



## ANALISIS MEKANIS MORTAR DENGAN PENAMBAHAN SERBUK KACA DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA

Sastri Muliyati<sup>1</sup>, Cahyaning Kilang<sup>2</sup>, M. Ryan Iskandar<sup>2</sup>

Email : [sastri.muliyati@gmail.com](mailto:sastri.muliyati@gmail.com), [cahyaningkilang@gmail.com](mailto:cahyaningkilang@gmail.com) , [muhammad.ryan01@gmail.com](mailto:muhammad.ryan01@gmail.com).

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Korespondensi penulis: [sastri.muliyati@gmail.com](mailto:sastri.muliyati@gmail.com)<sup>1</sup>

**Abstrak:** *This study aims to determine the effect of adding glass powder and coconut shell charcoal on the density and compressive strength of mortar, as well as to obtain the optimum mixture composition of these waste materials as mortar additives. Glass powder contains high silica with pozzolanic properties, while coconut shell charcoal contains active chemical compounds that can improve the strength and density of mortar. The research method used is an experimental laboratory study with a mixture variation of 10% glass powder by weight of sand and 0%, 2%, 3%, 4%, and 5% coconut shell charcoal by weight of cement. Laboratory tests were conducted to measure the density and compressive strength of the mortar at the age of 14 and 28 days.*

*The results of the study show that the best mixture variation is the combination of 10% glass powder and 3% coconut shell charcoal, which produced the highest compressive strength of 27.24 MPa at 14 days and 32.48 MPa at 28 days, higher than normal mortar. The highest density without additives was 1.95 g/cm<sup>3</sup>, while the lowest density at 14 days was found in the variation with 10% glass powder and 5% coconut shell charcoal 1.7 g/cm<sup>3</sup>. At 28 days, the highest density was 2.06 g/cm<sup>3</sup> in the control (without additives), and the lowest was 1.82 g/cm<sup>3</sup> in the mixture with 10% glass powder and 4% coconut shell charcoal. Thus, the combination of glass powder and coconut shell ash has been proven to improve the mechanical characteristics of mortar while utilizing waste materials with high added value.*

**Keywords:** mortar, glass powder, coconut shell charcoal, compressive strength, density

**Abstrak :** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kaca dan abu tempurung kelapa terhadap berat jenis dan kuat tekan mortar, serta untuk mendapatkan komposisi campuran optimum dari kedua bahan limbah tersebut sebagai bahan tambahan dalam mortar. Serbuk kaca mengandung silika tinggi yang bersifat pozzolan, sedangkan abu tempurung kelapa memiliki kandungan kimia aktif yang dapat meningkatkan kekuatan dan kepadatan mortar. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi campuran serbuk kaca sebesar 10% dari berat pasir dan arang tempurung kelapa sebesar 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dari berat semen. Uji laboratorium dilakukan untuk mengukur berat jenis dan kuat tekan mortar pada umur 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi campuran terbaik terdapat pada kombinasi 10% serbuk kaca dan 3% arang tempurung kelapa yang menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 27,24 MPa pada umur 14 hari dan 32,48 MPa pada umur 28 hari, lebih tinggi dibandingkan mortar normal. berat jenis tanpa bahan tambahan menghasilkan berat jenis tertinggi sebesar 1,95 gr/cm<sup>2</sup> berat jenis terendah pada variasi 10% serbuk kaca ditambah 5% arang tempurung kelapa sebesar 1,7 gr/cm<sup>2</sup> pada umur 14 hari dan pada umur 28 hari berat jenis tertinggi sebesar 2,06 gr/cm<sup>2</sup> tanpa bahan tambahan dan berat jenis terendah pada variasi 10% serbuk kaca ditambah 4% arang tempurung kelapa sebesar 1,82 gr/cm<sup>2</sup>. Dengan demikian, kombinasi serbuk kaca dan arang tempurung kelapa terbukti dapat meningkatkan karakteristik mekanis mortar sekaligus memanfaatkan limbah yang bernilai guna tinggi.

