



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 KONSENTRASI LARUTAN NaOH TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR TANAH LIAT DAN ABU SEKAM PADI

Abdi Nasrullah¹Edowinsyah²Zikri Hidayat³

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam

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

Sur-el : abdinasrullah4@gmail.com

Abstrak: Pagar Alam, sebuah daerah di Sumatera Selatan, mayoritas penduduknya adalah petani kopi dan padi. Ketika mereka menggiling padi, limbah seperti kulit gabah atau sekam padi sering terbentuk dan mencapai 20-30% dari gabah. Selain itu, Pagar Alam memiliki banyak sungai yang mengandung potensi tanah liat yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana konsentrasi larutan NaOH mempengaruhi sifat mortar geopolimer yang terbuat dari tanah liat dan abu sekam padi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan berbagai konsentrasi NaOH, yaitu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 M, dengan perbandingan prekursor tanah liat dan abu sekam padi adalah 75% dan 25%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi tercapai pada umur 28 hari dengan kode Z5, menggunakan konsentrasi NaOH sebesar 10 M, yaitu mencapai 5,6 MPa. Namun, penelitian juga menemukan bahwa tingkat konsentrasi yang lebih tinggi dari NaOH menyebabkan penurunan kuat tekan. Hal ini terjadi karena molaritas yang tinggi menyebabkan larutan aktivator menjadi lebih kental dan proses pengikatan pada mortar menjadi lebih lambat. Memperluas kandungan NaOH dapat menghasilkan lebih banyak organisasi gel aluminosilikat yang baik, namun penggunaan yang berlebihan tidak efektif dan dapat menyebabkan penurunan kuat tekan. Dengan demikian, perlu mencari keseimbangan yang tepat dalam konsentrasi larutan NaOH untuk mencapai sifat mortar geopolimer yang optimal.tekan.

Kata Kunci : Mortar Geopolimer, Tanah Liat, Abu sekam padi, Kuat Tekan

Abstract: Pagar Alam, an area in South Sumatra, the majority of the population are coffee and rice farmers. When they grind the rice, wastes such as grain husks or rice husks are often formed and account for 20-30% of the grain. In addition, Pagar Alam has many rivers that contain clay potential that has not been utilized optimally. This study aims to evaluate how the concentration of NaOH solution affects the properties of geopolymer mortar made from clay and rice husk ash. This study used an experimental method with various concentrations of NaOH, namely 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, and 20 M, with the ratio of precursor clay and rice husk ash being 75% and 25%. The test results showed that the highest compressive strength was reached at the age of 28 days with code Z5, using a NaOH concentration of 10 M, which reached 5.6 MPa. However, studies have also found that higher concentration levels of NaOH lead to a decrease in compressive strength. This happens because the high molarity causes the activator solution to become thicker and the binding process in the mortar becomes slower. Expanding the NaOH content can produce more good organization of the aluminosilicate gel, but excessive use is ineffective and can cause a decrease in compressive strength. Thus, it is necessary to find the right balance in the concentration of NaOH solution to achieve optimal geopolymer mortar properties.

Keywords : Geopolymer mortar, clay, rice husk ash, compressive strength

1. PENDAHULUAN

Beton, juga dikenal sebagai beton konvensional atau batu (agregat), air, dan semen Portland, saat ini dikenal sebagai bahan bangunan yang paling banyak digunakan. Namun, akhir-akhir

ini, sejauh yang kami ketahui secara konkret, semakin banyak analisis, terutama dari individu yang khawatir tentang pengelolaan ekologis. Produksi semen menghasilkan emisi gas rumah kaca (karbon dioksida), yang seringkali menjadi hal pertama yang mendapat perhatian. Untuk mengatasi efek buruk. Dengan demikian, diperlukan bahan yang berbeda sebagai pengganti beton portland untuk digunakan dalam produksi semen. Material ini adalah bahan-bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silika dan alumina dikenal dengan istilah geopolimer. Komponen tersebut cukup banyak ditemukan, mengingat untuk material hasil modern, misalnya misalnya *fly ash*, abu sekam padi dan lain-lain (Denie & Firdaus, 2021).

Tanah liat adalah zat yang terbentuk dari permata yang sangat kecil sedemikian rupa sehingga seharusnya tidak terlihat sama sekali, saat menggunakan lensa pembesar. Tanah ini tersusun secara fundamental terdiri dari mineral yang disebut kaolonit, bumi memiliki kandungan komponen sintetik yang hampir setara dengan solidifikasi yang mengandung Aluminium (Al), Silika (Si), Kalsium Oksida (CaO), Besi Oksida (FeO) dan Magnesium Oksida (MgO) yang berperan penting dalam mempercepat proses pembatas dan pemadatan pada mortar geopolimer (Sri, 2013).

