_o$  = 198,90 mm                               $E_c$  = 19761,32 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.435	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.279	0.503	0.938
1000	9810	10.0	5.000	0.558	2.514	2.949
1500	14715	18.0	9.000	0.837	4.525	4.960
2000	19620	20.0	10.000	1.117	5.028	5.463
2500	24525	28.0	14.000	1.396	7.039	7.474
3000	29430	30.0	15.000	1.675	7.541	7.976
3500	34335	40.0	20.000	1.954	10.055	10.490
4000	39240	42.0	21.000	2.233	10.558	10.993
4500	44145	48.0	24.000	2.512	12.066	12.501
5000	49050	52.0	26.000	2.792	13.072	13.507
5500	53955	58.0	29.000	3.071	14.580	15.015
6000	58860	60.0	30.000	3.350	15.083	15.518
6500	63765	72.0	36.000	3.629	18.100	18.535
7000	68670	78.0	39.000	3.908	19.608	20.043
7500	73575	82.0	41.000	4.187	20.613	21.048
8000	78480	90.0	45.000	4.467	22.624	23.059
8500	83385	98.0	49.000	4.746	24.635	25.070
9000	88290	102.0	51.000	5.025	25.641	26.076
9500	93195	108.0	54.000	5.304	27.149	27.584
10000	98100	118.0	59.000	5.583	29.663	30.098
10500	103005	122.0	61.000	5.862	30.669	31.104
11000	107910	128.0	64.000	6.142	32.177	32.612
11500	112815	138.0	69.000	6.421	34.691	35.126
12000	117720	140.0	70.000	6.700	35.194	35.629
12500	122625	142.0	71.000	6.979	35.696	36.131
13000	127530	148.0	74.000	7.258	37.205	37.640
13500	132435	150.0	75.000	7.537	37.707	38.142