**Kata kunci:** mortar, serbuk kaca, arang tempurung kelapa, kuat tekan, berat jenis

## **1. LATAR BELAKANG**

Meningkatnya pembangunan konstruksi di Indonesia akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan bahan-bahan bangunan. Sehingga, bahan-bahan yang memiliki kualitas baik dan bernilai ekonomis sangat diperlukan oleh masyarakat. Pemanfaatan bahan lokal sebagai pengganti bahan bangunan dapat dijadikan solusi dari permasalahan tersebut, salah satunya adalah mengganti serbuk kaca dan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambahan pada campuran mortar. Penggunaan serbuk kaca dan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambahan dalam mortar diharapkan dapat meningkatkan kualitas mekanik mortar serta memberikan nilai tambahan dari sisi lingkungan dan ekonomi. Maka dari itu peneliti ingin melakukan penelitian dengan mengabungkan serbuk kaca dan arang tempurung kelapa. Serbuk kaca dan arang tempurung kelapa, diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan mortar dan juga mengurangi berat jenis mortar. Dengan menggunakan variasi campuran 10% serbuk kaca dan 0%, 2%, 3%, 4%, 5% arang tempurung kelapa.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berat jenis dari mortar dengan menggunakan limbah serbuk kaca dan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambahan.
2. Untuk mendapatkan campuran optimum mortar dengan menggunakan limbah serbuk kaca dan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambahan pada mortar.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **2.1. Mortar**

Mortar adalah campuran semen, agregat halus, dan air yang digunakan sebagai pengikat dalam konstruksi. Mortar dapat digunakan dalam bentuk pasta kubus beton (struktur) maupun non struktur, misalnya pada pekerjaan pemasangan dinding bata atau batako, pekerjaan plesteran dinding, pekerjaan pemasangan keramik dinding, pekerjaan perataan dasar lantai sampai pada pekerjaan pemasangan keramik lantai. Mortar memiliki beberapa fungsi, antara lain sebagai pengikat antara elemen bangunan, sebagai pelindung, dan sebagai bahan isolasi. Kualitas mortar sangat dipengaruhi oleh komposisi dan proporsi bahan yang digunakan.

## 2.2. Agregat Halus

Menurut SNI 03-6820-2002 agregat halus adalah agregat dengan besar butiran maksimum 4,76 mm dari hasil olahan (pemecahan, penyaringan, atau terak tanur tinggi). Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan dengan diameter antara 0,15 milimeter dan 4,80 milimeter. Menurut standar british (BS 1881), butiran agregat halus didistribusikan menjadi 4 daerah gradasi. Dengan menjadi pengisi adukan, pasir mengurangi penyusutan, butiran yang keras dan gradasi yang bervariasi. Ini membuat spesies lebih tahan terhadap cuaca dan lebih tahan terhadap pengaruh lain.

Tabel 2. 1 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	90-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-95	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	5-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan :

Daerah I = Pasir Kasar

Daerah II = Pasir Agak Kasar

Daerah III = Pasir Halus

Daerah IV = Pasir Agak Halus

## 2.3 Semen

pasta semen berfungsi sebagai perekat agregat agar menjadi massa yang kompak atau padat. Unsur semen yaitu : kalsium, disilikat, trisilikat, kalsium, trialuminat, dan kalsium tetra aluminoforit bereaksi dengan air membentuk kalsium silikat hidrat yang keras (Neville, 1982). Semen dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker yang terutama

terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

#### **2.4 Air**

Air dalam membuat mortar berfungsi untuk memicu proses kimiawi dalam semen, membasahi agregat, dalam membuat pekerjaan beton lebih mudah. Karena itu, senyawa yang terkandung dalam air dapat mempengaruhi kualitas mortar. Menurut Tjokromuljo (1996), air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat kasar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang digunakan pada campuran mortar dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, kolam, dll).

