

PENGARUH PEMBERIAN AIR PANAS PADA PEMBUATAN MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS SEMEN GEOPOLIMER

EVI MARYANI, FIRDAUS

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma
evimaryani2110@gmail.com, Firdaus.dr@binadarma.ac.id

Abstract: *Geopolymer mortar is a mortar whose binder consists of natural ingredients. The natural material of geopolymer mortar has a high content of oxides, silicates and aluminum. The resulting geopolymer mortar completely replaces portland cement with fly ash. The fly ash used must be activated with an alkane solution in the form of sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na_2SiO_3) as a catalyst to increase the polymerization reaction. The aim of this research is to analyze the effect of providing hot water on the manufacture of geopolymer mortar based on geopolymer cement. Where this research used a cube mold measuring $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ with 27 test objects, the results of this research showed that the effect of giving hot water was very influential on the compressive strength value at the age of 7 days, 14 days and 28 days with variations in hot water temperature of 50°C , 60°C , 70°C . Hot water temperature greatly influences the compressive strength value of geopolymer mortar at 7 days, 14 days and 28 days. The higher the hot water temperature, the higher the compressive strength value due to the increase in the hydration reaction rate between the hot water temperatures. Temperature 70°C aged 7 days, 14 days, 28 days, the highest compressive strength values are around 15.2 MPa, 15.73 MPa, 16.13 MPa.*

Keywords : *Mortar, Hot Water, Fly Ash, Temperature, Compressive Strength*

Abstrak: Mortar geopolimer adalah mortar yang pengikatnya terdiri dari bahan alami. Bahan alami mortar geopolimer memiliki kandungan oksida, silikat, dan aluminium yang tinggi. Mortar geopolimer dihasilkan sepenuhnya mengganti semen portland dengan fly ash. Fly ash yang digunakan harus diaktifkan dengan larutan alkali berupa sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3) sebagai katalisatornya untuk meningkatkan reaksi polimerisasi. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh pemberian air panas pada pembuatan mortar geopolimer berbasis semen geopolimer. Dimana penelitian ini menggunakan cetakan kubus berukuran $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ dengan benda uji berjumlah 27, hasil penelitian ini didapatkan bahwa pengaruh pemberian air panas sangat berpengaruh dengan nilai kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan variasi suhu air panas 50°C , 60°C , 70°C . Suhu air panas sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar geopolimer pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari semakin tinggi suhu air panas semakin tinggi pula nilai kuat tekan dikarenakan peningkatan laju reaksi hidrasi antara suhu air panas tersebut. Suhu 70°C umur 7 hari, 14 hari, 28 hari nilai kuat tekan paling tertinggi sekitar 15.2 MPa, 15.73 MPa, 16.13 MPa.

Kata kunci : Mortar, Air Panas, Fly Ash, Suhu, Kuat Tekan.

A. Pendahuluan

Menurut laporan awal tahun 2018 kapasitas produksi semen di PT. Semen Indonesia sebesar 53 juta ton. Semen sangat berbahaya bagi kesehatan dan dapat menyebabkan penyakit pernapasan jika terhirup. Untuk mengatasi kemungkinan efek berbahaya dan mengurangi produksi semen, maka dibuatlah yaitu semen geopolimer. Semen geopolimer merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan semen dari proses tidak ramah lingkungan dengan melakukan sintesis silika dan alumina anorganik dari bahan baku dengan kandungan silika dan alumina yang tinggi seperti fly ash, slag atau metakaolin. Prinsip geopolimer adalah mereaksikan silika dan alumina dengan larutan alkali aktivator untuk menghasilkan pengikat yaitu semen.

Davidovits adalah salah satu penemu material alternatif yang dapat menggantikan semen, yaitu geopolimer. Geopolimer merupakan bahan alam anorganik akibat proses polimerisasi. Bahan dasar pembuatan geopolimer adalah bahan yang mengandung cukup

banyak aluminium dan silika. Unsur-unsur ini ditemukan yang berasal dari tempat pembuangan sampah atau limbah industri, seperti fly ash hasil sisa-sisa pembakaran batu bara.

