

Pengaruh Rasio Prekursor Agregat Halus Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer Tanah Liat

Randi Wijaya^{a*} dan Edowinsyah^a

^aProgram Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam, Pagar Alam, Indonesia 31512

* Corresponding author's e-mail : randiwijaya07@gmail.com

Received: 11 July 2023; revised: 29 August 2023; accepted: 4 September 2023

Abstract : The basis and main component of any building construction is primarily concrete. With the rapid growth of global construction, the demand for concrete is increasing and consequently the demand for cement as the main component in making concrete is also increasing. This is the single most important factor for using inorganic binders to obtain eco-friendly concrete. Nowadays, inorganic binders such as geopolymers or alumina-silicate polymers are used in many advances of eco-friendly concrete. Geopolymer mortar is one that uses natural components and minerals as binders and has a high concentration of alumina and silica oxide. This study aims to determine how the ratio of precursor (clay) fine aggregate affects the characteristics of geopolymer mortar. The research method used is the Experimental method, alkaline activator with a ratio of 1:1 in NaOH and Na₂SiO₃ and using 16 M molarity NaOH. Using precursor and fine aggregate in the ratio of 1:0.2; 1:0.4; 1:0.6; 1:0.8; 1:1; 1:1.2; 1:1.4; 1:1.6; 1:1.8 and 1:2. At the age of 3, 14, and 28 days, compressive strength tests were conducted on all specimens. Based on the results of the research, the compressive strength of clay geopolymer mortar has a maximum compressive strength of 8.53 MPa after 28 days of treatment with code M6 at a precursor and fine aggregate ratio of 1 : 1.2. The results showed that after passing the maximum compressive strength ratio in code M6 the ratio decreased due to more fine aggregate than the binder (alkali activator).

Keywords : geopolymer mortar, clay, compressive strength, alkali activator

Abstrak : Dasar dan komponen utama dari setiap konstruksi bangunan utamanya adalah beton. Dengan pesatnya pertumbuhan konstruksi global, permintaan beton meningkat dan akibatnya permintaan semen sebagai komponen utama dalam pembuatan beton juga meningkat. Ini adalah satu-satunya faktor terpenting untuk menggunakan bahan pengikat anorganik untuk mendapatkan beton ramah lingkungan. Saat ini, pengikat anorganik seperti geopolimer atau polimer *alumina-silikat* digunakan dalam banyak kemajuan beton ramah lingkungan. Mortar geopolimer adalah salah satu yang menggunakan komponen dan mineral alami sebagai pengikat dan memiliki konsentrasi alumina dan silika oksida yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbandingan prekursor (tanah liat) agregat halus mempengaruhi karakteristik mortar geopolimer. Metode penelitian yang dipakai adalah metode Eksperimen, alkali aktivator dengan perbandingan 1:1 pada NaOH dan Na₂SiO₃ dan menggunakan NaOH molaritas 16 M. Menggunakan prekursor dan agregat halus dengan perbandingan 1:0,2; 1:0,4; 1:0,6; 1:0,8; 1:1; 1:1,2; 1:1,4; 1:1,6; 1:1,8 dan 1:2. Pada umur 3, 14, dan 28 hari dilakukan uji kuat tekan pada semua benda uji. Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan mortar geopolimer tanah liat memiliki kuat tekan maksimum sebesar 8,53 MPa setelah 28 hari perawatan dengan kode M6 pada rasio prekursor dan agregat halus 1 : 1,2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah melewati rasio perbandingan kuat tekan maksimum pada kode M6 rasio perbandingan mengalami penurunan hal ini disebabkan karena lebih banyak agregat halus dari bahan pengikatnya (alkali aktivator).

Kata Kunci : mortar geopolimer, tanah liat, kuat tekan, alkali aktivator

1. Pendahuluan

Di era globalisasi, pertumbuhan yang mencakup banyak pembangunan infrastruktur maupun pembangunan gedung semakin berkembang dan menjadi kebutuhan dasar umat manusia. Infrastruktur bangunan menjadi lebih umum di bidang industri konstruksi yang meningkatkan Permintaan beton dan sebagai akibatnya permintaan semen dalam produksi beton juga meningkat. Setiap Tahunnya konsumsi semen dunia sudah mencapai angka 2,3 juta ton per tahun yang berarti sekitar 2,3 juta ton gas *Karbon Dioksida* (CO₂) telah dilepaskan ke atmosfer, hal ini akan membawa dampak buruk bagi kehidupan manusia jika penggunaannya semakin meningkat, yaitu dengan adanya pencemaran lingkungan, maka diperlukan cara untuk mengurangi produksi semen [1-3].

