

BAB VI

KESIMPULAN & SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan setelah penulis melakukan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan boraks efektif untuk memperlambat *setting time* beton, dibuktikan dengan hasil uji *setting time* beton yang terus melambat seiring dengan penambahan boraks Hasil uji dengan *setting time* tercepat ada pada variasi 0% boraks yaitu 60 menit, dan yang terlama ada pada variasi 15% boraks dengan *final setting time* 240 menit.
2. Semakin banyak penggunaan boraks maka kuat tekan cenderung menurun. Kuat tekan tertinggi ada pada variasi 5% boraks dengan $f'_c = 50,66$ MPa sedangkan yang terendah ada pada variasi 15% boraks dengan $f'_c = 30,71$ MPa .
3. Berat jenis beton yang berkisar 2,200-2,300 gr/cm³ membuktikan bahwa boraks tidak mempengaruhi berat jenis beton.
4. Nilai kuat tarik belah beton yang didapatkan sesuai dengan nilai kuat tekan beton dimana nilai tertinggi ada pada variasi 5% boraks dengan $f'_t = 5,31$ MPa sedangkan yang terendah ada pada variasi 15% boraks dengan $f'_t = 4,01$ MPa.
5. Nilai modulus elastisitas yang didapatkan sesuai dengan nilai kuat tekan beton dimana nilai tertinggi ada pada variasi 5% boraks dengan $E_c =$

29137,47 MPa sedangkan yang terendah ada pada variasi 15% boraks dengan $E_c = 21945,07$ MPa.

6.2 Saran

Saran penulis setelah melakukan penelitian adalah :

1. Walaupun kuat tekan beton cukup tinggi, tetapi *workability*nya masih sangat buruk sehingga kedepannya bisa dilakukan penelitian lagi untuk menambah *workability*nya.
2. Perlu melakukan penelitian beton geopolimer menggunakan bahan lain yang mengandung unsur boron.
3. Perlu dilakukan penelitian lagi berkaitan dengan variasi suhu *curing* dan konsentrasi NaOH yang ditambahkan dengan unsur boron.
4. Reaksi kimia yang terjadi masih perlu dipelajari lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D., Rahman, F., Lie, H.A., Purwanto, 2018, Studi Experimental Pengaruh Perbedaan Molaritas Aktivator Pada Perilaku Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol.7, no.1. pp 89 - 98.
- Antoni, Wijaya, S.W., & Hardjito, D. (2016). Factors Affecting the Setting Time of Fly Ash Based Geopolymer. *Materials Science Forum*, 841(February).
- Antoni, Wijaya, S.W., Satria, J., Sugiarto, A., & Hardjito, D. (2016). The Use of Borax in Deterring Flash Setting of High Calcium Fly Ash Based Geopolymer. *Materials Science Forum*, 857.
- ASTM C33-03, Standard Specification for Concrete Aggregates, *ASTM International*, West Conshohocken, Pennsylvania.
- ASTM C 403/ C 403 M, 2008, *Standart Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*, *ASTM International*.
- Bagheri, A.; Nazari, A.; Sanjayan, J. G.; Rajeev, P.; Duan, W., 2017, *Fly Ash-Based Boroaluminosilicate Geopolymers : Experimental and Molecular Simulations*, *Ceramics International*, Swinburne University of Technology
- Davidovits, J., 1999, *Chemistry of Geopolymeric Systems, Terminology. Geopolymer '99 International Conference, France*.
- Joseph, B. and Mathew, G., 2012, *Influence of Aggregate Content on the Behavior of Fly Ash Based Geopolymer Concrete*, *Scientia Iranica*, Sharif University of Technology.
- Mackenzie, K. D. J, Brew, D. R. M., Schmucker, M., Nicholson, C. L., Murray, B. J., & Fletcher, R. A. 2005, *Novel Geopolymer Materuals Containing Borate and Phosphate Structural Units* (January).
- Mahasenan, N., Smith, S., Humphreysm K., Kaya, Y. (2003). *"The Cement Industry and Global Climate Change: Current and Potential Future Cement Industry CO₂ Emissions"*. *Greenhouse Gas Control Technologies – 6th International Conference*. Oxford: Pergamon.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

- Prasetyo, G.E., Trinugroho,S., Solikin, M., 2015, Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer Dengan Fly Ash Bahan Pengganti Semen, *Naskah Publikasi*, Surakarta.
- Purwantoro, A., Suryanto, W., Antoni, & Hardjito, D. (2016). *Setting Time* dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* Tipe C.
- Rao, C.P., Stehly, R.D.P., dan Ardani, A.P. (2011). *Handbook for Proportioning Fly Ash as Cementitious Material in Airfield Pavement Concrete Mixtures. Innovative Pavement Research Foundation. Report* IPRF-01-G-002-06-2. Skokie
- SK SNI S 04-1989-F, 1989. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SK SNI S-15-1990-F, 1990, Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Untuk Campuran Beton, *Departemen Pekerjaan Umum*, Bandung.
- SNI-03-6820-2002, 2002, Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Semen, Badan Standar Nasional Indonesia.
- SNI-03-6827-2002, 2002, Metode Pengujian Waktu Ikut Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil, Badan Standar Nasional Indonesia.
- SNI 1974:2011, 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969:2008, 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1970:2008, 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2417:2008, 2008, Cara Uji Keausan Agregat dengan Menggunakan Mesin Abrasi Los Angeles, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2460:2014, 2014, Spesifikasi Abu Terbang Batubara dan Pozolan Alam Mentah atau Yang Telah Dikalsinasi Untuk Digunakan Dalam Beton. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Soleman, Y., 2005, Evaluasi Modulus Elastisitas Beton berdasarkan Analisis Karakteristik Agregat, Universitas Sintuwu Maroso.

Wallah, S.E., 2014. Beton Geopolimer Berbasis Abu Terbang. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.4 No.1, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

Wang, C.K., Salmon, C.G., dan Binsar H., 1986, Disain Beton Bertulang, Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN



PENGUJIAN BERAT JENIS FLY ASH

- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan
- a. Fly Ash type F : PLTU Tanjung Jati B Jepara

Pemeriksaan	Berat (gram)
Berat <i>fly ash</i> (W_1)	5.178
Berat <i>fly ash</i> + minyak tanah + labu takar (W_2)	74,423
Berat labu takar + minyak tanah (W_3)	71,047

Maka berat jenis *fly ash* dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis } fly \text{ ash} &= \frac{0,8 \times W_1}{W_1 + W_3 - W_2} \\ &= \frac{0,8 \times 5.178}{5.178 + 71.047 - 74.423} \\ &= 2,298 \text{ gram/cc}\end{aligned}$$

Kesimpulan :

- Berat jenis *fly ash* yang didapat dalam pengujian ini adalah 2,298 gram/cc.



