

Optimasi Kombinasi Limbah Abu Sekam Padi Dan Sikacim Untuk Percepatan Waktu Pengerasan Beton Fc'20

Agus Setiobudi¹⁾, Herri Purwanto^{2)*}, Amiwarti³⁾, Reffanda Kurniawan⁴⁾

^{1), 2), 3), 4)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Palembang
Jalan Jend. A. Yani, Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang
Email : setiobudi808@gmail.com¹⁾, irwanto1969@gmail.com²⁾, amiwartiishak@gmail.com³⁾,
reffandakurniawan@univpgri-palembang.ac.id³⁾

ABSTRACT

Concrete road casting requires accelerated hardening to minimize traffic disruptions and reduce the impact of congestion. This research examines the effectiveness of combining Rice Husk Ash (RHA) as a partial cement replacement and Sikacim as a partial water replacement to enhance the hardening process of Fc'20 grade concrete. RHA was used to replace 5% of the cement content, while Sikacim was utilized as a water replacement with concentration variations of 5%, 10%, and 15% of the total mixing water requirement. The experimental methodology involved compressive strength testing on 24 standard cylindrical specimens after a 7-day curing period. The results indicated that the optimal combination of 5% RHA and 10% Sikacim achieved a compressive strength of 20.57 MPa at 7 days (equivalent to 31.65 MPa at 28 days), representing a 44.39% increase over the target Fc'20 quality. This performance boost resulted from the synergistic effect between the pozzolanic reaction of the RHA, which forms additional C-S-H (Calcium Silicate Hydrate) gel, and the superplasticizer properties of Sikacim, which improves workability while densifying the concrete matrix. The 5% Sikacim combination showed lower compressive strength due to an insufficient additive dosage to compensate for cement reduction, while 15% Sikacim led to potential segregation and hydration interference. These findings prove that 5% RHA with 10% Sikacim not only accelerates hardening but also significantly improves concrete quality. Implementing these findings provides a valuable contribution to speeding up road construction projects while promoting the sustainable use of local materials, specifically supporting green construction practices through the utilization of agricultural waste

Keywords : Rice Husk Ash, Fc'20 Concrete, Concrete Compressive Strength, Rapid Concrete Hardening, Sikacim

ABSTRAK

Pengecoran jalan beton memerlukan percepatan pengerasan untuk meminimalkan gangguan lalu lintas dan mengurangi dampak kemacetan. Penelitian ini mengkaji efektivitas kombinasi abu sekam padi (ASP) sebagai pengganti sebagian semen dan Sikacim sebagai pengganti sebagian air dalam meningkatkan proses pengerasan beton Fc'20. ASP digunakan untuk menggantikan 5% kandungan semen, sedangkan Sikacim digunakan sebagai pengganti air dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, dan 15% dari total kebutuhan air campuran. Metodologi eksperimen melibatkan pengujian kuat tekan pada 24 spesimen silinder standar setelah periode perawatan 7 hari. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kombinasi optimal 5% ASP dan 10% Sikacim mencapai kuat tekan 20,57 MPa pada 7 hari, setara dengan 31,65 MPa pada 28 hari, terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 44,39% dari mutu rencana Fc'20. Peningkatan kinerja ini dihasilkan dari efek sinergis antara reaksi pozzolanik ASP yang membentuk gel C-S-H tambahan, dan sifat superplasticizer Sikacim yang meningkatkan workability sekaligus memadatkan matriks beton. Kombinasi dengan 5% Sikacim menunjukkan kuat tekan yang lebih rendah karena dosis aditif yang tidak cukup untuk mengkompensasi pengurangan semen, sementara 15% Sikacim menyebabkan potensi segregasi dan gangguan hidrasi. Hasil ini membuktikan bahwa 5% ASP dengan 10% Sikacim tidak hanya mempercepat pengerasan beton tetapi juga secara signifikan meningkatkan kualitas beton. Implementasi temuan ini memberikan kontribusi berharga untuk mempercepat proyek konstruksi jalan sekaligus mendukung pemanfaatan bahan lokal yang berkelanjutan dalam industri konstruksi, khususnya mendukung praktik konstruksi hijau melalui pemanfaatan limbah pertanian.

