

PENGARUH SUBSTITUSI ABU SEKAM PADI DAN ABU BONGGOL JAGUNG TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON

Salma Alwi¹, IGN Aditya Dhiva², *Megawati³, Anung Sudibyo⁴, Kukuh Prihatin⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

*) Email: wmegawatiw@gmail.com

Received: 19 September 2025 ; Revised: 10 November 2025 ; Accepted: 17 November 2025

ABSTRACT

This study aims to investigate the effect of rice husk ash (RHA) as a partial replacement of cement and corn cob ash (CCA) as a partial replacement of fine aggregate on the compressive and flexural strength of concrete at 28 days. The concrete was designed with a target strength of 20 MPa. RHA was used at 6% by weight of cement, while CCA was varied at 4%, 5%, 6%, and 7% by weight of fine aggregate. Testing was performed using cylindrical specimens for compressive strength and beam specimens for flexural strength at 28 days. The control concrete (without additives) had a compressive strength of 10.191 MPa. The addition of 6% RHA and 4% CCA increased compressive strength to 13.135 MPa, rising to 13.531 MPa at 5% CCA, and reaching a peak of 13.701 MPa at 6% CCA, an increase of 34.4% compared to the control. However, at 7% CCA, compressive strength decreased to 12.059 MPa. For flexural strength, the control concrete reached 3.081 MPa, while the highest value of 3.595 MPa was obtained at 7% CCA, an increase of 16.7%. The results indicate that RHA and CCA can improve the mechanical properties of concrete, with different optimum percentages for compressive and flexural strength

Keyword: Concrete, Rice husk ash, Corn cob ash, Compressive strength, Flexural strength

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh substitusi abu sekam padi (ASP) sebagai pengganti sebagian semen dan abu bonggol jagung (ABJ) sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari. Beton yang diuji dirancang dengan mutu target 20 MPa, menggunakan ASP sebesar 6% dari berat semen, dan variasi ABJ 4%, 5%, 6%, dan 7% dari berat agregat halus. Pengujian dilakukan pada benda uji silinder untuk kuat tekan dan balok untuk kuat lentur. Beton kontrol tanpa bahan tambahan memiliki kuat tekan sebesar 10,191 MPa. Penambahan ASP dan ABJ memberikan peringkatan kuat tekan yang signifikan, mulai dari 13,135 MPa untuk 4% ABJ, naik menjadi 13,531 MPa pada 5% ABJ, dan mencapai nilai puncak 13,701 MPa pada 6% ABJ, meningkat sebesar 34,4% dibanding beton kontrol. Namun, substitusi ABJ pada 7% menyebabkan penurunan kuat tekan menjadi 12,059 MPa. Sedangkan untuk kuat lentur, beton kontrol mencapai 3,081 MPa, dengan nilai tertinggi sebesar 3,595 MPa diperoleh pada 7% ABJ, meningkat 16,7%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi dengan ASP dan ABJ mampu meningkatkan sifat mekanik beton, namun kadar substitusi optimal berbeda antara kuat tekan dan kuat lentur. Studi ini memberikan peluang pemanfaatan limbah pertanian untuk pengembangan beton yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Beton, Abu sekam padi, Abu bonggol jagung, Kuat tekan, Kuat lentur

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi utama di Indonesia yang efektif dan efisien, dengan keunggulan seperti kemampuan menahan gaya tekan tinggi, fleksibilitas bentuk, ketahanan lingkungan, serta biaya perawatan rendah. Namun, produksi semen sebagai bahan utama beton menyumbang emisi karbon dioksida (CO_2) global. Oleh karena itu, penting mengurangi penggunaan semen dengan memanfaatkan bahan tambahan berbasis limbah untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Sebagai negara agraris, Indonesia menghasilkan limbah pertanian besar, seperti sekam padi dan bonggol jagung, yang sering dibakar atau dibuang sembarangan sehingga menimbulkan polusi udara dan kerusakan tanah. Data BPS 2022 mencatat produksi padi mencapai 55,67 juta ton dengan 20% berupa sekam padi limbah, sedangkan produksi jagung 25,8 juta ton menghasilkan limbah bonggol jagung signifikan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan penambahan abu sekam padi sebagai substitusi semen sebesar 10% meningkatkan kuat tekan beton [10], dan penggunaan abu bonggol jagung sebagai substitusi agregat halus sebesar 4% juga memberikan pengaruh positif [12]. Namun, kajian gabungan kedua bahan ini masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji pengaruh substitusi abu sekam padi dan abu bonggol jagung pada beton untuk mengetahui dampaknya terhadap kuat tekan dan kuat lentur, sebagai upaya pengembangan beton ramah lingkungan yang memanfaatkan limbah pertanian secara optimal.

