



## Uji Kuat Tekan Mortar Geopolymer Berbasis Fly Ash Dan Kapur

<sup>1\*</sup>Fharhan Tupail, <sup>2</sup>Jasman, <sup>3</sup>Abd.Muis B

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare

\*Corresponding author: [fharhan97@gmail.com](mailto:fharhan97@gmail.com)

### Abstract .

The increasing use of infrastructure in Indonesia every year requires a large cement supply. Cement is a very crucial material for development, and its demand is increasing line with the development of human facilities and infrastructure. However, the cement manufacturing process can cause air pollution, CO<sub>2</sub> gas emissions, and produce B3 waste that can damage the environment. One way to reduce this environmental impact is to utilize industrial waste, such as fly ash and lime, as an alternative to cement using geopolymer technology. This study aimed to measure the compressive strength of geopolymer mortar made from fly ash and lime, and to understand how variations in the mixture affect the achievement of maximum mortar strength. The approach applied in this study is an experimental method carried out in the laboratory of the Muhammadiyah University of Parepare. The test specimens used were in the form of cubes measuring 5x5x5 cm with a ratio of fly ash and lime of 70:30, 75:25, and 80:20, so that a total of 36 test specimens were made. The experiment results showed that the mixture with a higher proportion of ash consistently produced greater compressive strength. The mixture with 75% fly ash and 25% lime increased in compressive strength from 6.667 MPa after 7 days to 10.667 MPa after 28 days. This proves that the addition of fly ash in greater amounts can increase the compressive strength of the mortar, especially because fly ash functions as a pozzolanic material that reacts with free lime, forming calcium silicate hydrate (C-S-H) compounds that function as the main binder and thus strengthen the mortar structure. Therefore, the combination of fly ash and lime at 80%:20% is the most efficient and superior mixture in producing high-strength mortar.

Keywords: geopolymer mortar, fly ash, lime

### Abstrak

Peningkatan pemanfaatan infrastruktur di Indonesia setiap tahunnya menuntut pasokan semen dalam jumlah yang cukup besar. Semen adalah bahan yang sangat krusial untuk pembangunan, dan permintaannya meningkat sejalan dengan perkembangan sarana dan prasarana manusia. Namun, proses pembuatan semen dapat menyebabkan polusi udara, emisi gas CO<sub>2</sub>, dan menghasilkan limbah B3 yang dapat merusak lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi dampak lingkungan ini adalah dengan memanfaatkan limbah industri, seperti abu terbang dan kapur, sebagai alternatif untuk semen dengan menggunakan teknologi geopolimer. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur kekuatan tekan mortar geopolimer yang terbuat dari abu terbang dan kapur, serta untuk memahami bagaimana variasi campuran mempengaruhi pencapaian kekuatan mortar yang maksimal. Pendekatan yang diterapkan dalam studi ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Parepare. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus berukuran 5x5x5 cm dengan perbandingan abu terbang dan kapur yaitu 70:30, 75:25, dan 80:20, sehingga total benda uji yang dibuat berjumlah 36. Hasil percobaan menunjukkan bahwa campuran dengan proporsi abu yang lebih tinggi secara konsisten menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar. Campuran dengan 75% abu terbang dan 25% kapur menunjukkan peningkatan kuat tekan dari 6,667 MPa setelah 7 hari menjadi 10,667 MPa setelah 28 hari. Ini membuktikan bahwa penambahan abu terbang dalam jumlah yang lebih banyak dapat meningkatkan kekuatan tekan mortar, terkhusus karena abu terbang berfungsi sebagai bahan pozzolan yang bereaksi dengan kapur bebas, membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang berfungsi sebagai pengikat utama dan dengan demikian memperkuat struktur mortar. Oleh karena itu, kombinasi abu terbang dan kapur dari 80%:20% menjadi campuran yang paling efisien dan unggul dalam memproduksi mortar berkekuatan tinggi.