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
BALAI PENELITIAN TEKNOLOGI BAHAN ALAM
LABORATORIUM PENGUJIAN

Jln. Jogja-Wonosari Km 31.5, Gading, Playen, Gunungkidul, Yogyakarta
55861, PO.BOX : 174 WNO Telp : (+62 274) 392570, Faks : (+62 274) 391168
website : <http://bptba.lipi.go.id/>, e-mail : bptba@mail.lipi.go.id



Laporan Hasil Uji

Laporan No. : 70/LHU/BPTBA/IV/2019
Data Pelanggan
Nama : Trevi Arga
Institusi : Universitas Atmajaya Yogyakarta
Alamat : Jl. Jangkarbumi Blok F Puluhdadi Rt/Rw 005/002 Caturtunggal Depok
Jumlah Sampel Uji : 1 (satu)
Nama Sampel Uji : Abu Flyas
Tanggal Penerimaan : 30 April 2019
Tanggal Pengujian : 30 April 2019
Parameter Uji : SEM - EDX
: *Instruction Manual for Model SU3500 Scanning Electron Microscope*
Acuan Standar
Hasil Pengujian : Hasil pengujian tersimpan dalam CD dengan nomor "70/LHU/BPTBA/IV/2019".

Gunungkidul, 30 April 2019

Manajer Teknik
Laboratorium Pengujian
BPTBA LIPI

Wuri Apriyana, M.Sc.
NIP. 198705032015022001

"Laporan hasil uji merupakan hasil pengukuran, analisa dari sampel yang hanya disebutkan dalam dokumen ini serta tidak diperbolehkan mengubah, menggandakan atau mendistribusikan sebagian atau keseluruhan dari laporan hasil uji ini dalam segala bentuk untuk kepentingan apapun juga tanpa persetujuan tertulis dari Manajer Mutu Laboratorium Pengujian BPTBA LIPI"



**PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT
KASAR**

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 April 2019
- II. Bahan : Kerikil / *Split* (Butir Maksimum 10mm)
- III. Asal : Clereng
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

	NOMOR PEMERIKSAAN	I	Satuan
A	Berat Contoh Kering	988	gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1012	gram
C	Berat Contoh Dalam Air	625	gram
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,5529	-
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,6149	-
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,7217	-
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100\%$	2,4291	-
H	Berat Jenis Agregat Kasar	2,6373	-
I	Rata – Rata	2,6373	

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : >2,5



PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR DENGAN MESIN LOS
ANGELES ABRATION

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 April 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 Contoh	
		I	II
Lolos	Tertahan	Berat Setiap Agregat	Berat Setiap Agregat
3/4"	1/2"	2500	-
1/2"	3/8"	2500	-

Nomor Contoh		I
Berat Sebelumnya	(A)	5000 gram
Berat Sesudah Diayak Saringan No. 12	(B)	3836 gram
Berat Sesudah	(A) - (B)	1164 gram
Keausan	$\frac{(A) - (B)}{(A)}$	23.28 %

Kesimpulan : Keausan Agregat didapat sebesar $23,28\% \leq 40\%$, 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



PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

- I. Waktu Pemeriksaan : 3 April
- II. Bahan : Kerikil/*Split* (ukuran butir 10 mm)
- 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"	570	644	74	74	7.4	92.6
1/2"	448	1225	777	851	85.1	14.9
3/8"	543	690	147	998	99.8	0.2
No.4	508	510	2	1000	100	0
No.8	329	0	0	1000	100	0
No.30	402	0	0	1000	100	0
No.50	373	0	0	1000	100	0
No.100	284	0	0	1000	100	0
PAN	369	0	0	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 7,923. 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).



**PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT
HALUS**

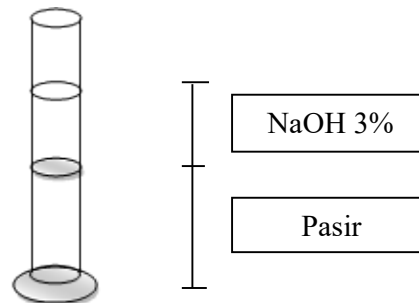
- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

	NOMOR PEMERIKSAAN	I
A	Berat Pasir Kering Oven (gram)	489.97
B	Berat Labu Ukur + Air (gram)	706.2
C	Berat Labu Ukur + Air + Pasir (gram)	1012.01
D	Berat Pasir (gram)	500
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) + (D) - (C)}$	2,523
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(D)}{(B) + (D) - (C)}$	2,575
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) + (B) - (C)}$	2,661
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(D) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	2,047%



PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan
 - b. Pasir Kering Tungku, asal : Kali Progo
 - c. Larutan NaOH 3%
- III. Alat
 - a. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc
- IV. Sketsa



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

Kesimpulan : Warna *Gardner Standart Colour* No. 5, maka dapat disimpulkan pasir tersebut baik digunakan.



PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 2019
- II. Bahan
- d. Pasir Kering Tungku, asal: Kali Progo, berat : 100,00 gram
- e. Air Jernih, asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY
- III. Alat
- b. Gelas Ukur, ukuran : 250 cc
- c. Timbangan
- d. Tungku (oven), suhu antara 105 – 110⁰C
- IV. Pasir + Piring Masuk Tungku
- V. Hasil
- Pasir + Piring Keluar Tungku
- a. Berat Pasir : 93,48 gram
- Kandungan Lumpur : $\frac{100,00 - 93,48}{100,00} \times 100\%$
- : 6,52%

Kesimpulan : Kandungan lumpur 6,52% > 5%, maka pasir harus
dicuci terlebih dahulu.



PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 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" (9,52mm)	557	557	0	0	0	100
1/2" (9,52mm)	448	448	0	0	0	100
3/8" (9,52mm)	543	543	0	0	0	100
No.4(4,75 mm)	507	507	0	0	0	100
No.8(2,36 mm)	329	414	85	85	8.5	91.5
No.30(0,60mm)	402	948	546	631	63.1	36.9
No.50(0,30mm)	373	642	269	900	90	10
No.100(0,15mm)	289	371	82	982	98.2	1.8
Pan	369	387	18	1000	100	0

Kesimpulan : Dari data diatas maka didapat nilai MHB (Modulus Halus Butir) sebesar 3,598. 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)



PERHITUNGAN BERAT JENIS, KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH, DAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER UMUR 28 HARI

