

KEKUATAN MORTAR GEOPOLIMER AKIBAT PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH MARMER SEBAGAI *PRECURSOR*

FATHAN MUSYAFFA, ERMA DESIMALIANA

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email: musyaffa2001@gmail.com

ABSTRAK

Geopolimer merupakan produk beton geosintetik dimana reaksi pengikatan yang terjadi adalah reaksi polimerisasi, dalam reaksi polimerisasi ini aluminium (Al) dan silica (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi. Mortar geopolimer adalah jenis mortar yang sama sekali tidak menggunakan semen pada campurannya, Mortar ini menggantikan penggunaan semen Portland sehingga menghasilkan sebuah bahan konstruksi alternatif yang lebih aman bagi lingkungan. Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Institut Teknologi Nasional Bandung. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan bahan limbah, seperti limbah marmer sebagai substitusi precursor dan untuk mengetahui pengaruh penambahan 15% limbah marmer terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Penelitian ini dilakukan analisis data berdasarkan hasil kuat tekan mortar geopolimer umur 28 hari. Hasil pengujian didapat nilai kuat tekan 15% limbah marmer yaitu 43,428 MPa. Kuat tekan menunjukkan penurunan apabila penambahan limbah marmer semakin banyak.

Kata kunci: *Geopolimer, kuat tekan, limbah marmer*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi menjadikan kebutuhan akan pembangunan sarana dan fasilitas semakin tinggi. Penggunaan beton dan mortar yang berbahan dasar semen portland merupakan material yang banyak digunakan untuk pembangunan infrastruktur. Dibalik hal tersebut dengan maraknya pembangunan konstruksi di Indonesia dengan menggunakan semen Portland akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam proses produksinya semen Portland menghasilkan gas CO₂ (karbon dioksida) dalam jumlah besar, sehingga mengakibatkan emisi karbon dioksida meningkat. Upaya yang dapat dilakukan yaitu menggantikan semen portland pada pembuatan beton/mortar. Campuran tersebut biasa dikenal dengan nama *geopolymer*, *geopolymer* terbentuk dari bahan baku alternatif dari limbah hasil industri yang banyak mengandung unsur silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃). Pada penelitian ini digunakan *fly ash* untuk material pengganti semen Portland pada mortar dan material alternatif yang digunakan adalah limbah marmer sebagai substitusi pada *precursor*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Mortar Geopolimer

Mortar Geopolimer adalah jenis mortar yang sama sekali tidak menggunakan semen pada campurannya. Geopolimer terbentuk dari bahan baku yang kaya akan unsur silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) yang telah melewati proses polimerisasi. Material alternatif pengganti semen

Portland sebagai bahan pengikat dalam mortar geopolimer biasanya menggunakan abu terbang (*fly ash*), abu sekam padi (*risk husk ash*), limbah kaca, limbah marmer dan lain – lain, yang banyak mengandung silikon dan aluminium. Mortar ini menggantikan penggunaan semen Portland dengan larutan alkali dan material *pozzolan* sehingga menghasilkan sebuah bahan konstruksi alternatif yang lebih aman bagi lingkungan. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung senyawa Silika dan Alumina. Dengan bentuknya yang halus, *pozzolan* dapat direaksikan dengan menggunakan alkali aktivator.

2.2 Fly Ash

Fly ash atau yang biasa dikenal dengan sebutan abu terbang dihasilkan dari sisa industri pembakaran batu bara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap dan berbentuk partikel halus amorf dan bersifat *pozzolan*. Pada sifat ini membuat *fly ash* dapat bereaksi dengan senyawa alkali dan bisa digunakan untuk pengganti semen dalam proses pembuatan beton/mortar geopolimer. Komposisi abu terbang terdiri dari sebagian besar silikat dioksida (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalsium (CaO), dengan jumlah sedikit magnesium, potasium, sodium, titanium, sulfur. Komposisinya sendiri bergantung pada tipe dari *fly ash*.

2.3 Limbah Marmer

Marmer merupakan batuan metamorf hasil dari proses metamorfisme batu gamping, proses metamorfisme yang terjadi dipengaruhi oleh suhu dan tekanan yang dapat menyebabkan perubahan pada struktur, tekstur dan mineralogi pada batu gamping tersebut. Limbah marmer merupakan limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan batu marmer menjadi macam-macam bentuk kerajinan. Ada yang diproses menjadi meja, patung, tegel, dan juga berbagai macam kerajinan yang lain. Dalam proses pembuatan kerajinan itulah batu marmer yang semula berukuran besar dipotong menjadi berbagai ukuran menurut kebutuhan dengan menggunakan gergaji. Pada umumnya limbah tepung marmer merupakan material yang tidak diinginkan, terlebih jika jumlah limbah yang dihasilkan sangat melimpah maka limbah tersebut akan berdampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu limbah marmer dapat kembali dipakai untuk kebutuhan campuran mortar geopolimer.