Kata kunci: mortar geopolimer, fly ash, kapur

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

## 1. Pendahuluan

Dengan pesatnya perkembangan sektor konstruksi di Indonesia, penggunaan beton semakin meningkat untuk membangun berbagai fasilitas infrastruktur seperti bangunan, jalan raya, bendungan, jembatan, dan lainnya. Beton terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar yang biasanya berupa batu hancuran atau kerikil, yang dicampurkan dengan semen dan air. Untuk memperoleh material dengan karakteristik tertentu, sering kali ditambahkan satu atau lebih bahan kimia ke dalam campuran agar waktu pengeringan menjadi lebih lama. Oleh karena itu, mutu beton yang baik sangat tergantung pada komposisinya. Semen adalah bahan campuran yang paling umum dipakai dalam proses pembuatan beton. Pemakaian semen dalam industri bangunan mengakibatkan peningkatan produksi semen Portland, yang memiliki efek buruk bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh emisi CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke atmosfer saat bahan baku dibakar untuk proses pembuatan semen. Sehingga, diperlukan bahan pengganti yang dapat menggantikan semen, yakni pemanfaatan beton dengan ekspansi menggunakan bahan pengikat yang disebut geopolimer [1]. Semen geopolimer adalah hasil pembuatan material anorganik alami melalui metode polimerisasi. Material inti yang digunakan untuk membuat semen geopolimer adalah yang kaya akan silika (SiO<sub>2</sub>) dan alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [2]. Mortar geopolimer adalah opsi yang lebih berkelanjutan dibandingkan semen Portland untuk pembuatan mortar. Dalam studi ini, mortar geopolimer diramu dari kombinasi kapur dan bahan utama abu terbang yang memiliki

kandungan silika dan aluminium, mirip dengan semen, yang dapat bereaksi dengan zat aktivator alkali untuk menghasilkan bahan pengikat.

### 1.1 Abu terbang (fly ash)

Abu terbang adalah material berbutir halus yang tersisa setelah proses pembakaran batu bara. Meskipun abu terbang tidak dapat mengikat beton seperti semen, jika dicampurkan dengan air dan partikel halus serta ditambahkan silika dari abu terbang tersebut, dan melalui reaksi kimia dengan kalsium hidroksida akibat hidrasi semen, akan terbentuk zat yang dapat berfungsi sebagai pengikat beton. Abu terbang dari batu bara mengandung berbagai elemen kimia seperti silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>), aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), dan kalsium oksida (CaO), serta unsur-unsur lain seperti magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO<sub>2</sub>), alkali (Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O), sulfur trioksida (SO<sub>3</sub>), fosfor oksida (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan karbon. [3].

### 2.2 Kapur

Kapur dikenal sebagai penstabil air yang baik, terutama untuk air yang rentan terhadap pemuaian dan penyusutan serta tidak dapat menahan muatannya. Air kapur mengandung Ca<sup>2+</sup> yang mampu memperkuat pasangan ikatan uap air, mencegah pembengkakan dan membuat air lebih kuat. Pada pengikat geopolimer yang terbuat dari bahan lain, gel silika bereaksi dengan bahan lain membentuk pengikat silika-aluminium, tetapi tidak dengan bahan semen. Agregat tersebut kemudian dicampur dengan pengikat geopolimer untuk membentuk mortar beton. Semen Ca(OH)<sub>2</sub> ditambahkan ke mortar geopolimer dan mortar beton untuk memberikan kekuatan yang lebih

---

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

besar pada suhu normal. [14]. Dalam pengikat geopolimer yang berasal dari bahan yang berbeda, gel silika berinteraksi dengan bahan lainnya sehingga menghasilkan pengikat silika-aluminium, tetapi hal ini tidak terjadi pada bahan semen. Agregat tersebut kemudian digabungkan dengan pengikat geopolimer untuk menghasilkan mortar beton. Semen  $\text{Ca(OH)}_2$  ditambahkan ke dalam mortar geopolimer dan beton semen untuk meningkatkan kekuatannya.[4]. Dalam proses geopolimer, terjadi reaksi kimia antara alumina-silikat oksida ( $\text{Si}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_2$ ) dengan alkali polisilikat yang menghasilkan pasta geopolimer berupa ikatan polimer Si-O-Al yang mempunyai kekuatan mengikat seperti pasta semen. Penelitian-penelitian tentang geopolymer melaporkan bahwa emisi  $\text{CO}_2$  yang diproduksi geopolimer 70-80% lebih kecil dibandingkan dengan semen Portland biasa [5]. Kekuatan tekan merujuk pada sejauh mana beton mampu menanggung beban tekan yang ditetapkan per unit area. Kekuatan tekan beton adalah jumlah beban gaya tekan yang diterapkan pada beton oleh alat pemadat beton sesuai dengan standar tertentu yang dapat menyebabkan kerusakan pada bahan beton. [6]. Peningkatan daya tahan adalah elemen penting dalam mutu beton, yang dibuat dengan mencampurkan bahan agregat, semen, dan air. Beton baru dinyatakan sukses apabila berhasil mencapai tingkat kekuatan tarik yang ditentukan atau diharapkan dalam formula. [7]. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton dalam menahan tekanan yang diterapkan pada setiap unit area. Kekuatan tekan beton merujuk pada beban yang diterima beton dari alat pemadat beton dengan spesifikasi tertentu, yang bisa merusak struktur beton tersebut.