KODE	TINGGI (mm)	DIAMETE R (mm)	LUAS (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m ³)	RERATA BERAT JENIS (KN/m ³)	BEKAN TEKAN (KN)	BEKAN TEKAN (Kgf)	BEKAN TARIK (KN)	KUAT TEKAN (MPA)	KUAT TARIK (MPA)	KUAT TEKAN RERATA (MPA)	KUAT TARIK RERATA (MPA)	MODULUS ELASTISITAS (E) MPA	
0% - A	204.23	101.00	8011.85	0.0016	3.84	23.02	22.85		28800.00		36.67*		45.09	5.18	27789.65	
	202.87	100.74	7970.12	0.0016	3.76	22.81		430.00			56.11*					
	204.20	101.17	8038.31	0.0016	3.80	22.71		350.00			45.28					
	303.47	151.90	18121.97	0.0055	12.70	22.65	22.88			380.00		5.25			28020.36	
	303.47	151.63	18058.40	0.0055	12.80	22.91				370.00		5.12				
	302.90	151.10	17931.59	0.0054	12.78	23.08		805.00			44.89					
5% - A	202.70	101.94	8161.67	0.0017	3.80	22.53	22.68	400.00			50.97		48.46	5.31	29040.45	29137.47
	203.30	100.68	7961.69	0.0016	3.76	22.79		370.00			48.33					
	202.18	100.56	7942.72	0.0016	3.72	22.72		325.00		350.00	42.55*	4.85				
	302.57	151.83	18106.07	0.0055	12.78	22.89	22.74			850.00		46.07			29234.49	
	304.37	153.27	18449.53	0.0056	12.78	22.33				415.00		5.76				
	302.90	151.37	17994.94	0.0055	12.78	23.00										
10% - A	203.52	101.21	8045.20	0.0016	3.78	22.65	22.62		18550.00		23.52*		36.02	4.18	23844.91	23845.48
	203.15	101.11	8029.84	0.0016	3.80	22.85		285.00			36.91					
	203.73	101.78	8136.60	0.0017	3.78	22.37			27750.00		34.80					
	302.10	153.43	18489.68	0.0056	12.70	22.30	22.88			275.00		3.78			23846.04	
	301.73	151.63	18058.40	0.0054	12.70	22.86				330.00		4.59				
	302.63	150.87	17876.25	0.0054	12.94	23.46		650.00			36.36					
15% - A	203.40	101.52	8094.56	0.0016	3.74	22.28	22.48		24550.00		30.94		28.32	4.01	22310.10	21945.07
	204.10	100.61	7950.09	0.0016	3.80	22.97			20700.00		26.56					
	203.73	101.43	8080.21	0.0016	3.72	22.17		285.00			36.68*					
	303.90	153.93	18610.38	0.0057	12.92	22.41	23.11			280.00		3.81			21580.05	
	301.83	150.67	17828.89	0.0054	12.96	23.63				300.00		4.20				
	303.03	150.73	17844.67	0.0054	12.84	23.29		490.00			27.46					

Keterangan = Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan



PERHITUNGAN BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN BETON UMUR 56 HARI

NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm ²)	VOLUME (m ³)	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m ³)	RERATA BERAT JENIS (KN/m ³)	BEBAN TEKAN (KN)	KUAT TEKAN (MPA)	KUAT TEKAN RERATA (MPA)
1	0% - B	203.10	101.43	8080.74	0.0016	3.84	22.97	23.21	360.00	46.33	46.14
2		201.50	100.37	7911.68	0.0016	3.79	23.32		420.00	55.21*	
3		201.70	101.15	8035.66	0.0016	3.86	23.33		355.00	45.95	
1	5% - B	203.53	101.50	8091.37	0.0016	3.86	23.01	23.31	425.00	54.63	50.66
2		202.70	100.80	7980.15	0.0016	3.88	23.56		360.00	46.92	
3		201.63	101.20	8043.61	0.0016	3.86	23.37		390.00	50.43	
1	10% - B	201.30	100.93	8001.27	0.0016	3.83	23.33	23.27	240.00	31.2*	38.44
2		201.43	100.67	7959.05	0.0016	3.81	23.28		310.00	40.51	
3		201.73	101.87	8149.93	0.0016	3.89	23.20		285.00	36.37	
1	15% - B	203.07	100.53	7937.98	0.0016	3.78	23.00	22.74	285.00	37.34*	30.71
2		203.90	100.67	7959.05	0.0016	3.81	23.00		240.00	31.36	
3		203.67	102.83	8305.35	0.0017	3.83	22.21		240.00	30.05	

Keterangan = Nilai dengan tanda (*) tidak diperhitungkan

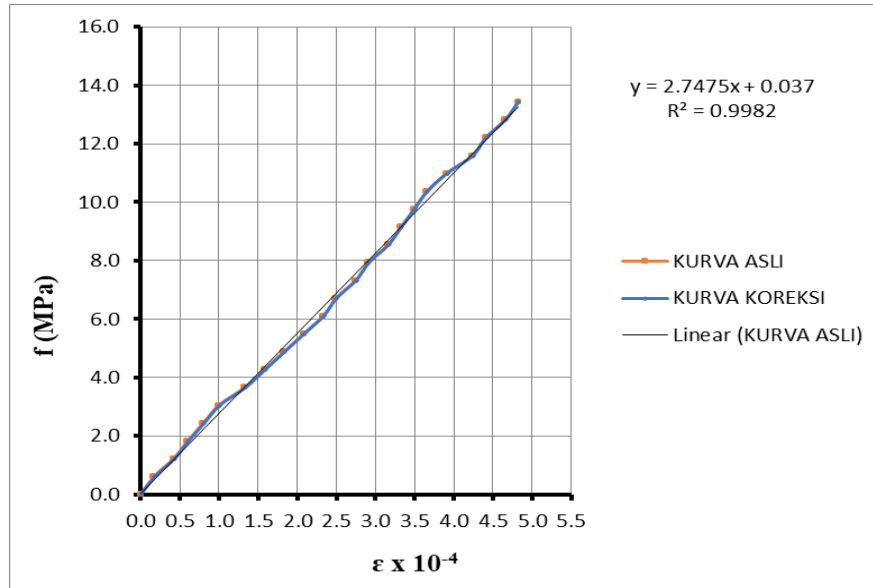


PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 0% - A (3) Kecil
Ao = 8038.31 mm²
Po = 150.5 mm

Ec = 27789.65 MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1×10^{-2})	(1×10^{-2})/2	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0.0	0.000	0.000	-0.013	0.000
500	4905	0.5	0.250	0.610	0.166	0.180
1000	9810	1.3	0.625	1.220	0.415	0.429
1500	14715	1.8	0.900	1.831	0.598	0.611
2000	19620	2.4	1.200	2.441	0.797	0.811
2500	24525	3.0	1.500	3.051	0.997	1.010
3000	29430	4.0	2.000	3.661	1.329	1.342
3500	34335	4.8	2.375	4.271	1.578	1.592
4000	39240	5.5	2.750	4.882	1.827	1.841
4500	44145	6.3	3.125	5.492	2.076	2.090
5000	49050	7.0	3.500	6.102	2.326	2.339
5500	53955	7.5	3.750	6.712	2.492	2.505
6000	58860	8.3	4.125	7.322	2.741	2.754
6500	63765	8.8	4.375	7.933	2.907	2.920
7000	68670	9.5	4.750	8.543	3.156	3.170
7500	73575	10.0	5.000	9.153	3.322	3.336
8000	78480	10.5	5.250	9.763	3.488	3.502
8500	83385	11.0	5.500	10.373	3.654	3.668
9000	88290	11.8	5.875	10.984	3.904	3.917
9500	93195	12.8	6.375	11.594	4.236	4.249
10000	98100	13.3	6.625	12.204	4.402	4.415
10500	103005	14.0	7.000	12.814	4.651	4.665
11000	107910	14.5	7.250	13.424	4.817	4.831
11500	112815					
12000	117720					





