

Analisis Variasi Abu Sekam Padi sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tekan Beton SCC (Self Compacting Concrete) (*Analisis of Rice Husk Ash Variation as a Partial Cement Substitute on The Compressive Strength of Self Compacting Concrete*)

I Wayan Suardita¹, Kasmat Saleh Nur², Barry Yusuf Labdul³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

iwayansuardita78@gmail.com¹, kasmatnur@ung.ac.id², barry.labdul@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
Article history: Received: 29 Januari 2026 Revised: 23 Juli 2026 Accepted: 23 Juli 2026	<i>Self-Compacting Concrete (SCC) is a type of concrete that can self-compact without the need for mechanical vibration, exhibiting excellent flowability. Rice husk ash is a residue produced from the combustion of rice husk ash and contains a high amount of amorphous silica, making it suitable as a partial substitute for cement in concrete mixtures as well as a filler material. Therefore, the utilization of rice husk ash in SCC presents an attractive alternative, particularly in the context of environmentally friendly and sustainable construction. This research aimed to analyze the effect of using rice husk ash as a partial replacement for cement on the characteristics and compressive strength of SCC. As experimental method was employed by preparing test specimens with rice husk ash variations of 0%, 7,5%, 10%, and 12,5% by weight of cement. Based on the results of SCC characteristic tests, all variations exhibited good flowability, viscosity, and segregation resistance. However, the 7,5% and 12,5% variations showed poor passing ability (category III). The highest compressive strength was achieved at a 10% variation, reaching 39,65 MPa, which represented a 31,04% increase compared to SCC without rice husk ash (30,19 MPa). The 7,5% and 12,5% variations increased the compressive strength by 24,08% (37,46 MPa) and 6,46% (32,14 MPa), respectively compared to the rice husk ash.</i>
Keywords: Self Compacting Concrete (SCC) Rice Husk Ash (RHA) Concrete Compressive Strength	
Kata Kunci: Self Compacting Concrete (SCC) Abu Sekam Padi (ASP) Kuat Tekan Beton	Abstrak <i>Self-Compacting Concrete merupakan beton yang dapat memadat sendiri (tanpa membutuhkan pemadatan mekanis) dan memiliki kemampuan mengalir yang baik. Abu sekam padi adalah residu hasil pembakaran sekam padi yang dikenal memiliki kandungan silika amorf cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada campuran beton dan dapat pula menjadi bahan pengisi (filler). Oleh karena itu, pemanfaatan abu sekam padi dalam beton SCC menjadi alternatif yang menarik, terutama dalam konteks pembangunan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap karakteristik dan kuat tekan beton SCC. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu dengan membuat benda uji dengan variasi penggunaan abu sekam padi 0%, 7,5%, 10% dan 12,5% dari berat semen. Berdasarkan hasil uji karakteristik SCC, seluruh variasi memiliki nilai <i>flowability</i>, viskositas dan ketahanan segregasi yang baik. Namun variasi 7,5% dan 12,5% memiliki kemampuan passing yang buruk (kategori III). Kuat tekan tertinggi dicapai oleh variasi 10% yaitu 39,56 MPa, meningkat 31,04% dari beton tanpa penggunaan abu sekam padi (30,19 MPa). Variasi 7,5% dan 12,5%</i>

memberikan peningkatan kuat tekan masing-masing sebesar 24,08% (37,46 MPa) dan 6,46% (32,14 MPa) dari variasi tanpa penggunaan abu sekam padi.

Corresponding Author:

I Wayan Suardita
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
iwayansuardita78@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak dipakai dalam pembangunan infrastruktur (Lubka, 2026). Karakteristik beton yang kuat, tahan lama, dan mudah dibentuk menjadikan material ini sangat fleksibel dan andal untuk berbagai aplikasi struktural seperti gedung bertingkat, jembatan, dan jalan raya.

