

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

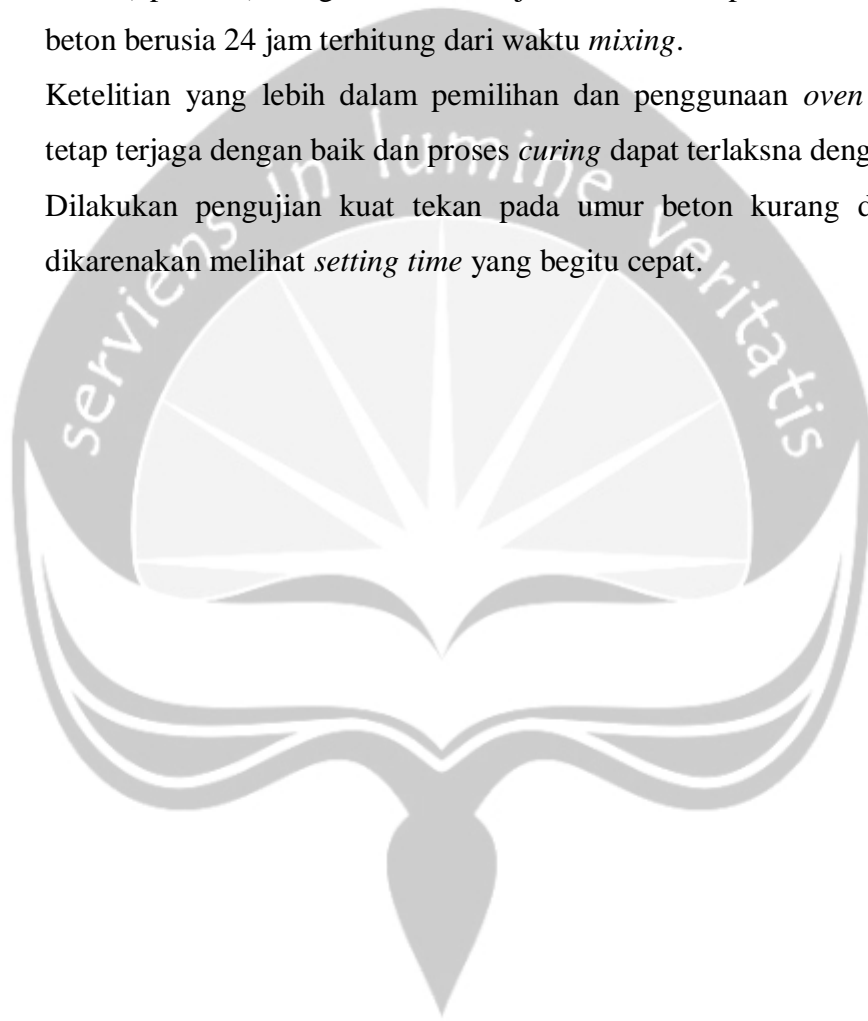
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan beton geopolimer berbasis *GGBFS* dengan varian suhu *curing* yaitu:

1. Kuat tekan beton pada usia 7 hari telah mendekati 90% kuat tekan pada usia 28 hari.
2. Pada variasi curing suhu 90°C usia 7 hari memiliki kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan beton usia 28 hari dikarenakan beberapa faktor salah satunya ialah karena sampel beton geopolimer yang dibuat ini memiliki komposisi campuran yang sama namun diaduk tidak dalam satu adukan yang sama sekaligus melainkan dalam beberapa kelompok adukan yang berbeda karena proses mixing dilakukan secara manual.
3. Nilai kuat tarik belah beton berada pada kisaran 6-8% dari nilai kuat tekan beton.
4. Nilai kuat tekan, modulus elastisitas, kuat tarik belah, *modulus of rupture* yang tertinggi terdapat pada sampel beton yang mendapatkan perlakuan curing suhu panas 90°C.
5. Berat jenis dari beton geopolimer ini rata-rata 2218,37 kg/m³. Sekalipun nilainya berada dibawah dari berat jenis beton normal, namun beton geopolimer ini tidak dapat digolongkan ke dalam kategori beton ringan dikarenakan berat jenisnya masih berada diatas dari standart rata-rata berat jenis beton ringan.

6.2 Saran

Setelah penelitian selesai dilaksanakan, penulis dapat memberikan beberapa saran diantaranya:

1. Pada pembuatan beton geopolimer dianjurkan menggunakan *curing* suhu 90°C (optimum) dengan durasi 24 jam setelah dilepas dari cetakan dan beton berusia 24 jam terhitung dari waktu *mixing*.
2. Ketelitian yang lebih dalam pemilihan dan penggunaan *oven* agar suhu tetap terjaga dengan baik dan proses *curing* dapat terlaksana dengan baik.
3. Dilakukan pengujian kuat tekan pada umur beton kurang dari 7 hari dikarenakan melihat *setting time* yang begitu cepat.



DAFTAR PUSTAKA

- Adi D. S., Rahman F. N., Lie H. A., Purwanto. (2018). *Studi Experimental Pengaruh Perbedaan Molaritas Aktivator Pada Perilaku Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly ash*, Jurnal Karya Teknik Sipil volume 7 No. 1, Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- American Standard Testing and Materials. (1982). *Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM C33*, United States: ASTM.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (1989). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A. (SK SNI 04-1989-F)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (1989). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (1996). *Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis Dan Rasio Poison Beton Dengan Kompresor Ekstensometer (SNI 04-4169-1996)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2002). *Metode Pengujian Waktu Ikut Menggunakan Alat Vicat. (SNI 03-6825-2002)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2002). *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan (SNI 03-3449-2002)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 1969-2008)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2008). *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI-2417-2008)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2008). *Cara Uji Slump Beton. (SNI 03-1972-2008)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder (SNI 1974-2011)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2014). *Metode Uji Kekuatan Lentur Beton (menggunakan balok sederhana dengan beban terpusat di tengah bentang) (SNI 4145-2014)*, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2014). *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder (SNI 03-2491-2014)*, BSN, Jakarta.

- Davidovits, J., (1994), "Geopolymers: Man-made Rock Geosynthesis and The Resulting Development of Very Early High Strength Cement", *Journals of Materials and Education*, 16, hal. 91-137.
- El-Hassan, H., Ismail, N., Hinaii, S. A., Alshehhi, A., Ashkar, N. A. (2017). *Effect of GGBS and Curing Temperature on Microstructure Characteristics of Lighweight Geopolymer Concrete*, MATEC Web of Conferences 120.
- Joseph dan Mathew. (2012). *Influence of aggregate content on the behavior of fly ash based geopolymer concrete*.
- Prasetyo, dkk. (2015). *Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen*.
- Purba. (2018). *Pemanfaatan Batu Bauksit sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Beton Geopolimer yang Berbasis Fly Ash*.
- Tambingon, F. R., Sumajouw, M. D. J., Wallah, S. E. (2018). *Kuat Tekan Beton Geopolymer Dengan Perwatan Temperatur Ruangan*, Jurnal Sipil Statik volume 6 No. 9, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Tjokrodimuljo, K. (1992). *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Turu'allo, G. (2013). *Kinerja Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBS) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Untuk Sustainable Development*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu.
- Wang, Chu-Kia dan Salmon, G, Charles. (1986). *Desain Beton Bertulang Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan

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

Fax. +62-274-487748





A. PENGUJIAN BAHAN

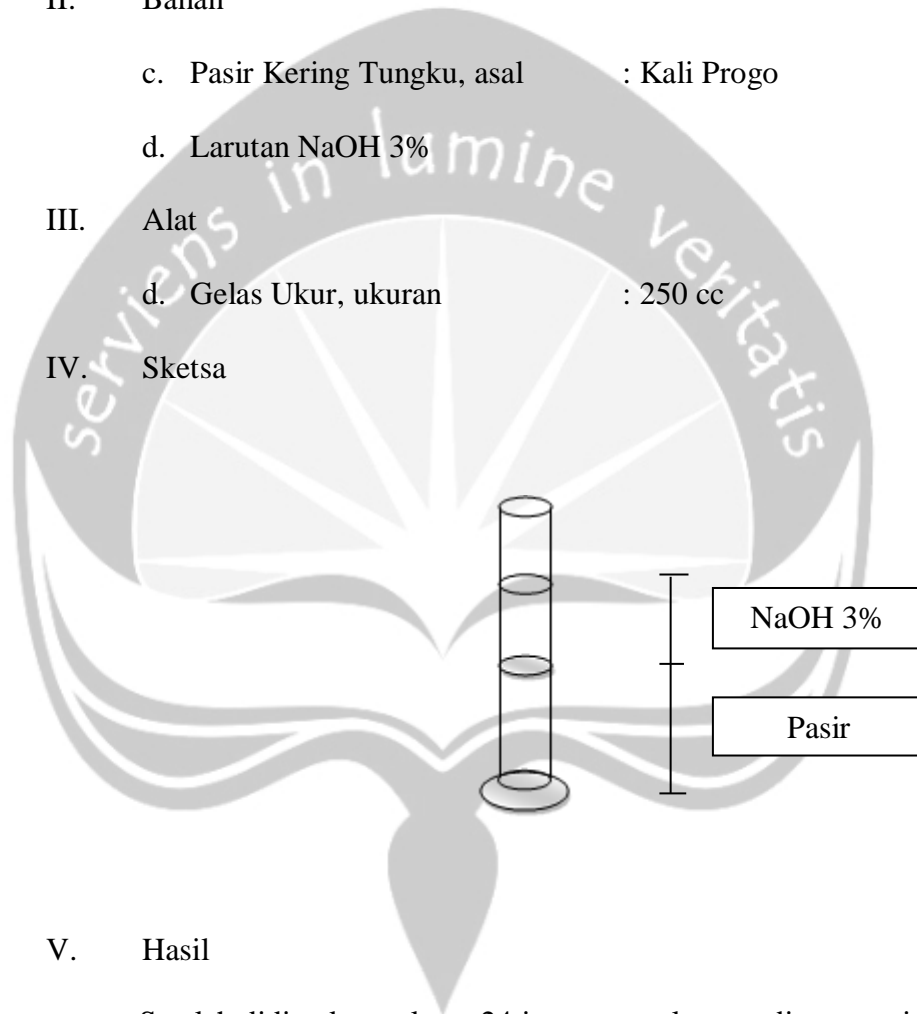
A.1. PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- II. Bahan
 - a. Pasir Kering Tungku, asal: Kali Progo, berat : 100,00 gram
 - b. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY
- III. Alat
 - a. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (oven), suhu antara 105 – 110⁰C
- IV. Pasir + Piring Masuk Tungku
- V. Hasil
 - Pasir + Piring Keluar Tungku
 - a. Berat Pasir : 91,38 gram
 - Kandungan Lumpur : $\frac{100-91,38}{100} \times 100\%$
: 8,62%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 8,62% > 5%, maka pasir harus dicuci terlebih dahulu.