#### **2.5 Arang Tempurung Kelapa**

Arang tempurung kelapa adalah bahan padat berwarna hitam yang dihasilkan dari proses pembakaran tempurung kelapa (kulit keras bagian dalam kelapa) tanpa atau dengan sedikit oksigen. Proses ini disebut pirolisis. Arang tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan tambahan (admixture) pada mortar. Dalam konteks ini, arang tempurung kelapa berfungsi sebagai bahan pozolan, yang dapat meningkatkan beberapa sifat mortar. Arang tempurung kelapa, ketika dihaluskan menjadi serbuk, dapat bertindak sebagai bahan pozolan dalam campuran mortar. Pozolan adalah material yang memiliki sifat seperti semen, tetapi tidak memiliki sifat pengikat sendiri. Ketika dicampur dengan semen, pozolan dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan oleh semen dan membentuk senyawa pengikat tambahan, sehingga meningkatkan kekuatan dan durabilitas mortar.

#### **2.6 Serbuk Kaca**

Menurut ASTM C 330-77 A dan ASTM C 330-68T kaca adalah zat padat metamort yang terbentuk sewaktu transformasi dari cair menjadi Kristal ( Herawati, 2005 : 31). Bahan kaca pecah sebagai bahan tambah pada agregat halus. Terdiri dari gradasi yang memberikan kuat tekan mortar yang diperlukan, sehingga pada suatu uji bahan lebih banyak ditekan pada gradasi agregat halus.

Selain itu, kaca pecah harus bebas dari bahan dan senyawa yang dapat merusak campuran beton. Jika dipandang perlu, kaca pecah dapat dicuci dahulu, kaca pecah atau limbah yang berasal atau berbahan dasar kaca yang diuji terlebih dahulu dilewatkan saringan dengan ukuran 4,75 mm.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium, yaitu dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung dari berbagai variabel yang saling terhubung untuk mendapatkan suatu data atau hasil. Tahap pelaksanaan dalam penelitian ini meliputi pengambilan data, pengujian material, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, dan diakhiri dengan pengujian benda uji. Pengujian benda uji yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji daya serap air, berat jenis, dan kuat tekan mortar

#### **3.2. Obyek Penelitian**

Obyek pada penelitian ini adalah mortar dengan bahan tambahan berupa serbuk kaca dan abu tempurung. Pada penelitian ini dilakukan dengan benda uji mortar berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm dan jumlahnya 3 buah sampel untuk masing-masing variasi campuran. Variasi campuran 10% serbuk kaca, 0%, 2%, 3%, 4%, 5% arang tempurung kelapa, Pengujian kuat tekan dan berat jenis dilakukan setelah benda uji berumur 14 hari dan 28 hari.

#### **3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Mei 2025. Pada penelitian ini diperlukan perencanaan jadwal agar mendapatkan hasil penelitian yang diinginkan.

#### **3.4 Pengumpulan Data**

Data yang diperlukan terdiri dari dua bagian yaitu :

##### **1. Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil percobaan, pengamatan, dan perhitungan yang dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau diperoleh dari pihak lain yang sudah melakukan penelitian terdahulu berupa jurnal yang membahas tentang penggunaan pasir pantai sebagai bahan susun dalam konstruksi. Peraturan SNI 03-6820-2002 tentang spesifikasi agregat bahan untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen. Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil menggunakan SNI 03-6825-2002.

### **3.5 Persiapan Alat dan Bahan**

Penelitian ini memerlukan berbagai alat dan bahan yang dipersiapkan untuk mendukung proses pembuatan mortar. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### **3.5.1 Alat**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut : Ayakan / Saringan, Piknometer, Oven listrik, Jangka sorong, Timbangan elektrik, Cetakan mortar, Gelas ukur, Mesin uji kuat tekan, Cetok, Cetakan mortar, Alat bantu (kuas, cawan, bak, alat tulis)

#### **3.5.2 Bahan**

- 1 Semen (Portland Cement) merk gresik kemasan 40 kg.
- 2 Agregat halus
- 3 Serbuk kaca
- 4 Arang tempurung kelapa
- 5 Air yang digunakan adalah air yang berada di Laboratorium Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta.

### **3.6 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian dalam tugas akhir ini di bagi menjadi beberapa tahap yaitu :

#### **A Tahap Pemeriksaan Bahan Susun Mortar**

Tahap pemeriksaan ini merupakan bagian pemeriksaan sifat mekanik yang terkandung dalam agregat halus yang digunakan pada pembuatan benda uji mortar. Pemeriksaan terhadap agregat halus sebagai berikut :

- 1 Pemeriksaan kadar air pada pasir.
- 2 Pemeriksaan kadar lumpur pada pasir.
- 3 Analisa saringan pasir.