Self-Compacting Concrete atau SCC adalah beton yang tidak memerlukan getaran untuk pemadatan (Ismaya et al., 2022). Beton SCC mampu mengalir karena beratnya sendiri dan mengisi cetakan sepenuhnya, bahkan pada struktur dengan tulangan yang rapat tanpa bantuan alat penggetar (Jepriani et al., 2021). Beton SCC dapat digunakan dalam aplikasi beton pracetak atau untuk beton yang diaplikasikan langsung di lokasi. SCC digunakan untuk pengecoran elemen dengan tulangan yang sangat padat dan di area yang memiliki akses terbatas terhadap penempatan dan konsolidasi, termasuk konstruksi bagian lapisan terowongan dan pengecoran kolom tubular baja berisi beton hibrida.

Beton SCC umumnya memerlukan penambahan bahan tambah kimia untuk meningkatkan kemampuan alirnya tanpa menambahkan air yang dapat menurunkan mutu itu sendiri (Anggitia, 2023). Bahan tambah yang umum digunakan pada beton SCC adalah bahan tambah kimia superplasticizer (Fakhrunisa et al., 2018). Kegunaan utama superplasticizer adalah untuk membuat beton lebih mudah dicampur, dituangkan, dan dipadatkan, terutama dalam beton dengan rasio air-semen rendah yang menghasilkan kekuatan dan daya tahan lebih tinggi (Irlan et al., 2020). Salah satu *superplasticizer* yang digunakan pada campuran beton SCC adalah Sika *Viscocrete* 3115 N, yang dirancang khusus untuk beton dengan kemampuan mengalir tinggi seperti beton SCC. Dosis Sika *Viscocrete* 3115 N yang disarankan untuk beton SCC berkisar antara 0,8% - 2,0% dari berat semen. Salah satu upaya untuk mendukung keberlanjutan dalam industri konstruksi adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan substitusi sebagian semen. Abu sekam padi adalah residu hasil pembakaran sekam padi yang dikenal memiliki kandungan silika amorf cukup tinggi. Oleh karena itu, abu sekam padi berpotensi digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen, karena memiliki kesamaan yaitu sama-sama mengandung oksida silika, alumina dan besi oksida yang merupakan unsur penting dalam reaksi pozzolanik dengan hidrasi semen. Abu sekam padi kaya akan silika amorf yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dari hasil hidrasi semen dan membentuk senyawa kalsium silikat hidrat yang memperkuat beton, sehingga abu sekam padi dapat berperan sebagai bahan tambahan semen. SNI 2460:2014 mengatur tentang spesifikasi pozzolan alam yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang bervariasi terkait pengaruh abu sekam padi terhadap kuat tekan beton. Ridwan dan Kudwadi (2024) menyimpulkan abu sekam padi dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen dengan kadar optimal yaitu 10% dari berat semen. Penggantian abu sekam padi 10% dari berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton 17,15% (41,83 MPa) dari beton tanpa penambahan abu sekam padi (35,1 MPa). Rahman (2018) menyimpulkan bahwa penggunaan abu sekam padi tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton, dimana penambahan abu sekam padi 9% menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah 25,65 MPa dari beton tanpa penggunaan abu sekam padi 34,14 Mpa.

Penelitian terdahulu lainnya juga menunjukkan variasi hasil. Assalam et al. (2019) menemukan peningkatan kuat tekan optimum pada variasi 3% abu sekam padi, sedangkan pada variasi 10% kuat tekan beton menurun. Rochmah et al. (2021) mendapatkan hasil slump terbaik pada variasi 10% abu sekam padi. Sementara itu Utami (2021) justru menunjukkan penurunan nilai slump pada variasi abu sekam padi dan serat sabut kelapa. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa kinerja abu sekam padi pada beton SCC sangat dipengaruhi oleh kadar substitusi, jenis abu, dan komposisi campuran lainnya.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan abu sekam padi pada 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% terhadap berat semen untuk menganalisis dampaknya pada kuat tekan SCC. Abu sekam padi yang digunakan adalah abu sekam padi yang berasal dari pembakaran tradisional. Sedangkan mutu beton SCC yang direncanakan sebesar f'_c 30 Mpa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap syarat beton SCC yang disyaratkan EFNARC

(2005), menganalisis pengaruh abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap nilai kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi terkait pengaruh penggunaan abu sekam padi terhadap kuat tekan SCC, menjadi referensi dalam pembuatan beton SCC yang akan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dilapangan, serta menjadi dasar bagi peneliti selanjutnya tentang pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton SCC.

