

Penggunaan Abu Tempurung Kelapa dan Kapur Hidrolis Sebagai Bahan Pengganti Semen pada Mortar Geopolimer

Beni Rizky Alfarisi¹⁾, Anita Intan Nura Diana²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja Madura, Sumenep, Indonesia

Email: benirizkyalfarisi@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja Madura Sumenep, Indonesia

Email: anita@wiraraja.ac.id

Received: 2024-07-24; Accepted: 2024-08-08; Published: 2024-09-30

Abstract

This research aims to find out how to use coconut shell ash and hydraulic lime as a substitute for cement in geopolymer mortar. Geopolymer mortar is a type of mortar that does not use cement at all. Geopolymer is the answer to replacing cement, because cement production has a bad impact, namely that it can damage the environment. CO₂ emission gas is not only produced in the process of making cement, but CO₂ emission gas is produced when it is used in concrete mixtures. This research method is by comparing precursors, the ratio of precursor to activator. The precursors used in this research were coconut shell ash and hydraulic lime, while the alkali activators used were Sodium Hydroxide (NaOH) and Sodium Silica (Na₂SiO₃). The use of variations in coconut shell ash precursor with hydraulic lime is 50:50, 60:40, 70:30. Alkali variation of NaOH activator with Na₂SiO₃ is 50:50, while variation of precursor with activator is 70:30 and 80:20. The treatment method used in this research was in the oven at 60°C and left at room temperature.

Keywords: Geopolymer Mortar, Coconut Shell Ash, Hydraulic Lime, Precursor, Activator, treatment Method.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana Penggunaan Abu Tempurung Kelapa dan Kapur Hidrolis Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Mortar Geopolimer. Mortar geopolimer merupakan jenis mortar yang tidak menggunakan semen sama sekali. Geopolimer adalah jawaban dari pengganti semen, karena pada produksi semen memiliki dampak buruk, yaitu dapat merusak lingkungan. Gas emisi CO₂ tidak hanya dihasilkan dalam proses pembuatan semen saja, namun gas emisi CO₂ dihasilkan pada saat digunakan dalam campuran beton Metode penelitian ini yaitu dengan membandingkan prekursor, rasio prekursor dengan aktivator. Prekursor yang digunakan pada penelitian ini adalah abu tempurung kelapa dan kapur hidrolis, sedangkan alkali aktivator yang digunakan adalah Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Silika (Na₂SiO₃). Penggunaan variasi prekursor abu tempurung kelapa dengan kapur hidrolis adalah 50:50, 60:40, 70:30. Variasi Alkali Aktivator NaOH dengan Na₂SiO₃ adalah 50:50, sedangkan variasi prekursor dengan aktivator adalah 70:30 dan 80:20. Metode perawatan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan di oven dengan suhu 60°C dan dibiarkan pada suhu ruang.

Kata Kunci: Mortar Geopolimer, Abu Tempurung Kelapa, Kapur Hidrolis, Prekursor, Aktivator, Metode Perawatan.

PENDAHULUAN

Sumenep merupakan Kabupaten yang terletak diujung timur pulau madura yang memiliki perkebunan kelapa terluas, yaitu 51.129.37 ha (Badan Pusat Statistik, 2019). Hal ini dapat memberikan dampak kuantitas terhadap limbah yang dihasilkan oleh kelapa tersebut. Pada tahun 2017 dibangun sebuah industri briket yang beralokasikan di Desa Lobuk Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep. Produksi briket ini memanfaatkan serat kelapa yang digunakan sebagai pupuk pertanian dan bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga, sedangkan limbah tempurung kelapa yang dihasilkan dari produksi briket ini belum terkelola dengan baik. Tidak hanya limbah kelapa, Kabupaten Sumenep Kecamatan Manding Desa Kasengan tepatnya memiliki penghasil sumber daya alam lokal, yaitu batu gamping. Pengelolaan batu gamping pernah dikelola sebagai penambangan untuk kebutuhan konstruksi. Namun seiring berjalannya waktu dan berkembangnya zaman,

penggunaan batu gamping tersingkirkan oleh semen. Semen cukup dirasa memerlukan banyak biaya, maka dari itu perlu Solusi guna menekan biaya seminimum mungkin tanpa memngurangi kekuatan yang disyaratkan. Kapur hidrolis (KH) mampu untuk bahan pengikat sehingga diperoleh nilai ekonomis dari substitusi kapur hidrolis (KH) terhadap pengganti sebagian semen.

