



ISSN : 2355-617X
E-ISSN : 2828-1160

Jurnal Ilmiah Bering

Editor Office : PPPM Institut Teknologi Pagar Alam

Jl. Masik Siagim No 75 Simpang Mbacang, Pagar Alam, SUM-SEL, Indonesia

Phone : 0852-9064-2110

Email : itpaberings89@gmail.com

PENGARUH RASIO Na_2SiO_3 : NaOH TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN TANAH LIAT

Abdi Nasrullah¹, Didi Ardiansya², Oscar Guatama³

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam

Jalan Masik Siagim No.75 Simpang Mbacang Kec.Dempo Tengah Kota Pagar Alam

Sur-el : abdinassrullah4@gmail.com

Abstrak: Ketergantungan sektor konstruksi pada semen Portland sebagai bahan pengikat utama telah memicu peningkatan produksi semen secara signifikan. Proses produksi semen ini menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan, penelitian ini mengeksplorasi potensi mortar geopolimer berbasis tanah liat sebagai bahan bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio sodium silikat (Na_2SiO_3) terhadap natrium hidroksida (NaOH) terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Dengan menggunakan metode eksperimental, penelitian ini memvariasikan rasio Na_2SiO_3 : NaOH pada rentang 0,25:1 hingga 2,5:1, dengan molaritas NaOH tetap sebesar 16 M. Rasio antara prekursor (tanah liat) dan aktivator (larutan alkali) dijaga konstan pada nilai 1:0,6. Kuat tekan mortar geopolimer kemudian diuji pada umur 3, 14, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan mortar geopolimer mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur curing. Nilai kuat tekan tertinggi tercapai pada umur 28 hari dengan rasio Na_2SiO_3 : NaOH sebesar 0,75:1, yakni sebesar 4,53 MPa. Namun, tren umum yang ditemukan adalah semakin tinggi rasio Na_2SiO_3 , maka kuat tekan mortar geopolimer cenderung menurun. Temuan ini mengindikasikan bahwa rasio Na_2SiO_3 : NaOH memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja mortar geopolimer berbasis tanah liat. Rasio optimal Na_2SiO_3 : NaOH pada penelitian ini adalah 0,75:1, di mana pada rasio ini diperoleh kuat tekan yang paling tinggi. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi geopolimer sebagai alternatif bahan bangunan yang berkelanjutan, dengan potensi untuk mengurangi ketergantungan pada semen Portland dan emisi gas rumah kaca.

Kunci Utama: Mortar Geopolimer, Tanah Liat.

Abstract: "The heavy reliance of the construction sector on Portland cement as the primary binding material has led to a significant increase in cement production. This production process generates greenhouse gas emissions, contributing to climate change. As a more environmentally friendly alternative, this study explores the potential of clay-based geopolymer mortar as a building material. This research aims to analyze the influence of varying ratios of sodium silicate (Na_2SiO_3) to sodium hydroxide (NaOH) on the compressive strength of geopolymer mortar. Using an experimental method, this study varied the Na_2SiO_3 : NaOH ratio from 0.25:1 to 2.5:1, while maintaining a constant NaOH molarity of 16 M. The ratio between the precursor (clay) and activator (alkaline solution) was kept constant at 1:0.6. The compressive strength of

the geopolymer mortar was then tested at ages of 3, 14, and 28 days. The results showed that the compressive strength of the geopolymer mortar increased with curing age. The highest compressive strength was achieved at 28 days with a $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ ratio of 0.75:1, reaching 4.53 MPa. However, the general trend found was that as the Na_2SiO_3 ratio increased, the compressive strength of the geopolymer mortar tended to decrease. These findings indicate that the $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ ratio has a significant influence on the performance of clay-based geopolymer mortar. The optimal $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ ratio in this study was 0.75:1, where the highest compressive strength was obtained. This research contributes significantly to the development of geopolymer technology as a sustainable building material alternative, with the potential to reduce reliance on Portland cement and greenhouse gas emissions."