A.2. PENGUJIAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- II. Bahan
- c. Pasir Kering Tungku, asal : Kali Progo
- d. Larutan NaOH 3%
- III. Alat
- d. 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. 5, maka dapat disimpulkan pasir tersebut baik untuk digunakan.



A.3. PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Pasir Kering Oven (gram)	492,840
B	Berat Labu Ukur + Air (gram)	704,470
C	Berat Labu Ukur + Air + Pasir (gram)	1028,420
D	Berat Awal (V)	500,000
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B)+(D)-(C)}$	2,799
F	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(D)}{(B)+(D)-(C)}$	2,840
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A)+(B)-(C)}$	2,918
H	Penyerapan (Absorption) (%) $= \frac{(D)-(A)}{(A)} \times 100\%$	1,432

$$\text{Berat Jenis Agregat Halus SSD} = \frac{500}{704,470+500-1028,420} = 2,840 \text{ gr/cm}^3$$



A.4. PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- 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
3/4" (19 mm)	502	502	0	0	0	100
1/2" (12,5 mm)	447	447	0	0	0	100
3/8" (9,52 mm)	542	542	0	0	0	100
N0.4 (4,75 mm)	507	508	1	1	0,1	99,9
No.8 (2,36 mm)	329	440	111	112	11,2	88,9
No.30 (0,60 mm)	403	1030	627	739	73,9	37,3
No.50 (0,30 mm)	374	561	187	926	92,6	81,3
No.100 (0,15 mm)	272	326	54	980	98	94,6
No.200 (0,075 mm)	253	270	17	997	99,7	98,3
PAN	372	375	3	1000	-	99,7

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

sebesar 3,755. 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).

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

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- II. Bahan : Kerikil / *Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Contoh Kering (gram)	972
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) (gram)	1015
C	Berat Contoh Dalam Air (gram)	607,5
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B)+(D)-(C)}$	2,38528
E	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(D)}{(B)+(D)-(C)}$	2,4908
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A)+(B)-(C)}$	2,66667
G	Penyerapan (Absorption) (%) $= \frac{(D)-(A)}{(A)} \times 100\%$	4,42387
H	Berat Jenis Agregat Kasar	2,52597

PERSYARATAN UMUM :

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



A.6. PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN KERIKIL

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- 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 mm)	502	502	0	0	0	100
1/2" (12,5 mm)	447	502	55	55	5,5	94,5
3/8" (9,52 mm)	542	748	206	261	26,1	79,4
N0.4 (4,75 mm)	507	1155	648	909	90,9	35,2
No.8 (2,36 mm)	329	411	82	991	99,1	91,8
No.30 (0,60 mm)	403	410	7	998	99,8	99,3
No.50 (0,30 mm)	374	374	0	998	99,8	100
No.100 (0,15 mm)	272	273	1	999	99,9	99,9
No.200 (0,075 mm)	253	254	1	1000	100	99,9
PAN	372	372	0	1000	-	100

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 6,211. 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 KERIKIL**

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- II. Bahan : Kerikil/*Split*
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

GRADASI SARINGAN		NOMOR PEMERIKSAAN	
		I	II
Lolos	Tertahan	Berat Setiap Agregat	Berat Setiap Agregat
3/4"	1/2"	2500	-
1/2"	3/8"	2500	-

NOMOR PEMERIKSAAN			I
A	Berat Sebelumnya (gram)	(A)	5000
B	Berat sesudah diayak saringan No.12 (gram)	(B)	3308
C	Berat sesudah (gram)	(A)-(B)	1692
D	Keausan (%)	$= \frac{(A)-(B)}{(A)} \times 100\%$	33,84

Kesimpulan : Keausan Agregat didapat sebesar $21,88\% \leq 40\%$, memenuhi syarat (OK).



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



A.8. PENGUJIAN BERAT JENIS *GROUND GRANULATED BLAST*

FURNACE SLAG

- I. Waktu Pemeriksaan : 17 Oktober 2019
- II. Bahan
- a. Limbah Katalis : PT Krakatau Semen Indonesia
Cilegon, Banten

Pemeriksaan	Berat (gram)
Berat <i>GGBFS</i> (W1)	5,038
Berat <i>GGBFS</i> + Minyak Tanah + Labu Takar (W2)	75,538
Berat Labu Takar + Minyak Tanah (W3)	71,925

Maka berat jenis limbah katalis dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis limbah katalis} &= \frac{0,8 \times W1}{W1 + W3 - W2} \\ &= \frac{0,8 \times 5,038}{5,038 + 71,925 - 75,538} \times 100\% \\ &= 2,828 \text{ gram/cc}\end{aligned}$$

Kesimpulan :

- Berat jenis limbah katalis yang didapat dalam pengujian ini adalah 2,828 gram/cc.



UPT LABORATORIUM

HASIL ANALISIS

NOMOR KODE LAB : LS.24.05.19/351
NAMA PEMOHON : Mustika Adi Sukma
JENIS ANALISIS : Kadar Lengas, Al₂O₃, MgO, SO₃, K₂O, Na₂O, LOI
SiO₂ dan CaO
JUMLAH SAMPEL : 3
TANGGAL MASUK : 24 Mei 2019
TANGGAL PENGUJIAN : 12 Juni -1 Juli 2019

NO	Kode Sampel	Kadar Lengas	LOI	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃
				Ekstrak HNO ₃ +HClO ₄		
1	Semen	0,510	0,78	11,43	1,44	0,43
2	sleet slag	0,260	0,91	10,90	1,25	0,33
3	GGBFS	8,770	0,88	15,38	12,36	0,41

NO	Kode Sampel	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₃	CaO
				Ekstrak HNO ₃ +HClO ₄	
1	Semen	0,62	1,01	31,08	0,81
2	sleet slag	0,51	0,09	34,21	1,36
3	GGBFS	0,46	1,21	25,8	0,52

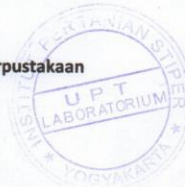
Ka.UPT.Laboratorium&Perpustakaan

Dr.Ir. Candra Ginting, MP.

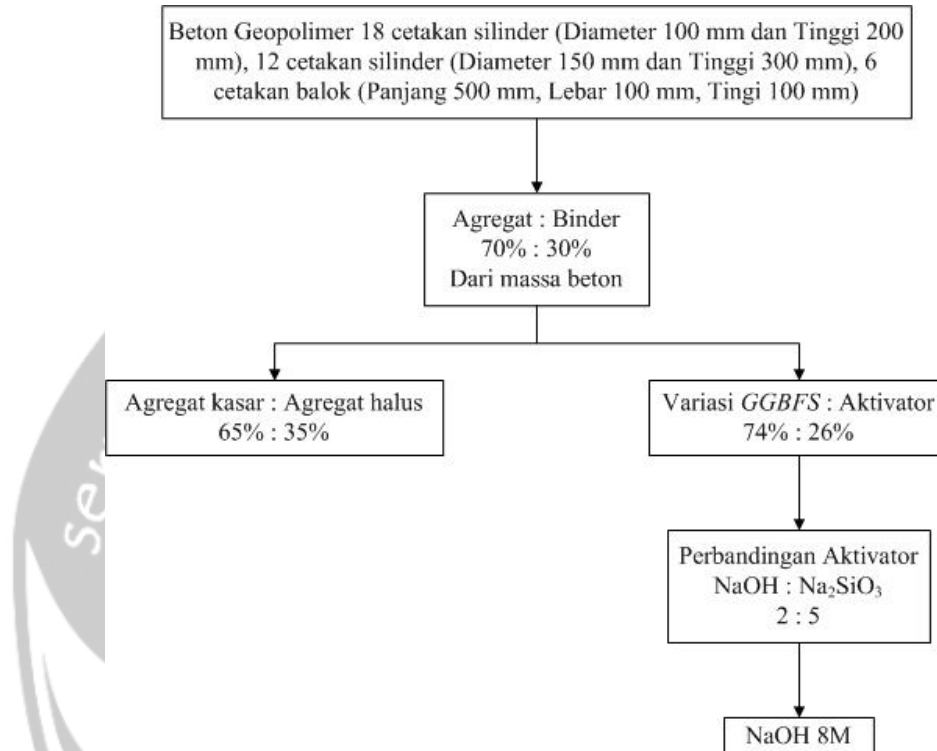
Yogyakarta, 4 Juli 2019

Ka Bag UPT Lab

Roostriyanti



B. PERHITUNGAN *MIX DESIGN* BETON GEOPOLIMER



Mix Design yang digunakan dalam beton geopolimer berbasis *GGBFS* ini dibuat berdasarkan perbandingan volume. Data berat jenis dari setiap material yang digunakan dibutuhkan dalam pembuatan *mix design*.