Mortar merupakan material penting yang umum digunakan pada bangunan, mortar memiliki beberapa susunan material, yang terdiri dari agregat halus, air, dan semen. Namun dari proses pembuatan semen dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan, yaitu dapat merusak lingkungan sekitar. gas emisi CO₂ yang dihasilkan dalam proses produksi semen sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi (Davidovits dalam Ferdi Sikanna, 2022). Gas emisi CO₂ tidak hanya dihasilkan dalam proses

pembuatan semen saja, namun gas emisi CO₂ dihasilkan pada saat digunakan dalam campuran mortar.

Mortar geopolimer merupakan mortar yang sama sekali tidak menggunakan semen sebagai bahan dasarnya. Dalam proses pembuatan mortar geopolimer diperlukan prekursor dan aktivator sebagai campuran binder yang nantinya akan dicampur dengan pasir. Campuran yang terdapat pada prekursor adalah abu tempurung kelapa (ATK) dan kapur hidrolis (KH), sedangkan campuran aktivator adalah NaOH dan Na₂SiO₃. Sodium silikat (Na₂SiO₃) Sodium silikat fungsinya untuk mempercepat reaksi polimerisasi, sedangkan natrium hidroksida (NaOH) berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam binder (Hardjito dkk dalam Ferdi Sikanna, 2022).

METODE PENELITIAN

Berat Jenis Prekursor

Pada pengujian berat jenis melakukan tiga percobaan yaitu dengan campuran prekursor sebagai berikut 50:50, 60:40, 70:30. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari berat jenis pada campuran prekursor.

Berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{B}{V_2 - V_1} \quad (1)$$

Dimana :

- B = Berat benda uji (gr)
- V1 = Volume awal (ml)
- V2 = Volume Akhir (ml)

Konsistensi Normal

Pada pengujian konsistensi normal dilakukan 3 sampel percobaan diantaranya adalah campuran 50:50, 60:40, 70:30. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan air.

Waktu Mengikat dan Mengeras

Pada pengujian mengikat dan mengeras ini dilakukan tiga kali pengujian dengan prekursor yang berbeda, diantaranya adalah 50:50, 60:40, 70:30. Pengujian waktu mengikat dan mengeras ini bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan campuran prekursor dengan aktivator untuk mengeras, dihitung saat prekursor tercampur dengan aktivator sehingga membentuk binder hingga binder cukup kaku menahan tekanan.

Berat Volume

Pada pengujian berat volume ini dilakukan dengan rojokan dan tanpa rojokan, jumlah sampel yang digunakan pada pengujian ini terdiri dari 7 sampel, 6 diantaranya prekursor dengan masing – masing variasi. Tujuan dari pengujian berat volume ini adalah untuk dapat menentukan berat volume prekursor. Kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Berat Volume} = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (2)$$

Dimana :

- V = Volume Silinder
- W1 = Berat Wadah
- W2 = Berat Wadah + Berat Prekursor

Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan dua metode curing diantaranya dengan didiamkan dengan suhu ruang dan dengan cara di oven selama 24 jam dengan suhu 60°C dan keduanya didiamkan selama 30 hari. Pada uji kuat tekan ini menggunakan 24 sampel, 12 diantaranya menggunakan suhu ruang dan 12 diantaranya menggunakan oven. Pada pengujian kuat tekan ini dilakukan campuran prekursor 50:50, 60:40, 70:30. Sedangkan campuran prekursor dengan aktivator adalah 60:40 dan 70:30. Tujuan dari pengujian kuat tekan ini adalah untuk mengetahui kuat tekan yang dihasilkan oleh mortar tersebut. Kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kuat Tekan } f'c = \frac{P}{A \cdot k} \quad (3)$$

Dimana :

- $f'c$ = Kuat uji tekan (kg/cm³)
- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang (cm³)
- K = Konversi Umur Moertar

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Berat Jenis Prekursor

Hasil dari penelitian berat jenis prekursor dengan campuran 50:50. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Berat jenis 50:50

Sampel	50:50	Sampel 1	Sampel 2
Berat Benda Uji (gr)	B	42	42
Volume Awal (ml)	V1	0,7	0,8
Volume Akhir (ml)	V2	23,5	23
Berat Jenis Semen (gr/ml)	$\frac{B}{V_2 - V_1}$	1,84	1,89

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

perhitungan kuat tekan rata – rata sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{1,84211 + 1,89189}{2} = 1,86 \text{ gr/ml}$$

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan 50:50 mendapat nilai rata – rata 1,86 gr/ml. Menurut ketentuan SNI 15-2531-1991 berat jenis yakni antara 3,00 – 3,20 gr/ml, jadi berat jenis pengganti semen tersebut tidak memenuhi standart ketentuan yang ditetapkan.