Keywords : *Geopolymer Mortar, Clay*

1. PENDAHULUAN

Konstruksi beton masih mendominasi sebagai konstruksi yang marak di gunakan di Indonesia dengan hampir merata pembangunan yang terjadi di Indonesia menggunakan konstruksi beton itu sendiri. Ketergantungan penggunaan semen pada sektor konstruksi beton menyebabkan peningkatan produksi semen *portland* yang nyatanya berdampak negative terhadap atmosfer. Hal ini karena semen menghasilkan gas buangan CO_2 (karbon dioksida) selama proses pembakaran bahan bakar yang berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan, oleh karena itu perlu adanya inovasi untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengganti semen sebagai bahan pembuatan beton (Wijaya & Itteridi, 2021). Dalam berkembangnya para pakar teknologi beton mulai melakukan riset terhadap pembuatan beton geopolimer. Beton ini mulai diperkenalkan sebagai beton ramah lingkungan untuk mengurangi emisi CO_2 akibat penggunaan semen *portland*. Suatu bahan yang terbuat dari komponen alami dan alkali-silikat dikenal sebagai geopolimer, dan seiring perkembangannya, geopolimer dapat digunakan untuk membuat mortar (Nilmania & Mawardi, 2022). Bahan alami yang digunakan dalam mortar geopolimer, yang menggunakannya sebagai pengikat, memiliki proporsi alumina dan silika oksida yang tinggi (Daya et al., 2022). Bahan alam yang memiliki konsentrasi SiO_2 (silika oksida) yang tinggi, seperti tanah liat, abu sekam padi, fly ash, dan napal, dapat digunakan sebagai prekursor dalam produksi mortar geopolimer. Zat ini tidak memiliki kapasitas untuk mengikat, namun dapat mengikat bila dikombinasikan dengan aktivator, seperti NaOH (natrium hidroksida) dan Na_2SiO_3 (natrium silikat), Kandungan oksida silika bahan-bahan ini akan bereaksi secara kimiawi dan menghasilkan ikatan polimer. Sampai saat ini, campuran yang telah digunakan sebagai aktivator Alkali untuk membuat geopolimer adalah NaOH dan Na_2SiO_3 (Wijaya & Itteridi, 2021). Penggunaan tanah liat Untuk mengevaluasi kuat tekan mortar geopolimer dan mendapatkan proporsi campuran yang baik untuk mencapai nilai kuat tekan beton yang sesuai, diperlukan studi lebih lanjut. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mencoba untuk menyelidiki bagaimana rasio Na_2SiO_3 terhadap NaOH mempengaruhi kuat tekan mortar geopolimer berbasis tanah liat dalam tugas akhir ini

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini Tempat pembuatan dan pengujian benda uji dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam (ITPA). Jln. Masik Siagim no.75 Desa Simpang Mbacang, Kel. Karang Dalo, Kec. Dempo Tengah Kota Pagar Alam.

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Tanah liat
- NaOH
- Na₂SiO₃
- Agregat Halus (Pasir)

2.2.2. Alat Penelitian

Adapun alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Satu set ayakan dan alat penggetar untuk menyaring tanah liat yang telah dihaluskan dan mengukur gradasi butiran agregat halus.
- Timbangan digital dengan presisi 0,1 gram
- Gelas ukur volume 100 ml
- Baskom dan cawan sebagai tempat pengadukan mortar.
- Mesin *mixer* mortar
- Sendok semen
- Cetakan kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm
- Kantong plastik digunakan untuk perawatan benda uji selama masa perawatan benda uji
- Alat uji kuat tekan (*Concrete Compression Machine*)

2.3. Mix Design Komposisi Campuran

Pembuatan mortar geopolimer diawali dengan menimbang material yang diaduk dengan mix design. Variabel tetap yang digunakan rasio Aktivator : Prekursor = 0,6 : 1, dengan komposisi perbandingan binder dan agregat halus adalah 1 : 2, Agregat halus : Prekursor = 2 : 1 dan rasio NaOH yang telah ditetapkan. Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 16 M. komposisi campuran untuk satu sampel mortar geopolimer tanah liat ukuran 5 x 5 x 5 cm dengan berat trial 200 gram.

Tabel 1 Komposisi Campuran Mortar Geopolimer Tanah Liat.