Kekuatan tekan merupakan indikator kualitas beton, yang terdiri dari campuran agregat, semen, dan air. Beton dianggap berhasil diproduksi apabila mampu mencapai kuat tekan yang telah ditentukan dalam resep. Berdasarkan SNI 1974–2011 (Metode Pengujian Kekuatan Beton Retensi), perhitungan untuk kuat tekan retensi pada sampel uji berbentuk kubus dilakukan menggunakan rumus berikut.[8]. :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana  $f_c'$  adalah kuat tekan beton ( $\text{N/mm}^2$ ),  $P$  adalah beban maksimum yang diberikan ( $\text{N}$ ) dan  $A$  adalah luas bidang benda uji ( $\text{mm}^2$ ).

Dalam pengembangan studi mengenai mortar geopolimer, beberapa temuan dapat dijelaskan sebagai berikut. Temuan tersebut menunjukkan dampak dari penambahan kalium silikat yang memengaruhi nilai kekuatan tekan setelah 28 hari, berdasarkan persentase penambahan kalium silikat sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% pada setiap nilai persentase setelah periode 28 hari. Kekuatan tekan tertinggi dicapai pada perlakuan dengan air 10% pada usia 28 hari, dengan nilai kekuatan tekan mencapai 25,7 MPa, sedangkan kekuatan tekan terendah diperoleh pada perlakuan air 30% yang mencatat nilai 22,1 MPa [1]. Penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan mortar konvensional (MK) dengan rasio 1:3 memiliki nilai kekuatan tekan sebesar 12,47 MPa. Nilai ini lebih tinggi daripada kekuatan tekan geopolimer MG12 dan MG16, yang masing-masing memiliki kadar kekuatan tekan sebesar 3,9 MPa dan 3,27 MPa.

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah sebuah pendekatan untuk mendapatkan informasi yang ditujukan untuk Menentukan kategori data yang diujikan. Tipe penelitian yang diterapkan dalam kajian ini adalah kuantitatif, yang merupakan metode penelitian yang terutama memerlukan penggunaan data, dimulai dari pengumpulan informasi, interpretasi data, dan penjelasan lain mengenai hasil, yang disertai dengan diagram, tabel, dan grafik. Hasil dari penelitian selanjutnya dianalisis berdasarkan prosedur pengujian di laboratorium [10]. Dimensi benda uji adalah 5 x 5 x 5 cm.

### 2.1. Lokasi Penelitian

Tempat penelitian merujuk pada area atau lokasi di mana suatu penelitian berlangsung. Laboratorium Struktur dan Material di Universitas Muhammadiyah Parepare dipilih sebagai lokasi penelitian. Durasi penelitian dalam studi ini berlangsung selama 4 (empat) bulan, mulai dari bulan Maret 2024 hingga bulan Juni 2024.

### 2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Perangkat: alat penyaring, alat timbang, pemanas, wadah ukur, cetakan untuk mortar, pengaduk, alat pengukur kepadatan, dan mesin untuk menguji tekanan. Bahan: Agregat halus, semen, air, limbah abu, kapur, dan pengaktif alkali.

### 2.3. Rancangan penelitian

Dalam studi ini terdapat lima tipe variasi campuran mortar. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan perbandingan antara abu terbang dan kapur yang dimasukkan ke dalam campuran mortar.

Tabel 1. Jumlah sampel dan variasi campuran.

Variasi campuran fly ash dan kapur	Umur (hari)			Total (Buah)
	7	14	28	
MN	3	3	3	9
70%:30%	3	3	3	9
75%:25%	3	3	3	9
80%:20%	3	3	3	9
Total benda uji				36

### 2.4. Prosedur dalam penilaian

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus, Perencanaan Campuran, Pemeriksaan Material Campuran Mortar, Persiapan Benda Uji, Tahap Pengerasan Mortar: Setelah 24 jam, cetakan mortar dibuka dan kemudian dibiarkan pada suhu ruangan hingga waktu yang telah ditentukan. Tahap terakhir melibatkan pengujian kekuatan tekan mortar geopolimer menggunakan alat uji tekan.