Menurut SNI 2847, beton adalah material yang terbentuk dari campuran semen *Portland* atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, yang membentuk massa padat

[16]. Seiring berjalanannya waktu, beton akan mengalami pengerasan dan mencapai kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari. Beton termasuk material komposit yang terdiri dari pengikat (biasanya campuran semen hidrolik dan air), agregat halus (seperti pasir), dan agregat kasar (seperti kerikil), dengan atau tanpa bahan tambahan atau zat aditif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur, pada periode Maret hingga Mei 2025. Objek penelitian berupa beton normal menggunakan semen dengan bahan tambah abu sekam padi (ASP), agregat kasar batu Palu (2/3’’), dan agregat halus pasir Palu dengan bahan tambah abu bonggol jagung (ABJ). Benda uji yang digunakan adalah silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, serta balok berukuran 15 x 15 x 60 cm untuk pengujian kuat lentur.

Menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) pengujian kuat tekan beton dilakukan sesuai dengan SNI 1974:2011 untuk mengetahui beban maksimum hingga beton mengalami keruntuhan, seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada umur 28 hari, pengujian kuat lentur beton dilakukan menggunakan benda uji balok berukuran $15 \times 15 \times 60$ cm. Pengujian dilakukan dengan metode dua titik pembebahan menggunakan *Flexural Testing Machine* sesuai SNI 4431:2011, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pengujian Kuat Lentur

Data yang diperoleh berupa data primer hasil pengujian laboratorium sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yang relevan dengan tujuan penelitian. Metode analisis yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, dengan fokus pada pengujian sampel beton untuk mendapatkan gambaran pengaruh substitusi ASP dan ABJ terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari. Pendekatan ini memungkinkan pengujian hipotesis penelitian dan generalisasi hasil secara kuantitatif. Pengujian kuat tekan dan lentur beton dilakukan mengikuti prosedur dan standar SNI yang berlaku, dengan pengukuran dan pencatatan data secara teliti untuk menjamin validitas hasil penelitian.

Ringkasnya, penelitian ini menggunakan pengujian laboratorium sistematis dan analisis kuantitatif untuk mengevaluasi karakteristik mekanik beton yang disubstitusi dengan bahan limbah pertanian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bahan Penyusun Beton

Evaluasi data hasil pengujian bertujuan untuk menilai karakteristik dan kelayakan material yang digunakan dalam pembuatan campuran beton.

Tabel 1. Rekap Hasil Pengujian Semen

Karakteristik	Hasil	Keterangan
Konsistensi Normal	26	Sesuai SNI
Pengikatan Awal	105	Sesuai SNI
Berat Jenis	3,08	Sesuai SNI

Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Tabel 2. Rekap Hasil Pengujian Agregat Halus

Karakteristik	Hasil	Keterangan
Berat Isi	1,57	Sesuai SNI
Berat Jenis	2,56	Sesuai SNI
Penyerapan	1,42	Sesuai SNI
Kadar Air	3,41	Sesuai SNI
Kadar Lumpur	2,50	Sesuai SNI
Analisa Saringan	Zona 2	Sesuai SNI

Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Tabel 3. Rekap Hasil Pengujian Agregat Kasar

Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
Berat Isi	$\geq 1,3 \text{ gr/cm}^3$	1,70	Sesuai SNI
Berat Jenis	$\geq 2,3$	2,85	Sesuai SNI
Penyerapan	$\leq 3\%$	0,52	Sesuai SNI
Kadar Air	$\leq 2,5\%$	0,63	Sesuai SNI
Kadar Lumpur	$\leq 5\%$	0,60	Sesuai SNI
Abrasi	$\leq 40\%$	9,17	Sesuai SNI

Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Hasil rekap pengujian material penyusun beton yang tercantum pada tabel diatas menunjukkan bahwa seluruh material yang digunakan dalam pengujian ini telah memenuhi ketentuan yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI).

