

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. *Fly ash* yang digunakan mempunyai kandungan unsur silika (Si) dan alumina (Al) yang rendah yaitu sebesar 20,07% dan 13,56%. Namun tetap menghasilkan kuat tekan diatas 40 MPa dan tarik belah diatas 4 MPa.
2. Natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang digunakan tidak harus berjenis *pure* (murni) tetapi dapat menggunakan jenis teknis yang harganya lebih terjangkau. Dibuktikan dengan hasil kuat tekan di atas 40 MPa.
3. Penggunaan *superplasticizer* Plastiment VZ yang diproduksi oleh PT. SIKA Indonesia sebesar 2,5% dari berat *fly ash* dapat memperlambat waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Selain itu, penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan *workability* berdasarkan hasil nilai *slump* yang diperoleh beton geopolimer dengan penggunaan *superplasticizer* lebih baik daripada beton tanpa penggunaan *superplasticizer*.
4. Berat jenis beton geopolimer yang didapat antara 2,2 – 2,3  $\text{gr/cm}^3$ , sehingga dari hasil yang didapat dapat disimpulkan bahwa berat jenis dari tiap variasi masih tergolong beton normal.

5. Penggunaan jumlah aktivator pada saat proses pembuatan beton geopolimer berperan dalam kuat tekan yang dihasilkan. Penggunaan aktivator dibawah kebutuhan, sesuai dengan, sampai dengan campuran homogen, dan dua kali kebutuhan *mix design* berturut – turut menghasilkan nilai kuat tekan mortar tertinggi sebesar 5,93 MPa, 24,11 MPa, 35,98 MPa, dan 27,70 MPa. Terjadi kecendrungan penurunan kuat tekan pada saat penggunaan aktivator sebanyak dua kali kebutuhan *mix design*.
6. Semakin tinggi perbandingan rasio antara natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dengan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang digunakan maka hasil kuat tekan semakin tinggi. Beton dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 2,5% dari berat *fly ash* cenderung mengalami penurunan kuat tekan seiring dengan kenaikan perbandingan rasio aktivator.
7. Modulus elastisitas beton yang didapatkan dari masing-masing variasi adalah sebagai berikut :

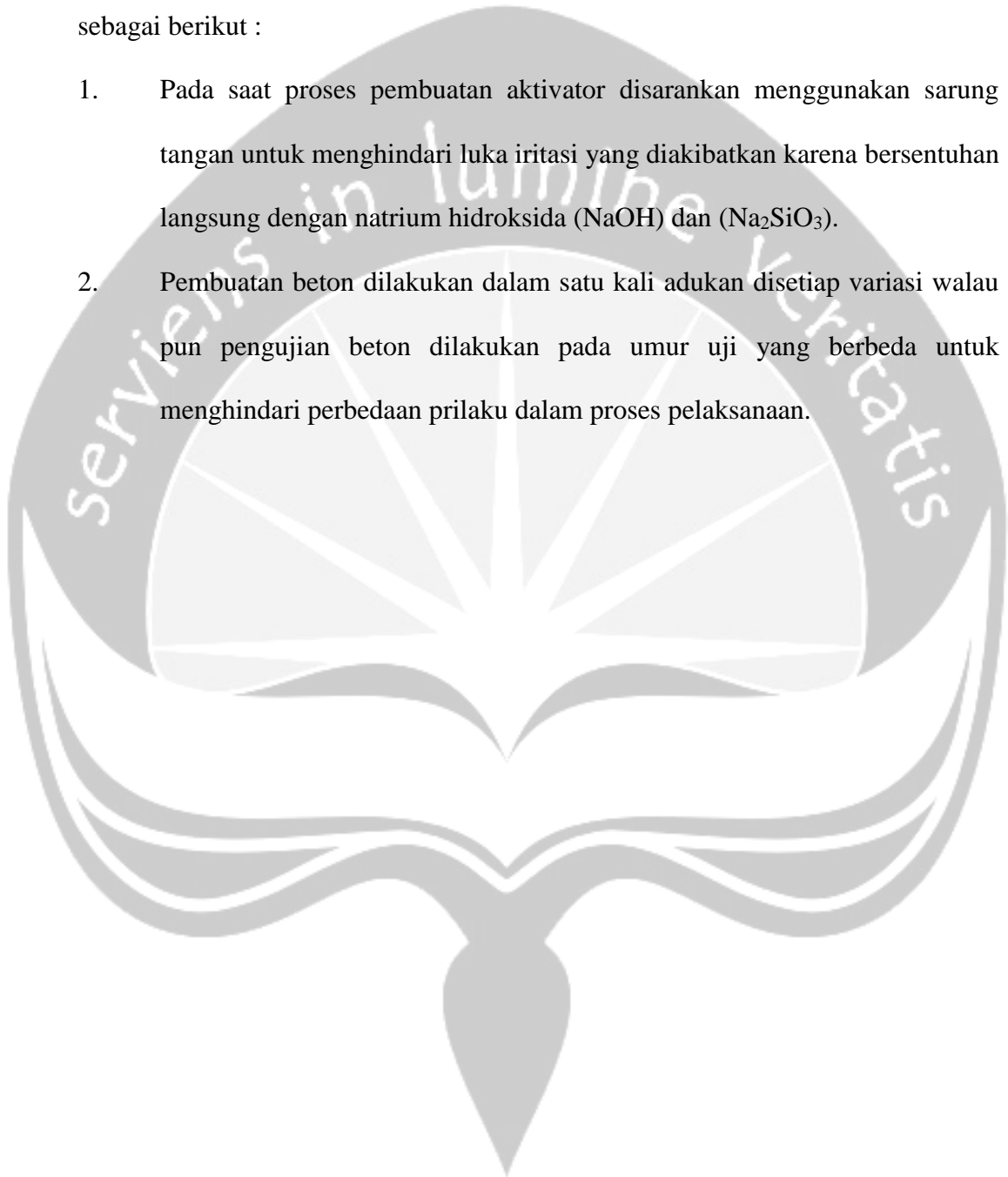
Perbandingan Rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ : $\text{NaOH}$	Modulus Elastisitas (MPa)	
	Tanpa Superplasticizer	Dengan Superplasticizer
3:2	27120.55	26639.44
4:2	27584.79	26095.05
5:2	28117.94	25553.90

Modulus elastisitas beton yang dihasilkan berbanding lurus dengan kuat tekan beton, sehingga semakin tinggi kuat tekan beton maka semakin tinggi pula modulus elastisitas beton yang didapatkan.

## 6.2 Saran

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

1. Pada saat proses pembuatan aktivator disarankan menggunakan sarung tangan untuk menghindari luka iritasi yang diakibatkan karena bersentuhan langsung dengan natrium hidroksida (NaOH) dan ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).
2. Pembuatan beton dilakukan dalam satu kali adukan disetiap variasi walaupun pengujian beton dilakukan pada umur uji yang berbeda untuk menghindari perbedaan perilaku dalam proses pelaksanaan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. M. A. B., Ekaputri J. J., Risdanareni P., 2015, *Effect of Alkaline Activator Ratio to Mechanical Properties of Geopolymer Concrete with Trass as Filler*, *Applied Mechanics and Materials* Vols. 754-755, pp 406 – 412.
- ASTM C 1117-89, 1994, *Test Method for Time of Setting of Shotcrete Mixtures by Penetration Resistance*.
- ASTM C 33-03, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania.
- ASTM C.618, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.
- ASTM C403/ C403M, *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*.
- Davidovits, J., 1994, *Global Warming Impact on the Cement and Aggregates Industries*, *World Resource Review*, Vol. 6, No. 2, pp. 263-278.
- Davidovits, J., 1999, *Chemistry of Geopolymer Systems, Terminology*, In *Proceedings of Geopolymer '99 International Conferences*, France.
- Davidovts, J., 2008, *Geopolymer Chemistry and Applications (4nd ed.)*, France : *Institute Geopolymere*.
- Dewi, E. S., 2017, *Pengaruh Diameter Tulangan Terhadap Kuat Lekat (Bond Strength) Beton Geopolimer*, *Thesis* (RC-142501).
- Ding, Z., Li, Z., Zhang, Y., 2004, *Development of Sustainable Cementitious Materials, Proceedings of the International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology*, Beijing, China.
- Ekaputri, J. J., Sato, T., Shigeishi, M., Sugimoto, M., Tajunnisa, Y., 2016, *Characterization of Low Calcium Fly Ash for Geopolymer Paste*, *16<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Structural Faults and Repair*, ISBN 0-947644-8-2.
- Ekaputri, J. J., Susanto, T. E., Triwulan, 2014, *Light Weight Geopolymer Paste Made with Sidoarjo Mud*, *The 6<sup>th</sup> International of Asian Concrete Federation*.

- Ekaputri, J., J., Damayanti, O., Triwulan, 2007, Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* Jawa *Power Paiton* Sebagai Material Alternatif, Jurnal Pondasi, Volume 13 No. 2 desember 2007, ISSN 0853-814X.
- Ekaputri, J., J., Risdanareni, P., Triwulan, 2014, Pengaruh Molaritas Aktivator Alkalin terhadap Kuat Mekanik Beton Geopolimer dengan Tras Sebagai Pengisi, Inovasi Struktur dalam Menunjang Konektivitas Pulau di Indonesia, Seminar Nasional X – 2014 Teknik Sipil ITS Surabaya.
- Hardjito, D., Rangan, B. V., Sumajouw, D. M. J., Wallah, S. E., 2004, *On the Development of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*, *ACI Materials Journal* Title no. 010-M52.
- Hardjito, D., Rangan, B.V., 2005, *Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*.
- Kumar, C., Murari, K., dan Sharma, C. R. (2014). *Strength Characteristics of Low Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete*, *International Organization of Scientific Research (IOSR) Journal of Engineering*, ISSN (e) 2250-3021, ISSN (p) 2278-8719.
- Lloyd, N.A., dan Rangan, B.V., 2010, *Geopolymer Concrete with Fly Ash*, *Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies - Curtin University of Technology*, Australia.
- Mulyono, Tri., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI Yogyakarta.
- Nematollah, B., Sanjayan, J., 2014, *Effect of Different Superplasticizers and Activator Combinations on Workability and Strength of Fly Ash Based Geopolymer*, *Material and Design* 57 (2014) 667-672, *Published by Elsevier Ltd*.
- Prasetyo, G.E., Trinugroho,S., Solikin, M., 2015, *Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Fly Ash Bahan Pengganti Semen*, Naskah Publikasi, Surakarta.
- Prayudi, G. S., 2019, *Variasi Ukuran Butri Maksimum Agregat pada Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash*.
- Priyanka, N., F., 2016, *Pengaruh Temperatur Curing pada Sifat Mekanik Beton Geopolimer*.
- PUBI-1982, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.

