

Kajian Kuat Mekanis Mortar Geopolimer Menggunakan Slag Cupola Sebagai Agregat Halus

**MUHAMMAD BAYU RAMADHAN¹, SETO ROSENO²,
SUBARI⁴, ANGGA³**

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
3. Peneliti, Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN), Bandung
Email: bayur0476@gmail.com

Abstrak

Mortar geopolimer bisa menjadi solusi untuk mengganti mortar yang biasanya di gunakan dengan campuran pasir, semen dan air sedangkan untuk mortar geopolimer sendiri bahan yang di gunakan berasal dari limbah limbah yang biasanya jarang di gunakan seperti *slag cupola* dan *fly ash* sebagai precursor dan juga sebagai agregat halus.

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui berapa kuat tekan yang dapat di hasilkan dari limbah *slag cupola*, *fly ash* dan pasir kuarsa pada umur rencana 7,14 dan 28 hari. agregat halus dengan di *subtitusikan* dengan pasir kuarsa, dengan persentase 25%, 50% dan 75%.

Kata kunci: Mortar Geopolimer, hasil uji kuat tekan, *slag Cupola*, *Fly Ash*

1. PENDAHULUAN

Geopolimer adalah salah satu material terbaru yang diciptakan untuk menggantikan semen konvensional yang saat ini sering digunakan pada pembangunan-pembangunan lainnya. Pada tahun 1980-an *Joseph Davidovits* menemukan jenis baru perekat pada material-material buangan hasil sampingan mengandung silika dan alumina seperti pada abu terbang dan slag Cupola. Geopolimer juga sangat menguntungkan karena bahan-bahan yang digunakan dalam geopolimer sendiri adalah limbah-limbah industri yang sering tidak terpakai. Adapun bahan-bahan campuran lain dalam proses pembuatan beton atau mortar geopolimer adalah larutan aktivator berupa larutan kimia *natrium hidroksida* (NaOH) dan *sodium silikat* (Na₂SiO₃). Campuran larutan kimia *natrium hidroksida* (NaOH) dan *sodium silikat* (Na₂SiO₃) berfungsi sebagai aktivator atau pengganti semen yang sifatnya mengikat serta menjadi penguat terhadap agregat.

2. KAJIAN TEORI

2.1 Mortar Geopolimer

geopolimer adalah sintesis bahan-bahan alam non-organik yang memiliki kandungan *alumina silik* yang telah mengalami polimerisasi sehingga terjadi peristiwa polikondensasi dalam suhu yang relatif rendah. Geopolimer terbentuk dari bahan-bahan yang mengandung unsur silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃). Geopolimer juga dapat dikatakan ramah lingkungan karena bahan-bahan yang digunakan merupakan limbah dari limbah industri dan proses pembuatan tidak memerlukan energi yang banyak. Berbeda dengan semen konvensional yang sekarang sering digunakan pada pembangunan-pembangunan harus melewati pembakaran hingga suhu 800°C.

2.2 Fly Ash

Fly ash merupakan bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silika (SI) dan alumina (AI). *Fly ash* merupakan limbah dari hasil pembakaran batu bara yang memiliki butiran yang sama dengan semen. Namun *fly ash* tidak memiliki daya ikat seperti semen, sehingga perlu tambahan pengikat yaitu *alkali aktivator* untuk membuat reaksi kimia yang memiliki daya ikat. Adapun campuran kimia yang digunakan adalah *sodium hidroksida* (NaOH) 14M dan *sodium silikat* (Na₂SiO₃) dengan perbandingan 0,4 sampai 2,5.

2.3 Aktivator

Alkali aktivator yang digunakan dalam penelitian ini berupa campuran *natrium hidroksida* (NaOH) dengan molalitas sebesar 14M dan *natrium silikat* (Na₂SiO₃) dengan perbandingan 1:4. *Natrium hidroksida* bekerja dengan mereaksikan unsur *aluminium* dan *silika* yang terkandung dalam *fly ash* untuk menciptakan ikatan polimer yang kuat. Pada saat yang sama, *natrium silikat* bertindak untuk mempercepat proses polimerisasi.