Material	Berat Jenis (kg/m ³)
<i>GGBFS</i>	2828
Agregat Kasar	2526
Agregat Halus	2841

Hitung kebutuhan material yang dibutuhkan dengan cara mengalikan berat jenis dengan volume silinder.



Volume Silinder yang digunakan :

$$\text{Volume silinder kecil} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$$

$$\text{Volume silinder kecil} = \frac{1}{4} \times \pi \times (100)^2 \times 200 = 1570796,327 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volume silinder besar} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$$

$$\text{Volume silinder besar} = \frac{1}{4} \times \pi \times (150)^2 \times 300 = 5301437,6 \text{ mm}^3$$

$$\text{Volume balok} = p \times l \times t$$

$$\text{Volume balok} = 500 \times 100 \times 100 = 5000000 \text{ mm}^3$$

Berdasarkan dari berbagai literature yang dipelajari mengenai perbandingan volume maka didapatkan dasar dari perhitungan rencana adukan beton geopolimer. Setelah mengetahui berat jenis, volume cetakan, dan perbandingan volume material yang akan digunakan, selanjutnya menghitung komposisi material dari beton geopolimer.

Mix Design	Volume (m³)	Bahan	Volume Bahan (m³)		
70% Agregat	0,00109956	Agregat kasar 65%	7,1474 x 10 ⁻⁴		
		Agregat halus 35%	3,8485 x 10 ⁻⁴		
30% Aktivator + GGBFS	0,00047124	GGBFS 74%	3,4872 x 10 ⁻⁴		
		Aktivator 26%	1,225 x 10 ⁻⁴	Na ₂ SiO ₃	8,7516 x 10 ⁻⁵
			4	NaOH	3,5006 x 10 ⁻⁵



Berdasarkan perbandingan volume tersebut kemudian dapat menghitung kebutuhan material per 1 cetakan baik silinder maupun balok. Setelah itu dapat diketahui untuk kebutuhan total material yang akan digunakan dalam penelitian ini. Jumlah silinder yang digunakan 30 dengan rincian 12 silinder ukuran 150 x 300 mm dan 18 silinder dengan ukuran 100 x 200 mm, serta 6 cetakan balok ukuran panjang 500 mm, tinggi 100 mm, dan lebar 100 mm.

Kebutuhan material untuk silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm

Material	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Kebutuhan per 1 silinder (kg)	Jumlah Silinder	Total (kg)
Agregat Kasar	$7,1474 \times 10^{-4}$	2526	1,8054	18	32,4965
Agregat Halus	$3,8485 \times 10^{-4}$	2841	1,0933	18	19,6802
GGBFS	$3,4872 \times 10^{-4}$	2828	0,9862	18	17,7511
Na ₂ SiO ₃	$8,7516 \times 10^{-5}$		175,0316 ml	18	3150,5686 ml
NaOH	$3,5006 \times 10^{-5}$		70,0126 ml	18	1260,2275 ml

Kebutuhan material untuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

Material	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Kebutuhan per 1 silinder (kg)	Jumlah Silinder	Total (kg)
Agregat Kasar	$24,1215 \times 10^{-4}$	2526	6,0931	12	73,1172
Agregat Halus	$12,9885 \times 10^{-4}$	2841	3,6900	12	44,2805
GGBFS	$11,77 \times 10^{-4}$	2828	3,3283	12	39,9399
Na ₂ SiO ₃	$29,5366 \times 10^{-5}$		590,7316 ml	12	7088,7794 ml
NaOH	$11,8146 \times 10^{-5}$		236,2926 ml	12	2835,5118 ml



Kebutuhan material untuk balok ukuran panjang 500 mm, tinggi 100 mm, dan lebar 100 mm.

Material	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Kebutuhan per 1 balok (kg)	Jumlah Balok	Total (kg)
Agregat Kasar	$22,75 \times 10^{-4}$	2526	5,7467	6	34,4799
Agregat Halus	$12,25 \times 10^{-4}$	2841	3,4802	6	20,8814
GGBFS	$11,10 \times 10^{-4}$	2828	3,1391	6	18,8345
Na ₂ SiO ₃	$27,8571 \times 10^{-5}$		557,1429 ml	6	3342,8571 ml
NaOH	$11,1429 \times 10^{-5}$		222,8571 ml	6	1337,1429 ml



C. HASIL PENGUJIAN BENDA UJI

C.1. PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON

Kuat Tekan Silinder Beton Geopolimer Umur 7 Hari

Kode	Dimensi		Volume (m ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Beban Maks. (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)							
BG60	1	99,81	201,71	0,00158	3,54	2242,14	375	47,91	39,12
	2	106,44	211,30	0,00188	3,50	1860,78	330	37,07	
	3	105,71	206,12	0,00181	3,57	1972,66	335	38,15	
BG90	1	99,34	195,93	0,00152	3,64	2396,00	420	54,17	58,90
	2	101,12	203,60	0,00164	3,65	2231,39	470	58,50	
	3	97,79	202,50	0,00152	3,60	2366,05	430	57,23	
BG120	1	99,76	203,51	0,00159	3,56	2237,11	230	29,41	34,28
	2	99,06	201,16	0,00155	3,47	2237,31	255	33,07	
	3	100,70	202,82	0,00162	3,53	2184,44	290	36,40	

Kuat Tekan Silinder Beton Geopolimer Umur 28 Hari

Kode	Dimensi		Volume (m ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Beban Maks. (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)							
BG60	1	150,27	301,64	0,00535	11,72	2189,93	761	42,90	42,90
	2	150,47	300,37	0,00534	11,72	2193,34	763	42,90	
BG90	1	150,42	303,34	0,00539	12,22	2266,03	953	53,62	53,62
	2	150,82	301,89	0,00540	12,02	2227,78	958	53,62	
BG120	1	150,59	302,61	0,00539	12,22	2266,37	690	38,72	38,72
	2	150,68	302,12	0,00539	12,08	2241,36	691	38,72	

Contoh Perhitungan : Umur 28 Hari Kode BG 90 (1)

1. Berat Jenis

$$\begin{aligned} &= (12,22) / ((0,25 \times \pi \times 150,42^2 \times 303,34) / 10^9) \\ &= 2266,03 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

2. Kuat Tekan

$$\begin{aligned} &= 953 \times 1000 / (0,25 \times \pi \times 150,42^2) \\ &= 53,62 \text{ MPa} \end{aligned}$$

**C.2. PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH SILINDER BETON**

Kode	Dimensi		Volume (m ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Beban (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)							
BG60	1	149,75	300,76	0,00530	11,86	2238,03	230	3,25	2,78
	2	149,83	302,89	0,00534	11,76	2201,20	165	2,31	
BG90	1	151,28	302,57	0,00544	11,96	2198,25	250	3,48	3,67
	2	150,59	300,73	0,00536	12,08	2254,41	275	3,86	
BG120	1	149,79	300,88	0,00530	11,90	2243,49	190	2,68	2,68
	2	149,76	301,96	0,00532	12,06	2266,43	190	2,67	

Contoh Perhitungan : Kode BG 90 (2)

1. Berat Jenis

$$= (12,08) / ((0,25 \times \pi \times 150,59^2 \times 300,73) / 10^9)$$
$$= 2254,41 \text{ kg/m}^3$$

2. Kuat Tarik

$$= 2 \times 275 \times 1000 / (\pi \times 150,59 \times 300,73)$$
$$= 3,86 \text{ MPa}$$



C.3. PENGUJIAN MODULUS OF RUPTURE BALOK BETON

Kode		Dimensi			Vol. (m ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (kg/m ³)	Beban (kgf)	Modulus of Rupture (Mpa)	Rata- Rata (Mpa)
		P (mm)	L (mm)	T (mm)						
BG60	1	500,33	101,16	103,37	0,00523	11,58	2213,34	945	3,89	3,65
	2	501,00	101,88	101,89	0,00520	11,40	2192,03	825	3,40	
BG90	1	501,00	101,51	101,02	0,00514	12,02	2339,65	1215	5,00	4,38
	2	500,33	102,36	101,65	0,00521	11,72	2251,30	910	3,75	
BG120	1	499,67	101,02	101,83	0,00514	11,36	2210,10	1143	4,71	4,23
	2	500,33	101,48	101,39	0,00515	11,20	2175,63	913	3,76	

Contoh Perhitungan : Kode BG 90 (1)

