

STUDI EXPERIMENTAL MORTAR GEOPOLIMER DENGAN SUBSTITUSI FLY ASH MENGGUNAKAN BATA MERAH SEBANYAK 50%

DAMON FALAHIAN RAJWAA WARSITO¹, EUNEKE WIDYANINGSIH²,
SUBARI⁴, INDAH PRATIWI³

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: falahiandamon@gmail.com¹

ABSTRAK

Mortar adalah campuran pasir, semen, dan air. Namun, penggunaan semen sebagai material pembentuk beton menyumbang 3 miliar ton gas rumah kaca dan semen berpotensi merusak paru-paru. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan bahan limbah bata merah sebagai precursor. Material pengganti semen yaitu menggunakan abu terbang (fly ash). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui campuran fly ash dan limbah bata merah dengan variasi 0% dan 50% pada mortar geopolimer umur 7, 14, dan 28 hari terhadap kuat tekan mortar. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Hasil kuat tekan pada penelitian ini memiliki nilai optimum pada variasi 50% pada umur 28 hari dengan nilai kuat tekan 49,136.

Kata Kunci: Mortar geopolimer, Fly ash, Kuat tekan mortar, Bata merah.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan semen sebagai material pembentuk beton hingga kini masih sangat populer digunakan, padahal secara keseluruhan di dunia, industri semen menyumbang sebanyak 3 miliar ton gas rumah kaca. Maka dari itu geopolimer akan diperkenalkan sebagai beton ramah lingkungan sebagai solusi beton inovatif untuk mengurangi emisi CO₂ akibat penggunaan semen portland. *Fly ash* yang dihasilkan dari proses pembakaran batu bara akan digunakan dalam proses pembuatan beton geopolimer. Dalam penelitian ini selain menggunakan *fly ash*, juga digunakan limbah bata merah karena limbah bata merah mengandung silika dan alumina, sehingga membuat prasyarat yang baik untuk aplikasi mereka sebagai pelengkap bahan *precursor* geopolimer jika distribusi ukuran butirannya mencukupi nilai kehalusannya.

2. KAJIAN TEORI

2.1 Mortar Geopolimer

Geopolimer dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali-silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO₄ dan AlO₄. Geopolimer merupakan material yang ramah lingkungan, karena selain dapat menggunakan bahan pembuangan industri, proses pembuatannya juga tidak perlu energi, seperti pembuatan pada semen hingga suhu 800°C, cukup dengan pemanasan 60°C selama sehari penuh sehingga bisa menghasilkan beton berkualitas tinggi.

2.2 Fly Ash

Fly ash merupakan material sisa dari proses pembakaran batu bara yang mempunyai kadar semen yang tinggi dan bersifat pozzolan. Komponen utama dari *fly ash* berupa *silika dioksida* (SiO_2), kalsium oksida (CaO), aluminium oksida (Al_2O_3), dan *ferri oksida* (Fe_2O_3).

2.3 Aktivator

Alkali aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium hidroksida (NaOH) dengan molaritas 8M sampai 14M dan natrium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 0,4 sampai 2,5 (Hardjito, 2005). Alkali aktivator memiliki fungsi dalam menghasilkan geopolimerisasi dan meningkatkan laju reaksi. NaOH bisa digunakan sebagai alkali aktivator karena murah, memiliki viskositas rendah, dan tersedia dalam jumlah banyak. Rasio alkali aktivator Na_2SiO_3 dan NaOH sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton geopolimer, tetapi semakin tinggi perbandingan rasio Na_2SiO_3 dan NaOH tidak selalu menghasilkan kuat tekan yang tinggi (Ekaputri dan Triwulan 2013).