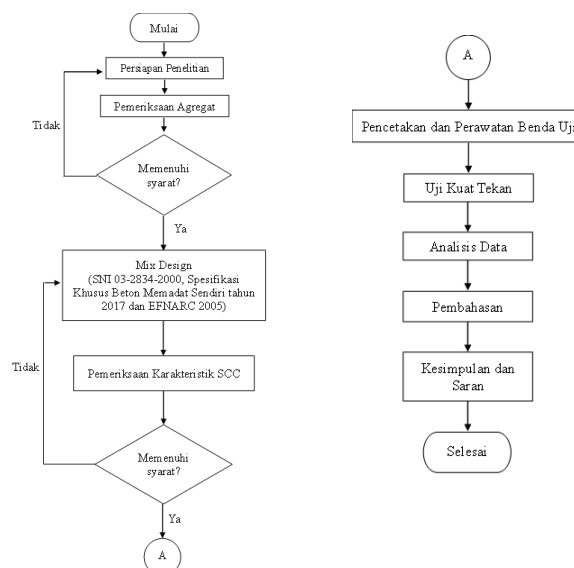
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan melakukan pengujian di laboratorium. Pendekatan eksperimental dipilih karena penelitian bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan *Self-Compacting Concrete* (SCC). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar abu sekam padi dengan variasi 0%, 7.5%, 10%, dan 12.5%. Variabel terikatnya adalah nilai kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari. Sementara itu, variabel kontrolnya adalah komposisi campuran beton SCC tanpa penambahan abu sekam padi.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, yang berlokasi di Jalan B.J. Habibie, Desa Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Setiap variasi kadar abu sekam padi dibuat sebanyak 3 buah benda uji, sehingga total benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 buah. Perancangan campuran beton mengacu pada SNI 02-2834-2000 dengan penyesuaian kriteria beton SCC berdasarkan EFNARC 2005. Material yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen Portland tipe I, abu sekam padi, agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm, agregat halus berupa pasir, air, serta *superplasticizer Sika Viscocrete 3115 N®* sebesar 1,5% dari berat semen. Peralatan utama yang digunakan meliputi *mixer* untuk pencampuran, cetakan benda uji silinder, dan *Compression Testing Machine* untuk pengujian kuat tekan. Pengujian karakteristik agregat dilakukan mengacu pada standar SNI yang berlaku. Pengujian workabilitas beton SCC segar dilakukan dengan *Slump Flow Test*, *T500*, *J-Ring*, dan *GTM Screen Ability* mengacu pada standar EFNARC 2005, SNI 9024:2021, dan SNI 8309:2016.

Teknik pengambilan data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah persiapan bahan, peralatan, dan studi literatur. Tahap kedua adalah pemeriksaan karakteristik agregat halus dan agregat kasar. Tahap ketiga adalah pembuatan benda uji sesuai variasi campuran yang telah ditentukan. Sebelum pencetakan, dilakukan pengujian workabilitas pada beton segar untuk memastikan beton memiliki sifat memadat sendiri. Selanjutnya benda uji dirawat dengan cara perendaman hingga mencapai umur 28 hari. Tahap terakhir adalah pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 hari dengan memberikan beban aksial pada benda uji hingga mengalami keruntuhan menggunakan *Compression Testing Machine*.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif deskriptif. Data hasil pengujian kuat tekan dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan abu sekam padi terhadap mutu beton SCC. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan antar variasi campuran 0%, 7.5%, 10%, dan 12.5%. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan mutu beton rencana dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat hubungan sebab-akibat antara kadar abu sekam padi dengan kuat tekan beton. Tahapan-tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Abu Sekam Padi (ASP)

Sekam padi pada penelitian ini diperoleh dari limbah pabrik penggilingan padi di Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango. Sekam padi tersebut dibakar secara tradisional sampai menjadi abu. Sekam yang sudah menjadi abu kemudian dipisahkan dari sekam yang masih berbentuk arang. Setelah itu, abu sekam padi yang terkumpul dihaluskan menggunakan alat penghalus, kemudian disaring menggunakan saringan No.200. Penyaringan dilakukan untuk memaksimalkan potensi penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengisi (filler). Contoh abu sekam padi yang sudah dihaluskan dan disaring saringan No.200 disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Abu Sekam Padi Setelah Dihaluskan dan Disaring