Hasil dari penelitian berat jenis prekursor dengan campuran 60:40. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Berat jenis 60:40

Sampel	60:40	Sampel 1	Sampel 2
Berat Benda Uji (gr)	B	42	42
Volume Awal (ml)	V1	0,5	0,6
Volume Akhir (ml)	V2	24	23,5
Berat Jenis Semen (gr/ml)	$\frac{B}{V_2 - V_1}$	0,55	1,83

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

perhitungan kuat tekan rata – rata sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{0,55952 + 1,83406}{2} = 1,19 \text{ gr/ml}$$

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan 60:40 mendapat nilai rata – rata 1,19 gr/ml. Menurut ketentuan SNI 15-2531-1991 berat jenis yakni antara 3,00 – 3,20 gr/ml, jadi berat jenis pengganti semen tersebut tidak memenuhi standart ketentuan yang ditetapkan.

Hasil dari penelitian berat jenis prekursor dengan campuran 70:30. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Berat jenis 70:30

Sampel	60:40	Sampel 1	Sampel 2
Berat Benda Uji (gr)	B	42	42
Volume Awal (ml)	V1	0,6	0,7
Volume Akhir (ml)	V2	24	23,5
Berat Jenis Semen (gr/ml)	$\frac{B}{V2 - v1}$	1,79	1,84

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

perhitungan kuat tekan rata – rata sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{1,79487 + 1,84211}{2} = 1,81 \text{ gr/ml}$$

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan 70:30 mendapat nilai rata – rata 1,81 gr/ml. Menurut ketentuan SNI 15-2531-1991 berat jenis yakni antara 3,00 – 3,20 gr/ml, jadi berat jenis pengganti semen tersebut tidak memenuhi standart ketentuan yang ditetapkan.

Analisis Konsistensi Normal

Hasil analisa konsistensi normal pada percobaan 50:50 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Konsistensi Normal 50:50

Sampel	50:50
Berat Prekursor (W1)	250 gr
Berat Air (W2)	120 cc
Penurunan	1,7 cm
Konsistensi	48%

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan pada prekursor 50:50 didapat berat sebesar 250 gram, Berat Air 120 cc, didapat penurunan 1,7 cm dan didapat nilai konsistensi 48%.

Hasil analisa konsistensi normal pada percobaan 60:40 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Konsistensi Normal 60:40

Sampel	60:40
Berat Prekursor (W1)	250 gr
Berat Air (W2)	120 cc
Penurunan	3,2 cm
Konsistensi	48%

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan pada prekursor 60:40 didapat berat sebesar 250 gram, Berat Air 120 cc, didapat penurunan 1,7 cm dan didapat nilai konsistensi 48%.

Hasil analisa konsistensi normal pada percobaan 70:30 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Konsistensi Normal 70:30

Sampel	70:30
Berat Prekursor (W1)	250 gr
Berat Air (W2)	120 cc
Penurunan	3 cm
Konsistensi	48%

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan pada prekursor 50:50 didapat berat sebesar 250 gram, Berat Air 120 cc, didapat penurunan 3 cm dan didapat nilai konsistensi 48%.

Analisis Waktu Mengikat dan Mengeras

Hasil data pengujian waktu mengikat dan mengeras pada campuran 50:50 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Waktu Mengikat Dan mengeras 50:50

No.	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)	Sampel
1	45	1,9	
2	60	1,1	
3	75	0,9	
4	90	0,7	50:50
5	105	0,5	
6	120	0,3	

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan prekursor 50:50 dilakukan 6 kali percobaan penurunan, setiap penurunan memiliki selisih 15 menit kecuali penurunan pertama, penurunan pertama dilakukan pada saat 45 menit setelah pembautan binder. Setelah dilakukan penurunan samapi ke 6 ditemuakan nilai 0,3 mm. Menurut ketentuan SNI 03-6827-2002 mengikat dan mengeras ± 2 jam yakni 0 mm. jadi waktu mengikat dan mengeras pengganti semen tersebut tidak memenuhi standart ketentuan yang ditetapkan. Meskipun tidak memenuhi kebutuhan standart ketentuan yang telah ditetapkan, namun abu tempurung kelapa dan kapur hidrolis sudah mulai ada proses pengerasan meskipun waktunya lebih lama dibandingkan semen.