Dengan banyaknya pembakaran pada pembuatan semen, perlu dilakukan terobosan baru dalam mencari material alternatif yang bersifat hampir sama seperti semen. Ini adalah salah satu kekuatan pendorong dibelakang pengembangan beton ramah lingkungan dengan pengikat anorganik yang dibuat dari sintesis komponen geologi alami termasuk abu sekam padi, abu terbang (*fly ash*), batu napal, dan lain-lain [4-6].

Perkembangan beton menggunakan bahan anorganik pada saat ini sudah banyak dilakukan menggunakan *alumina-silikat polymer* atau geopolimer. Geopolimer merupakan campuran sintetik non-organik yang dibuat melalui proses polimerisasi. Bahan utama untuk bahan geopolimer saat ini adalah bahan-bahan yang kaya akan unsur *alumina* (Al) dan *silika* (Si). Mortar yang menggunakan bahan alami yang memiliki kandungan

oksida silika dan alumina yang tinggi sebagai pengikat atau sering disebut mortar geopolimer [7-10].

Tanah Liat merupakan jenis zat tertentu yang terbuat dari bahan koloid yang senyawanya relatif halus yang terbentuk dari kristal-kristal sangat kecil di bawah 0,1 mikro. Tanah liat dalam keadaan murni termasuk hidrosilikat alumina dan memiliki rumusnya : $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ [11-12].

Di Sumatera Selatan yaitu di kota Pagar Alam dikenal sebagai salah satu daerah yang mayoritas keadaan tanahnya memiliki permukaan bergelombang hingga berbukit, berasal dari jenis tanah latosol dan andosol. Jika dilihat dari jenisnya, medan di kawasan Pagar Alam termasuk dengan tingkat tanah kesuburan yang tinggi [13]. Salah satu jenisnya merupakan tanah liat, Saat ini masyarakat di Pagar Alam belum memanfaatkan tanah liat secara maksimal. Berdasarkan hal tersebut, dalam tugas akhir ini peneliti mencoba meneliti pengaruh rasio prekursor (tanah liat) : agregat halus terhadap karakteristik mortar geopolimer.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam (ITPA) yang Berlokasi di Jl. Masik Siagim no.75 Simpang Mbacang, Kel. Karang Dalo, Kec. Dempo Tengah Kota Pagar Alam, merupakan Tempat pembuatan dan pengujian benda uji.

2.2 Studi Pustaka

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari referensi-referensi seperti buku, jurnal yang dilakukan oleh peneliti terdahulu.

- 1) Membaca dan mengutip dari buku Teknologi Beton
- 2) Membaca dari SNI 1970:2008. Tentang, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- 3) Membaca dari SNI 2816:2014. Tentang, Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton.
- 4) Membaca dari SNI-03-2834-2000. Tentang, Metode Pengujian Analisa Saringan Gradasi Agregat Halus.
- 5) Membaca dari Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil. Tentang, Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan.
- 6) Membaca dari Media Komunikasi Teknik Sipil. Tentang, Pengaruh Substitusi Tanah Putih pada Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dengan Aktifator Natrium Hidroksida.

2.3 Data

Metode penelitian yang dipakai adalah metode Eksperimen, yang dilakukan dilaboratorium Institut Teknologi Pagar Alam. Mortar geopolimer dibuat dari prekursor (tanah liat), agregat halus, alkali aktivator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbandingan prekursor (tanah liat) : agregat halus mempengaruhi karakteristik mortar geopolimer.

2.4 Komposisi Benda Uji

Pembuatan mortar geopolimer dibuat dengan menggunakan material yang dicampur sesuai dengan *mix*

design (Tabel 1). Rasio NaOH : Na_2SiO_3 = 1:1 dengan NaOH yang digunakan 16 M, rasio Prekursor : Aktivator = 1:0,6 , rasio Prekursor : Agregat Halus = 1:0,2; 1:0,4; 1:0,6; 1:0,8; 1:1; 1:1,2; 1:1,4; 1:1,6; 1:1,8 dan 1:2. Komposisi mortar geopolimer tanah liat satu sampel berukuran 5 x 5 x 5 cm dan berat uji coba 200 gram.