Rancangan Campuran Beton

Tabel 4. Rancangan Campuran Beton

No.	Uraian	Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Karakteristik (K)	Ditetapkan $K =$	20 1,64	MPa
2	Deviasi Standar (S)	Diperkirakan	7	MPa
3	Nilai Tambah (Margin)	$M = S \times K$	11,48	MPa
4	Kuat Tekn Rata-rata (fcr)	$f_{cr} = No.3 + No.1$	31,48	MPa
5	Jenis/Type Semen	Ditetapkan	PCC Type 1 Tiga Roda	
6	Jenis Agregat Halus	Ditetapkan	Alami Pasir Palu	
7	Jenis Agregat Kasar	Ditetapkan	Batu Pecah 2/3 Palu	
8	Faktor Air Semen	Grafik (Lampiran SNI 2847 2019)	0,52	
9	Faktor Air Semen Maksimum		0,60	
10	Slump	Tabel (Lampiran SNI 1972 2008)	60-180	mm
11	Besar Butir Agregat Maksimum	Ditetapkan	40	mm
12	Jumlah Air Pengaduk Bebas	Tabel (Lampiran SNI 7656 2012)	192	liter/m ²
13	Jumlah Semen	Jumlah Air / FAS	349,09	kg/m ³

No.	Uraian	Perhitungan	Nilai	Satuan
14	Jumlah Semen Minimum		325	kg/m ³
15	Susunan Butir Agregat Halus	Zona	Pasir Palu (Zona 2)	
16	Jumlah Butir Agregat Halus	Data Analisis Agregat	37	%
17	Berat Jenis Agregat SSD Gabungan		2,75	
18	Berat Volume Beton Segar	Tabel (Lampiran SNI 03 2834 2002)	2475	kg/m ³
19	Kadar Agregat	No.18 - No.12 - No.13	1933,91	kg/m ³
20	Kadar Pasir Palu		715,55	kg/m ³
21	Kadar Batu 2/3		1218,36	kg/m ³

Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Total Kebutuhan Material

Jumlah kebutuhan material untuk 25 silinder ditambah jumlah kebutuhan material untuk 15 balok:

1. Semen = 51,228 kg + 78,310 kg = 129,538 kg
2. Air = 27,194 kg + 41,571 kg = 68,765 kg
3. Pasir Palu = 107,543 kg + 164,398 kg = 271,941 kg
4. Batu Palu 2/3" = 188,012 kg + 287,406 kg = 475,418 kg
5. Abu Sekam Padi = 2,583 kg + 3,948 kg = 6,531 kg
6. Abu Bonggol Jagung = 4,950 kg + 7,566 kg = 12,516 kg

Pengujian Slump Beton

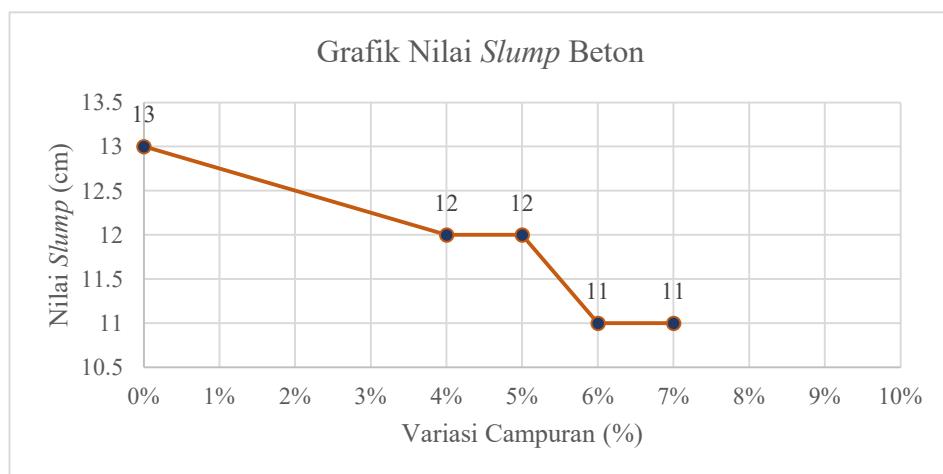
Nilai *slump* beton hasil pengujian pada lima variasi campuran ditunjukkan pada **Tabel 3.5** berikut

Tabel 5. Nilai *Slump* Beton

No	Abu Sekam Padi	Abu Bonggol Jagung	Slump (cm)
1	0%	0%	13
2	6%	4%	12
3	6%	5%	12
4	6%	6%	11
5	6%	7%	11

Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Berdasarkan **Tabel 5**, nilai *slump* tersebut kemudian digunakan untuk menyusun **Gambar 1** yang memperlihatkan hubungan antara persentase bahan pengganti dengan nilai *slump* beton.



Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Gambar 3. Grafik Nilai *Slump* Beton

Berdasarkan **Gambar 3**, hasil uji *slump* menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dan abu bonggol jagung sebagai pengganti sebagian agregat halus menghasilkan nilai *slump* yang cenderung menurun seiring peningkatan persentase abu bonggol jagung, dari 13 cm pada beton normal menjadi 11 cm pada variasi 6% dan 7%. Penurunan ini diduga dipengaruhi oleh ukuran dan distribusi partikel abu bonggol jagung yang memengaruhi daya serap air campuran. Meskipun demikian, seluruh nilai *slump* yang diperoleh masih berada dalam rentang yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Perhitungan Kuat Tekan Beton Untuk Umur 28 Hari Pada Variasi 0%, 4%, 5%, 6% dan 7%

Tabel 6. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No.	Umur Beton (Hari)	Berat Sampel (gram)	Beban Maksimal (N)	Luas Silinder (15x30) (mm)	Koreksi L/D	Kuat Tekan (Mpa)	Konversi Bentuk	Konversi Umur	28 Hari (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	$(\bar{X} - X)^2$	Total $(\bar{X} - X)^3$	Total	Standar Deviasi	Skewness	F'c (MPa)	
Variansi 0% Abu Sekam Padi Variasi 0% Abu Bonggol Jagung																	
1	28	12870	170000	17663	1,00	9,62	1,00	1,00	9,625	0,321		0,181					
2	28	12865	180000	17663	1,00	10,19	1,00	1,00	10,191	0,000		0,000					
3	28	12865	190000	17663	1,00	10,76	1,00	1,00	10,757	10,191	0,321	1,282	-0,181	0,000	0,566	0,000	
4	28	12870	190000	17663	1,00	10,76	1,00	1,00	10,757	0,321		-0,181					
5	28	12870	170000	17663	1,00	9,62	1,00	1,00	9,625	0,321		0,181					
Variansi 6% Abu Sekam Padi Variasi 4% Abu Bonggol Jagung																	
1	28	12800	205000	17663	1,00	11,61	1,00	1,00	11,607	2,337		3,572					
2	28	12800	250000	17663	1,00	14,15	1,00	1,00	14,154	1,039		-1,058					
3	28	12800	190000	17663	1,00	10,76	1,00	1,00	10,757	13,135	5,655	13,239	13,446	9,768	1,819	1,036	11,250
4	28	12850	260000	17663	1,00	14,72	1,00	1,00	14,720	2,513		-3,984					
5	28	12850	255000	17663	1,00	14,44	1,00	1,00	14,437	1,696		-2,208					
Variansi 6% Abu Sekam Padi Variasi 5% Abu Bonggol Jagung																	
1	28	12850	200000	17663	1,00	11,323	1,00	1,00	11,323	4,876		10,766					
2	28	12800	215000	17663	1,00	12,173	1,00	1,00	12,173	1,846		2,509					
3	28	12750	260000	17663	1,00	14,720	1,00	1,00	14,720	13,531	1,414	11,123	-1,681	7,661	1,668	0,959	11,933
4	28	12800	255000	17663	1,00	14,437	1,00	1,00	14,437	0,821		-0,743					
5	28	12800	265000	17663	1,00	15,004	1,00	1,00	15,004	2,167		-3,190					
Variansi 6% Abu Sekam Padi Variasi 6% Abu Bonggol Jagung																	
1	28	12750	200000	17663	1,00	11,323	1,00	1,00	11,323	5,655		13,446					
2	28	12800	215000	17663	1,00	12,173	1,00	1,00	12,173	2,337		3,572					
3	28	12870	260000	17663	1,00	14,720	1,00	1,00	14,720	13,701	1,039	13,239	-1,058	9,768	1,819	1,036	11,816
4	28	12800	265000	17663	1,00	15,004	1,00	1,00	15,004	1,696		-2,208					
5	28	12750	270000	17663	1,00	15,287	1,00	1,00	15,287	2,513		-3,984					
Variansi 6% Abu Sekam Padi Variasi 7% Abu Bonggol Jagung																	
1	28	12750	240000	17663	1,00	13,588	1,00	1,00	13,588	2,337		-3,572					
2	28	12800	170000	17663	1,00	9,625	1,00	1,00	9,625	5,927		14,429					
3	28	12870	185000	17663	1,00	10,474	1,00	1,00	10,474	12,059	2,513	14,040	3,984	10,377	1,874	1,053	10,088
4	28	12800	230000	17663	1,00	13,022	1,00	1,00	13,022	0,926		-0,892					
5	28	12700	240000	17663	1,00	13,588	1,00	1,00	13,588	2,337		-3,572					

Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Berdasarkan tabel diatas, didapat nilai kuat tekan pada umur 28 hari sebagai berikut:

Kuat Tekan Beton Variasi Persentase 0% Abu Sekam Padi dan 0% Abu Bonggol Jagung = 11,650 Mpa

