



P-ISSN : 2622-1276
E-ISSN: 2622-1284

The 7th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)

Website Ciastech 2024 : <https://ciastech.net>
Open Confrence Systems : <https://ocs.ciastech.net>
Proceeding homepage : <https://ciastech.net>

DAMPAK PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN DAMDEX TERHADAP KUAT LENTUR BETON

Dafid Irawan^{1*}, Rafli Fornaldo Cuhandi², Abdul Halim³, Firda Hani Ayuningtyas⁴, Riman⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 28 November 2024
Direvisi, 6 Desember 2024
Diterima, 20 Desember 2024

Email Korespondensi :

dafidirawan72@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan teknologi beton tersebut dimanfaatkan untuk menciptakan inovasi-inovasi baru guna meningkatkan kualitas beton dan proses pengerjaannya cepat. hal ini tentunya menyebabkan meningkatnya kebutuhan material dan target pengerjaan yang cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan abu sekam padi (ASP) dan Damdex terhadap kuat lentur beton. ASP digunakan sebagai bahan tambahan pozzolan yang dapat menyerap air dan mengisi rongga antar-agregat, sementara Damdex berfungsi meningkatkan kekedapan air dan mempercepat proses pengikatan semen. Penelitian dilakukan melalui uji laboratorium terhadap beton dengan variasi kadar ASP (5%, 10%, dan 15%) yang dikombinasikan dengan 2% Damdex, serta dibandingkan dengan beton normal. Hasil menunjukkan bahwa penambahan ASP secara signifikan menurunkan kuat lentur beton. Beton normal memiliki nilai kuat lentur tertinggi (45,00 kg/cm²), sementara penambahan ASP 5%, 10%, dan 15% masing-masing menghasilkan penurunan kuat lentur sebesar 5,75%, 13,75%, dan 24,34%. Uji statistik ANOVA mengonfirmasi perbedaan signifikan antara kelompok beton, dengan nilai F hitung (17,1501) jauh lebih besar daripada F tabel (3,2389) dan nilai p-value (2,9728E-05) yang sangat kecil.

Kata Kunci : Abu sekam padi, Damdex, kuat lentur beton, material tambahan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beton pada industri konstruksi di Indonesia terus meningkat. Dengan menggunakan kemajuan dalam teknologi beton, inovasi baru meningkatkan kualitas beton. karena itu, tentu saja, meningkatkan kebutuhan material. Penelitian ini mencoba menambah abu sekam dan damdex pada beton untuk meningkatkan kualitasnya. Abu sekam digunakan untuk menyerap air

lebih banyak dan menutupi rongga di antara agregat pembentuk, memberikan kekuatan pada damdex dan beton. Bahan tambah tersebut tidak disarankan untuk pekerjaan tertentu karena dapat memengaruhi sifat beton dan pasta semen.

Pada penelitian [1] meninjau secara kritis studi-studi sebelumnya tentang abu sekam padi sebagai bahan limbah. penelitian [2] melakukan observasi eksperimental pengaruh penambahan rice husk ash pada beton, hasilnya menunjukkan kekuatan tekan, tarik belah, dan lentur yang lebih tinggi pada penggantian sebagian agregat halus. Pada penelitian [3] melakukan pengamatan meninjau kinerja rice husk ash sebagai pengganti Sebagian semen. Pada penelitian [4] melakukan penelitian dengan menggunakan tiga model komputasi lunak yang diterapkan untuk prediksi kekuatan lentur dari Beton Pervious (PC) yang diinkorporasi dengan limbah kalsium karbida (CCW) dan rice husk ash (RHA) sebagai bahan tambahan semen. Pada penelitian [5] melakukan eksperimen penggunaan TiO₂ nanoparticles and rice husk ash sebagai pengganti sebagian bahan baku virgin. Pada penelitian [6] melakukan penelitian efektivitas penggunaan micro-silica extracted terbuat dai rice husk ash untuk produksi cement mortar. Penelitian [7] menjelaskan efek dari tujuh jenis nano rice husk ash yang berbeda terhadap mekanik, kecepatan pulsa ultrasonik, dan daya tahan beton. Penelitian [8] menggunakan recycled glass and rice husk ash untuk menggantikan pasir sungai dalam produksi bahan berbasis semen menghemat sumber daya pasir alami yang semakin menipis. Penelitian [2], [9], [10], [11] melakukan analisis pengaruh rice husk ash terhadap Flexural strength pada beton. Penelitian [12], [13], [14] melakukan analisis pengaruh penambahan damdex sebagai bahan tambah campuran beton dengan menghitung kuat lentur, kuat tekan dan menghitung modulus elastisitas.