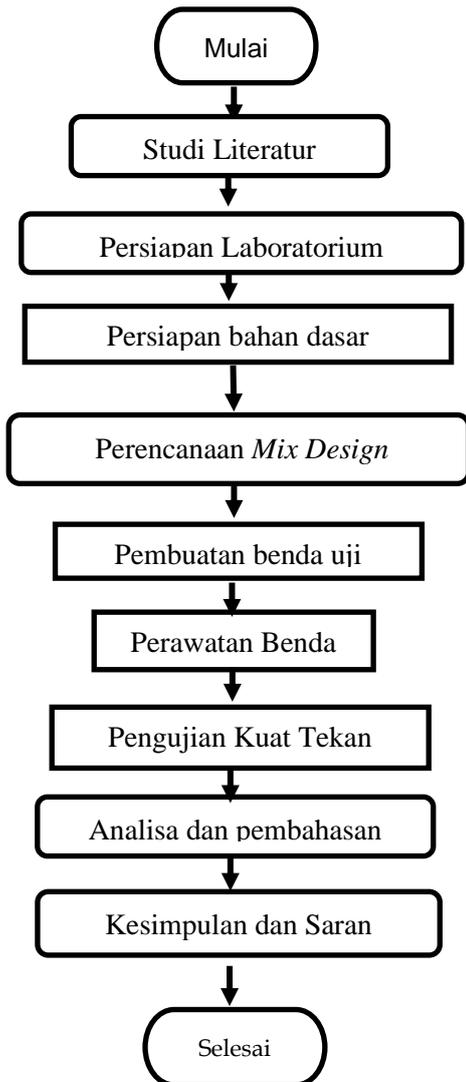
### 2.5 Teknik pengumpulan data

Teknik analisis data statistik deskriptif digunakan dalam penelitian ini. Statistik deskriptif adalah teknik analisis data yang umum digunakan oleh para peneliti dan profesional data. Teknik ini biasanya digunakan untuk menggambarkan atau merepresentasikan data yang dikumpulkan sebelumnya dan menganalisis data tanpa mengubah sumber data. Studi yang didasarkan pada sumber data populasi biasanya menggunakan statistik deskriptif untuk analisis. Statistik deskriptif adalah data turunan yang biasanya ditampilkan dalam bentuk tabel, bagan, grafik, rata-rata, median, modus, dan lain-lain. Selain itu, teknik ini dapat digunakan untuk menemukan korelasi antar variabel, membuat prediksi menggunakan model regresi, dan membandingkan sampel, cara dan Data.

## Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

2.5. Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil pengujian agregat halus

Uji agregat menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) dilaksanakan pada agregat Halus. Data hasil uji agregat tercantum dalam laporan pengujian yang diadakan di laboratorium struktur Universitas Muhammadiyah Parepare dan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi pengujian agregat halus

Karakteristik agregat	Syarat	hasil
Kadar lumpur	Maks 5%	4,20%
Kadar organik	< No. 3	1
Kadar air	2% - 5%	4,17%
Berat volume lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,50
Berat volume padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,62
Absorpsi	0,2% - 2%	1,96%
Berat jenis	1,6 - 3,3	2,38
Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2,80

3.2. Perencanaan campuran mortar

Berdasarkan standar kuat tekan menurut ASTM C 270 [11] dan SNI 03-6882-2002 [12], mortar dikategorikan menjadi lima jenis: (a) Mortar tipe M, yaitu mortar yang memiliki kuat tekan yang tinggi, dipakai untuk dinding bata bertulang, dinding di atas permukaan tanah, pasangan batu fondasi, dinding penahan, dan jalan, dengan kuat tekan minimum sebesar 17,2 MPa; (b) Jika mortar tipe M tidak diperlukan, maka dapat menggunakan mortar tipe N, yaitu mortar dengan kekuatan tekan sedang, yang berkisar antara 12,4 sampai 17,2 MPa; (c) Mortar tipe S juga merupakan mortar dengan kekuatan tekan sedang, dengan rentang kekuatan 5,2 hingga 12,4 MPa; Mortar tipe O termasuk mortar dengan kekuatan tekan rendah yang diaplikasikan untuk konstruksi dinding yang tidak mengalami pelapukan berat, berkisar antara 2,4 hingga 5,2 MPa; (d) Mortar tipe K adalah mortar dengan kekuatan tekan rendah untuk konstruksi dinding yang terlindungi dan tidak terlindungi, mampu menahan beban dengan kekuatan antara 0,5 hingga 2,4 MPa. Perencanaan campuran mortar dilaksanakan