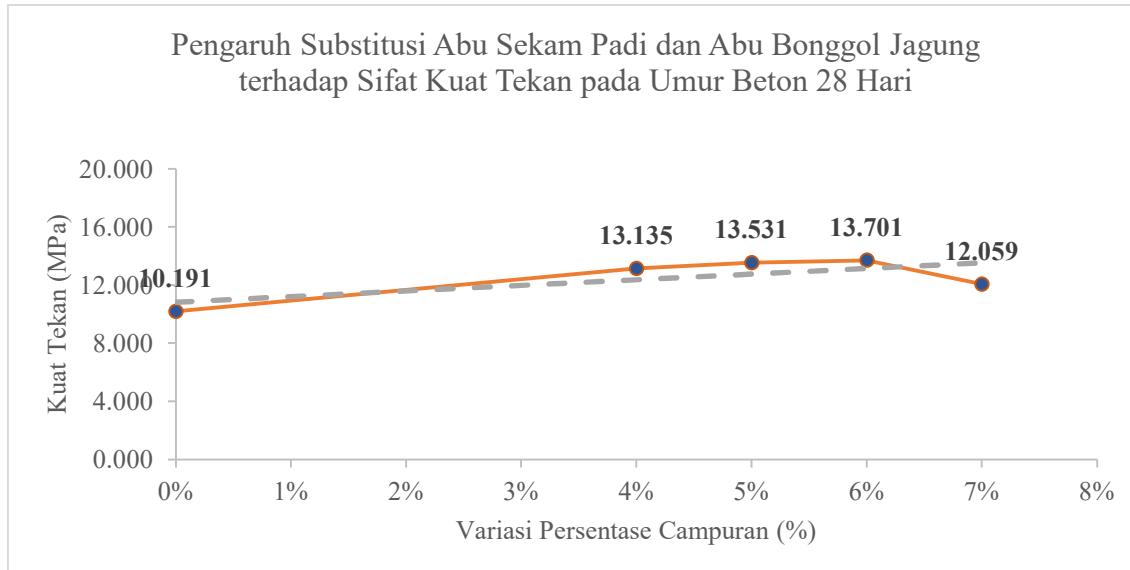
Kuat Tekan Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 4% Abu Bonggol Jagung = 11,250 Mpa

Kuat Tekan Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 5% Abu Bonggol Jagung = 11,933 Mpa

Kuat Tekan Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 6% Abu Bonggol Jagung = 11,816 Mpa

Kuat Tekan Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 7% Abu Bonggol Jagung = 10,088 Mpa

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, berikut ini adalah nilai kuat tekan yang disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 4**:



Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Hasil uji kuat tekan menunjukkan adanya peningkatan hingga 6% seiring dengan bertambahnya jumlah abu bonggol jagung, tetapi mengalami penurunan pada variasi 7%. Peningkatan tekanan ini menunjukkan adanya kontribusi dari reaksi pozzolanic dari abu sekam padi yang mengandung silika, serta efek pengisian rongga kosong oleh abu bonggol jagung. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [7] dan [4] yang juga menemukan peningkatan kuat tekan optimum pada kadar 6% abu sekam padi yang menjadi pengganti sebagian semen. Namun, [11] menunjukkan bahwa penambahan abu bonggol jagung lebih dari 5% mengakibatkan penurunan kuat tekan, yang juga terlihat dalam penelitian ini pada kadar 7%. Di samping itu, [9] menyatakan bahwa kualitas abu bonggol jagung sangat dipengaruhi oleh suhu pembakaran. Dalam penelitian ini digunakan abu tanpa proses pembakaran pada suhu tinggi, sehingga kuat tekan optimum tercapai pada kadar yang lebih rendah (6%) dibandingkan dengan penelitian mereka yang optimum pada kadar 10%.

Perhitungan Kuat Lentur Beton Untuk Umur 28 Hari Pada Variasi 0%, 4%, 5%, 6% dan 7%

Tabel 7. Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

Beton	Umur Beton	Beban	Lebar Balok	Tinggi Balok	Panjang Perl letakan	Kuat Lentur	Konversi	Kuat Lentur	Kuat
									Lentur Rata-rata
ASP6% ABJ0%	28	19000	150	150,000	520	2,927	1,000	2,927	3,081
		21000	150	150,000	520	3,236	1,000	3,236	
		20000	150	150,000	520	3,081	1,000	3,081	
		20000	150	150,000	520	3,081	1,000	3,081	
ASP6% ABJ4%	28	20000	150	150,000	520	3,081	1,000	3,081	3,133
		21000	150	150,000	520	3,236	1,000	3,236	
		20000	150	150,000	520	3,081	1,000	3,081	
ASP6% ABJ5%	28	22000	150	150,000	520	3,390	1,000	3,390	3,287
		22000	150	150,000	520	3,390	1,000	3,390	
		22000	150	150,000	520	3,390	1,000	3,390	
ASP6% ABJ6%	28	23000	150	150,000	520	3,544	1,000	3,544	3,441
		22000	150	150,000	520	3,390	1,000	3,390	
		23000	150	150,000	520	3,544	1,000	3,544	
ASP6% ABJ7%	28	23000	150	150,000	520	3,544	1,000	3,544	3,595
		24000	150	150,000	520	3,698	1,000	3,698	