2.4 Agregat Halus

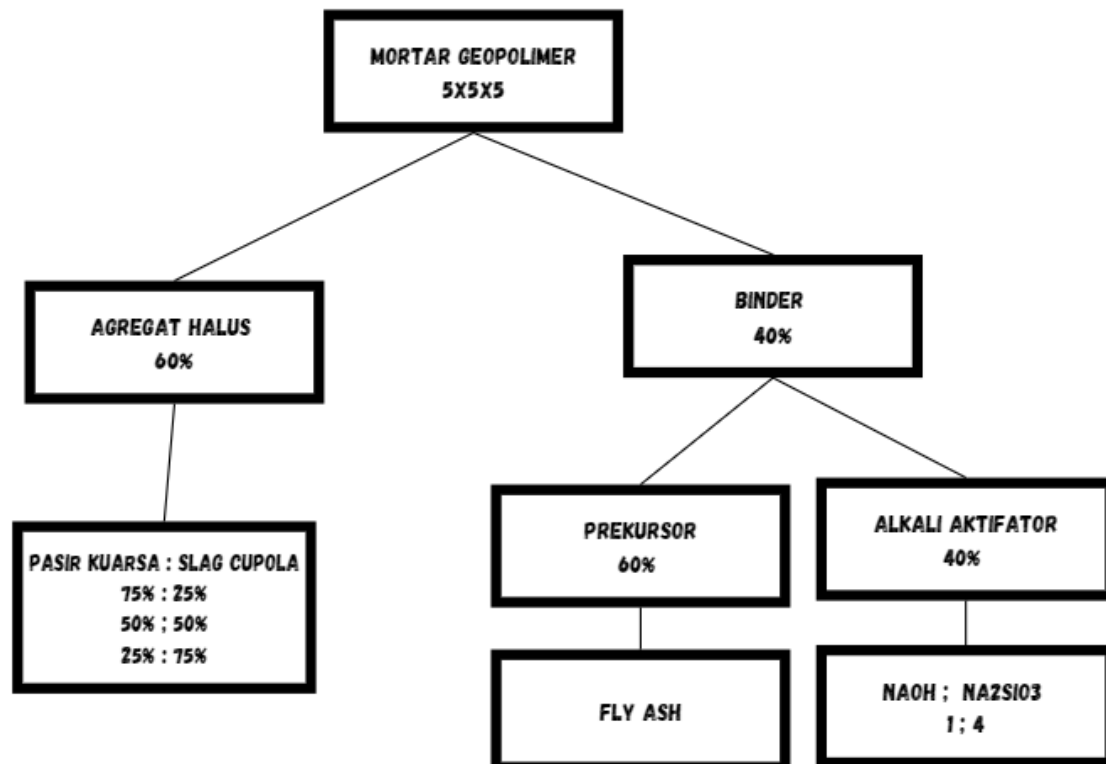
Agregat halus merupakan suatu pengisi dari agregat kasar sehingga menjadi ikatan yang lebih baik. Agregat halus yang baik adalah agregat halus yang tidak mengandung kadar lumpur lebih dari 5%, tidak banyak mengandung bahan organik dan terdiri dari butiran-butiran yang bervariasi. Berdasarkan SNI 03-6820-2002 agregat harus adalah butiran besar maksimum 4,76 mm yang berasal dari alam ataupun hasil dari alam. Ada juga agregat halus buatan yang berasal dari pecahan atau butiran yang di saring sehingga memiliki butiran yang sama dengan agregat halus dari alam. dengan partikel butiran yang lebih kecil dari 5 mm dan telah lolos saringan No 4 serta tertahan No 200. Saringan yang digunakan untuk mortar geopolimer menurut SNI ASTM C136-2012 meliputi saringan dengan No 4 (4,75 mm) No 8 (2,36 mm) No 16 (1,18 mm) No 30 (0,600 mm) No 50 (0,300 mm) No 100 (0,150 mm). sedangkan untuk mortar geopolimer yang di uji menggunakan saringan yang lolos No 16 - No 200 dikarenakan setelah dilakukan percobaan pada dengan menggunakan saringan lolos No 4 tertahan No 100 hasil dari mortar banyak rongga berbeda dengan menggunakan saringan lolos No 16 – No 200.