Pemeriksaan kadar silika pada abu sekam padi dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada. Pengujian dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dari abu sekam padi yang digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam penelitian ini. Pengujian kadar silika (SiO_2) pada sampel abu sekam padi dilakukan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis. Metode ini merupakan salah satu metode analisis yang umum digunakan untuk mengukur konsentrasi unsur tertentu dalam suatu sampel berdasarkan prinsip penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Dengan menggunakan metode Spektrofotometer UV-Vis, maka dapat diketahui secara kuantitatif jumlah silika murni yang tersedia dalam sampel abu sekam padi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar SiO_2 yang terkandung dalam sampel abu sekam padi adalah sebesar 30,39 mg/kg. Nilai ini diperoleh dari hasil pembacaan absorbansi sampel terhadap larutan standar silika pada panjang gelombang yang telah ditentukan. Kandungan silika yang rendah tersebut menandakan bahwa abu sekam padi yang diperoleh dari hasil pembakaran secara tradisional tidak dapat berperan sebagai material pozzolan dengan baik seperti yang disyaratkan pada SNI 2460:2014. Berdasarkan SNI 2460:2014 tentang Spesifikasi Abu Terbang dan Pozzolan Alam Mentah atau Kalsinasi untuk Beton, suatu material dapat digolongkan sebagai pozzolan apabila memiliki jumlah total $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ minimal 70%. Dengan demikian, kadar silika sebesar 30,39 mg/kg pada penelitian ini jauh di bawah persyaratan tersebut. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses pembakaran sekam padi yang tidak terkontrol, sehingga menyebabkan terbentuknya kristal silika dan berkurangnya kandungan silika amorf yang bersifat reaktif. Namun demikian, meskipun kandungan silikanya rendah, penggunaan abu sekam padi pada penelitian ini kemungkinan masih dapat meningkatkan kuat tekan beton secara mekanis. Hal ini disebabkan karena butiran abu sekam padi memiliki ukuran yang lebih halus dari pasir, yaitu lolos saringan No.100, dan lebih kasar dari semen. Dengan ukuran butir tersebut, abu sekam padi dapat berfungsi sebagai material pengisi atau filler dalam campuran beton. Fungsi filler ini dapat mengisi celah-celah kosong antar agregat dan pasta semen, serta mengurangi volume udara yang terperangkap di dalam campuran. Akibatnya, struktur mikro beton menjadi lebih padat dan homogen sehingga berpotensi meningkatkan kekuatan tekan beton. Syarat suatu material yang dapat digunakan sebagai filler pada campuran beton antara lain memiliki ukuran butir $< 0,125$ mm atau lolos saringan No.100. Selain itu, sebaiknya fraksi material yang lolos saringan No.200 lebih dari 70% agar dapat memberikan efek pengisian yang optimal (EFNARC 2005). Berdasarkan syarat tersebut, abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini memenuhi kriteria sebagai filler karena telah diayak lolos saringan No.100 sebelum digunakan dalam campuran.

3.2 Hasil Uji Karakteristik SCC

Pengujian karakteristik perlu dilakukan untuk mengetahui apakah campuran beton yang direncanakan telah memenuhi syarat sebagai beton yang bisa memadat sendiri seperti yang disyaratkan pada EFNARC

(2005). Variasi abu sekam padi yang digunakan adalah 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Hasil pengujian karakteristik tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Beton SCC