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.

SII 0013-1981 Mutu dan Syarat Agregat.

SII.0052-80, 1981 Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.

SK SNI S-04-1989-F, 1989, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

SK SNI S-15-1990-F, 1990, Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Untuk Campuran Beton, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

SNI 1974-2011, 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, Badan Standarisasi Nasional.

SNI-03-6820-2002, 2002, Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen, Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI-03-6825-2002, 2002, Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil, Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI-2491-2014, 2014, Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder, Badan Standar Nasional Indonesia.

Tjokrodinuljo, K., 2007, Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Vijai K, Kumutha R, and Vishnuram B, 2010, *Effect of types of curing on strength of geopolymer concrete. International Journal of Physical Sciences*, 5(9): 1419-1423.

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



### PENGUJIAN BERAT JENIS FLY ASH

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

Pemeriksaan	Berat (gram)
Berat <i>fly ash</i> ( $W_1$ )	51,78
Berat <i>fly ash</i> + minyak tanah + labu takar ( $W_2$ )	744,23
Berat labu takar + minyak tanah ( $W_3$ )	710,47

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

$$\begin{aligned}\text{Berat jenis } fly \text{ ash} &= \frac{0,8x W_1}{W_1+W_3-W_2} \\ &= \frac{0,8x51,78}{51,78+710,47-744,23} \\ &= 2,298 \text{ gram/cc}\end{aligned}$$

Kesimpulan :

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



PEMERIKSAAN KANDUNGAN FLY ASH



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](mailto: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



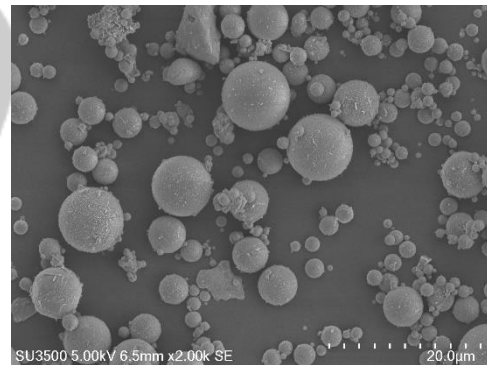
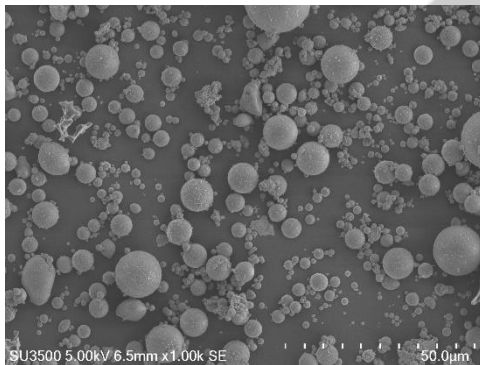
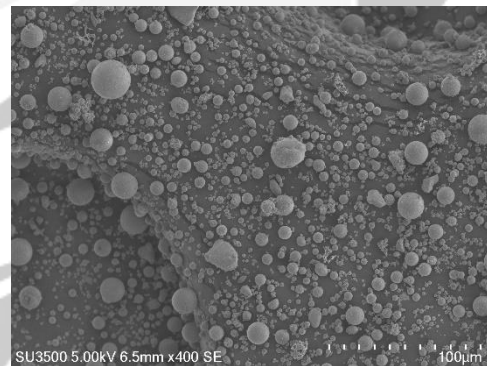
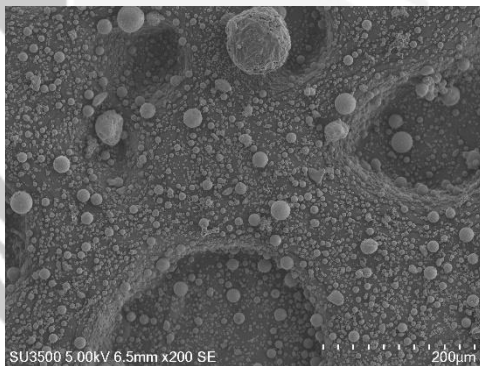
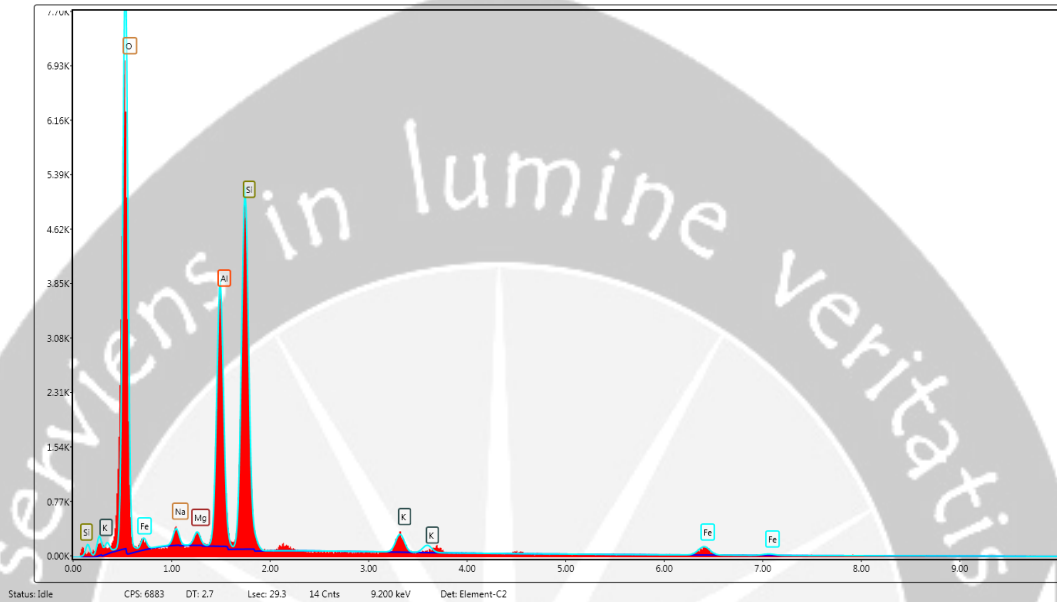
Wuri Aprivana, M.Sc.  
NIP.198705032015022001

"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"





**GAMBAR HASIL UJI SEM – EDX *FLY ASH***





**PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

- I. Waktu Pemeriksaan : 2 April 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	II
A	Berat Contoh Kering	924	-
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	965	-
C	Berat Contoh Dalam Air	570,5	-
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,342	-
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,446	-
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,613	-
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	4.437%	-
H	Berat Jenis Agregat Kasar	2,478	-
I	Rata – Rata	2,478	

**PERSYARATAN UMUM :**

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



**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 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"	570	834	264	264	26,4	73,6
1/2"	448	839	391	655	65,5	34,5
3/8"	543	883	340	995	99,5	0,5
No.4	508	513	5	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 7,914. 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 2019
- II. Bahan : Pasir
- III. Asal : Kali Progo
- IV. Lokasi Pengujian : Laboratorium Struktur dan Bahan  
Bangunan (LSBB), Jurusan Teknik Sipil,  
Universitas Atma Jaya, Yogyakarta

Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus		
Berat Awal (V)	508	gr
Berat Pasir Keadaan Kering Oven (A)	497,81	gr
Berat Labu Ukur + Air (B)	718,19	gr
Berat Labu Ukur + Pasir + Air (C)	1028,9	gr
Berat Jenis Bulk	2,523	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis SSD	2,575	gr/cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> )	2,661	gr/cm <sup>3</sup>
Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	2,048	%

Maka berat jenis agregat halus dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat halus} &= \frac{BJ \text{ Bulk} + BJ \text{ Semu}}{2} \\ &= \frac{2,523 + 2,661}{2} \\ &= 2,592 \text{ gram/cc} \end{aligned}$$

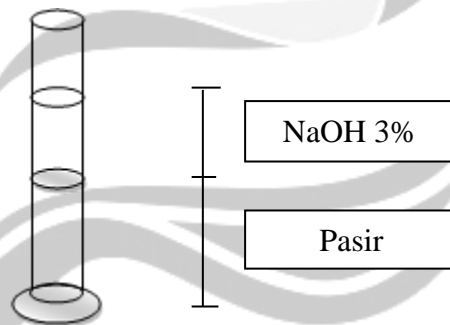
Kesimpulan :



- Berat jenis agregat halus yang didapat dalam pengujian ini adalah 2,592 gram/cc.

### 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 – 110<sup>0</sup>C
- IV. Pasir + Piring Masuk Tungku
- V. Hasil
- Pasir + Piring Keluar Tungku
- a. Berat Pasir = 93,48 gram
- Kandungan Lumpur =  $\frac{100 - 93,48}{100} \times 100\%$
- = 6,52 %

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



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**  
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kode Pos 1086  
Fax. +62-274-487748

---

82







### 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" (19 mm)	557	557	0	0	0	100
1/2" (12,5 mm)	448	448	0	0	0	100
3/8" (9,5 mm)	543	543	0	0	0	100
No. 4	507	507	0	0	0	100
No. 8	329	414	85	85	8.5	91.5
No. 30	402	948	546	631	63.1	36.9
No. 50	373	642	269	900	90	10
No. 100	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).