2.5 Limbah *Slag* Cupola

Menurut data dari United States Geological Survey (USGS) Indonesia adalah negara penghasil biji nikel terbesar dunia pada tahun 2021 dengan jumlah produksi mencapai 1 juta metrik ton, atau 37,04% dari jumlah produksi biji nikel dunia. Indonesia juga menjadi negara dengan cadangan biji nikel terbesar dunia dengan jumlah 4,3 juta metrik ton. Dengan fakta ini maka slag yang di dapat dari peleburan besi atau logam sangat melimpah sehingga limbah slag bisa jadi material baru untuk campuran mortar atau beton geopolimer. Kandungan yang terdapat pada slag nikel dan slag cupola jauh berbeda, untuk slag nikel sendiri memiliki kandungan 0,08% Fe, 50,13% SiO₂, 1,38% CaO, 30,08% MgO, 0,92% Cr, 2,71% Al₂O₃, dan 0,62% BC (Basi City). Untuk slag cupola sendiri memiliki kandungan Al₂O₃ 38,750%, SiO₂ 32,039%, SO₃ 0,430%, K₂O 3,164%, CaO 36,018% dan TiO₂ 1,054%.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana data yang di dapat harus melalui suatu percobaan penelitian dengan variabel-variabel yang akan di teliti. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi dari fly ash, slag cupola dan agregat halus (pasir kuarsa) terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Aktivator yang di gunakan dalam penelitian ini berupa campuran antara *Natrium Hidroksida* (NaOH) dan *Natrium Silikat* (Na₂SiO₃) dengan menggunakan perbandingan 1:4, adapun untuk molaritas Natrium Hidroksida (NaOH) sebesar 14M dengan total benda uji yang akan di buat sebanyak 72 sampel benda uji berbentuk kubus dengan ukura 5cm x 5cm x 5cm untuk pengujian kuat tekan dengan umur mortar 7 hari 14 hari dan 28 hari.



Gambar 1 Diagram Alir Mix Design

Pada penelitian ini akan di lakukan pengujian kuat tekan terhadap campuran pasir kuarsa dan *slag cupola* dengan ukuran butir seragam lolos saringan no 50 dan tertahan 100 dengan persentase 75%, 50%, 25%. Dengan *precursor* 60% *fly ash* dan 40% alkali aktifator 1:4 dengan total benda uji 27 dan Hasil dari uji kuat tekan pada vareasi 1, 2 dan 3 sebagai berikut

Tabel 1 Variasi Campuran Limbah slag Cupola

		PK= 75%	PK= 50-%	PK= 25%
Vareasi		1	2	3
precursor	fly ash 60%	89	89	89
Agregat Halus	pasir kuarsa	164	109	55
	slag Cuola	60	119	179
Alkali Aktivator	NaOH	9	9	9
	Na ₂ SiO ₃	24	24	24

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kuat

Hasil Kuat Tekan Variasi 1 75% Pasir Kuarsa: 25% *Slag cupola*

Tabel 1 Hasil Kuat Tekan Mortar

UMUR (HARI)	SAMPEL	KEKUATAN TEKAN		
		BENDA UJI kg/cm ²	BERAT UJI (Mpa) N/mm ²	RATA-RATA (Mpa)
7	1	294	43,604	43,919
	2	299	40,476	
	3	297	47,676	
14	1	299	57,968	54,593
	2	292	47,936	
	3	292	57,876	
28	1	290	52,492	55,033
	2	295	55,516	
	3	305	57,092	