Informasi Artikel

sesuai dengan metode yang ditetapkan dalam SNI 03-6825-2002 [9]. Data hasil perencanaan tersebut ditampilkan dalam Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan mortar geopolimer 3 benda uji

Material	MN	70%:30%	75%:25%	80%:20%
W semen	0,750	0,00	0,00	0,00
W pasir	0,687,5	0,687,5	0,687,5	0,687,5
W Fly ash	0,00	0,165,3	0,177	0,188,9
W Air	0,00	0,00	0,00	0,00
W Kapur	0,00	0,63,3	0,52,8	0,42,2
W Alkali Aktifator	0,00	0,87,5	0,87,5	0,87,5

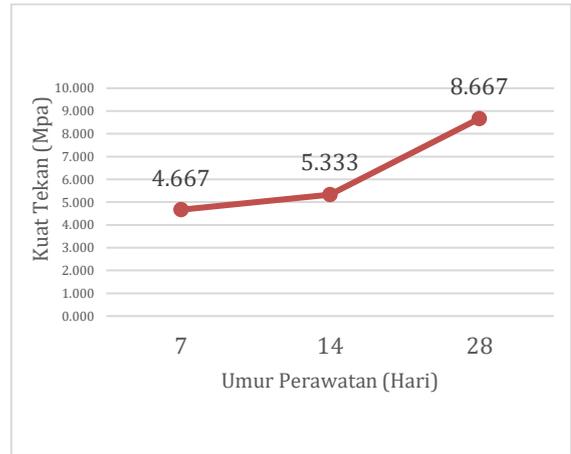
### 3.3. Kuat tekan

Variabel yang dikendalikan dalam studi ini adalah daya tahan tekan dari batu bata beton, sehingga objek yang diuji yang telah dirawat selama 7, 14, dan 28 hari kemudian dilakukan uji daya tahan tekan. Hasil dari uji daya tahan tekan pada objek yang diuji dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Hasil kuat tekan mortar normal

Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	Kuat tekan Rata -Rata (Mpa)
7 Hari	0,203	10	4,000	4,667
	0,149	10	4,000	
	0,212	15	6,000	
14 Hari	0,210	10	4,000	5,333
	0,229	10	4,000	
	0,206	20	8,000	
28 Hari	0,171	20	8,000	8,667
	0,210	25	10,000	
	0,203	20	8,000	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,199</b>	<b>15,56</b>	<b>6,222</b>	

Berdasarkan tabel 3. Maka dibuat grafik



Gambar. 2 Grafik nilai kuat tekan mortar Normal

Gambar 2 Diagram diatas menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan Mortar ukuran 5x5x5 cm pada hari ke tujuh memiliki nilai kuat tekan sebesar 4,667 Mpa, pada hari ke empat belas mengalami persentase kenaikan 14% dengan kuat tekan sebesar 5,333 MPa dan nilai tertinggi terdapat pada hari ke dua puluh delapan dengan persentase kenaikan 63% dengan kuat tekan sebesar 8,667 Mpa.

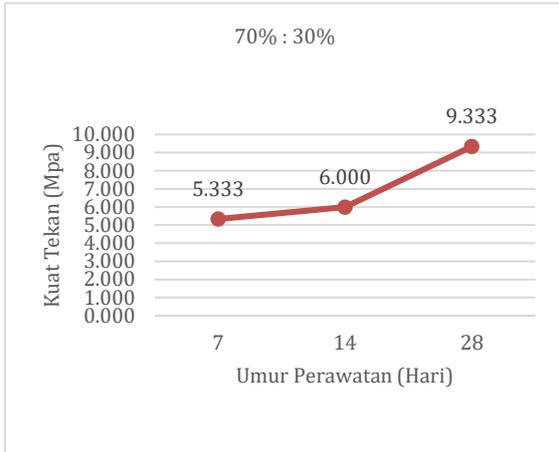
Tabel 5. Hasil kuat tekan mortar Variasi 70%:30%

Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	Kuat tekan Rata -Rata (Mpa)
7 Hari	0,175	10	4,000	5,333
	0,192	15	6,000	
	0,158	15	6,000	
14 Hari	0,167	15	6,000	6,000
	0,157	20	8,000	
	0,184	10	4,000	
28 Hari	0,191	20	8,000	9,333
	0,194	20	8,000	
	0,207	30	12,000	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,181</b>	<b>17,22</b>	<b>6,889</b>	