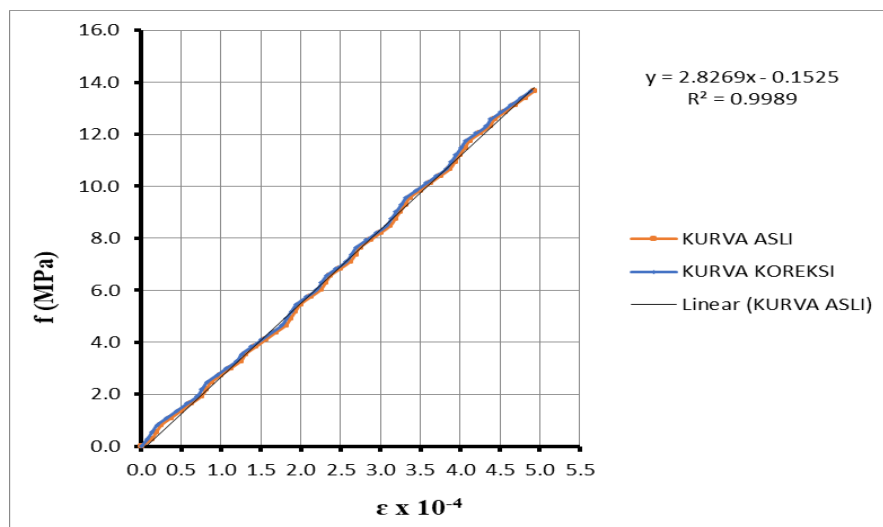
PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji	=	0% - A (3)	Besar
Ao	=	17931.59	mm ²
Po	=	200.1	mm
Ec	=	28020.36	MPa

0	0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.5	0.250	0.274	0.125	0.071
1000	9810	0.8	0.375	0.547	0.187	0.133
1500	14715	1.0	0.500	0.821	0.250	0.196
2000	19620	1.5	0.750	1.094	0.375	0.321
2500	24525	2.0	1.000	1.368	0.500	0.446
3000	29430	2.5	1.250	1.641	0.625	0.571
3500	34335	3.0	1.500	1.915	0.750	0.696
4000	39240	3.3	1.625	2.188	0.812	0.758
4500	44145	3.5	1.750	2.462	0.875	0.821
5000	49050	4.0	2.000	2.735	1.000	0.946
5500	53955	4.5	2.250	3.009	1.124	1.070
6000	58860	5.0	2.500	3.282	1.249	1.195
6500	63765	5.25	2.625	3.556	1.312	1.258
7000	68670	5.8	2.875	3.830	1.437	1.383
7500	73575	6.3	3.125	4.103	1.562	1.508
8000	78480	6.75	3.375	4.377	1.687	1.633
8500	83385	7.3	3.625	4.650	1.812	1.758
9000	88290	7.50	3.750	4.924	1.874	1.820
9500	93195	7.7	3.870	5.197	1.934	1.880
10000	98100	8.00	4.000	5.471	1.999	1.945
10500	103005	8.50	4.250	5.744	2.124	2.070
11000	107910	9.0	4.500	6.018	2.249	2.195
11500	112815	9.3	4.625	6.291	2.311	2.257
12000	117720	9.50	4.750	6.565	2.374	2.320
12500	122625	10.0	5.000	6.838	2.499	2.445
13000	127530	10.5	5.250	7.112	2.624	2.570
13500	132435	10.8	5.375	7.386	2.686	2.632
14000	137340	11.0	5.500	7.659	2.749	2.695
14500	142245	11.5	5.750	7.933	2.874	2.820



15000	147150	12.0	6.000	8.206	2.999	2.945
15500	152055	12.5	6.250	8.480	3.123	3.069
16000	156960	12.8	6.375	8.753	3.186	3.132
16500	161865	13.0	6.500	9.027	3.248	3.194
17000	166770	13.3	6.625	9.300	3.311	3.257
17500	171675	13.5	6.750	9.574	3.373	3.319
18000	176580	14.0	7.000	9.847	3.498	3.444
18500	181485	14.5	7.250	10.121	3.623	3.569
19000	186390	15.0	7.500	10.395	3.748	3.694
19500	191295	15.5	7.750	10.668	3.873	3.819
20000	196200	15.8	7.875	10.942	3.936	3.882
20500	201105	16.0	8.000	11.215	3.998	3.944
21000	206010	16.3	8.125	11.489	4.060	4.007
21500	210915	16.50	8.250	11.762	4.123	4.069
22000	215820	17.0	8.500	12.036	4.248	4.194
22500	220725	17.5	8.750	12.309	4.373	4.319
23000	225630	17.75	8.875	12.583	4.435	4.381
23500	230535	18.3	9.125	12.856	4.560	4.506
24000	235440	18.75	9.375	13.130	4.685	4.631
24500	240345	19.3	9.625	13.403	4.810	4.756
25000	245250	19.75	9.875	13.677	4.935	4.881

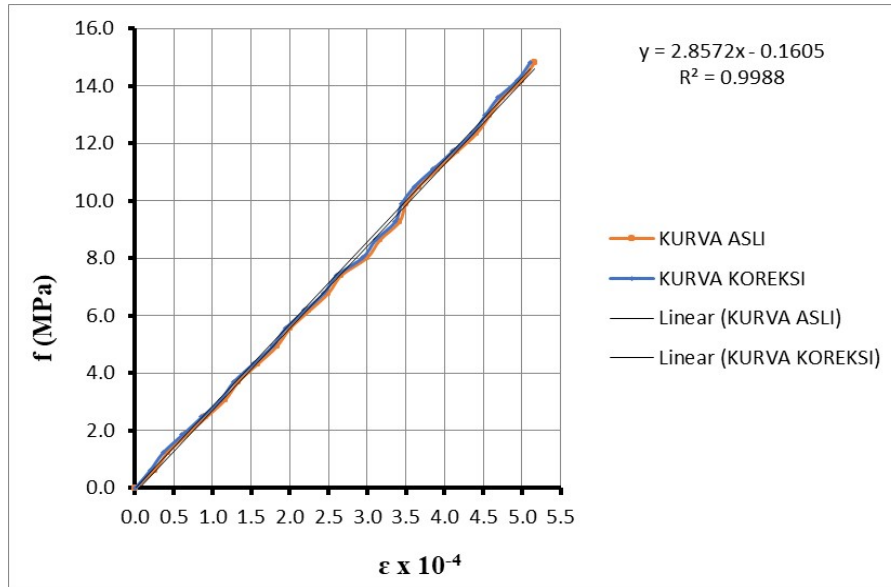




PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji	=	5% - A (3)	Kecil
Ao	=	7942.72	mm ²
Po	=	150.2	Mm
Ec	=	29040.45	MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1x10 ⁻²)	(1x10 ⁻²)/2	MPa	x10 ⁻⁴	x10 ⁻⁴
0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.75	0.375	0.618	0.250	0.193
1000	9810	1.25	0.625	1.235	0.416	0.360
1500	14715	2.00	1.000	1.853	0.666	0.610
2000	19620	2.75	1.375	2.470	0.915	0.859
2500	24525	3.50	1.750	3.088	1.165	1.109
3000	29430	4.00	2.000	3.705	1.332	1.275
3500	34335	4.75	2.375	4.323	1.581	1.525
4000	39240	5.50	2.750	4.940	1.831	1.775
4500	44145	6.00	3.000	5.558	1.997	1.941
5000	49050	6.75	3.375	6.175	2.247	2.191
5500	53955	7.50	3.750	6.793	2.497	2.440
6000	58860	8.00	4.000	7.411	2.663	2.607
6500	63765	9.00	4.500	8.028	2.996	2.940
7000	68670	9.50	4.750	8.646	3.162	3.106
7500	73575	10.25	5.125	9.263	3.412	3.356
8000	78480	10.50	5.250	9.881	3.495	3.439
8500	83385	11.00	5.500	10.498	3.662	3.606
9000	88290	11.75	5.875	11.116	3.911	3.855
9500	93195	12.50	6.250	11.733	4.161	4.105
10000	98100	13.25	6.625	12.351	4.411	4.355
10500	103005	13.75	6.875	12.968	4.577	4.521
11000	107910	14.25	7.125	13.586	4.744	4.688
11500	112815	15.00	7.500	14.204	4.993	4.937
12000	117720	15.50	7.750	14.821	5.160	5.104
12500	122625		0.000			





