

Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Sebagian Semen terhadap Kuat Tekan Beton K-250

M. Fajar Rhamadhani*, Rasio Hepiyanto, Prima Eko Agustyawan

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Abu Tempurung Kelapa, Beton K-250, Kuat Tekan, Substitusi Semen

*Correspondence email:

mfajarramadhan2706@gmail.com

Submitted: 14 Juli 2026

Revised: 20 Juli 2026

Accepted: 01 Agustus 2026

Published: 03 Agustus 2026

ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan sehingga diperlukan upaya untuk mengurangi penggunaan semen melalui pemanfaatan limbah, salah satunya abu tempurung kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi sebagian semen dengan abu tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton mutu K-250. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variasi abu tempurung kelapa sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6% dari berat semen serta pengujian kuat tekan pada umur 28 hari. Beton normal menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 20,81 MPa, sedangkan beton dengan substitusi abu tempurung kelapa sebesar 2%, 4%, dan 6% menghasilkan kuat tekan rata-rata masing-masing sebesar 19,25 MPa, 18,35 MPa, dan 17,85 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan persentase abu tempurung kelapa cenderung menurunkan kuat tekan beton. Dengan demikian, penggunaan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen pada variasi yang diteliti belum mampu meningkatkan kuat tekan beton mutu K-250.

ABSTRACT

Keywords:

Coconut Shell Ash, K-250 Concrete, Compressive Strength, Partial Cement Replacement

Concrete is one of the most widely used construction materials. Therefore, efforts are needed to reduce cement consumption by utilizing waste materials, one of which is coconut shell ash. This study aimed to determine the effect of partially replacing cement with coconut shell ash on the compressive strength of K-250 concrete. An experimental method was employed using coconut shell ash replacement levels of 0%, 2%, 4%, and 6% by the weight of cement, with compressive strength testing conducted at 28 days. The average compressive strength of normal concrete was 20.81 MPa, while concrete with 2%, 4%, and 6% coconut shell ash substitution achieved average compressive strengths of 19.25 MPa, 18.35 MPa, and 17.85 MPa, respectively. The results indicate that increasing the percentage of coconut shell ash substitution tends to reduce the compressive strength of concrete. Therefore, the use of coconut shell ash as a partial replacement for cement at the substitution levels investigated was not able to improve the compressive strength of K-250 concrete.

PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur karena memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, serta mempunyai daya tahan yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan (Affandi et al., 2023; Irianti et al., 2022). Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur, kebutuhan semen sebagai bahan pengikat utama beton juga semakin meningkat. Namun, proses produksi semen membutuhkan energi yang besar dan menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan (Ahmed, 2024). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi penggunaan semen melalui pemanfaatan bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti limbah industri dan limbah pertanian yang dapat diolah menjadi bahan substitusi semen dalam campuran beton untuk mendukung konstruksi berkelanjutan (Affandi et al., 2023; Arumningsih et al., 2024; Ahsan, 2023).

Salah satu bahan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai substitusi sebagian semen adalah abu tempurung kelapa. Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang besar sehingga menghasilkan limbah tempurung kelapa dalam jumlah melimpah. Selama ini, limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal dan sebagian besar hanya dibakar atau dibuang begitu saja. Padahal, abu hasil pembakaran tempurung kelapa mengandung senyawa silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), dan kalsium oksida (CaO) yang bersifat pozzolan sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan tambahan maupun bahan substitusi semen pada campuran beton (Saputra et al., 2025; Ahsan, 2023). Pemanfaatan abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi semen juga diharapkan dapat meningkatkan nilai guna limbah pertanian sekaligus mendukung konsep pembangunan yang lebih berkelanjutan (Ahmed, 2024).