Kata Kunci : Abu Sekam Padi, Beton Fc'20, Kuat Tekan Beton, Pengerasan Beton Cepat, Sikacim

1. Pendahuluan

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena memiliki daya tahan dan kemampuan struktural yang baik. Namun, produksi semen sebagai komponen utama beton menghasilkan emisi CO₂ tinggi sehingga berdampak pada lingkungan (Endale et al., 2023). Untuk mengurangi ketergantungan pada semen dan meningkatkan keberlanjutan, berbagai inovasi dikembangkan, termasuk pemanfaatan limbah pertanian seperti abu sekam padi (ASP), yang memiliki kandungan silika tinggi dan sifat pozzolanik sehingga mampu meningkatkan kekuatan beton dan mengurangi konsumsi semen (Muleya et al., 2021; Rahmat & Adnan, 2022). ASP terbukti meningkatkan kualitas beton, terutama dalam kuat tekan bila digunakan pada dosis yang tepat (Ahmad et al., 2021; Saand et al., 2019). Selain itu, ASP memberikan manfaat ekonomi di daerah dengan produksi padi tinggi. Dalam pekerjaan pengecoran jalan, agar jalan dapat segera dibuka kembali untuk lalu lintas, maka pengerasan beton cepat sangat diperlukan. Salah satu *admixture* yang digunakan adalah Sikacim yang mampu memperbaiki *workability*, waktu ikat dan kekuatan akhir beton (Ifzan & Dewi, 2025).

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penggunaan ASP sebagai substitusi semen dan kombinasi dengan Sikacim dalam mempercepat pengerasan beton Fc'20. Penelitian ini mengkaji pengaruh ASP sebagai substitusi semen dan kombinasinya dengan Sikacim pada beton Fc'20. Dimana kombinasi variasi campuran beton Fc'20, yaitu menggunakan ASP 5%, Sikacim 5%, 10% dan 15%, dengan benda uji sebanyak 24 sampel, yang akan dilakukan uji kuat tekan pada umur 7 hari. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil optimasi dan persentase terbaik kombinasi ASP–Sikacim.

Pada penelitian terdahulu, Farhan dkk (2023) meneliti penambahan ASP pada beton dan menemukan komposisi optimal 10% dengan peningkatan kuat tekan 25,41%. Rahman (2021) meneliti ASP pada SCC dan memperoleh hasil terbaik pada 9% ASP, meskipun kuat tekan menurun dibandingkan beton konvensional. Sylviana (2015) meneliti *plasticizer* dan menyimpulkan bahwa penambahan *admixture* meningkatkan *slump* dan kuat tekan.

Beton adalah material komposit yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan *admixture* (Tjokrodinuljo dalam Hamdi dkk, 2022; Purwanto dkk, 2024). Beton kuat terhadap tekanan, namun lemah terhadap tarik (Sarah, 2020). *Superplasticizer* meningkatkan *workability* tanpa menambah air (Sylviana, 2015). Komponen beton terdiri dari : (1) semen *portland* yang mengandung kalsium dan aluminium silika dengan bahan dasar batu kapur dengan kandungan CaO, dan tanah liat atau lempung; (2) Agregat sebagai komponen utama yang paling berperan dalam pembentuk beton, yang berupa pasir, kerikil (batu pecah); (3) Air yang digunakan adalah air yang layak untuk diminum (Purwanto, 2021). Komposisi beton ideal menurut Mulyono dalam Tambunan (2023) terdiri dari agregat 60–80%, semen 7–15%, air 14–21%, dan udara 1–8%. Beton memiliki

kekuatan tinggi terhadap beban tekan namun relatif lemah terhadap beban tarik. Penambahan *superplasticizer* sebagai bahan pereduksi air dapat mengubah sifat campuran beton sehingga meningkatkan *workability* nya (Suryana & Kushartomo, 2025; Utama et al., 2022). Beton terbentuk melalui interaksi mekanis dan kimiawi dari material penyusunnya. Oleh karena itu, harus dipilih material serta komposisi yang tepat untuk menghasilkan beton yang efisien, kuat, dan memenuhi persyaratan *serviceability* (Nawy dalam Amiwarti & Mahipal, 2019).

Semen *portland* adalah bahan hidrolis yang bereaksi dengan air dan terdiri dari beberapa jenis, dengan bahan utama adalah batu kapur yang mengandung CaO serta lempung atau tanah liat yang memiliki kandungan SiO₂ dan Al₂O₃ tinggi (Arif & Razi, 2022; Purwanto & Wardani, 2020). Agregat kasar dan halus harus memenuhi standar kualitas (Vitri & Herman, 2019). Air harus bebas dari zat merusak beton (SNI 03-2847-2002).

Menurut Vitri & Herman (2019), agregat kasar adalah material berupa kerikil yang terbentuk dari proses alami disintegrasi batuan atau batu pecah yang dihasilkan melalui pemecahan batu kerikil. Sedangkan agregat halus adalah material berbutir halus dengan ukuran berkisar antara 2 mm hingga 5 mm, dimana ukuran butir maksimum agregat halus adalah 4,75 mm (Arman, 2018).