KODE	Prekursor	Aktivator		Agregat Halus (g)
	Tanah Liat	Na ₂ SiO ₃ (g)	NaOH (g)	
M1	66,7	4,99	19,98	133,3
M2	66,7	8,33	16,65	133,3
M3	66,7	10,70	14,27	133,3
M4	66,7	12,49	12,49	133,3
M5	66,7	13,88	11,10	133,3
M6	66,7	14,98	9,99	133,3
M7	66,7	15,89	9,08	133,3
M8	66,7	16,65	8,32	133,3
M9	66,7	17,29	7,68	133,3
M10	66,7	17,84	7,13	133,3

Keterangan :

- M1 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 0,25 : 1
M2 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 0,50 : 1
M3 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 0,75 : 1
M4 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 1,00 : 1
M5 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 1,25 : 1
M6 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 1,50 : 1
M7 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 1,75 : 1
M8 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 2,00 : 1
M9 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio Na₂SiO₃ : NaOH adalah 2,25 : 1

M10 = Mortar geopolimer dengan variasi rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$ adalah 2,50 : 1

2.4. Pembuatan Benda Uji

Pasir dan *precursor* dicampurkan terlebih dahulu kemudian diaduk dengan menggunakan *mixer*, dengan kecepatan lambat selama 3 menit sampai tercampur rata. Kemudian masukan larutan NaOH dan Na_2SiO_3 yang telah menjadi satu kedalam *mixer* setelah itu diaduk Kembali dengan kecepatan sedang selama 50 menit dan dilanjutkan dengan kecepatan tinggi selama 10 menit. Setelah pengadukan, selanjutnya pembuatan benda uji dengan langkah-langkah sebagai berikut.

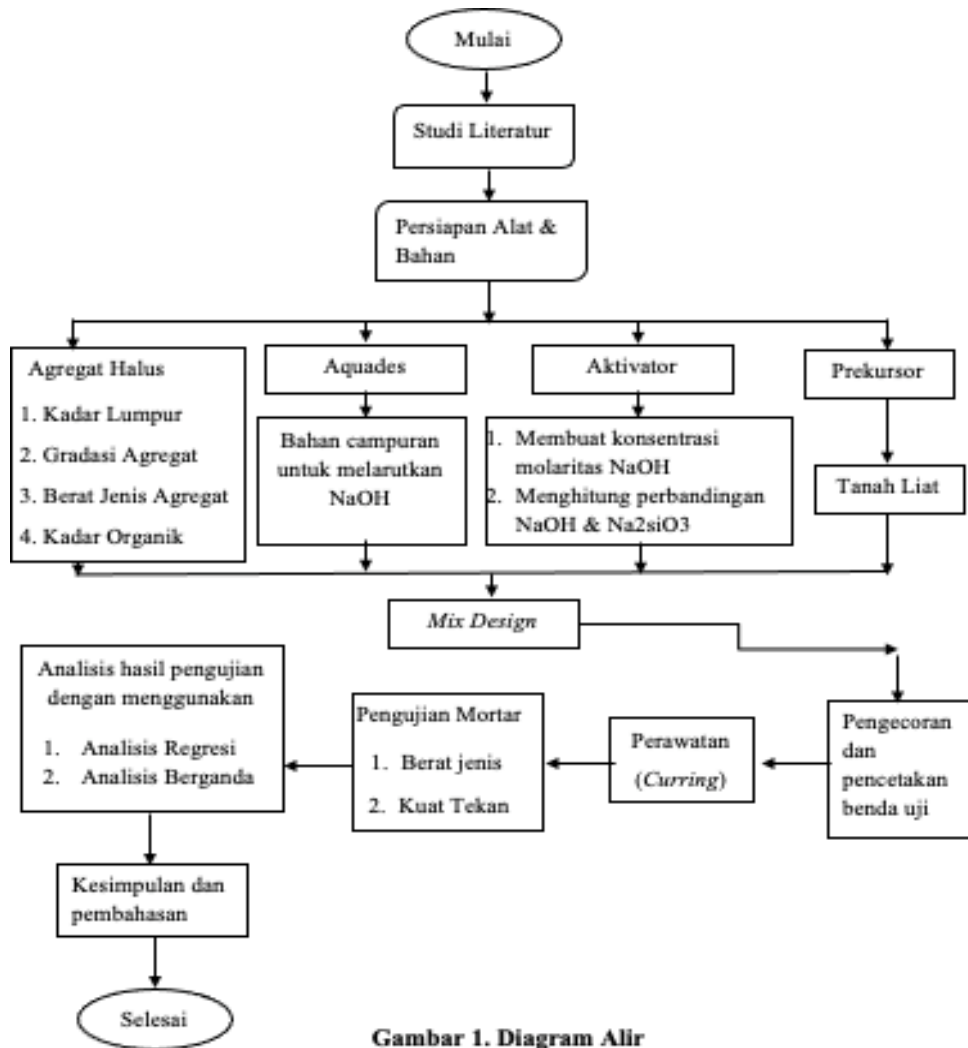
- a. Mortar dimasukan kedalam cetakan kubus, pengisian dilakukan sebanyak 3 lapis dan setiap lapisan harus dipadatkan
- b. Permukaan atas benda uji diratakan menggunakan sendok atau alat perata
- c. Kubus-kubus benda uji disimpan kedalam ruangan selama 24 jam
- d. Setelah 24 jam cetakan benda uji dibuka

