

PENGARUH CAMPURAN ABU LAYANG DAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KEKUATAN KOMPRESI GEOPOLIMER MORTAR RINGAN

Abdi Nasrullah¹, Firdaus², Edowinsyah³

¹ Prodi Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam, Indonesia

² Prodi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

³ Prodi Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam, Indonesia

Email: ¹abdinassrullah4@gmail.com, ²Firdaus.dr@binadarma.ac.id, ³edopga18@gmail.com

ABSTRAK

Pada umumnya mortar geopolimer merupakan mortar yang bebas dari pemakaian PC sebagai pengikatnya, sehingga mortar geopolimer bisa dijadikan terobosan untuk menghentikan penggunaan PC. Penelitian dilakukan secara eksperimental, dikarenakan menggunakan jurnal ilmiah dan penelitian-penelitian terdahulu sebagai referensi, penelitian ini membahas tentang penggunaan *aluminium powder* dalam pembuatan mortar ringan geopolimer yang berbahan dasar *fly ash* dan abu sekam padi, dengan tujuan untuk mengetahui jumlah campuran *aluminium powder* yang optimal terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik sipil Institut Teknologi Pagar Alam, untuk pemeriksaan kuat tekan mortar geopolimer benda uji yang di gunakan berupa kubus yang berukuran 5x5x5 cm dengan komposisi campuran NaOH : Na₂SiO₃ = 1:2,5, activator : Precursor = 1.5:1 Konsentrasi NaOH = 12 M untuk perbandingan penggunaan *fly ash* : abu sekam padi = 75 : 25 % menggunakan *aluminium powder* sebanyak 0, 0.5, 0.75 dan 1 %. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan setelah umur perawatan 7, 14, 28 hari. Hasil kuat tekan yang didapat pada masing- masing komposisi campuran *aluminium powder* sebesar 24,7 Mpa, untuk mortar geopolimer dengan campuran serbuk *aluminium powder* sebanyak 0.5 %, 0.75% dan 1 % memiliki kuat tekan masing-masing 19,3 Mpa, 16,5 Mpa, 12,20 Mpa.

Kata kunci : *Aluminium Powder*, geopolimer, kuat tekan, mortar

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah negara yang sedang berkembang untuk menjadi negara maju, untuk menjadi negara maju maka harus didukung pula oleh sarana dan prasarana infrastruktur yang maju juga. Dalam pembangunan infrastruktur, beton merupakan salah satu material bangunan paling penting yang digunakan seperti pada pembangunan konstruksi gedung, jembatan, jalan, bendungan, saluran, gorong - gorong, pondasi dan pembangunan-pembangunan yang lainnya. Pengembangan konstruksi beton dilakukan melalui pengembangan beton dengan menggunakan beton geopolimer ramah lingkungan dan efisien dalam hal pemanfaatan energi serta dari hasil riset yang telah dilakukan selama ini menunjukkan bahwa beton geopolimer memiliki sifat-sifat teknis, seperti kekuatan dan keawetan yang tinggi. Menurut Bakri (2008) menjelaskan bahwa penggunaan bahan pengganti semen dengan komposisi campuran yang inovatif akan mengurangi jumlah semen yang digunakan sehingga secara ekologis dapat mengurangi emisi gas-gas rumah kaca dan penggunaan konsumsi energi fosil bumi pada industri semen.

Geopolimer merupakan material anorganik alumina-silika yang disintesis melalui proses polimerisasi dari material dengan kandungan silika (Si) dan alumina (Al) yang cukup tinggi dan diperoleh dari alam atau dari material hasil sampingan industry (Manuahe dkk, 2014). Salah satu hasil sampingan industri yang dapat digunakan sebagai campuran bahan pengikat pada geopolimer ialah *fly ash* (abu terbang) dan abu sekam padi.