Penelitian ini dilakukan sebagai respons terhadap kebutuhan inovasi di bidang teknologi beton yang semakin meningkat. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental karena mampu memberikan analisis langsung dan terukur terhadap pengaruh variabel yang diuji, yakni ASP dan Damdex, terhadap sifat mekanik beton, khususnya kuat lentur. Penggunaan variasi kadar ASP (5%, 10%, 15%) yang dikombinasikan dengan 2% Damdex memungkinkan pengamatan yang sistematis terhadap perubahan sifat beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji seberapa besar pengaruh abu sekam padi terhadap kuat tekan, kuat lentur. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah belum terdapat studi tentang pengaruh penambahan abu sekam padi dan damdex terhadap kuat lentur beton.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan terhitung mulai bulan Maret 2024 – Juli 2024. Penelitian melakukan eksperimen di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil Kampus III Universitas Widyagama Malang, yang berlokasi di Jl. Borobudur No.35 Mojolangu Kec. Lowokwaru, Kota Malang. Pengujian dimulai dari karakteristik material, pembuatan benda uji, perawatan benda uji pengujian.

2.2. Persiapan Alat dan Bahan

Semen

Semen mempunyai fungsi sebagai pengikat antara agregat halus (pasir) dan kasar (kerikil)

sehingga membentuk suatu massa padat serta mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat

Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton, terdiri dari agregat kasar dan agregat halus.

Air

Merupakan salah satu bahan utama penyusun beton yang mempunyai fungsi untuk memicu proses kimiawi dari semen sehingga menjadi bahan perekat dan melumasi agregat halus dan kasar supaya mudah dalam pengerjaan pengadukan beton.

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah limbah yang diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi. Bila abu sekam padi dibakar pada suhu terkontrol, abu sekam yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai sifat pozzolan yang tinggi karena mengandung silika. Abu sekam padi memiliki sifat absorpsi (serap air) yang tinggi. Semua komponen organik diubah menjadi gas karbon dioksida dan air dan tinggal abu yang merupakan komponen anorganik [15]. Butiran abu sekam padi dalam beton berfungsi sebagai penyerap kelebihan air dan menutupi rongga yang terdapat di antara agregat pembentuk beton sehingga dapat memberikan kekuatan pada beton. Hasil pembakaran abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pembakaran Abu Sekam Padi

Damdex

Damdex adalah cairan kimia yang berfungsi sebagai bahan aditif dalam campuran mortar atau portland cement (cement base). Damdex yang dicampur dengan mortar / semen akan meningkatkan kecepatan beku campuran semen, meningkatkan kualitas dan kuat tekan beton, meningkatkan kuat lekat campuran mortar / semen dan sekaligus menjadikan campuran mortar / semen bersifat kedap air yang tahan sinar ultra violet [16]

Alat Penguji (Digital Hydraulic Concrete Beam)

Alat ini digunakan untuk pengujian Kuat lentur beton dengan perlengkapan manometer jarum pembacaan beban dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Digital Hydraulic Concrete Beam

Oven

Fungsi alat ini adalah untuk mengeringkan material agregat kasar dan agregat halus. Alat tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Oven

Slump Flow

Pengujian dengan slump flow ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan (Filling Ability). Alat Slump Flow dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Slump Flow (kerucut abrams)