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



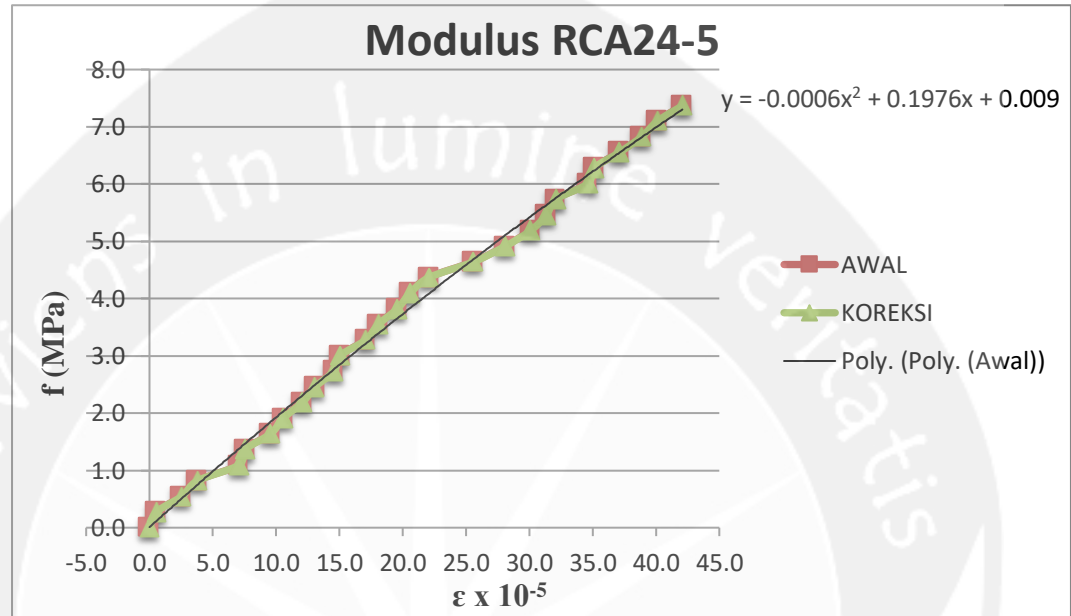


Kode Beton = RCA 24-5                      Ao = 17962,46 mm<sup>2</sup>  
Po = 199,60 mm                              Ec = 17500,65 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.045	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.273	0.501	0.546
1000	9810	10.0	5.000	0.546	2.505	2.550
1500	14715	15.0	7.500	0.819	3.758	3.803
2000	19620	28.0	14.000	1.092	7.014	7.059
2500	24525	30.0	15.000	1.365	7.515	7.560
3000	29430	38.0	19.000	1.638	9.519	9.564
3500	34335	42.0	21.000	1.911	10.521	10.566
4000	39240	48.0	24.000	2.185	12.024	12.069
4500	44145	52.0	26.000	2.458	13.026	13.071
5000	49050	58.0	29.000	2.731	14.529	14.574
5500	53955	60.0	30.000	3.004	15.030	15.075
6000	58860	68.0	34.000	3.277	17.034	17.079
6500	63765	72.0	36.000	3.550	18.036	18.081
7000	68670	78.0	39.000	3.823	19.539	19.584
7500	73575	82.0	41.000	4.096	20.541	20.586
8000	78480	88.0	44.000	4.369	22.044	22.089
8500	83385	102.0	51.000	4.642	25.551	25.596
9000	88290	112.0	56.000	4.915	28.056	28.101
9500	93195	120.0	60.000	5.188	30.060	30.105
10000	98100	125.0	62.500	5.461	31.313	31.358
10500	103005	128.0	64.000	5.734	32.064	32.109
11000	107910	138.0	69.000	6.008	34.569	34.614
11500	112815	140.0	70.000	6.281	35.070	35.115
12000	117720	148.0	74.000	6.554	37.074	37.119
12500	122625	155.0	77.500	6.827	38.828	38.873
13000	127530	160.0	80.000	7.100	40.080	40.125
13500	132435	168.0	84.000	7.373	42.084	42.129