Fly ash (abu terbang) merupakan residu sisa dari pembakaran serbuk batu bara dari tungku uap yang terbawa bersama gas pembuangan melalui cerobong asap atau hasil sampingan dari pembakaran batu bara sebagai bahan dasar pembangkit listrik tenaga uap yang mempunyai sifat pozzolan buatan yang berbentuk bulat dan halus (SNI 06-6867-2002). Pozzolan merupakan bahan yang mengandung senyawa silika (Si) dan alumina (Al) tidak atau sedikit mempunyai sifat pengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuk halus serta dengan adanya air, maka senyawa tersebut akan bereaksi secara kima dengan hidroksida-hidroksida alkali atau alkali tanah pada temperatur ruang yang berfungsi membentuk senyawa yang dimiliki oleh semen. Ada dua macam pozzolan yaitu, yang pertama adalah pozzolan alam dan yang kedua adalah pozzolan buatan. Pozzolan alam merupakan bahan-bahan yang secara alami menunjukkan sifat pozzolan, seperti abu vulkanik dan endapan lava gunung berapi, sedangkan pozzolan buatan adalah bahan-bahan yang dihasilkan dari kalsinasi tanah yang

mengandung senyawa silika (Si) dan alumina (Al), kalsinasi yang dimaksudkan adalah untuk mengaktifkan sifat-sifat pozzolan (SNI 06-6867-2002).

Untuk meningkatkan struktur dan sifat mekanik dari fly ash diperlukan adanya material lain yang mengandung bahan silika dan alumina yang cukup tinggi untuk dapat memproduksi geopolimer yang lebih unggul, salah satu material yang memenuhi syarat tersebut dan dapat di campurkan dengan abu terbang (fly ash) dalam pembuatan geopolimer adalah abu sekam padi.

Padi adalah tanaman yang masuk kedalam kategori tanaman bahan makanan pokok yang menghasilkan jerami, beras, dan sekam, dalam bahasa latin disebut oryza sativa. Sekam padi adalah limbah dari hasil penggilingan padi yang terpisah antara beras dan sekam, yang butirannya kasar dan bobotnya ringan, penyimpanan limbah ini memerlukan tempat yang luas. Kulit padi (sekam) adalah salah satu bahan/material sisa dari proses pengolahan padi yang sering dianggap sebagai limbah sehingga ketika di bakar sekam padi akan menghasilkan abu. Menurut sandya, (2019) Abu sekam padi adalah produk sampingan pertanian yang dihasilkan dengan membakar sekam padi. Tingginya tingkat konsumsi beras sebagai makanan pokok dan meningkatnya produksi padi dapat memberikan perkiraan makro akan jumlah material tersebut dari tahun ke tahun.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan dan dikembangkan penelitian di bidang geopolimer yang berjudul “Pengaruh Campuran Fly Ash dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Mortar Ringan Beton Geopolimer”.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode eksperimen di laboratorium, yang bertujuan untuk mengetahui jumlah optimum penggunaan serbuk aluminium sebagai mortar ringan geopolimer berbahan dasar fly ash dan abu sekam padi.

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium beton Institut Teknologi Pagar Alam (Institut Teknologi Pagaralam) yang beralamat di Jalan Masik siagim No.75 simpang mbacang Karang Dalo Kecamatan Dempo Tengah Kota Pagar Alam.

2.2 Campuran Komposit Benda Uji

Komposisi campuran dalam penelitian ini untuk variabel tetap yang digunakan adalah perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 2,5 : 1$, perbandingan Aktivator : Prekursor = $1 : 1$, Agregat Halus : Frekursor = $1,5 : 1$, konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 12 M dan penambahan serbuk aluminium sebanyak 0, 0,5, 0,75 dan 1%. untuk perbandingan persentase antara abu layang dan abu sekam padi adalah 75 : 25%. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus berukuran 5x5x5 cm. Komposisi campuran dari Objek Uji

Tabel 1 Komposisi Campuran

Kode	Prekursor		Agregat Halus (Gram)	NaOH	Na ₂ SiO ₃	Alumunium Powder (Gram)	Jumlah Benda Uji
	Fly Ash (Gram)	Abu sekam padi (Gram)					
Fs 1	30	10	120	11,4	28,6	0	15
Fs 2	30	10	120	11,4	28,6	0.5	15
Fs 3	30	10	120	11,4	28,6	0.75	15
Fs 4	30	10	120	11,4	28,6	1	15
Jumlah Benda Uji Keseluruhan							60