Timbangan, Ayakan dan Cetakan Benda Uji

Timbangan yang digunakan yaitu neraca dengan kapasitas 5 Kg dengan ketelitian 0,10 gram. Timbangan ini digunakan untuk menimbang material yang beratnya kurang dari 5 Kg. Ayakan satu set USA Standart Testing Sieve dengan diameter lubang 3/8", no. 4, no. 8, no. 16, no. 30, no. 50, no. 100, dan Pan pentup bawah. dan satu set ayakan USA Standart Testing Sieve dengan diameter lubang 38,1 mm, 19 mm, 12,7 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, Pan penutup bawah. Cetakan benti uji ini digunakan mencetak campuran beton yang cetakannya berbentuk balok dengan ukuran diameter 15 cm x 15 cm x 60 cm . Pada tahap penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan uji material yaitu pengujian agregat halus dan kasar, pemeriksaan gradasi (ayakan), pemeriksaan gradasi (ayakan) agregat kasar, pengujian berat volume agregat, selanjutnya melakukan pembuatan campuran beton, setelah mendapatkan data selanjutnya dilakukan analisis data dilakukan analisis data sesuai teori dan peraturan yang berlaku. Analisis data dilakukan dengan membandingkan beton normal dengan beton dengan penambahan abu sekam dan damdex, data hasil analisis berupa nilai kuat lentur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari agregat halus. Pada agregat halus ada beberapa yang dilakukan saat pengujian yaitu uji kadar air, berat jenis, penyerapan dan modulus kehalusan. Hasil dari pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil	Standar SNI	Keterangan
Modulus Kehalusan (FM)	2,920	1,5 – 3,5	Memenuhi
Kadar Lumpur %	0,540	Maksimal 5	Memenuhi
Kadar Air	0,018	-	Memenuhi
Berat jenis SSD (g/cm ³)	2,551	-	Memenuhi
Berat Jenis Bulk (g/cm ³)	2,500	-	-
Berat Jenis semu (g/cm ³)	2,634	-	-
Penyerapan air (%)	0,020	-	-

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

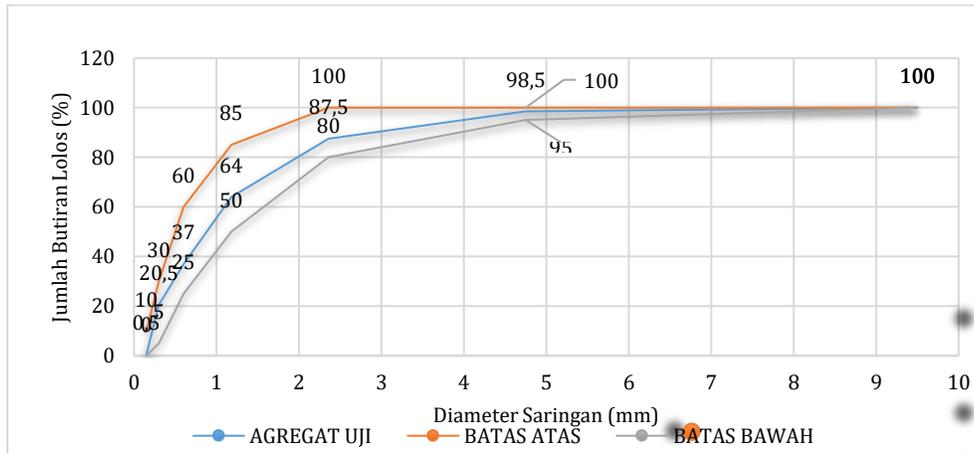
Hasil pengujian kadar air, berat jenis, penyerapan dan modulus kehalusan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Gradasi ayakan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

No	Tertinggal	Komulatif		
Saringan	Berat (gr)	Berat (%)	Tertinggal (%)	Lolos (%)
3/8'	0	0,000	0,000	1,000
4	15	0,015	0,015	0,985
8	110	0,110	0,125	0,875
16	235	0,235	0,360	0,640
30	270	0,270	0,630	0,370
50	165	0,165	0,795	0,205
100	200	0,200	0,995	0,005
Pan	5	0,005	1,000	0,000
Jumlah	1000		2,920	

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

Dari pengujian gradasi agregat halus, pasir ini dapat digunakan pada saat penelitian karena masuk kedalam batas atas dan batas bawah dan masuk kedalam zona 2 Menurut ASTM C-33 yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Gradasi Agregat Halus