Tabel 1. Komposisi campuran mortar geopolimer tanah liat

Kode	Agregat Halus (gr)	Prekursor Tanah Liat (gr)		Aktivator (gr)	
		NaOH	Na_2SiO_3	NaOH	Na_2SiO_3
M1	33,30	104,20	31,25	31,25	31,25
M2	57,10	89,30	26,80	26,80	26,80
M3	75	78,10	23,45	23,45	23,45
M4	88,90	69,40	20,85	20,85	20,85
M5	100	62,50	18,75	18,75	18,75
M6	109,10	56,80	17,05	17,05	17,05
M7	116,70	52,10	15,60	15,60	15,60
M8	123,10	48,10	14,40	14,40	14,40
M9	128,60	44,60	13,40	13,40	13,40
M10	133,30	41,70	12,50	12,50	12,50

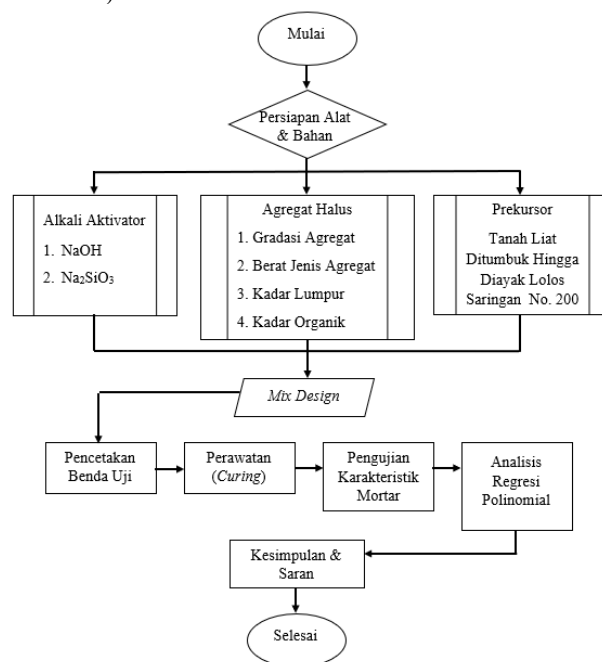
2.5 Langkah-langkah Penelitian

Berikut langkah-langkah dalam penelitian yang akan dilakukan :

- 1) Perencanaan campuran mortar (*mix design*).
- 2) Pembuatan mortar.
- 3) Pencetakan mortar.
- 4) Perawatan mortar.
- 5) Pengujian mortar.

2.6 Diagram Alir

Tahapan penelitian adalah seperti pada bagan alir (Gambar 1).



Gambar 1. Langkah pelaksanaan penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Agregat

3.1.1 Gradasi Agregat Halus

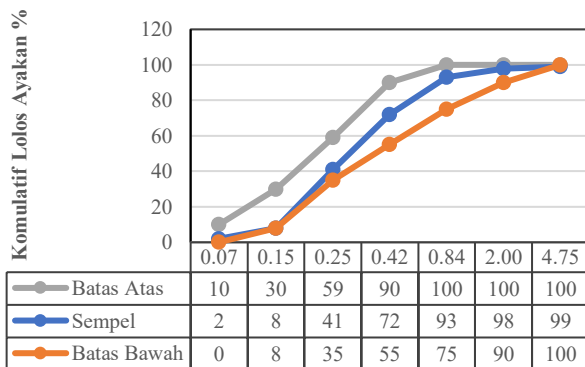
Pemeriksaan gradasi agregat halus bertujuan untuk mengetahui dan menentukan pembagian diameter butiran atau modulus kehalusan. Pemeriksaan gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus

Lulus Ayakan Us Sieve	Berat Tertahan		Berat kumulatif % Tertahan	Berat Kumulatif Lewat Ayakan %
	Diameter (mm)	Gr %		
4	4,75	5	1	99
10	2,00	5	2	98
20	0,84	25	7	93
40	0,42	105	28	72
60	0,25	155	59	41
100	0,15	165	92	8
200	0,07	30	98	2
PAN		10	2	100
Jumlah		500	100	387

Modulus halus butiran agregat halus = Jumlah kumulatif tertahan (tanpa PAN)/100=287/100=2,87. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa modulus butiran agregat halus sebesar 2,87. Syarat modulus antara 1,50 – 3,80 hal ini menunjukkan bahwa modulus memenuhi syarat sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus memenuhi syarat dalam bahan campuran mortar.

Gradasi kehalusan agregat juga dibagi berdasarkan daerah zona jenis kehalusan agregat. Zona gradasi agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Gradasi saringan zona 2

Berdasarkan hasil analisis presentasi butiran agregat halus sungai lematang termasuk dalam zona 2 yakni merupakan jenis pasir sedang dan memenuhi syarat dalam bahan campuran mortar [14].

3.1.2 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur agregat halus bertujuan untuk menentukan presentase (%) kadar lumpur yang terkandung di agregat halus bertujuan untuk apakah agregat halus tersebut baik digunakan untuk campuran mortar.