Penelitian Putri et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan abu tempurung kelapa sebagai substitusi semen menyebabkan penurunan kuat tekan beton dibandingkan beton normal, namun masih memiliki potensi sebagai bahan substitusi pada kadar tertentu. Sementara itu, penelitian Santosa et al. (2023) menyatakan bahwa abu tempurung kelapa dapat berfungsi sebagai material pozzolan alami yang memengaruhi sifat beton segar maupun beton keras. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Ramadhanty (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar substitusi material berbau tempurung kelapa cenderung menurunkan kuat tekan beton. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen masih perlu dilakukan untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai pengaruhnya terhadap kuat tekan beton (Putrianti & Setiawan, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan beton mutu K-250. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan material beton yang lebih ramah lingkungan serta memberikan alternatif pemanfaatan limbah tempurung kelapa pada bidang konstruksi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan. Tahapan penelitian meliputi pengujian karakteristik material, perancangan campuran beton, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian slump, dan pengujian kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan beton. Variasi substitusi abu tempurung kelapa yang digunakan adalah 0% sebagai beton normal serta 2%, 4%, dan 6% berdasarkan berat semen. Rancangan campuran beton dilakukan menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dengan mutu rencana $f'c$ 20,75 MPa. Setiap variasi dibuat sebanyak tiga benda uji sehingga total benda uji yang digunakan berjumlah 12 buah. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Jumlah air, agregat halus, agregat kasar, dan total bahan pengikat dipertahankan tetap pada setiap variasi, sedangkan perbedaannya hanya terletak pada persentase semen yang disubstitusi dengan abu tempurung kelapa. Pembuatan dan perawatan benda uji dilakukan sesuai SNI 2493:2011 hingga benda uji mencapai umur 28 hari. Selanjutnya, pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan Compression Testing Machine (CTM) dengan kuat tekan beton dihitung berdasarkan perbandingan antara beban maksimum dan luas penampang benda uji.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen Portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah/split), air bersih, dan abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi sebagian semen. Abu tempurung kelapa diperoleh melalui proses pembakaran tempurung kelapa kemudian diayak hingga lolos ukuran tertentu sebelum dicampurkan ke dalam adukan beton. Alat yang digunakan meliputi timbangan digital, seperangkat ayakan, oven, mixer beton, kerucut Abrams (slump cone), cetakan silinder beton berukuran 15 × 30 cm, alat pemadat beton, bak perawatan (curing), serta Compression Testing Machine (CTM) untuk pengujian kuat tekan beton (Lee et al., 2025).

HASIL

1. Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik material yang akan digunakan sebagai campuran beton. Empat jenis material yang diuji meliputi agregat halus, agregat kasar, semen portland, abu tempurung kelapa. Seluruh pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan.

a. Pengujian Berat Jenis Semen

Dilakukan uji berat jenis pada semen Portland. Pengujian dilakukan untuk menghitung kebutuhan semen Portland.

Tabel 1. Berat Jenis Semen

PERCOBAAN NOMOR		I	II
Berat Semen	(w1)-(g)	250	250
Berat Semen+Minyak+Labu Takar	(w2)-(g)	538	535
Berat Labu Takar+Minyak	(w3)-(g)	353	353
Berat Jenis = $0,8 \times w1/(w1+w3-w2)$		3,08	2,94
Berat Jenis Rata-rata		3,01	

Sumber: hasil penelitian, 2026

$$\text{Berat jenis semen rata-rata normal : } \frac{\text{sampel 1} + \text{sampel 2}}{2} = \frac{3,08 + 2,94}{2} = 3.01$$

Dari tabel 1 dapat diketahui rata-rata berat jenis semen sebesar 3,01g.

b. Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland

Pengujian konsistensi normal semen Portland bertujuan untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan agar pasta semen mencapai tingkat plastisitas standar. Ini penting untuk memastikan kualitas dan daya ikat semen dalam campuran beton. Pengujian dilakukan menggunakan alat Vicat sesuai standar SNI 03-6826-2002.