Karakteristik	Jenis Pengujian	Syarat/Batasan		Variasi	Hasil Pengujian	Keterangan
		min.	maks.			
Flowability	Slump Flow (mm)	550	850	ASP 0%	605	Baik
				ASP 7,5%	585	Baik
				ASP 10%	615	Baik
				ASP 12,5	605	Baik
Viscosity	T ₅₀₀ (detik)	2	5	ASP 0%	2,36	Baik
				ASP 7,5%	4,33	Baik
				ASP 10%	4,76	Baik
				ASP 12,5	4,91	Baik
Passing Ability	J-Ring (mm)	0	50	ASP 0%	25	Baik
				ASP 7,5%	135	Buruk
				ASP 10%	35	Baik
				ASP 12,5	240	Buruk
Segregation Resistance	GTM Screen Ability (%)	0	15	ASP 0%	8,25	Baik
				ASP 7,5%	5,4	Baik
				ASP 10%	6,7	Baik
				ASP 12,5	5,44	Baik

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa semua nilai slump flow berada dalam rentang yang disyaratkan pada EFNARC (2005). Nilai tersebut berada di kisaran antara 550 – 650 mm, yang umumnya masuk dalam kategori kelas slump flow SF1. Kelas SF1 ini mengindikasikan bahwa beton SCC yang dihasilkan memiliki kemampuan alir yang memadai untuk aplikasi struktural umum tanpa mengalami masalah segregasi yang signifikan. Variasi abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton SCC tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan alir campuran beton SCC. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi hingga batas 12,5% masih dapat ditoleransi oleh sistem pasta semen tanpa mengganggu sifat reologi dasar dari campuran. Nilai slump flow menunjukkan stabilitas yang tinggi dan perbedaan yang sangat kecil yaitu hanya 30 mm antara nilai terendah 585 mm dan tertinggi 615 mm setelah dilakukan penambahan abu sekam padi. Rentang perbedaan yang sempit ini mengindikasikan bahwa konsistensi campuran tetap terjaga meskipun terjadi substitusi sebagian semen dengan material pozzolan. Campuran dengan penambahan abu sekam padi 10% memberikan nilai slump flow tertinggi yaitu 615,0 mm, mengindikasikan kemampuan alir yang baik. Peningkatan nilai slump flow pada variasi 10% ini diduga berkaitan dengan efek filler dari partikel abu sekam padi yang halus, sehingga dapat meningkatkan kelumasan antar butiran dalam campuran. Namun peningkatan tersebut tidak terlalu besar sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh substitusi terhadap kemampuan alir masih berada dalam batas yang wajar. Berdasarkan Tabel 1, seluruh variasi campuran menunjukkan nilai T500 yang berada dalam batas disyaratkan untuk beton memadat sendiri yaitu berkisar antara 2 detik hingga 5 detik. Rentang waktu T500 ini mencerminkan bahwa viskositas campuran berada pada tingkat sedang, tidak terlalu cair dan tidak terlalu kental. Hasil tersebut menandakan bahwa campuran beton memiliki tingkat viskositas yang baik dan sesuai untuk diaplikasikan pada struktur dengan kepadatan tulangan sedang. Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa campuran beton SCC tanpa penambahan abu sekam padi (ASP 0%) menunjukkan nilai perbedaan passing ability sebesar 25 mm, yang berada dalam batas kategori II (baik) menurut klasifikasi EFNARC. Hasil tersebut menunjukkan bahwa campuran dasar tanpa abu sekam padi sudah memiliki kohesi dan kemampuan alir yang cukup baik untuk melewati hambatan tulangan J-Ring tanpa mengalami penyumbatan. Sedangkan penambahan abu sekam padi sebanyak 10% menghasilkan nilai perbedaan passing ability sebesar 35 mm, yang juga masuk dalam kategori II (baik). Meskipun nilainya sedikit lebih tinggi dibandingkan variasi 0%, perbedaan ini masih dalam toleransi yang diperbolehkan sehingga tidak mengganggu kemampuan beton untuk mengisi cetakan dengan baik. Berdasarkan kriteria umum SCC, beton dianggap memiliki ketahanan segregasi yang baik jika persentase massa lolos berada di bawah 15%. Pada penelitian ini metode pengujian GTM Screen Ability mengacu pada EFNARC 2005. Berdasarkan hasil pengujian, penggantian sebagian semen oleh abu sekam padi secara konsisten meningkatkan ketahanan segregasi campuran. Seluruh variasi beton SCC dengan penambahan