2.4 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Kekuatan tekan mortar adalah kemampuan mortar untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan mortar mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Tujuan dari pengujian kuat tekan mortar adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan yang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji tertekan (mm^2)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, dimana untuk mendapatkan data atau hasil penelitian yang menghubungkan variabel – variabel yang diteliti harus mengadakan suatu percobaan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Institut Teknologi Nasional Bandung (ITENAS). Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh limbah marmer sebagai substitusi *precursor* terhadap kuat tekan mortar geopolimer.

3.2 Pemeriksaan Kualitas Material

Pada penelitian ini perlu dilakukan uji kelayakan pada material atau bahan yang akan digunakan, dikarenakan material penyusun mortar geopolimer merupakan hal yang sangat menentukan kekuatan dari mortar itu sendiri. Analisis material harus terus dilakukan agar dapat menjamin kualitas mortar geopolimer yang dibuat.

3.3 Perencanaan Campuran Mortar

Pada pembuatan mortar geopolimer diawali dengan *mix design* yang digunakan dalam beton geopolimer, dengan pembuatan activator lalu dilanjutkan dengan pencampuran bahan sesuai dengan perhitungan. Jumlah benda uji pada penelitian ini adalah 9 buah dengan ukuran kubus 5 x 5 x 5 cm, sampel diuji pada umur 28 hari.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

Untuk bahan penyusun pengujian mortar geopolimer tersebut meliputi agregat halus, *fly ash*, dan limbah marmer yang merupakan bagian penting dalam membuat rencana campuran. Pada material-material tersebut dilakukan pengujian berat jenis dengan tujuan untuk memastikan bahwa material-material tersebut sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan untuk mendapatkan mortar geopolimer berkualitas baik. Dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pengujian Material

Pengujian Material	Fly Ash (gram/cm ³)	Limbah Marmer (gram/cm ³)	Pasir (gram/cm ³)
Berat Jenis	2,65	1,90	2,4

4.2 Komposisi Mortar Geopolimer

Dalam penelitian ini, komposisi benda uji berupa mortar terdiri dari agregat halus, *fly ash*, limbah marmer dan alkali aktivator. Alkali aktivator terdiri dari larutan NaOH dan Natrium Silikat dengan perbandingan 1:3. Komposisi agregat dan binder (*fly ash* dan alkali) adalah 70% : 30%. Sedangkan perbandingan *precursor* dan alkali adalah 60% : 40%. Rincian komposisi tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Komposisi Campuran Mortar Geopolimer

Campuran	Fly Ash (gram/cm ³)	Limbah Marmer (gram/cm ³)	Pasir (gram/cm ³)	NaOH (gram/cm ³)	Na ₂ SiO ₃ (gram/cm ³)
LM 15%	55,749	10,766	240,625	8,786	29,700

4.3 Analisis Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 28 Hari

Penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan mortar geopolimer pada umur 28 hari dengan menggunakan satuan pengukuran MPa (Mega Pascal). Proses pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan Compression Testing Machine (CTM). Hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Mortar Geopolimer Umur 28 Hari

Campuran	Sampel	Berat (gr)	Luas Bidang Tekan (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
LM 15%	1	302,8	2500	38,172	43,428
LM 15%	2	301,8	2500	43,328	
LM 15%	3	301,5	2500	43,528	

5. KESIMPULAN

Pada hasil pengujian, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan bahwa untuk penambahan 15% limbah marmer pada campuran mortar geopolimer menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 43,428 Mpa. Yang mana semakin banyak penambahan limbah marmer, maka nilai kuat tekan yang dihasilkan menurun. Hal tersebut terjadi dikarenakan campuran aktif yang terkandung dalam *fly ash* akan tergantikan oleh zat aktif yang terkandung pada limbah marmer, sehingga ikatan geopolimer berkurang yang mempengaruhi nilai kuat tekan itu sendiri.

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM C 270 *standar spesification for mortar for unit masonry*. ASTM international, US.
- ASTM C 618. *Standard Spesification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International, US.
- Kushartomo, W., & Sari, D. P. (2018). Sifat Mekanis Beton Normal dengan Campuran Tepung Marmer. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24(1), 71-78.
- Saldi, D. P. (2019). Pengaruh Substitusi Limbah Marmer Terhadap Nilai Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Dengan Metode Wet Mixing Berbahan Dasar Abu Terbang Dan Naoh 10 M.
- Sondakh, C. S., Gumalang, S., & Pinori, M. (2021). Analisa Biaya Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Material Dasar Beton Self Compacting Geopolymer. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1), 158-168.
- Wijayanti, D. D. K., & Wardhono, A. (2019). Pengaruh Substitusi Limbah Marmer Terhadap Nilai Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Wet Mixing Berbahan Dasar Abu Terbang Dan Naoh 12 M.