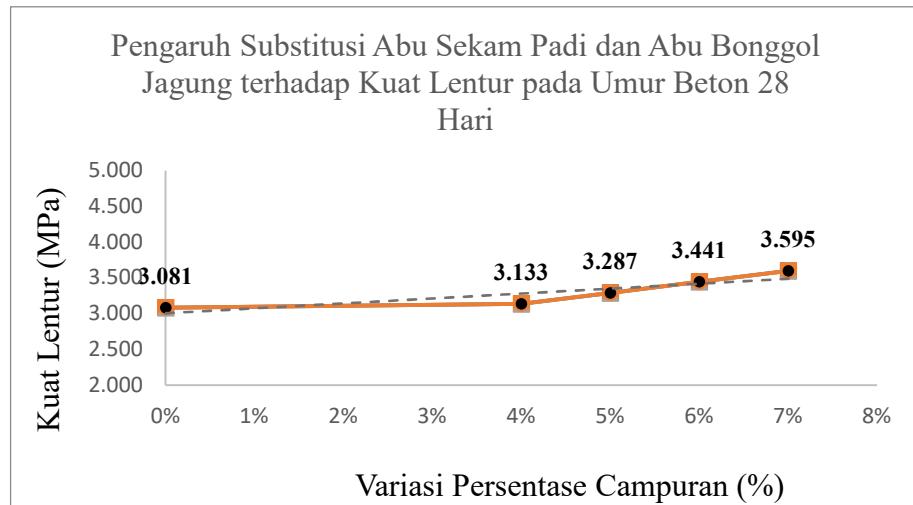
Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Keterangan: ABJ = Abu Bonggol Jagung

ASP = Abu Sekam Padi

Berdasarkan nilai kuat lentur pada umur 28 hari sebagai berikut:

Kuat Lentur Beton Variasi Persentase 0% Abu Sekam Padi dan 0% Abu Bonggol Jagung = 3,081 MPa
 Kuat Lentur Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 4% Abu Bonggol Jagung = 3,133 MPa
 Kuat Lentur Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 5% Abu Bonggol Jagung = 3,287 MPa
 Kuat Lentur Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 6% Abu Bonggol Jagung = 3,441 MPa
 Kuat Lentur Beton Variasi Persentase 6% Abu Sekam Padi dan 7% Abu Bonggol Jagung = 3,595 MPa
 Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, berikut ini adalah nilai kuat lentur dapat dilihat dalam bentuk grafik pada **Gambar 5**:



Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Gambar 5. Grafik Kuat Lentur Beton

Hasil uji kuat lentur menunjukkan ada peningkatan saat penambahan abu bonggol jagung mencapai 7%. Ini mengindikasikan bahwa penambahan abu sekam padi bersama dengan abu bonggol jagung mampu memperbaiki sifat tarik beton dengan efek pengisian pori-pori halus. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh [12], yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar abu bonggol jagung di atas 4% malah menurunkan kuat lentur beton. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh penggunaan abu sekam padi dalam penelitian ini, yang berfungsi sebagai bahan pozzolanik tambahan dan membantu memperkuat ikatan antar partikel halus, sehingga kuat lentur dapat terus meningkat hingga mencapai 7%. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian oleh [7] yang menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat memperbaiki transisi antara zona agregat dan mengurangi rongga mikro, sehingga dapat meningkatkan ketahanan tarik beton.

Hubungan antara Variasi Abu Sekam Pagi dan Abu Bonggol Jagung terhadap Sifat Kuat Tekan dan Lentur Beton

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian ini, pengujian dengan menggunakan kombinasi abu sekam padi dan abu bonggol jagung sebagai bahan tambahan pada campuran beton dapat ditinjau berdasarkan 2 (dua) aspek, yaitu:

- Pengujian ini menggunakan lima variasi campuran, yaitu: beton normal tanpa bahan tambah (0% abu bonggol jagung dan 0% abu sekam padi), serta beton dengan penambahan abu sekam padi tetap sebesar 6% pada semen dan abu bonggol jagung pada agregat halus sebesar 4%, 5%, 6%, dan 7%. Masing-masing variasi diuji menggunakan 5 benda uji kuat tekan pada umur 28 hari.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada beton normal (0% bahan tambah), kuat tekan beton berada pada 10,191 MPa. Penambahan 6% abu sekam padi dan 4% abu bonggol jagung meningkatkan kuat tekan menjadi 13,135 MPa, kemudian naik lagi pada variasi 5% abu bonggol jagung menjadi 13,531 MPa. Nilai tertinggi dicapai pada variasi 6% abu bonggol jagung dengan kuat tekan 13,701 MPa. Namun, pada variasi 7% abu bonggol jagung, kuat tekan menurun menjadi 12,059 MPa.