2.5. Perawatan

Perawatan pada mortar setelah dicetak didiamkan pada suhu ruangan yang tertutup dan tidak terkena sinar matahari dan hujan. Tiap benda uji didiamkan dalam ruangan dan dibungkus dengan plastik selama saat waktu pengujian.

2.6. Flowchart Penelitian

Berikut adalah komponen dari flowchart penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Agregat

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	1	99
10	2,00	5 1	2	98

20	0,84	25	5	7	93
40	0,42	105	21	28	72
60	0,25	155	31	59	41
100	0,15	165	33	92	8
200	0,07	30	6	98	2
PAN		10	2	100	0,00
Jumlah		500	100	387	

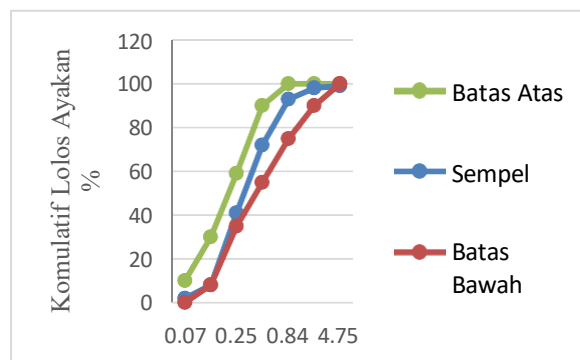
Sumber : Analisis data (2023)

Modulus halus butiran agregat halus

$$= \frac{\text{Jumlah kumulatif tertahan (tanpa PAN)}}{100}$$

$$= \frac{287}{100}$$

$$= 2,87$$



Sumber : Analisis data (2023)

Gambar 2. Gradasi Saringan Agregat

Berdasarkan (SNI 03-1968-1990) hasil pengujian pada Gambar 2 persentasi butiran agregat halus sungai lematang termasuk dalam zona 2 yakni merupakan jenis pasir sedang.

3.2. Pengujian Kadar Lumpur

Tujuan pengujian kadar lanau agregat halus adalah untuk mengetahui persentase (%) kadar lanau dalam agregat. Mengingat konsekuensi dari penyelidikan kandungan residu, volume semua ampas yang diperoleh adalah 1 ml dan kandungan sedimen total halus adalah 2,5%. harus terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengujian Kadar Lumpur

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

3.3 Berat Jenis Agregat

Pengujian berat jenis agregat halus bertujuan untuk mengetahui berat jenis agregat halus pasir lematang. Untuk pengujian berat jenis agregat pasir Lematang menggunakan sampel agregat halus seberat 500 gram. Hasil pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada tabel perhitungan 3.

Tabel 3. Berat Jenis Agregat Halus

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

Sumber : Analisis data (2023)

$$= \frac{478}{661 + 478 + 957} = 2,63 \text{ gr/cm}^3$$

Berat jenis agregat halus =

$$\frac{\text{Berat benda uji kering oven}}{(\text{Berat alat+air}) + \text{Berat benda uji kering oven} - (\text{Berat alat+air+benda uji})}$$

Berdasarkan (SNI 1969:2008) berat jenis yang baik adalah 2,4 -2,9 gr/cm³. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis agregat pasir lematang adalah 2,63 gr/cm³. Maka dapat disimpulkan agregat halus berupa pasir Sungai Lematang dapat digunakan pada campuran mortar geopolimer

3. 4. Pengujian Kadar Organik



Gambar 4. Pengujian Kadar Organik

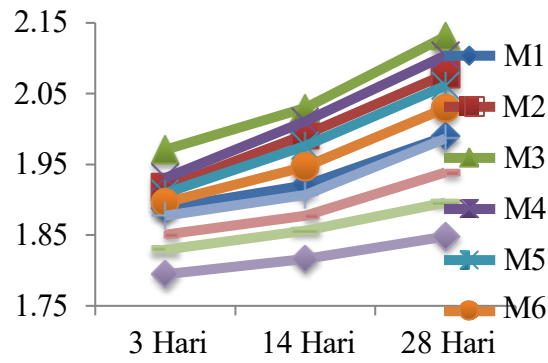
Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 4. kandungan organik pada pasir berwarna kuning muda dengan kandungan organik 0%-10% menunjukkan bahwa pasir dapat digunakan untuk pembuatan beton atau mortar karena pasir tersebut memenuhi persyaratan (SNI 2816:2014) yaitu < 30 % karena apabila kadar organik lebih dari syarat yang di tentukan dianggap mengandung kotoran organik yang merugikan untuk campuran beton atau mortar.