3.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Menurut ASTM C-33 Pada agregat kasar ada beberapa yang dilakukan saat pengujian yaitu uji kadar air, berat jenis, penyerapan dan modulus kehalusan. Hasil dari pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian agregat kasar

Pemeriksaan	Hasil	Standar SNI	Keterangan
Modulus Kehalusan	1,77	1,5 - 3,57	Memenuhi
Kadar Lumpur %	-	Maksimal 1%	Memenuhi
Kadar Air	0,018	-	Memenuhi
Berat jenis SSD (g/cm ³)	2,121	-	Memenuhi
Berat Jenis Bulk (g/cm ³)	1,985	-	-
Berat Jenis semu (g/cm ³)	2,298	-	-
Penyerapan air (%)	0,069	-	-

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

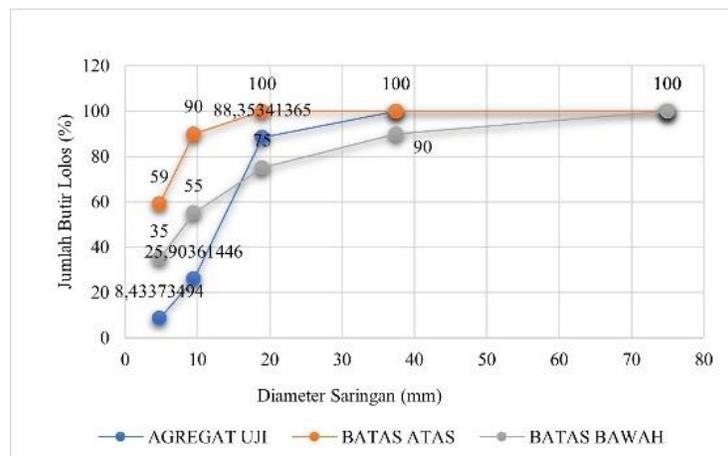
Hasil pengujian kadar air, berat jenis, penyerapan dan modulus kehalusan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Hasil Gradasi ayakan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

No	Tertinggal		Komulatif	
	Saringan	Berat (gr)	Berat (%)	Tertinggal (%)
3	0	0,000	0,000	1,000
1 1/2	0	0,000	0,000	1,000
3/4'	290	0,116	0,116	0,884
3/8	1555	0,624	0,741	0,259
4	435	0,175	0,916	0,084
Pan	210	0,084	1,000	0,000
Jumlah	2490		1,773	

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

Dari pengujian gradasi agregat kasar, dihasilkan grafik gradasi agregat kasar dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Gradasi Agregat Kasar

3.3. Perhitungan Kebutuhan Bahan

- a. Komposisi campuran dipakai 1 PC :2 PS 3 :KR Maka, Kebutuhan bahan semen, pasir, dan kerikil adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 1/6 \times 67500 \text{ cm}^3 \\ &= 11250 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 2/6 \times 67500 \text{ cm}^3 \\ &= 22500 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= 3/6 \times 67500 \text{ cm}^3 \\ &= 33750 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- b. Untuk kebutuhan dalam penambahan benda uji, hasil perhitungan ditambahkan 24% berdasarkan pengalaman peneliti sebelumnya. Digunakan kotak dengan dimensi panjang 25 cm, lebar 12,5 cm dan tinggi 17,5 cm untuk menakar kebutuhan bahan campuran beton. Volume Kotak = 25 cm x 12,5 cm x 17,5 cm Maka untuk kebutuhan bahan untuk beton agar tidak kekurangan bahan adalah

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 11250 \text{ cm}^3 \times 1,24 \\ &= 13950 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= 22500 \text{ cm}^3 \times 1,24 \\ &= 27900 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= 33750 \text{ cm}^3 \times 1,24 \\ &= 41850 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- c. Perhitungan Kebutuhan Damdex
 Jumlah damdex = (Kadar Damdex)/100 x Berat semen x 1/(Berat Jenis) x 1000
 = (0,2)/100 x 20,4 x 1/(100) x 1000 = 31,89 ml
- d. Perhitungan Kebutuhan Abu sekam Padi
 Volume Kotak Takar x Persentase abu sekam Padi
 ASP 5 % = 5468,75 x 5 %
 = 273,5 cm³
 ASP 10 % = 5468,75 x 10 %
 = 5468,5 cm³
 ASP 15 % = 5468,75 x 15 %
 = 820,3 cm³
 Total ASP = 273,5 + 5468,5 + 820,3 = 6562,3 cm³
 Total Kebutuhan abu sekam adalah 1640,6 cm³