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**  
Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kode Pos 1086  
Fax. +62-274-487748

---

84





**PERHITUNGAN KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER UMUR 9 HARI**

NO	KODE	PANJANG	LEBAR	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BEBAN TEKAN (kgf)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN RERATA (MPa)	NO	KODE	PANJANG	LEBAR	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BEBAN TEKAN (kgf)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN RERATA (MPa)
<b>MORTAR TIPE A</b>															
1	3:2 Tanpa SP	50.20	50.00	2510.00	1225.00	3.97	3.63	1	3:2 Dengan SP	50.00	49.10	2455.00	1975.00	6.55	5.93
2		50.00	49.70	2485.00	1000.00	3.28		2		50.80	50.30	2555.24	1665.00	5.31	
<b>MORTAR TIPE B</b>															
1	3:2 Tanpa SP	50.00	50.10	2505.00	7250.00	23.57	17.90	1	3:2 Dengan SP	50.00	50.00	2500.00	7700.00	25.08	24.11
2		49.30	50.30	2479.79	3725.00	12.23		2		50.30	50.70	2550.21	7250.00	23.15	
1	4:2 Tanpa SP	50.00	50.30	2515.00	5150.00	16.67	20.47	1	4:2 Dengan SP	49.70	50.00	2485.00	7825.00	25.64	19.02
2		50.30	49.70	2499.91	7450.00	24.26		2		50.00	49.90	2495.00	3800.00	12.40	
1	5:2 Tanpa SP	50.00	50.20	2510.00	7000.00	22.71	23.93	1	5:2 Dengan SP	49.80	49.60	2470.08	4100.00	13.52	13.76
2		50.90	50.40	2565.36	7925.00	25.15		2		50.40	50.20	2530.08	4350.00	14.00	
<b>MORTAR TIPE C</b>															
1	3:2 Tanpa SP	50.10	49.00	2454.90	9250.00	30.68	28.57	1	3:2 Dengan SP	50.20	49.70	2494.94	8650.00	28.23	26.80
2		50.60	49.60	2509.76	8155.00	26.46		2		50.50	48.60	2454.30	7645.00	25.36	
1	4:2 Tanpa SP	50.30	50.00	2515.00	8500.00	27.52	30.67	1	4:2 Dengan SP	50.00	49.20	2460.00	7135.00	23.62	24.34
2		50.00	49.00	2450.00	10175.00	33.82		2		50.50	50.00	2525.00	7775.00	25.07	
1	5:2 Tanpa SP	50.60	50.00	2530.00	11460.00	36.88	35.98	1	5:2 Dengan SP	50.40	50.20	2530.08	5150.00	16.57	19.02
2		50.30	49.60	2494.88	10750.00	35.08		2		50.50	50.00	2525.00	6655.00	21.46	
<b>MORTAR TIPE D</b>															
1	3:2 Tanpa SP	49.70	51.40	2554.58	4100.00	13.07	11.51	1	3:2 Dengan SP	52.00	50.00	2600.00	7550.00	23.64	23.66
2		53.00	49.00	2597.00	3175.00	9.95		2		51.60	49.50	2554.20	7425.00	23.67	
1	4:2 Tanpa SP	50.70	51.00	2585.70	6400.00	20.15	20.34	1	4:2 Dengan SP	51.00	50.50	2575.50	7075.00	22.37	20.19
2		50.30	49.70	2499.91	6300.00	20.52		2		50.60	50.00	2530.00	5600.00	18.02	
1	5:2 Tanpa SP	52.10	49.70	2589.37	8925.00	28.06	27.70	1	5:2 Dengan SP	50.70	50.00	2535.00	2600.00	8.35	7.37
2		50.30	50.50	2540.15	8525.00	27.33		2		50.50	50.40	2545.20	2000.00	6.40	



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

NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	BEBAN TARIK (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TARIK (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)			
1	3:2 TANPA SP	204	204.33	101.40	8096.68	3.82	22.65	310.00	38.29	39.82		45.36				
		205		102.50												
		204		100.70												
2		202	202.40	101.00	7980.15	3.74	22.72	350.00	43.86	45.61						
		202.2		100.40												
		203		101.00												
3		203	202.57	100.02	7907.48	3.74	22.91	385.00	48.69	50.64						
		202.7		100.00												
		202		101.00												
4	3:2 DENGAN SP	302.9	302.43	151.00	17923.68	12.10	21.90	350.00			4.88	4.94				
		302.4		151.20												
		302		151.00												
5		303.8	303.27	150.20	17963.25	12.57	22.63	360.00			5.00					
		303.8		151.60												
		302.2		151.90												
1		3:2 DENGAN SP	202	202.13	100.50	8011.85	3.72	22.53	330.00	41.19	42.84				44.23	
			202.4		101.50											
			202		101.00											
2	202.7		202.83	101.10	8112.64	3.78	22.54	350.00	43.14	44.87						
	202.8			103.40												
	203			100.40												
3	203.8		203.63	99.40	7859.22	3.76	23.05	340.00	43.26	44.99						
	203.6			100.00												
	203.5			100.70												



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

NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	BEBAN TARIK (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TARIK (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)
4	3:2 DENGAN SP	303.1	302.87	150.00	149.70	17600.84	12.56	23.11	410.00		5.76		5.46
		303		149.10									
		302.5		150.00									
5	3:2 DENGAN SP	301.5	301.83	152.00	151.03	17915.77	12.53	22.73	370.00		5.17		5.46
		301.5		150.50									
		302.5		150.60									
1	4:2 TANPA SP	204.7	204.43	100.70	101.73	8128.61	3.80	22.43	310.00	38.14	39.66		46.88
		204		102.00									
		204.6		102.50									
2	4:2 TANPA SP	202.7	202.87	100.40	100.57	7943.25	3.73	22.68	405.00	50.99	53.03		46.88
		203		101.50									
		202.9		99.80									
3	4:2 TANPA SP	202.7	202.70	102.70	101.77	8133.94	3.72	22.15	375.00	46.10	47.95		4.98
		202.6		99.80									
		202.8		102.80									
4	4:2 TANPA SP	301.5	302.20	149.10	149.23	17491.28	12.44	23.09	355.00		5.01		4.98
		302.5		149.50									
		302.6		149.10									
5	4:2 TANPA SP	305.5	304.83	151.80	151.63	18058.40	12.81	22.82	360.00		4.96		4.98
		304		151.00									
		305		152.10									



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

NO	KODE	TINGGI (mm)		DIAMETER (mm)		LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	BEBAN TARIK (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TARIK (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)
1	4:2 DENGAN SP	203.2	203.17	100.60	100.37	7911.68	3.72	22.70	290.00		36.65	38.12		43.21	
		202.9		99.70											
		203.4		100.80											
2		202.4	202.80	101.20	100.50	7932.72	3.77	22.99	360.00		45.38	47.20			
		203.2		99.20											
		202.8		101.10											
3		204.1	203.37	100.80	100.80	7980.15	3.72	22.51	340.00		42.61	44.31			
		203		101.00											
		203		100.60											
4	302.7	302.20	150.00	149.50	17553.85	12.54	23.19		370.00		5.21		5.42		
	301.4		150.10												
	302.5		148.40												
5	302.6	302.77	149.70	149.37	17522.55	12.65	23.39		400.00		5.63				
	303.2		148.70												
	302.5		149.70												
1	5:2 TANPA SP	202.2	202.47	100.00	100.20	7885.43	3.72	22.88	360.00		45.65	47.48		47.41	
		203.3		100.60											
		201.9		100.00											
2		202.3	202.70	101.20	101.00	8011.85	3.77	22.77	375.00		46.81	48.68			
		203.6		100.50											
		202.2		101.30											
3		204	204.43	100.00	100.30	7901.18	3.77	22.90	350.00		44.30	46.07			
		204.4		100.50											
		204.9		100.40											



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

NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	BEBAN TARIK (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TARIK (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)	
4	5:2 TANPA SP	304.5	304.23	152.80	18217.54	12.60	22.30	320.00			4.40		4.19	
		305.7		151.50										152.30
		302.5		152.60										152.30
5	5:2 TANPA SP	306.6	306.17	150.50	17979.09	12.71	22.64	290.00			3.99		4.19	
		305.6		152.00										151.30
		306.3		151.40										151.30
1	5:2 DENGAN SP	202.6	202.60	103.00	8283.82	3.75	21.89	300.00		36.22	37.66		42.23	
202.7		102.50		102.70										
202.5		102.60		102.70										
2		5:2 DENGAN SP	203.6	203.10	101.00	8075.43	3.82	22.84	340.00		42.10	43.79		42.23
203			101.50		101.40									
202.7			101.70		101.40									
3		5:2 DENGAN SP	202.6	203.03	100.00	7932.72	3.80	23.16	345.00		43.49	45.23		5.38
202.8			100.00		100.50									
203.7			101.50		100.50									
4		5:2 DENGAN SP	303.3	303.07	150.00	17632.21	12.54	23.02	365.00			5.12		5.38
302.5			150.00		149.83									
303.4			149.50		149.83									
5	5:2 DENGAN SP	302.8	303.40	152.00	17789.46	12.48	22.69	405.00			5.65		5.38	
302.9		149.80		150.50										
304.5		149.70		150.50										



**PERHITUNGAN BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER UMUR 56 HARI**

NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)	
1	3:2 TANPA SP	202	202.23	101.00	7869.70	3.76	23.18	390.00	49.56	51.54	44.15	45.92
		202.6		99.80								
		202.1		99.50								
2		202.6	203.00	99.00	7901.18	3.72	22.75	345.00	43.66	45.41		
		203		100.50								
		203.4		101.40								
3		202	201.80	99.30	7901.18	3.68	22.64	310.00	39.23	40.80		
		201.6		100.00								
		201.8		101.60								
1	3:2 DENGAN SP	201.9	201.90	100.40	7853.98	3.72	23.01	365.00	46.47	48.33	41.27	42.92
		202.2		99.80								
		201.6		99.80								
2		200.9	201.03	99.40	7843.51	3.70	23.02	355.00	45.26	47.07		
		201		100.20								
		201.2		100.20								
3		203.7	203.63	99.60	7791.28	3.74	23.13	250.00	32.09	33.37		
		203.2		99.50								
		204		99.70								