Salah satu hasil sampingan industri yang dapat digunakan sebagai campuran bahan pengikat pada *geopolymer* ialah abu sekam padi (Abdi dkk, 2022). Sekam padi merupakan hasil hortikultura yang dihasilkan dengan mengkonsumsi sekam padi. Ampas sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman dan juga sebagai campuran bahan baku, karena limbah sekam padi mengandung silika yang tinggi, limbah sekam padi mengandung sekitar 87-97% silika dan dapat dimanfaatkan sebagai pozzolan karena mengandung lebih $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ sebesar 70% (Sandya dan Musalamah, 2019).

Pagar Alam adalah salah satu daerah di Sumatera Selatan kebanyakan individu bermata pencaharian sebagai petani kopi dan padi, dimana dalam penggilingan padi selalu menghasilkan limbah berupa kulit gabah atau sekam padi yang jumlahnya mencapai 20-30% dari gabah. Disamping itu Pagar Alam juga mempunyai banyak aliran sungai yang menyimpan potensi tanah liat. Dimana tanah liat tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal, maka dari itu peneliti ingin menguji penelitian yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Karakteristik Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Tanah Liat Dan Abu Sekam Padi”.

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan eksperimen digunakan dalam penelitian ini, yaitu dilakukan di laboratorium Institut Teknologi Pagar Alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan NaOH terhadap karakteristik mortar geopolimer berbahan dasar tanah liat dan abu sekam padi dengan perbandingan Rasio NaOH : $\text{NaSiO}_3 = 1 : 1$. Prekursor menggunakan tanah liat dan abu sekam padi sebagai bahan tambah dari mortar geopolimer. Rasio prekursor aktivator 1 : 0,6. Substitusi tanah liat sebanyak 75%. Dengan molaritas yang digunakan 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 M. Pengujian mortar dilakukan pada umur 3, 14 dan 28 hari.

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2023 - April 2023 di laboratorium Institut Teknologi Pagar Alam, Desa Simpang Bacang No.75, Kel. Karang Dalo, Kec. Dempo Tengah, Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian ini membuat tentang pengaruh konsentrasi larutan NaOH terhadap karakteristik mortargeopolimer berbahan dasar tanah liat dan abu sekam padi.

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Tanah Liat
- 2) Abu Sekam Padi
- 3) Agregat Halus
- 4) NaOH
- 5) Na_2SiO_3 .

2.2.2. Alat Penelitian

Adapun alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Satu set saringan dan alat penggetar untuk mengayak tanah liat yang telah dihaluskan dan mengukur gradasi butiran agregat halus.
- 2) Timbangan digital dengan presisi 0,1 gram.
- 3) Gelas ukur volume 100 ml.
- 4) Baskom dan cawan sebagai tempat pengadukan mortar.
- 5) *Mixer*
- 6) Sendok semen.
- 7) Cetakan kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm.
- 8) Kantong plastik digunakan untuk perawatan benda uji selama masa perawatan benda uji.
- 9) Alat uji kuat tekan (*Universal Testing Machine*).

2.3. Mix Design Komposisi Campuran

Mortar geopolimer dibuat dengan cara menimbang bahan campuran menggunakan mix design. Faktor yang layak digunakan adalah proporsi NaOH : NaSiO₃ = 1 : 1, rasio prekursor aktivator 1 : 0,6. Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 dan 20 M Substitusi tanah liat yang digunakan sebanyak 75% dari berat abu sekam padi. komposisi campuran untuk satu sampel mortar geopolimer berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm. Jumlah benda uji yang akan dibuat adalah 90 contoh. Berat trial 200 gram.