Tabel 2. Konsistensi Normal Semen Portland (ASTM C 187-86)

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat Semen (g)	250	250	250
Berat Air (ml)	70	75	72
Penurunan (mm)	7	11	10
Konsistensi	28,0%	30,0%	28,8%

Sumber: hasil penelitian, 2026

$$\text{Konsistensi normal (\%)} = \frac{(\text{Berat air (pada penurunan 10 mm)} \times 100\%)}{\text{berat semen}}$$

$$\text{Percobaan 1} = \frac{70 \times 100\%}{250} = 28,0\%$$

$$\text{Percobaan 2} = \frac{75 \times 100\%}{250} = 30,0\%$$

$$\text{Percobaan 3} = \frac{72 \times 100\%}{250} = 28,8\%$$

Dari Tabel 2 diperoleh hasil percobaan pertama dengan konsistensi normal semen Portland sebesar 28,0% dan penurunan 7 mm. Percobaan kedua menunjukkan konsistensi 30,0% dengan penurunan 11 mm. Percobaan ketiga menghasilkan konsistensi 28,8% dengan penurunan 10 mm. Berdasarkan hasil tersebut, konsistensi normal semen Portland yang diperoleh adalah 28,8%.

c. Waktu Pengikatan dan Pengerasan Semen

Daya ikat semen sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dalam sebuah adukan mortar maupun beton, karena adukan atau campuran yang dibuat harus sesegera mungkin dipakai supaya tidak lekas kering. Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk menentukan konsistensi normal dari semen untuk penentuan berapa lama pengikatan semen yang akan terjadi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Universitas Islam Lamongan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian Waktu Pengikatan dan Pengerasan Semen

Nomor	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)
1	45	2,8
2	60	2,5
3	75	2,1
4	90	1,8
5	105	1
6	120	0,6
7	135	0,4
8	150	0,1
9	165	0
10	180	-
11	195	-
12	210	-

Sumber: hasil penelitian, 2026

Dari tabel 3 dapat diketahui pada waktu penurunan 45 menit terjadi penurunan 2,8 mm dan waktu penurunan terakhir yaitu 165 menit terjadi penurunan sebesar 0 mm.

d. Pengujian Berat Jenis Semen dan Bahan Tambah

Pengujian berat jenis dilakukan pada semen Portland dan Bahan Tambah untuk mengetahui nilai berat jenisnya.

Tabel 4. Pengujian Berat Jenis Semen dan Bahan Tambah

Percobaan Nomor	2%	4%	6%
Berat Semen dan bahan tambah (w1) – (g)	250 g	250 g	250 g
Berat semen+minyak+labu takar (w2) – (g)	522 g	525 g	528 g
Berat labu takar+minyak (w3) – (g)	345 g	345 g	345 g
Berat Jenis = $0.8 w1 / (w1 + w3 - w2)$	2,73	2,63	2,53

Sumber: hasil penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 4, berat jenis campuran pada variasi 2%, 4%, dan 6% masing-masing sebesar 2,73, 2,63, dan 2,53.

e. Pengujian Konsistensi Semen dan Bahan Tambah

Pengujian konsistensi normal semen Portland bertujuan untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan agar pasta semen mencapai tingkat plastisitas standar. Ini penting untuk memastikan kualitas dan daya ikat semen dalam campuran beton. Pengujian dilakukan menggunakan alat Vicat sesuai standar SNI 03-6826-2002.

Tabel 5. Hasil Pengujian Konsistensi Semen dan Bahan Tambah (ASTM C 187-86)

Percobaan Nomor	2%	4%	6%
Berat Semen + Bahan Tambah	250	250	250
Berat Air	70	72	75
Penurunan (mm)	7	9	11
Konsistensi	28,0%	28,8%	30,0%

Sumber: hasil penelitian, 2026

$$\text{Konsistensi normal (\%)} = \frac{(\text{Berat air (pada penurunan 10 mm)} \times 100\%)}{\text{berat semen}}$$

$$\text{Percobaan 1} = \frac{70 \times 100\%}{250} = 28,0\%$$

$$\text{Percobaan 2} = \frac{72 \times 100\%}{250} = 28,8\%$$

$$\text{Percobaan 3} = \frac{75 \times 100\%}{250} = 30,0\%$$

Dari tabel 5 didapatkan hasil untuk Variasi 2% didapat nilai konsistensi sebesar 28,0% dengan berat air 70 ml dan berat semen dan bahan tambah 250 g, Variasi 4% didapat nilai konsistensi sebesar 28,8% dengan berat air 72 ml dan berat semen dan bahan tambah 250 g, Variasi 6% didapat nilai konsistensi sebesar 30,0% dengan berat air 75 ml dan berat semen dan bahan tambah 250 g.