3.4. Hasil Pengujian Slump

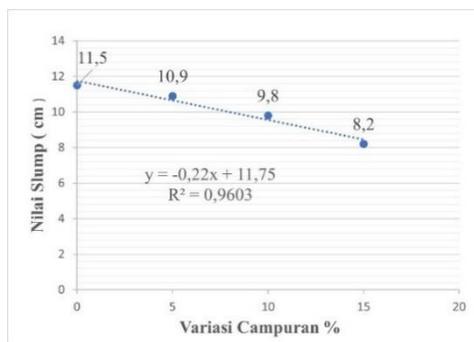
Berikut merupakan hasil pengujian slump pada setiap campuran beton dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Slump Pada Setiap Perlakuan

Komposisi				Damdex	Jumlah Benda uji	Air Liter	Slump (cm)
Semen	Pasir	Kerikil	Abu sekam Padi				
1	2	3	0%	2%	5	11,5	11,5
1	2	3	5%	2%	5	11,5	10,9
1	2	3	10%	2%	5	11,5	9,8
1	2	3	15%	2%	5	11,5	8,2

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

Hasil pengujian slump flow pada Tabel 5 menunjukkan bahwa komposisi beton dengan penambahan abu sekam padi Nilai slump semakin menurun seiring dengan meningkatnya persentase abu sekam padi, hal ini karena, penambahan abu sekam padi yang lebih banyak dapat menyerap air, Hasil tersebut didapatkan dari nilai regresi linear yaitu $y = -0,22x + 11,75$ dan nilai $R^2 = 0,9603$ yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Slump flow

3.5. Pengujian Kuat Lentur Beton

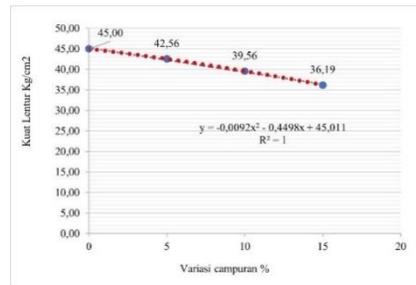
Pengujian Kuat lentur Beton dilakukan pada benda uji balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari dan telah melalui masa perawatan dengan cara direndamkan selama 7 hari. Alat yang digunakan untuk pengujian kuat lentur beton adalah (Hydraulic Concrete Beam) perhitungan kuat lentur beton, benda uji BN 0 % dijadikan sebagai contoh untuk perhitungan kuat lentur beton. Hasil perhitungan kuat lentur dari 4 variasi dapat dilihat pada Table 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kuat Lentur

Sampel	Komposisi	umur hari	Beban Maks	Berat Benda uji	Kuat Lentur	Rata-Rata	Persentase penurunan kuat lentur terhadap beton normal	Persentase penurunan kuat lentur
			Pu kN	Q Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²		
BN/A1/1	1 Pc : 2 Ps : 3 Kr :	28	32,5	32,2	44,2	45,00	0%	0%
BN/A1/2		28	34,5	32,7	46,9			
BN/A1/3		28	31,5	31,7	42,8			
BN/A1/4		28	34,5	32,5	46,9			
BN/A1/5		28	32,5	32,8	44,2			
BSD/A2/1	1 Pc : 2 Ps :3 Kr :2 D %ASP 5 %	28	32,5	32,8	44,2	42,56	5,75 %	5,75 %
BSD/A2/2		28	31,5	32,1	42,8			
BSD/A2/3		28	30,5	32,5	41,5			
BSD/A2/4		28	32,5	32,8	44,2			
BSD/A2/5		28	29,5	32,9	40,1			
BSD/A3/1	1 Pc : 2 Ps :3 Kr :2 D %ASP 10 %	28	28,5	31,7	38,7	39,56	13,75 %	7,56 %
BSD/A3/2		28	27,5	32,4	37,4			
BSD/A3/3		28	29,5	33,0	40,1			
BSD/A3/4		28	30,5	32,9	41,5			
BSD/A3/5		28	29,5	32,8	40,1			
BSD/A4/1	1 Pc : 2 Ps :3 Kr :15 % ASP :2 %D	28	29,5	31,3	38,7	36,19	24,34 %	9,32 %
BSD/A4/2		28	27,6	32,1	34,7			
BSD/A4/3		28	26,5	33,0	36,0			
BSD/A4/4		28	24	32,4	34,7			
BSD/A4/5		28	25,5	32,2	32,6			