Hasil Kuat Tekan Variasi 1 50% Pasir Kuarsa: 50% *Slag cupola*

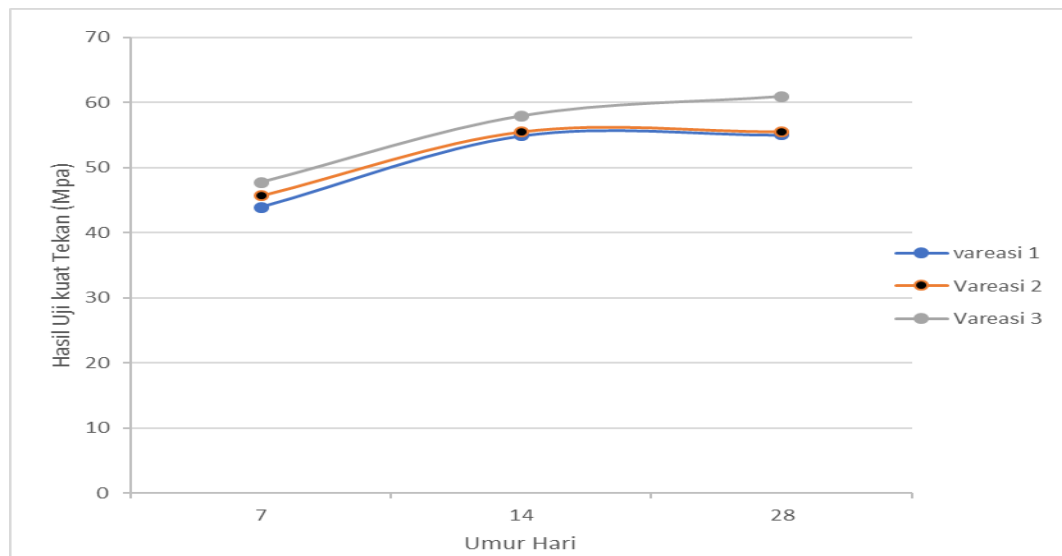
Tabel 2 Hasil Kuat Tekan Mortar

UMUR (HARI)	SAMPEL	KEKUATAN TEKAN		
		BENDA UJI kg/cm ²	BERAT UJI (Mpa) N/mm ²	RATA-RATA (Mpa)
7	1	304	47,196	45,676
	2	304	47,196	
	3	312	42,636	
14	1	311	57,328	55,548
	2	321	51,836	
	3	313	57,48	
28	1	320	61,264	59,388
	2	315	59,024	
	3	310	57,876	

Hasil Kuat Tekan Variasi 1 25% Pasir Kuarsa: 75% *Slag cupola*

Tabel 3 Hasil Kuat Tekan Mortar

UMUR (HARI)	SAMPEL	KEKUATAN TEKAN		
		BENDA UJI kg/cm ²	BERAT UJI (Mpa) N/mm ²	RATA-RATA (Mpa)
7	1	299	41,568	47,720
	2	297	53,352	
	3	299	48,240	
14	1	308	42,384	57,963
	2	310	65,452	
	3	307	66,052	
28	1	320	65,024	60,972
	2	300	62,808	
	3	315	55,084	



Gambar 1 Grafik Kuat Tekan Terhadap Umur

Pada Gambar grafik 1 menunjukkan bahwa limbah slag cupola sebagai substitusi agregat halus mengalami peningkatan di mulai umur rencana 7,14 dan 28 hari. Dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan limbah slag cupola mempengaruhi nilai kuat tekan mortar geopolimer.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penambahan slag cupola sebagai agregat halus mempengaruhi hasil dari uji kuat tekan. Semakin besar persentase dari sleg cupola hasil uji kuat tekannya semakin baik pada umur rencana 7, 14 dan 28 hari.

5.2 Saran

Sebelum membuat benda uji kita sebaiknya menyiapkan bahan bahan yang akan di gunakan. Serta menyiapkan bahan bahan limbah yang akan di gunakan telah lolos uji saringan. Siapan juga larutan aktivator karena larutan aktivator harus di dinginkan selama 1 hari dan 1 malam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Syamsul Bahri, and Jhon Asik. "KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH-SLAG." *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. Vol. 4. No. 1. 2019.
- Ali, Firhan, Sri Widayati, and Dudi Nasrudin Usman. "Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) sebagai Campuran Media Tanam di PT Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan." *Bandung Conference Series: Mining Engineering*. Vol. 3. No. 2. 2023.
- ASTM, C. "270. Standard Specification for Mortar for Unit Masonry." *United States Am. Soc. Test. Mater* (2007): 2-13.
- ASTM, C. "C 33-93." *Standard Specification for Concrete Aggregates* (1993).
- Bestarino, Harits. *TA: Kajian Mortar Tanpa Semen (Geopolimer) Dengan Material Lumpur Sidoarjo Kering Oven*. Diss. Institut Teknologi Nasional Bandung, 2020.
- Hardjito, Djwantoro, and B. Vijaya Rangan. "Development and properties of low-calcium fly ash-based geopolymer concrete." (2005).
- Haryanti, Ninis Hadi. "Uji abu terbang PLTU asam asam sebagai bahan pembuatan bata ringan." *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika Fmipa Universitas Lambung Mangkurat* 11.2 (2017): 127-137.