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

Berdasarkan tabel 5. Maka dibuat grafi



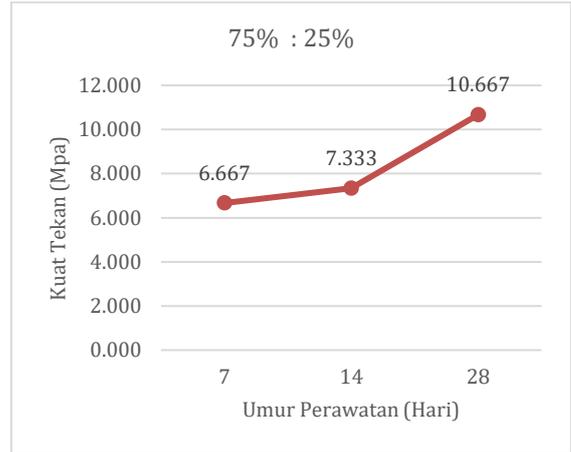
Gambar. 3 Grafik nilai kuat tekan mortar Variasi 70%:30%

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kekuatan tekan rata-rata mortar berukuran 5x5x5 cm mencapai titik terendah pada hari ketujuh, yaitu 5,333 MPa. Pada hari keempat belas, ada peningkatan persentase sebesar 13% dengan kekuatan tekan yaitu 6.000 MPa, dan nilai maksimum tercatat pada hari kedua puluh delapan dengan peningkatan persentase sebesar 56% mencapai kekuatan tekan 9.333 MPa.

Tabel 6. Hasil kuat tekan mortar Variasi 75%:25%

Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuait Tekan f'c (MPa)	Kuat tekan Rata -Rata (Mpa)
7 Hari	0,204	15	6,000	6,667
	0,191	20	8,000	
	0,177	15	6,000	
	0,186	15	6,000	
14 Hari	0,205	20	8,000	7,333
	0,199	20	8,000	
	0,202	25	10,000	
	0,184	25	10,000	
28 Hari	0,212	30	12,000	10,667
	0,212	30	12,000	
	0,212	30	12,000	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,196</b>	<b>20,56</b>	<b>8,222</b>	

Berdasarkan tabel 6. Maka dibuat grafik



Gambar. 4 Grafik nilai kuat tekan mortar variasi 75%:25%

Gambar 4 mengilustrasikan bahwa diagram yang ditampilkan menunjukkan rerata kekuatan tekan mortar berukuran 5x5x5 cm yang mencapai nilai terendah pada hari ketujuh, yaitu 6,667 MPa. Pada hari keempat belas, terdapat peningkatan persentase sebesar 10% dengan kekuatan tekan mencapai 7,333 MPa, dan puncak nilai terjadi pada hari kedua puluh delapan dengan kenaikan persentase sebesar 45% dan kekuatan tekan sebesar 10,667 MPa.

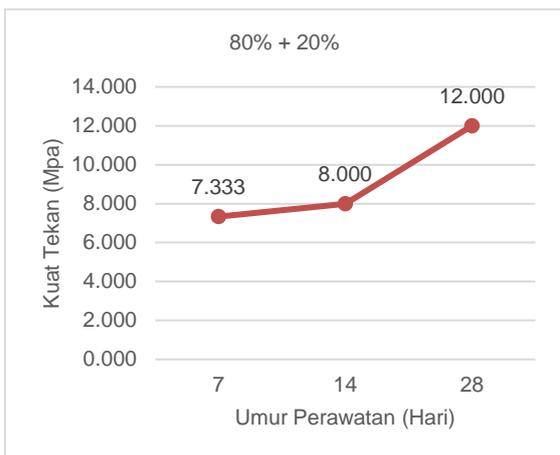
Tabel 7. Hasil kuat tekan mortar Variasi 80%:20%

Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuait Tekan f'c (MPa)	Kuat tekan Rata -Rata (Mpa)
7 Hari	0,209	20	8,000	7,333
	0,198	15	6,000	
	0,214	20	8,000	
	0,221	25	10,000	
14 Hari	0,197	15	6,000	8,000
	0,219	20	8,000	
	0,174	30	12,000	
	0,202	25	10,000	
28 Hari	0,216	35	14,000	12,000
	0,216	35	14,000	
	0,216	35	14,000	
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,206</b>	<b>22,78</b>	<b>9,111</b>	