4 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pada pasir (absorpsi).

### **B Tahap Pembuatan Benda Uji**

Dalam pembuatan benda uji terdapat berbagai perencanaan dan langkah-langkah sebagai berikut. Perhitungan jumlah kebutuhan bahan susun mortar pada penelitian ini, untuk

No	Nama bahan	Variasi campuran				
		M	A	B	C	D
1	Semen	300 gr	300 gr	300 gr	300 gr	300 gr
2	Pasir	600 gr	600 gr	600 gr	600 gr	600 gr
3	Serbuk kaca	0 gr	60 gr	60 gr	60 gr	60 gr
4	Arang tempurung kelapa	0 gr	6 gr	9 gr	12 gr	15 gr
5	Air	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml

Dengan :

M = mortar normal

A = serbuk kaca 10% dan 2% arang tempurung kelapa

B = arang tempurung kelap 3%

C = arang tempurung kelap 4%

D = arang temprung kelapa 5%

### **C Pembuatan benda uji mortar**

Langkah-langkah pembuatan benda uji sebagai berikut :

- a Menyiapkan bahan-bahan (semen, pasir, air).
- b Membersihkan cetakan dan melumasi dengan oli
- c Membuat adukan dengan variasi campuran 10% serbuk kaca dan 0%, 2%, 3%, 4%, 5% abu tempurung kelapa
- d d. Memasukkan adukan ke dalam cetakan sedikit demi sedikit sampai penuh.
- e e. Selanjutnya dipadatkan dengan alat tumbuk dan diratakan bagian atasnya. f. Setelah 24 jm

### **D Tahap Pelaksanaan Pengujian**

Benda uji yang sudah dibuat dan direndam di dalam air setelah mencapai umur 28 hari dilakukan pemeriksaan atau pengujian sebagai berikut :

1 Pengujian Daya Serap Air Mortar

2 Pengujian Berat Jenis Mortar

3 Pengujian Kuat Tekan Mortar

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **4.1. Hasil Pengujian Bahan Agregat Halus**

###### **4.1.1 Pengujian Kadar Air Pasir**

Pengujian kadar air agregat dilakukan dengan cara pengeringan agregat halus. Setelah dilakukan pengujian terhadap kadar air agregat halus pada pasir gunung merapi di peroleh kadar air rata-ratanya adalah 0,57. Hasil pengujian kadar air pasir Gunung Merapi dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Pasir

No	Uraian	Sampel I	Sampel II
1	Berat air, (gr)	<b>0,40</b>	<b>0,42</b>
2	Berat pasir kering, (gr)	<b>71,00</b>	<b>71,60</b>
3	Kadar air, (%)	0,563	0,586
4	Kadar air rata-rata, (%)	0,574	

###### **4.1.2 Pengujian Kadar Lumpur Pasir**

Agregat halus (pasir) Gunung Merapi setelah dilakukan pemeriksaan terhadap kadar lumpur dengan cara agregat tertahan saringan No. 200 diketahui kadar lumpur adalah 4,95. Syarat SNI 03-6820-2002 unsur perusak yaitu kadar lumpur pada agregat halus (pasir) maksimum 5%. Maka pasir yang di uji memenuhi persyaratan SN03-6820-2002. Hasil pengujian kadar lumpur pasir Gunung Merapai dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Air Pasir

No	Uraian	Sampel I	Sampel II
1	Berat pasir kering awal, (gr)	1000	1000
2	Berat pasir kering setelah dicuci , (gr)	950	952
3	Kadar lumpur, (%)	5,0	4,9