Berdasarkan hasil penelitian kadar lumpur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian kadar lumpur

- Pasir = 40 ml
- Volume endapan = 1 ml
- Aquades = 90 ml
- Asal = Sungai Lematang Kota Pagar Alam
- Kandungan lumpur agregat halus = $\frac{1}{40} \times 100 = 2,5\%$

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa kadar lumpur dalam agregat halus sebesar 2,5 %. Syarat (SK SNI S-04-1989-F) yaitu < 5 % hal ini menunjukkan bahwa kadar lumpur memenuhi syarat sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus memenuhi syarat dalam bahan campuran mortar.

3.1.3 Pengujian Kadar Organik

Pengujian kadar organik agregat halus bertujuan untuk melihat kandungan bahan organik pada agregat halus berdasarkan warna pada air pengujian agregat halus dan melihat adanya kotoran organik merugikan dalam agregat halus yang akan digunakan dalam mortar. Berdasarkan penelitian dilaboratorium hasil penelitian kadar organik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian kadar organik

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa kadar organik dalam agregat halus yang sudah ditambahkan cairan NaOH adalah berwarna kuning muda dengan kandungan organik 0% - 10%. syarat (SNI 2816:2014) yaitu < 30 % hal ini menunjukkan bahwa kadar organik memenuhi syarat sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus memenuhi syarat dalam bahan campuran mortar [15].

3.1.4 Berat Jenis Agregat

Pengujian berat jenis agregat halus bertujuan untuk mengetahui berat jenis dari agregat halus pasir lematang. Hasil pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada perhitungan Tabel 3.

Tabel 3. berat jenis agregat halus

No.	Pengujian	Jumlah (Gr)
1.	Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	500
2.	Berat benda uji kering oven	478
3.	Berat alat + air	661
4.	Berat alat + air + benda uji	957

Berat jenis agregat halus = Berat benda uji kering oven / (Berat alat+air) + Berat benda uji kering oven - (Berat alat+air+benda uji)=2,63

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa berat jenis agregat halus sebesar 2,63 gr/cm³. Syarat (SNI 1969:2008) berat jenis yang baik antara 2,40 - 2,90 gr/cm³ hal ini menunjukkan bahwa agregat halus memenuhi syarat sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat halus memenuhi syarat dalam bahan campuran mortar [16].

3.2 Berat Jenis Mortar Geopolimer

Pemeriksaan analisis berat jenis untuk mengetahui berat jenis pada setiap sampel mortar geopolimer yang bertujuan untuk mengetahui berat satuan pada mortar pemeriksaan berat jenis mortar dilakukan pada saat mortar berumur 3,14, dan 28 hari.

3.2.1 Berat Jenis Umur 3 Hari

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian berat jenis mortar umur 3 hari. Adapun hasil pengujian berat jenis mortar dilaboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Berat jenis mortar umur 3 hari

No.	Kode	Berat Mortar (gr)	Volume (cm ³)	Berat Jenis Mortar (gr/cm ³)
1	M1	256,33	125	2,05
2	M2	252,67	125	2,02
3	M3	264,33	125	2,11
4	M4	274,33	125	2,19
5	M5	271,00	125	2,17
6	M6	286,67	125	2,29
7	M7	265,00	125	2,12
8	M8	286,00	125	2,29
9	M9	270,00	125	2,16
10	M10	265,67	125	2,13

Berdasarkan Tabel 4 diketahui untuk berat jenis tertinggi pada campuran mortar geopolimer tanah liat dengan kode M6 dengan berat 286,67 gram dan untuk berat jenis terendah pada campuran mortar geopolimer tanah liat dengan kode M2 dengan berat 252,67 gram.

3.2.2 Berat Jenis Umur 14 Hari

Setelah melakukan analisis berat jenis umur 3 hari maka, selanjutnya melakukan analisis umur 14 hari. Adapun hasil pengujian berat jenis mortar dilaboratorium dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat jenis mortar umur 14 hari

No.	Kode	Berat Mortar (gr)	Volume (cm ³)	Berat Jenis Mortar (gr/cm ³)
1	M1	244,67	125	1,96
2	M2	240,33	125	1,92
3	M3	257,67	125	2,06
4	M4	269,00	125	2,15
5	M5	258,67	125	2,07
6	M6	279,00	125	2,23
7	M7	258,67	125	2,07
8	M8	274,67	125	2,20
9	M9	257,00	125	2,06
10	M10	254,67	125	2,04

Berdasarkan Tabel 5 diketahui untuk berat jenis tertinggi pada campuran mortar geopolimer tanah liat dengan kode M6 dengan berat 279,00 gram dan untuk berat jenis terendah pada campuran mortar geopolimer tanah liat dengan kode M2 dengan berat 240,33 gram.