ASP adalah hasil pembakaran sekam padi yang kaya silika ±80–91% dan bersifat pozzolanik (Prastiyo dkk, 2024; Safitri dkk., 2020; Saleh & Harwadi, 2017). ASP berfungsi sebagai filler, menurunkan porositas, serta meningkatkan kuat tekan. ASP merupakan limbah yang potensial dimanfaatkan pada konstruksi (Abdurrozaq & Mufti, 2017). Ketika dibakar, sekam padi menghasilkan kadar silika yang tinggi, dimana proses pembakaran ini berperan dalam menghilangkan zat organik dan meninggalkan residu yang kaya akan silika (Nugroho dkk, 2019). Menurut Korotkova dkk (2016), komposisi kimia abu sekam padi dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komposisi Kimia Abu Sekam padi

No	Senyawa	Presentase (%)
1	SiO ₂	93.40
2	AL ₂ O ₃	0.05
3	Fe ₂ O ₃	0.06
4	CaO	0.31
5	K ₂ O	1.4
6	Na ₂ O	0.1
7	MgO	0.35

Sumber : Korotkova dkk (2016)

Penelitian yang dilakukan Hwang & Huynh (2015), juga mendapatkan hasil silika (SiO₂) yang terkandung dalam abu sekam padi mencapai 95,6%. Dimana penelitian yang dilakukan Korotkova dkk (2016) dan penelitian Hwang & Huynh (2015) menyatakan bahwa silika (SiO₂) merupakan komponen utama abu sekam padi, yang menjadikannya sebagai bahan pozzolan yang unggul untuk aplikasi campuran beton. Komposisi kimia abu sekam padi dari penelitian Hwang & Huynh (2015) yaitu : (1) SiO₂ = 95,6%; (2) Fe₂O₃ = 0,24%; (3) CaO =

0,7%; (4) $\text{SO}_3 = 0,15\%$; (5) $\text{K}_2\text{O} = 2,66\%$; (6) $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,52\%$; (7) $\text{TiO}_2 = 0,02\%$

Sikacim merupakan zat kimia *superplasticizer* yang berfungsi mempercepat pengerasan beton dengan mengurangi penggunaan air dalam campuran beton. Cairan ini ditambahkan selama pengadukan untuk mengubah sifat adukan dan beton, dengan pengaruh signifikan dalam meningkatkan *workability* dan kekedapan air (Susilo, 2022). Dimana penggunaan bahan tambah ini harus dalam jumlah terkontrol karena dosis berlebihan dapat menyebabkan segregasi dan *bleeding*. Bahan tambah ini dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai kebutuhan yang diinginkan (Respati, 2018).

Sikacim *Concrete Additive* merupakan produk PT. Sika Indonesia yang berfungsi sebagai *accelerating admixture* untuk mempercepat pengerasan beton. Menurut data teknis PT. Sika Indonesia dalam Megasari & Winayati (2017), Sikament-NN (setara dengan Sikacim) merupakan *superplasticizer* dengan kemampuan mengurangi air dalam jumlah besar, mempercepat pengerasan beton, efektif untuk produksi beton yang mengalir, meningkatkan kekuatan awal dan akhir beton, memenuhi standar ASTM C 494-92 type F.

2. Metodologi

ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Beton Universitas PGRI Palembang untuk mengetahui optimasi kombinasi abu sekam padi (ASP) dan Sikacim terhadap percepatan pengerasan serta kuat tekan beton $\text{Fc}'20$. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan membuat benda uji beton menggunakan variasi campuran tertentu dan mengujinya pada umur 7 hari.

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan material, yaitu semen Portland, agregat halus berupa pasir dari Sekayu, agregat kasar dari PT. Tan Iron, air bersih, abu sekam padi hasil pembakaran dari Desa Pegayut, serta bahan tambah Sikacim. Seluruh material diuji terlebih dahulu untuk memastikan karakteristiknya memenuhi standar. ASP yang digunakan merupakan limbah pertanian yang kaya silika sehingga berpotensi meningkatkan kekuatan beton melalui reaksi pozzolanik.

Komposisi beton normal dirancang berdasarkan mutu $\text{Fc}'20$ dengan metode *mix design* standar, kemudian dibuat variasi campuran yang terdiri dari: beton normal, beton dengan 5% ASP + 5% Sikacim, 5% ASP + 10% Sikacim, serta 5% ASP + 15% Sikacim. Total benda uji sebanyak 24 sampel berbentuk silinder ukuran 15 cm $\times$ 30 cm, masing-masing variasi berjumlah 6 sampel. Proses pembuatan beton meliputi penimbangan material sesuai desain campuran, pengadukan menggunakan molen, penambahan Sikacim ke dalam air campuran, pencetakan ke dalam *mould*, serta pemadatan. Setelah 24 jam, benda uji dilepas dari cetakan dan direndam dalam bak *curing* hingga umur 7 hari.

Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM). Nilai kuat tekan dihitung dari beban maksimum yang diterima benda uji

dibagi luas permukaannya. Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi ASP dan Sikacim terhadap kuat tekan serta potensi percepatan pengerasan beton.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai komposisi optimum antara abu sekam padi dan Sikacim yang mampu menghasilkan beton dengan waktu pengerasan lebih cepat namun tetap memenuhi standar kekuatan. Penelitian ini sekaligus mendukung pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan konstruksi ramah lingkungan dan memberikan alternatif inovasi beton modern.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian terhadap agregat kasar (10–20 mm dan 20–30 mm) serta agregat halus pasir Sekayu menunjukkan bahwa seluruh parameter telah memenuhi standar SNI. Pengujian meliputi kadar air, berat jenis, penyerapan, berat isi, kadar lumpur, kadar organik, analisis saringan, kekekalan bentuk agregat, keausan Los Angeles, serta kandungan partikel mudah pecah.