4	Kadar lumpur rata-rata, (%)	4,95
---	-----------------------------	------

#### 4.1.3 Pengujian Gradasi Pasir

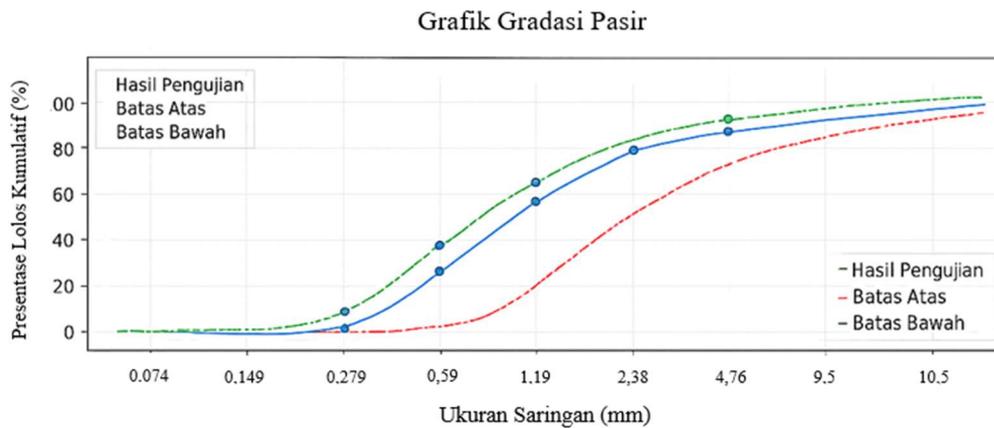
Pengujian gradasi pasir bertujuan untuk mengetahui variasi butiran (gradasi) agregat halus. Dalam pengujian gradasi ini menggunakan analisa saringan, saringan yang digunakan adalah saringan dengan lubang ayakan 4 inch, 8 inch, 16 inch, 30 inch, 50 inch, 100 inch dan 200 inch. Dari hasil pengujian gradasi pasir diperoleh nilai presentasi butir-butir yang lolos saringan. Berdasarkan hasil gradasi tersebut dapat disimpulkan bahwa pasir Gunung Merapi masuk kategori.

$$\begin{aligned} \text{Nilai Modulus halus butiran} &= \text{Jumlah tertahan kumulatif} / 100 \\ &= 271,22 / 100 \\ &= 2,71 \text{ (batas nilai Mhb adalah 1,5-3,8)} \end{aligned}$$

Hasil Pengujian gradasi pasir Gunung Merapi dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Gradasi Pasir

No	Saringan		Massa Tertahan Masing-masing	Massa Tertahan Kumulatif	Presentase Massa Tertahan Komulatif	Presentase Massa Lolos Komulatif
	inch	mm				
1	3/8	9,5	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4	4,76	5,1	5,1	0,51	100,00
3	8	2,38	120,1	125,20	12,52	87,48
4	16	1,19	168	293,20	29,32	70,68
5	30	0,59	200,8	494,00	49,4	50,60
6	50	0,279	305,5	799,50	79,95	20,05
7	100	0,149	195,7	995,20	99,52	0,48
8	200	0,074	4,8	1000	100	0,00
Panci			0,00	0	-	-
Jumlah			1000	-	271,22	-



#### 4.1.4 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diperoleh nilai berat jenis permukaan jenuh (*saturated Surface Dry*) Adalah 2,697. Syarat PUBI 1982 berat jenis agregat halus adalah 2,4 – 2,9, maka berat jenis pasir Gunung Merapi memenuhi persyaratan PUBI 1982. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan pasir Gunung Merapi dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini :

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Pasir

No	Uraian	Sampel I	Sampel II	Rata-rata
1	Berat pasir kering muka <i>SSD</i> , (gr)	500,00	500,01	-
2	Berat pasir kering mutlak, (gr)	496,40	496,10	-
3	Berat piknometer + air, (gr)	629,70	663,00	-
4	Berat piknometer + pasir <i>SSD</i> , (gr)	944,80	977,20	-
5	Berat jenis curah ( <i>Sd</i> )	2,684	2,668	2,676
6	Berat jenis jenuh kering permukaan ( <i>Ss</i> )	2,704	2,690	2,697
7	Berat jenis semu ( <i>Sa</i> )	2,735	2,727	2,731
8	Penyerapan ( <i>Aw</i> )	0,007	0,008	0,007