3.2.3 Berat jenis umur 28 hari

Setelah melakukan analisis berat jenis umur 14 hari, selanjutnya melakukan analisis berat jenis umur 28 hari. Adapun hasil pengujian berat jenis mortar dilaboratorium dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Berat Jenis Mortar Umur 28 Hari

No.	Kode	Berat Mortar (gr)	Volume (cm ³)	Berat Jenis Mortar (gr/cm ³)
1	M1	238,33	125	1,91
2	M2	229,33	125	1,83
3	M3	250,00	125	2,00
4	M4	260,00	125	2,08
5	M5	244,33	125	1,95
6	M6	272,00	125	2,18
7	M7	248,67	125	1,99
8	M8	265,00	125	2,12
9	M9	238,33	125	1,91
10	M10	234,00	125	1,87

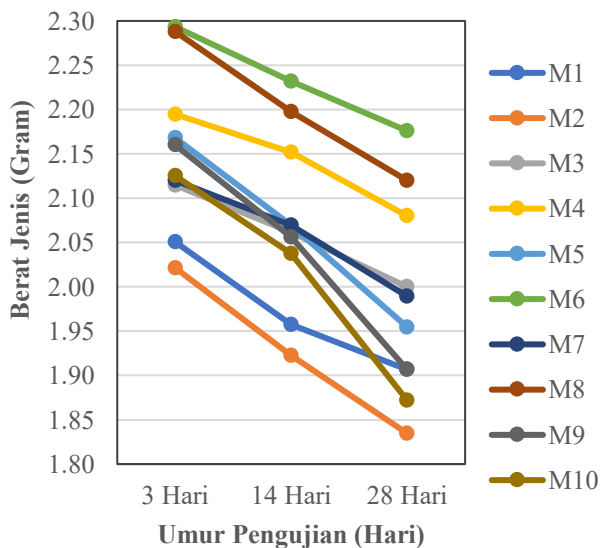
Berdasarkan Tabel 6 diketahui untuk berat jenis tertinggi pada campuran mortar geopolimer tanah liat dengan kode M6 dengan berat 272,00 gram dan untuk berat jenis terendah pada campuran mortar geopolimer tanah liat dengan kode M2 dengan berat 229,33 gram.

3.2.4 Hubungan Berat Jenis Mortar Terhadap Umur Pengujian

Setelah melakukan analisis berat jenis pada mortar geopolimer dengan variasi umur 3, 14 dan 28 hari. Selanjutnya dilakukan analisis hubungan berat jenis untuk menunjukkan hubungan berat jenis mortar terhadap umur mortar geopolimer. Pengujian berat jenis mortar dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 5.

Tabel 7. Hubungan Berat Jenis Terhadap Umur Pengujian

No.	Kode	Berat Jenis (Umur)		
		3	14	28
1	M1	2,05	1,96	1,91
2	M2	2,02	1,92	1,83
3	M3	2,11	2,06	2,00
4	M4	2,19	2,15	2,08
5	M5	2,17	2,07	1,95
6	M6	2,29	2,23	2,18
7	M7	2,12	2,07	1,99
8	M8	2,29	2,20	2,12
9	M9	2,16	2,06	1,91
10	M10	2,13	2,04	1,87



Gambar 5. Hubungan berat jenis terhadap umur pengujian

Berdasarkan hasil pada Tabel 7 dan Gambar 5 pengujian semakin lama umur perawatan benda uji maka berat jenis mortar geopolimer tanah liat semakin menurun hal tersebut terjadi karena kandungan air pada mortar geopolimer menguap [17].

3.3 Kuat Tekan Mortar Geopolimer

3.3.1 Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari

Setelah melakukan analisis berat jenis pada mortar, selanjutnya dilakukan analisis kuat tekan untuk mendapatkan nilai kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan umur 3 hari dapat dilihat pada Tabel 8.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 8 dapat dilihat nilai kuat tekan yang naik turun hal ini dikarenakan umur benda uji yang masih muda yaitu 3 hari kuat tekan yang

dihasilkan masih kecil dengan kuat tekan paling tinggi pada kode M4 dengan nilai 4,27 MPa dan kuat tekan yang paling rendah pada kode M10 dengan nilai 2,67 MPa.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari

No.	Kode	Kuat Tekan (Mpa)
1	M1	3,33
2	M2	3,60
3	M3	3,73
4	M4	4,27
5	M5	3,73
6	M6	3,87
7	M7	3,60
8	M8	3,33
9	M9	3,07
10	M10	2,67

3.3.2 Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari

Setelah melakukan analisis kuat tekan umur 3 hari, selanjutnya melakukan analisis kuat tekan umur 14 hari. Hasil pengujian kuat tekan umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan umur 14 hari

No.	Kode	Kuat Tekan (Mpa)
1	M1	4,40
2	M2	4,93
3	M3	4,67
4	M4	5,07
5	M5	5,20
6	M6	6,13
7	M7	4,93
8	M8	4,13
9	M9	3,87
10	M10	3,73

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 9 dapat dilihat nilai kuat tekan yang masih naik turun dengan kuat tekan yang sudah cukup memiliki perbedaan hal ini dikarenakan umur benda uji sudah memasuki umur 14 hari dengan kuat tekan paling tinggi pada kode M6 dengan nilai 6,13 MPa dan kuat tekan yang paling rendah pada kode M10 dengan nilai 3,73 Mpa.