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



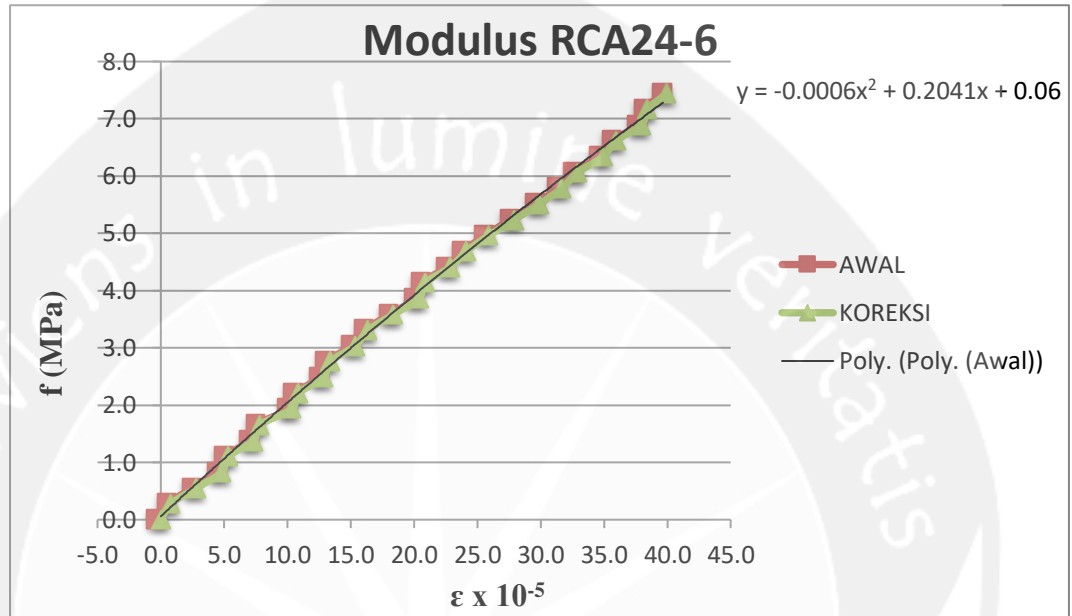




Kode Beton = RCA 24-6                      Ao = 17796,56 mm<sup>2</sup>  
Po = 199,20 mm                              Ec = 18626,54 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.293	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.276	0.502	0.795
1000	9810	10.0	5.000	0.551	2.510	2.803
1500	14715	18.0	9.000	0.827	4.518	4.811
2000	19620	20.0	10.000	1.102	5.020	5.313
2500	24525	28.0	14.000	1.378	7.028	7.321
3000	29430	30.0	15.000	1.654	7.530	7.823
3500	34335	40.0	20.000	1.929	10.040	10.333
4000	39240	42.0	21.000	2.205	10.542	10.835
4500	44145	50.0	25.000	2.481	12.550	12.843
5000	49050	52.0	26.000	2.756	13.052	13.345
5500	53955	60.0	30.000	3.032	15.060	15.353
6000	58860	64.0	32.000	3.307	16.064	16.357
6500	63765	72.0	36.000	3.583	18.072	18.365
7000	68670	80.0	40.000	3.859	20.080	20.373
7500	73575	82.0	41.000	4.134	20.582	20.875
8000	78480	90.0	45.000	4.410	22.590	22.883
8500	83385	95.0	47.500	4.685	23.845	24.138
9000	88290	102.0	51.000	4.961	25.602	25.895
9500	93195	110.0	55.000	5.237	27.610	27.903
10000	98100	118.0	59.000	5.512	29.618	29.911
10500	103005	125.0	62.500	5.788	31.376	31.669
11000	107910	130.0	65.000	6.064	32.631	32.924
11500	112815	138.0	69.000	6.339	34.639	34.932
12000	117720	142.0	71.000	6.615	35.643	35.936
12500	122625	150.0	75.000	6.890	37.651	37.944
13000	127530	152.0	76.000	7.166	38.153	38.446
13500	132435	158.0	79.000	7.442	39.659	39.952

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)