## **4.2. Hasil Kuat Tekan Dan Berat Jenis Mortar**

### **4.2.1 Berat Jenis Mortar**

#### **1 Berat Jenis Mortar Tanpa Bahan Tambahan**

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan berat jenis mortar tanpa bahan tambah di peroleh berat jenis rata-rata mortar tanpa campuran bahan tambahan di umur 14 hari 1,95 dan umur 28 hari sebesar 2,06. Hasil pengujian berat jenis mortar dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar Normal

No.	Kode Benda Uji	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat benda uji (gr)	Berat jenis benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata(gr/ cm <sup>3</sup> )
1	BJ-MX I	132,50	254,7	1,92	1,95
2	BJ-MX II	126,10	255,9	2,02	
3	BJ-MX III	129,90	250,4	1,92	
4	BJ-MY I	128,70	270,8	2,10	2,06
5	BJ-MY II	128,,60	268,7	2,08	
6	BJ-MY III	128,70	260,9	2,02	

#### **2. Berat Jenis Mortar Dengan Serbuk Kaca Dan Abu Tempurung Kelapa**

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan berat jenis mortar dengan serbuk kaca dan arang tempurung kelapa di peroleh nilai berat jenis pada variasi campuran 10% serbuk kaca di tambah 2% arang tempurung kelapa umur 14 hari sebesar 2,05 dan umur 28 hari sebesar 1,96, campuran 10% serbuk kaca ditambah 3% arang tempurung kelapa di umur 14 hari sebesar 2,04 dan umur 28 hari sebesar 1,93, campuran 10% serbuk kaca di tambah 4% arang tempurung kelapa di ummur 14 hari sebesar 1,9 dan di umur 28 hari sebesar 1,82, campuran 10% serbuk kaca di tambah 5% arang tempurung kelapa di 14 hari sebesar sebesar 1,7 dan di umur 28 hari sebesar 1,95

**ANALISIS MEKANIS MORTAR DENGAN PENAMBAHAN  
SERBUK KACA DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA**

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar Umur 14 hari

No.	Kode Benda Uji	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat benda uji (gr)	Berat jenis benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata(gr/cm <sup>3</sup> )
1	BJ-AAX I	126,10	260,9	2,06	2,05
2	BJ-AAX II	129,90	265,2	2,04	
3	BJ-AAX III	131,20	270,8	2,06	
4	BJ-ABX I	132,50	260,6	1,96	2,04
5	BJ-ABX II	128,70	265,4	2,06	
6	BJ-ABX III	129,90	275,2	2,11	
7	BJ-ACX I	128,70	255,6	1,98	1,9
8	BJ-ACX II	132,50	260,9	1,96	
9	BJ-ACX III	127,40	260,4	2,04	
10	BJ-ADX I	129,90	275,8	1,12	1,7
11	BJ-ADX II	130,03	274,1	2,10	
12	BJ-ADX III	128,70	275,2	2,13	

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar Umur 28 Hari

No.	Kode Benda Uji	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat benda uji (gr)	Berat jenis benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata(gr/cm <sup>3</sup> )
1	BJ-AAY I	129,80	250,3	1,92	1,96
2	BJ-AAY II	128,60	258,3	2,00	
3	BJ-AAY III	131,20	259,4	1,98	
4	BJ-ABY I	132,50	243,6	1,83	1,93
5	BJ-ABY II	126,10	249,4	1,98	
6	BJ-ABY III	129,90	259,6	1,99	
7	BJ-ACY I	129,90	232,9	1,79	1,82
8	BJ-ACY II	128,70	235,8	1,83	
9	BJ-ACY III	128,90	240,9	1,86	
10	BJ-ADY I	128,60	253,6	1,98	

11	BJ-ADY II	132,50	254,2	1,91	1,95
12	BJ-ADY III	131,20	259,4	1,98	

#### 4.2.2 Kuat Tekahan Mortar

Dari pemeriksaan mortar bahan alternatif serbuk kaca dan arang tempurung kelapa diperoleh data-data kuat tekan mortar dengan campuran bahan tambahan serbuk kaca, arang tempurung kelapa dan tanpa bahan tambahan.