**PERHITUNGAN BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER UMUR 56 HARI**

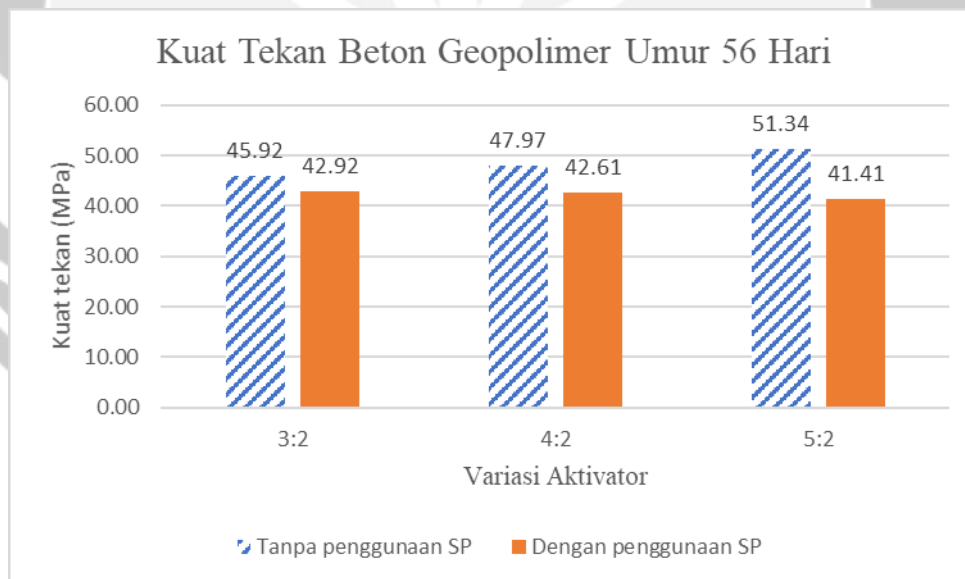
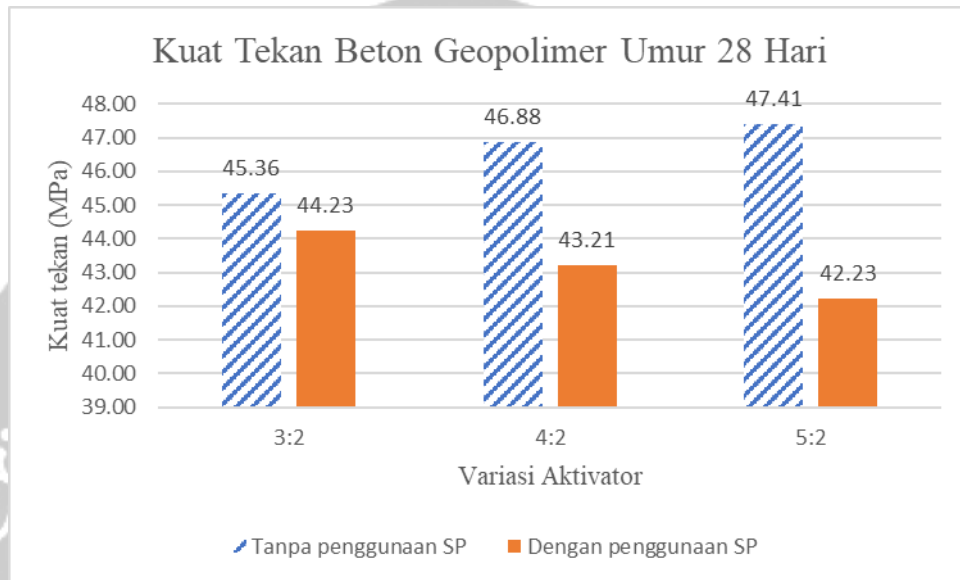
NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)	
1	4:2 TANPA SP	202.5	202.43	100.00	7874.94	3.76	23.14	355.00	45.08	46.88	46.12	47.97
		202.6		100.40								
		202.2		100.00								
2		202	201.80	99.80	7937.98	3.76	23.03	380.00	47.87	49.79		
		201.4		101.00								
		202		100.80								
3		201.5	201.23	100.70	7927.46	3.74	23.00	360.00	45.41	47.23		
		200.5		99.70								
		201.7		101.00								
1	4:2 DENGAN SP	203.5	203.40	99.90	7895.93	3.82	23.33	315.00	39.89	41.49	40.97	42.61
		203.7		100.30								
		203		100.60								
2		203	203.27	100.40	7911.68	3.80	23.18	265.00	33.49	34.83		
		203.2		100.70								
		203.6		100.00								
3		200.9	200.30	100.00	8075.43	3.78	22.93	400.00	49.53	51.51		
		200		102.00								
		200		102.20								



**PERHITUNGAN BERAT JENIS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER UMUR 56 HARI**

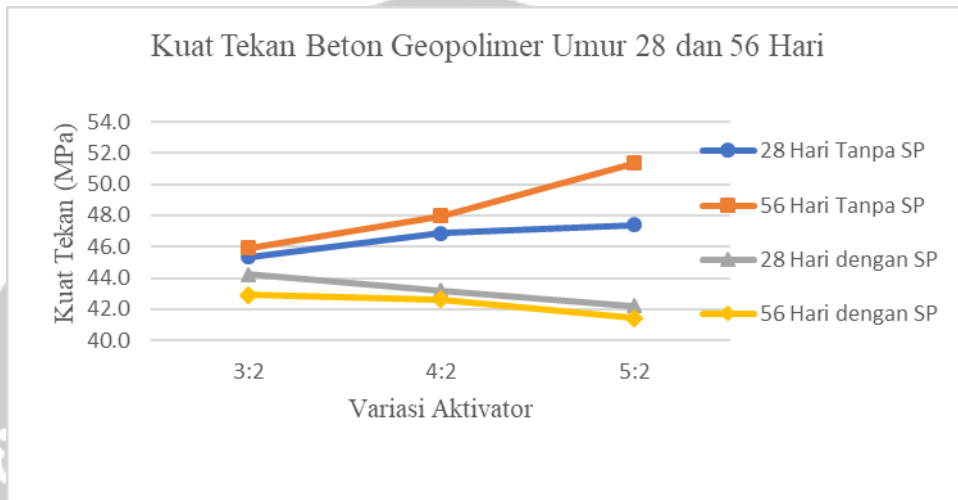
NO	KODE	TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	BERAT (kg)	BERAT JENIS (KN/m <sup>3</sup> )	BEBAN TEKAN (KN)	KUAT TEKAN (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI (MPa)	KUAT TEKAN KOREKSI RERATA (MPa)	KUAT TARIK RERATA (MPa)
1	5:2 TANPA SP	202	201.53	100.20	7906.43	3.84	23.64	375.00	47.43	49.33	51.34
		201.4		99.80							
		201.2		101.00							
2		203.2	203.77	99.80	7953.78	3.74	22.64	390.00	49.03	50.99	
		203.8		102.10							
		204.3		100.00							
3		201.9	200.63	99.70	7843.51	3.76	23.44	405.00	51.64	53.70	
		200		101.40							
		200		98.70							
1	5:2 DENGAN SP	201.7	201.97	100.00	7964.32	3.68	22.44	330.00	41.43	43.09	41.41
		201.5		101.30							
		202.7		100.80							
2		202.6	202.17	101.20	7916.94	3.72	22.80	320.00	40.42	42.04	
		202		100.00							
		201.9		100.00							
3		202.2	202.40	101.40	7980.15	3.74	22.72	300.00	37.59	39.10	
		203		101.20							
		202		99.80							

### GRAFIK KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER





**GRAFIK GABUNGAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER**





### PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

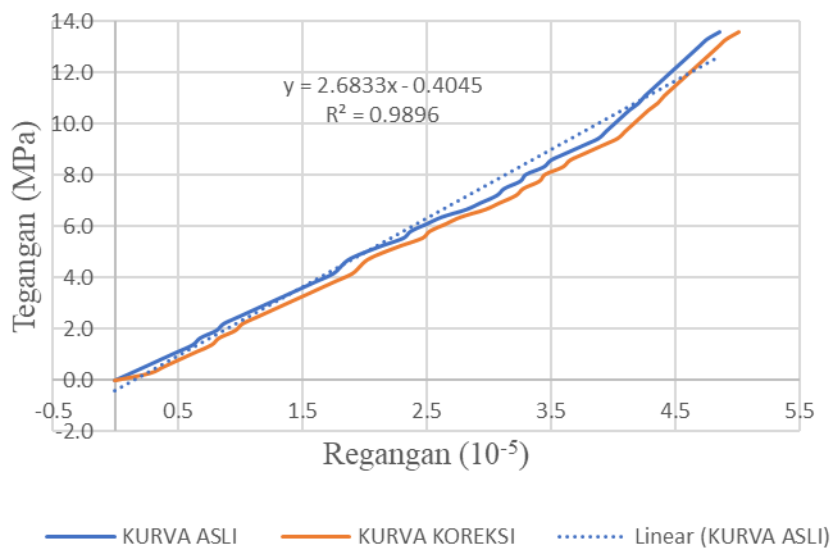
Kode benda uji = 3:2 Tanpa *superplasticizer*  
D Benda uji = 150,07 mm  
Ao = 17687,17 mm<sup>2</sup>  
D Baut = 7,5 mm  
Po = 199,6 mm  
Ec = 27120,55 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-2}$	$(1 \times 10^{-2})/2$	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0	0	0.0000	-0.15075	0.0000
500	4905	0.5	0.25	0.2773	0.12525	0.2760
1000	9810	1	0.5	0.5546	0.25050	0.4012
1500	14715	1.5	0.75	0.8320	0.37575	0.5265
2000	19620	2	1	1.1093	0.50100	0.6517
2500	24525	2.5	1.25	1.3866	0.62625	0.7770
3000	29430	2.75	1.375	1.6639	0.68888	0.8396
3500	34335	3.25	1.625	1.9412	0.81413	0.9649
4000	39240	3.5	1.75	2.2186	0.87675	1.0275
4500	44145	4	2	2.4959	1.00200	1.1528
5000	49050	4.5	2.25	2.7732	1.12725	1.2780
5500	53955	5	2.5	3.0505	1.25251	1.4033
6000	58860	5.5	2.75	3.3278	1.37776	1.5285
6500	63765	6	3	3.6052	1.50301	1.6538
7000	68670	6.5	3.25	3.8825	1.62826	1.7790
7500	73575	7	3.5	4.1598	1.75351	1.9043
8000	78480	7.25	3.625	4.4371	1.81613	1.9669
8500	83385	7.5	3.75	4.7144	1.87876	2.0295
9000	88290	8	4	4.9918	2.00401	2.1548
9500	93195	8.6	4.3	5.2691	2.15431	2.3051
10000	98100	9.25	4.625	5.5464	2.31713	2.4679
10500	103005	9.5	4.75	5.8237	2.37976	2.5305
11000	107910	10	5	6.1010	2.50501	2.6558
11500	112815	10.5	5.25	6.3784	2.63026	2.7810
12000	117720	11.25	5.625	6.6557	2.81814	2.9689
12500	122625	11.75	5.875	6.9330	2.94339	3.0941
13000	127530	12.25	6.125	7.2103	3.06864	3.2194
13500	132435	12.5	6.25	7.4876	3.13126	3.2820
14000	137340	13	6.5	7.7650	3.25651	3.4073
14500	142245	13.2	6.6	8.0423	3.30661	3.4574
15000	147150	13.75	6.875	8.3196	3.44439	3.5951