3. 5. Berat Jenis Mortar Geopolimer

Penilaian uji berat jenis untuk menentukan berat jenis masing-masing uji mortar geopolimer, artinya menentukan berat satuan mortar

Tabel 4. Hubungan Berat Jenis Terhadap Umur Pengujian

No.	Kode	Berat Jenis (Umur)		
		3 Hari	14 Hari	28 Hari
1	M1	1,89	1,92	1,99
2	M2	1,92	1,99	2,08
3	M3	1,97	2,03	2,13
4	M4	1,93	2,01	2,10
5	M5	1,91	1,98	2,06
6	M6	1,90	1,95	2,03
7	M7	1,88	1,91	1,99
8	M8	1,85	1,88	1,94
9	M9	1,83	1,86	1,90
10	M10	1,79	1,82	1,85



Sumber : Analisis data (2023)

Gambar 5. Grafik Hubungan Berat Jenis Terhadap Umur Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 5 semakin lama umur perawatan benda uji maka berat jenis mortar geopolimer tanah liat semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu membuat reaksi polimerisasi semakin maksimal sehingga ikatan semakin kuat dan rapat (Edowinsyah & Firdaus, 2021). Dimana pada kode M3 berat jenis tertinggi pada umur 28 hari dengan berat $2,13 \text{ gram/cm}^3$ dan berat terendah pada kode M10 dengan berat $1,85 \text{ gram/cm}^3$.

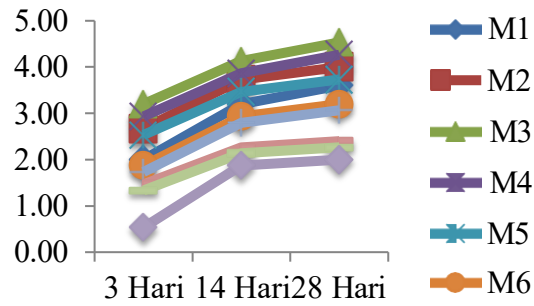
3. 6. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar bertujuan untuk menentukan atau mengetahui besarnya kuat tekan mortar dengan umur yang telah ditentukan pengujian kuat tekan dilakukan pada saat mortar mencapai umur 3, 14, dan 28 hari

Tabel 5. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

No.	Kode	Kuat tekan (Mpa)		
		3 Hari	14 Hari	28 Hari
1	M1	2,00	3,20	3,60
2	M2	2,67	3,73	3,87
3	M3	3,20	4,13	4,53
4	M4	2,93	3,87	4,27
5	M5	2,53	3,47	3,73
6	M6	1,87	2,93	3,20
7	M7	1,73	2,80	3,07
8	M8	1,47	2,27	2,40
9	M9	1,33	2,13	2,27
10	M10	0,53	1,87	2,00

Sumber : Analisis data (2023)



Sumber : Analisis data (2023)

Gambar 6. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

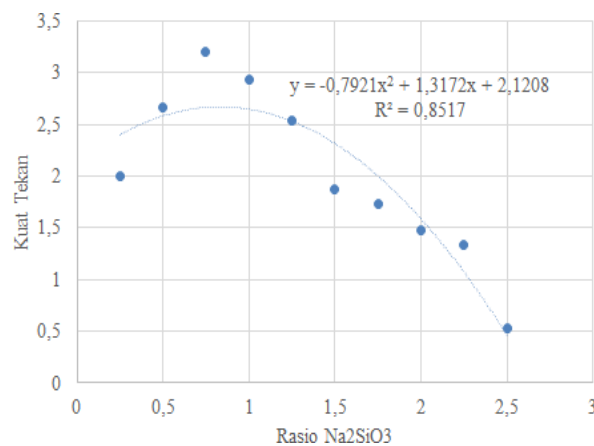
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5 dan Gambar 6 diketahui dari hasil hubungan kuat tekan mortar geopolimer tanah liat terhadap umur pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi umur benda uji maka hasil kuat tekan akan semakin meningkat hal ini dikarenakan semakin tinggi umur benda uji maka mortar geopolimer yang dihasilkan akan semakin tinggi kuat tekannya. Dimana kuat tekan tertinggi terdapat pada umur 28 hari dengan kuat tekan sebesar 4,53 Mpa dengan kode M3 dan kuat tekan terendah pada kode M3 kuat tekan sebesar 0,53 Mpa.