2.3 Alat-alat yang di gunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan dan alat penggetar
2. Alat timbang digunakan untuk menimbang mortar, dengan ketelitian 0,1 gram
3. Gelas ukur masing-masing adalah 100 ml
4. Ember sebagai alat untuk mengambil dan menampung air
5. Cawan dan baskom sebagai tempat untuk menyiapkan bahan susun mortar
6. Mesin uji kuat tekan
7. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm
8. Mesin mixer
9. Spatula (sendok semen) sebagai alat meratakan campuran beton
10. Alat pemadat berupa besi untuk memadatkan campuran mortar

2.4 Pengujian agregat halus

Untuk pengujian agregat halus pada pembuatan mortar ringan untuk geopolimer palm ash dan Fly Ash menggunakan serbuk aluminium sebagai berikut :

1. Grading pengujian agregat halus Pengujian agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI [3].
2. Pengujian kandungan lumpur agregat halus Pengujian kandungan lumpur agregat pada penelitian ini berdasarkan SNI[4].
3. Pengujian kandungan organik Pengujian kandungan organik agregat berdasarkan SNI [5].
4. Uji densitas untuk agregat Pengujian kepadatan agregat berdasarkan SNI [6].

2.5 Persiapan larutan Alkali Activator

1. Larutan NaOH

NaOH (Natrium Hidroksida) digunakan untuk mereaksikan Unsur Al dan Si dengan Menambahkan Ion Na[7]. Sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat. Semakin tinggi nilai mol NaOH maka semakin banyak ion OH⁻ yang dapat digunakan untuk bereaksi dengan Si dan Al, sehingga kuat tekannya meningkat [8]. Dalam penelitian ini digunakan NaOH dalam bentuk kristal sehingga memiliki dicairkan dengan menggunakan air suling. Pembuatan larutan NaOH 12 M dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

Air Aquades direncanakan sebanyak 1 liter, sehingga :

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{\text{ml}} \quad (3.1)$$

$$\text{Mr NaOH} = \text{Ar Na} + \text{Ar O} + \text{Ar H} = 23 + 16 + 1 = 40$$

$$\text{Gram NaOH 12 M dalam 1000ml} = 480 \text{ gram}$$

2. Rasio NaOH : Na₂SiO₃

Rasio berat NaOH : Na₂SiO₃ yang digunakan adalah 1 : 2,5. Sehingga menghasilkan :

$$\begin{aligned} \text{Berat NaOH} &= 1480 \text{ gram} \\ \text{Berat Na}_2\text{SiO}_3 &= 1480 \times 2.5 = 3700 \text{ gram} \\ \text{Berat larutan alkali aktivator} &= 5180 \text{ gram} \end{aligned}$$

2.6 Persiapan Spesimen Geopolimer

Mortar Pasir dan prekursor dicampur terlebih dahulu. Bahan yang sudah tercampur kemudian diaduk dengan mixer, masukkan pasir (agregat halus) dan prekursor ke dalam mixer, aduk hingga kering selama tiga menit dimulai dengan kecepatan lambat hingga tercampur rata, kemudian masukkan

larutan NaOH dan Na₂SiO₃ yang telah tercampur kemudian aduk hingga merata. kecepatan sedang selama 5 menit. Setelah itu lanjutkan dengan kecepatan tinggi selama 10 menit [10].

2.7. Pencetakan Benda Uji

Benda uji yang digunakan adalah kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm, masing-masing sampel memiliki 3 benda uji dengan masing-masing variasi tersebut. Dibuat tiga sampel untuk pengujian kekuatan mortar selama 7, 14, dan 28 hari.

2.8. Perawatan Benda Uji

Perlakuan terhadap benda uji mortar dibagi menjadi dua yaitu perlakuan/curing menggunakan oven dan perlakuan/curing udara atau suhu ruangan. Dalam penelitian ini saya menggunakan air curing atau curing suhu ruangan dimana mortar disimpan di ruang penyimpanan benda uji pada suhu kamar, yang sebelumnya didiamkan dalam cetakan selama 24 jam. Perawatan mortar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlakuan dilakukan sampai umur 7 hari untuk uji kuat tekan mortar 7 hari
2. Perlakuan dilakukan sampai umur 14 hari untuk menguji kuat tekan mortar pada umur 14 hari.
3. Perlakuan dilakukan sampai umur 28 hari untuk menguji kuat tekan mortar pada umur 28 hari.

