

Diterima : 21 Agustus 2024 | Selesai Direvisi : 30 September 2024 | Disetujui : 28 Oktober 2024 | Dipublikasikan : Desember 2024
DOI : <http://doi.org/10.24853/jk.16.1.34-40>
Copyright © 2024 Jurnal Konstruksia
This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Kekuatan Tekan dan Penyerapan Mortar Geopolimer dengan Bahan Tambah Limbah Abu Tempurung Kelapa

Aliva Anisa¹, Zainuri¹ dan Shanti Wahyuni Megasari¹

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Lancang Kuning, Jl. Yos Sudarso No. Km. 8, Umban Sari, Kec. Rumbai, Kota Pekanbaru, Riau 28266.

Email korespondensi: shanti@unilak.ac.id

ABSTRAK

Mortar geopolimer merupakan dasar tanpa semen sebagai bahan pengikat. Pengikat mortar geopolimer adalah *fly ash*. Proses pembakaran tempurung kelapa menghasilkan abu tempurung kelapa. Abu tempurung kelapa mengandung mineral seperti lignin, selusa, mektosil, dan lainnya sebagai filler. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis nilai kuat tekan dan penyerapan mortar dengan menggunakan abu tempurung kelapa. Metode penelitian menggunakan studi eksperimental di laboratorium berdasarkan SNI 03-6825-2002 kuat tekan. Rancangan benda uji dengan perbandingan agregat (65%) : binder (35%), *fly ash* (62%) : alkali (38%), molaritas aktivator 12M menggunakan Na_2SiO_3 dan KOH dengan perbandingan SS/SH 2:1. Penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dari *fly ash* dengan variasi sebanyak 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap *fly ash*. Benda uji mortar berbentuk kubus dengan dimensi benda uji 50×50×50 mm untuk kuat tekan. Pengujian kuat tekan digunakan pada umur 28 hari dengan perawatan suhu ruang. Hasil penelitian diperoleh bahwa pada variasi 7,5% mengalami nilai kuat tekan rata-rata tertinggi dan yang terendah terjadi pada mortar tanpa abu tempurung kelapa. Hasil pengujian penyerapan didapatkan nilai penyerapan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari pada variasi persentase abu tempurung kelapa yaitu sebesar 16,50% terhadap mortar geopolimer. Kesimpulan penelitian adalah seluruh variasi masih memenuhi persyaratan mortar geopolimer dengan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 82,94 kg/cm² berada pada tipe S yang dapat diaplikasikan untuk pada pasangan terbuka diatas tanah. Peneliti menyarankan agar melakukan penelitian serupa dengan menambahkan persentase variasi abu tempurung kelapa dengan metode kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur pada mortar geopolimer abu tempurung kelapa.

Kata kunci: Abu tempurung kelapa, *fly ash*, kuat tekan, mortar geopolimer

ABSTRACT

Geopolymer mortar is a binder that does not use cement; instead, it utilizes fly ash as its binder material. Coconut shell ash is produced from the combustion of coconut shells. As a filler, coconut shell ash contains lignin, cellulose, and various minerals. The aim of this research was to analyze the compressive strength and absorption values of mortar that incorporates coconut shell ash. The research method involved experimental studies conducted in the laboratory based on the SNI 03-6825-2002 standard for compressive strength. The design of the test specimens followed a mix ratio of aggregate (65%) to binder (35%), with fly ash constituting 62% and alkali 38%. A 12M activator molarity was achieved using Na_2SiO_3 and KOH, with a solid-to-hydrolyzed ratio of 2:1. Coconut shell ash was tested as an additive to fly ash in varying amounts of 0%, 2.5%, 5%, and 7.5%. The mortar test specimens were shaped as cubes with dimensions of 50 mm x 50 mm x 50 mm to evaluate compressive strength. Testing for compressive strength was conducted at 28 days of curing at room temperature. The research findings indicated that the 7.5% variation exhibited the highest average compressive strength, whereas the lowest strength was observed in the mortar without coconut shell ash. Additionally, the absorption test revealed that the highest average absorption value at 28 days

Diterima : 2024 | Selesai Direvisi : 2024 | Disetujui : 2024 | Dipublikasikan : 2024

DOI : <http://dx.doi.org/10.24853/jk.xx.x.xx-xx>

Copyright © 2023 Jurnal Konstruksia

This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

was 16.50% for the geopolymer mortar containing coconut shell ash. In conclusion, all tested variations of the mortar met the requirements for geopolymer mortar, with the highest average compressive strength reaching 82.94 kg/cm², classified as type S, suitable for application in open masonry on the ground. The researchers recommend conducting further studies by incorporating varying percentages of coconut shell ash while also investigating compressive strength, tensile strength, and flexural strength in coconut shell ash geopolymer mortar.