15500	152055	14	7	8.5969	3.50701	3.6578
16000	156960	14.5	7.25	8.8742	3.63226	3.7830
16500	161865	15	7.5	9.1515	3.75752	3.9083
17000	166770	15.5	7.75	9.4289	3.88277	4.0335
17500	171675	15.75	7.875	9.7062	3.94539	4.0961
18000	176580	16	8	9.9835	4.00802	4.1588
18500	181485	16.25	8.125	10.2608	4.07064	4.2214
19000	186390	16.5	8.25	10.5381	4.13327	4.2840
19500	191295	16.8	8.4	10.8155	4.20842	4.3592
20000	196200	17	8.5	11.0928	4.25852	4.4093
20500	201105	17.25	8.625	11.3701	4.32114	4.4719
21000	206010	17.5	8.75	11.6474	4.38377	4.5345
21500	210915	17.75	8.875	11.9247	4.44639	4.5971
22000	215820	18	9	12.2021	4.50902	4.6598
22500	220725	18.25	9.125	12.4794	4.57164	4.7224
23000	225630	18.5	9.25	12.7567	4.63427	4.7850
23500	230535	18.75	9.375	13.0340	4.69689	4.8476
24000	235440	19	9.5	13.3113	4.75952	4.9103
24500	240345	19.4	9.7	13.5887	4.85972	5.0105

KURVA MODULUS ELASTISITAS VARIASI 3:2  
TANPA SP UMUR 28 HARI





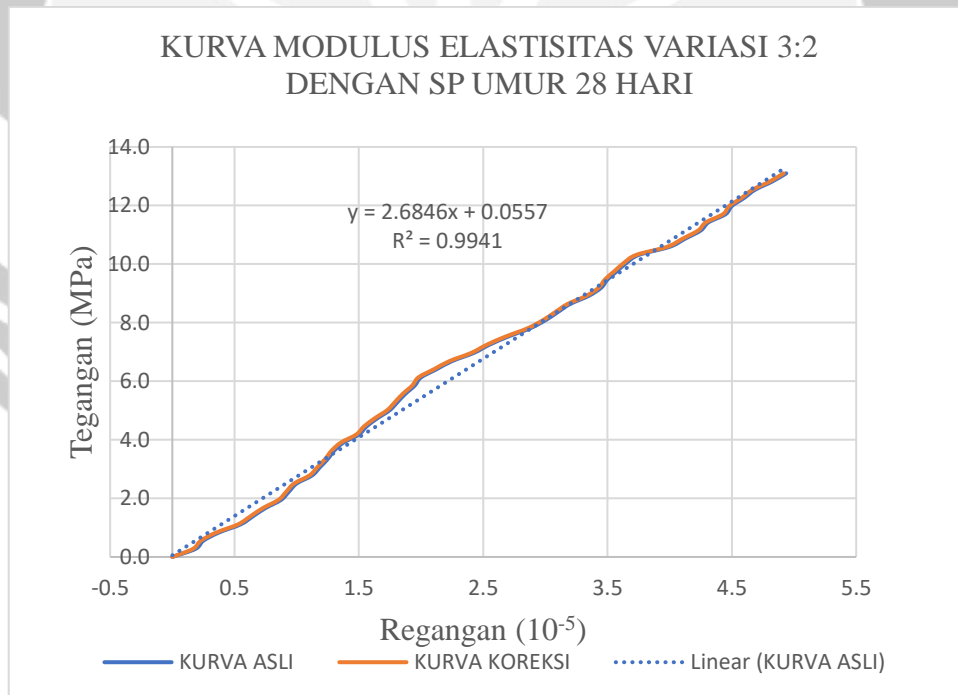
### PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 3:2 Dengan *superplasticizer*  
D Benda Uji = 149,70 mm  
Ao = 17600,84 mm<sup>2</sup>  
D Baut = 7,5 mm  
Po = 200 mm  
Ec = 26639,44 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0	0.0000	0,0000	0,0207	0,0000
500	4905	0.375	0.2787	0,2787	0,1875	0,1668
1000	9810	0.5	0.5574	0,5574	0,2500	0,2293
1500	14715	0.75	0.8360	0,8360	0,3750	0,3543
2000	19620	1.1	1.1147	1,1147	0,5500	0,5293
2500	24525	1.3	1.3934	1,3934	0,6500	0,6293
3000	29430	1.5	1.6721	1,6721	0,7500	0,7293
3500	34335	1.75	1.9508	1,9508	0,8750	0,8543
4000	39240	1.875	2.2294	2,2294	0,9375	0,9168
4500	44145	2	2.5081	2,5081	1,0000	0,9793
5000	49050	2.25	2.7868	2,7868	1,1250	1,1043
5500	53955	2.375	3.0655	3,0655	1,1875	1,1668
6000	58860	2.5	3.3442	3,3442	1,2500	1,2293
6500	63765	2.6	3.6228	3,6228	1,3000	1,2793
7000	68670	2.75	3.9015	3,9015	1,3750	1,3543
7500	73575	3	4.1802	4,1802	1,5000	1,4793
8000	78480	3.125	4.4589	4,4589	1,5625	1,5418
8500	83385	3.3	4.7376	4,7376	1,6500	1,6293
9000	88290	3.5	5.0162	5,0162	1,7500	1,7293
9500	93195	3.625	5.2949	5,2949	1,8125	1,7918
10000	98100	3.75	5.5736	5,5736	1,8750	1,8543
10500	103005	3.9	5.8523	5,8523	1,9500	1,9293
11000	107910	4	6.1310	6,1310	2,0000	1,9793
11500	112815	4.25	6.4096	6,4096	2,1250	2,1043
12000	117720	4.5	6.6883	6,6883	2,2500	2,2293
12500	122625	4.85	6.9670	6,9670	2,4250	2,4043
13000	127530	5.1	7.2457	7,2457	2,5500	2,5293
13500	132435	5.4	7.5244	7,5244	2,7000	2,6793
14000	137340	5.75	7.8030	7,8030	2,8750	2,8543
14500	142245	6	8.0817	8,0817	3,0000	2,9793
15000	147150	6.2	8.3604	8,3604	3,1000	3,0793



15500	152055	6.4	8.6391	8,6391	3,2000	3,1793
16000	156960	6.7	8.9178	8,9178	3,3500	3,3293
16500	161865	6.9	9.1964	9,1964	3,4500	3,4293
17000	166770	7	9.4751	9,4751	3,5000	3,4793
17500	171675	7.15	9.7538	9,7538	3,5750	3,5543
18000	176580	7.3	10.0325	10,0325	3,6500	3,6293
18500	181485	7.5	10.3112	10,3112	3,7500	3,7293
19000	186390	8	10.5898	10,5898	4,0000	3,9793
19500	191295	8.25	10.8685	10,8685	4,1250	4,1043
20000	196200	8.5	11.1472	11,1472	4,2500	4,2293
20500	201105	8.625	11.4259	11,4259	4,3125	4,2918
21000	206010	8.9	11.7046	11,7046	4,4500	4,4293
21500	210915	9	11.9832	11,9832	4,5000	4,4793
22000	215820	9.2	12.2619	12,2619	4,6000	4,5793
22500	220725	9.375	12.5406	12,5406	4,6875	4,6668
23000	225630	9.65	12.8193	12,8193	4,8250	4,8043
23500	230535	9.875	13.0980	13,0980	4,9375	4,9168







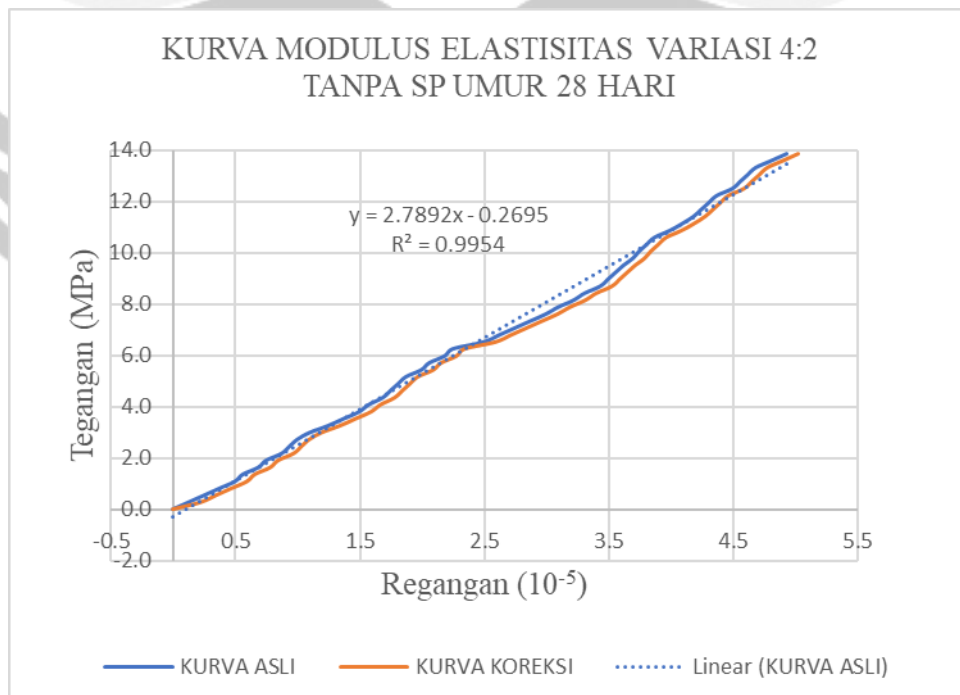
### PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 4:2 Tanpa *superplasticizer*  
D Benda Uji = 151,63 mm  
Ao = 18058,40 mm<sup>2</sup>  
D Baut = 7,5 mm  
Po = 200,5 mm  
Ec = 27586,85 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0	0	0.0000	-0.09625	0.0000
500	4905	0.5	0.25	0.2716	0.12469	0.2209
1000	9810	1	0.5	0.5432	0.24938	0.3456
1500	14715	1.5	0.75	0.8149	0.37406	0.4703
2000	19620	2	1	1.0865	0.49875	0.5950
2500	24525	2.25	1.125	1.3581	0.56110	0.6573
3000	29430	2.75	1.375	1.6297	0.68579	0.7820
3500	34335	3	1.5	1.9013	0.74813	0.8444
4000	39240	3.5	1.75	2.1730	0.87282	0.9691
4500	44145	3.75	1.875	2.4446	0.93516	1.0314
5000	49050	4	2	2.7162	0.99751	1.0938
5500	53955	4.4	2.2	2.9878	1.09726	1.1935
6000	58860	5	2.5	3.2594	1.24688	1.3431
6500	63765	5.5	2.75	3.5310	1.37157	1.4678
7000	68670	6	3	3.8027	1.49626	1.5925
7500	73575	6.3	3.15	4.0743	1.57107	1.6673
8000	78480	6.75	3.375	4.3459	1.68329	1.7795
8500	83385	7	3.5	4.6175	1.74564	1.8419
9000	88290	7.25	3.625	4.8891	1.80798	1.9042
9500	93195	7.5	3.75	5.1608	1.87032	1.9666
10000	98100	8	4	5.4324	1.99501	2.0913
10500	103005	8.25	4.125	5.7040	2.05736	2.1536
11000	107910	8.75	4.375	5.9756	2.18204	2.2783
11500	112815	9	4.5	6.2472	2.24439	2.3406
12000	117720	10	5	6.5189	2.49377	2.5900
12500	122625	10.5	5.25	6.7905	2.61845	2.7147
13000	127530	11	5.5	7.0621	2.74314	2.8394
13500	132435	11.5	5.75	7.3337	2.86783	2.9641
14000	137340	12	6	7.6053	2.99252	3.0888
14500	142245	12.4	6.2	7.8769	3.09227	3.1885
15000	147150	12.9	6.45	8.1486	3.21696	3.3132