2.9 Menguji spesimen mortar

1. Menguji berat jenis mortar Pengujian kepadatan mortar berdasarkan SNI [11].
2. Menguji kekuatan tekan mortar Pengujian kuat tekan mortar berdasarkan SNI [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan tingkat agregat halus

Pemeriksaan gradasi agregat halus bertujuan untuk mengetahui variasi diameter butir dan modulus kehalusan. Alat yang digunakan adalah ayakan yang telah disusun sesuai urutan lubang ayakan, kemudian benda uji dimasukkan berupa pasir seberat 500 gram.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat halus

Nomor	Ukuran Saringan (mm)	Berat		
		Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Komulatif Tertahan (%)
4	4,75	0	0	0
10	2	10	2	2
20	0.85	30	6	8
40	0.425	45	9	17
60	0.25	75	15	32
100	0.15	190	38	70
200	0.075	105	21	91
Pan	-	45	9	100

$$\text{Modulus Halus Butir Agregat Halus} = \frac{K_{200}}{100 - K_{200}} \times \frac{100}{K_{400}}$$

Hasil pengujian menunjukan bahwa modulus halus butiran agregat halus sebesar 3,2. Hal ini sesuai dengan syarat SNI 03-1968-1990 [26]. yakni modulus halus butir diantara 1,5 – 3,8 sehingga agregat halus memenuhi ketentuan yang ada.

3.2 Kadar Lumpur Agregat

Analisis kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui apakah kandungan lumpur dalam pasir memenuhi standar minimum syarat agregat halus. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat

Analisa kadar lumpur agregat halus adalah :

Pasir = 48 ml

Asal = Sungai Lematang, Kota Pagar Alam

Volume endapan = 1 ml

$$\text{Kandungan lumpur dalam agregat halus} = \frac{1}{48} \times 100\% = 2,04 \%$$

Kadar lumpur pasir sungai lematang adalah sebesar 2,04% berdasarkan hasil analisis dapat digunakan untuk membuat mortar karena memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F yaitu nilai kadar lumpur < 5%. Kandungan lumpur yang rendah juga mengurangi retak yang terjadi pada saat mortar mengeras dan belum diberi beban.

3.3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pengujian berat jenis agregat halus dilakukan dengan menggunakan agregat sebanyak 50 gram. Hasil berat jenis agregat halus SSD dapat dihitung untuk mengetahui nilainya dengan perhitungan dibawah ini.

Agregat halus = 50 gram

Asal = Sungai Lematang, Kota Pagar Alam

Berat Agregat + gelas ukur + Air = 254 gram

Berat SSD = 50 gram

Berat Gelas Ukur + Air = 223 gram

$$\text{Berat jenis agregat SSD} = \frac{50}{(223+50) - 254}$$

= 2,6 Gram

Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1928) [27]. berat jenis pasir yang baik adalah 2,4 – 2,9. Sehingga agregat halus berupa pasir sungai lematang yang memiliki berat jenis 2,6 gram baik digunakan untuk campuran mortar.

3.4 Pemeriksaan Kadar Organik Agregat

Pemeriksaan kadar organik agregat halus bertujuan untuk mendapatkan angka dengan petunjuk larutan standar atau standar warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda uji pasir.