##### 1 Kuat Tekan Mortar Tanpa Bahan Tambahan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan mortar tanpa menggunakan bahan tambahan diperoleh nilai kuat tekan mortar rata-ratanya sebesar 21,37 dan 25,29. Hasil pengujian kuat tekan mortar normal dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 8 Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Umur 14-28 hari

No.	Kode Benda Uji	Luas bidang tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban tekan (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	MX I	25	53,50	20,75	21,37
2	MX II	25	54,90	21,30	
3	MX III	25	56,85	22,06	
4	MY I	25	62,80	24,39	25,29
5	MY III	25	65,20	25,34	
6	MY III	25	67,30	26,16	

##### 2 Kuat Tekan Mortar Dengan Serbuk Kaca Dan Abu Tempurung Kelapa

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan mortar dengan tambahan serbuk kaca dan arang tempurung kelapa dengan campuran 10% serbuk kaca tambah arang tempurung kelapa 2% sebesar 26,00, campuran 10% serbuk kaca di tambah arang tempurung kelapa 3% sebesar 32,48, campuran 10% serbuk kaca di tambah arang tempurung kelapa 4% sebesar 31,17, campuran 10% serbuk kaca di tambah arang tempurung kelapa 5% sebesar 27,29. Dari hasil tersebut.

**ANALISIS MEKANIS MORTAR DENGAN PENAMBAHAN  
SERBUK KACA DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA**

Tabel 4. 9 Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Umur 14 hari

No.	Kode Benda Uji	Luas bidang tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban tekan (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	AAX I	25	70,8	27,51	27,45
2	AAX II	25	60,8	23,61	
3	AAX III	25	80,2	31,23	
4	ABX I	25	70,12	27,24	27,24
5	ABX II	25	70,14	27,23	
6	ABX III	25	70,2	27,25	
7	ACX I	25	70,0	27,19	26,09
8	ACX II	25	60,19	23,66	
9	ACX III	25	70,6	27,42	
10	ADX I	25	60,8	23,61	24,73
11	ADX II	25	70,2	27,25	
12	ADX III	25	60,1	23,34	

Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Umur 28 Hari

No.	Kode Benda Uji	Luas bidang tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban tekan (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	AAY I	25	80,25	31,24	26,00
2	AAY II	25	60,20	23,38	
3	AAY III	25	60,20	23,38	
4	ABY I	25	70,18	27,26	32,48
5	ABY II	25	90,14	35,09	
6	ABY III	25	90,14	35,09	
7	ACY I	25	90,17	35,09	31,17
8	ACY II	25	80,14	31,20	
9	ACY III	25	70,10	27,22	

10	ADY I	25	60,23	23,39	27,29
11	ADY II	25	60,24	23,39	
12	ADY III	25	90,20	35,10	

#### **4.5 Pembahasan Hasil Berat Jenis Dan Kuat Tekan Mortar**

##### **4.6.1 Hasil Pengujian Berat Jenis**

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan berat jenis mortar, kuat tekan dan berat jenis variasi yang sama meningkat seiring bertambahnya umur mortar kecuali pada variasi 3% dan 4%. Namun pada umur 28 hari bertambahnya kuat tekan dan berat jenisnya malah rendah, ini dikarenakan abu tempurung kelapa mempengaruhi berat jenisnya terutama dengan kadar arang tempurung kelapa yang tinggi karena densitasnya rendah. Hal ini terjadi dikarenakan arang tempurung kelapa umumnya berkisaran 0.5-0.7 gram/cm<sup>2</sup> sedangkan semen memiliki berat jenis 1,44 gr/ cm<sup>2</sup>. dengan mortar normal menunjukkan peningkatan berat jenis seiring waktu karena hidrasi optimal dengan berat jenis di umur 14 hari sebesar 1,95, dan umur 28 hari sebesar 2,06. Sedangkan mortar menggunakan bahan tambahan serbuk kaca dan arang tempurung kelapan menunjukkan penurunan berat jenis.