Tabel 1. Komposisi Campuran Mortar Keterangan :

Prekursor (g)		Aktivator (g)		Agregat Halus (g)	Konsentrasi Molaritas	Jumlah Sample
Tanah Liat	Abu Sekam Padi	Na ₂ SiO ₃	NaOH			
56,25	18,75	22,5	22,5	80	2	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	4	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	6	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	8	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	10	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	12	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	14	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	16	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	18	9
56,25	18,75	22,5	22,5	80	20	9
Jumlah Benda Uji Keseluruhan						90

Z1 : Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 2 M

Z2 : Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 4 M

Z3: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 6 M

Z4: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 8 M

Z5: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 10 M

Z6: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 12 M

Z7: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 14 M

Z8: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 16 M

Z9: Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 18 M

Z10 : Mortar geopolimer abu sekam padi konsentrasi molaritas 20 M

2.4. Pembuatan Benda Uji

Agregat halus dan prekursor dicampur terlebih dahulu, lalu diaduk dengan mixer selama tiga menit dengan kecepatan lambat hingga semuanya tercampur rata. Setelah itu, tambahkan larutan gabungan NaOH dan Na₂SiO₃ ke dalam mixer, yang

kemudian diaduk sekali lagi selama lima menit dengan kecepatan sedang dan kemudian selama sepuluh menit dengan kecepatan tinggi. Setelah diblender, selanjutnya buatlah benda uji dengan langkah-langkah sebagai berikut: Mortar dimasukan kedalam cetakan. kubus, pengisian dilakukan sebanyak 3 lapis dan setiap lapisan harus dipadatkan.

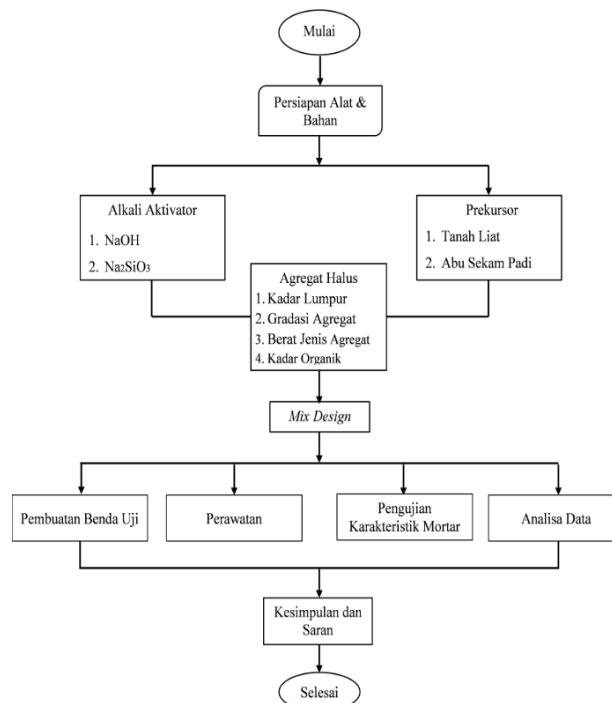
1. Permukaan atas benda uji diratakan menggunakan sendok semen
2. Benda uji disimpan di ruang selama 24 jam.
3. Setelah 24 jam formulir benda uji dibuka

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

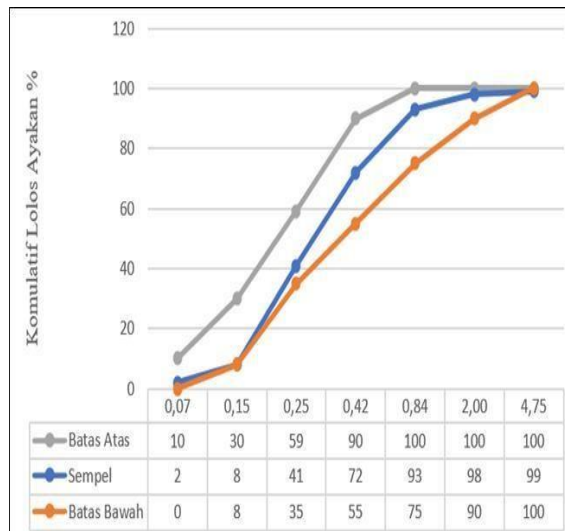
Berikut adalah komponen dari flowchart penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Agregat



Gambar 2. Gradasi Saringan Agregat

Berdasarkan (SNI 03-1968-1990) hasil pengujian pada Gambar 4.2 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 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

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

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis agregat halus} &= \frac{\text{Berat Benda Uji Kering Oven}}{(\text{Berat alat + air}) + \text{Berat benda uji kering oven} - (\text{Berat alat + Benda Uji})} \\ &= \frac{478}{661 + 478 + 957} \\ &= 2,63 \end{aligned}$$

Berdasarkan (SNI 1969:2008) berat jenis yang baik adalah 2,40-2,90 g/cm³. Hasil percobaan menunjukkan bahwa berat jenis total pasir Lematang adalah 2,63 g/cm³.