1. Berat Jenis

$$= (12,02) / ((501 \times 101,51 \times 101,02) / 10^9)$$
$$= 2339,65 \text{ kg/m}^3$$

2. Kuat Tarik

$$= (((((1215 \times 9,807) / 2) * 140) * 50) / ((1/12) \times (100^4)))$$
$$= 5,00 \text{ MPa}$$

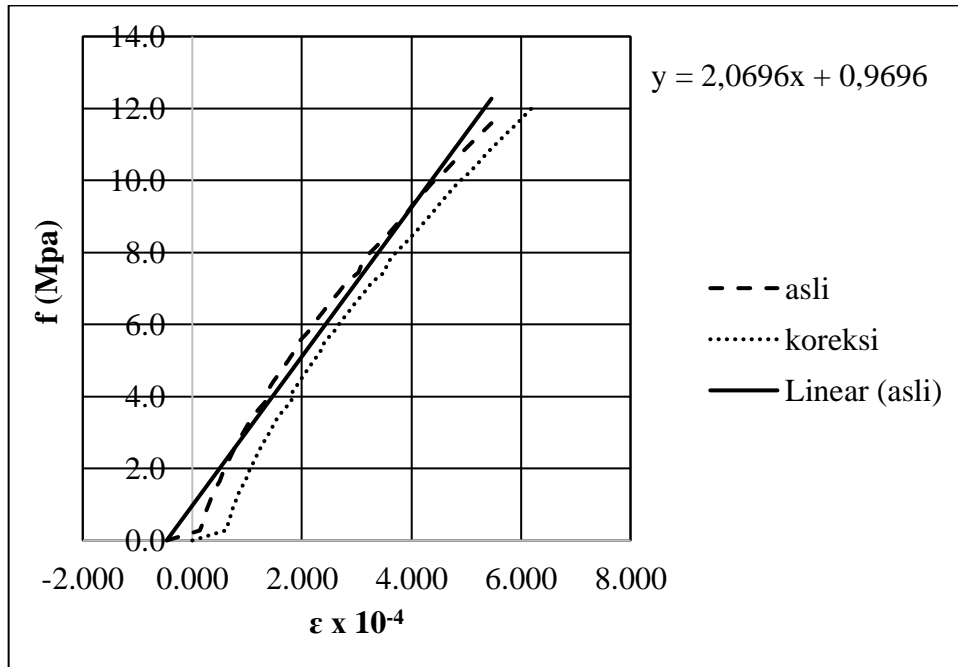
**C.4. PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS SILINDER BETON**

Kode	BG60	No. 1
D Baut	7,65	mm
P0	200,76	mm
Berat	11,72	kg
Diameter	150,37	mm
Tinggi	301,0083	mm
Kuat Tekan	41,25	Mpa
30%	12,37385	MPa
A0	17765,89	mm ²
Beban	22415,87	kgf
ME	19335,33	MPa

Beban		Delta L 10⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10⁻⁴	Regangan Koreksi 10⁻⁴
Kgf	N				
0	0,0	0,0	0,0	-0,469	0,0
500	4903,5	0,3	0,3	0,1	0,6
1000	9807,0	0,4	0,6	0,2	0,7
1500	14710,5	0,5	0,8	0,3	0,7
2000	19614,0	0,7	1,1	0,3	0,8
2500	24517,5	0,8	1,4	0,4	0,9
3000	29421,0	1,0	1,7	0,5	1,0
3500	34324,5	1,1	1,9	0,6	1,0
4000	39228,0	1,3	2,2	0,7	1,1
4500	44131,5	1,5	2,5	0,7	1,2
5000	49035,0	1,7	2,8	0,8	1,3
5500	53938,5	1,9	3,0	0,9	1,4
6000	58842,0	2,1	3,3	1,0	1,5
6500	63745,5	2,4	3,6	1,2	1,6
7000	68649,0	2,7	3,9	1,3	1,8
7500	73552,5	2,7	4,1	1,4	1,8



Beban		Delta L 10^{-2}	Tegangan (Mpa)	Regangan 10^{-4}	Regangan Koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
8000	78456,0	3,0	4,4	1,5	2,0
8500	83359,5	3,2	4,7	1,6	2,1
9000	88263,0	3,5	5,0	1,7	2,2
9500	93166,5	3,7	5,2	1,9	2,3
10000	98070,0	3,9	5,5	2,0	2,4
10500	102973,5	4,2	5,8	2,1	2,6
11000	107877,0	4,5	6,1	2,2	2,7
11500	112780,5	4,8	6,3	2,4	2,8
12000	117684,0	5,1	6,6	2,5	3,0
12500	122587,5	5,4	6,9	2,7	3,1
13000	127491,0	5,6	7,2	2,8	3,3
13500	132394,5	6,1	7,5	3,0	3,5
14000	137298,0	6,2	7,7	3,1	3,6
14500	142201,5	6,5	8,0	3,2	3,7
15000	147105,0	6,9	8,3	3,4	3,9
15500	152008,5	7,2	8,6	3,6	4,1
16000	156912,0	7,5	8,8	3,8	4,2
16500	161815,5	7,9	9,1	3,9	4,4
17000	166719,0	8,1	9,4	4,1	4,5
17500	171622,5	8,5	9,7	4,2	4,7
18000	176526,0	8,8	9,9	4,4	4,8
18500	181429,5	9,2	10,2	4,6	5,1
19000	186333,0	9,5	10,5	4,8	5,2
19500	191236,5	9,9	10,8	4,9	5,4
20000	196140,0	10,2	11,0	5,1	5,6
20500	201043,5	10,6	11,3	5,3	5,8
21000	205947,0	11,0	11,6	5,5	5,9
21500	210850,5	11,3	11,9	5,6	6,1
22000	215754,0	11,7	12,1	5,8	6,3



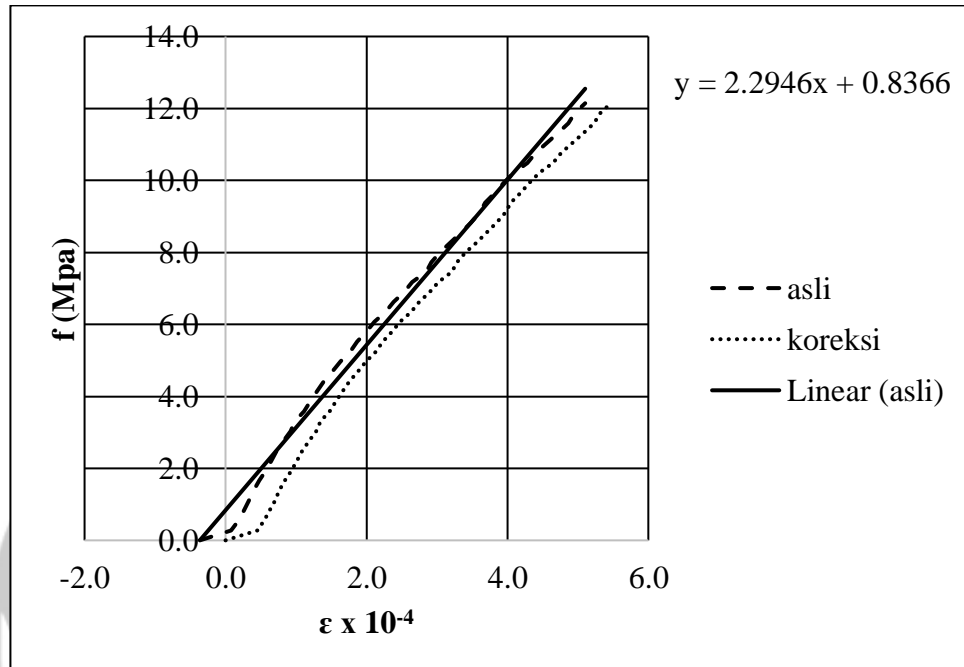


Kode	BG60	No. 2
D Baut	7,65	mm
P0	200,72	mm
Berat	11,72	kg
Diameter	150,37	mm
Tinggi	301,008	mm
Kuat Tekan	41,25	Mpa
30%	12,3738	MPa
A0	17765,9	mm ²
Beban	22415,9	kgf
ME	22206,8	MPa

Beban		Delta L 10⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10⁻⁴	Regangan Koreksi 10⁻⁴
Kgf	N				
0	0,0	0,0	0,0	-0,365	0,0
500	4903,5	0,2	0,3	0,1	0,4
1000	9807,0	0,4	0,6	0,2	0,6
1500	14710,5	0,5	0,8	0,3	0,6
2000	19614,0	0,7	1,1	0,3	0,7
2500	24517,5	0,8	1,4	0,4	0,8
3000	29421,0	1,0	1,7	0,5	0,8
3500	34324,5	1,1	1,9	0,6	0,9
4000	39228,0	1,3	2,2	0,7	1,0
4500	44131,5	1,5	2,5	0,7	1,1
5000	49035,0	1,7	2,8	0,8	1,2
5500	53938,5	1,8	3,0	0,9	1,3
6000	58842,0	2,0	3,3	1,0	1,4
6500	63745,5	2,2	3,6	1,1	1,5
7000	68649,0	2,4	3,9	1,2	1,6
7500	73552,5	2,6	4,1	1,3	1,7
8000	78456,0	2,8	4,4	1,4	1,8
8500	83359,5	3,0	4,7	1,5	1,9