##### **4.6.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan**

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan mortar meningkat dari umur 14 hari ke 28 hari. Pada umur 14 hari, semua campuran dengan serbuk kaca dan abu tempurung kelapa menunjukkan kuat tekan lebih tinggi di banding mortar normal atau tanpa bahan tambahan. Pada umur 28 hari campuran dengan 3% abu tempurung kelapa menghasilkan kuat tekan tertinggi (32,48) jauh melebihi mortar normal (25,29). Kuat tekan mortar bisa meningkat di karenakan serbuk kaca mengandung silika amorf (SiO<sub>2</sub>) tinggi yang dapat bereaksi secara pozzolanik, dengan pengaruh arang tempurung kelapa juga bersifat pozzolan alami karena mengandung silika, alumina dan mineral lain. Campuran 2-4% terbukti memberi peningkatan kekuatan karena adanya reaksi tambahan yang memperbaiki mikrostruktur mortar (mengisi pori-pori), namun pada campuran 5% kemungkinan terjadi kelebihan arang tempurung yang bersifat non reaktif dan dapat mengganggu ikatan antara semen dan agregat, sehingga menurunkan kekuatan tekan mortar.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

- 1 Penambahan serbuk kaca dan abu tempurung kelapa berpengaruh terhadap berat jenis mortar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase arang tempurung kelapa, maka berat jenis cenderung menurun, Namun berat jenis mortar secara umum meningkat dari umur 14 hari ke 28 hari akibat proses hidrasi yang terus berlangsung. Berat jenis terendah pada variasi 10% serbuk kaca dan 5% abu tempurung kelapa sebesar 1,7 gr/cm<sup>3</sup>.
- 2 Komposisi optimum diperoleh pada penambahan 10% serbuk kaca (dari berat pasir) dan 3% arang tempurung kelapa (dari berat semen). Pada komposisi ini, mortar mencapai kuat tekan maksimum sebesar 32,48 MPa pada umur 28 hari. Angka ini menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan mortar normal tanpa bahan tambahan, yang hanya mencapai 25,29 Mpa

### **5.2 Saran**

1. Disarankan agar penggunaan serbuk kaca dan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambahan dalam mortar diuji lebih lanjut pada skala industri untuk mengetahui pengaruhnya secara makro dalam proyek konstruksi nyata
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memvariasikan kadar serbuk kaca dan arang tempurung kelapa secara lebih luas (di atas 10% dan 5%) serta dalam kombinasi dengan bahan tambahan lain, guna mengetahui batas optimal pemanfaatannya.
3. Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan bahan bangunan alternatif dari limbah lokal, terutama di wilayah yang memiliki produksi kaca dan kelapa dalam jumlah besar.
4. Perlu dilakukan uji coba lebih mendalam terhadap berbagai standar mutu (SNI, ASTM, dll.) agar campuran mortar hasil penelitian ini dapat diterapkan secara legal dan aman dalam konstruksi bangunan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Amir, F. (2010). Pengujian Mortar Mutu Tinggi Sebagai Bahan Perkuatan Beton. *Mektek*, 88–96.
- Dwi Poetra, R. (2019). 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Hasan, H. (2012). Pengaruh Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar.

- SMARTek*, 4(November), 211–223.
- Karwur, H. Y., Tenda, R., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2013). Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen.
- Kosim, & Hasan, A. (2014). Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton. *PILAR Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 170–178.
- Mulyadi, A., Suanto, P., & Purba, W. (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Pecahan Kaca Terhadap Campuran Mortar. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v10i1.463>
- Mushtofa, H., & Purnomo, M. J. (2019). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. In *D'Teksi* (Vol. 5, Issue 1, pp. 49–60).
- Rahayu, R. D. (2024). *Kuat Tekan Mortar Dengan Penambahan Pecahan Kaca*. 18(1), 20–22.
- Sandika, F. G., Desimaliana, E., Studi, P., Sipil, T., Teknologi, I., & Bandung, N. SNI 03-6882-2002. Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan
- Tjokrodimuljo, K., 1992, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K, 2004, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wenno, R., Wallah, S. E., & Pandaleke, R. (2014). Kuat Tekan Mortar Dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Asal Pltu Amurang Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 2(5), 252–259.
- Zhafirin, Z. (2012). *Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar Sebagai Bahan Dasar Paving Block*.