



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

Jurnal Ilmiah Berings

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 ASAM SULFAT TERHADAP DURABILITAS DAN KARAKTERISTIK MORTAR GEOPOLIMER FLY ASH

Okta Melanda Mayasari

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Pagar Alam¹²

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

Sur-el : oktamelandam@gmail.com

Abstrak: Pada pemanfaatan fly ash digunakan sebagai bahan tambah dengan dilakukan perendamaan menggunakan asam sulfat yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam sulfat terhadap durabilitas dan karakteristik mortar geopolimer fly ash. fly ash dipakai sebagai pengganti sebagian semen, fly ash tidak mempunyai kemampuan mengikat misalnya halnya semen, aktivator yang dipakai ialah NaOH dan Na₂SiO₃ sebagai akibatnya terjadi proses polimerisasi yang akhirnya mengikat agregat. Metode yang dipakai pada penelitian ini metode eksperimen. Rasio Na₂SiO₃:NaOH digunakan pada penelitian ini adalah 2 : 1. Rasio aktivator : prekursor yang digunakan adalah 1 : 1 dengan konsentrasi 16 M dan menggunakan perendaman asam sulfat 5% dan 10% . Kuat tekan menurun pada perendaman asam sulfat umur 56 hari dengan asam sulfat 10% sebesar 15,0 %. Hal ini menunjukkan semakin bertambahnya asam sulfat yang pekat serta umur perendaman maka kuat tekan semakin menurun...

Kunci Utama: Mortar, Fly Ash, Asam Sulfat

Abstract: This study of discusses the use fly ash as an additive by soaking in sulfuric acid which aims to determine the effect of sulfuric acid on the durability and characteristics of fly ash geopolymer mortar. fly ash is used as a partial substitute for cement, fly ash does not have the ability to bind like cement, the activators used are NaOH and Na₂SiO₃ so that a polymerization process occurs which ultimately binds aggregates . The method used in this research is an experimental method. The ratio of Na₂SiO₃ : NaOH used in this study was 2 : 1. The ratio of activator : precursor used was 1:1 with a concentration of 16 M and using sulfuric acid immersion 5% and 10% . The compressive strength decreased at 56 days of soaking in sulfuric acid with 10% sulfuric acid by 15.0%. This shows that the more concentrated sulfuric acid and the age of immersion, the compressive strength decreases.

Keywords : (Mortar, Fly Ash, Sulfuric Acid)

1. PENDAHULUAN (Font 12)

Beton saat ini merupakan komponen struktur, banyak digunakan oleh konstruksi bangunan dikarenakan pembuatan yang praktis serta harga yang relative lebih murah. Beton memiliki komposisi utama seperti agregat halus maupun agregat kasar, air serta semen portland ataupun kita sebut dengan beton konvensional. Masyarakat masih memakai semen portland yang digunakan sebagai bahan pengikat

utama pada pembuatan mortar, dengan tujuan agar produksi beton lebih banyak. Alternatif yang digunakan tidak hanya memakai semen portland saja tetapi dengan menggunakan geopolimerisasi sebagai pengganti semen portland, hasil limbah pembakaran batu bara yang biasa disebut abu terbang ataupun fly ash ialah limbah hasil industri dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) serta limbah bahan bakar pada mesin pabrik.

Geopolimer di temukan Davidovits pada tahun 1978, reaksi pada polimerisasi Al serta Si memiliki peran penting dalam ikatan polimerisasi. Semen digantikan oleh zat yang banyak mengandung (Si) dan (Al) seperti fly ash, abu sekam serta lainnya. Dibandingkan semen portland, geopolimer lebih unggul dalam masalah lingkungan dan hemat energi. Mortar merupakan kombinasi antara agregat halus maupun agregat kasar, air, serta semen portland menggunakan campuran tertentu, digunakan dalam pekerjaan non-struktural meliputi seperti plesteran dinding, batako, paving block, dan lain-lain. Mortar berfungsi sebagai plester untuk menjaga keawetan pasangan bata ataupun untuk mengikat pasangan bata satu sama lain (Setyani, 2017).

Durabilitas atau ketahanan mortar geopolimer ialah kelebihan beton untuk menahan serangan bersifat merusak serta menurunkan kualitas beton (Ikomudin, Herbudiman, & Irawan, 2016). Durabilitas mortar geopolimer digunakan untuk menentukan kuat tekan mortar geopolimer berbasis fly ash. fly ash sering digunakan dalam pengganti pada sebagian semen tapi juga dapat digunakan sebagai pengganti semen utuh. Fly ash juga difungsikan oleh bahan alkalin serta aktivator NaOH serta Na₂SiO₃ kemudian terjadi proses polimerisasi pada akhirnya mengikat agregat (Putri, 2017). Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti mengambil judul penelitian “Pengaruh Asam Sulfat Terhadap Durabilitas dan Karakteristik Mortar Geopolimer Fly Ash”. Tujuan penelitian yaitu mengetahui ketahanan mortar geopolimer fly ash mengenai perendaman dengan menggunakan asam sulfat.

2. METODE PENELITIAN (Font 12)

2.1 Komposisi Campuran

Mix design menggunakan metode trial and error. Komposisi yang digunakan adalah Na₂SiO₃ : NaOH dengan perbandingan 2 : 1, aktivator : prekursor dengan perbandingan 1 : 1 serta agregat halus : binder dengan perbandingan 1,5 : 1. Pada komposisi dalam campuran mortar geopolimer menggunakan ukuran 5x5x5 mm³ dengan 200 gram trial. Pada penelitian komposisi campuran mortar geopolimer ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Mix design

Sampel	Prekursor (gram)	Binder		Agregat Halus (gram)	Keterangan Asam Sulfat (ml/liter)
		Aktivator (gram)			
		NaOH	Na ₂ SiO ₃		
R.0	40	13	27	120	-
R.5	40	13	27	120	51,02
R.10	40	13	27	120	102,04

2.2 Pembuatan Alkali Aktivator

Pembuatan aktivator diawali dengan menimbang NaOH dan Na₂SiO₃ yang sesuai dengan proporsi perencanaan campuran. Natrium hidroksida (NaOH) dilarutkan dalam aquades sebanyak 1 liter sesuai dengan konsentrasi yang direncanakan yaitu 16 M. Larutan diaduk selama 5 menit sampai menjadi homogen dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian larutan NaOH dicampur dengan natrium silikat (Na₂SiO₃) dan diaduk selama 5 menit sampai menjadi homogen. Pada penelitian ini NaOH yang digunakan berbentuk kristal sehingga harus dicairkan dengan rumus sebagai berikut.

a. Larutan NaOH

Perhitungan larutan NaOH dengan molaritas 16 M, dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr NaOH}} \times \frac{1000}{\text{Ml}}$$

Keterangan :

$$\text{Mr NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40$$

Gabungan beberapa atom yang jadi satu molekul seperti Mr NaOH = Ar Na + Ar O + Ar H. Na adalah singkatan dari natrium, O adalah singkatan dari oksigen dan H adalah singkatan dari hidrogen. Ar merupakan nilai berat atom relatif, sedangkan Mr merupakan nilai massa molekul relatif. Nilai unsur atom Mr Na = 23, O = 16 dan H = 1, sehingga hasil dari Mr NaOH adalah 40.

Air *aquades* direncanakan sebanyak 1 liter, sehingga :

$$16 = \frac{\text{gram}}{40} \times \frac{1000}{1000 \text{ liter}}$$

$$16 = \frac{1000 \cdot \text{gram}}{40000}$$

$$16 = \frac{\text{gram}}{0,025}$$

$$\text{gram} = \frac{16}{0,025}$$

$$= 640 \text{ gram}$$

Mr merupakan massa relatif atau berat atom dari unsur Na, O dan H, sedangkan molaritas adalah besaran konsentrasi atau kepekatan larutan yang digunakan. NaOH yang digunakan berjenis *kristal* sehingga untuk menghasilkan larutan cair harus membuat larutan NaOH 16 M sebanyak 1 liter air *aquadest* menghasilkan larutan sebanyak 640 gram. Sehingga berat NaOH 16 molar = 1000 + 640 = 1640 gram.

b. Larutan Na₂SiO₃

Larutan Na₂SiO₃ dapat dihitung dengan rasio berat NaOH : Na₂SiO₃ yang digunakan adalah 1 : 2 sehingga menghasilkan :

Berat NaOH	= 1640 gram
Berat Na ₂ SiO ₃ = 1640 x 2	= 3280 gram
Berat larutan alkali aktivator	= 4920 gram

2.3 Pengadukan dan Percetakan Mortar Geopolimer

Pengadukan mortar geopolimer pertama adalah dengan menimbang bahan yang dipakai sesuai dengan komposisi campuran. Agregat halus dan *binder* dicampur pada rasio 1,5 : 1, *binder* adalah campuran aktivator dan prekursor dengan rasio 1 : 1. Kemudian material diaduk dengan alat pengaduk buatan hingga menggumpal. Setelah itu masukan campuran kedalam cetakan secara merata dengan ukuran 5x 5x 5 mm³ yang telah diberi oli pada bagian dalam cetakan kemudian diamkan campuran selama 24 jam.

2.4 Perawatan Mortar

Perawatan mortar dilakukan setelah mortar selesai dicetakan, kemudian cetakan dibuka untuk mengambil mortar tersebut dan di diamkan pada suhu ruangan selama 24 jam. Kemudian setelah selama 24 jam dilakukan perendaman mortar maka jumlah pada sampel penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. 3 sampel untuk 28 hari dan 3 sampel pada umur 56 hari dibungkus didalam plastik putih tidak direndam.
2. 3 sampel untuk 28 hari dan 3 sampel pada umur 56 hari direndam pada asam sulfat 5 %.
3. 3 sampel untuk 28 hari dan 3 sampel pada umur 56 hari direndam pada asam sulfat 10 %.

3. HASILDAN PEMBAHSAN (Font 12)

3.1 Pengujina Agregat Halus

a. Analisa Gradasi Agregat Halus

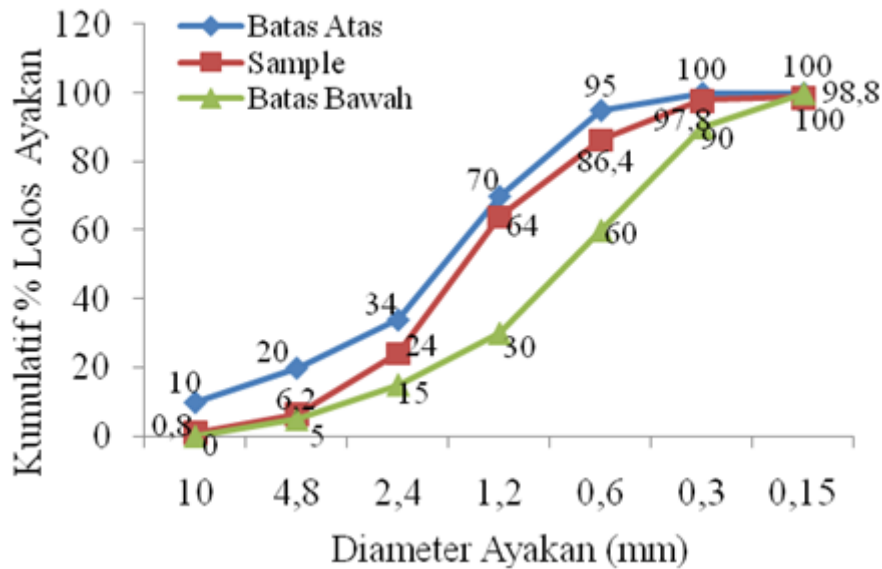
Tujuan Analisis gradasi agregat halus ialah untuk mendapatkan jenis dari diameter pada butiran dan modulus kehalusan.

Tabel 2. Gradasi agregat halus

Lubang Ayakan		Berat Tertahan		Berat Kumulatif % Tertahan	Berat Kumulatif % Lewat Ayakan
US Sieve	mm	Gram	%		
4	4,75	4	0,8	0,8	99,2
10	2,00	27	5,4	6,2	93,8
20	0,85	89	17,8	24	76
40	0,42	200	40	64	36
60	0,25	112	22,4	86,4	13,6
100	0,15	57	11,4	97,8	2,2
200	0,07	5	1	98,8	1,2
PAN		6	1,2	100	0
Jumlah		500	100	378	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan Komulatif (\%)}}{\text{Jumlah Berat Tertahan (\%)}} \\
 &= \frac{378}{100} \\
 &= 3,78
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian menunjukkan modulus halus butiran agregat halus sebesar 3,78 sesuai persyaratan yaitu dengan modulus halus butir antara 1,5 – 3,8. Hal ini menunjukkan bahwa agregat halus dapat memenuhi pada persyaratan yang ada, berdasarkan gradasi agregat halus tersebut maka termasuk zona I yaitu kategori pasir kasar. Gradasi agregat halus tersebut dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1 Grafik gradasi agregat halus pasir zona I

b. pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan analisa dalam kadar lumpur ialah mengetahui besarnya (*persentase*) kadar lumpur pada pasir yang dipakai menjadi campuran mortar.