Keywords: Coconut shell ash, fly ash, compressive strength, geopolymer mortar

1. PENDAHULUAN

Mortar geopolimer merupakan dasar tanpa semen sebagai bahan pengikat. Pengikat mortar geopolimer adalah *fly ash*, karena *fly ash* memiliki banyak kandungan silika (Si) dan alumina (Al) yang tinggi [9]. Menurut SNI, 06-6867-2002, *fly ash* adalah debu batu bara yang dihasilkan selama pembakaran PLTU dan terbawa oleh gas hasil pembakaran dari cerobong asap. Cara efektif untuk mengurangi dampak lingkungan dari pembuatan semen adalah dengan melakukan substitusi parsial terhadap campuran mineral didalamnya [2]. Daerah Riau memiliki 515.347 ha perkebunan kelapa yang menghasilkan 558.662 ton kelapa, dengan 24.503 ha perkebunan kelapa swasta yang menghasilkan 61.028 ton kelapa, menurut data statistik perkebunan Indonesia [13]. Bagi masyarakat pembuatan mortar memiliki konsep dasar dari penggunaan abu tempurung kelapa adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak dapat terpakai dan tidak dapat didaur ulang [14]. Pada penelitian mortar serat geopolimer, penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambahan diharapkan dapat meningkatkan karakteristik mortar dengan tambahan abu tempurung kelapa dengan persentase 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Berbagai penelitian dengan menambahkan bahan tambah untuk meningkatkan nilai stabilitas telah banyak dilakukan, salah satunya dengan

menambahkan abu sekam dalam campuran aspal beton [10].

2. TINJAUAN PUSTAKA

kuat tekan mortar bervariasi tergantung pada bahan penyusunnya dan perbandingan antara bahan-bahannya, kuat tekan mortar biasanya berkisar antara 3 dan 17 MPa, dengan berat jenis 1800 – 2200 kg/m³. Dengan penambahan geopolimer bisa meningkatkan kuat tekan beton tetapi jika penambahan abu serabut kelapa berlebihan maka menyebabkan penurunan mutu beton [11].

Kelebihan dan kekurangan mortar saat digunakan adalah sebagai berikut [9]:

1. Mortar geopolimer memiliki kelebihan sebagai berikut:
 - a. Dapat menahan asam sulfat
 - b. Memiliki rangkai serta susut yang kecil
 - c. Dapat menahan api
 - d. Mampu menahan reaksi alkali serta silika
 - e. Mengurangi polusi terhadap udara
2. Mortar geopolimer memiliki kekurangan sebagai berikut:
 - a. pembuatannya lebih rumit dari pada mortar biasa karena membutuhkan lebih banyak bahan
 - b. belum diketahui perhitungan terhadap *mix design*.

Berdasarkan ASTM C270-14 jenis mortar dibedakan menjadi [12]:

1. Mortar tipe M adalah jenis mortar dengan kuat tekan tinggi biasanya digunakan untuk dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, adukan pipa air kotor, dinding penahan, jalan, dan pasangan pondasi. Kuat tekannya minimala 175 kg/cm²
2. Mortar tipe N digunakan karena memiliki kuat tekan sedang, mortar tipe M tidak diperlukan, tetapi data daya rekat tinggi dan gaya rateral diperlukan. Mortar tipe N harus memiliki kuat tekan ≥ 124 Kg/cm².
3. Mortar tipe S memiliki kuat tekan sedang dan biasanya digunakan pada pasangan terbuka diatas tanah. Kuat tekan mortar tipe S $\geq 52,5$ Kg/cm².
4. Mortar tipe O merupakan mortar dengan kuat tekan rendah dan umumnya digunakan untuk struktur dinding yang tidak dapat menahan beban lebih besar dari 7 Kg/cm² dan tidak dapat menahan kondisi cuaca ekstrim. Kuat tekan minimum mortar tipe O adalah sebesar $\geq 24,5$ Kg/cm².
5. Mortar tipe K memiliki kuat tekan minimala 5,25 kg/cm² dan digunakan untuk dinding pelindung karena tidak membutuhkan kekuatan untuk menahan beban.