Beban		Delta L 10 ⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10 ⁻⁴	Regangan Koreksi 10 ⁻⁴
Kgf	N				
9000	88263,0	3,3	5,0	1,6	2,0
9500	93166,5	3,5	5,2	1,8	2,1
10000	98070,0	3,8	5,5	1,9	2,2
10500	102973,5	4,0	5,8	2,0	2,4
11000	107877,0	4,2	6,1	2,1	2,5
11500	112780,5	4,5	6,3	2,3	2,6
12000	117684,0	4,8	6,6	2,4	2,7
12500	122587,5	5,1	6,9	2,5	2,9
13000	127491,0	5,3	7,2	2,7	3,0
13500	132394,5	5,7	7,5	2,8	3,2
14000	137298,0	5,9	7,7	2,9	3,3
14500	142201,5	6,1	8,0	3,0	3,4
15000	147105,0	6,4	8,3	3,2	3,6
15500	152008,5	6,7	8,6	3,3	3,7
16000	156912,0	7,0	8,8	3,5	3,8
16500	161815,5	7,2	9,1	3,6	4,0
17000	166719,0	7,4	9,4	3,7	4,0
17500	171622,5	7,7	9,7	3,8	4,2
18000	176526,0	7,9	9,9	3,9	4,3
18500	181429,5	8,2	10,2	4,1	4,5
19000	186333,0	8,6	10,5	4,3	4,6
19500	191236,5	8,8	10,8	4,4	4,8
20000	196140,0	9,2	11,0	4,6	4,9
20500	201043,5	9,5	11,3	4,7	5,1
21000	205947,0	9,8	11,6	4,9	5,2
21500	210850,5	9,9	11,9	5,0	5,3
22000	215754,0	10,2	12,1	5,1	5,5





Kode	BG90	No. 1
D Baut	7,65	mm
P0	201,02	mm
Berat	12,12	kg
Diameter	150,62	mm
Tinggi	302,615	mm
Kuat Tekan	51,55	Mpa
30%	15,46649	MPa
A0	17825,02	mm ²
Beban	28111,6	kgf
ME	30200,87	MPa

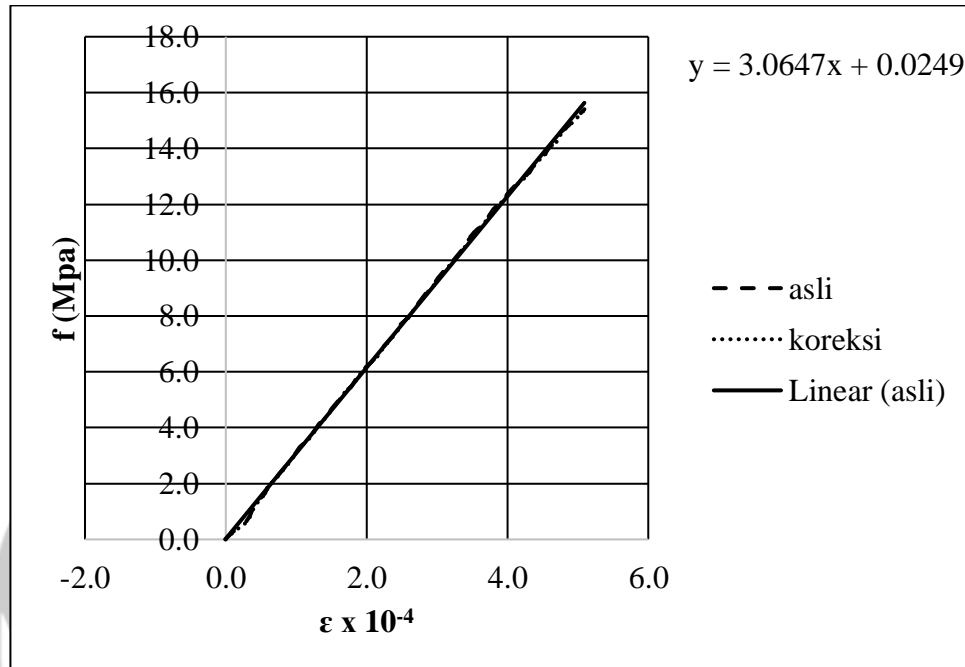
Beban		Delta L 10⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10⁻⁴	Regangan Koreksi 10⁻⁴
Kgf	N				
0	0,0	0,0	0,0	-0,008	0,0
500	4903,5	0,2	0,3	0,1	0,1
1000	9807,0	0,5	0,6	0,3	0,3
1500	14710,5	0,7	0,8	0,3	0,3
2000	19614,0	0,8	1,1	0,4	0,4
2500	24517,5	0,9	1,4	0,5	0,5
3000	29421,0	1,1	1,7	0,6	0,6
3500	34324,5	1,2	1,9	0,6	0,6
4000	39228,0	1,4	2,2	0,7	0,7
4500	44131,5	1,6	2,5	0,8	0,8
5000	49035,0	1,8	2,8	0,9	0,9
5500	53938,5	2,0	3,0	1,0	1,0
6000	58842,0	2,1	3,3	1,1	1,1
6500	63745,5	2,3	3,6	1,2	1,2
7000	68649,0	2,5	3,9	1,2	1,3
7500	73552,5	2,7	4,1	1,3	1,3
8000	78456,0	2,9	4,4	1,4	1,4



Beban		Delta L 10^{-2}	Tegangan (Mpa)	Regangan 10^{-4}	Regangan Koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
8500	83359,5	3,0	4,7	1,5	1,5
9000	88263,0	3,2	5,0	1,6	1,6
9500	93166,5	3,4	5,2	1,7	1,7
10000	98070,0	3,6	5,5	1,8	1,8
10500	102973,5	3,7	5,8	1,9	1,9
11000	107877,0	3,9	6,1	1,9	1,9
11500	112780,5	4,1	6,3	2,1	2,1
12000	117684,0	4,4	6,6	2,2	2,2
12500	122587,5	4,5	6,9	2,2	2,2
13000	127491,0	4,7	7,2	2,3	2,3
13500	132394,5	4,9	7,4	2,4	2,4
14000	137298,0	5,0	7,7	2,5	2,5
14500	142201,5	5,2	8,0	2,6	2,6
15000	147105,0	5,4	8,3	2,7	2,7
15500	152008,5	5,5	8,5	2,8	2,8
16000	156912,0	5,7	8,8	2,8	2,8
16500	161815,5	5,9	9,1	2,9	2,9
17000	166719,0	6,1	9,4	3,0	3,0
17500	171622,5	6,2	9,6	3,1	3,1
18000	176526,0	6,4	9,9	3,2	3,2
18500	181429,5	6,6	10,2	3,3	3,3
19000	186333,0	6,8	10,5	3,4	3,4
19500	191236,5	6,9	10,7	3,4	3,4
20000	196140,0	7,1	11,0	3,5	3,5
20500	201043,5	7,3	11,3	3,6	3,7
21000	205947,0	7,5	11,6	3,7	3,7
21500	210850,5	7,7	11,8	3,8	3,8
22000	215754,0	7,9	12,1	3,9	3,9
22500	220657,5	8,1	12,4	4,0	4,0
23000	225561,0	8,3	12,7	4,1	4,1
23500	230464,5	8,5	12,9	4,2	4,2
24000	235368,0	8,7	13,2	4,3	4,3
24500	240271,5	8,8	13,5	4,4	4,4



Beban		Delta L 10^{-2}	Tegangan (Mpa)	Regangan 10^{-4}	Regangan Koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
24500	240271,5	8,8	13,5	4,4	4,4
25000	245175,0	9,1	13,8	4,5	4,5
25500	250078,5	9,2	14,0	4,6	4,6
26000	254982,0	9,5	14,3	4,7	4,7
26500	259885,5	9,6	14,6	4,8	4,8
27000	264789,0	9,8	14,9	4,9	4,9
27500	269692,5	10,0	15,1	5,0	5,0
28000	274596,0	10,2	15,4	5,1	5,1





Kode	BG90	No. 2
D Baut	7,65	mm
P0	201,26	mm
Berat	12,12	kg
Diameter	150,62	mm
Tinggi	302,615	mm
Kuat Tekan	51,55	Mpa
30%	15,46649	MPa
A0	17825,02	mm ²
Beban	28111,597	kgf
ME	27210,339	MPa