3. 4.Pengujian Kadar Organik



Gambar 4. Pengujian Kadar Organik

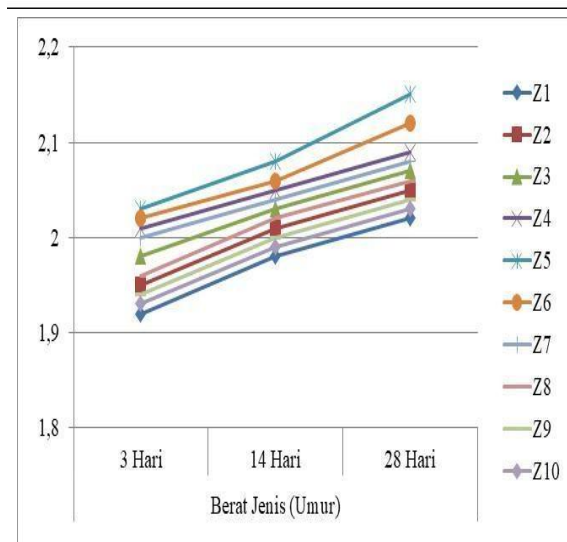
Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 4. kandungan organik pada pasir berwarna kuning muda dengan kandungan organik 0%-10% menunjukkan bahwa pasir dapat digunakan untuk pembuatan beton atau mortar karena pasir tersebut memenuhi persyaratan (SNI 2816:2014) yaitu < 30 % karena apabila kadar organik lebih 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	Z1	1,92	1,98	2,02
2	Z2	1,95	2,01	2,05
3	Z3	1,98	2,03	2,07
4	Z4	2,01	2,05	2,09
5	Z5	2,03	2,08	2,15
6	Z6	2,02	2,06	2,12
7	Z7	2	2,04	2,08
8	Z8	1,96	2,02	2,06
9	Z9	1,94	2,00	2,04
10	Z10	1,93	1,99	2,03



Gambar 5. Hubungan Berat Jenis Terhadap Umur Pengujian

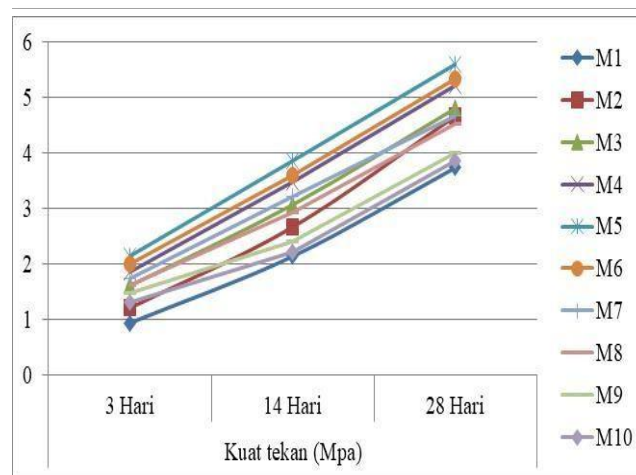
Dilihat dari hasil percobaan yang ditampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 5. Hubungan antara berat jenis mortar dan umur menunjukkan bahwa semakin lama waktu pelepasan benda uji, semakin tinggi dari molaritas rendah hingga 10 M. Selanjutnya pada fokus NaOH 12-20 M terjadi penurunan. Hal ini karena molaritasnya yang besar sehingga proporsi NaOH dan Na₂SiO₃ yang lebih sedikit terhimpun dalam campuran mengurangi fungsionalitasnya, dimana penurunan kegunaan campuran tersebut sesuai dengan berapa banyak proporsi aktivator dasar yang dicampur, sehingga kombinasi mortar sulit untuk menyebar secara merata dalam sistem pencampuran dan membuat ikatan mortar geopolimer ternyata lebih banyak. Mortar geopolimer umur 28 hari memiliki berat jenis Z5 dengan nilai 2,15 gr/cm³ dan berat jenis Z1 dengan nilai 2,02 gr/cm³ (Salwan, Annisa et al., 2021). Penilaian uji berat jenis menentukan berat jenis masing-masing uji mortar geopolimer, berarti menentukan berat satuan mortar.