Tabel 3 Kandungan Zat Organik Standar ASTM C-40-79

Warna Campuran air = NaOH	Kandungan Zat Organik
Jernih	0%
Kuning Muda	0 - 10%
Kuning Tua	10 - 20%
Kuning Kemrahan	20 - 30%
Coklat Kemrahan	30 - 40%
Coklat Tua	50 - 100%

Dari hasil pengujian kadar organik pada pasir lematang, Kota Pagar Alam dilakukan dengan pengujian secara visual menunjukkan warna pada tabung ukur kuning muda berarti kandungan zat organik 0-10% sehingga agregat halus yang digunakan pada saat proses polimirisasi tidak menyerap larutan alkali aktivator . Dapat dilihat pada gambar



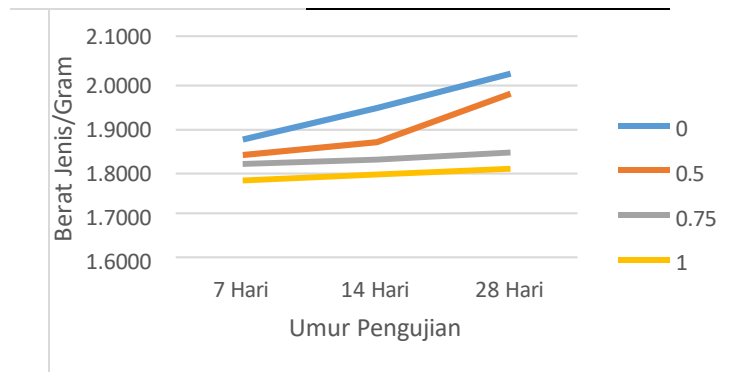
Gambar 2 Hasil Pengujian Zat Organik Agregat

3.5 Analisis Berat Jenis Mortar

Anilisis Berat Jenis Mortar Terhadap Umur Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 .Hubungan Berat Jenis Mortar Geopolimer Terhadap Umur

NO	KODE	Gram/Cm ³		
		7	14	28
1	Fs 1	1,88	1,95	2,03
2	Fs 2	1,84	1,87	1,98
3	Fs 3	1,82	1,83	1,85
4	Fs 4	1,78	1,80	1,81



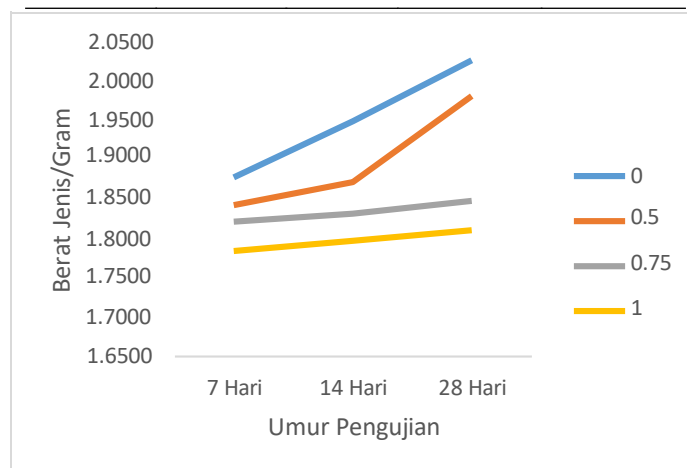
Gambar 3 Hubungan Berat Jenis Mortar Terhadap Umur Perawatan

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan di tabel 4. dan gambar 3 hubungan Berat Jenis mortar terhadap umur menunjukan bahwa semakin lama waktu perawatan benda uji semakin berat, berat jenis yang didapat , berat jenis maksimal yang didapat pada umur 28 hari adalah benda uji dengan komposisi campuran mortar geopolimer tanpa menggunakan serbuk alumunium powder dengan kode Fs1 seberat 2,03 mortar geopolimer memerlukan waktu polimerisasi yang maksimal sehingga umur 28 hari berat jenis yang didapat lebih maksimal dan berat jenis terendah (minimum) komposisi campuran mortar geopolimr yang menggunakn serbuk alumunium powder sebanyak 1 % dengan kode Fs4 sebesar 1,81 gram. Hasil pengujian ini menunjukan bahwa semakin banyak alumunium powder yang digunakan maka semakin rendah berat jenis yang didapat. Terjadi penurunan yang signifikan pada setiap campuran komposisi seiring penambahan bubuk alumunium powder. Hal ini disebabkan unsur yang terkandung di alumunium powder yang menghasilkan gas membuat mortar menghasilkan pori yang banyak.