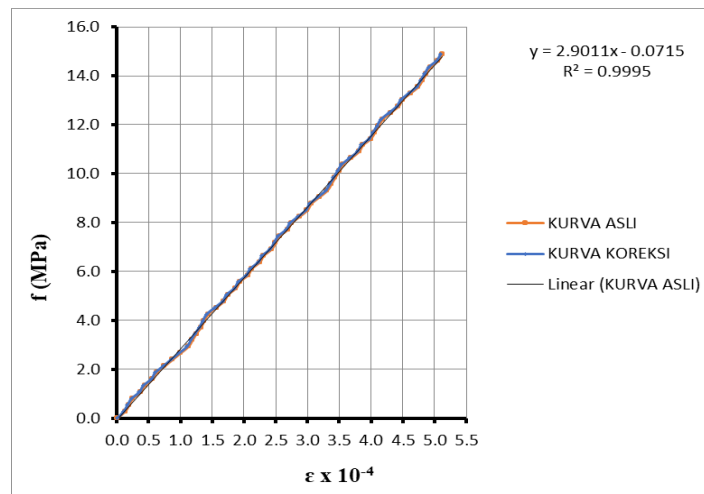
PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 5% - A (3) Besar
Ao = 18449.53 mm²
Po = 200.3 mm
Ec = 29234.49 MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1x10 ⁻²)	(1x10 ⁻²)/2	MPa	x10 ⁻⁴	x10 ⁻⁴
0	0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.500	0.250	0.266	0.125	0.100
1000	9810	0.750	0.375	0.532	0.187	0.163
1500	14715	1.000	0.500	0.798	0.250	0.225
2000	19620	1.500	0.750	1.063	0.374	0.350
2500	24525	1.750	0.875	1.329	0.437	0.412
3000	29430	2.250	1.125	1.595	0.562	0.537
3500	34335	2.500	1.250	1.861	0.624	0.599
4000	39240	3.000	1.500	2.127	0.749	0.724
4500	44145	3.500	1.750	2.393	0.874	0.849
5000	49050	4.000	2.000	2.659	0.999	0.974
5500	53955	4.500	2.250	2.924	1.123	1.099
6000	58860	4.750	2.375	3.190	1.186	1.161
6500	63765	5.000	2.500	3.456	1.248	1.223
7000	68670	5.300	2.650	3.722	1.323	1.298
7500	73575	5.500	2.750	3.988	1.373	1.348
8000	78480	5.750	2.875	4.254	1.435	1.411
8500	83385	6.250	3.125	4.520	1.560	1.536
9000	88290	6.750	3.375	4.785	1.685	1.660
9500	93195	7.000	3.500	5.051	1.747	1.723
10000	98100	7.500	3.750	5.317	1.872	1.848
10500	103005	7.750	3.875	5.583	1.935	1.910
11000	107910	8.250	4.125	5.849	2.059	2.035
11500	112815	8.500	4.250	6.115	2.122	2.097
12000	117720	9.000	4.500	6.381	2.247	2.222
12500	122625	9.250	4.625	6.647	2.309	2.284
13000	127530	9.8	4.875	6.912	2.434	2.409
13500	132435	10.0	5.000	7.178	2.496	2.472
14000	137340	10.3	5.125	7.444	2.559	2.534
14500	142245	10.8	5.375	7.710	2.683	2.659
15000	147150	11.0	5.500	7.976	2.746	2.721



15500	152055	11.500	5.750	8.242	2.871	2.846
16000	156960	12.000	6.000	8.508	2.996	2.971
16500	161865	12.250	6.125	8.773	3.058	3.033
17000	166770	12.750	6.375	9.039	3.183	3.158
17500	171675	13.250	6.625	9.305	3.308	3.283
18000	176580	13.500	6.750	9.571	3.370	3.345
18500	181485	13.750	6.875	9.837	3.432	3.408
19000	186390	14.000	7.000	10.103	3.495	3.470
19500	191295	14.250	7.125	10.369	3.557	3.533
20000	196200	14.750	7.375	10.634	3.682	3.657
20500	201105	15.250	7.625	10.900	3.807	3.782
21000	206010	15.5	7.750	11.166	3.869	3.845
21500	210915	16.0	8.000	11.432	3.994	3.969
22000	215820	16.3	8.125	11.698	4.056	4.032
22500	220725	16.5	8.250	11.964	4.119	4.094
23000	225630	16.8	8.375	12.230	4.181	4.157
23500	230535	17.250	8.625	12.495	4.306	4.281
24000	235440	17.750	8.875	12.761	4.431	4.406
24500	240345	18.000	9.000	13.027	4.493	4.469
25000	245250	18.500	9.250	13.293	4.618	4.593
25500	250155	19.000	9.500	13.559	4.743	4.718
26000	255060	19.250	9.625	13.825	4.805	4.781
26500	259965	19.500	9.750	14.091	4.868	4.843
27000	264870	19.750	9.875	14.356	4.930	4.905
27500	269775	20.3	10.125	14.622	5.055	5.030
28000	274680	20.5	10.250	14.888	5.117	5.093



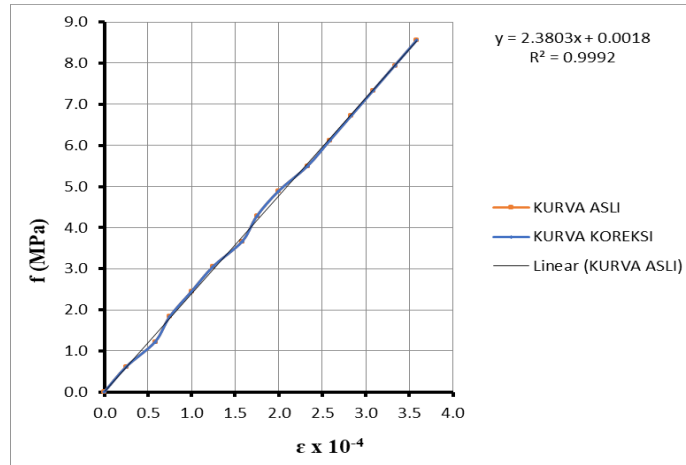


PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 10% - A (2) Kecil
Ao = 8029.84 mm²
Po = 149.9 mm