Hasil pengujian agregat halus menunjukkan kadar air 2,132%, penyerapan 2,669%, berat isi gembur 1,367 kg/l, dan kadar lumpur 2,581%, masih memenuhi batas SNI, seperti tabel 2 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir Sekayu)

No	Pengujian	Hasil	Satuan	Spesi-fikasi
1.	Kadar Air	2.132	%	-
2.	Berat Jenis dan Penyerapan			
	a. Berat Jenis Curah Kering	2.543	Gr/cc	-
	b. Berat Jenis Kondisi SSD	2.611	Gr/cc	-
	c. Berat Jenis Semu	2.728	Gr/cc	-
	d. Penyerapan Air	2.669	%	Maks. 5%
3.	Berat Isi			
	a. Berat Isi Kondisi Gembur	1.367	Kg/ltr	Min. 1.200
	b. Berat Isi Kondisi Padat	1.557	Kg/ltr	-
4.	Kadar Lumpur			
	Lolos Saringan No.200	2.581	%	Maks. 5%
5.	Kadar Organik			
	Nomor warna	3	-	Maks. 3
6.	Analisa Saringan			
	Ukuran Maksimum	2.360	Mm	-
	Modulus	2.455	-	-
7.	Kekekalan Bentuk Agregat			
	Natrium Sulfat	5.554	%	Maks. 10%
8.	Gumpalan Lempung dan Partikel yang Mudah Pecah	2.429	%	Maks. 3%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Agregat kasar memiliki berat jenis curah 2,522–2,551 g/cc, penyerapan 0,914–1,286%, keausan Los

Angeles 25,762–26,955% (di bawah batas 40%), serta bentuk butiran sesuai spesifikasi, seperti tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Ukuran (10-20mm) dan (20-30mm) Quarry PT. Tan Iron Linggau

No	Pengujian	Hasil BP 10-20mm	Hasil BP 20-30mm	Satuan	Spesifikasi
1.	Kadar Air	0.882	0.933	%	-
2.	Berat Jenis dan penyerapan				
	a. Berat Jenis Curah Kering	2.522	2.551	Gr/cc	Min. 2.100
	b. Berat Jenis Kondisi SSD	2.545	2.584	Gr/cc	Min. 2.100
	c. Berat Jenis Semu	2.582	2.638	Gr/cc	Min. 2.100
	d. Penyerapan Air	0.914	1.286	%	Maks. 2.5%
3.	Berat Isi				
	a. Berat Isi Kondisi Gembur	1.347	1.281	Kg/ltr	Min. 1.200
	b. Berat Isi Kondisi Padat	1.410	1.385	Kg/ltr	
4.	Kadar Lumpur	2.581		%	
	Lolos Saringan No.200	0.937	0.889	%	Maks. 1%
5.	Analisa Saringan				
	Ukuran Maksimum	25.40	25.40	Mm	-
	Modulus	4.666	5.900	-	-
6.	Abrasi				
	Keausan dengan Mesin Los Angeles	25.762	26.955	%	Maks. 40%
7.	Kekekalan Bentuk Agregat				
	Natrium Sulfat	3.516	2.278	%	Maks. 12%
8.	Gumpalan Lempung dan Partikel yang Mudah Pecah	1.984	1.977	%	Maks. 2%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Dengan demikian, kedua jenis agregat dinyatakan layak digunakan untuk pembuatan beton mutu Fc'20.

Pengujian agregat halus (pasir Sekayu) dan agregat kasar (batu pecah PT. Tan Iron) menunjukkan bahwa semua parameter, seperti berat jenis, penyerapan air, kadar lumpur, dan abrasi, memenuhi standar SNI, sehingga material layak digunakan untuk penelitian.

Pembuatan Campuran Beton

Penelitian menggunakan perancangan campuran beton Fc'20 berdasarkan SNI DT-91-0008-2007. Komposisi beton normal untuk 1 m³ terdiri dari 391,83 kg semen, 812,54 kg pasir, 532,65 kg batu pecah 1–2, 435,80 kg batu pecah 2–3, dan air 198,98 liter.

Empat variasi campuran dibuat untuk masing-masing 6 sampel silinder ukuran 15×30 cm, yaitu: Beton normal

Fc'20 (0%), Fc'20 + ASP 5% + Sikacim 5%, Fc'20 + ASP 5% + Sikacim 10%, Fc'20 + ASP 5% + Sikacim 15%. Dengan perbandingan berat ASP terhadap semen dan berat Sikacim terhadap air

Seluruh material ditimbang, diaduk menggunakan molen, dituangkan ke dalam cetakan, dipadatkan, kemudian setelah 24 jam dilepas dan dilakukan curing hingga umur 7 hari.