3.3.3 Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari

Setelah melakukan analisis kuat tekan umur 14 hari, selanjutnya melakukan analisis kuat tekan umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 10.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 10 dapat dilihat nilai kuat tekan yang sudah cukup stabil dikarenakan umur benda uji sudah memasuki umur 28 hari dengan kuat tekan paling tinggi pada kode M6 dengan nilai 8,53 MPa dan kuat tekan yang paling rendah pada kode M10 dengan nilai 4,13 MPa.

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari

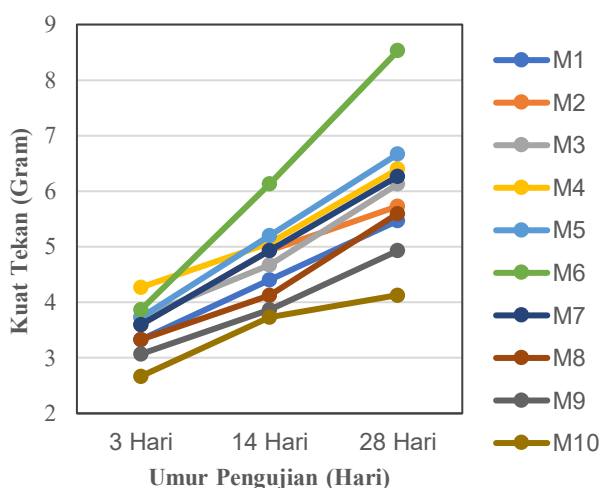
No.	Kode	Kuat Tekan (Mpa)
1	M1	5,57
2	M2	5,73
3	M3	6,13
4	M4	6,40
5	M5	6,67
6	M6	8,53
7	M7	6,27
8	M8	5,60
9	M9	4,93
10	M10	4,13

3.3.4 Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

Setelah melakukan analisis kuat tekan pada mortar geopolimer dengan variasi umur 3, 14 dan 28 hari. Selanjutnya dilakukan analisis hubungan kuat tekan untuk menunjukkan hubungan kuat tekan mortar terhadap umur mortar geopolimer. Pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 6.

Tabel 11. Hubungan kuat tekan terhadap umur pengujian

No.	Kode	Kuat tekan (Mpa)		
		3 Hari	14 Hari	28 Hari
1	M1	3,33	4,40	5,47
2	M2	3,60	4,93	5,73
3	M3	3,73	4,67	6,13
4	M4	4,27	5,07	6,40
5	M5	3,73	5,20	6,67
6	M6	3,87	6,13	8,53
7	M7	3,60	4,93	6,27
8	M8	3,33	4,13	5,60
9	M9	3,07	3,87	4,93
10	M10	2,67	3,73	4,13



Gambar 6. Hubungan kuat tekan terhadap umur pengujian

Berdasarkan hasil pada Tabel 11 dan Gambar 6 pengujian diketahui dari hasil hubungan kuat tekan mortar geopolimer tanah liat terhadap umur pengujian menunjukkan bahwa semakin lama umur benda uji maka

hasil kuat tekan akan semakin meningkat hal ini dikarenakan semakin lama umur benda uji maka mortar geopolimer yang dihasilkan akan semakin tinggi kuat tekannya [17].

3.4 Regresi Polinomial

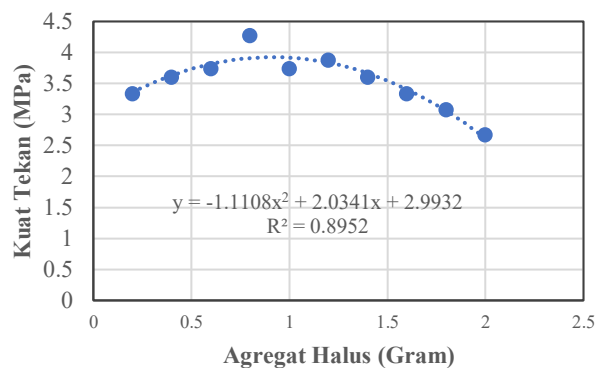
Perhitungan regresi polinomial bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel agregat halus dengan kuat tekan berdasarkan data hasil penelitian. Regresi polinomial menggunakan data X yaitu agregat halus (rasio perbandingan/gram) dan Y yaitu kuat tekan (Mpa).