abu sekam padi menunjukkan persentase lolos yang lebih rendah dibandingkan beton tanpa penambahan abu sekam padi. Fenomena ini dapat dijelaskan karena partikel abu sekam padi yang halus dapat mengisi ruang pori, memerangkap air bebas, dan meningkatkan daya rekat antar material sehingga menghasilkan campuran yang kohesif dan stabil. Hasil dari berbagai pengujian yang telah dilakukan menandakan bahwa campuran beton telah memenuhi persyaratan yang disyaratkan EFNARC 2005. Uji slump flow, T500 dan GTM screen ability menunjukkan bahwa penggantian sebagian semen oleh abu sekam padi tidak begitu berdampak terhadap karakteristik dasar beton SCC itu sendiri. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen tanpa menurunkan kinerja utama SCC. Namun pada uji J-Ring, variasi 7,5% dan 12,5% menunjukkan hasil bahwa penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi dapat memperburuk kinerja passing ability campuran beton SCC. Hasil tersebut dapat disebabkan karena pemilihan waktu saat melakukan pengujian kurang tepat atau terlalu lama, sehingga campuran beton segar sudah mulai mengental saat diuji. Selain itu faktor lain yang mungkin berpengaruh adalah penggunaan ukuran agregat kasar yang lebih dari 10 mm, yang dapat menghambat aliran campuran saat melewati sela tulangan pada alat J-Ring.

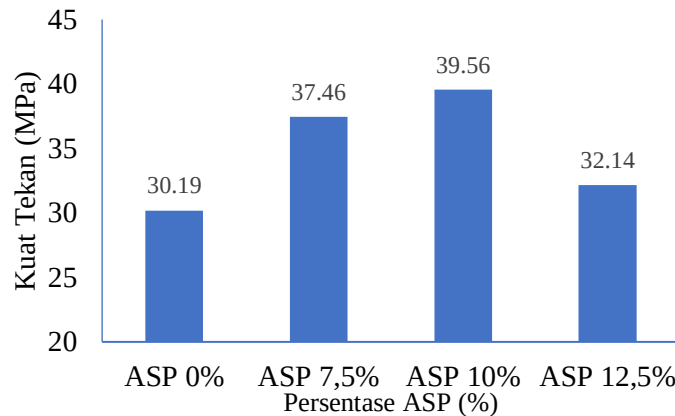
3.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton SCC

Kuat tekan merupakan parameter utama untuk mengevaluasi mutu dan kemampuan struktural beton dalam menahan beban. Parameter ini sangat penting karena menggambarkan sejauh mana beton dapat berfungsi sebagai elemen struktur yang aman dan memenuhi persyaratan teknis yang berlaku. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari sesuai dengan standar umum pengujian beton, karena pada umur tersebut proses hidrasi semen diperkirakan telah berjalan optimal sehingga kekuatan beton sudah mencapai kondisi yang representatif. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi sebagian semen dengan abu sekam padi terhadap karakteristik mekanik SCC. Dengan adanya variasi kadar abu sekam padi, diharapkan dapat diketahui kadar optimum yang memberikan peningkatan kuat tekan terbaik. Hasil pengujian kuat tekan dari seluruh variasi campuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC Umur 28 Hari

Variasi		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata- rata (MPa)
ASP 0%	S1	150	300	17671,5	12,06	545000	30,86	30,19
	S2	150	300	17671,5	12,16	522000	29,52	
ASP 7,5%	S1	150	300	17671,5	12,09	684000	38,73	37,46
	S2	150	300	17671,5	12,13	675000	38,21	
	S3	150	300	17671,5	12,25	626000	35,45	
ASP 10%	S1	150	300	17671,5	12,06	636000	36,00	39,56
	S2	150	300	17671,5	12,12	728000	41,19	
	S3	150	300	17671,5	12,23	733000	41,5	
ASP 12,5%	S1	150	300	17671,5	11,93	615000	34,82	32,14
	S2	150	300	17671,5	11,56	567000	32,52	
	S3	150	300	17671,5	11,41	522000	30,13	