3. 7. Analisis Regresi polinomial antara Rasio Na_2SiO_3 dengan Kuat Tekan Mortar

Adapun Analisis Regresi polinomial antara Rasio Na_2SiO_3 dengan Kuat Tekan Mortar

Tabel 1 Analisis Regresi polinomial antara Rasio Na_2SiO_3 dengan Kuat Tekan Mortar

No.	Rasio Na_2SiO_3 (X)	Kuat Tekan (Y)
1	0,25	2
2	0,5	2,67
3	0,75	3,2
4	1	2,93
5	1,25	2,53
6	1,5	1,87
7	1,75	1,73
8	2	1,47
9	2,25	1,33
10	2,5	0,53
Total	13,75	21,47



Gambar 7 Grafik Analisis Regresi polinomial antara Rasio Na_2SiO_3 dengan Kuat Tekan Mortar

4. SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini didapat nilai kuat tekan paling tinggi pada moertar geopolimer tanah liat berada pada umur 28 hari dengan rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$ 0,8 : 1 sebesar 4,53 Mpa, sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada kode M10 pada umur 3 hari dengan berbanding $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$ 0,5 : 1 dan dengan kuat tekan 0,53 MPa. Menurut penelitian, terjadi penurunan kuat tekan mortar ketika penambahan Na_2SiO_3 lebih banyak. Hal ini disebabkan oleh kelebihan Na_2SiO_3 yang justru memperlambat proses geopolimerisasi. Kuat tekan mortar berbanding lurus dengan berat jenis benda uji; semakin berat benda uji maka semakin besar kuat tekan mortar yang dihasilkan geopolimer tanah liat.

DAFTAR RUJUKAN

- Darmawan, A., Yh, S., & Rizal, F. (2020). Pengaruh Alkali Aktifator Terhadap Setting Time Dan Kuat Tekan Umur Awal Mortar Geopolimer Berbasis Fly Ash Pltu Nagan Raya. *Jurnal Sipil Sains Terapan*, 03(01), 1–9.
- Daya, D. A. N., Sebagai, L., & Repair, P. (2022). pengaruh epoxy pada mortar geopolimer terhadap kuat tekan dan daya lekat sebagai patch repair material. *Jurnal Bissotek*, 12(2), 90–101.
- Fernando, Itteridi, V., & Taswin, M. (2021). Pengaruh Konsentersasi Larutan NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Batu Napal. *Jurnal Ilmiah Bering's*, 8(2), 61–65.
- Nilmania, V., & Mawardi, M. (2022). Pengaruh Rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3 / \text{NaOH}$ sebagai Alkali Aktivator Terhadap Hilang Pijar dan Kehalusan Butiran Semen (Blaine Analysis) Geopolimer Berbasis Tanah Napa. *Chemistry Journal of Universitas Negeri Padang*, 11(1), 18–23.
- Prayoga, A., Itteridi, V., & Taswin, M. (2021). Pengaruh Konsentrasi Rasio NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Cangkang Sawit. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 53–56.
- Priastiwi, Y. A., Hidayat, A., Daryanto, D., & Salamsyah, Z. (2020). Pengaruh Substitusi Tanah Putih pada Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dengan Aktifator Natrium Hidroksida. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(1), 9–16.
- Putra, R. I. (2017). Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer Dengan Molaritas Tinggi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 03(03), 99–104.
- Sri Wahyuni, A., Islam, M., Gunawan, A., & Afrizal, Y. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Inersia*, 13(2), 84–88.
- Tanubrata, M., & Setiaputri, M. (2010). Proses Evaluasi Penawaran Kontraktor. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 79–100.
- Wijaya, H., & Itteridi, V. (2021). PENGARUH RASIO $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH}$ TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER BATU NAPAL. *Jurnal Ilmiah Bering's*, 08(01), 25–29.