

Analisis Penggunaan Abu Kayu sebagai Alternatif *Fly Ash* dan Penambahan *Silica Fume* dalam Material Geopolimer Berbasis *Reactive Powder*

SASKIA DWI PUTRI¹, EUNEKE WIDYANINGSIH²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email : saskiadwiputri10@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh abu kayu sebagai substitusi fly ash terhadap kuat tekan mortar geopolimer berbasis Reactive Powder dan efektivitas penambahan silica fume. Fly ash digantikan oleh abu kayu dalam proporsi 25%, 50%, 75%, dan 100%, dengan tambahan silica fume 7%. Pengujian dilakukan pada umur 14 dan 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan proporsi abu kayu menurunkan kuat tekan mortar akibat rendahnya silika dan alumina reaktif serta keberadaan karbon tak terbakar. Penambahan silica fume meningkatkan kuat tekan, karena sifat reaktifnya yang memperbaiki kepadatan mikrostruktur. Komposisi terbaik adalah 75% fly ash, 25% abu kayu, dan 7% silica fume dengan kuat tekan 45,4 MPa pada umur 28 hari. Penelitian ini menunjukkan potensi abu kayu sebagai substitusi parsial fly ash dalam mortar geopolimer, dengan kombinasi silica fume untuk performa mekanik optimal.

Kata kunci: geopolimer, abu kayu, fly ash, silica fume, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi terus berkembang dengan inovasi material bangunan, terutama beton, untuk meningkatkan kekuatan, daya tahan, dan keberlanjutan. Salah satu inovasi adalah *Reactive Powder Concrete* (RPC), yang memiliki kekuatan tekan tinggi, hampir tanpa porositas, dan ketahanan terhadap korosi (Ambika, 2021). RPC menggunakan partikel halus seperti silica fume dan serat baja, menjadikannya ideal untuk aplikasi konstruksi ekstrem. Namun, produksi RPC konvensional bergantung pada semen *Portland*, yang berkontribusi pada emisi CO₂. Oleh karena itu, beton geopolimer, yang tidak menggunakan semen, menjadi alternatif ramah lingkungan (Davidovits, 2015). Geopolimer menggunakan bahan pengikat dari *precursore* dan aktivator, seperti *fly ash*, yang memiliki sifat pozzolan (Mehta & Monteiro, 2014).

Abu kayu menjadi alternatif potensial karena mengandung senyawa pozzolanik (Susanti et al., 2023). Sumber abu kayu dapat berasal dari kegiatan rumah tangga dan industri kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh RPC berbasis geopolimer terhadap kuat tekan beton dan potensi abu kayu sebagai pengganti *fly ash*, serta analisis penambahan *silica fume* untuk meningkatkan kuat tekan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Konstruksi Institut Teknologi Nasional Bandung dengan metode eksperimental. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi abu kayu terhadap fly ash serta penambahan *silica fume* terhadap kuat tekan pada material geopolimer berbasis *reactive powder*. Variasi campuran yang digunakan terdiri dari substitusi abu kayu sebesar 50%, 75% dan 100% terhadap *fly ash*, serta penambahan *silica fume* sebesar 3,7% terhadap pasir.

Bahan utama meliputi *fly ash*, abu kayu, *silica fume*, pasir galunggung, alkali aktivator berupa NaOH 12 M dan Na₂SiO₃ dengan perbandingan 1 : 3. Benda uji berbentuk mortar berukuran 5 cm × 5 cm × 5 cm, selanjutnya diuji kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari yang ditunjukkan pada Gambar 1. Komposisi mortar ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan gambaran mengenai potensi abu kayu sebagai material alternatif dalam pengembangan geopolimer berbasis *reactive powder*.