Gambar 1. Pembuatan Sample Beton

Hasil Pengujian Slump Test

Pengujian slump dilakukan sebelum pengecoran untuk melihat kemudahan pengerjaan beton. Berdasarkan SNI, nilai *slump* yang diizinkan adalah 8–12 cm. Hasil uji: Beton normal (8 cm), ASP 5% + Sika 5% (12 cm), ASP 5% + Sika 10% (10 cm) dan ASP 5% + Sika 15% (11 cm). Pengujian *slump test* pada beton segar menghasilkan nilai antara 8-12 cm, yang masih dalam rentang layak menurut SNI. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan ASP dan Sikacim mempengaruhi konsistensi adukan beton.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dengan mesin CTM kapasitas 2000 kN. Total 24 benda uji silinder diuji. Hasil kuat tekan selanjutnya dikonversi ke ekuivalen umur 28 hari menggunakan faktor 0,65 sesuai ketentuan.

Dari hasil pengujian didapat kuat tekan seperti tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

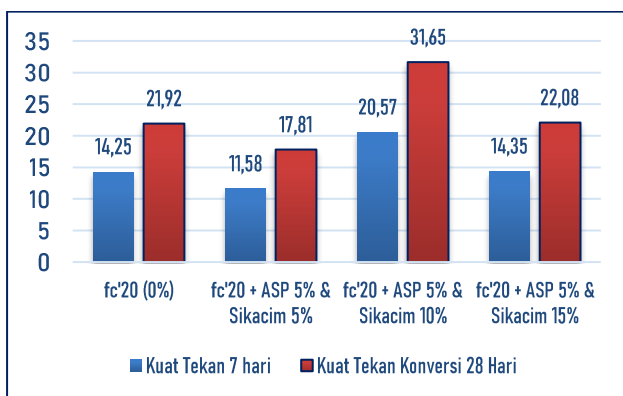
Kode Sampel	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Luas (CM ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Terhadap Umur	Kuat Tekan ekuiv. 28 Hari (MPa)
Normal fc'20 (0%)	7	11,350	250.0	176.715	14.15	0.650	21.78
	7	11,400	240.0	176.715	13.59	0.650	20.90
	7	11,300	245.0	176.715	13.87	0.650	21.34
	7	11,300	245.0	176.715	13.87	0.650	21.34
	7	11,250	260.0	176.715	14.72	0.650	22.65
	7	11,200	270.0	176.715	15.29	0.650	23.52
Rata-Rata					14.25		21.92
Beton fc'20 + ASP (5%) + Sikacim (5%)	7	11,400	200.0	176.715	11.32	0.650	17.42
	7	11,500	190.0	176.715	10.76	0.650	16.55
	7	11,400	195.0	176.715	11.04	0.650	16.99
	7	11,200	210.0	176.715	11.89	0.650	18.29
	7	11,500	221.0	176.715	12.51	0.650	19.25
	7	12,000	211.0	176.715	11.95	0.650	18.38
	Rata-Rata					11.58	17.81
Beton fc'20 +	7	11,900	380.0	176.715	21.51	0.650	33.10
	7	12,000	350.0	176.715	19.82	0.650	30.49

Kode Sampel	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Luas (CM ²)	Kuat Tekan (MPa)	Konversi Terhadap Umur	Kuat Tekan ekuiv. 28 Hari (MPa)
ASP (5%) + Sikacim (10%)	7	11,950	350.0	176.715	19.82	0.650	30.49
	7	12,050	340.0	176.715	19.25	0.650	29.62
	7	12,000	372.0	176.715	21.06	0.650	32.40
	7	12,200	388.0	176.715	21.97	0.650	33.80
Rata-Rata					20.57		31.65
Beton fc'20 + ASP (5%) + Sikacim (15%)	7	12,100	250.0	176.715	14.15	0.650	21.78
	7	11,400	280.0	176.715	15.85	0.650	24.39
	7	11,400	240.0	176.715	13.59	0.650	20.90
	7	11,500	225.0	176.715	12.74	0.650	19.60
	7	11,600	261.0	176.715	14.78	0.650	22.73
	7	11,500	265.0	176.715	15.00	0.650	23.08
Rata-Rata					14.35		22.08

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2025

Dari data tabel 1 diketahui kuat tekan beton normal Fc'20 rata-rata pada umur 7 hari : 14,25 MPa dan ekuivalen umur 28 hari: 21,92 MPa dijadikan sebagai pembandingan untuk seluruh variasi campuran. Setelah dilakukan variasi penambahan ASP dan Sikacim diketahui bahwa :

1. ASP 5% + Sikacim 5%, dengan rata-rata kuat tekan 7 hari : 11,58 MPa dan ekuivalen 28 hari: 17,81 MPa, hasil kuatnya tekan lebih rendah dari beton normal.
2. ASP 5% + Sikacim 10%, dengan rata-rata kuat tekan 7 hari: 20,57 MPa dan ekuivalen 28 hari: 31,65 MPa, dengan hasil kuat tekannya melampaui beton normal dan mencapai mutu fc'30. Variasi terbaik.
3. ASP 5% + Sikacim 15%, dengan rata-rata kuat tekan 7 hari: 14,35 MPa dan ekuivalen 28 hari: 22,08 MPa, hasil kuat tekannya sedikit lebih tinggi dari beton normal, namun lebih rendah dari variasi 10%.