Pola ini menunjukkan bahwa penambahan abu bonggol jagung hingga persentase optimum (6%) dalam kombinasi dengan abu sekam padi 6% dapat meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan. Akan tetapi, penambahan berlebih di atas persentase tersebut cenderung menurunkan kekuatan, kemungkinan akibat kelebihan kadar pozzolan halus yang memengaruhi kepadatan dan ikatan pasta semen.

Hasil penelitian ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh [7] dan [4] yang menyatakan bahwa dengan menambahkan abu sekam padi sebanyak 6%, terdapat peningkatan kuat tekan yang optimal pada beton. Penurunan kuat tekan pada kadar yang lebih tinggi juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [11], yang menemukan bahwa penambahan abu bonggol jagung di atas 5% justru mengakibatkan penurunan kuat tekan beton.

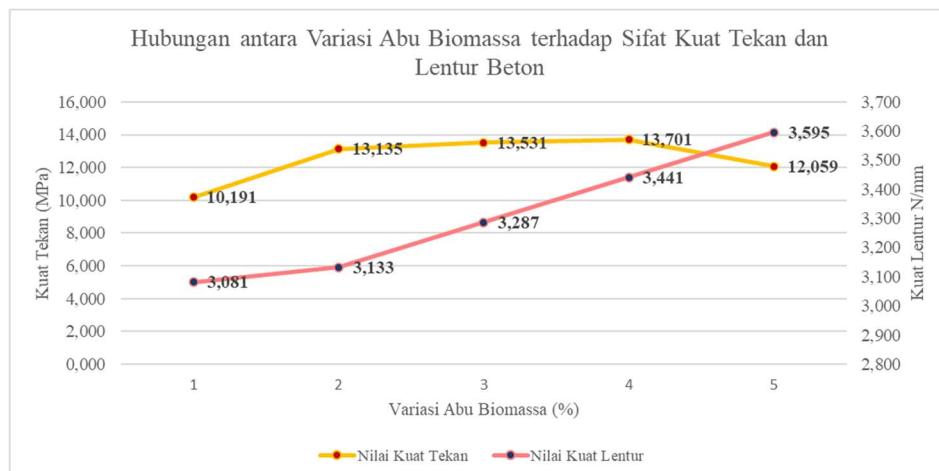
Di samping itu, [9] juga mengungkapkan bahwa peningkatan kadar abu bonggol jagung dapat berpengaruh positif pada kuat tekan, tetapi hal ini sangat tergantung pada suhu saat pembakaran abu. Mengingat penelitian ini tidak melibatkan perlakuan pembakaran yang spesifik, nilai optimum yang dicapai biasanya lebih rendah dibandingkan dengan temuan mereka (10%).

2. Variasi campuran yang sama diuji untuk kuat lentur beton dengan 3 benda uji per variasi pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada beton normal (0% bahan tambah), kuat lentur beton adalah 3,081 MPa. Penambahan 6% abu sekam padi dan 4% abu bonggol jagung sedikit meningkatkan nilai menjadi 3,133 MPa, lalu naik lagi pada variasi 5% menjadi 3,287 MPa. Pada variasi 6%, kuat lentur mencapai 3,441 MPa, dan peningkatan tertinggi terjadi pada variasi 7% dengan nilai 3,595 MPa.

Berbeda dengan pola kuat tekan, kuat lentur menunjukkan tren peningkatan yang konsisten pada seluruh variasi hingga 7%, tanpa adanya penurunan pada persentase tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan abu bonggol jagung pada kombinasi abu sekam padi 6% mampu memperbaiki sifat lentur beton secara berkelanjutan, kemungkinan karena partikel halus abu bonggol jagung mengisi pori-pori mikro dan memperbaiki distribusi tegangan pada daerah tarik beton.

Hasil penelitian ini berbeda dari temuan [12] yang menunjukkan bahwa ketika kadar abu bonggol jagung melebihi 4%, maka kuat lentur beton justru menurun. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh adanya fungsi abu sekam padi dalam penelitian ini, yang menambah reaksi pozzolanik dan meningkatkan homogenitas matriks beton.