Gambar 1 Pengujian kuat tekan mortar menggunakan Compression machine

Tabel 1 Variasi dan Komposisi Mortar

KOMPOSISI MORTAR		Fly ash (gram)	Abu Kayu (gram)	Pasir (gram)	Silica Fume (gram)	NaOH (gram)	Na ₂ SiO ₃ (gram)	Total (gram)
SF 7%	FA 50% ; AK 50%	31,31	29,02	226,47	15,13	8,79	29,70	340,41
	FA 75% ; AK 25%	46,96	14,51	226,47	15,13	8,79	29,70	341,56
	FA 25% ; AK 75%	15,65	43,53	226,47	15,13	8,79	29,70	339,26
	AK 100%	0,00	58,04	226,47	15,13	8,79	29,70	338,12

3. HASIL PENGUJIAN DAN PENELITIAN

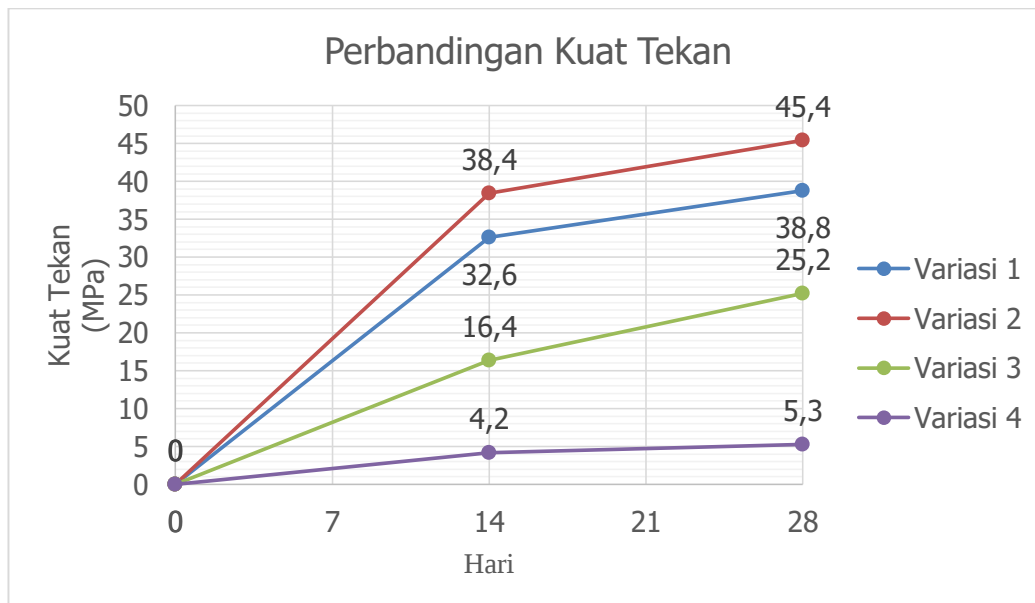
Penggunaan abu kayu sebagai substitusi *fly ash* pada geopolimer berbasis *reactive powder* menunjukkan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kuat tekan. Secara umum, semakin tinggi persentase abu kayu yang digunakan, nilai kuat tekan cenderung menurun. Hal ini disebabkan perbedaan komposisi kimia antara *fly ash* yang kaya akan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), dengan abu kayu yang memiliki kandungan reaktif lebih rendah serta mengandung senyawa non-reaktif seperti karbon tak terbakar dan mineral organik. Akibatnya, proses geopolimerisasi menjadi kurang optimal sehingga menghasilkan ikatan antarpartikel yang lebih lemah. Berikut dilampirkan hasil pengujian kuat tekan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Gambar 2.

Tabel 2 Hasil Kuat Tekan Mortar pada Umur 14 Hari

	Kuat Tekan 14 Hari				
	Variasi	Sampel	Berat (gram)	Kuat Tekan (Mpa)	
				Hasil	Rata - Rata
SF 7%	Variasi 1 (FA 50% ; AK 50%)	1	291,5	32,2	32,6
		2	294,3	32,5	
		3	290,0	33,1	
	Variasi 2 (FA 75% ; AK 25%)	1	293,9	40,8	38,4
		2	291,6	35,9	
		3	295,8	38,7	
	Variasi 3 (FA 25% ; AK 75%)	1	253,7	14,6	16,4
		2	257,9	18,2	
		3	249,5	16,6	
	Variasi 4 (AK 100%)	1	250,4	3,3	4,2
		2	248,7	4,0	
		3	247,5	5,4	