Gambar 2. Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Beton Fc'20 dan Variasi Penambahan Abu Sekam Pada dan Sikacim

Grafik kuat tekan pada gambar 5 di atas menunjukkan bahwa penambahan Sikacim 5% kuat tekannya masih dibawah beton normal, pada penamabahan Sikacim 10% menghasilkan peningkatan paling signifikan, sementara

Sikacim 15% menunjukkan kecenderungan penurunan kembali.

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi abu sekam padi (ASP) dan aditif Sikacim terbukti signifikan mempengaruhi kuat tekan dan *workability* beton Fc'20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

1. Penambahan ASP sebesar 5% + Sikacim 5% tidak memberikan peningkatan berarti pada umur 7 hari karena sifat pozzolanik ASP yang bekerja lebih lambat, dimana karena kontribusi pozzolanik belum dominan pada umur 7 hari dan dosis aditif terlalu rendah untuk mengimbangi pengurangan semen, hal ini dikarenakan aditif belum cukup untuk mengompensasi pengurangan semen. Chaurasia dkk (2022) menjelaskan bahwa penggunaan RHA dalam jumlah kecil tidak memberikan peningkatan berarti pada umur awal, karena sifat pozzolanik belum dominan. Dosis aditif yang rendah juga tidak cukup untuk mengimbangi pengurangan semen
2. Penambahan ASP sebesar 5% + Sikacim 10%, kuat tekan meningkat dikarenakan sifat Pozzolanik pada ASP dengan kandungan siliknya bereaksi dengan kalsium hidroksida dari semen membentuk gel C-S-H tambahan, yang memadatkan matriks beton dan meningkatkan kekuatan jangka menengah. Sementara Efek *Superplasticizer* pada Sikacim meningkatkan *workability* tanpa menambah air, sehingga menghasilkan beton yang lebih padat dan kuat. Pada dosis 10%, secara optimal mempercepat hidrasi dan mendukung reaksi pozzolanik ASP. ASP bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan membentuk C-S-H tambahan yang meningkatkan kekuatan beton. (Sutama dkk, 2025). Penambahan aditif Sikacim memberikan pengaruh nyata. Sikacim berfungsi sebagai *superplasticizer* dan *accelerator*, meningkatkan *workability*, mengurangi kebutuhan air, mempercepat hidrasi, dan meningkatkan densitas beton. (Agung, 2024)
3. Penambahan ASP sebesar 5% + Sikacim 15%, kuat tekan betonnya kembali menurun akibat potensi segregasi, pengerasan terlalu cepat, gangguan hidrasi akibat dosis aditif terlalu tinggi. Hal ini terjadi karena dosis 15% Sikacim yang berlebihan berpotensi menyebabkan segregasi atau masalah hidrasi yang justru menurunkan kekuatan, di mana air yang seharusnya berperan dalam pembentukan produk hidrasi semen menjadi tidak efektif. Akibatnya, kombinasi ini justru menurunkan kekuatan tekan karena struktur mikro beton tidak terbentuk dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Musbah dkk (2019) yang menyatakan bahwa *superplasticizer* dalam dosis optimum meningkatkan kuat tekan, tetapi dosis berlebih justru menurunkan kekuatan akibat segregasi dan retensi air yang terganggu. Dan didukung penelitian Ammar dkk (2024) yang menyatakan bahwa pemakaian admixture berlebihan dapat menimbulkan masalah durabilitas dan penurunan kuat tekan

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran 5% abu sekam padi (ASP) dan 10% aditif Sikacim secara signifikan meningkatkan kinerja beton fc'20. Pada umur 7 hari, kuat tekan beton mencapai 20,57 MPa, yang diproyeksikan menjadi 31,65 MPa pada umur 28 hari, melampaui kekuatan beton normal. Peningkatan ini dicapai melalui mekanisme sinergis dari kedua bahan tambahan tersebut. Sifat pozzolanik pada ASP, kaya akan silika, bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen untuk membentuk gel C-S-H tambahan. Gel ini berfungsi memadatkan struktur mikro beton, sehingga meningkatkan kekuatan secara signifikan. Sementara itu, Sikacim berperan ganda sebagai superplasticizer dan akselerator. Fungsinya meningkatkan *workability* tanpa menambah air, menghasilkan beton yang lebih padat. Secara bersamaan, mempercepat proses hidrasi semen dan mendukung optimalisasi reaksi pozzolanik dari ASP. Kombinasi ini menciptakan matriks beton yang lebih kompak dan kuat dibandingkan beton konvensional.