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3, kuat tekan beton SCC mengalami peningkatan seiring dengan penambahan abu sekam padi hingga kadar 10%. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi ASP 10% sebesar 39,56 MPa atau meningkat 31,04% dari beton normal 30,19 MPa. Selain peningkatan kuat tekan, penggunaan abu sekam padi pada kadar 10% juga menunjukkan potensi efisiensi dalam penggunaan material semen. Dengan mensubstitusi sebagian semen, penelitian ini tidak hanya berupaya menekan biaya produksi beton tetapi juga mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah pertanian. Abu sekam padi yang selama ini sering dianggap sebagai limbah hasil pembakaran padi, dapat dimanfaatkan kembali sebagai material tambah pada campuran beton. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi bahwa pemanfaatan abu sekam padi sebesar 10% dapat menjadi alternatif yang layak untuk meningkatkan kinerja beton SCC sekaligus mengurangi dampak lingkungan tanpa mengabaikan persyaratan teknis yang berlaku.



Gambar 3. Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Beton SCC dengan Variasi ASP

Pada variasi ASP 7,5% kuat tekan mencapai 37,46 MPa atau meningkat 24,08% dibandingkan dengan beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa abu sekam padi mampu memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat tekan beton SCC. Peningkatan yang terjadi pada variasi 7,5% dan 10% terjadi karena adanya dua mekanisme utama yang bekerja secara bersamaan dalam matriks beton. Pertama, efek pozzolanik. Abu sekam padi mengandung silika amorf yang secara kimiawi dapat bereaksi dengan Ca(OH)_2 yang merupakan produk samping dari proses hidrasi semen. Reaksi ini menghasilkan senyawa C-S-H tambahan yang bersifat mengikat. C-S-H gel tersebut akan mengisi pori-pori mikro dalam beton dan membuat ikatan antar material menjadi lebih kuat. Kedua, efek filler. Partikel abu sekam padi memiliki ukuran yang sangat halus sehingga dapat mengisi pori-pori kecil di antara butiran semen dan agregat. Proses pengisian ini menyebabkan densitas matriks beton meningkat dan struktur beton menjadi lebih padat, homogen, serta memiliki permeabilitas yang lebih rendah. Namun pada variasi 12,5% terjadi penurunan kuat tekan sebesar 21,34% jika dibandingkan dengan variasi 10%. Penurunan ini disebabkan oleh dua faktor utama. Pertama, kandungan silika pada abu sekam padi dari proses pembakaran tradisional belum mencapai kadar minimum 70% sehingga reaksi pozzolanik tidak dapat berlangsung secara optimal. Kedua, substitusi semen dalam jumlah yang terlalu tinggi menyebabkan berkurangnya jumlah semen yang tersedia untuk proses hidrasi. Selain itu, volume material halus yang berlebih tidak dapat diselubungi secara sempurna oleh pasta semen. Akibatnya ikatan antar material menjadi lemah, terbentuk zona lemah, dan struktur beton menjadi lebih porous. Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada SCC. Kadar optimal substitusi pada penelitian ini adalah 10% karena mampu memberikan peningkatan kuat tekan paling signifikan tanpa mengurangi workability beton. Hasil ini sesuai dengan SNI 03-6468-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, dimana peningkatan mutu dapat dicapai dengan penambahan material pozzolan yang memenuhi syarat dan berfungsi meningkatkan sifat mekanik beton.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen pada campuran *Self-Compacting Concrete* dengan penggunaan Sika Viscocrete 3115 N sebesar 1,5%, dapat disimpulkan bahwa seluruh variasi abu sekam padi yaitu 7,5%, 10%, dan 12,5% masih menghasilkan karakteristik *Self-Compacting Concrete* yang memenuhi persyaratan. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* yang berada pada rentang nilai yang disyaratkan untuk kategori SCC. Meskipun demikian, pada pengujian *passing ability*, variasi 7,5% dan 12,5% menunjukkan hasil yang kurang optimal dan termasuk dalam kategori III, sehingga kemampuan beton untuk melewati celah tulangan rapat masih perlu menjadi perhatian. Selain itu, penggunaan abu sekam padi terbukti dapat meningkatkan kuat tekan *Self-Compacting Concrete* pada umur 28 hari. Peningkatan kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi penambahan abu sekam padi sebesar 10% yaitu mencapai 39,56 MPa. Nilai tersebut meningkat sebesar 31,04% jika dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan abu sekam padi yang hanya mencapai 30,19 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pada persentase 10%, abu sekam padi mampu berperan efektif sebagai material pozzolanik yang mengisi pori dan meningkatkan densitas beton. Namun, pada variasi penambahan 12,5%, kuat tekan justru mengalami penurunan sebesar 21,34% dibandingkan variasi 10%. Penurunan ini diduga disebabkan oleh kelebihan kadar abu sekam padi yang menyebabkan reaksi pozzolan tidak optimal dan meningkatkan kebutuhan air dalam campuran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi optimum pada penelitian ini adalah sebesar 10% dari berat semen.