Agregat halus

Agregat halus olahan adalah agregat halus yang dibuat dengan pengayakan setelah menghancurkan dan memisahkan batuan. Agregat halus alami memiliki ukuran maksimum 4,76 mm. [7].

Air

Berdasarkan SNI 2847:2013 standar air yang digunakan dalam campuran mortar memiliki Ph normal = 7, bebas dari senyawa berbahaya, mengandung kurang

dari 0,5 gram/l, dan lebih dari 1 gram/l senyawa sulfat.

Fly ash

Klasifikasi *fly ash* dibedakan menjadi 3 kelas yaitu sebagai berikut [1]:

Tabel 1. Klasifikasi *Fly Ash*

Senyawa	Kelas Campuran Mineral		
	N	F	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ , min %	≥ 70	≥ 50	≥ 50
SO ₃ , maks %	≤ 4	≤ 5	≤ 5
CaO, maks %	-	≤ 18	> 18
Moisture Content, maks %	≤ 3	≤ 3	≤ 3
Loss of Ignition, maks %	≤ 10	≤ 6	≤ 6

Abu tempurung kelapa

Proses pembakaran tempurung kelapa menghasilkan abu tempurung kelapa, yang mengandung lignin, selusa, mektosil, dan berbagai mineral lainnya sebagai filler. Silika (SiO₂) yang sangat tinggi menyebabkan struktur keras.

3. METODE PENELITIAN

Data penelitian didapat dari hasil pengujian di laboratorium. Berikut pemeriksaan data yang akan diperlukan dalam penelitian adalah:

1. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1969:2016)
2. Pengujian kadar lumpur agregat halus (SNI 1969:2016)
3. Analisa saringan agregat halus [6]
4. Pengujian kadar organik agregat halus [8]
5. Pengujian XRF pada *fly ash* [1]
6. Pengujian kuat tekan [3]

Pada tahap awal penelitian ini dilakukan pengujian *properties* yaitu pengujian kadar

lumpur, kadar organik, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan serta berat isi pada agregat. Dalam penelitian ini menggunakan *fly ash* dan abu tempurung kelapa sebagai bahan pengganti semen. Sebelum *fly ash* dan abu tempurung kelapa digunakan akan dilakukan metode pengujian *X-Ray fluoresense* untuk mengetahui kandungan yang terdapat dalam *fly ash* dan abu tempurung kelapa. Rancangan benda uji dapat dilihat pada tabel

Tabel 2. Rancangan Benda Uji

Pengujian	Alkali: Fly Ash	SS/SH		Abu Tempurung Kelapa (%)	Jumlah Benda Uji
		Na ₂ S iO ₃	KOH		
		2	1	0	6
Kuat Tekan	38 : 62	2	1	2,5	6
		2	1	5	6
		2	1	7,5	6
Jumlah Benda Uji Kuat Tekan					24
Penyerapan dan Porositas	38 : 62	2	1	0	6
		2	1	2,5	6
		2	1	5	6
		2	1	7,5	6
Jumlah Benda Uji Penyerapan dan Porositas					24
Total Benda Uji					48

Kuat tekan

Prosedur pengujian kuat tekan dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut [3]:

1. Cara pengujian
 - a. Setelah pencampuran, benda uji dicuci. Pada penelitian ini, metode pencucian kering digunakan.
 - b. Benda uji yang telah dilakukan *curing* selanjutnya diuji kuat tekan pada hari ke 28 dengan batas toleransi pengujian ± 20 hari.