Hasil data pengujian waktu mengikat dan mengeras pada campuran 60:40 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Waktu Mengikat Dan mengeras 60:40

No.	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)	Sampel
1	45	2,1	
2	60	1,2	
3	75	0,7	
4	90	0,6	60:40
5	105	0,5	
6	120	0,4	

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan prekursor 60:40 dilakukan 6 kali percobaan penurunan, setiap penurunan memiliki selisih 15 menit kecuali penurunan pertama, penurunan pertama dilakukan pada saat 45 menit setelah pembautan binder. Setelah

dilakukan penurunan samapi ke 6 ditemukan nilai 0,4 mm. Menurut ketentuan SNI 03-6827-2002 mengikat dan mengeras ± 2 jam yakni 0 mm. jadi waktu mengikat dan mengeras pengganti semen tersebut tidak memenuhi standart ketentuan yang ditetapkan. Meskipun tidak memenuhi kebutuhan standart ketentuan yang telah ditetapkan, namun abu tempurung kelapa dan kapur hidrolis sudah mulai ada proses pengerasan meskipun waktunya lebih lama dibandingkan semen.

Hasil data pengujian waktu mengikat dan mengeras pada campuran 50:50 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. Data Hasil Pengujian Waktu Mengikat Dan mengeras 70:30

No.	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)	Sampel
1	45	2	
2	60	1,2	
3	75	1,5	
4	90	1,2	70:30
5	105	1	
6	120	0,7	

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Berdasarkan pada data tabel diatas pada percobaan prekursor 70:30 dilakukan 6 kali percobaan penurunan, setiap penurunan memiliki selisih 15 menit kecuali penurunan pertama, penurunan pertama dilakukan pada saat 45 menit setelah pembautan binder. Setelah dilakukan penurunan samapi ke 6 ditemukan nilai 0,7 mm. Menurut ketentuan SNI 03-6827-2002 mengikat dan mengeras ± 2 jam yakni 0 mm. jadi waktu mengikat dan mengeras pengganti semen tersebut tidak memenuhi standart ketentuan yang ditetapkan. Meskipun tidak memenuhi kebutuhan standart ketentuan yang telah ditetapkan, namun abu tempurung kelapa dan kapur hidrolis sudah mulai ada proses pengerasan meskipun waktunya lebih lama dibandingkan semen.

Analisis Berat Volume

Hasil dari data pengujian berat volume pada campuran prekursor 50:50 mendapatkan hasil sebagai tabel berikut:

Tabel 10. Data Hasil Pengujian Berat Volume 50:50

50:50 Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2
Berat Wadah (W1)	2880	2880	2880	2880
Berat Wadah + Prekursor (W2)	4074	4122	4307	4389
Berat Prekursor (W2-W1)	1194	1242	1427	1509
Vomlume Silinder (V)	3000	3000	3000	3000
Berat Volume (W2-W1)/V	0,39	0,41	0,47	0,50
Rata - rata	0,40		0,48	

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

perhitungan berat volume rata – rata tanpa rojokan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{0,39 + 0,41}{2} = 0,40 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan pada data tabel diatas pada pengujian berat volume prekursor 50:50 dilakukan dengan cara tanpa rojokan dan dengan rojokan masing – masing 2 sampel. Setelah dilakukan pengujian terdapat nilai yang paling tinggi adalah dengan rojokan dengan nilai rata -rata 0,48 gr/cm³ sedangkan nilai rata-rata tanpa rojokan sebesar 0,40 gr/cm³.

Hasil dari data pengujian berat volume pada campuran prekursor 60:40 mendapatkan hasil sebagai tabel berikut:

Tabel 11. Data Hasil Pengujian Berat Volume 60:40

60:40 Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2
Berat Wadah (W1)	2880	2880	2880	2880
Berat Wadah + Prekursor (W2)	4144	4185	4470	4436
Berat Prekursor (W2-W1)	1264	1305	1590	1556
Vomlume Silinder (V)	3000	3000	3000	3000
Berat Volume (W2-W1)/V	0,42	0,43	0,53	0,51
Rata - rata	0,42		0,52	

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Perhitungan berat volume rata – rata tanpa rojokan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{0,42 + 0,43}{2} = 0,42 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan pada data tabel diatas pada pengujian berat volume prekursor 60:40 dilakukan dengan cara tanpa rojokan dan dengan rojokan masing – masing 2 sampel. Setelah dilakukan pengujian terdapat nilai yang paling tinggi adalah dengan rojokan dengan nilai rata -rata 0,52 gr/cm³ sedangkan nilai rata-rata tanpa rojokan sebesar 0,42 gr/cm³.