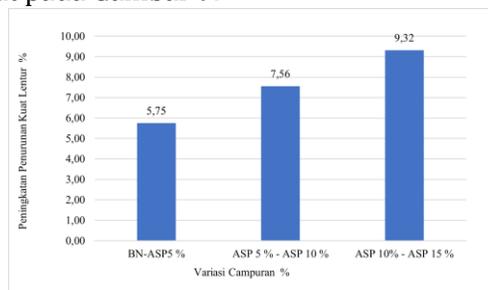
Sumber : Hasil Pengujian, 2024

Berdasarkan hasil Tabel 6 diperoleh grafik yang menggambarkan pengaruh penambahan Abu sekam padi dan Damdex pada campuran beton terhadap kuat lentur yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hasil Perhitungan Kuat Lentur

Berdasarkan hasil Tabel 6 diperoleh grafik yang menggambarkan Grafik Persentase komulatif kuat lentur beton, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Persentase komulatif kuat lentur beton

3.6. Analisis Anova Kuat Lentur Beton

Hasil analisis anova pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rancangan acak kelompok kuat lentur beton

BN 0%	Beton ASP 5% ,D 2%	Beton ASP 10% ,D 2%	Beton ASP 15% ,D 2%
44,2	44,2	38,7	38,7
46,9	42,8	37,4	34,7
42,8	41,5	40,1	36,0
46,9	44,2	40,5	34,7
44,2	40,1	40,1	32,6

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

Hasil analisis anova kuat lentur beton dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Anova Kuat Lentur Beton

Anova Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Beton Normal	5	225	45,0032	3,32739
Beton ASP 5 % / D 2 %	5	212,8	42,5559	3,14253
Beton ASP 10% / D 2 %	5	197,8	39,56475	2,40311
Beton ASP 15 % / D 2 %	5	181	36,19291	8,03564

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	217,49	3	72,49637	17,1501	2,9728E-05	3,2389
Within Groups	67,635	16	4,227168			
Total	285,12	19				

Sumber : Hasil Pengujian, 2024

Hipotesis :

H0 : Abu sekam padi sebagai bahan tambah tidak berpengaruh terhadap kuat lentur beton

H1 : Abu sekam padi sebagai bahan tambah berpengaruh terhadap kuat lentur beton

H0 = F hitung < F tabel

H1 = F hitung > F table

- F-Value dan F critical : F-Value (17,1501) jauh lebih besar dari pada nilai F kritis (3,2389), yang menunjukkan bahwa varian antar kelompok secara signifikan lebih besar dari pada varian dalam kelompok.
- Nilai P- value : Nilai P- value (2,97281E-05): yang sangat kecil menunjukkan bukti kuat yang menentang hipotesis nol (bahwa semua rata rat kelompok adalah sama). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata kelompok.
- Nilai kritikal F (3,2389): Nilai F kritis membantu dalam pengujian hipotesis. Karena statistik F lebih besar dari nilai ini, menolak hipotesis nol.

Kesimpulan Berdasarkan hasil anova terdapat perbedaan yang signifikan dalam pengujian kuat lentur secara statistik antara rata-rata kelompok, karena statistik F jauh lebih besar dari pada nilai kritis F, dan nilai P sangat kecil (menunjukkan signifikan statistik yang kuat).