3.6 Analisis Berat Jenis Mortar Terhadap Umur

Tabel 5 Hubungan Berat Jenis Mortar Geopolimer Terhadap Umur

NO	KODE	7	14	28
1	Fs 1	1,88	1,95	2,03
2	Fs 2	1,84	1,87	1,98
3	Fs 3	1,82	1,83	1,85
4	Fs 4	1,78	1,80	1,81



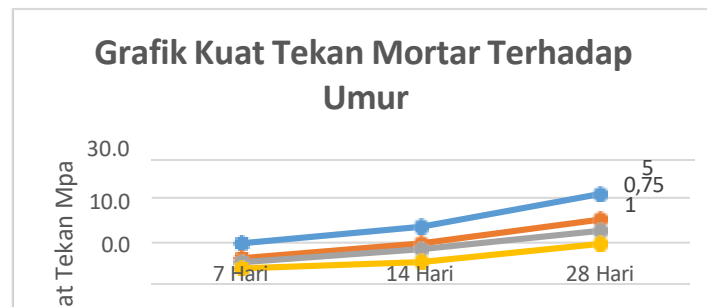
Gambar 4. Hasil pengujian kuat tekan mortar

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan di tabel 5 dan gambar 4 hubungan Berat Jenis mortar terhadap umur menunjukan bahwa semakin lama waktu perawatan benda uji semakin berat, berat jenis yang didapat , berat jenis maksimal yang didapat pada umur 28 hari adalah benda uji dengan komposisi campuran mortar geopolimer tanpa menggunakan serbuk alumunium powder dengan kode Fs1 seberat 2,03 mortar geopolimer memerlukan waktu polimerisasi yang maksimal sehingga umur 28 hari berat jenis yang didapat lebih maksimal dan berat jenis terendah (minimum) komposisi campuran mortar geopolimr yang menggunakn serbuk alumunium powder sebanyak 1 % dengan kode Fs4 sebesar 1,81 gram. Hasil pengujian ini menunjukan bahwa semakin banyak alumunium powder yang digunakan maka semakin rendah berat jenis yang didapat. Terjadi penurunan yang signifikan pada setiap campuran komposisi seiring penambahan bubuk alumunium powder. Hal ini disebabkan unsur yang terkandung di alumunium powder yang menghasilkan gas membuat mortar menghasilkan pori yang banyak.

3.7 Analisis Kuat Tekan Mortar Terhadap Umur

Tabel 6 Hubungan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Terhadap Umur

NO	KODE	Mpa		
		7	14	28
1	Fs1	10,4	17,3	24,7
2	Fs 2	7,1	14,1	19,3
3	Fs 3	6,3	11,6	16,5
4	Fs 4	5,1	8,3	12,0



Gambar 5 Hubungan Kuat Tekan Mortar Terhadap Umur Perawatan

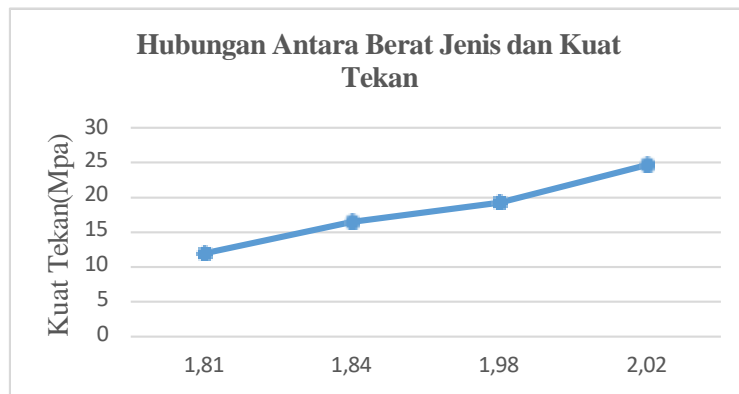
Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan di tabel 6 dan gambar 5 hubungan kuat tekan mortar terhadap umur menunjukkan bahwa semakin lama waktu perawatan benda uji semakin tinggi kuat tekan yang didapat, kuat tekan maksimal yang didapat pada umur 28 hari adalah benda uji dengan komposisi campuran mortar geopolimer tanpa menggunakan serbuk alumunium powder dengan kode Fs1 sebesar 24,7 Mpa, mortar geopolimer memerlukan waktu polimerisasi yang maksimal sehingga umur 28 hari kuat tekan yang didapat lebih maksimal dan kuat tekan terendah (minimum) komposisi campuran mortar geopolimer yang menggunakan serbuk alumunium powder sebanyak 1 % dengan kode Fs4 sebesar 12,0 Mpa. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa semakin banyak alumunium powder yang digunakan maka semakin rendah kuat tekan yang didapat. Terjadi penurunan yang signifikan pada setiap campuran komposisi seiring penambahan bubuk alumunium powder. Hal ini disebabkan unsur yang terkandung di alumunium powder yang menghasilkan gas membuat mortar menghasilkan pori yang banyak.