Penggunaan air panas merupakan salah satu upaya untuk mempercepat pengerasan geopolimer yang selama ini menjadi salah satu kendala dalam pembuatan beton geopolimer. Reaksi antara air panas pada geopolimer disebabkan air panas mengalami molekul H_2O sehingga mengalami peningkatan kuat tekan tertinggi pada beton geopolimer. Pengaruh pemberian air panas terhadap setting time semakin tinggi variasi suhu air panas yang digunakan akan membuat final time lebih cepat tercapai. Sedangkan nilai kuat tekan semakin tinggi faktor suhu air panas pada semen akan semakin tinggi pula kuat tekan mortar geopolimer dikarenakan peningkatan laju reaksi hidrasi antara suhu air panas tersebut.

B. Metodologi Penelitian

Metode dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimental yaitu dilakukan dengan cara melaksanakan eksperimen terhadap objek penelitian dan untuk pengujian menggunakan metode destruktif yaitu dengan cara menghancurkan benda uji yang diteliti. Penelitian ini dilakukan di Kampus C Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Bina Darma Palembang.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Fly Ash, pada penelitian ini menggunakan fly ash yang dihasilkan dari abu terbang atau sisa-sisa pembakaran batu bara yang berasal dari industri dan PLTU Paiton probolinggo.
2. Agregat Halus (Pasir), penelitian ini menggunakan agregat halus yaitu pasir yang bersal dari tanjung lubuk.
3. Semen Geopolimer, pada penelitian ini menggunakan semen geopolimer dimana semen geopolimer memiliki kandungan larutan alkali aktifator. Larutan alkali aktifator untuk geopolimer dapat berupa Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Silikat (Na_2SiO_3) lebih banyak digunakan karena dapat menghasilkan geopolimer dengan kuat tekan tinggi antara lain :

a. Sodium Hidroksida (NaOH), natrium hidroksida ini digunakan dengan soda api.

b. Sodium Silikat (Na_2SiO_3), sodium silikat ini dikenal sebagai waterglass.

4. Air Panas, air yang digunakan dalam penelitian ini air panas. Dimana air panas ini menggunakan water bath. Water bath ini adalah alat yang berisi air yang bisa mempertahankan suhu air pada kondisi tertentu selama selang waktu yang ditentukan. Untuk mengetahui suhu air panas dengan alat termometer.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbangan digital digunakan untuk mengetahui berat bahan-bahan yang akan digunakan sebagai campuran beton.
2. Cetakan mortar dengan kubus ukuran diameter $5cm \times 5cm \times 5cm$.
3. Gelas ukur untuk mengukur volume air, berat jenis dan memeriksa kadar lumpur pasir.
4. Water Bath, alat yang berisi air yang bisa mempertahankan suhu air pada kondisi tertentu selama selang waktu yang ditentukan.
5. Termometer suhu air panas untuk mengecek kadar suhu air panas untuk campuran mortar geopolimer.
6. Mesin pengaduk semen mixer digunakan untuk mencampurkan bahan-bahan untuk pembuatan mortar geopolimer.
7. Oven alat ini digunakan untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
8. Centong atau talam digunakan untuk menampung dan menuang adukan beton kedalam cetakan.
9. Tongkat pemadat digunakan untuk memadatkan benda uji
10. Mesin uji tekan beton berkapasitas 1500 KN.
11. Vicat Apparatus digunakan untuk pengujian setting time
12. Stop watch atau jam digunakan untuk mencatat waktu pengadukan dan waktu penetrasi setting time.