Berdasarkan tabel 7. Maka dibuat grafik

### Informasi Artikel

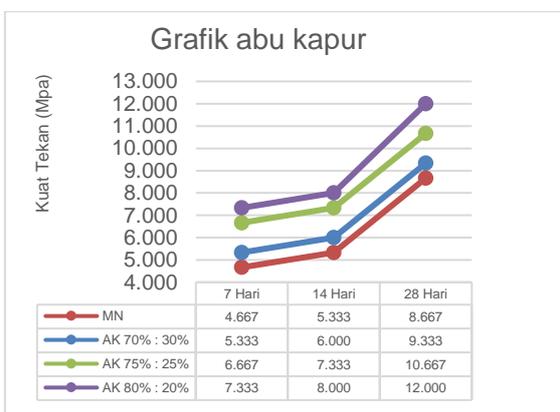
Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025



Gambar. 5 Grafik nilai kuat tekan mortar variasi 80%:20%

Gambar 5 menjelaskan bahwa rata-rata kuat tekan mortar 5x5x5 cm menunjukkan nilai kuat tekan terendah yaitu 7.333 MPa pada hari ke 7, pada hari ke 14 terjadi kenaikan presentase sebesar 9% dengan kuat tekan sebesar 8.000 MPa dan nilai tertinggi Pada hari ke-28, persentase peningkatannya adalah 50% pada kuat tekan 12.000 MPa.

Berikut ini merupakan grafik gabungan nilai kuat tekan abu kapur yang ditunjukkan pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik gabungan Nilai kuat tekan

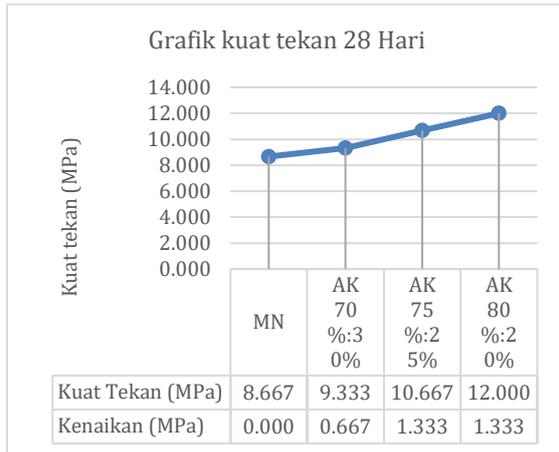
Hasil dari pengujian menunjukkan adanya peningkatan pada kekuatan tekan seiring bertambahnya waktu pengeringan untuk seluruh variasi campuran. Campuran 80%:20% AK memiliki kekuatan tekan tertinggi secara

konsisten dari hari ke-7 hingga ke-28, diikuti dengan 75%:25% AK, dan diakhiri dengan 70%:30% AK serta MN yang memiliki kekuatan tekan terendah. Dapat dilihat dari analisis persentase peningkatan kekuatan tekan mortar normal (MN) terhadap variasi campuran lainnya bahwa penambahan fly ash memberikan peningkatan yang signifikan pada kekuatan tekan. Campuran AK 80%:20% menunjukkan peningkatan tertinggi dibandingkan dengan MN pada semua umur pengujian, mencatat peningkatan 57,1% setelah 7 hari, 50,0% setelah 14 hari, dan 38,5% setelah 28 hari. Ini diikuti oleh campuran 75%:25% AK yang menunjukkan peningkatan 42,9% (7 hari), 37,5% (14 hari), dan 23,1% (28 hari), sementara campuran AK 70%:30% menunjukkan peningkatan yang lebih merata dengan angka 14,3% (7 hari), 12,5% (14 hari), dan 7,7% (28 hari). Persentase peningkatan kekuatan tekan terhadap MN cenderung menurun seiring bertambahnya masa uji untuk semua variasi campuran; meskipun demikian, nilai kekuatan tekan absolut tetap lebih tinggi, yang menunjukkan bahwa tambahan fly ash efektif dalam meningkatkan kekuatan mortar, khususnya pada tahap awal pengujian. Dengan komposisi 80%:20%, pengeringan memberikan hasil yang optimal.

Gambar 7. Menunjukkan informasi mengenai peningkatan hasil pengujian kekuatan tekan mortar geopolimer pada usia 28 hari.