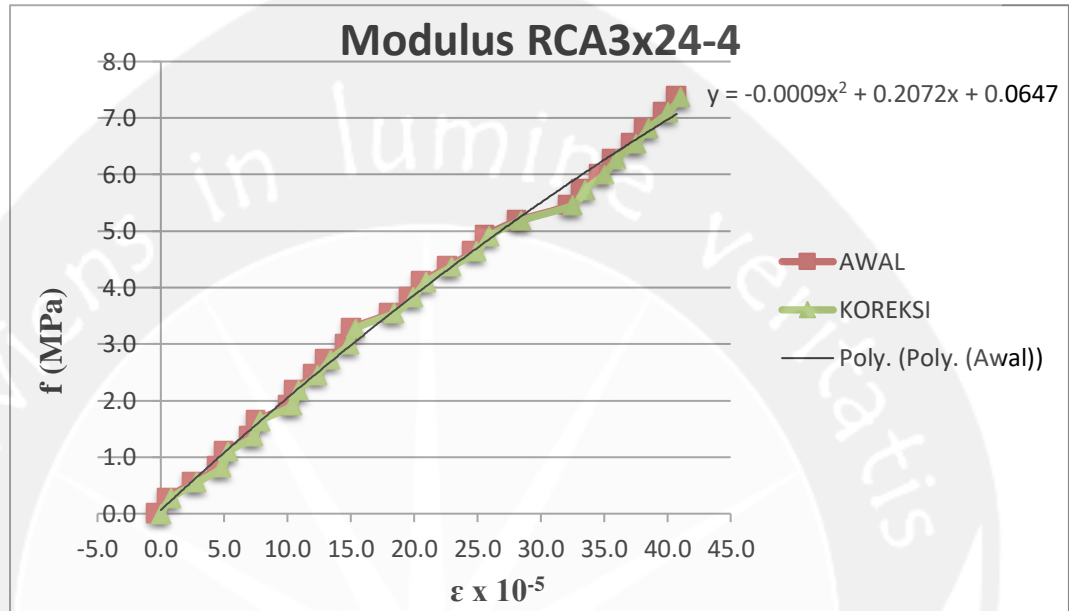




Kode Beton = RCA3x24-4       $A_o = 17979,09 \text{ mm}^2$   
 $P_o = 198,80 \text{ mm}$        $E_c = 17941,72 \text{ MPa}$

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.311	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.273	0.503	0.814
1000	9810	10.0	5.000	0.546	2.515	2.826
1500	14715	18.0	9.000	0.818	4.527	4.838
2000	19620	20.0	10.000	1.091	5.030	5.341
2500	24525	28.0	14.000	1.364	7.042	7.353
3000	29430	30.0	15.000	1.637	7.545	7.856
3500	34335	40.0	20.000	1.910	10.060	10.371
4000	39240	42.0	21.000	2.183	10.563	10.874
4500	44145	48.0	24.000	2.455	12.072	12.383
5000	49050	52.0	26.000	2.728	13.078	13.389
5500	53955	58.0	29.000	3.001	14.588	14.899
6000	58860	60.0	30.000	3.274	15.091	15.402
6500	63765	72.0	36.000	3.547	18.109	18.420
7000	68670	78.0	39.000	3.819	19.618	19.929
7500	73575	82.0	41.000	4.092	20.624	20.935
8000	78480	90.0	45.000	4.365	22.636	22.947
8500	83385	98.0	49.000	4.638	24.648	24.959
9000	88290	102.0	51.000	4.911	25.654	25.965
9500	93195	112.0	56.000	5.184	28.169	28.480
10000	98100	128.0	64.000	5.456	32.193	32.504
10500	103005	132.0	66.000	5.729	33.199	33.510
11000	107910	138.0	69.000	6.002	34.708	35.019
11500	112815	142.0	71.000	6.275	35.714	36.025
12000	117720	148.0	74.000	6.548	37.223	37.534
12500	122625	152.0	76.000	6.820	38.229	38.540
13000	127530	158.0	79.000	7.093	39.738	40.049
13500	132435	162.0	81.000	7.366	40.744	41.055