3. 6. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Adapun hubungan kuat tekan mortar geopolimer tanah liat dan abu sekam padi terhadap umur pengujian

Tabel 5. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

No.	Kode	Kuat tekan (Mpa)		
		3 Hari	14 Hari	28 Hari
1	Z1	0,93	2,13	3,73
2	Z2	1,2	2,66	4,66
3	Z3	1,6	3,06	4,8
4	Z4	1,86	3,46	5,2
5	Z5	2,13	3,86	5,6
6	Z6	2	3,6	5,33
7	Z7	1,73	3,2	4,66
8	Z8	1,6	2,93	4,53
9	Z9	1,46	2,4	4
10	Z10	1,3	2,26	3,86



Gambar 6. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

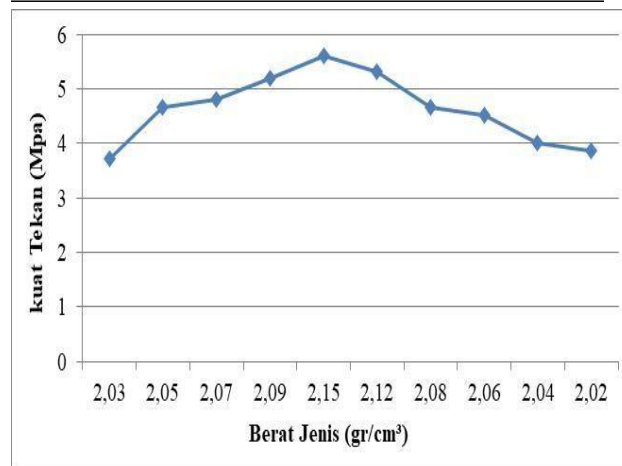
Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Tabel 5 Kepastian konsekuensi dari hubungan antara kekuatan tekan mortar tanah geopolimer dan puing-puing sekam padi menunjukkan bahwa kekuatan tekan meningkat dari molaritas rendah sampai 10 M. Hal ini dipengaruhi oleh batas faktor respon terjadi lebih cepat. Sedangkan pada pemusatan NaOH 12-20 M terjadi penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh molaritas yang tinggi, sentralisasi aktivator yang semakin kental dan membuat sistem pembatas mortar membutuhkan waktu yang lebih lama. Memperluas kandungan NaOH akan membangun pengembangan partikel kebaikan yang menyusun lebih banyak organisasi gel aluminosilikat. Namun, dengan asumsi fokusnya tidak masuk akal, itu akan memengaruhi area kekuatan utama untuk penurunan karena Kebaikan tidak digunakan dengan sukses. Kuat tekan paling tinggi pada mortar geopolimer diperoleh pada umur 28 tahun berkode Z5 dengan konvergensi 10 M NaOH senilai 5,6 MPa dan paling sedikit diperoleh pada umur 3 tahun berkode Z1 senilai 0,93 MPa (Rizaldi et al., 2020).

3. 7. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Berat Jenis

Adapun hubungan kuat tekan mortar terhadap berat jenis geopolimer tanah liat dan abu sekam padi.

Tabel 6. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

No.	Kode	Kuat Tekan (Mpa)	
		28 Hari	28 Hari
1	Z1	3,73	2,03
2	Z2	4,66	2,05
3	Z3	4,8	2,07
4	Z4	5,2	2,09
5	Z5	5,6	2,15
6	Z6	5,33	2,12
7	Z7	4,66	2,08
8	Z8	4,53	2,06
9	Z9	4	2,04
10	Z10	3,86	2,02



Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Pengujian

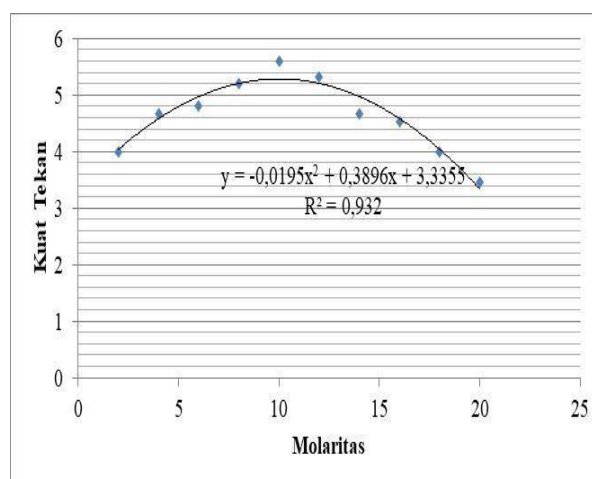
3.8. Analisis Data

1. Regresi Polinomial Dengan Kuat Tekan Umur 28 Hari

Hasil perhitungan regresi polinomial dengan umur kuat tekan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 8