Hasil dari data pengujian berat volume pada campuran prekursor 70:30 mendapatkan hasil sebagai tabel berikut:

Tabel 12. Data Hasil Pengujian Berat Volume 70:30

70:30 Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan		Dengan Rojokan	
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2
Berat Wadah (W1)	2880	2880	2880	2880
Berat Wadah + Prekursor (W2)	4279	4283	4536	4525
Berat Prekursor (W2-W1)	1399	1403	1656	1645
Vomlume Silinder (V)	3000	3000	3000	3000
Berat Volume (W2-W1)/V	0,46	0,46	0,55	0,54
Rata - rata	0,46		0,53	

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Perhitungan berat volume rata – rata tanpa rojokan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis} = \frac{0,46 + 0,46}{2} = 0,46 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan pada data tabel diatas pada pengujian berat volume prekursor 60:40 dilakukan dengan cara tanpa rojokan dan dengan rojokan masing – masing 2 sampel. Setelah dilakukan pengujian terdapat nilai yang paling tinggi adalah dengan rojokan dengan nilai rata -rata 0,53 gr/cm³ sedangkan nilai rata-rata tanpa rojokan sebesar 0,46 gr/cm³.

Analisis Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar memiliki dua metode perawatan, yaitu metode perawatan suhu ruang dan metode perawatan oven dengan suhu 60C selama 24 jam dengan perbandingan abu tempurung kelapa : kapur hidrolis 50:50, 60:40, 70:30.

Data hasil pengujian dengan metode perawatan suhu ruang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 13. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Metode Perawatan Suhu Ruang

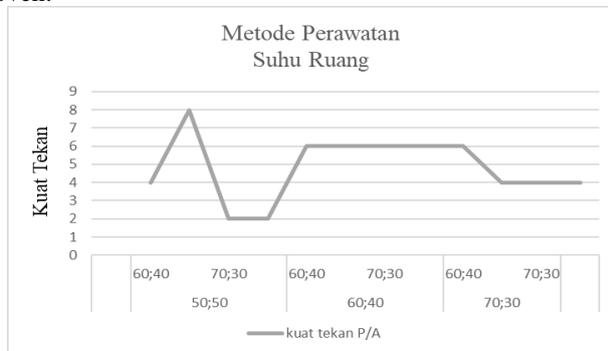
berat (gr)	ATK : KH	Prec : Act	P = Beban Maksimum kN	kuat tekan P/A
223			10	4
214	50:50	60:40	20	8
203		70:30	5	2
211			5	2
235			15	6
231	60:40	60:40	15	6
205		70:30	15	6
182			15	6
200			15	6
201	70:30	60:40	10	4
205		70:30	10	4
202			10	4

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Perhitungan kuat tekan rata – rata untuk sampel dengan metode perawatan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{58}{12} = 4,83$$

Berdasarkan tabel 13 di atas kuat tekan mortar dengan metode perawatan suhu ruang mendapatkan nilai rata-rata sebesar 4,83 Mpa. Adapun gambar grafik pengujian kuat tekan mortar dengan metode perawatan suhu oven.



Gambar 1. Grafik Kuat tekan Perawatan Suhu Ruang
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Dapat dilihat dari grafik kuat tekan mortar dengan perawatan suhu ruang mendapat nilai paling tinggi

adalah 8 Mpa dengan abu tempurung kelapa : kapur hidrolis 50:50 dan campuran prekursor dengan aktivator adalah 60:40 pada sampel 2.

Data hasil pengujian dengan metode perawatan suhu ruang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 14. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Metode Perawatan Suhu Oven

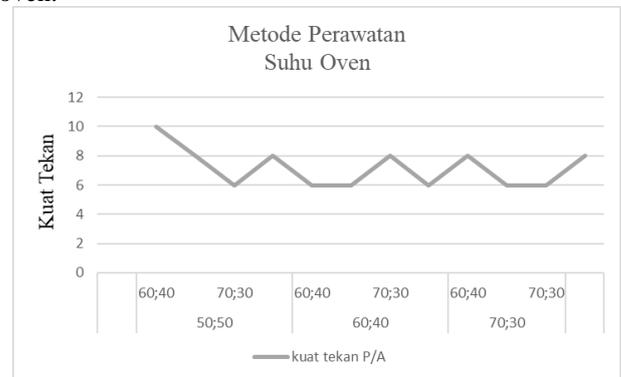
berat (gr)	ATK : KH	Prec : Act	P = Beban Maksimum kN	kuat tekan P/A
223			25	10
214	50:50	60:40	20	8
203		70:30	15	6
211			20	8
235			15	6
231	60:40	60:40	15	6
205		70:30	20	8
182			15	6
200			20	8
201	70:30	60:40	15	6
205		70:30	15	6
202			20	8