15500	152055	13.25	6.625	8.4202	3.30424	3.4005
16000	156960	13.75	6.875	8.6918	3.42893	3.5252
16500	161865	14	7	8.9634	3.49127	3.5875
17000	166770	14.25	7.125	9.2350	3.55362	3.6499
17500	171675	14.5	7.25	9.5067	3.61596	3.7122
18000	176580	14.8	7.4	9.7783	3.69077	3.7870
18500	181485	15	7.5	10.0499	3.74065	3.8369
19000	186390	15.25	7.625	10.3215	3.80299	3.8992
19500	191295	15.5	7.75	10.5931	3.86534	3.9616
20000	196200	16	8	10.8648	3.99002	4.0863
20500	201105	16.4	8.2	11.1364	4.08978	4.1860
21000	206010	16.75	8.375	11.4080	4.17706	4.2733
21500	210915	17	8.5	11.6796	4.23940	4.3356
22000	215820	17.25	8.625	11.9512	4.30175	4.3980
22500	220725	17.5	8.75	12.2228	4.36409	4.4603
23000	225630	18	9	12.4945	4.48878	4.5850
23500	230535	18.25	9.125	12.7661	4.55112	4.6474
24000	235440	18.5	9.25	13.0377	4.61347	4.7097
24500	240345	18.75	9.375	13.3093	4.67581	4.7721
25000	245250	19.25	9.625	13.5809	4.80050	4.8967
25500	250155	19.75	9.875	13.8526	4.92519	5.0214





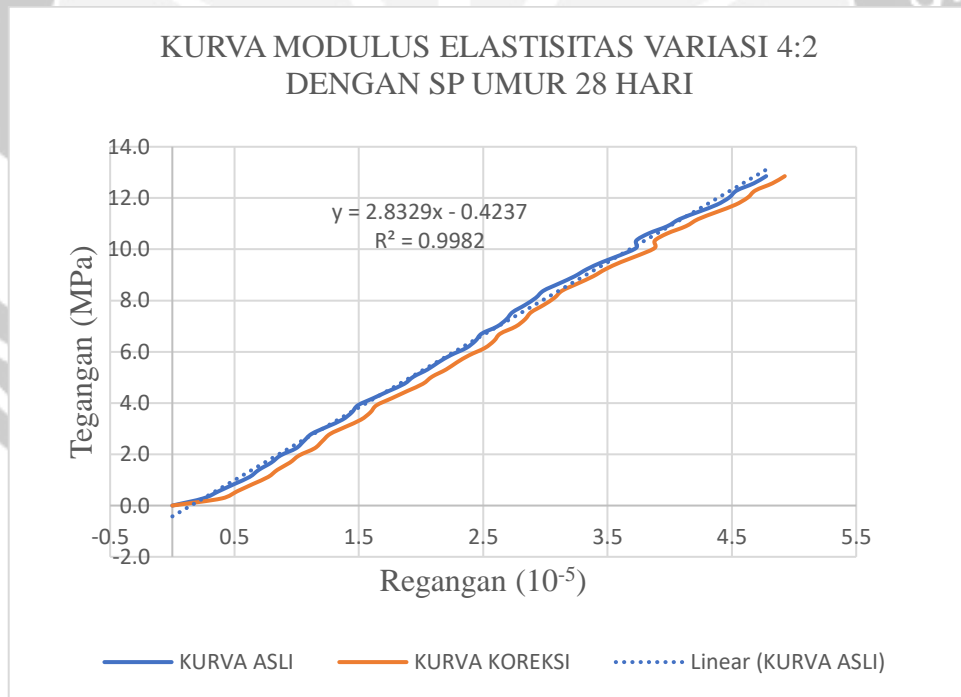
### PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 4:2 Dengan *superplasticizer*  
D Benda Uji = 149,5 mm  
Ao = 177553,85 mm<sup>2</sup>  
D Baut = 7,5 mm  
Po = 201 mm  
Ec = 26095,05 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-3}$	$(1 \times 10^{-3})/2$	MPa	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$
0	0	0	0	0.0000	-0.14956	0.0000
500	4905	1	0.5	0.2794	0.24876	0.3983
1000	9810	1.5	0.75	0.5589	0.37313	0.5227
1500	14715	2	1	0.8383	0.49751	0.6471
2000	19620	2.5	1.25	1.1177	0.62189	0.7715
2500	24525	2.8	1.4	1.3971	0.69652	0.8461
3000	29430	3.2	1.6	1.6766	0.79602	0.9456
3500	34335	3.5	1.75	1.9560	0.87065	1.0202
4000	39240	4	2	2.2354	0.99502	1.1446
4500	44145	4.25	2.125	2.5148	1.05721	1.2068
5000	49050	4.5	2.25	2.7943	1.11940	1.2690
5500	53955	5	2.5	3.0737	1.24378	1.3933
6000	58860	5.5	2.75	3.3531	1.36816	1.5177
6500	63765	5.8	2.9	3.6325	1.44279	1.5924
7000	68670	6	3	3.9120	1.49254	1.6421
7500	73575	6.5	3.25	4.1914	1.61692	1.7665
8000	78480	7	3.5	4.4708	1.74129	1.8909
8500	83385	7.5	3.75	4.7502	1.86567	2.0152
9000	88290	7.8	3.9	5.0297	1.94030	2.0899
9500	93195	8.25	4.125	5.3091	2.05224	2.2018
10000	98100	8.6	4.3	5.5885	2.13930	2.2889
10500	103005	9	4.5	5.8679	2.23881	2.3884
11000	107910	9.5	4.75	6.1474	2.36318	2.5127
11500	112815	9.8	4.9	6.4268	2.43781	2.5874
12000	117720	10	5	6.7062	2.48756	2.6371
12500	122625	10.5	5.25	6.9856	2.61194	2.7615
13000	127530	10.8	5.4	7.2651	2.68657	2.8361
13500	132435	11	5.5	7.5445	2.73632	2.8859
14000	137340	11.4	5.7	7.8239	2.83582	2.9854
14500	142245	11.75	5.875	8.1034	2.92289	3.0724
15000	147150	12	6	8.3828	2.98507	3.1346



15500	152055	12.25	6.25	8.6622	3.10945	3.2590
16000	156960	12.5	6.5	8.9416	3.23383	3.3834
16500	161865	13	6.7	9.2211	3.33333	3.4829
17000	166770	13.4	6.95	9.5005	3.45771	3.6073
17500	171675	13.9	7.25	9.7799	3.60697	3.7565
18000	176580	14.5	7.5	10.0593	3.73134	3.8809
18500	181485	15	7.5	10.3388	3.73134	3.8809
19000	186390	15.4	7.7	10.6182	3.83085	3.9804
19500	191295	16	8	10.8976	3.98010	4.1297
20000	196200	16.4	8.2	11.1770	4.07960	4.2292
20500	201105	17	8.5	11.4565	4.22886	4.3784
21000	206010	17.6	8.8	11.7359	4.37811	4.5277
21500	210915	18	9	12.0153	4.47761	4.6272
22000	215820	18.25	9.125	12.2947	4.53980	4.6894
22500	220725	18.8	9.4	12.5742	4.67662	4.8262
23000	225630	19.2	9.6	12.8536	4.77612	4.9257