Daftar Pustaka

- Abdurrozak, M. R., & Mufti, D. N. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknisia*, XXII(2), 416–424. <https://journal.uui.ac.id/teknisia/article/view/10295>
- Agung, A. P. (2024). *Pengaruh Penambahan Sika Viscocrete 1003, Silica Fume, dan Serbuk Kaca Pada Self Compacting Concrete (SCC) Mutu Tinggi* [Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/50322/19511002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ahmad, S. N., Hanafie, I. M., Sriwati, M., Kamba, C., Lopian, F. E. P., Risfawany, L. D., Syam, A., Mustika, W., Tumpu, M., & others. (2021). *Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Penyusun Konstruksi)* (Sri Gusty; Adri Raidyarto; Masdiana (ed.); Cetakan Pe). TOHAR MEDIA. <https://books.google.co.id/books?id=L2RaEAAAQBAJ>
- Aldy Pramudya Susilo. (2022). *SKRIPSI Disusun oleh : IRWANSYAH PUTRA SIMANULLANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SKRIPSI Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Medan Area Disusun oleh :* <https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/19170/2/178110064> - Aldi Pramudya Susilo - Fulltext.pdf
- Amiwarti, A., & Mahipal, M. (2019). Analisa Pengaruh Serbuk Kaca Dan Abu Terbang Sebagai Bahan Pengganti Alternatif Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Deformasi*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v4i1.2969>
- Ammar, M. A., Chegenizadeh, A., Budihardjo, M. A., & Nikraz, H. (2024). The Effects of Crystalline Admixtures on Concrete Permeability and Compressive Strength: A Review. *Buildings*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/buildings14093000>
- Arif, S., & Razi, F. (2022). Identifikasi Kualitas Batugamping Daerah Sandaran, Kalimantan Timur Sebagai Bahan Baku Semen Portland. *Prosiding Snast*, November, B84-90. <https://doi.org/10.34151/prosidingsnast.v8i1.4128>
- Arman, A. (2018). Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar SNI 7656-2012 Dan ASTM C 136-06. *Rang Teknik Journal*, Vol. 1(2), 142–148. <http://joernal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL>
- Chaurasia, R., Malik, S., & Ravinder. (2022). Study of rice husk ash on Concrete: a Review. *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, 4(8), 20–24. <https://doi.org/10.35629/5252-04082024>
- Dandy Nugroho, Akhmad Andi Saputra, K. (2019). Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Bata Merah Di Desa Tegalombo, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati. *Keilmuan Dan Terapan Teknik*, 08, 10–23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3820924>
- Endale, S. A., Taffese, W. Z., Vo, D. H., & Yehualaw, M. D. (2023). Rice Husk Ash in Concrete. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15010137>
- Farhan, M., Nuklirullah, M., & Bahar, F. F. (2023). Pengaruh Penggunaan Abu-Sekam Padi sebagai Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik*, 21(1), 58–67. <https://doi.org/10.37031/jt.v21i1.351>
- Hamdi, F., Lopian, F. E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D. S., Raidyarto, A., Sila, A. A., Masdiana, Rangan, P. R., & Hamkah. (2022). *TEKNOLOGI BETON* (Irianto; Miswar Tumpu; Mansyur; Mahyuddin (ed.); Cetakan ke). TOHAR MEDIA. <https://books.google.co.id/books?id=QahnEAAAQBAJ>
- Hwang, C. L., & Huynh, T. P. (2015). Effect of alkali-activator and rice husk ash content on strength development of fly ash and residual rice husk ash-based geopolymers. *Construction and Building Materials*, 101, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.025>
- Ifzan, M., & Dewi, S. (2025). Analisis Pengaruh Penggunaan Batu Dolomit Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan Penambahan Admixture Terhadap Kuat Tekan Beton. 1(1), 201–208. <https://rangkiangjurnal.com/index.php/rangkiang/article/view/69>
- Korotkova, T. G., Ksandopulo, S. J., Donenko, A. P., Bushumov, S. A., & Danilchenko, A. S. (2016). Physical properties and chemical composition of the rice husk and dust. *Oriental Journal of Chemistry*, 32(6), 3213–3219. <https://doi.org/10.13005/ojc/320644>
- Megasari, S. W., & Winayati, W. (2017). Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-Nn Terhadap