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



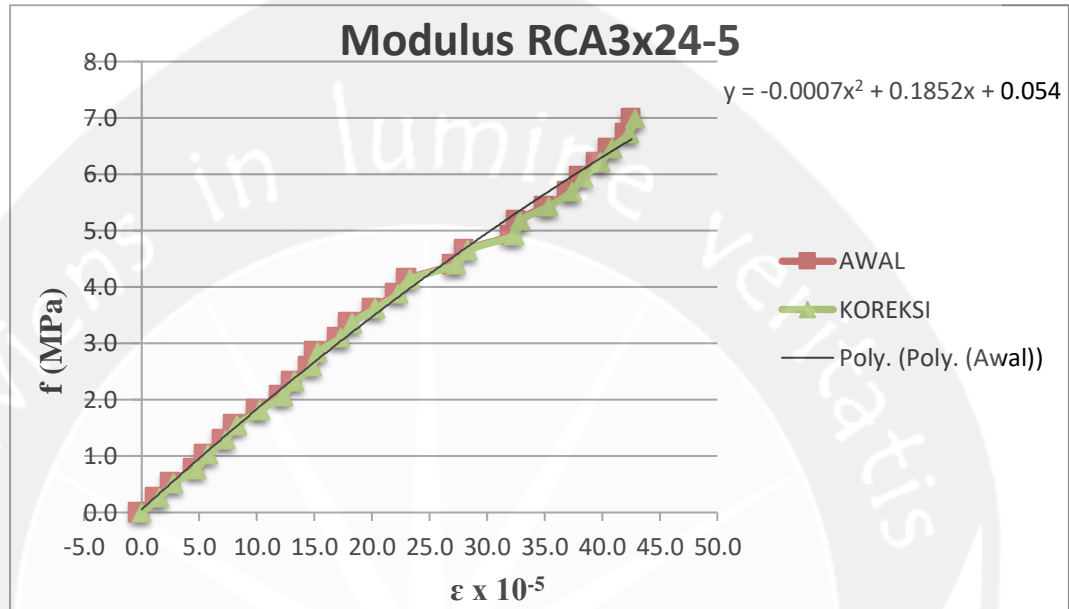


Kode Beton = RCA3x24-5       $A_o = 18966,71 \text{ mm}^2$

Po = 199,70mm       $E_c = 16293,37 \text{ MPa}$

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.291	0.000
500	4905	5.0	2.500	0.259	1.252	1.543
1000	9810	10.0	5.000	0.517	2.504	2.795
1500	14715	18.0	9.000	0.776	4.507	4.798
2000	19620	22.0	11.000	1.034	5.508	5.799
2500	24525	28.0	14.000	1.293	7.011	7.302
3000	29430	32.0	16.000	1.552	8.012	8.303
3500	34335	40.0	20.000	1.810	10.015	10.306
4000	39240	48.0	24.000	2.069	12.018	12.309
4500	44145	52.0	26.000	2.327	13.020	13.311
5000	49050	58.0	29.000	2.586	14.522	14.813
5500	53955	60.0	30.000	2.845	15.023	15.314
6000	58860	68.0	34.000	3.103	17.026	17.317
6500	63765	72.0	36.000	3.362	18.027	18.318
7000	68670	80.0	40.000	3.621	20.030	20.321
7500	73575	88.0	44.000	3.879	22.033	22.324
8000	78480	92.0	46.000	4.138	23.035	23.326
8500	83385	108.0	54.000	4.396	27.041	27.332
9000	88290	112.0	56.000	4.655	28.042	28.333
9500	93195	128.0	64.000	4.914	32.048	32.339
10000	98100	130.0	65.000	5.172	32.549	32.840
10500	103005	140.0	70.000	5.431	35.053	35.344
11000	107910	148.0	74.000	5.689	37.056	37.347
11500	112815	152.0	76.000	5.948	38.057	38.348
12000	117720	158.0	79.000	6.207	39.559	39.850
12500	122625	162.0	81.000	6.465	40.561	40.852
13000	127530	168.0	84.000	6.724	42.063	42.354
13500	132435	170.0	85.000	6.982	42.564	42.855