3.7. Pembahasan

- Karakteristik Material Tambahan

Abu sekam padi (ASP) memiliki sifat pozzolan tinggi dan kemampuan menyerap air, sehingga berperan sebagai pengisi rongga pada campuran beton. Namun, sifat ini juga menyebabkan penurunan nilai slump, karena ASP menyerap sebagian besar air yang dibutuhkan untuk kelecakan beton. Damdex, di sisi lain, meningkatkan kecepatan pengikatan

semen dan menjadikan beton lebih kedap air, sehingga dapat memperbaiki daya tahan beton terhadap lingkungan eksternal.

Berdasarkan pengujian material, baik agregat halus maupun kasar memenuhi standar SNI, sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini. ASP dan Damdex juga telah diolah sesuai proporsi yang ditentukan untuk memperoleh hasil optimal.

b. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan ASP menurunkan kuat lentur beton. Penurunan ini signifikan seiring dengan peningkatan persentase ASP:

Beton normal memiliki kuat lentur rata-rata tertinggi (45,00 kg/cm²).

ASP 5% menurunkan kuat lentur sebesar 5,75% (42,56 kg/cm²).

ASP 10% menurunkan kuat lentur sebesar 13,75% (39,56 kg/cm²).

ASP 15% menurunkan kuat lentur sebesar 24,34% (36,19 kg/cm²).

Penurunan ini terjadi karena ASP menyerap air lebih banyak, yang berpotensi mengurangi efisiensi pengikatan semen dalam campuran. Di sisi lain, peran Damdex dalam mempertahankan kekuatan struktural beton terlihat pada kelompok ASP 5%, yang menunjukkan penurunan paling kecil dibandingkan lainnya.

c. Analisis Statistik

Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan pada kuat lentur beton antara kelompok dengan ASP dan beton normal. Nilai F hitung (17,1501) jauh lebih besar dari F tabel (3,2389), dengan nilai p-value (2,9728E-05) yang sangat kecil, mengindikasikan pengaruh yang nyata dari ASP terhadap kuat lentur beton.

Variansi antar kelompok lebih tinggi dibandingkan variansi dalam kelompok, menunjukkan bahwa ASP berkontribusi langsung terhadap perubahan sifat mekanik beton.

d. Implikasi Penelitian

Penambahan Abu Sekam Padi hingga 15% meningkatkan kekuatan lentur beton, tetapi meningkatkan sifat kedap air. Penemuan ini menunjukkan bahwa penggunaan Abu Sekam Padi sebagai tambahan harus dibatasi untuk menjaga keseimbangan antara kekuatan mekanik dan manfaat lainnya. Penggunaan Damdex juga membantu mempertahankan kelecakan beton pada tingkat yang rendah, yang dapat diterapkan pada pekerjaan konstruksi.

4. KESIMPULAN

a. Pengaruh Material Tambahan: Penggunaan abu sekam padi menunjukkan kemampuan beton untuk menyerap air dan menutup rongga di antara agregat, yang dapat memengaruhi sifat mekanik beton, termasuk kekuatan lentur. Sebaliknya, Damdex mempercepat pengikatan semen dengan menjadikannya kedap air.

b. Hasil Pengujian Kuat Lentur:

Beton normal memiliki nilai kuat lentur tertinggi, yaitu 45,00 kg/cm².

Penambahan 5% ASP menurunkan kuat lentur menjadi 42,56 kg/cm² (penurunan 5,75%).

Penambahan 10% ASP menurunkan kuat lentur menjadi 39,56 kg/cm² (penurunan 13,75%).

Penambahan 15% ASP menurunkan kuat lentur menjadi 36,19 kg/cm² (penurunan 24,34%).

Penurunan nilai kuat lentur ini terkait dengan peningkatan kadar abu sekam padi yang menyerap lebih banyak air, sehingga memengaruhi integritas struktur beton.

c. Hasil Analisis Statistik (ANOVA):

Hipotesis nol (H₀) ditolak karena uji ANOVA menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan dalam kekuatan lentur rata-rata antar kelompok beton dengan penambahan Alkali-Surfactant-Polymer dan Damdex. Statistik F hitung (17,1501) lebih besar dari F tabel (3,2389). Ini menunjukkan bahwa kekuatan lentur beton secara signifikan dipengaruhi oleh

penambahan abu sekam padi. Hasil ini diperkuat oleh nilai p-value yang sangat kecil ($2,9728E-05$), yang menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik.