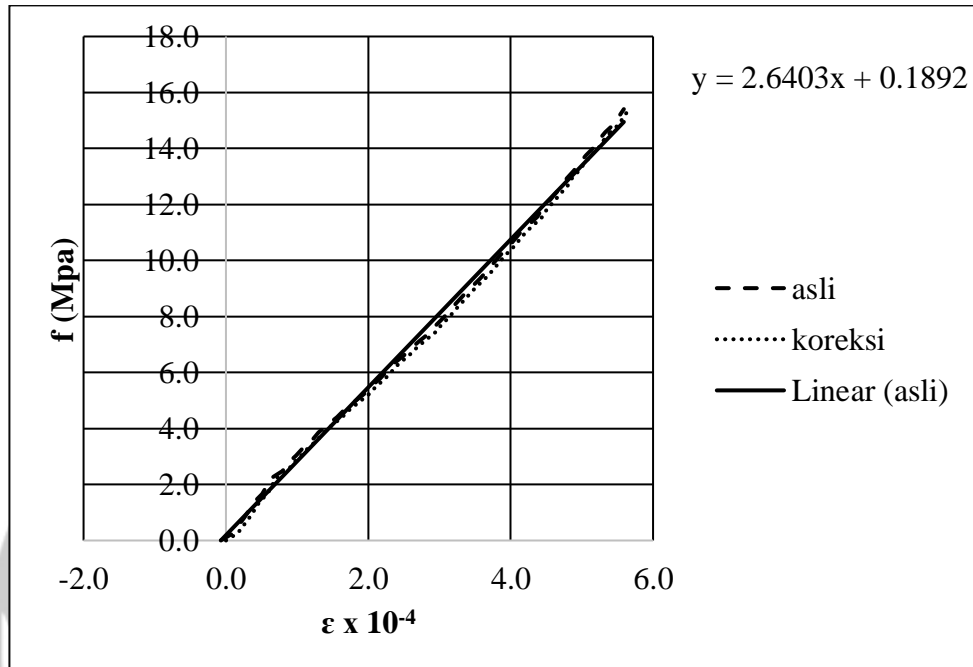
Beban		Delta L 10⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10⁻⁴	Regangan Koreksi 10⁻⁴
Kgf	N				
0	0,0	0,0	0,0	-0,072	0,0
500	4903,5	0,2	0,3	0,1	0,2
1000	9807,0	0,4	0,6	0,2	0,3
1500	14710,5	0,5	0,8	0,3	0,3
2000	19614,0	0,7	1,1	0,3	0,4
2500	24517,5	0,8	1,4	0,4	0,5
3000	29421,0	1,0	1,7	0,5	0,6
3500	34324,5	1,2	1,9	0,6	0,6
4000	39228,0	1,3	2,2	0,6	0,7
4500	44131,5	1,6	2,5	0,8	0,9
5000	49035,0	1,8	2,8	0,9	0,9
5500	53938,5	2,0	3,0	1,0	1,1
6000	58842,0	2,2	3,3	1,1	1,2
6500	63745,5	2,4	3,6	1,2	1,3
7000	68649,0	2,6	3,9	1,3	1,4
7500	73552,5	2,9	4,1	1,4	1,5
8000	78456,0	3,1	4,4	1,6	1,6
8500	83359,5	3,4	4,7	1,7	1,7
9000	88263,0	3,6	5,0	1,8	1,9



Beban		Delta L 10 ⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10 ⁻⁴	Regangan Koreksi 10 ⁻⁴
Kgf	N				
9500	93166,5	3,9	5,2	1,9	2,0
10000	98070,0	4,1	5,5	2,0	2,1
10500	102973,5	4,4	5,8	2,2	2,2
11000	107877,0	4,6	6,1	2,3	2,3
11500	112780,5	4,8	6,3	2,4	2,4
12000	117684,0	5,0	6,6	2,5	2,6
12500	122587,5	5,2	6,9	2,6	2,7
13000	127491,0	5,5	7,2	2,7	2,8
13500	132394,5	5,8	7,4	2,9	2,9
14000	137298,0	5,9	7,7	3,0	3,0
14500	142201,5	6,2	8,0	3,1	3,1
15000	147105,0	6,3	8,3	3,1	3,2
15500	152008,5	6,5	8,5	3,2	3,3
16000	156912,0	6,7	8,8	3,3	3,4
16500	161815,5	7,0	9,1	3,5	3,5
17000	166719,0	7,2	9,4	3,6	3,6
17500	171622,5	7,4	9,6	3,7	3,7
18000	176526,0	7,6	9,9	3,8	3,8
18500	181429,5	7,8	10,2	3,9	3,9
19000	186333,0	8,0	10,5	4,0	4,0
19500	191236,5	8,2	10,7	4,0	4,1
20000	196140,0	8,3	11,0	4,1	4,2
20500	201043,5	8,6	11,3	4,3	4,3
21000	205947,0	8,8	11,6	4,4	4,5
21500	210850,5	8,9	11,8	4,4	4,5
22000	215754,0	9,1	12,1	4,5	4,6
22500	220657,5	9,3	12,4	4,6	4,7
23000	225561,0	9,5	12,7	4,7	4,8
23500	230464,5	9,6	12,9	4,8	4,9
24000	235368,0	9,8	13,2	4,9	5,0
24500	240271,5	10,0	13,5	5,0	5,0
25000	245175,0	10,2	13,8	5,1	5,1



Beban		Delta L 10^{-2}	Tegangan (Mpa)	Regangan 10^{-4}	Regangan Koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
25500	250078,5	10,4	14,0	5,2	5,2
26000	254982,0	10,6	14,3	5,2	5,3
26500	259885,5	10,7	14,6	5,3	5,4
27000	264789,0	11,0	14,9	5,4	5,5
27500	269692,5	11,1	15,1	5,5	5,6
28000	274596,0	11,3	15,4	5,6	5,7



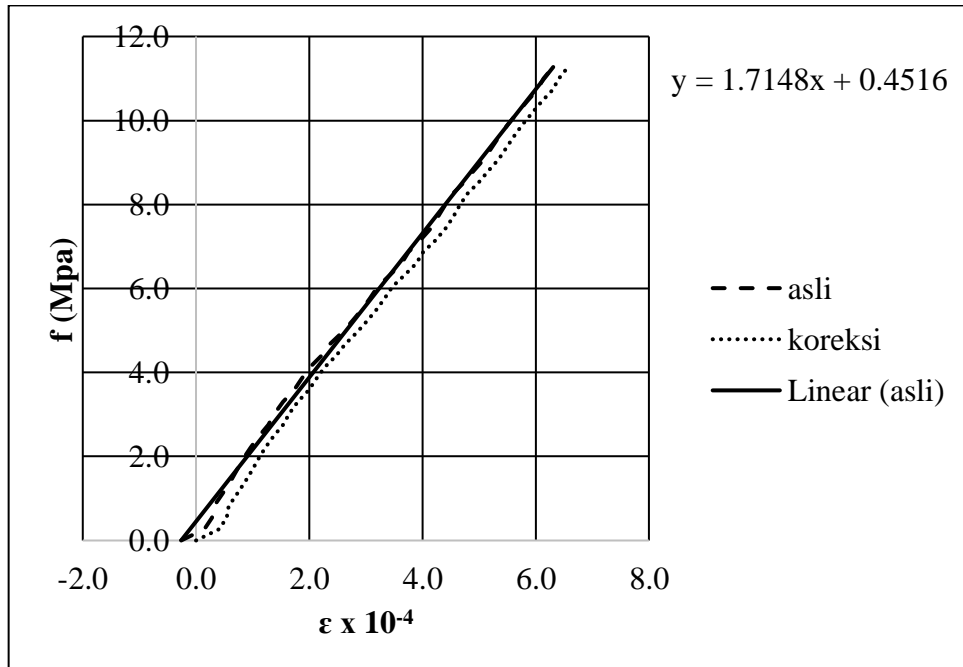


Kode	BG120	No. 1
D Baut	7,65	mm
P0	201,16	mm
Berat	12,15	kg
Diameter	150,6333	mm
Tinggi	302,365	mm
Kuat Tekan	37,23	Mpa
30%	11,16831	MPa
A0	17828,17	mm ²
Beban	20302,9	kgf
ME	17155,68	MPa

Beban		Delta L 10⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10⁻⁴	Regangan Koreksi 10⁻⁴
Kgf	N				
0	0,0	0,0	0,0	-0,263	0,0
500	4903,5	0,3	0,3	0,1	0,4
1000	9807,0	0,6	0,6	0,3	0,5
1500	14710,5	0,6	0,8	0,3	0,6
2000	19614,0	0,9	1,1	0,5	0,7
2500	24517,5	1,2	1,4	0,6	0,9
3000	29421,0	1,4	1,7	0,7	1,0
3500	34324,5	1,7	1,9	0,8	1,1
4000	39228,0	1,9	2,2	1,0	1,2
4500	44131,5	2,2	2,5	1,1	1,4
5000	49035,0	2,6	2,8	1,3	1,5
5500	53938,5	2,8	3,0	1,4	1,7
6000	58842,0	3,1	3,3	1,5	1,8
6500	63745,5	3,5	3,6	1,7	2,0
7000	68649,0	3,8	3,9	1,9	2,1
7500	73552,5	4,1	4,1	2,0	2,3
8000	78456,0	4,5	4,4	2,2	2,5
8500	83359,5	4,8	4,7	2,4	2,6
9000	88263,0	5,2	5,0	2,6	2,8



Beban		Delta L 10^{-2}	Tegangan (Mpa)	Regangan 10^{-4}	Regangan Koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
9500	93166,5	5,6	5,2	2,8	3,0
10000	98070,0	5,9	5,5	2,9	3,2
10500	102973,5	6,2	5,8	3,1	3,3
11000	107877,0	6,5	6,1	3,2	3,5
11500	112780,5	6,9	6,3	3,4	3,7
12000	117684,0	7,3	6,6	3,6	3,9
12500	122587,5	7,6	6,9	3,8	4,0
13000	127491,0	8,0	7,2	4,0	4,2
13500	132394,5	8,3	7,4	4,1	4,4
14000	137298,0	8,6	7,7	4,3	4,5
14500	142201,5	8,9	8,0	4,4	4,7
15000	147105,0	9,1	8,3	4,5	4,8
15500	152008,5	9,5	8,5	4,7	5,0
16000	156912,0	9,9	8,8	4,9	5,2
16500	161815,5	10,2	9,1	5,1	5,4
17000	166719,0	10,5	9,4	5,2	5,5
17500	171622,5	10,8	9,6	5,4	5,6
18000	176526,0	11,1	9,9	5,5	5,8
18500	181429,5	11,4	10,2	5,7	5,9
19000	186333,0	11,8	10,5	5,8	6,1
19500	191236,5	12,1	10,7	6,0	6,3
20000	196140,0	12,4	11,0	6,1	6,4
20500	201043,5	12,7	11,3	6,3	6,6