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



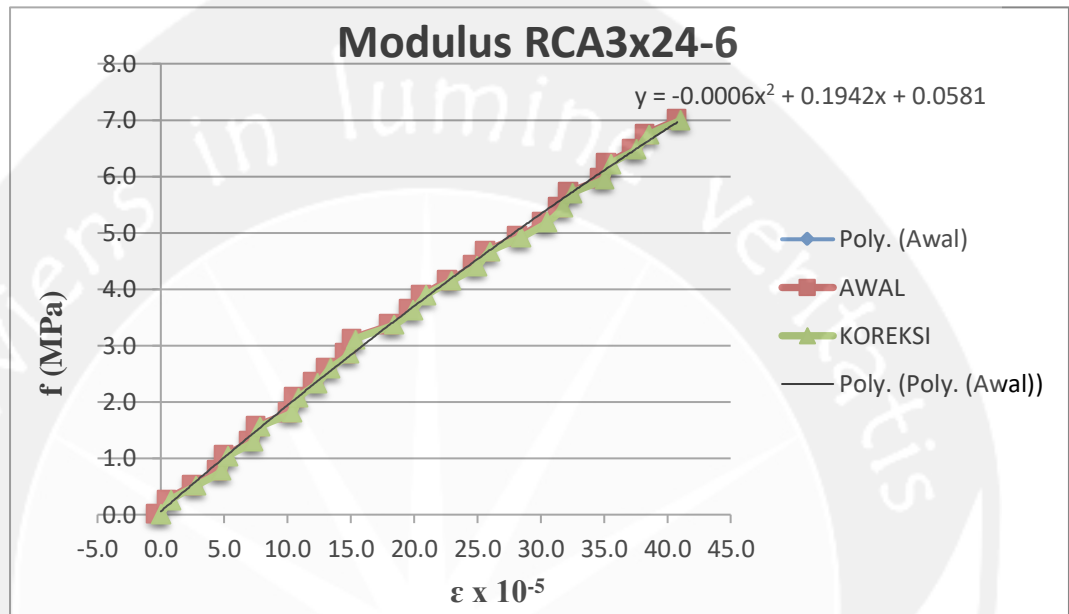


Kode Beton = RCA3x24-6      Ao = 18925,23 mm<sup>2</sup>  
Po = 198,60 mm      Ec = 17033,12 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.298	0.000
500	4905	2.0	1.000	0.259	0.504	0.802
1000	9810	10.0	5.000	0.518	2.518	2.816
1500	14715	18.0	9.000	0.778	4.532	4.830
2000	19620	20.0	10.000	1.037	5.035	5.333
2500	24525	28.0	14.000	1.296	7.049	7.347
3000	29430	30.0	15.000	1.555	7.553	7.851
3500	34335	40.0	20.000	1.814	10.070	10.368
4000	39240	42.0	21.000	2.073	10.574	10.872
4500	44145	48.0	24.000	2.333	12.085	12.383
5000	49050	52.0	26.000	2.592	13.092	13.390
5500	53955	58.0	29.000	2.851	14.602	14.900
6000	58860	60.0	30.000	3.110	15.106	15.404
6500	63765	72.0	36.000	3.369	18.127	18.425
7000	68670	78.0	39.000	3.628	19.637	19.935
7500	73575	82.0	41.000	3.888	20.645	20.943
8000	78480	90.0	45.000	4.147	22.659	22.957
8500	83385	98.0	49.000	4.406	24.673	24.971
9000	88290	102.0	51.000	4.665	25.680	25.978
9500	93195	112.0	56.000	4.924	28.197	28.495
10000	98100	120.0	60.000	5.184	30.211	30.509
10500	103005	125.0	62.500	5.443	31.470	31.768
11000	107910	128.0	64.000	5.702	32.226	32.524
11500	112815	138.0	69.000	5.961	34.743	35.041
12000	117720	140.0	70.000	6.220	35.247	35.545
12500	122625	148.0	74.000	6.479	37.261	37.559
13000	127530	152.0	76.000	6.739	38.268	38.566
13500	132435	162.0	81.000	6.998	40.785	41.083

Keterangan = Nilai dengan tanda (\*)