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025



Gambar 7. Grafik Kuat tekan 28 hari

Gambar 7 menunjukkan bahwa penurunan proporsi fly ash dalam campuran Mortar geopolimer berhubungan langsung dengan peningkatan kekuatan tekan. Campuran Mortar Normal (MN) menghasilkan kekuatan tekan terendah yang tercatat sebesar 8,667 MPa. Ketika rasio fly ash dan kapur diubah menjadi 70% dan 30%, kekuatan tekan mengalami peningkatan menjadi 9,333 MPa. Peningkatan lebih lanjut terjadi pada campuran dengan proporsi 75% dan 25%, yang menghasilkan kekuatan tekan hingga 10,667 MPa. Rasio fly ash dan kapur 80% dan 20% menghasilkan kekuatan tekan tertinggi, yaitu 12,000 MPa..

#### 4. Kesimpulan

Campuran yang mengandung lebih banyak abu terbang secara konsisten menunjukkan peningkatan kuat tekan pada setiap fase waktu curing. Misalnya, campuran yang terdiri dari 75% abu terbang dan 25% kapur menunjukkan kuat tekan sebesar 6,667 MPa pada usia 7 hari, yang kemudian meningkat menjadi 10,667 MPa setelah 28 hari. Sementara itu, campuran yang memiliki 70% abu terbang dan 30% kapur memulai dengan kuat tekan 5,333 MPa yang

meningkat menjadi 9,333 MPa dalam periode yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya proporsi abu terbang memberikan kontribusi bagi penguatan tekan, yang mungkin disebabkan oleh jumlah produk hidrasi pozzolanik yang lebih banyak terbentuk selama proses curing.

#### Daftar Rujukan

- [1] Maryenthy, E., Firdaus, F., & Prawira, WY (2024). Pengaruh Penambahan Kapur Pada Semen Geopolimer Terhadap Mortar Geopolimer. *Jurnal Rang Teknik*, 7 (1), 127-131.
- [2] Amin, Muhammad, dan Soeharto Pengguna. "Pembuatan Semen Geopolimer Ramah Lingkungan Berbahan Baku Mineral Basal Guna Menuju Lampung Sejahtera." *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan* 5.01 (2017): 30-45.
- [3] ASTM C 618 : 2005 Spesifikasi Standar untuk Abu Terbang Batubara dan Pozzolan Alam Mentah atau yang Dikalsinasi untuk Penggunaan dalam Beton. *West Conshohocken*.
- [4] Nath, P., & Sarker, P. K. (2017). *Flexural strength and elastic modulus of ambient-cured blended low-calcium fly ash geopolymer concrete*. *Construction and Building Materials*, 130, 22-31.
- [5] Husein, G. F., Mirza, J., Ismail, M., Ghoshal, S. K., Hussein, A. A., 2017, Geopolymer Mortars As Sustainable Repair Material: A Comprehensive Review, *Renew. & Sustain. Energy Rev.*, 80, 54-74.
- [6] Bintoro, A. Y., Limantara, A. D., & Winarto, S. (2018). Evaluasi Kekuatan ConcBlock Dengan Agregat Halus dan Agregat Kasar dari Tempurung Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(1), 160-171.
- [7] Wimaya, S., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Modifikasi Beton Fc 9, 8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi. *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, 3(2), 234.
- [8] SNI 03-1974-1990, "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton," in Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 1990.
- [9] SNI 03-6852-2002, "Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil, 2002.
- [10] Painjaitain, N. P., Raimaidhaini, R. S., & Sitainggaing, E. S. Y., 2021. Peingairuh Abu Ampais Kopi Teirhaidaip Kuait Teikain, Porositais Seibaigaii Peinggainti Seimein Paidai Peimbuaaitain Beiton. *Jurnail Teiknik Sipil Agreigait*, 1(1), pp. 1-5.
- [11] BSN, Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan UnitPasangan (ASTM C270 – 10, IDT), SNI 6882:2014 BSN, 2014.
- [12] BSN, Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan (SNI 03-6882-2002). BSN, 2002.
- [13] Sayfullah, S. (2022). Pengaruh Penggunaan Tanah Laterit dan Kapur Padam Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 5(2), 145-151.

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

[14] Bintoro, A. Y., Limantara, A. D., & Winarto, S. (2018). Evaluasi Kekuatan ConcBlock Dengan Agregat Halus dan Agregat Kasar dari Tempurung Kelapa. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 1(1), 160-171.

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi: 25-01-2025 | Selesai Revisi: 04-02-2025 | Diterbitkan Online: 26-04-2025

---