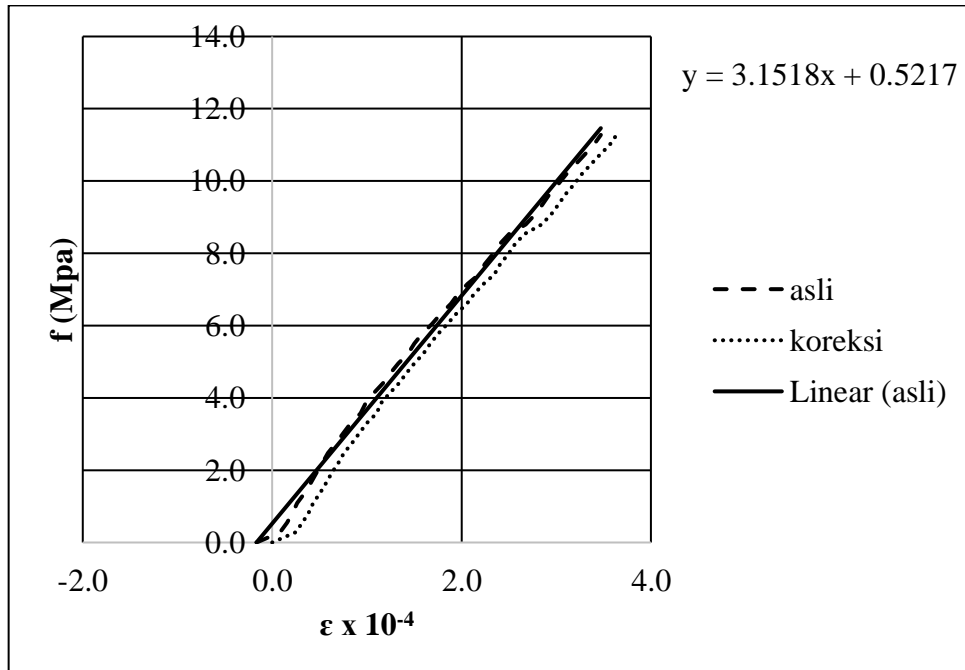


Kode	BG120	No. 2
D Baut	7,65	mm
P0	200,57	mm
Berat	12,15	kg
Diameter	150,633	mm
Tinggi	302,365	mm
Kuat Tekan	37,23	Mpa
30%	11,1683	MPa
A0	17828,2	mm ²
Beban	20302,9	kgf
ME	31006,6	MPa

Beban		Delta L 10⁻²	Tegangan (Mpa)	Regangan 10⁻⁴	Regangan Koreksi 10⁻⁴
Kgf	N				
0	0,0	0,0	0,0	-0,166	0,0
500	4903,5	0,2	0,3	0,1	0,2
1000	9807,0	0,3	0,6	0,2	0,3
1500	14710,5	0,4	0,8	0,2	0,4
2000	19614,0	0,5	1,1	0,3	0,4
2500	24517,5	0,7	1,4	0,3	0,5
3000	29421,0	0,8	1,7	0,4	0,6
3500	34324,5	0,9	1,9	0,5	0,6
4000	39228,0	1,1	2,2	0,5	0,7
4500	44131,5	1,2	2,5	0,6	0,8
5000	49035,0	1,4	2,8	0,7	0,8
5500	53938,5	1,5	3,0	0,8	0,9
6000	58842,0	1,7	3,3	0,8	1,0
6500	63745,5	1,9	3,6	0,9	1,1
7000	68649,0	2,0	3,9	1,0	1,2
7500	73552,5	2,2	4,1	1,1	1,2
8000	78456,0	2,4	4,4	1,2	1,3
8500	83359,5	2,5	4,7	1,2	1,4
9000	88263,0	2,7	5,0	1,3	1,5



Beban		Delta L 10^{-2}	Tegangan (Mpa)	Regangan 10^{-4}	Regangan Koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
9500	93166,5	2,9	5,2	1,4	1,6
10000	98070,0	3,0	5,5	1,5	1,7
10500	102973,5	3,2	5,8	1,6	1,7
11000	107877,0	3,4	6,1	1,7	1,9
11500	112780,5	3,6	6,3	1,8	1,9
12000	117684,0	3,8	6,6	1,9	2,1
12500	122587,5	3,9	6,9	2,0	2,1
13000	127491,0	4,1	7,2	2,1	2,2
13500	132394,5	4,4	7,4	2,2	2,3
14000	137298,0	4,5	7,7	2,2	2,4
14500	142201,5	4,7	8,0	2,3	2,5
15000	147105,0	4,8	8,3	2,4	2,6
15500	152008,5	5,0	8,5	2,5	2,7
16000	156912,0	5,4	8,8	2,7	2,8
16500	161815,5	5,6	9,1	2,8	2,9
17000	166719,0	5,7	9,4	2,9	3,0
17500	171622,5	5,9	9,6	2,9	3,1
18000	176526,0	6,1	9,9	3,0	3,2
18500	181429,5	6,2	10,2	3,1	3,3
19000	186333,0	6,4	10,5	3,2	3,4
19500	191236,5	6,6	10,7	3,3	3,5
20000	196140,0	6,8	11,0	3,4	3,6
20500	201043,5	7,0	11,3	3,5	3,6



D. DOKUMENTASI

D.1. ALAT



Mesin UTM



Mesin CTM



Mesin LAA



Cetok



Oven



Timbangan



Alat Vicat



Kaliper



Gelas Beker



Gelas Ukur



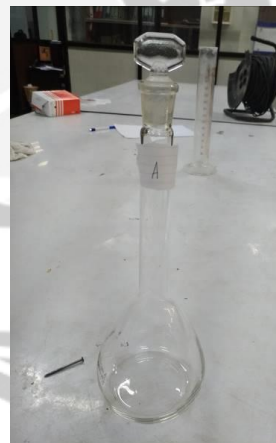
Cetakan



Kerucut Abrams



Labu Erlenmeyer



Picnometer

D.2. BAHAN



Ground Granulated Blast Furnace

Slag (GGBFS)



Na_2SiO_3



Agregat Halus



Agregat Kasar



NaOH



Aquadeg



D.3. PROSES



**Pengujian Kandungan Lumpur
dalam Pasir**



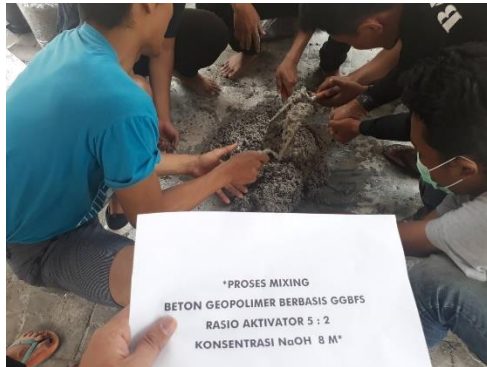
**Pengujian Kandungan Organik
dalam Pasir**