Tabel 3 Hasil Kuat Tekan Mortar pada Umur 28 Hari

	Kuat Tekan 28 Hari				
	Variasi	Sampel	Berat (gram)	Kuat Tekan (Mpa)	
				Hasil	Rata - Rata
SF 7%	Variasi 1 (FA 50% ; AK 50%)	1	290,3	38,6	38,8
		2	290,1	39,3	
		3	290,8	38,4	
	Variasi 2 (FA 75% ; AK 25%)	1	292,5	46,9	45,4
		2	292,2	45,6	
		3	292,6	43,8	
	Variasi 3 (FA 25% ; AK 75%)	1	277,3	26,9	25,2
		2	275,9	23,4	
		3	275,7	25,3	
	Variasi 4 (AK 100%)	1	250,3	4,9	5,3
		2	250,1	5,4	
		3	250,4	5,5	



Gambar 1 Hasil Perbandingan Kuat Tekan Mortar di Semua Variasi dan Semua Umur

Perbandingan kuat tekan menunjukkan bahwa seluruh variasi mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur pengujian. Namun, semakin besar kandungan abu kayu yang digunakan sebagai substitusi fly ash, kuat tekan cenderung mengalami penurunan. Variasi 2 (FA 75% ; AK 25%) menghasilkan kuat tekan tertinggi, yaitu 45,4 MPa pada umur 28 hari, sedangkan Variasi 1 (FA 50% ; AK 50%) mencapai 38,8 MPa. Pada campuran dengan kadar abu kayu lebih tinggi, kuat tekan menurun signifikan, yaitu 25,2 MPa pada Variasi 3 (FA 25% ; AK 75%) dan hanya

5,3 MPa pada Variasi 4 (AK 100%). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanti, et al (2023) bahwa semakin banyak abu kayu maka kekuatan tekan semakin menurun.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan meningkat seiring umur pengujian, namun menurun dengan bertambahnya kadar abu kayu sebagai substitusi fly ash. Penambahan silica fume juga meningkatkan kuat tekan dengan nilai tertinggi dicapai pada Variasi 2 (FA 75% ; AK 25%) sebesar 45,4 MPa, sedangkan substitusi abu kayu penuh menghasilkan kuat tekan terendah 5,3 MPa, sehingga abu kayu lebih efektif digunakan sebagai substitusi sebagian.

DAFTAR RUJUKAN

- Susanti, E., Kusumaningrum, D., Propika, J., Istiono, H., & Jatupasha, P. (2023). Pemanfaatan abu kayu dan fly ash sebagai material pengganti sebagian semen. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 4, No. 2. <https://doi.org/10.31284/j.jtm.2023.v4i2.4563>
- Alsubari, J., Shafiq, N., & Jumaat, M. Z. (2022). *A Review on Strength and Durability Properties of Wooden Ash Based Concrete*. *Materials*, 15(20), 7282. <https://doi.org/10.3390/ma15207282>
- Mathofani, A., Priskasari, E., & Aditama, V. (2023). *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu dan Silica Fume terhadap Kekuatan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash*.
- Ambika, S. (2021). *Properties and Applications of Reactive Powder Concrete*. *Journal of Construction Materials*, 12(3), 45-56.
- Davidovits, J. (2015). *Geopolymer Chemistry and Applications*. Geopolymer Institute.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw-Hill Education.
- Sengkey, S. L., Irmawaty, R., Hustim, M., & Purwanto, P. (2020). *Pengaruh Alkali Aktivator terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Fly Ash Kelas C*. <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/sipil/article/view/1612>

- Sandika, F.G., Desimaliana, E., & Shima, R.D. (2025). *Pemanfaatan limbah kaca sebagai substitusi filler dalam campuran mortar geopolimer*. RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil, 11(1), 52–62. <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/13595>
- BSN. (2011). *SNI 1969:2011 – Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2008). *SNI 03-1968-2008 – Metode uji analisis saringan agregat halus dan kasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2002). *SNI 03-1974-1991 – Metode pengujian kuat tekan beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (1990). *SNI 03-1971-1990 – Metode pengujian kadar air agregat*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (1990). *SNI 03-1972-1990 – Metode pengujian kadar lumpur dalam agregat halus*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.