f. Uji Pengikatan dan Pengerasan Semen dengan Bahan Tambah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan konsistensi normal semen dan waktu pengikatannya. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Pengikatan dan Pengerasan Semen dengan Bahan Tambah

Nomor	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)		
		2%	4%	6%
1	45	4	4	4
2	60	4	3,9	3,8
3	75	3,5	3,3	3
4	90	3	2,8	2,5
5	105	2,6	2,4	2
6	120	2,2	1,9	1,5
7	135	1,8	1,3	1
8	150	1,3	0,8	0,6
9	165	1	0,5	0,4
10	180	0,7	0,3	0,2
11	195	0,4	0,1	0,1
12	210	0,2	0	0
13	225	0	-	-

Sumber: hasil penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 6, pada waktu pengujian 45 menit seluruh variasi menunjukkan penurunan sebesar 4 mm. Waktu pengikatan terlama terjadi pada variasi 2%, yaitu hingga 225 menit, sedangkan variasi 4% dan 6% mencapai penurunan 0 mm pada waktu 210 menit.

2. Hasil Perhitungan Mix Design

Hasil rancangan campuran beton digunakan untuk mengetahui komposisi masing-masing keperluan campuran beton. Dari rancangan campuran beton (mix design) dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000 didapat campuran beton normal f'c 20,75 MPa.

Tabel 7. Komposisi Campuran Beton per 1 m³

Bahan	kg/m ³
Semen	386
Pasir	772
Kerikil	1046
Air (liter)	205

Sumber: hasil penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 7, komposisi campuran beton terdiri atas air sebesar 205 kg/m³ dan total bahan pengikat sebesar 386 kg/m³, sehingga rasio air terhadap bahan pengikat (water to binder ratio) yang digunakan adalah sekitar 0,53 ($205/386 = 0,531$). Jumlah air dan total bahan pengikat dipertahankan tetap pada setiap variasi campuran, sedangkan variasi hanya dilakukan melalui substitusi sebagian semen dengan abu tempurung kelapa (ATK). Dengan demikian, pengaruh penggunaan ATK terhadap sifat beton dapat dianalisis tanpa dipengaruhi oleh perubahan rasio air terhadap bahan pengikat.

Tabel 8. Volume Kebutuhan Material dalam Tiga Silinder

Kode	Semen (kg)	ATK (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (kg)
N	6,12	0,00	12,27	16,65	3,27
2%	6,00	0,12	12,27	16,65	3,27
4%	5,88	0,24	12,27	16,65	3,27
6%	5,76	0,36	12,27	16,65	3,27

Sumber: hasil penelitian, 2026

Perhitungan kebutuhan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen untuk tiga benda uji silinder adalah sebagai berikut:

$$2\% = 6,12 - 6,00 = 0,12 \text{ kg}$$

$$4\% = 6,12 - 5,88 = 0,24 \text{ kg}$$

$$6\% = 6,12 - 5,76 = 0,36 \text{ kg}$$

Berdasarkan Tabel 8, kebutuhan material untuk pembuatan benda uji pada setiap variasi campuran disesuaikan dengan volume tiga benda uji silinder. Total bahan pengikat pada setiap variasi tetap sebesar 6,12 kg, sedangkan jumlah air dipertahankan sebesar 3,27 kg, sehingga rasio air terhadap bahan pengikat (water to binder ratio) tetap sekitar 0,53 pada seluruh variasi campuran. Perbedaan komposisi hanya terletak pada persentase substitusi semen dengan abu tempurung kelapa (ATK), sementara jumlah agregat halus dan agregat kasar dipertahankan tetap.