3.4.1 Umur Kuat Tekan 3 Hari

Hasil analisis regresi polinomial dengan umur kuat tekan 3 hari dapat dilihat dari Tabel 12 dan Gambar 7.

Tabel 12. Regresi polinomial dengan umur kuat tekan 3 hari

No.	Agregat Halus (X)	Kuat Tekan (Y)
1	0,2	3,33
2	0,4	3,6
3	0,6	3,73
4	0,8	4,27
5	1	3,73
6	1,2	3,87
7	1,4	3,6
8	1,6	3,33
9	1,8	3,07
10	2	2,67
Total	11	35,2



Gambar 7. Garis regresi polinomial umur kuat tekan 3 hari

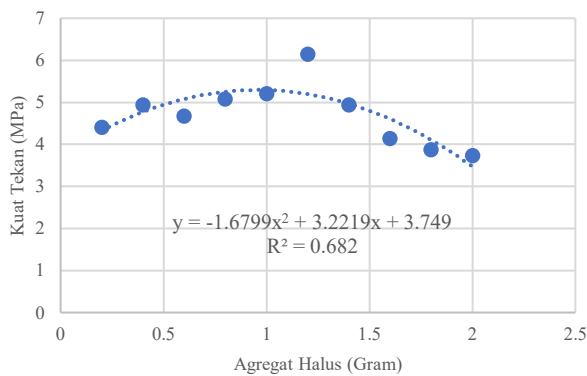
Dilihat dari Tabel 12 dan grafik pada Gambar 7 untuk kuat tekan tertinggi terdapat pada kode M4 dengan perbandingan prekursor : agregat halus 1 : 0,8 dengan nilai kuat tekan 4,27 MPa. Dapat dilihat juga dari grafik bertambahnya agregat halus maka kuat tekan makin berkurang, hal ini disebabkan karena lebih banyak agregat halus dari bahan pengikatnya (alkali aktivator).

3.3.5 Umur Kuat Tekan 14 Hari

Hasil analisis regresi polinomial dengan umur kuat tekan 14 hari dapat dilihat dari Tabel 13 dan Gambar 8.

Tabel 13. Regresi polinomial dengan umur kuat tekan 14 hari

No.	Agregat Halus (X)	Kuat Tekan (Y)
1	0,2	4,4
2	0,4	4,93
3	0,6	4,67
4	0,8	5,07
5	1	5,2
6	1,2	6,13
7	1,4	4,93
8	1,6	4,13
9	1,8	3,87
10	2	3,73
Total	11	47,06



Gambar 8. Garis regresi polinomial umur kuat tekan 14 hari

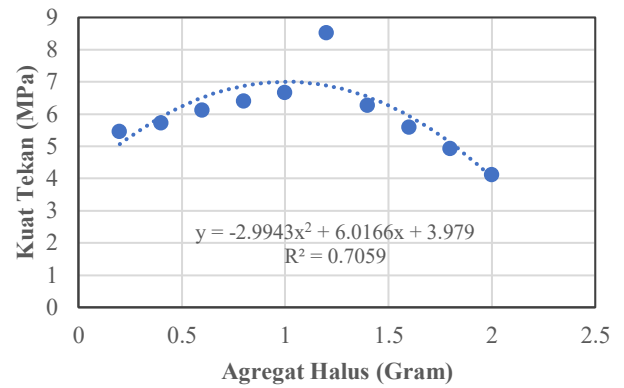
Dilihat dari Tabel 13 dan grafik pada Gambar 8 untuk kuat tekan tertinggi terdapat pada kode M6 dengan perbandingan prekursor : agregat halus 1 : 1,2 dengan nilai kuat tekan 6,13 MPa. Dapat dilihat juga dari grafik bertambahnya agregat halus maka kuat tekan makin berkurang, hal ini disebabkan karena lebih banyak agregat halus dari bahan pengikatnya (alkali aktivator).

3.3.6 Umur Kuat Tekan 28 Hari

Hasil perhitungan regresi polinomial dengan umur kuat tekan 28 hari dapat dilihat dari Tabel 14 dan Gambar 9.