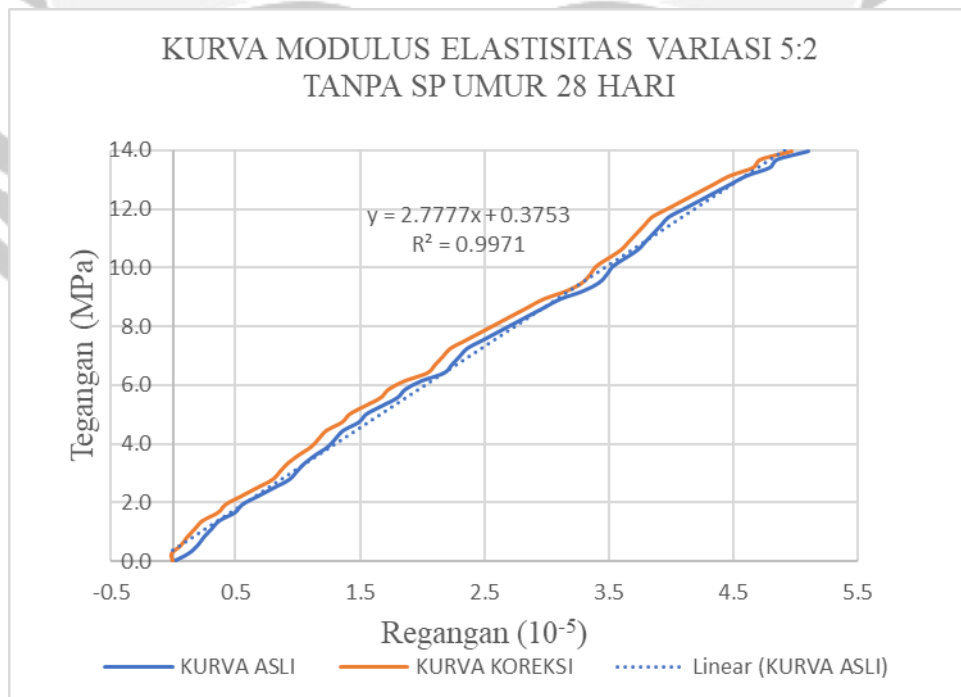
### PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 5:2 Tanpa *superplasticizer*  
D Benda Uji = 149,57 mm  
Ao = 17569,50 mm<sup>2</sup>  
D Baut = 7,5 mm  
Po = 201 mm  
Ec = 28117,94 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-2}$	$(1 \times 10^{-2})/2$	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0	0	0.0000	0.13511	0.0000
500	4905	0.5	0.25	0.2792	0.12438	-0.0107
1000	9810	0.8	0.4	0.5584	0.19900	0.0639
1500	14715	1	0.5	0.8375	0.24876	0.1136
2000	19620	1.25	0.625	1.1167	0.31095	0.1758
2500	24525	1.5	0.75	1.3959	0.37313	0.2380
3000	29430	2	1	1.6751	0.49751	0.3624
3500	34335	2.25	1.125	1.9542	0.55970	0.4246
4000	39240	2.75	1.375	2.2334	0.68408	0.5490
4500	44145	3.25	1.625	2.5126	0.80846	0.6733
5000	49050	3.75	1.875	2.7918	0.93284	0.7977
5500	53955	4	2	3.0709	0.99502	0.8599
6000	58860	4.25	2.125	3.3501	1.05721	0.9221
6500	63765	4.6	2.3	3.6293	1.14428	1.0092
7000	68670	5	2.5	3.9085	1.24378	1.1087
7500	73575	5.25	2.625	4.1877	1.30597	1.1709
8000	78480	5.5	2.75	4.4668	1.36816	1.2330
8500	83385	6	3	4.7460	1.49254	1.3574
9000	88290	6.25	3.125	5.0252	1.55473	1.4196
9500	93195	6.75	3.375	5.3044	1.67910	1.5440
10000	98100	7.25	3.625	5.5835	1.80348	1.6684
10500	103005	7.5	3.75	5.8627	1.86567	1.7306
11000	107910	8	4	6.1419	1.99005	1.8549
11500	112815	8.75	4.375	6.4211	2.17662	2.0415
12000	117720	9	4.5	6.7002	2.23881	2.1037
12500	122625	9.25	4.625	6.9794	2.30100	2.1659
13000	127530	9.5	4.75	7.2586	2.36318	2.2281
13500	132435	10	5	7.5378	2.48756	2.3525
14000	137340	10.5	5.25	7.8170	2.61194	2.4768
14500	142245	11	5.5	8.0961	2.73632	2.6012
15000	147150	11.5	5.75	8.3753	2.86070	2.7256



15500	152055	12	6	8.6545	2.98507	2.8500
16000	156960	12.5	6.25	8.9337	3.10945	2.9743
16500	161865	13.25	6.625	9.2128	3.29602	3.1609
17000	166770	13.75	6.875	9.4920	3.42040	3.2853
17500	171675	14	7	9.7712	3.48259	3.3475
18000	176580	14.2	7.1	10.0504	3.53234	3.3972
18500	181485	14.6	7.3	10.3295	3.63184	3.4967
19000	186390	15	7.5	10.6087	3.73134	3.5962
19500	191295	15.25	7.625	10.8879	3.79353	3.6584
20000	196200	15.5	7.75	11.1671	3.85572	3.7206
20500	201105	15.75	7.875	11.4463	3.91791	3.7828
21000	206010	16	8	11.7254	3.98010	3.8450
21500	210915	16.5	8.25	12.0046	4.10448	3.9694
22000	215820	17	8.5	12.2838	4.22886	4.0937
22500	220725	17.5	8.75	12.5630	4.35323	4.2181
23000	225630	18	9	12.8421	4.47761	4.3425
23500	230535	18.5	9.25	13.1213	4.60199	4.4669
24000	235440	19.25	9.625	13.4005	4.78856	4.6534
24500	240345	19.5	9.75	13.6797	4.85075	4.7156
25000	245250	20.5	10.25	13.9588	5.09950	4.9644





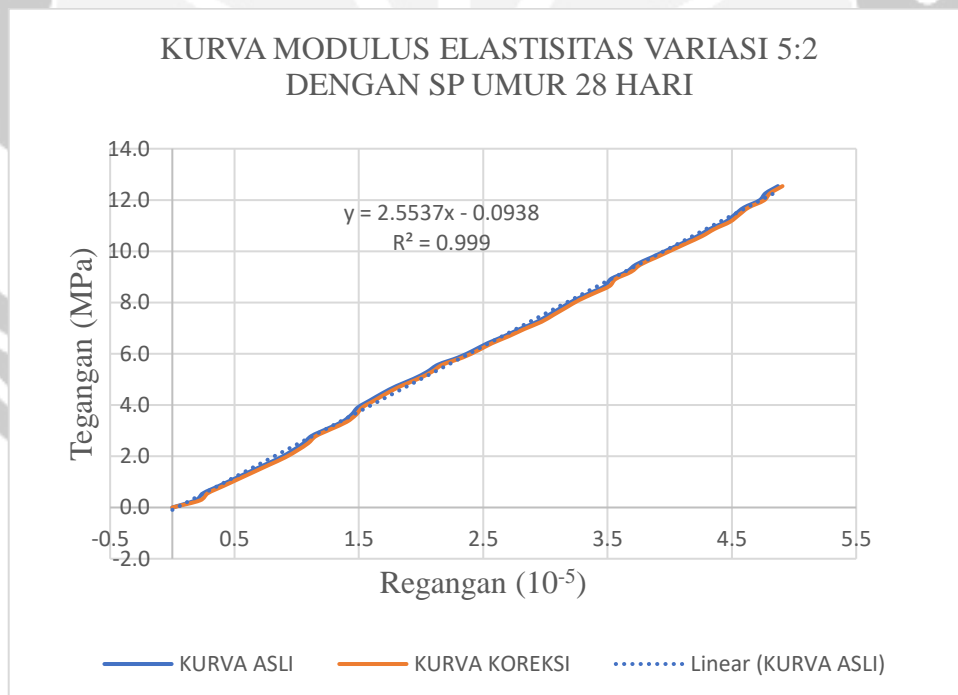
### PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON GEOPOLIMER

Kode benda uji = 5:2 Dengan *superplasticizer*  
D Benda Uji = 149,7 mm  
Ao = 17600,84 mm<sup>2</sup>  
D Baut = 7,5 mm  
Po = 201,2 mm  
Ec = 25553,89 MPa

Beban		Compressometer ( $\Delta P$ )		Tegangan	Regangan	Regangan Koreksi
Kgf	N	$1 \times 10^{-2}$	$(1 \times 10^{-2})/2$	MPa	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
0	0	0	0	0.0000	-0.03673	0.0000
500	4905	0.75	0.375	0.2787	0.18638	0.2231
1000	9810	1	0.5	0.5574	0.24851	0.2852
1500	14715	1.5	0.75	0.8360	0.37276	0.4095
2000	19620	2	1	1.1147	0.49702	0.5337
2500	24525	2.5	1.25	1.3934	0.62127	0.6580
3000	29430	3	1.5	1.6721	0.74553	0.7823
3500	34335	3.5	1.75	1.9508	0.86978	0.9065
4000	39240	3.9	1.95	2.2294	0.96918	1.0059
4500	44145	4.25	2.125	2.5081	1.05616	1.0929
5000	49050	4.5	2.25	2.7868	1.11829	1.1550
5500	53955	5	2.5	3.0655	1.24254	1.2793
6000	58860	5.5	2.75	3.3442	1.36680	1.4035
6500	63765	5.8	2.9	3.6228	1.44135	1.4781
7000	68670	6	3	3.9015	1.49105	1.5278
7500	73575	6.4	3.2	4.1802	1.59046	1.6272
8000	78480	6.8	3.4	4.4589	1.68986	1.7266
8500	83385	7.25	3.625	4.7376	1.80169	1.8384
9000	88290	7.8	3.9	5.0162	1.93837	1.9751
9500	93195	8.25	4.125	5.2949	2.05020	2.0869
10000	98100	8.6	4.3	5.5736	2.13718	2.1739
10500	103005	9.25	4.625	5.8523	2.29871	2.3354
11000	107910	9.75	4.875	6.1310	2.42296	2.4597
11500	112815	10.2	5.1	6.4096	2.53479	2.5715
12000	117720	10.75	5.375	6.6883	2.67147	2.7082
12500	122625	11.25	5.625	6.9670	2.79573	2.8325
13000	127530	11.8	5.9	7.2457	2.93241	2.9691
13500	132435	12.2	6.1	7.5244	3.03181	3.0685
14000	137340	12.6	6.3	7.8030	3.13121	3.1679
14500	142245	13	6.5	8.0817	3.23062	3.2673
15000	147150	13.5	6.75	8.3604	3.35487	3.3916