Proses langkah kerja pencampuran dan pembuatan benda uji ini dilakukan setelah menghitung proporsi masing-masing bahan yang dipergunakan, kemudian mencampur dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1.Menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan.
- 2.Menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai kebutuhan.
- 3.Pengadukan di dahului dengan mengaduk pasir, fly ash, NaOH, Na_2SiO_3 .
- 4.Putar mixer untuk beberapa detik agar material yang telah dimasukkan kedalam mixer dapat tercampur merata.
- 5.Setelah itu, masukkan air panas kedalam campuran tersebut secara bertahap lalu tunggu beberapa menit hingga menghasilkan campuran yang homogen.
- 6.Kemudian masukan campuran mortar kedalam cetakan berukuran $5 \times 5 \times 5$ cm.
- 7.Setelah padat dan penuh lakukan perataan pada permukaan secara merata agar sesuai dengan bentuk yang di inginkan.
- 8.Setelah itu cetakan disimpan ditempat yang sejuk. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan dan diukur dan dicatat beratnya.
- 9.Diamkan mortar geopolimer sampai umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
- 10.Setelah mortar geopolimer sampai umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Lalu siapkan benda uji satu persatu yang mau di uji kuat tekan.

Langkah-langkah pengujian setting time adalah sebagai berikut :

- 1.Menyetel jarum pada vicat agar menunjuk angka nol pada skala pembacaan dibagian kanan dan kemudian menguncinya.
- 2.Memasukkan *Fly Ash Beton Geopolimer* kedalam cincin ebonite kemudian meratakan permukaannya.
- 3.Memasang cincin ebonite dibawah jarum penetrasi (1 mm).
- 4.Menunggu selama 15 menit kemudian melepaskan batang peluncur.
- 5.Mencatat kedalaman masuknya jarum dengan membaca skala.
- 6.Mengulangi langkah no.4 dan 5 dengan selang waktu 15 menit. Cincin harus selalu dipindahkan dengan jarak minimal 1 cm.
- 7.Setelah kedalaman penetrasi mencapai 25 mm berarti waktu pengikatan awal atau *intial setting time* telah tercapai.
- 8.Mengulangi lagi langkah no.6 dengan selang waktu yang sama.

Benda yang akan diuji kuat tekan beton dan mortar adalah berbentuk kubus dengan ukuran $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$, menurut (SNI 03-1974-1990) dan tahapan pengujian sebagai berikut :

- 1.Letakkan benda uji dengan posisi lurus.
- 2.Hidupkan mesin kuat tekan mortar.
- 3.Lakukan pengujian sampai benda uji hancur.
- 4.Catatlah nilai mortar maksimum benda uji sebelum benda uji dihancurkan.

C. Hasil dan Pembahasan

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Bina Darma Kampus C Palembang, Sumatera Selatan. Objek dalam penelitian ini adalah pembuatan mortar geopolimer, dimana mortar geopolimer ini dicampur dengan material seperti, Fly Ash, Agregat Halus, NaOH, Na_2SiO_3 , dan diberi campuran dengan Air Panas. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mortar geopolimer berbentuk kubus dengan ukuran $5 \times 5 \times 5$ cm.

Pengujian ini untuk mengetahui butir gradasi dan menghitung besar nilai modulus dari agregat halus yang akan digunakan untuk campuran mortar. Selanjutnya, untuk mengetahui besar presentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan kadar lumpur yang diijinkan dalam pembuatan balok mortar geopolimer ini adalah sebesar 5%, Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SK SNI S-04-1989 F untuk agegat halus (pasir). Pengujian kadar lumpur agregat halus terdapat pada tabel 1

Tabel 1 pengujian kadar lumpur agregat halus

No	Volume	MI
1	Pasir	43
2	Lumpur	2
Kadar Lumpur		4,65 %

Rumus untuk mencari kadar lumpur agregat halus antara lain :

$$\frac{\text{Volume Lumpur}}{\text{Berat Pasir}} \times 100\%$$

Tabel 2 Perhitungan komposisi campuran mortar geopolimer

Variasi Suhu Air Panas	Jumlah	Komposisi (Gram)				
		Fly Ash	Pasir	NaOH	Na ₂ SiO ₃	Air
50°C	9	800	1520	80	200	240
60°C	9	800	1520	80	200	240
70°C	9	800	1520	80	200	240
Jumlah Keseluruhan Benda Uji		27				

Untuk memperoleh nilai kuat tekan pada mortar dan mencari nilai kuat tekan bisa menggunakan rumus sebagai berikut :