Tabel 14. Regresi polinomial dengan umur kuat tekan 28 hari

No.	Agregat Halus (X)	Kuat Tekan (Y)
1	0,2	5,47
2	0,4	5,73
3	0,6	6,13
4	0,8	6,4
5	1	6,67
6	1,2	8,53
7	1,4	6,27
8	1,6	5,6
9	1,8	4,93
10	2	4,13
Total	11	59,86



Gambar 9. Garis regresi polinomial umur kuat tekan 28 hari

Dilihat dari Tabel 14 dan grafik pada Gambar 9 untuk kuat tekan tertinggi terdapat pada kode M6 dengan perbandingan prekursor : agregat halus 1 : 1,2 dengan nilai kuat tekan 8,53 MPa. Dapat dilihat juga dari grafik bertambahnya agregat halus maka kuat tekan makin berkurang, hal ini disebabkan karena lebih banyak agregat halus dari bahan pengikatnya (alkali aktivator).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

- 1) Kuat tekan yang dihasilkan pada mortar geopolimer tanah liat pada umur 28 hari sangat berpengaruh dan mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu perawatan. Dan kuat tekan yang paling optimum terlihat pada kode M6 rasio prekursor : agregat halus 1 : 1,2 pada umur 28 hari yaitu sebesar 8,53 MPa.
- 2) Setelah melewati rasio perbandingan kuat tekan maksimum pada kode M6 rasio perbandingan mengalami penurunan hal ini disebabkan karena lebih banyak agregat halus dari bahan pengikatnya (alkali aktivator).

4.2 Saran

- 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada pengaruh waktu perawatan benda uji dengan variasi waktu perawatan antara 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.
- 2) Pada proses pengujian mortar geopolimer lebih diperhatikan pada saat penentuan permukaan mortar yang akan ditekan dengan alat uji tekan, karena berpengaruh pada hasil uji tekan.

Daftar Pustaka

[1] R.F. Pramudita, "Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang Dengan Molaritas 12 M Dan 14 M", *Rekayasa Teknik Sipil*, vol. 3, no. 3, p. 70, 2017.

[2] F.R. Tambingon, M.D, Sumajouw, and S.E. Wallah, "Kuat Tekan Beton Geopolymer Dengan Perawatan Temperatur Ruangan", *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 9, p. 641, 2018.

[3] A.J. Bangun, J. Tarigan, and A. Perwira, "Pengaruh Variasi Molar Pada Kuat Tekan Mortar Geopolimer

- Berbahan Dasar Fly Ash PLTU Pangkalan Susu”, *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 4, p. 1, 2021.
- [4] E. Maulani, “Pemakaian Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen Fas 0.30 Dengan Perlakuan Kalsinasi Untuk Produksi Beton Normal”, *Teras Jurnal*, vol. 6, no. 1, p. 49, 2016.
- [5] K.A. Putra, S.E. Wallah, and S.O. Dapas, “Kuat Tarik Belah Beton Geopolymer Berbasis Abu Terbang (Fly Ash)”, *Jurnal Sipil Statik*, vol. 2, no. 7, p. 330, 2014.
- [6] H. Wijaya, V. Itteridi, and Tarmizi, “Pengaruh Rasio Na_2SiO_3 : NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Batu Napal”, *Jurnal Ilmiah Beerings*, vol. 08, no. 01, p. 25, 2021.
- [7] Y. Sandya, Prihantono, and S. Musalamah, “Penggunaan Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Semen pada Beton Geopolimer”, *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, vol. 5, no. 2, p. 59, 2019.
- [8] R.I. Putra, “Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer Dengan Molaritas Tinggi,” *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 03, no. 03, p. 99, 2017.
- [9] N. Rizaldi, A.I. Rusadi, G. Wibisono, E. Saputra, and M. Olivia, “Studi Parametrik Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Terbang”, *Media Teknik Sipil*, vol. 18, no. 2, p. 113, 2020.
- [10] A. Prayoga, V. Itteridi, and M. Taswin, “Pengaruh Konsentrasi Rasio NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Cangkang Sawit”, *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 6, no. 2, p. 53, 2021.
- [11] S. Hastutiningrum, “Proses Pembuatan Batu Bata Berpori Dari Tanah Liat Dan Kaca,” *Jurnal Teknologi Technoscintia*, vol. 5, no. 3, p. 200, 2013.
- [12] Y.A. Priastiwi, A. Hidayat, D. Daryanto, and Z. Salamsyah, “Pengaruh Substitusi Tanah Putih pada Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dengan Aktifator Natrium Hidroksida”, *Media Komunikasi Teknik Sipil*, vol. 26, no. 1, p. 9, 2020.
- [13] D. Suita, “Kajian Longsor Di Lokasi P. 33 D.I Lematang Kota Pagar Alam (Sumatera Selatan)”, *Buletin Utama Teknik*, vol. 14, no. 3, p. 195, 2019.
- [14] SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2000.
- [15] SNI 2816:2014, *Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2014.
- [16] SNI 970:2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [17] SNI 03-6821-2002, *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2002