3.8. Hubungan Berat Jenis Dan Kuat Tekan Mortar

Untuk hubungan berat jenis dan kuat tekan mortar dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7 Hubungan Berat Jenis Dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer

No	Kode	Berat jenis mortar	Kuat tekan
		(gram/cm ³)	(MPa)
1	Fs1	2,0267	24,7
2	Fs 2	1,9813	19,3
3	Fs 3	1,8480	16,5
4	Fs 4	1,8107	12,0



Gambar 6 Hubungan Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar Ringan Geopolimer
Berdasarkan tabel 7 dan gambar 6 Hasil pengujian kuat tekan mortar geopolimer berbanding lurus dengan berat jenisnya, semakin berat mortar geopolimer kuat tekan semakin tinggi. Sebaliknya semakin ringan berat jenis mortar kuat tekan yang didapat semakin rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu ;

1. Untuk mortar geopolimer berbahan dasar fly ash dan abu sekam padi dengan perbandingan 75 : 25 % didapatkan kuat tekan maksimum sebesar 24,7 Mpa
2. Untuk mortar ringan geopolimer berbahan dasar fly ash dan abu sekam padi dengan penambahan bubuk aluminium powder sebanyak 0.5 % sebesar 19,3 Mpa
3. Untuk mortar ringan geopolimer berbahan dasar fly ash dan abu sekam padi dengan penambahan bubuk aluminium powder sebanyak 0.75 % sebesar 16,5 Mpa
4. Untuk mortar ringan geopolimer berbahan dasar fly ash dan abu sekam padi dengan penambahan bubuk aluminium powder sebanyak 1 % sebesar 12,20 Mpa
5. Berdasarkan dari hasil penelitian persentase yang optimum untuk penggunaan serbuk aluminium powder adalah 0.5 %

REFERENCES

- [1] Bakri, 2008. *Chemical and Physical Component of Rice Husk Ash as SCM for Cement Composite Manufacture*. Universitas Hasanuddin.
- [2] Manuahe, Riger., Martin D. J. S. dan Reky S.W. 2014. Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar. *Jurnal Sipil Statik*. 2(6): 277-282.
- [3] SNI- 06-6867-2002. *Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya untuk digunakan dengan kapu*. BSN, 2002. p. 1-10.
- [4] Sandya. Y., Prihantono & Sittati M. (2009). *Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer*
- [5] SNI- 06-6867-2002. *Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya untuk digunakan dengan kapu*. BSN, 2002. p. 1-10.
- [7] SNI- 03-3449-2002. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*. BSN, 2002. p.1-29
- [8] SNI-03-2834-2000. *Metode Pengujian Analisa Saringan Gradasi Agregat Halus*. BSN, 2000. p.1-
- 9. [9] SNI 03- 1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Mortar*. BSN, 1990. p. 1-6.
- [10] SNI 03-6825-2002. *Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar*. BSN, 2002. p. 1-7.
- [11] SK SNI S-04-1989-F. *Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus*. BSN, 1989. p. 1-5.
- [12] S. Thokchom, P. Ghosh, and S. Ghosh, "Performance of fly ash based geopolymer mortars in sulphate solution," *J. Eng. Sci. Technol. Rev.*, vol. 3, no. 1, pp. 36–40, 2010.