2.4 Agregat Halus

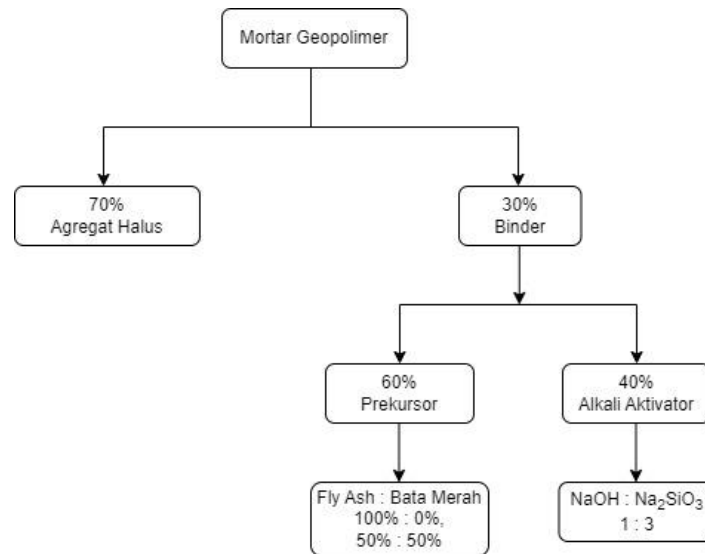
Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan besar jadi butiran batuan yang berukuran kecil. Berdasarkan standar pengujian ASTM C 109 dan SNI 15-2049-2004, agregat halus yang digunakan untuk campuran pembuatan benda uji kuat tekan mortar yaitu pasir dengan gradasi lolos ayakan No. 16 (1,18 mm), No. 20 (850 μm), No. 30 (600 μm), No. 40 (425 μm), No. 50 (300 μm) dan No. 100 (150 μm). Fineness modulus merupakan suatu indeks yang akan dipakai untuk kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Modulus kehalusan (fineness modulus) dapat didefinisikan sebagai sisa saringan diatas ayakan No. 100 (150 μm). Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa semakin besar butiran-butiran agregatnya. Modulus halus berkisaran antara 1,5 – 3,8 (SNI 03-1750-1990). Selain pengujian analisis saringan dalam pembuatan campuran mortar, agregat halus yang akan digunakan harus dalam SSD (*saturated surface dry*) agar agregat tidak menambah atau mengurangi air dari pasta

2.5 Limbah Bata Merah

Bata merah adalah material bangunan yang terbuat dari tanah liat yang dicetak berbentuk balok lalu dikeringkan dengan cara dijemur, lalu dibakar dengan suhu tinggi berkisar 920 °C – 1020 °C hingga kering dan mengeras. Komposisi dari bata merah sendiri yang tergolong sebagai pozzolan menyerupai semen dan kandungan silika yang tinggi diharapkan dapat meningkatkan stabilitas campuran. Batu bata baru pada umumnya memiliki kandungan senyawa kimia silika oksida (SiO_2) berkisar 55% - 65% dan alumina oksida (Al_2O_3) berkisar 10% - 25% (Hendro Suseno, 2010). Pada penelitian ini limbah bata merah yang akan digunakan berasal dari PT. Putra Restu Ibu Abadi Mojokerto. Banyaknya sisa dari bekas pembangunan sehingga limbah bata merah dapat digunakan kembali sebagai substitusi *fly ash*.

3. Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang mana hasil atau data didapatkan melalui proses percobaan penelitian yang menghubungkan variabel - variabel yang diteliti. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui limbah bata merah sebagai substitusi *fly ash* terhadap kuat tekan mortar geopolimer.



Gambar 1 Diagram Alir Mix Design

Untuk benda uji yang akan dibuat sebanyak 18 sampel dengan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm untuk pengujian kuat tekan dengan umur 7,14,28 hari. Berikut adalah tabel jumlah sampel penelitian:

Tabel 1 Variasi Campuran Limbah Bata Merah

Variasi	Precursor (%)		Umur Beton (hari)			Total Benda Uji
	Fly Ash	Bata Merah	7	14	28	
1	100	0	3	3	3	9
2	50	50	3	3	3	9
Jumlah						18

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan mortar pada mortar geopolimer dengan substitusi limbah bata merah.