- c. Letakkan benda uji pada alat uji tekan, kemudian, hidupkan alat dan naikan beban. Setelah beban dinaikkan berulang kali, beton akan retak dan hancur. Setelah itu gunkan alat kuat tekan ini untuk menulis beban tertinggi yang dapat ditahan beton

Perhitungan kuat tekan mortar adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{1}$$

dengan σ = Kekuatan tekan mortar (kg/cm²), P = Gaya tekan maksimum (kg), A = Luas penampang benda uji (cm²)

Penyerapan

Pengujian penyerapan mortar dilakukan pada saat mortar berumur 28 hari [1]. Adapun prosedur pengujian penyerapan adalah sebagai berikut:

1. Benda uji pada umur 28 hari diambil lalu ditimbang untuk mengetahui berapa berat benda uji.
2. Setelah itu oven selama 24 jam dengan menggunakan suhu 110°C.
3. Setelah dioven keluarkan benda uji lalu timbang benda uji.
4. Masukkan benda uji kedalam bak perendaman selama 48 jam.
5. Setelah itu keluarkan benda uji lalu timbang benda uji.
6. Rebus benda uji dengan air mendidih selama 5 jam setelah di rebus diamkan selama 14 jam lalu timbang benda uji.

Perhitungan penyerapan mortar:

$$\text{penyerapan} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \tag{2}$$

dengan mk = Berat sampel yang dikeringkan dalam oven (gr), mb = Berat sampel kering permukaan diudara setelah direbus (gr)

4. HASIL PEMBAHASAN

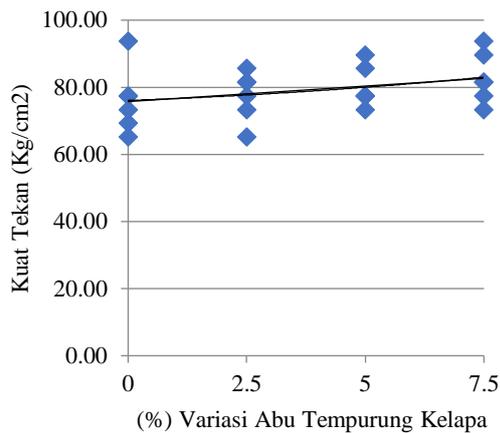
Hasil pengujian kuat tekan

Uji kuat tekan mortar geopolimer yang telah berlangsung selama 28 hari telah dilakukan di laboratorium teknologi beton

program studi Teknik sipil universitas lancang kuning. Uji ini dilakukan menggunakan alat kuat tekan beton standar. Dengan menambahkan pelat besi ketebalan 20 cm.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai tekan mortar geopolimer adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{1937,46 \text{ kg}}{25 \text{ cm}^2} \\ &= 77,50 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan 28 hari pada variasi persentase abu didapatkan nilai tertinggi kuat tekan rata-rata umur tempurung kelapa yaitu sebesar 82,94 Kg/cm². Nilai kuat tekan rata-rata mortar geopolimer tertinggi sebesar 82,94 kg/cm² tergolong pada mortar tipe S dimana pada tipe S memiliki kuat tekan minimum mortar tipe S adalah sebesar 52,4 kg/cm². Mortar geopolimer tipe S aplikasikan pada pasangan terbuka diatas tanah.

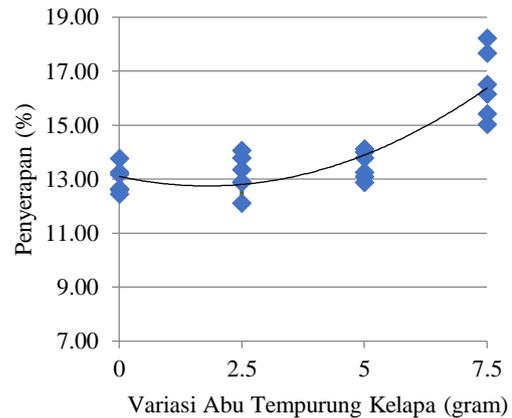
Hasil pengujian penyerapan

Pengujian penyerapan mortar geopolimer umur 28 hari telah dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning, hasil pengujian penyerapan dapat dilihat pada tabel 4.11.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai porositas dan penyerapan pada persamaan (3.29), dengan salah satu

contoh perhitungan dengan kode benda uji no. 1 pada variasi tanpa penambahan abu tempurung kelapa yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan} &= \frac{mb-mk}{mk} \times 100\% \\ &= \frac{286-254}{254} \times 100\% \\ &= 12,60\% \end{aligned}$$