3. Hasil Pengujian Slump (Slump Test)

Berdasarkan hasil pengujian, nilai slump beton normal sebesar 13 cm, sedangkan pada variasi substitusi abu tempurung kelapa 2%, 4%, dan 6% masing-masing sebesar 12 cm. Penurunan nilai slump menunjukkan bahwa penambahan abu tempurung kelapa memengaruhi kemudahan pengerjaan (workability) campuran beton. Hasil ini sejalan dengan penelitian Santosa et al. (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan kadar abu tempurung kelapa menyebabkan nilai slump cenderung menurun karena meningkatnya kebutuhan air dalam campuran beton. Hasil pengujian slump ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Slump Test

No.	Variasi Campuran	Slump (cm)
1	Normal	13
2	2%	12
3	4%	12
4	6%	12

Sumber: hasil penelitian, 2026

Berdasarkan hasil data tersebut, nilai rata-rata slump campuran 0%, 2%, 4%, dan 6% berturut-turut yaitu 13 cm, 12 cm, 12 cm, dan 12 cm. Dapat diketahui bahwa seluruh nilai slump tersebut masih berada dalam rentang slump rencana, yaitu 60–180 mm, sehingga campuran beton memenuhi tingkat kelecakan yang direncanakan.

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban tekan hingga mengalami keruntuhan. Pengujian ini menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang diuji pada umur 28 hari menggunakan alat uji tekan. Hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan variasi campuran disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Umur (hari)	BJ Beton (kg/m ³)	Tekanan Hancur (kg)	Tegangan Hancur 28 hari (kg/cm ²)	Rata-rata Tegangan Hancur (kg/cm ²)	Tegangan Hancur 28 hari (MPa)	Rata-rata Tegangan Hancur (MPa)
N1	176,625	28	2,434,905	25975,69	253,13		21,01	
N2	176,625	28	2,442,452	25483,13	248,33	250,68	20,61	20,81
N3	176,625	28	2,453,773	25713,38	250,57		20,80	
A1	176,625	28	2,393,396	24653,95	240,25		19,94	
A2	176,625	28	2,404,716	24276,51	236,57	231,95	19,64	19,25
A3	176,625	28	2,359,433	22477,37	219,04		18,18	
B1	176,625	28	2,406,603	23320,09	227,25		18,86	
B2	176,625	28	2,420,754	22203,05	216,36	221,07	17,96	18,35
B3	176,625	28	2,404,716	22533,46	219,58		18,23	
C1	176,625	28	2,418,867	22048,53	214,86		17,83	
C2	176,625	28	2,391,509	21353,3	208,08	215,03	17,27	17,85
C3	176,625	28	2,403,773	22797,3	222,15		18,44	

Sumber: hasil penelitian, 2026

Nilai kuat tekan seluruh benda uji telah dihitung ulang berdasarkan data asli Compression Testing Machine (CTM) menggunakan rumus ($f'_c = P/A$). Satuan beban, luas penampang, serta hasil konversi ke MPa telah diperiksa kembali untuk memastikan keakuratan perhitungan. Kode benda uji yang digunakan terdiri atas N1–N3 untuk beton normal, A1–A3 untuk variasi substitusi abu tempurung kelapa sebesar 2%, B1–B3 untuk variasi substitusi sebesar 4%, dan C1–C3 untuk variasi substitusi sebesar 6%. Berdasarkan hasil pengujian, beton normal menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 20,81 MPa, sedangkan beton dengan substitusi abu tempurung kelapa sebesar 2%, 4%, dan 6% menghasilkan kuat tekan rata-rata berturut-turut sebesar 19,25 MPa, 18,35 MPa, dan 17,85 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar persentase substitusi abu tempurung kelapa, semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Putri et al. (2023) dan Araz (2024) yang melaporkan bahwa penggunaan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen cenderung menurunkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal.