4.2 Saran/Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti ingin memberikan beberapa saran untuk peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian serupa. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode uji kadar silika yang lain guna memastikan kembali persentase kadar silika yang terkandung dalam abu sekam padi yang diperoleh dari hasil pembakaran secara tradisional. Hal ini penting dilakukan agar komposisi kimia dari abu sekam padi dapat diketahui dengan lebih akurat sehingga pengaruhnya terhadap sifat beton dapat dianalisis secara lebih tepat. Selain itu, sebaiknya juga dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui dampak penggunaan abu sekam padi terhadap durabilitas beton atau ketahanan beton. Pengujian yang dapat dilakukan antara lain uji permeabilitas, ketahanan terhadap sulfat dan klorida, serta carbonation test. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui lebih jauh pengaruh abu sekam padi terhadap risiko korosi pada tulangan sehingga pemanfaatan abu sekam padi pada *Self-Compacting Concrete* tidak hanya dilihat dari aspek kuat tekan, tetapi juga dari aspek keawetan dan kinerja jangka panjang beton.

REFERENSI

- Anggitia, W. C. (2023). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (SCC)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS JAMBI).
- Assalam, M. F., Hardian, M. F., & Amalia, A. (2019, October). Karakteristik beton SCC dengan menggunakan bahan tambah abu sekam padi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 15-21).
- BSN. (2000). SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- BSN. (2016). SNI 8309:2016 Tentang Metode Uji Passing Ability Beton Memadat Sendiri dengan J-Ring.
- BSN. (2021). SNI 9024:2021 Tentang Cara Uji Slump Flow Pada Beton Memadat Sendiri.
- EFNARC. (2005). The European Guidelines for Self-Compacting Concrete.
- Fakhrunisa, N., Djatmika, B., & Karjanto, A. (2018). Kajian Penambahan Abu Bonggol Jagung Yang Bervariasi Dan Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (Self-Compacting Concrete). *Bangunan: Teori, Praktek, Penelitian, dan Pengajaran Teknik Bangunan*, 23(2), 9-18.
- Irlan, A. O., Kurniawati, G., & Sofyan, M. (2020). Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Flyash dan Superplasticizer untuk Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan. *Kilat*, 9(2), 499950.
- Ismaya, A., Riza, F. V., & Hadipramana, J. (2022). Sifat Beton Segar Dan Kuat Tekan Beton Padat Sendiri (Self Compacting Concrete/Scs) Dengan Ban Vulkanisir Dan Serat Polypropylene. *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, 1(1), 45-49.
- Jepriani, S., Alwi, S., & Sari, W. N. (2021). Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Penambahan Kapur Gamping Dan Viscocrete. *JURNAL INERSIA*, 13(2), 18-25.
- Lubka, G. D. (2026). Analisis Konsep Infrastruktur Berkelanjutan Dalam Perencanaan Konstruksi Beton Modern. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 1-11.
- Rahman, D. F. (2018). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (Scs) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/18).
- Ridwan, M., & Kudwadi, B. (2024). Substitusi Limbah Abu Sekam Padi Pada Beton Self Compacting Concrete (SCC). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1389-1400.
- Rochmah, N., Sutriyono, B., Beatrix, M., Pertiwi, D., & Arifin, M. A. (2021). Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen terhadap Slump Flow dan Berat Isi pada Flowing Concrete. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 253-260.
- Utami, A. R. I. (2021). Impak Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Dan Jenis Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Slump Flow Dan Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete Dengan Fas Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1(3).