Ec = 23844.91 MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1×10^{-2})	(1×10^{-2}) /2	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.75	0.375	0.611	0.250	0.251
1000	9810	1.75	0.875	1.222	0.584	0.584
1500	14715	2.25	1.125	1.833	0.751	0.751
2000	19620	3.00	1.500	2.443	1.001	1.001
2500	24525	3.75	1.875	3.054	1.251	1.252
3000	29430	4.75	2.375	3.665	1.584	1.585
3500	34335	5.25	2.625	4.276	1.751	1.752
4000	39240	6.00	3.000	4.887	2.001	2.002
4500	44145	7.00	3.500	5.498	2.335	2.336
5000	49050	7.75	3.875	6.108	2.585	2.586
5500	53955	8.50	4.250	6.719	2.835	2.836
6000	58860	9.25	4.625	7.330	3.085	3.086
6500	63765	10.00	5.000	7.941	3.336	3.336
7000	68670	10.75	5.375	8.552	3.586	3.586
7500	73575		0.000			
8000	78480		0.000			





PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 10% - A (3) Besar

Ao = 17876.25 mm²

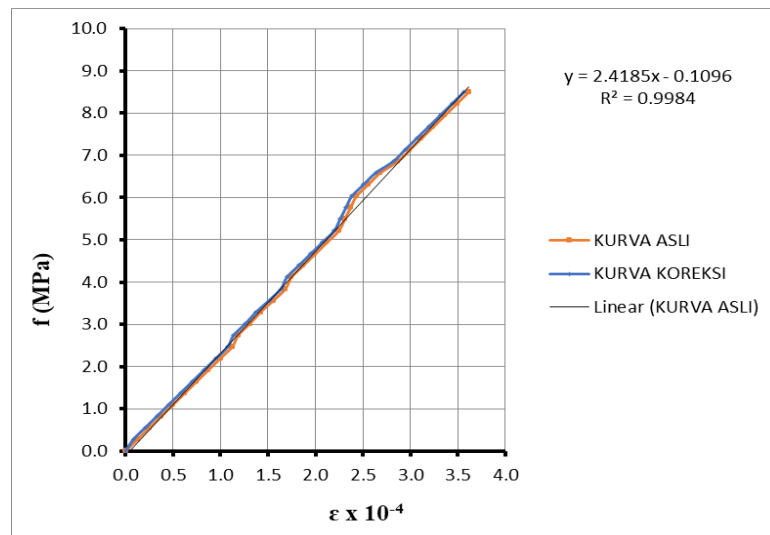
Po = 200.7 mm

Ec = 23846.04 MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1×10^{-2})	(1×10^{-2})/2	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.5	0.250	0.274	0.125	0.079
1000	9810	1.0	0.500	0.549	0.249	0.204
1500	14715	1.5	0.750	0.823	0.374	0.328
2000	19620	2.0	1.000	1.098	0.498	0.453
2500	24525	2.5	1.250	1.372	0.623	0.578
3000	29430	3.0	1.500	1.646	0.747	0.702
3500	34335	3.5	1.750	1.921	0.872	0.827
4000	39240	4.0	2.000	2.195	0.997	0.951
4500	44145	4.5	2.250	2.469	1.121	1.076
5000	49050	4.8	2.375	2.744	1.183	1.138
5500	53955	5.3	2.625	3.018	1.308	1.263
6000	58860	5.7	2.850	3.293	1.420	1.375
6500	63765	6.25	3.125	3.567	1.557	1.512
7000	68670	6.8	3.375	3.841	1.682	1.636
7500	73575	7.0	3.500	4.116	1.744	1.699
8000	78480	7.50	3.750	4.390	1.868	1.823
8500	83385	8.0	4.000	4.665	1.993	1.948
9000	88290	8.50	4.250	4.939	2.118	2.072
9500	93195	9.0	4.500	5.213	2.242	2.197
10000	98100	9.25	4.625	5.488	2.304	2.259
10500	103005	9.5	4.750	5.762	2.367	2.321
11000	107910	9.8	4.875	6.037	2.429	2.384
11500	112815	10.3	5.125	6.311	2.554	2.508
12000	117720	10.75	5.375	6.585	2.678	2.633
12500	122625	11.5	5.750	6.860	2.865	2.820
13000	127530	12.0	6.000	7.134	2.990	2.944



13500	132435	12.50	6.250	7.408	3.114	3.069
14000	137340	13.0	6.500	7.683	3.239	3.193
14500	142245	13.50	6.750	7.957	3.363	3.318
15000	147150	14.0	7.000	8.232	3.488	3.442
15500	152055	14.50	7.250	8.506	3.612	3.567
16000			0.000			

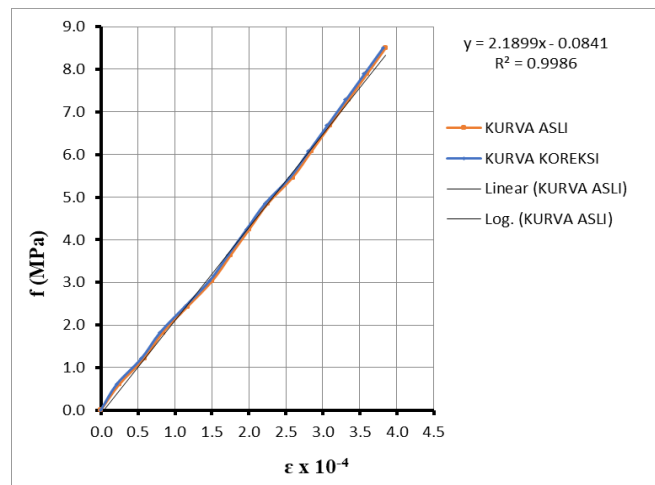




PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 15% - A (3) Kecil
Ao = 8080.21 mm²
Po = 149.5 mm
Ec = 22310.1 MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1x10 ⁻²)	(1x10 ⁻²)/2	MPa	x10 ⁻⁴	x10 ⁻⁴
0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.75	0.375	0.607	0.251	0.214
1000	9810	1.75	0.875	1.214	0.585	0.548
1500	14715	2.50	1.250	1.821	0.836	0.799
2000	19620	3.50	1.750	2.428	1.171	1.134
2500	24525	4.50	2.250	3.035	1.505	1.468
3000	29430	5.25	2.625	3.642	1.756	1.719
3500	34335	6.00	3.000	4.249	2.007	1.970
4000	39240	6.75	3.375	4.856	2.258	2.221
4500	44145	7.75	3.875	5.463	2.592	2.555
5000	49050	8.50	4.250	6.070	2.843	2.806
5500	53955	9.25	4.625	6.677	3.094	3.057
6000	58860	10.00	5.000	7.284	3.344	3.308
6500	63765	10.75	5.375	7.892	3.595	3.558
7000	68670	11.50	5.750	8.499	3.846	3.809





PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

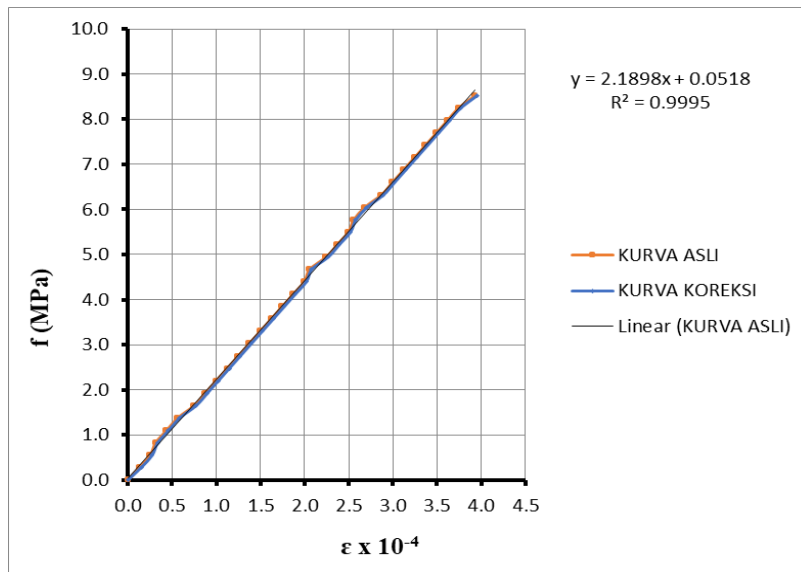
Kode benda uji = 15% - A (3) Besar
Ao = 17844.67 mm²
Po = 200.6 mm

Ec = 21580.05 MPa

Beban		Compressometer (ΔP)		Tegangan	Regangan awal	Regangan koreksi
Kgf	N	(1×10^{-2})	(1×10^{-2}) /2	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000
500	4905	0.5	0.250	0.275	0.125	0.147
1000	9810	1.0	0.500	0.550	0.249	0.272
1500	14715	1.3	0.625	0.825	0.312	0.334
2000	19620	1.8	0.875	1.099	0.436	0.459
2500	24525	2.3	1.125	1.374	0.561	0.584
3000	29430	3.0	1.500	1.649	0.748	0.771
3500	34335	3.5	1.750	1.924	0.872	0.895
4000	39240	4.0	2.000	2.199	0.997	1.020
4500	44145	4.5	2.250	2.474	1.122	1.144
5000	49050	5.0	2.500	2.749	1.246	1.269
5500	53955	5.5	2.750	3.024	1.371	1.394
6000	58860	6.0	3.000	3.298	1.496	1.518
6500	63765	6.50	3.250	3.573	1.620	1.643
7000	68670	7.0	3.500	3.848	1.745	1.768
7500	73575	7.5	3.750	4.123	1.869	1.892
8000	78480	8.00	4.000	4.398	1.994	2.017
8500	83385	8.3	4.125	4.673	2.056	2.079
9000	88290	9.00	4.500	4.948	2.243	2.266
9500	93195	9.50	4.750	5.223	2.368	2.391
10000	98100	10.0	5.000	5.497	2.493	2.515
10500	103005	10.25	5.125	5.772	2.555	2.578
11000	107910	10.75	5.375	6.047	2.679	2.702
11500	112815	11.5	5.750	6.322	2.866	2.889
12000	117720	12.00	6.000	6.597	2.991	3.014
12500	122625	12.50	6.250	6.872	3.116	3.138

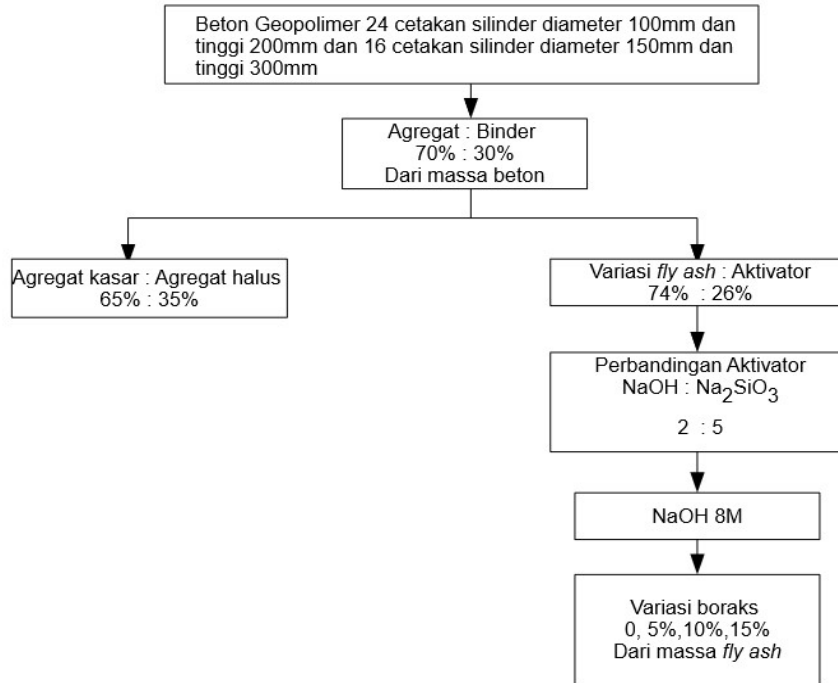


13000	127530	13.0	6.500	7.147	3.240	3.263
13500	132435	13.50	6.750	7.422	3.365	3.388
14000	137340	14.00	7.000	7.696	3.490	3.512
14500	142245	14.5	7.250	7.971	3.614	3.637
15000	147150	15.00	7.500	8.246	3.739	3.762
15500	152055	15.75	7.875	8.521	3.926	3.949
16000			0.000			





PERHITUNGAN *MIX DESIGN* BETON GEOPOLIMER



Mix Design beton geopolimer yang digunakan dalam penelitian ini dibuat berdasarkan perbandingan volume. Data berat jenis setiap material yang digunakan dalam penelitian ini dibutuhkan untuk membuat *mix design*.

Material	Berat Jenis (kg/m ³)
<i>Fly ash</i>	2298
Agregat Kasar	2637
Agregat Halus	2592
Boraks	1730



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

Volume Silinder yang digunakan :

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

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

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

$$\text{Volume silinder besar} = \frac{1}{4} \times \pi \times (150)^2 \times 300 = 5301437.6 \text{ mm}^3$$

Perbandingan volume yang digunakan berdasarkan dari berbagai literatur yang telah dipelajari, sehingga didapatkan dasar perhitungan rencana *mix design* beton geopolimer. Setelah mendapatkan data berat jenis, volume silinder, dan perbandingan volume material yang digunakan pada setiap variasinya. Hitung komposisi material beton geopolimer sesuai dengan perbandingan.