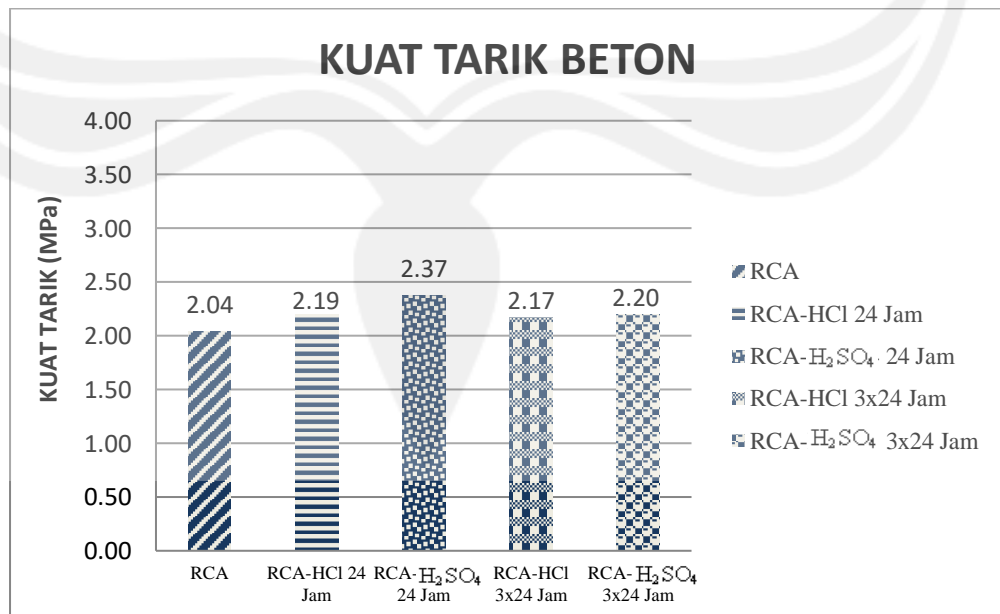




**C.4 Kuat Tarik Beton**

Kode	Larutan	Waktu Perendaman	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	
				Hasil	Rata-rata
RCA4	Tanpa Larutan	-	155	2,11	2,04
RCA5			140	1,94	
RCA6			150	2,08	
RCA4-HCl	HCl	24 Jam	170	2,37	2,19
RCA5-HCl			150	2,11	
RCA6-HCl			155	2,10	
RCA1-HCl		3x24 Jam	160	2,24	2,17
RCA2-HCl			155	2,17	
RCA3-HCl			150	2,10	
RCA1-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24 Jam	170	2,36	2,37
RCA2-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			170	2,38	
RCA3-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			210	2,93*	
RCA1-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		3x24 Jam	160	2,16	2,20
RCA2-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			150	2,01	
RCA3-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			180	2,42	

Keterangan = Nilai dengan tanda \* tidak dapat diperhitungkan





C.5 Porositas Beton

No	Kode	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Kering Oven (kg)	Berat Dalam Air (kg)	Berat SSD (kg)	Porositas (%)	
										Hasil	Rerata
1	RCA	204,60	101,20	8043,61	0,0016	3,62	3,16	2,86	3,62	60,69	60,77
2		203,77	100,43	7921,67	0,0016	3,60	3,16	2,86	3,62	60,85	
1	RCA -HCL (24 JAM)	203,90	99,53	7780,33	0,0016	3,63	3,18	2,85	3,64	57,93	57,95
2		204,77	101,40	8075,43	0,0017	3,65	3,22	2,90	3,66	57,97	
1	RCA -HCL (3 × 24 JAM)	205,07	101,63	8112,11	0,0017	3,66	3,30	3,01	3,67	55,86	52,34
2		206,10	100,73	7969,07	0,0016	3,64	3,28	2,89	3,65	48,56	
1	RCA -H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (24 JAM)	206,10	102,07	8182,50	0,0017	3,60	3,20	2,82	3,62	52,70	52,21
2		204,70	100,63	7953,25	0,0016	3,65	3,24	2,85	3,66	51,98	
1	RCA -H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (3 × 24 JAM)	206,17	100,67	7959,58	0,0016	3,66	3,30	2,79	3,67	42,13	42,13
2		205,27	102,80	8299,96	0,0017	3,38	3,04	2,33	3,38	32,38*	