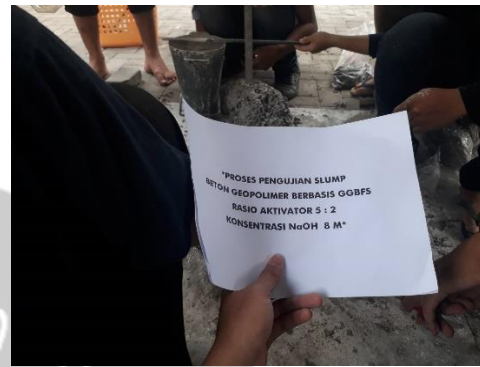
**Penimbangan Agregat Kasar dan
Halus**



Pengujian *Setting Time*



Mixing



Pengujian Slump



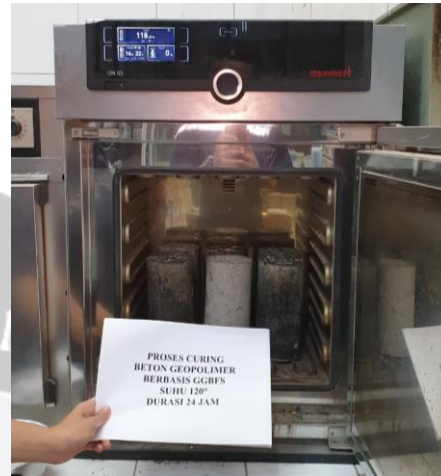
Adonan Beton Dalam Cetakan



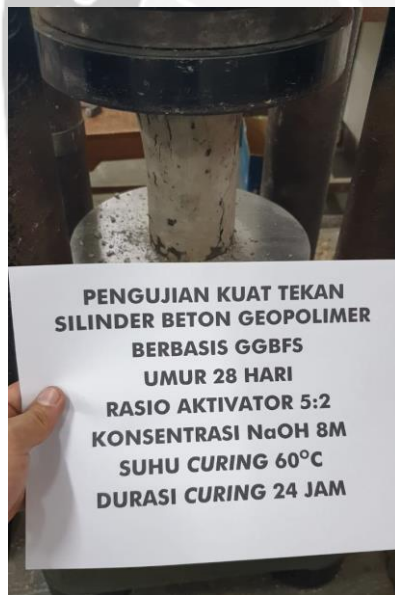
Curing Oven Suhu 60°C



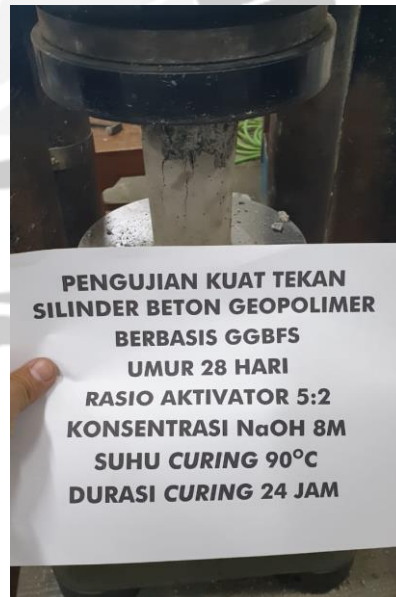
Curing Oven Suhu 90°C



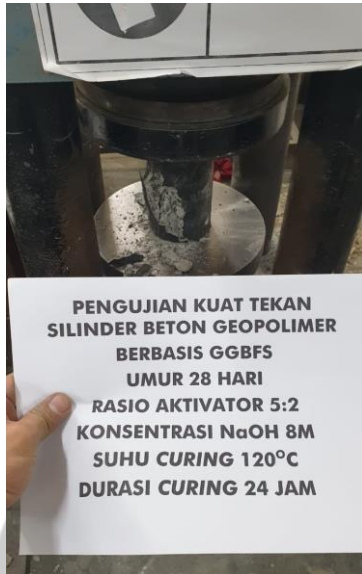
Curing Oven Suhu 120°C



Pengujian Kuat Tekan
(Curing Oven Suhu 60°C)

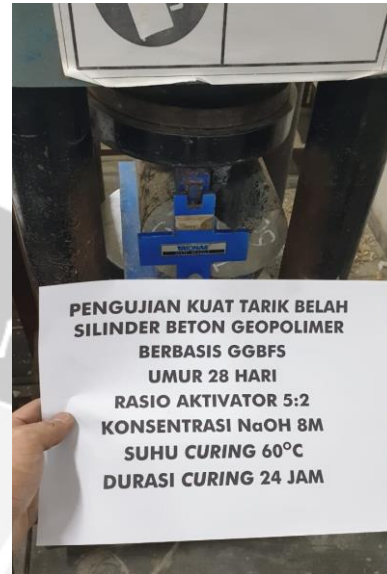


Pengujian Kuat Tekan
(Curing Oven Suhu 90°C)



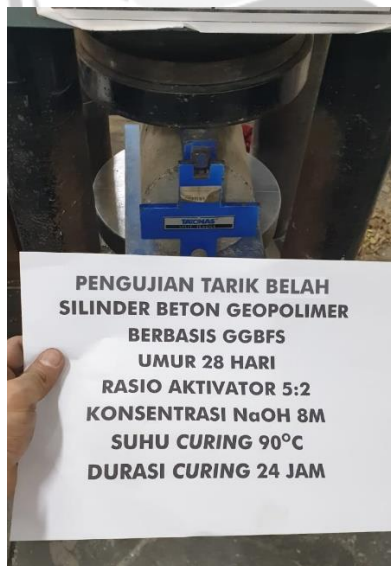
Pengujian Kuat Tekan

(Curing Oven Suhu 120°C)



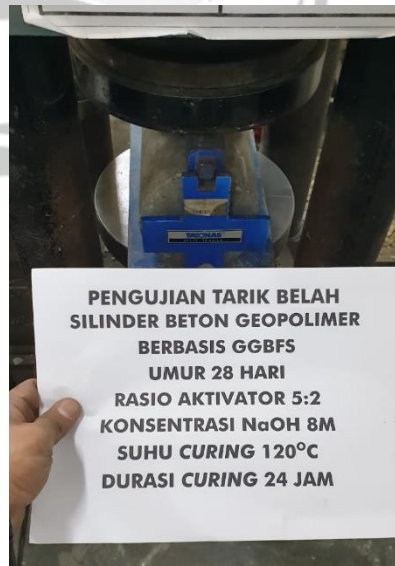
Pengujian Tarik Belah

(Curing Oven Suhu 60°C)



Pengujian Tarik Belah

(Curing Oven Suhu 90°C)



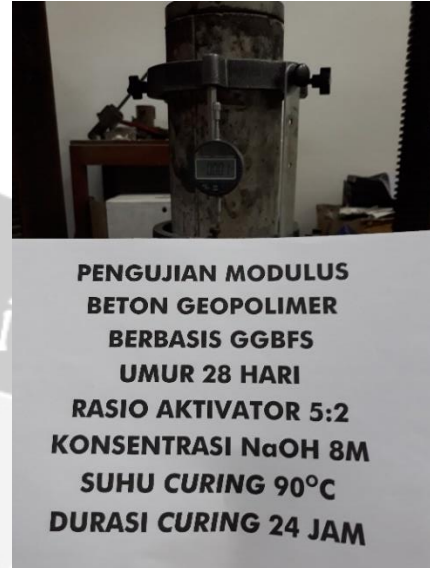
Pengujian Tarik Belah

(Curing Oven Suhu 120°C)



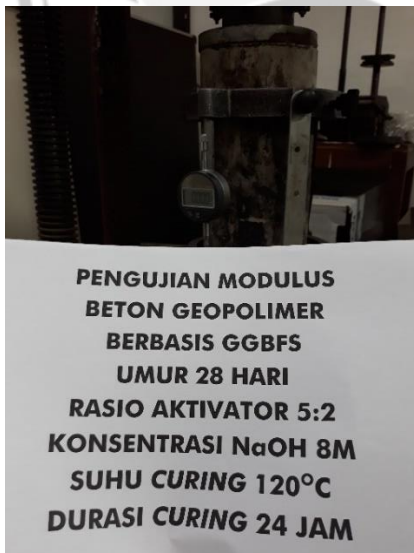
Pengujian Modulus Elastisitas

(Curing Oven Suhu 60°C)



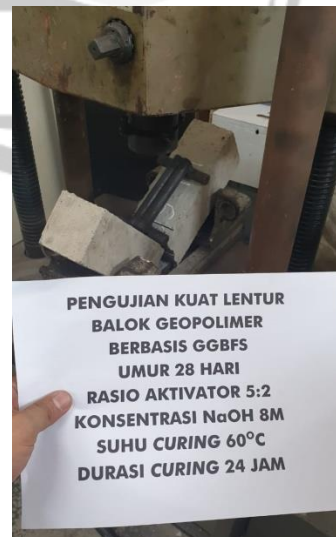
Pengujian Modulus Elastisitas

(Curing Oven Suhu 90°C)



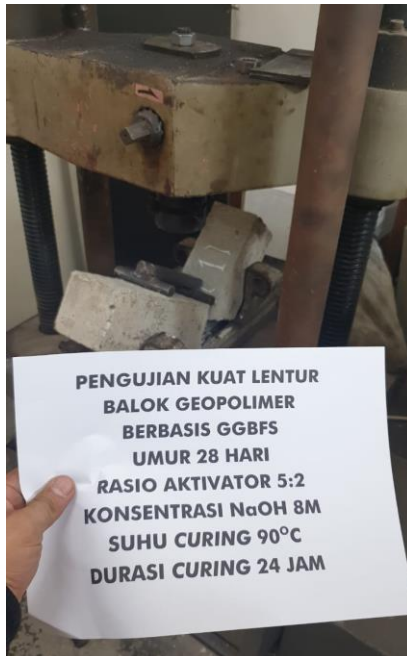
Pengujian Modulus Elastisitas

(Curing Oven Suhu 120°C)



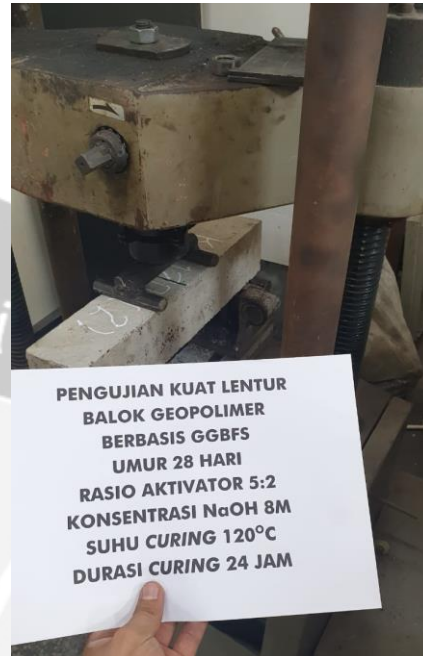
Pengujian Modulus of Rupture

(Curing Oven Suhu 60°C)



Pengujian Modulus of Rupture

(Curing Oven Suhu 90°C)



Pengujian Modulus of Rupture

(Curing Oven Suhu 120°C)