Tabel 7. Regresi polinomial dengan kuat tekan umur 28 hari

No.	Molaritas (X)	Kuat Tekan (Y)
1	2	3,73
2	4	4,66
3	6	4,8
4	8	5,2
5	10	5,6
6	12	5,33
7	14	4,66
8	16	4,53
9	18	4
10	20	3,86
Total	110	46,37



Gambar 8. Regresi polinomial dengan kuat tekan umur 28 hari

Kuat tekan mortar geopolimer dan abu sekam padi terlihat meningkat dari molaritas rendah menjadi 10 M berdasarkan grafik regresi polinomial dengan kuat tekan berumur 28 hari. Hal ini dipengaruhi oleh reaksi faktor pengikat yang terjadi lebih cepat. Sedangkan pada pemusatan NaOH 12- 20 M terjadi penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh molaritas yang tinggi, sentralisasi aktivator yang semakin kental dan membuat sistem pembatas mortar membutuhkan waktu yang lebih lama. Memperluas kandungan NaOH akan membangun pengembangan partikel kebaikan yang membentuk lebih banyak struktur gel aluminosilikat. Namun karena OH-tidak dimanfaatkan secara efektif, konsentrasi yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan kuat tekan. Kuat tekan paling tinggi pada mortar geopolimer diperoleh pada umur 28 tahun berkode Z5 dengan konvergensi 10 M NaOH senilai 5,6 MPa dan paling sedikit diperoleh pada umur 3 tahun berkode Z1 senilai 0,93 MPa (Rizaldi et al., 2020).

Gravitasi khusus mortar untuk umur menunjukkan bahwa semakin lama masa pemulihan contoh, semakin tinggi dari molaritas rendah hingga 10 M. Selain itu, pada fiksasi NaOH 12-20 M terjadi penurunan. Hal ini dikarenakan molaritasnya yang besar sehingga proporsi NaOH dan Na₂SiO₃ yang kurang fokus pada campuran mengurangi fungsionalitasnya, dimana penurunan kegunaan campuran tersebut sesuai dengan berapa proporsi aktivator dasar yang dicampur, sehingga mortar tandan kombinasi dan sulit untuk menyebar secara merata dalam sistem pencampuran dan membuat ikatan mortar geopolimer ternyata lebih banyak. Mortar geopolimer umur 28 hari memiliki berat jenis Z5 dengan nilai 2,15 gr/cm³ dan berat jenis Z1 dengan nilai 2,02 gr/cm³ (Salwan, Annisa et al., 2021).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian yang telah dilakukan, kuat tekan semakin naik dari molaritas rendah hingga 10 M berkode Z5 dengan nilai tertinggi 5,6 MPa hal ini dipengaruhi karena faktor reaksi pengikatan terjadi lebih cepat. Sedangkan untuk mortar geopolimer konsentrasi NaOH 12-20 M, mengalami penurunan kuat tekan karena tingginya molaritas, kepekatan dari aktivator semakin kental dan menyebabkan proses pengikatan pada mortar menjadi lebih lama. Memperluas kandungan NaOH akan membangun pengembangan partikel kebaikan yang menyusun lebih banyak organisasi gel aluminosilikat. Namun karena OH- tidak dimanfaatkan secara efektif, konsentrasi yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan kuat tekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Denie, C., & Firdaus. (2021). Analisa pengaruh aktivator kalium dan kondisi material pada beton geopolymer dari limbah b3. *Jurnal rekayasa*, 11(01), 1–16.
- Nasrullah, A., Firdaus., & Edowinsyah (2022). Pengaruh Campuran Abu Layang Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kekuatan Kompresi Geopolimer Mortar Ringan
- Sandya, Y., & Musalamah, S. (2019). Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(2), 59–63.
- Salwan, Annisa, A., Rizal, F., & Miswar, K. (2021). Analisa Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbasis Fly Ash Nagan Raya Dengan Metode Dry Mix. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 5(1), 40–45.
- Rizaldi, N., Rusadi, A. I., Wibisono, G., Saputra, E., & Olivia, M. (2020). Studi Parametrik Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Terbang. *Media Teknik Sipil*, 18(2), 113–121.
- Pramudita, R. F., & Wardhono, A. (2017). Januar Fitri, (2016). Perancangan Mortar Geopolimer Abu Sekam Padi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru.
- SNI-03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. BSN, Jakarta.
- SNI-03-6825-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil . BSN, Jakarta.
- SNI 15-2049-2004 Semen Portland. BSN, Jakarta.
- Veliyati, (2010). Pengaruh Faktor Air Binder Terhadap Kuat Tekan Dan Workability Fly Ash Based Geopolimer Mortar. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik.