

PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI SILIKA TINGGI SEBAGAI SUBSTITUSI FLY ASH UNTUK MORTAR GEOPOLIMER

WIJANARKO DWI LAKSONO¹, EUNEKE WIDYANINGSIH², HEBERNARDINUS HERBUDIMAN³, SUBARI SUBARI⁴, SETO ROSENO⁵

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
3. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
4. Dosen, *Research Center for Geological Resources* (Badan Riset dan Inovasi Nasional)
5. Dosen, *Research Center for Geological Resources* (Badan Riset dan Inovasi Nasional)

Email: wijanarkodl@gmail.com

ABSTRAK

Dalam beberapa tahun terakhir sampai saat ini infrastruktur di Indonesia sedang mengalami lonjakan yang tinggi. Beton dan mortar menjadi material yang umum digunakan dalam hal pembangunan infrastruktur. Dalam hal ini permintaan beton dan mortar menjadi tinggi seiring berkembangnya kebutuhan infrastruktur di Indonesia. Umumnya dalam pembuatan beton dan mortar menggunakan semen, tapi dalam pembuatan semen banyak berkontribusi dalam pencemaran lingkungan. Maka dari itu mortar geopolimer menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Mortar geopolimer adalah mortar yang material utamanya mengandung bahan yang bersifat pozzolan. Material alternatif pengganti semen biasanya menggunakan *fly ash*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui campuran terbaik antara abu sekam padi dan *fly ash* sebagai precursor. Dengan perbandingan *fly ash* dan abu sekam padi 100%:0%; 90%:10%; 80%:20%; 70%:30%; 60%:40%; 50%:50%. Dengan umur mortar 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil dari penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai kuat tertinggi pada variasi ASP 50 dengan komposisi *fly ash* 50% dan abu sekam padi 50% lolos 200 mesh dengan nilai kuat tekan sebesar 29,72 MPa.

Kata kunci: mortar geopolimer, kuat tekan, *fly ash*, abu sekam padi, pasir galunggung

1. PENDAHULUAN

Saat ini dalam dunia konstruksi sedang meningkatkan inovasi dengan material baru yang ramah lingkungan. Mortar geopolimer salah satu inovasi yang saat ini dalam masa pengembangan karena dapat mengurangi pemakaian semen konvensional. Dalam penggunaan mortar geopolimer ini dapat mengurangi emisi karbon dan pemanfaatan limbah industri karena proses pembuatannya lebih ramah lingkungan. Limbah industri, seperti abu sekam padi dan *fly ash* memiliki kandungan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang tinggi sehingga dapat menjadi pengganti sebagian dalam campuran mortar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mortar

Mortar merupakan campuran yang biasa digunakan sebagai penghubung batu bata atau batu dalam pekerjaan konstruksi, selain sebagai pengisi dan perekat batu bata atau batu mortar juga dapat digunakan sebagai campuran pengikat beton, plesteran dan acian. Menurut SNI 03-6852-

2002, mortar semen Portland adalah campuran antara pasir kwarsa, air suling dan semen Portland dengan komposisi tertentu.

2.2 Beton Geopolimer

Mortar Geopolimer adalah mortar yang pembuatannya tidak memakai semen. Menurut Davidovits (2008) geopolimer yaitu material beton yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO_4 dan AlO_4 yang terikat secara tetrahedral. Geopolimer merupakan bahan yang ramah lingkungan karena bahan yang digunakan merupakan limbah dari limbah industri dan cara pembuatannya tidak memerlukan energi yang banyak.

2.3 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi yaitu sebesar 85,65% sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan mortar untuk meningkatkan kualitas konstruksi.



Gambar 1. Abu Sekam Padi

2.4 Abu Terbang (*Fly Ash*)

Fly ash atau abu terbang ini merupakan hasil dari limbah pembakaran batu bara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus dan bersifat *pozzolan*. *Pozzolan* ini dapat bereaksi dengan *kalsium hidroksida* untuk meningkatkan kekuatan durabilitas beton.



Gambar 2. *Fly Ash*

2.5 Agregat

Agregat adalah butiran pasir atau batuan yang berfungsi sebagai bahan pengisi di campuran mortar. Agregat kasar berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan dan agregat halus berfungsi untuk mengisi celah antar agregat kasar dan membantu proses pengerjaan campuran beton.

2.6 Alkali Aktivator

Natrium hidroksida bekerja dengan mereaksikan unsur alumina dan silika yang terkandung di fly ash sehingga menciptakan ikatan polimer yang kuat. Pada saat yang bersamaan natrium silikat berperan untuk mempercepat proses polimerisasi.

2.7 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui kualitas dari sebuah mortar. Dengan cara melakukan pengujian kuat tekan untuk mengetahui nilai kuat maksimal yang mampu ditahan oleh mortar sebelum hancur. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan salah satunya umur mortar, bahan yang digunakan, cara pengerjaan, takaran yang digunakan dan perawatan mortar yang digunakan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian *fly ash* dengan abu sekam padi terhadap kekuatan tekan mortar geopolimer. Dengan alkali aktivator natrium hidroksida (NaOH) 10M dan sodium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 1:2 sebagai campurannya. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mix Design Mortar Geopolimer

Penelitian menggunakan metode eksperimen untuk merancang campuran mortar geopolimer. Dengan menggunakan data berat jenis sebagai parameter untuk menentukan komposisi bahan yang akan digunakan. Proporsi campuran yang digunakan yaitu 60% agregat dan 40% binder, dengan perbandingan *precursor* dengan alkali aktivator 60%:40%. Data berat jenis setiap material dapat dilihat pada tabel 1 dan proporsi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Data Berat Jenis Setiap Material

	Material	Berat Jenis	Satuan
<i>Precursor</i>	FA	2.5	gr/cm ³
	ASP	1.9	gr/cm ³
Agregat	Pasir	2.4	gr/cm ³
Alkali Aktivator	NaOH	2.13	gr/cm ³
	Na ₂ SiO ₃	2.4	gr/cm ³

Tabel 2. Proporsi Campuran Mortar Geopolimer

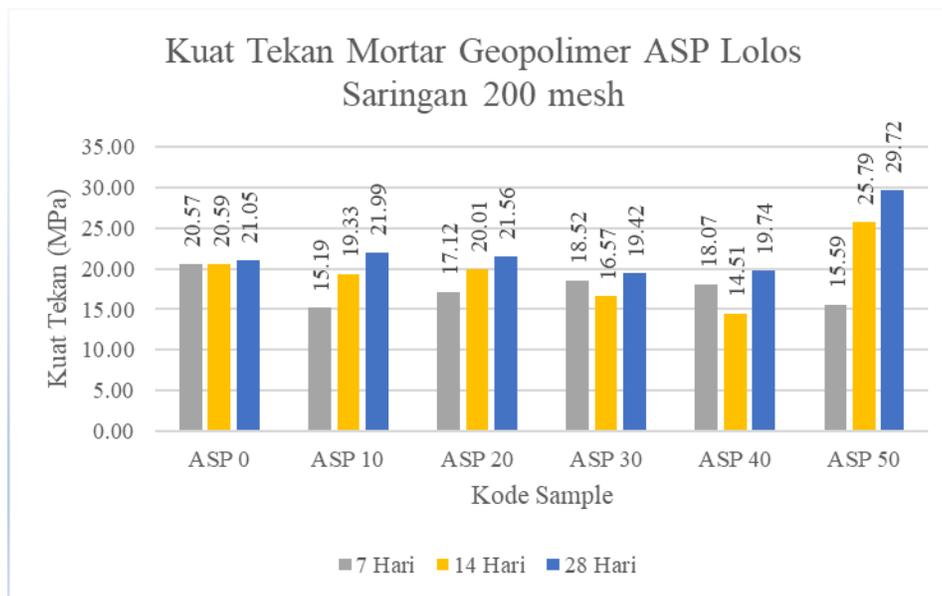
No Sample	PERBANDINGAN		Agregat Halus P. Galunggung	Binder			
	FA	ASP		Precursor		Alkali Aktivator	
				FA	ASP	NaOH	Na ₂ SiO ₃
ASP 0	100%	0%	198	82.5	0	15.6	35.2
ASP 10	90%	10%	198	74.3	6.3	15.6	35.2
Asp 20	80%	20%	198	66	12.5	15.6	35.2
ASP 30	70%	30%	198	57.8	18.8	15.6	35.2
ASP 40	60%	40%	198	49.5	25.1	15.6	35.2
ASP 50	50%	50%	198	41.3	31.4	15.6	35.2

4.2 Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, 28 Hari

Pengujian kuat tekan di umur 7, 14 dan 28 hari menggunakan satuan MPa (Mega Pascal). Kuat tekan dengan umur 7, 14 dan 28 hari dilakukan untuk mengetahui perkembangan kuat tekan yang dialami oleh mortar geopolimer dengan substitusi *fly ash* dengan abu sekam padi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa persentase komposisi dan umur pengujian yang dilakukan dapat berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan.

Tabel 3. Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, dan 28 Hari

Kode Sampel	Persentase		Kuat Tekan (Mpa)		
	FA	ASP	7 Hari	14 Hari	28 Hari
ASP 0	100%	0%	20.57	20.59	21.05
ASP 10	90%	10%	15.19	19.33	21.99
ASP 20	80%	20%	17.12	20.01	21.56
ASP 30	70%	30%	18.52	16.57	19.42
ASP 40	60%	40%	18.07	14.51	19.74
ASP 50	50%	50%	15.59	25.79	29.72



Gambar 1. Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, dan 28 Hari

5. KESIMPULAN

Kuat tekan pada semua campuran meningkat secara signifikan dari umur 7 hari hingga 28 hari. Peningkatan kuat tekan menunjukkan bahwa ikatan kimia yang menyusun struktur geopolimer menjadi semakin kuat seiring berjalannya waktu. Komposisi bahan sangat mempengaruhi kuat tekan, dengan *fly ash* sebagai komponen utama penting dalam meningkatkan kuat tekan karena kandungan silika dan alumina yang bereaksi dengan alkali aktivator. Penambahan limbah karbit dan abu sekam padi dalam berbagai persentase dapat meningkatkan kuat tekan, meskipun tidak seefektif *fly ash*.

DAFTAR RUJUKAN

- Tjokrodinuljo, K. (2007), Teknologi Beton, KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Hardjito, D. 2005. *Development and properties of low calcium fly ash based geopolimer concrete*. PhD Thesis of Civil Engineering & Computing Department. Perth: Curtin University of Technology.
- Abdul Latif, (2010). Kuat Tarik langsung, Kuat Tarik Lentur, Susut, dan Density Mortar Campuran Semen, Abu Sekam Padi, dan Precious Slag Ball. Skripsi. Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- ASTM C 618. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International, US.
- ASTM C 270. *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*. ASTM International US.
- Tishmack, J. K. (1999). *Characterization of high-calcium fly ash and its influence on ettringite formation in portland cement pastes (Doctoral dissertation, Purdue University)*.
- Theory of XRF, 2003. *Getting Acquainted with the Principles*.
- Herbudiman, B., Subari, S., Nugraha, B., Pratiwi, I., Rinovian, A., Widyaningsih, E., Yanti, E. D., Erlangga, B. D., Jakah, J., & Roseno, S. (2024). *Effect of Different Ceramic Waste Powder on Characteristics of Fly Ash-Based Geopolimer*. *Civil Engineering Journal (Iran)*.
- Ismi Purnamasari, Kukun Rusyadi, Ida Farida, (2023). Analisis Pemanfaatan Abu Sekam Padi dan Tempurung Kelapa untuk Bahan Beton Terhadap Sifat Struktural. Teknik Sipil Institut Teknologi Garut.