Gambar 2. Hasil Pengujian Penyerapan Mortar Geopolimer

Hasil pengujian penyerapan air dilakukan untuk mengetahui beberapa banyak air yang diserap oleh mortar setelah direndam pada titik tertentu. Pada umur 28 hari, nilai penyerapan rata-rata tertinggi adalah 16,5% dengan variasi persentase 7,5% abu tempurung kelapa.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian mengenai mortar geopolimer dengan penambahan abu tempurung kelapa pada variasi 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap berat *fly ash* adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan Tekan

Semua variasi campuran mortar geopolimer memenuhi persyaratan standar untuk mortar geopolimer. Variasi dengan penambahan 7,5% abu tempurung kelapa menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 82,94 kg/cm², yang tergolong dalam tipe S. Mortar tipe S

ini dapat diaplikasikan untuk pasangan terbuka diatas tanah.

2. Penyerapan Air

Nilai penyerapan rata-rata tertinggi diperoleh pada umur 28 hari untuk variasi dengan 7,5% abu tempurung kelapa, yaitu sebesar 16,50%. Pengujian penyerapan air mengindikasikan bahwa semakin banyak abu tempurung kelapa yang ditambahkan, semakin tinggi pula penyerapan air mortar.

Dengan demikian, penambahan abu tempurung kelapa mempengaruhi kedua sifat mekanik dan fisik mortar geopolimer, yakni meningkatkan kekuatan tekan hingga batas tertentu dan meningkatkan penyerapan air seiring dengan peningkatan persentase abu tempurung kelapa dalam campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Standart Testing and Material, 2019, *ASTM C618-19, Chemical and physical analyses fly ash/pozzolans*, ASTM,USA.Yacob, M. dan Wesli., 2018)
- [2] Arini, R.N., Warastuti, N., dan Darmawan., M.W.K., 2019, Analisis Kuat Tekan Dengan Aplikasi *Ground Granulated Blast Furnace Slag* sebagai Pengganti sebagian Semen pada Campuran Beton. *Jurnal Konstruksia*, Vol. 10, No. 2, ISSN: 2086-7352
- [3] Badan Standardisasi Nasional, 2002, SNI-03-6825-2002, *Standar Nasional Indonesia Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil*, BSNI, Jakarta.
- [4] Badan Standardisasi Nasional., 2002. Spesifikasi Abu Terbang dan Pozolan Lainnya Untuk Digunakan Dengan Kapur. BSN, Jakarta.
- [5] Badan Standardisasi Nasional., 2008, SNI 1970-2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standar Nasional Indonesia*, BSNI, Jakarta.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, 2012. *ASTM C136:2012. Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*, BSN, Jakarta.
- [7] Badan Standardisasi Nasional., 2012, SNI 03-6821-2002, Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding. *Badan Standardisasi Nasional*, BSNI, Jakarta.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, 2014, SNI 2816:2014, Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus Untuk Beton, BSN, Jakarta.
- [9] Khoiriyah, N.L. dan Maisytoh, D.P., 2016, Karakteristik Mortar Geopolimer Dengan Perawatan Oven Pada Berbagai Variasi Waktu Curing. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.15. No.1, pp.1-8.
- [10] Ridwan, F.S., dan Nadia, N., 2017 Analisis Pengaruh Abu Sekam sebagai Filler pada Campuran Aspal Beton. Vol. 8, No. 2, ISSN: 2086-7352.
- [11] Setiawan, A., Risman, A.B., Juliyatna, Fathurachman, R., Saputra.S.O., dan Buwono, H. K., 2015. Beton Geopolimer Abu Serabut Kelapa. *Jurnal Konstruksia* Vol. 6, No. 2, ISSN: 2086-7352.
- [12] Sihombing, A. P., Afrizal, Y., dan Gunawan, A., 2019, Pengaruh Penambahan Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, vol.10, No.11, pp.31-38, ISSN:2089-9045.
- [13] Taufik, H., Djauhari, Z. dan Muhandis, M., 2013, Pengaruh Pemakaian Abu Serabut Kelapa (Ask) Sebagai Substitusi Semen Pada Mortar (*The influence of coconut fiber's ash as a cement substitution in mortar mixture*), *Jurnal Saintis*, Vol.13, No.1, pp.75-85, ISSN:1047-1088.
- [14] Zhafirin, Z., 2012, Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar

Sebagai Bahan Dasar Paving Block.
Tugas Akhir, Jurnal Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Islam
Indonesia.