- Karakteristik Beton. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 117–128. <https://doi.org/10.31849/siklus.v3i2.398>
- Muleya, F., Muwila, N., Tembo, C. K., & Lungu, A. (2021). Partial replacement of cement with rice husk ash in concrete production: An exploratory cost-benefit analysis for low-income communities. *Engineering Management in Production and Services*, 13(3), 127–141. <https://doi.org/10.2478/emj-2021-0026>
- Musbah, M. G., Allam, A. M. Al, Saleh, H. A., & Ateeg, I. M. (2019). Effects of Superplasticizing Admixtures on the Compressive Strength of Concrete. *Universal Journal of Engineering Science*, 7(2), 39–45. <https://doi.org/10.13189/ujes.2019.070203>
- Prastiyo, M., Ramadhani, R., Wahyu, N. M., & Sundar, T. (2024). Analisis Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Pada Beton F_c 18,68 Mpa Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), 84–93.
- Purwanto, H. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Gergaji dan Kertas Terhadap Kuat Tekan Beton Tanpa Perlakuan Khusus. *Jurnal Deformasi*, 6(1), 25–32. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v6i1.5515>
- Purwanto, H., Setiobudi, A., Amiwarti, A., & Kurniawan, R. (2024). Analisis Penambahan Cairan Bahan Kimia (Chemical Admixture) Damdex dan Sikacim Pada Beton K-250. *Jurnal Deformasi*, 9(2), 126–137. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v9i2.17574>
- Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 103–112. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.5039>
- Rahman, D. F. (2021). Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/23371>
- Rahmat, & Adnan, A. (2022). Penggunaan Abu Sekam Padi (Asp) Terhadap Kuat Lentur Beton Ferrocemet. *Jurnal Karajata Engineering*, 2(1), 38–44. <https://doi.org/10.31850/karajata.v2i1.1601>
- Respati, R. (2018). Pengaruh Admixture Terhadap Campuran Beton K 350 Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 7(1), 19–26. <https://doi.org/10.33084/mits.v7i1.681>
- Rio Ricardo Tambunan. (2023). Pengaruh Penambahan Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton [Universitas Medan Area]. <https://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/20160/1/178110188 - Rio Ricardo Tambunan - Fulltext.pdf>
- Saand, A., Ali, T., Keerio, M. A., & Bangwar, D. K. (2019). Experimental Study on the Use of Rice Husk Ash as Partial Cement Replacement in Aerated Concrete. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 9(4), 4534–4537. <https://doi.org/10.48084/etasr.2903>
- Safitri, F., Rajak, A., Dapas, S. O., & Sumajouw, M. D. J. (2020). Pengujian Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Agregat Lokal Dengan Pemanfaatan Abu Sekam Padi Dan Batu Apung Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2), 147–154.
- Saleh, A. R., & Harwadi, F. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Abu Sekam Padi (RHA) Dan Kapur (CaCo₃) Dikampung Satu Kota Tarakan. *Jurnal Teknik UBT*, 1(1), 1–6.
- Sarah, M. (2020). PERBANDINGAN MEREK SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN DAN TANPA PERAWATAN MENGGUNAKAN ANALISIS REGRESI (Comparison Of Cement Brands To Concrete Pressure Strength With And Without Treatment Using Regression Analysis). 3–8. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65626354/JURNAL_STATISTIK_MUTHIA-libre.pdf?1612694762=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPERBANDINGAN_MEREK_SEMEN_TERHADAP_KUAT_T.pdf&Expires=1763882400&Signature=aBjmSHkKGSN76feeBmsejrAxZrxhfqMov-hV9
- SNI 03-2847-2002. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. Bandung: Badan Standardisasi Nasional, 251. <https://tekniksipil.usu.ac.id/images/PDF/2002-12-SNI-03-2847-2002-Beton.pdf>
- Suryana, L. E., & Kushartomo, W. (2025). Pengaruh Penambahan Serat Barchip 48 Dalam Pengujian Kuat Tarik Lentur Dan Kuat Tekan Beton. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 8(3), 737–746. <https://doi.org/10.24912/jmts.v8i3.34136>
- Sutama, A., Oemiati, N., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Palembang, U. M. (2022). STUDI MIKROSTRUKTUR BETON RINGAN GEOPOLIMER DENGAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) DAN X-RAY DIFFRACTION (XRD) C-S-H yang berdampak positif pada kenaikan kuat tekan , matriks menjadi lebih padat , dan al . , 2013). Material yang digunakan pada pen. *Jurnal Deformasi*, 7, 145–160. <https://doi.org/https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i2.9387>
- Sutama, A., Septriansyah, V., & Irawan, T. (2025). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Material Substitusi Sebagian Semen Terhadap Workabilitas, Densitas, dan Kekuatan Tekan Beton. *Jurnal Deformasi*, 10(1), 99–109. <https://doi.org/10.31851/1mvr625>
- Sylviana, R. (2015). Pengaruh Bahan Tambahan Plasticizer Terhadap Slump Dan Kuat Tekan Beton. *Bentang: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 3(2), 15–24. <https://doi.org/10.33558/bentang.v3i2.385>
- Vitri, G., & Herman, H. (2019). Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 78–87. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.06>