Penambahan abu sekam padi dan Damdex memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik beton, khususnya kuat lentur. meskipun abu sekam padi memiliki manfaat seperti peningkatan kedap air dan pengisian rongga, peningkatan persentase abu sekam padi menyebabkan penurunan kuat lentur. Oleh karena itu, proporsi material tambahan perlu diperhatikan dalam aplikasi konstruksi untuk mengoptimalkan kualitas beton.

6. REFERENSI

- [1] B. A. Tayeh, R. Alyousef, H. Alabduljabbar, and A. Alaskar, "Recycling of rice husk waste for a sustainable concrete: A critical review," Aug. 20, 2021, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127734.
- [2] K. C. Panda, S. Behera, and S. Jena, "Effect of rice husk ash on mechanical properties of concrete containing crushed seashell as fine aggregate," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, Jan. 2020, pp. 838–843. doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.049.
- [3] Z. Syahida Adnan, N. F. Ariffin, S. M. Syed Mohsin, and N. H. Abdul Shukor Lim, "Review paper: Performance of rice husk ash as a material for partial cement replacement in concrete," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 842–848. doi: 10.1016/j.matpr.2021.02.400.
- [4] S. I. Malami *et al.*, "Implementation of soft-computing models for prediction of flexural strength of pervious concrete hybridized with rice husk ash and calcium carbide waste," *Model Earth Syst Environ*, vol. 8, no. 2, pp. 1933–1947, Jun. 2022, doi: 10.1007/s40808-021-01195-4.
- [5] T. R. Praveenkumar, M. M. Vijayalakshmi, and M. S. Meddah, "Strengths and durability performances of blended cement concrete with TiO₂ nanoparticles and rice husk ash," *Constr Build Mater*, vol. 217, pp. 343–351, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.05.045.
- [6] K. Khan *et al.*, "Effective use of micro-silica extracted from rice husk ash for the production of high-performance and sustainable cement mortar," *Constr Build Mater*, vol. 258, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.119589.
- [7] A. S. Faried, S. A. Mostafa, B. A. Tayeh, and T. A. Tawfik, "The effect of using nano rice husk ash of different burning degrees on ultra-high-performance concrete properties," *Constr Build Mater*, vol. 290, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123279.
- [8] S. Nasiru *et al.*, "Properties of cement mortar containing recycled glass and rice husk ash," *Constr Build Mater*, vol. 299, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123900.
- [9] K. Rajashekhar Reddy, M. Harihanandh, and K. Murali, "Strength performance of high-grade concrete using rice husk ash (RHA) as cement replacement material," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 8822–8825. doi: 10.1016/j.matpr.2021.04.332.
- [10] G. Singh, "Influence of RHA and stone dust on properties of concrete," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2020, pp. 2441–2445. doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.282.
- [11] Saloni, Parveen, Y. Yan Lim, and T. M. Pham, "Influence of Portland cement on performance of fine rice husk ash geopolymer concrete: Strength and permeability properties," *Constr Build Mater*, vol. 300, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.124321.
- [12] D. Sandy, T. Sampebua, and F. Phengkarsa, "Pengaruh Damdex Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Normal Submit : 15 Oktober 2023," *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*, vol. 6, no. 2, 2023.

- [13] D. Heldita, "Study Of The Effect Of The Use Of Additional Additives Damdex And Bestmittel On The Compressive Strength Of Concrete F'C 20 MPA," *Journal of Green Science and Technology*, vol. V, no. 2, 2021.
- [14] W. Ardiano Prakayuda, A. Halim, and C. Aditya, "PENGARUH PENAMBAHAN DAMDEX PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON," *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, no. 2, 2022, doi: 10.31328/bouwplank.v1i2.222.
- [15] H. B. B. Kuncoro, Z. Darwis, and A. A. Rahmat, "Studi Eksperimental Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanik Beton Serat Bambu," *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 134–143.
- [16] A. Aryad Masagala, "Pengaruh Penambahan Damdex Dan Crumb Rubber Terhadap Peresapan Air Dan Kuat Tekan Pasca Bakar," *Jurnal Karkasa*, vol. 8, no. 1, 2022.