Sementara itu, temuan ini sejalan dengan hasil [7] yang mengemukakan bahwa pemanfaatan abu sekam padi dapat memperbaiki transisi zona antara agregat (*interfacial transition zone* atau ITZ), sehingga memperkuat daya tahan beton terhadap gaya tarik lentur.



Sumber: Hasil Pengujian (2025)

Gambar 6. Grafik Hubungan antara Variasi Abu Sekam Padi dan Abu Bonggol Jagung terhadap Sifat Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Beton normal tanpa bahan tambah memiliki kuat tekan 10,191 MPa. Penambahan abu sekam padi 6% dan abu bonggol jagung 4%, 5%, dan 6% meningkatkan kuat tekan menjadi 13,135 MPa, 13,531 MPa, dan 13,701 MPa. Pada variasi 7%, kuat tekan menurun menjadi 12,059 MPa.
2. Beton normal memiliki kuat lentur 3,081 MPa. Penambahan abu sekam padi 6% dan abu bonggol jagung 4%, 5%, 6%, dan 7% menghasilkan nilai kuat lentur 3,133 MPa, 3,287 MPa, 3,441 MPa, dan 3,595 MPa, yang berarti nilai kuat lentur selalu meningkat pada setiap penambahan persentase hingga 7%.

3. Kadar optimum abu bonggol jagung sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam kombinasi abu sekam padi 6% untuk mencapai kuat tekan maksimum adalah 6%, dengan nilai 13,701 MPa (naik 34,4% dari beton normal).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI 522R. (2006). 522R-06: Pervious Concrete. In Technical Documents (p. 25). <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportalm/details/id/15614>
- [2] Adesina, A. (2020). Recent advances in the concrete industry to reduce its carbon dioxide emissions. *Environmental Challenges*, 1(November), 0–7. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2020.100004>
- [3] Agung, G. F., Hanafie, M. R., & Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika Abu Sekam Padi Dengan Pelarut KOH. *Konversi*, 2(1), 28–31.
- [4] Aqsa, U. P., & Anggraini, R. (2024). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi (Rice Husk Ask) Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. 05(02), 42–51.
- [5] BPS. (2022). Indikator Pertanian 2022. *Badan Pusat Statistik*, 36, 1–152.
- [6] Fakhrunisa, N., Djatmika, B., & Karjanto, A. (2018). Kajian Penambahan Abu Bonggol Jagung Yang Ber variasi Dan Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (Self – Compacting Concrete). *Jurnal Bangunan*, 23(2), 9–18.
- [7] Guci, J. M., Basirun, & Farianti, A. (2020). Analisis Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Portland Composite Cement (PCC). *Structure Jurnal Sipil*, 2(1), 1–7.
- [8] Habeeb, G. A., & Mahmud, H. Bin. (2010). Study on properties of rice husk ash and its use as cement replacement material. *Materials Research*, 13(2), 185–190. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392010000200011>
- [9] Hardiputran, A. R., Kusno Adi Sambowo, & Ririt Aprilin Soekarsono. (2021). Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah Dengan Variasi Suhu Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 67–72. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v16i2.20112>
- [10] Heldita, D. (2019). Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton (Agregat Kasar Ex Desa Sungai Kacil, Agregat Halus Ex Desa Karang Bintang, Abu Sekam Padi Ex Desa Berangas. ... (Teknologi Aplikasi Konstruksi): *Jurnal Program Studi* ..., 8(1), 46–52. <http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/download/799/570>
- [11] Maharani, S., Masril, & Bastian, E. (2021). Kata kunci : Beton, Kuat Tekan, f_c 14.53 MPa, Abu Bonggol Jagung. 1(1), 1–6.
- [12] Nasution, M. A., Wilda, K., & Sitanggang, E. S. Y. (2021). Tinjauan Kuat Tekan Dan Lentur Dari Campuran Beton Yang Menggunakan Abu Bonggol Jagung Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus. ... *Konferensi Nasional Social* ..., 330–340. <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/621>
- [13] Rahmadi, A., Sari, N. M., & Indriyani, E. (2021). Pemanfaatan Limbah Industri. In *Disnak Jatim* (Vol. 4, Issue 3). <http://disnak.jatimprov.go.id/web/layananpublik/readtehnologi/812/pemanfaatan-limbah-industri>
- [14] SNI 03 - 1968. (1990). Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. SNI 03-1968-1990. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 1–17.
- [15] SNI 03 - 4141. (1996). Metode Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat. Badan Standarisasi Nasional, 1–6.
- [16] SNI 03 - 4804. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat, 1–6.