Mix Design	Volume (m ³)	Bahan	Volume Bahan (m ³)		
70 % Agregat	0.00109956	Agregat kasar 65 %	7,1474 x10 ⁻⁴		
		Agregat halus 35%	3,8485 x10 ⁻⁴		
30 % Aktivator + <i>Fly ash</i>	0.00047124	<i>Fly ash</i> 74 %	3,4872 x10 ⁻⁴		
		Aktivator 26%	1,225 x10 ⁻⁴	Na ₂ SiO ₃	8,7516 x10 ⁻⁵
				NaOH	3.5006 x10 ⁻⁵
Boraks	5% terhadap massa <i>fly ash</i>		1,744 x10 ⁻⁵		
	10% terhadap massa <i>fly ash</i>		3,487 x10 ⁻⁵		
	15% terhadap massa <i>fly ash</i>		5,231 x10 ⁻⁵		

Mix Design	Volume (m ³)	Bahan	Volume Bahan (m ³)		
70 % Agregat	3,7110 x10 ⁻³	Agregat kasar 65 %	2,4121 x10 ⁻³		
		Agregat halus 35%	1,2988 x10 ⁻³		
30 % Aktivator + <i>Fly ash</i>	1,5904 x10 ⁻⁴	<i>Fly ash</i> 74 %	1,1769 x10 ⁻⁴		
		Aktivator 26%	4,1351 x10 ⁻⁴	Na ₂ SiO ₃	2,9536 x10 ⁻⁴
				NaOH	1,1814 x10 ⁻⁴
Boraks	5% terhadap massa <i>fly ash</i>		5,88 x10 ⁻⁵		
	10% terhadap massa <i>fly ash</i>		1.177 x10 ⁻⁴		
	15% terhadap massa <i>fly ash</i>		1,765 x10 ⁻⁴		

Perbandingan volume yang sudah ditetapkan bisa digunakan untuk menghitung kebutuhan masing-masing material penyusun beton geopolimer dengan cara dikalikan dengan berat jenis masing-masing material. Kemudian kalikan kebutuhan masing-masing material per 1 silinder yang sudah didapatkan



dengan jumlah silinder untuk mengetahui kebutuhan total material yang digunakan untuk penelitian. Jumlah silinder yang digunakan dalam penelitian ini adalah 36 silinder dengan rincian 24 silinder diameter 100 mm tinggi 200 mm dan 12 silinder diameter 100 mm tinggi 200.

Material	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Kebutuhan per 1 Silinder (kg)	Jumlah Silinder	Total (kg)
Agregat Kasar	$7,1474 \times 10^{-4}$	2637	1,8847	24	45,2327
Agregat Halus	$3,8485 \times 10^{-4}$	2592	0,9975	24	23,9404
<i>Fly Ash</i>	$3,4872 \times 10^{-4}$	2298	0,8013	24	19,2324
Boraks 5% dari massa <i>fly ash</i>	$1,744 \times 10^{-5}$	1730	0,03016	24	0.1810
Boraks 10% dari massa <i>fly ash</i>	$3,487 \times 10^{-5}$	1730	0,06032	24	0,3619
Boraks 15% dari massa <i>fly ash</i>	$5,231 \times 10^{-5}$	1730	0,09049	24	0,5429
Na ₂ SiO ₃	$8,7516 \times 10^{-5}$		175,0316 ml	24	4200,76 ml
NaOH	3.5006×10^{-5}		70,0126 ml	24	1280,30 ml

Material	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Kebutuhan 1 Silinder (kg)	Jumlah silinder	Total
Agregat Kasar	$2,4121 \times 10^{-3}$	2637	6,3608	12	76,3302
Agregat Halus	$1,2988 \times 10^{-3}$	2592	3,3667	12	40,3994
<i>Fly Ash</i>	$1,1769 \times 10^{-4}$	2298	2,7045	12	32,4547
Boraks 5% dari massa <i>fly ash</i>	$5,88 \times 10^{-5}$	1730	0,1018	12	0,3054
Boraks 10% dari massa <i>fly ash</i>	1.177×10^{-4}	1730	0,2036	12	0,6108
Boraks 15% dari massa <i>fly ash</i>	$1,765 \times 10^{-4}$	1730	0.3054	12	0,9162
Na ₂ SiO ₃	$2,9536 \times 10^{-4}$		590,7316 ml	12	7088, 78 ml
NaOH	$1,1814 \times 10^{-4}$		236,2926 ml	12	2835,51 ml



ALAT DAN BAHAN PENELITIAN



Cetakan Silinder



Labu Erlenmeyer



Oven



Gelas Ukur



Mesin UTM



Timbangan



Mesin Pengayak



Saringan



Mesin CTM



Mesin LAA



Gelas Beker



Kerucut Abrams



Pycnometer



Alat Vicat



Compressometer



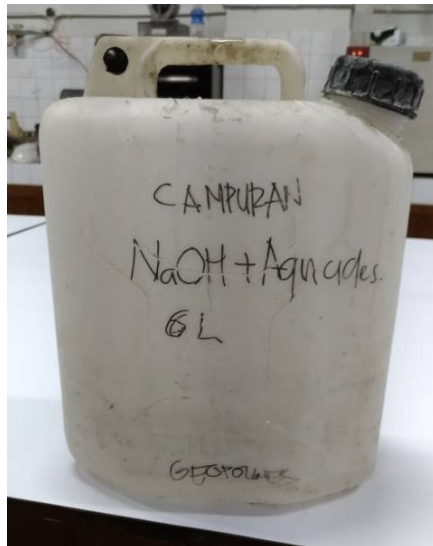
Kaliper



Alat bantu penandaan garis tengah



Cetok



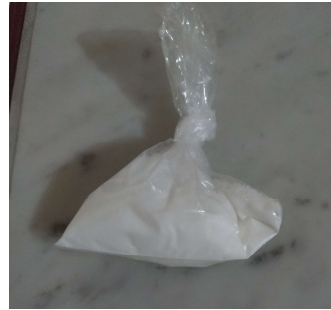
NaOH 8M



Aquades



Na_2SiO_3



Boraks



Fly Ash

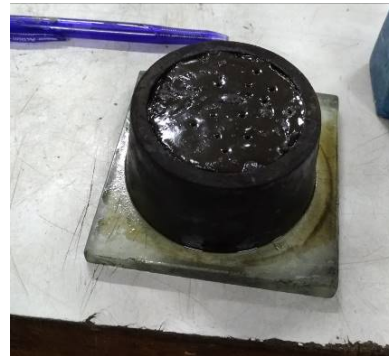


NaOH

DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN



Proses pengujian vicat



Benda Uji Vicat



Pembuatan alkali aktivator



Penimbangan Material



Penimbangan boraks



Pengujian kandungan zat organik



Proses *mixing* beton



Proses *mixing* beton



Beton setelah dikeluarkan dari silinder



Proses *dry curing*



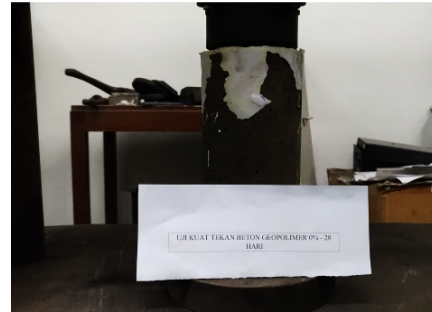
Pengujian *slump*



Proses *ambient curing*



Proses *caping* beton



Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Kuat Tekan Beton



Proses Menimbang Berat Beton



Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Modulus Elastisitas