Sumber: Hasil Pengolahan data (2024)

Perhitungan kuat tekan rata – rata untuk sampel dengan metode perawatan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{86}{12} = 7,16$$

Berdasarkan tabel 13 di atas kuat tekan mortar dengan metode perawatan suhu ruang mendapatkan nilai rata-rata sebesar 7,16 Mpa. Adapun gambar grafik pengujian kuat tekan mortar dengan metode perawatan suhu oven.



Gambar 2. Grafik Kuat tekan Perawatan Suhu Oven
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Dapat dilihat dari grafik kuat tekan mortar dengan perawatan suhu ruang mendapat nilai paling tinggi adalah 10 Mpa dengan abu tempurung kelapa : kapur hidrolis 50:50 dan campuran prekursor dengan aktivator adalah 60:40 pada sampel 1.

KESIMPULAN

Pada pengujian kuat tekan mortar geopolimer campuran yang paling optimum adalah pada campuran ATK 50 : KH 50 dengan campuran prekursor 60 : Aktivator 40 memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi diantara campuran yang lain. Nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh campuran ini mendapatkan nilai sebesar 10 Mpa.

Pada penelitian ini menggunakan 2 metode perawatan yaitu dengan suhu ruang dan oven selama 24 jam

dengan suhu 60°C. Pada penelitian ini metode perawatan yang paling efektif adalah menggunakan metode perawatan oven selama 24 jam dengan suhu 60°C dikarenakan nilai kuat tekan yang dihasilkan paling tinggi dibandingkan menggunakan metode perawatan suhu ruang, nilai kuat tekan yang dihasilkan mampu mencapai 10 Mpa.

Dari hasil pengujian kuat tekan mortar geopolimer nilai yang paling rendah didapat adalah 2 Mpa, sedangkan nilai kuat tekan yang tertinggi pada pengujian kuat tekan mortar geopolimer adalah sebesar 10 Mpa.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini khususnya kepada teman mahasiswa yang membantu pelaksanaan penelitian ini dan pihak laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiraraja yang telah memberikan pelayanan yang baik selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Indonesia, B. S. N. (2002). SNI 03-6827-2002 Metode Pengujian Waktu Ikut Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 6827.
- Nasional, B. S. (1991). SNI 15-2531-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SIKANNA, F. (2022). ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ABU TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BOSOWA).
- Suhardiman, S., & Syaputra, M. (2017). Analisa keausan kanvas rem non asbes terbuat dari komposit polimer serbuk padi dan tempurung kelapa. *Inovtek Polbeng*, 7(2), 210-214.
- Widnyana, I. N. S., Salain, I. M. A. K., Sutarja, I. N., & Widiarsa, I. B. R. (2023). Compressive Test and Microstructure Analysis of the Coconut Fiber Ash-based Geopolymer Binder.
- Oyedepo, O. J., Olanitori, L. M., & Akande, S. P. (2015). Performance of coconut shell ash and palm kernel shell ash as partial replacement for cement in concrete. *Journal of building materials and structures*, 2(1), 18-24.
- Olonade, K. A., & Bello, T. (2017). Performance Evaluation of Alkali-Activated Coconut Shell Ash as Binder in Mortar. Nigerian Building and Road Research Institute (NBRRI) International Conference.
- Widyaningsih, E., & Burhanudin, I. A. (2023). Analisis Pengaruh Penggunaan Retarder pada Mortar Geopolimer. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 9(3), 178.
- Davidovits, J., & Davidovits, R. (2020). Ferro-Sialate Geopolymer (-Fe-O-Si-O-Al-O-). *Geopolymer Institute Library*.
- Salain, I. K., Wiryasa, M. N. A., & Pamungkas, I. A. (2021). Kuat Tekan Beton Geopolimer Menggunakan Abu Terbang. *Jurnal Spektran*, 9(1), 76-84.

- Miftahul, R., Wiswamitra, K. A., & Nurtanto, D. (2022). Perbandingan Metode Pembuatan Beton Geopolymer Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 8 (1), 136-147.