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

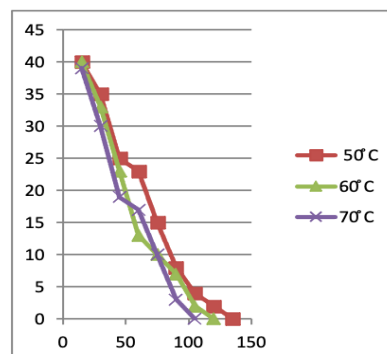
Dimana :

f_c : Kuat Tekan Benda Uji Kubus (Mpa)

P: Beban Tekan Beton

A: Luas Penampang Benda Uji (mm²)

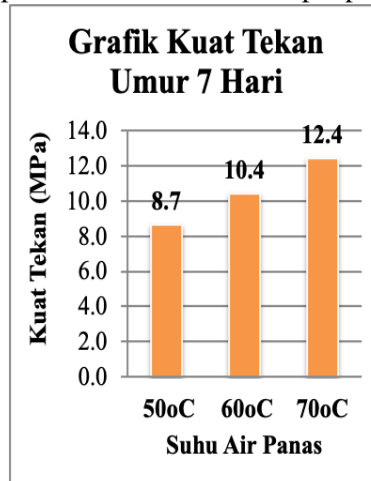
Pengujian setting time dilakukan pada semua mix design. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh air panas pada mortar geopolimer. Pengujian setting time dilakukan pada suhu air panas yang berkisar 50°C, 60°C, dan 70°C. Menurut Standar ASTM C-191, waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 45 menit, dan waktu ikat akhir tidak boleh lebih dari 375 menit. Hasil uji setting time gabungan dengan variasi suhu 50°C, 60°C, dan 70°C terdapat pada gambar 1.



Berdasarkan pada gambar 1 terdapat nilai pengerasan tercepat dan pengerasan terlambat. Pada setting time suhu 50°C pengikatan awal (initial setting) pada menit 75 atau dalam waktu (1 jam 15 menit) dan pengikatan akhir (final setting) pada menit 135 atau dalam waktu (2 jam 15 menit).

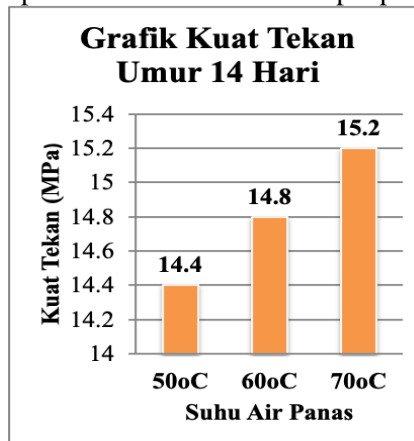
menit). Setting time suhu 60°C pengikatan awal (initial setting) pada menit 75 atau dalam waktu (1 jam 15 menit) dan pengikatan akhir (final setting) pada menit 120 atau dalam waktu (2 jam). Setting time suhu 70°C pengikatan awal (initial setting) pada menit 75 atau dalam waktu (1 jam 15 menit) dan pengikatan akhir (final setting) pada menit 105 atau dalam waktu (1 jam 45 menit).

Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer umur 7 hari terdapat pada gambar 2.



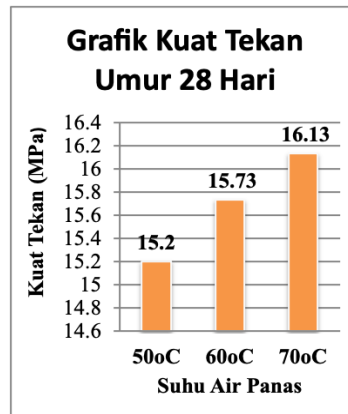
Berdasarkan hasil uji kuat tekan dapat kita lihat bahwa kuat tekan mortar geopolimer pada pemberian air panas pada umur 7 hari mengalami perbandingan adanya peningkatan nilai kuat tekan akibat variasi suhu air panas. Pada variasi suhu air panas 50°C dengan kuat tekan sebesar 8.7 Mpa, pada variasi suhu air panas 60°C mengalami peningkatan kenaikan dengan kuat tekan sebesar 10.4 Mpa, pada variasi suhu air panas 70°C mengalami peningkatan kenaikan dengan kuat tekan sebesar 12.4 Mpa.

Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer umur 14 hari terdapat pada gambar 3.



Berdasarkan hasil uji kuat tekan dapat kita lihat bahwa kuat tekan mortar geopolimer pada pemberian air panas pada umur 14 hari mengalami perbandingan adanya peningkatan nilai kuat tekan akibat variasi suhu air panas. Pada variasi suhu air panas 50°C dengan kuat tekan sebesar 14.4 Mpa, pada variasi suhu air panas 60°C terjadi peningkatan kenaikan dengan kuat tekan sebesar 14.8 Mpa, pada variasi suhu air panas 70°C mengalami peningkatan kenaikan dengan kuat tekan sebesar 15.2 Mpa.

Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer umur 28 hari terdapat pada gambar 4.



Berdasarkan hasil uji kuat tekan dapat kita lihat bahwa kuat tekan mortar geopolimer pada pemberian air panas pada umur 28 hari mengalami perbandingan adanya peningkatan nilai kuat tekan akibat variasi suhu air panas. Pada variasi suhu air panas 50°C dengan kuat tekan sebesar 15.2 Mpa, pada variasi suhu air panas 60°C mengalami peningkatan kenaikan dengan kuat tekan sebesar 15.73 Mpa, pada variasi suhu air panas 70°C mengalami peningkatan kenaikan dengan kuat tekan sebesar 16.13 Mpa.

D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Pengaruh pemberian air panas terhadap setting time semakin tinggi variasi suhu air panas yang digunakan akan membuat final setting lebih cepat menggeras. Pada setting time suhu 50°C final setting lambat sekitar 2 jam 15 menit, setting time suhu 60°C final setting nya sekitar 2 jam, dan terakhir setting time suhu 70°C final setting lebih cepat mencapai 1 jam 45 menit.
2. Suhu air panas sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar geopolimer pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari semakin tinggi suhu air panas semakin tinggi pula nilai kuat tekan dikarenakan peningkatan laju reaksi hidrasi antara suhu air panas tersebut. Suhu 70°C umur 7 hari, 14 hari, 28 hari nilai kuat tekan paling tertinggi sekitar 15.2 MPa, 15.73 MPa, 16.13 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti mengusulkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya yang menggunakan air panas harus dilakukan bertahap jika air tersebut langsung ditambahkan maka adukan mortar tidak sempurna.
2. Penelitian yang menggunakan alkali aktifator disarankan menggunakan lebih sedikit agar mempermudah proses pengerasan mortar.

Daftar Pustaka

- [1] Davidovits (1994). Properties of Geopolymer Coments, Alkaline Cement and. Concrete.
- [2] SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- [3] SNI 03-6882-2002, SPEC Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan.
- [4] Tjokrodinuljo, K. (1996). Teknologi Beton. Yogyakarta : Nafiri.
- [5] Ridwan, M. J. (2018). Karakteristik Beton Geopolimer Menggunakan Limbah Fly Ash PLTU
- [6] Edo Osa Rianda (2020), Pengaruh Suhu Pembakaran Serabut Kelapa Pada Kuat Tekan Mortar Beton, Universitas Bina Darma Palembang.
- [7] Fathirul Rachman 2016, Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Pasta Geopolimer.
- [8] Nanda Smitch Kusuma Jaya, 2017, Pengaruh Suhu Terhadap Kuat Tekan Mortar Beton
- [9] Veliyati (2010), Pengaruh Faktor Air Binder Terhadap Kuat Tekan dan Wokability Fly Ash Based Geopolymer Mortar.
- [10] Parea Rusan Rangan Miswar Tumpu, 2022, Konsep Dasar Geopolimer Bahan Pengikat Yang Ramah Lingkungan.