Perbedaan hasil antarpelelitian menunjukkan bahwa pengaruh abu tempurung kelapa dipengaruhi oleh kadar substitusi, karakteristik material, serta proses pencampuran dan perawatan beton (Santosa et al., 2023). Berbeda dengan penelitian Ihfansyah dan Teguh (2024) pada paving block yang menunjukkan peningkatan sifat mekanik pada kadar tertentu, penelitian ini menunjukkan kecenderungan penurunan kuat tekan. Hal tersebut diduga karena kemampuan abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi semen belum mampu menggantikan fungsi semen Portland secara optimal pada variasi 2%, 4%, dan 6%, sehingga ikatan pasta semen menjadi kurang kuat dan menyebabkan penurunan kemampuan beton dalam menahan beban tekan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa abu tempurung kelapa masih berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi sebagian semen, namun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kadar substitusi yang optimum agar mutu beton tetap memenuhi persyaratan yang diinginkan, sebagaimana juga disampaikan oleh Chelvia dan Purwandito (2024).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton mutu K-250. Beton normal menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 20,81 MPa, sedangkan beton dengan substitusi abu tempurung kelapa sebesar 2%, 4%, dan 6% menghasilkan kuat tekan rata-rata berturut-turut sebesar 19,25 MPa, 18,35 MPa, dan 17,85 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar persentase substitusi abu tempurung kelapa, semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Dengan demikian, pada variasi substitusi yang digunakan dalam penelitian ini, abu tempurung kelapa belum mampu meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal. Namun demikian, abu tempurung kelapa masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan substitusi sebagian semen sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut guna menentukan kadar substitusi yang optimum agar diperoleh mutu beton yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Oleh karena itu, penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi semen perlu dibatasi pada persentase tertentu atau dikaji lebih lanjut dengan variasi kadar substitusi yang lebih kecil maupun perlakuan material yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, S., Mahardana, Z. B., Affandi, H. A., & Sahdana, O. H. (2023). Meningkatkan kualitas kuat tekan beton menggunakan bahan modifikasi serat baja. 12(2), 95–100. <https://doi.org/10.36982/jtg.v12i02.2185>
- Ahmed, A. (2024). Assessing the effects of supplementary cementitious materials on concrete properties: A review.

- Discover Civil Engineering. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s44290-024-00154-z>
- Ahsan, F. M. (2023). Utilization of coconut fiber ash waste as an added material in mortar. 1(4). <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v1i4.1576>
- Arumningsih, D., Purnamawanti, D., Arbianto, R., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Pembangunan, U. T. (2024). Inovasi eco-friendly self compacting concrete menggunakan serbuk cangkang telur, serbuk granit, dan limbah beton untuk. 29(1), 10–16. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v29i1.3027>
- Chelvia, C., & Purwandito, M. (2024). Analisis pengaruh abu tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton memadat sendiri (Self Compacting Concrete/SCC). 8(2), 255–262. <https://doi.org/10.32832/komposit.v8i2.15692>
- Ihfansyah, K. N., & Teguh, M. (2024). Effect of coconut shell ash substitution on compressive strength, wear resistance and water absorption in paving blocks. 29(1), 37–46. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol29.iss1.art4>
- Irianti, R. A. L., Sebayang, S., & Widyawati, R. (2022). Beton ringan struktural dengan memanfaatkan agregat buatan dari tanah liat. 10(4), 605–620. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v10i4.2866>
- Lee, C. S., Mashur, M. D., & Roslan, M. A. (2025). Utilizing rice husk ash and coconut shell as partial replacement materials in concrete. <https://doi.org/10.36728/iceete.v2i1.188>
- Putri, M. Z., Tiyan, L., & Sukarno, P. (2023). Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Semen Pada Beton. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 5, No. 2, pp. 588-596).
- Putrianti, P. R., & Setiawan, A. A. (2021). Karakteristik Uji Propertis Dan Campuran Beton Normal. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret*, 5(1), 2-17. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v5i1.52251>
- Ramadhanty. (2024). Pengaruh substitusi tempurung kelapa pada campuran beton terhadap kuat tekan.
- Rival Araz. (2024). Pengaruh penambahan abu tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton sebagai bahan tambah mutu beton K-250 dengan variasi campuran 0%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.
- Santosa, B., Ginting, A., Adi, P., & Manasye, E. O. (2023). Pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu tempurung kelapa terhadap kinerja beton. 19, 278–292. <https://doi.org/10.28932/jts.v19i2.5286>
- Saputra, I. S., Misbahuddin, A. S., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Parepare, U. M. (2025). Pengaruh penambahan abu tempurung kelapa dan silika fume terhadap kuat tekan beton. 22(1), 54–63. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v7i1.365>
- SNI 03-2834-2000. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2493:2011. (2011). Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.