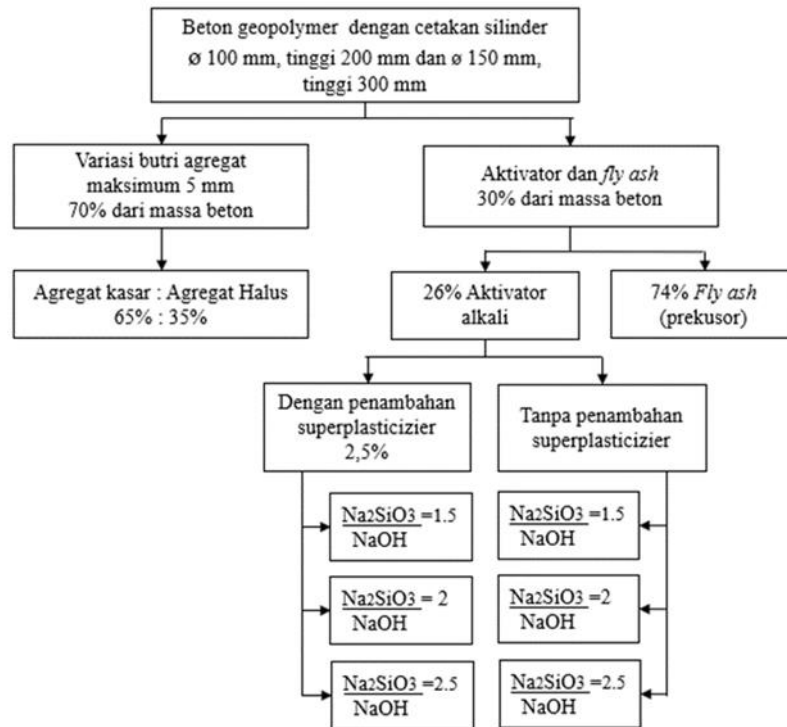
15500	152055	14	7	8.6391	3.47913	3.5159
16000	156960	14.2	7.1	8.9178	3.52883	3.5656
16500	161865	14.7	7.35	9.1964	3.65308	3.6898
17000	166770	15	7.5	9.4751	3.72763	3.7644
17500	171675	15.5	7.75	9.7538	3.85189	3.8886
18000	176580	16	8	10.0325	3.97614	4.0129
18500	181485	16.5	8.25	10.3112	4.10040	4.1371
19000	186390	17	8.5	10.5898	4.22465	4.2614
19500	191295	17.4	8.7	10.8685	4.32406	4.3608
20000	196200	17.9	8.95	11.1472	4.44831	4.4850
20500	201105	18.2	9.1	11.4259	4.52286	4.5596
21000	206010	18.5	9.25	11.7046	4.59742	4.6341
21500	210915	19	9.5	11.9832	4.72167	4.7584
22000	215820	19.2	9.6	12.2619	4.77137	4.8081
22500	220725	19.6	9.8	12.5406	4.87078	4.9075





### MIX DESIGN BETON GEOPOLIMER

#### 1. Komposisi perbandingan beton geopolimer



#### 2. Berat jenis material yang digunakan

Material	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )
<i>Fly Ash</i>	2,298
Agregat Kasar	2,478
Agregat Halus	2,592



3. Volume bahan penyusun beton geopolimer per- $m^3$

Mix design	Volume ( $m^3$ )	Bahan	Volume Bahan		
70% Agregat	0,7	Agregat kasar 65 %	0,455 $m^3$		
		Agregat halus 35%	0,245 $m^3$		
30% Aktivator + Fly ash	0,3	Fly ash 74 %	0,222 $m^3$		
		Aktivator 26%	3:2 ( $m^3$ )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,04680
				NaOH	0,03120
			4:2 ( $m^3$ )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,05200
				NaOH	0,02600
			5:2 ( $m^3$ )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,05571
				NaOH	0,02229
Superplasticizer 2,5%	0,0075 $m^3$				

4. Proporsi campuran beton geopolimer per- $m^3$

Bahan Penyusun	Volume	Berat Jenis ( $kg/m^3$ )	Total Kebutuhan			
Agregat kasar	0,455 $m^3$	2478	1127,49 kg			
Agregat halus	0,245 $m^3$	2592	657,34 kg			
Fly ash	0,222 $m^3$	2298	510,16 kg			
Aktivator	3:2 ( $m^3$ )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,04680	2x pencampuran	93,6	lt
		NaOH	0,03120	2x pencampuran	62,4	lt
	4:2 ( $m^3$ )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,05200	2x pencampuran	104	lt
		NaOH	0,02600	2x pencampuran	52	lt
	5:2 ( $m^3$ )	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,05571	2x pencampuran	111,43	lt
		NaOH	0,02229	2x pencampuran	44,57	lt
Superplasticizer	0,0075 $m^3$		7,5	lt		



5. Total kebutuhan campuran beton geopolimer dalam penelitian

Volume Silinder	(100x200 mm)	(150 x 300 mm)	Satuan
	0.0015700	0.0052988	m <sup>3</sup>

<b>KEPERLUAN AGREGAT KASAR</b>			
A. Berat Jenis Agregat Kasar	2478		kg/m <sup>3</sup>
B. Variasi Jumlah Agregat 70 %	0.0010990	0.0037091	m <sup>3</sup>
C. Jumlah Agregat Kasar 65 %	0.0007144	0.0024109	m <sup>3</sup>
D. Jumlah Kebutuhan Agregat Kasar			
Variasi Agregat Kasar	Jumlah (kg)	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Agregat Kasar (kg)
65 % (100 x 200 mm)	1.77	36	63.73
65 % (150 x 300 mm)	5.97	24	143.38
TOTAL			207.11
SF 15 %			31.07
TOTAL + SF 15 %			238.17

<b>KEPERLUAN AGREGAT HALUS</b>			
A. Berat Jenis Agregat Halus	2683		kg/m <sup>3</sup>
B. Variasi Jumlah Agregat 70 %	0.0010990	0.0037091	m <sup>3</sup>
D. Jumlah Agregat Halus 35 %	0.0003847	0.0012982	m <sup>3</sup>
E. Jumlah Kebutuhan Agregat Halus			
Variasi Agregat Halus	Jumlah (kg)	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Total (kg)
35 % (100 x 200 mm)	1.03	36	37.15
35 % (150 x 300 mm)	3.48	24	83.59
TOTAL			120.75
SF 15 %			18.11
TOTAL + SF 15 %			138.86



<b>KEPERLUAN FLY ASH</b>			
A. Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	2298		kg/m <sup>3</sup>
B. Variasi Jumlah <i>Fly Ash</i> + Aktivator 30 %	0.0004710	0.0015896	m <sup>3</sup>
D. Jumlah <i>Fly Ash</i> 74 %	0.0003485	0.0011763	m <sup>3</sup>
E. Jumlah Kebutuhan <i>Fly Ash</i>			
Variasi <i>Fly Ash</i>	Jumlah (kg)	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan <i>Fly Ash</i> (kg)
74 % (100 x 200 mm)	0.80	36	28.83
74 % (150 x 300 mm)	2.70	24	64.88
TOTAL			93.71
SF 15 %			14.06
TOTAL + SF 15 %			107.77

<b>KEPERLUAN AKTIVATOR</b>			
A. Variasi Jumlah <i>Fly Ash</i> + Aktivator 30 %	0.0004710	0.0015896	m <sup>3</sup>
B. Jumlah Aktivator 26 %	0.0001225	0.0004133	m <sup>3</sup>
C. Jumlah Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>			
Perbandingan 3:2	0.0000735	0.0002480	ml
Perbandingan 4:2	0.0000816	0.0002755	ml
Perbandingan 5:2	0.0000875	0.0002952	ml
D. Jumlah NaOH			
Perbandingan 3:2	0.0000490	0.0001653	ml
Perbandingan 4:2	0.0000408	0.0001378	ml
Perbandingan 5:2	0.0000350	0.0001181	ml
E. Jumlah Kebutuhan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>			
Variasi Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Jumlah (ml)	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + SF 15 % (ml)
26 % (100 x 200 mm) 3:2	146.95	12	2027.94
26 % (100 x 200 mm) 4:2	163.28	12	2253.26
26 % (100 x 200 mm) 5:2	174.94	12	2414.21
26 % (150 x 300 mm) 3:2	495.96	8	4562.86
27 % (150 x 300 mm) 4:2	551.07	8	5069.84
28 % (150 x 300 mm) 5:2	590.43	8	5431.98
TOTAL			21760.09



F. Jumlah Kebutuhan NaOH			
Variasi NaOH	Jumlah (ml)	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan NaOH + SF 15 % (ml)
26 % (100 x 200 mm) 3:2	97.97	12	1351.96
26 % (100 x 200 mm) 4:2	81.64	12	1126.63
26 % (100 x 200 mm) 5:2	69.98	12	965.68
26 % (150 x 300 mm) 3:2	330.64	8	3041.91
27 % (150 x 300 mm) 4:2	275.54	8	2534.92
28 % (150 x 300 mm) 5:2	236.17	8	2172.79
TOTAL			11193.89

KEPERLUAN SUPERPLASTIZER			
A. Variasi Jumlah <i>Fly Ash</i> + Aktivator 30 %	0.0004710	0.0015896	m <sup>3</sup>
B. Jumlah Superplastizer 2,5%	0.0000118	0.0000397	m <sup>3</sup>
C. Jumlah Kebutuhan Retarding			
Variasi <i>Superplastizer</i>	Jumlah (ml)	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + SF 15 % (ml)
2,5 % (100 x 200 mm)	11.78	18	243.74
2,5 % (150 x 300 mm)	39.74	12	548.42
TOTAL			792.16

**ALAT DAN BAHAN PENELITIAN**



Gelas Beker 1000 ml



Gelas Ukur 500 ml



Kerucut Abrams



Timbangan Digital



Oven



Silinder



Kaliper



Vicat



Cetok



Compressometer



Piknometer



Kain Perca



Palu



Plastik Kedap Udara



Compression Testing Machine



Universal Testing Machine



*Aquadest*



*NaOH*



*Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>*



*Oli*



*Krikil*



*Pasir*



*Fly Ash*



*Superplasticizer Plastiment VZ*



**DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN**



Pengujian Berat Jenis Krikil



Pengujian Berat Jenis Pasir



Pengujian Kandungan Lumpur



Pengujian *Setting Time*



Proses Pembuatan Aktivator



Proses Mixing Beton Geopolimer



Hasil Proses Mixing Beton



Proses *Dry Curing* Beton Geopolimer



Proses *Ambient Curing* Beton



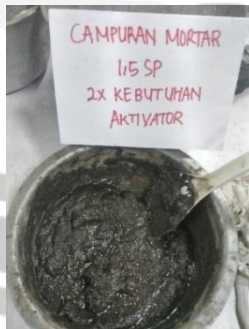
Pengujian Modulus Elastisitas



Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



Proses Mixing Mortar Geopolimer



Hasil Proses Mixing Mortar



Proses *Curing* Mortar



Pengujian Kuat Tekan Mortar