Analisa kadar lumpur agregat halus adalah :

Pasir	= 50 ml
Asal	= Sungai Lematang Kota Pagar Alam
Volume Endapan	= 2 ml
Kadar Lumpur Agregat Halus	$= \frac{2}{50} \times 100 \%$
	= 4 %

Agregat halus yang banyak mengandung lumpur menyebabkan penurunan pada kuat tekan sehingga lumpur dapat mengganggu ikatan antara agregat dan semen. Agregat halus yang digunakan berupa pasir sungai Lematang berdasarkan analisa dapat digunakan untuk pembuatan mortar karena memenuhi persyaratan (SNI 03-6821-2002), karena hasil kadar lumpur pada agregat halus memiliki kadar lumpur 4% < 5%.

c. Berat Jenis Agregat

Analisa dalam pengujian berat jenis pada agregat halus dilakukan menggunakan 100 gram agregat halus. Untuk mengetahui nilai berat jenis SSD pada agregat halus dapat dihitung dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat Halus} &= 100 \text{ gram} \\
 \text{Asal} &= \text{Sungai Lematang Kota Pagar Alam} \\
 \text{Berat SSD} &= 100 \text{ gram} \\
 \text{Berat gelas ukur + air} &= 221 \text{ gram} \\
 \text{Berat agregat + gelas ukur + air} &= 282 \text{ gram} \\
 \text{Berat jenis agregat (SSD)} &= \frac{100}{(221 + 100) - 282} \\
 &= 2,56 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

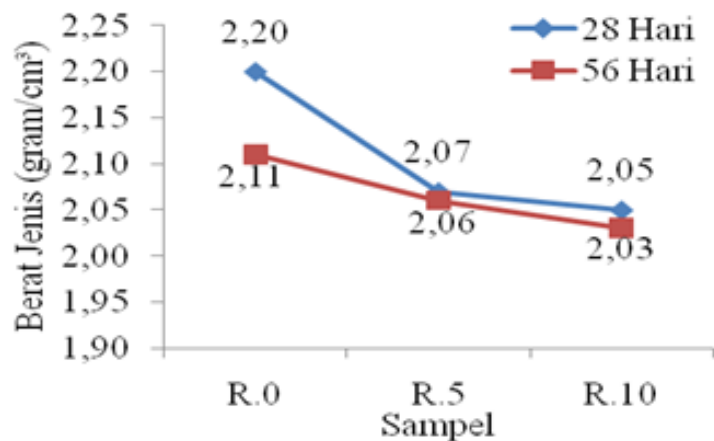
Pada hasil perhitungan Agregat halus berupa pasir sungai Lematang memiliki berat jenis sebesar 2,56 gram/cm³ baik digunakan dalam campuran mortar, karena berdasarkan (SNI 1969:2008) berat jenis pada agregat halus yang baik serta memenuhi syarat ialah 2,4 – 2,9 gram/cm³.

3.2 Hubungan Berat Perendaman Terhadap Umur 28 Dan 56 Hari.

Setelah dilakukan pengujian perawatan serta berat jenis dalam mortar geopolimer dengan menggunakan variasi umur 28 dan 56 hari. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan berikut untuk menunjukkan hubungan kuat tekan mortar terhadap umur mortar geopolimer.

Tabel 3 Berat hubungan perendaman mortar umur 28 dan 56 hari

No	Kode	Berat Jenis (gram/cm ³)	
		28	56
1	R.0	2,20	2,11
2	R.5	2,07	2,06
3	R.10	2,05	2,03



Gambar 3 Grafik hubungan perendaman mortar umur 28 dan 56 hari

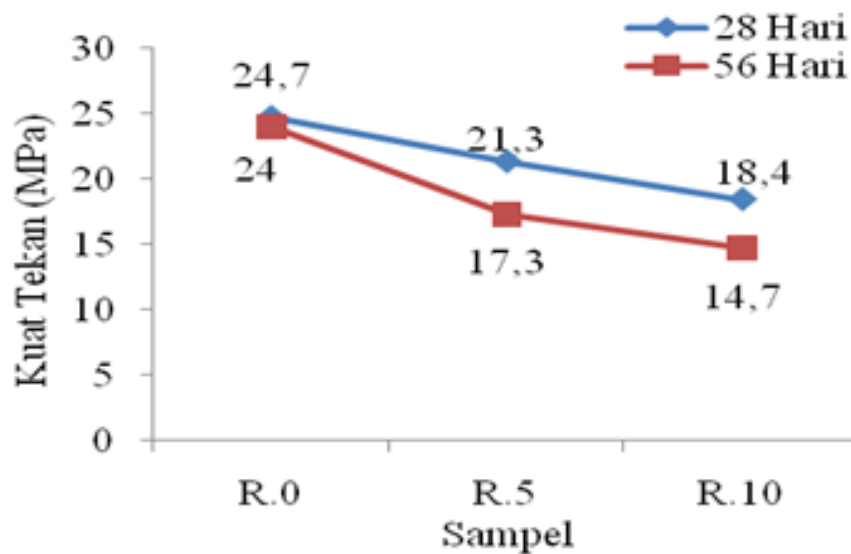
Pada Tabel 3 dan Gambar 3 dari pengujian di laboratorium hubungan perendaman mortar umur 28 dan 56 hari diperoleh penurunan terbesar terjadi pada umur 56 hari pada sampel R.10 dengan rendaman asam sulfat 10% mencapai berat jenis hingga 2,03 (gram/cm^3) dan pada rendaman asam sulfat 5% penurunan berat jenis sebesar 2,06 (gram/cm^3), menunjukkan bahwa bertambahnya umur perendaman maka berat jenis mortar geopolimer *fly ash* akan menurun akibat rendaman asam sulfat yang pekat. Berat jenis mortar geopolimer *fly ash* juga dapat mempengaruhi kuat tekan mortar.

3.3 Hubungan Kuat Tekan Perendaman Terhadap Umur 28 Dan 56 Hari

Setelah dilakukan pengujian perawatan serta berat jenis pada mortar geopolimer dengan variasi umur 28 dan 56 hari. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan berikut untuk menunjukkan hubungan kuat tekan mortar terhadap umur mortar geopolimer.

Tabel 4. Hubungan kuat tekan perendaman umur 28 dan 56 hari

No	Kode	Mpa	
		28	56
1	R.0	24,7	24
2	R.5	21,3	17,3
3	R.10	18,4	14,7



Gambar 4 Grafik hubungan kuat tekan perendaman umur 28 dan 56 hari

Pada Tabel 4 dan Gambar 4 hasil pengujian di laboratorium hubungan perendaman pada kuat tekan mortar umur 28 dan 56 hari diperoleh penurunan terbesar terjadi umur 56 hari dengan rendaman asam sulfat 10% penurunan kuat tekan hingga 14,7 MPa dan pada rendaman asam sulfat 5% penurunan kuat tekan sebesar 17,3 MPa, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama umur perendaman maka kuat tekan mortar geopolimer *fly ash* akan menurun akibat rendaman asam sulfat yang pekat. Sedangkan pada mortar yang hanya dilakukan perawatan kuat tekan meningkat pada sampel R.0 umur 28 hari kuat tekan menjadi

sebesar 24,7 MPa, dan untuk kuat tekan umur 56 hari menjadi sebesar 24 MPa, diperoleh bahwa pada mortar yang hanya dilakukan perawatan mortar mengalami peningkatan seiring pertambahan umur.

4. SIMPULAN (Font 12)

Hasil dari pengujian pengaruh asam sulfat terhadap *durabilitas* dan karakteristik mortar geopolimer *fly ash* didapatkan bahwa seiring bertambahnya perendaman asam sulfat dengan jumlah yang banyak maka terjadi penurunan dan menunjukkan bertambahnya umur perendaman maka kuat tekan akan semakin menurun. Perendaman dilakukan umur 28 dan 56 hari, dimana umur 56 hari akibat agresinya asam sulfat terjadi penurunan kuat tekan hingga 15,0 % pada sampel R.10 dengan keasaman 10 % , serta 27,9 % pada sampel R.5 dengan perendaman asam sulfat 5%. Ketahanan yang dimiliki pada kuat tekan beton geopolimer direndam selama 56 hari dalam konsentrasi asam sulfat yang tinggi tidak dapat bertahan terhadap serangan asam sulfat akibatnya terjadi penurunan, karena asam sulfat bersifat merusak serta mengurangi mutu geopolimer.

DAFTAR RUJUKAN

- Ikomudin, R. A., Herbudiman, B., & Irawan, R. R. (2016). Ketahanan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash terhadap Sulfat dan Klorida. *Jurusan Teknik Sipil Itenas, Vol.2(No.4)*, 33–43.
- Putri, N. S. (2017). Studi Pemanfaatan Limbah Karbit Dan Fly Ash Pada Pasta Geopolimer.
- Setyani, Y. (2017). Analisa Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Abu Sekam Padi Dan Kapur Padam.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Sni 03-2834-2000, 1–34.
- SNI 03-6821-2002. (2002). SNI 03-6821-2002 :Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. (2008). Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- SNI- 03-1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. BSN, 2008. P. 1-8.
- SNI- 03-6821-2002. *Cara Uji Kadar Lumpur Agregat Halus*. BSN, 2002. P. 1-7.
- SNI 03-2834-2000. *Metode Pengujian Gradasi Agregat Halus* BSN, 2000 P. 1-7.
- SNI 2816-2018. *Metode Pengujian Kadar Organik* BSN, 2018 P. 1-8.