Keterangan = Nilai dengan tanda \* tidak dapat diperhitungkan



#### D. Dokumentasi Penelitian



Proses Penghancuran Limbah Beton Menjadi Agregat



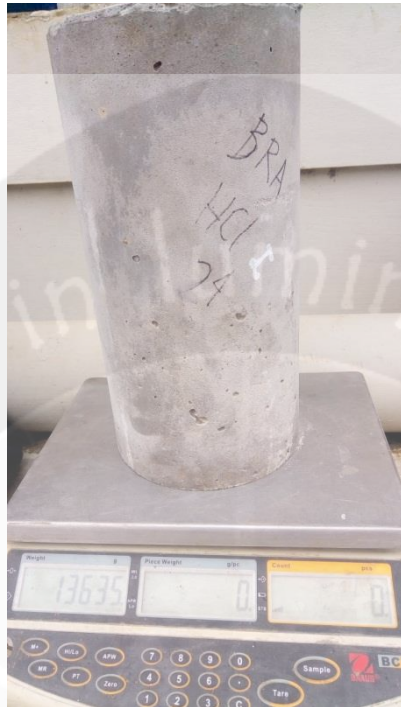
Perendaman Agregat Daur Ulang Pada Larutan Kimia



Proses Pencucian Agregat Daur Ulang



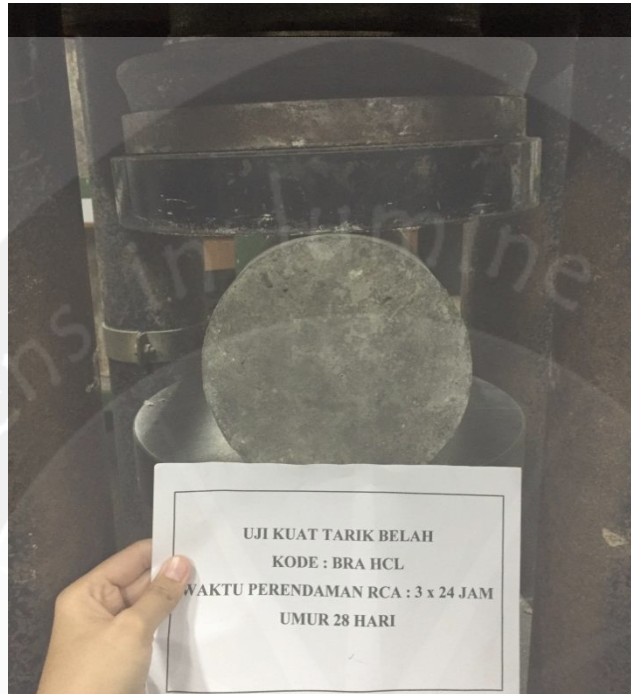
Proses *Curing* Beton Silinder



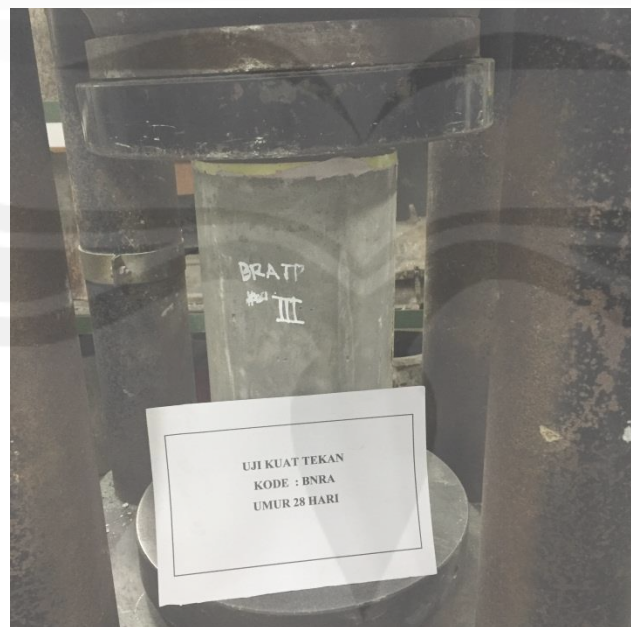
Penimbangan Beton Silinder



Uji Porositas Beton Silinder



Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Silinder



Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil  
Laboratorium Struktur Dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Fax. +62-274-487748

D. Dokumentasi Penelitian



Pengujian Modulus Elastisitas Beton