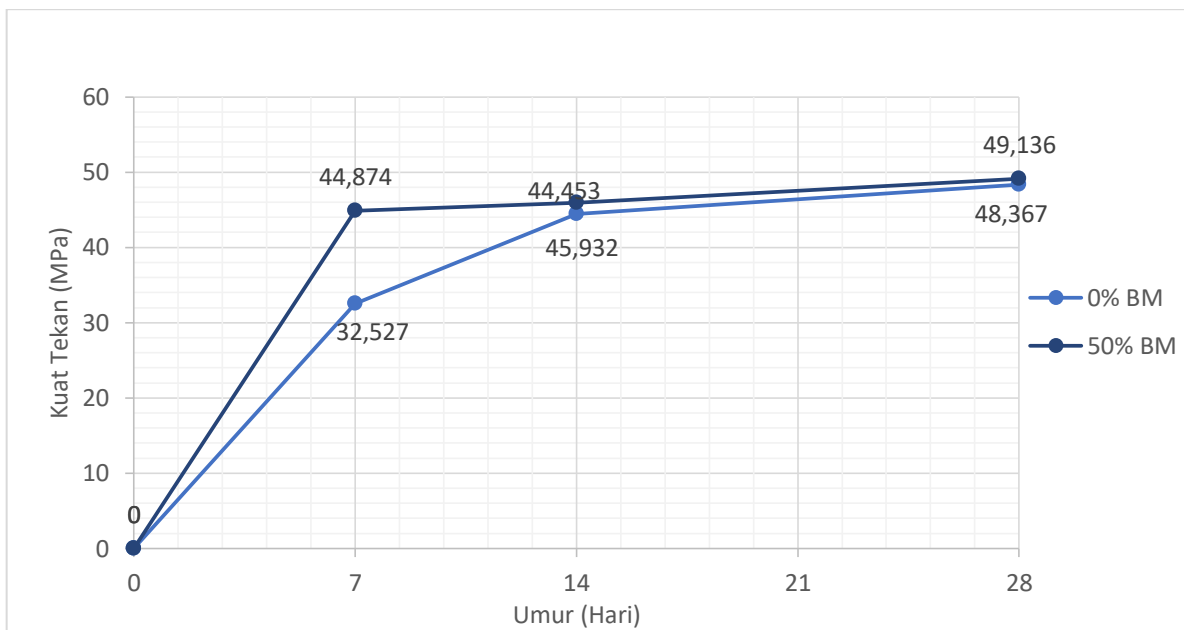
Tabel 2 Hasil Kuat Tekan Mortar

Sampel	Hari	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	7	32.124	32.527
2		28.992	
3		36.464	
1	14	44.440	44.453
2		42.776	

3		46.144	
1		49.220	
2	28	43.120	48.367
3		52.760	

Tabel 3 Hasil Kuat Tekan Mortar

Sampel	Hari	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1		47.216	
2	7	46.544	43.880
3		37.880	
1		44.492	
2	14	43.016	44.305
3		45.408	
1		41.084	
2	28	36.464	39.137
3		39.864	



Gambar 1 Grafik Kuat Tekan Terhadap Umur

Pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa limbah bata merah sebagai substitusi *fly ash* mengalami peningkatan ketika ditambahkan limbah bata merah. Dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan limbah bata merah mempengaruhi nilai kuat tekan mortar geopolimer.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penambahan bata merah sebagai substitusi *fly ash* memiliki kuat tekan yang paling tinggi pada variasi 50% di umur 28 hari, maka kuat tekan maksimum terdapat di variasi 50% bata merah yang memiliki nilai rata-rata 49,136 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afshinnia, Kaveh, and Amir Poursaei. "The potential of ground clay brick to mitigate Alkali-Silica Reaction in mortar prepared with highly reactive aggregate." *Construction and Building Materials* 95 (2015): 164-170.
- ASTM, I. "ASTM C 109-Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars." *United States: ASTM International* (2020).
- Guo, Xiaolu, Huisheng Shi, and Warren A. Dick. "Compressive strength and microstructural characteristics of class C fly ash geopolymer." *Cement and concrete composites* 32.2 (2010): 142-147.
- Hardjito, Djwantoro, and B. Vijaya Rangan. "Development and properties of low-calcium fly ash-based geopolymer concrete." (2005).
- Indonesia, Badan Standarisasi. "SNI 03-1750-1990." *Cara Uji Butiran Ringan di dalam Agregat Beton*.
- Mahmoodi, Obaid, et al. "Development and characterization of binary recycled ceramic tile and brick wastes-based geopolymers at ambient and high temperatures." *Construction and Building Materials* 301 (2021): 124138.
- Nasional, Badan Standarisasi. "SNI 15-2094-2000: Bata merah pejal untuk pasangan dinding." *Badan Standarisasi Nasional (BSN)* (2000).