



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 2938-2946

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

---

## Analisis Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Lentur Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan Penambahan Abu Sekam Padi

Bintang Putra Mahardhika, Dendi Irawan, Antonius

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

[pbintang792@gmail.com](mailto:pbintang792@gmail.com), [dendiirawan1203@gmail.com](mailto:dendiirawan1203@gmail.com), [antoni67a@yahoo.com](mailto:antoni67a@yahoo.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan penggunaan superplasticizer Viscocrete 3115 N. Metode penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen laboratorium dengan variasi substitusi abu sekam padi sebesar 0%, 5%, dan 10% dari berat semen. Pengujian beton segar dilakukan menggunakan metode slump flow, V-funnel, dan L-box berdasarkan standar EFNARC untuk mengetahui karakteristik SCC. Pengujian sifat mekanik beton meliputi kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari, kuat tarik belah, serta kuat lentur beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran masih memenuhi persyaratan beton SCC berdasarkan standar EFNARC dengan nilai slump flow 680–700 mm, V-funnel 9–12,20 detik, dan L-box 0,80–0,88. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa variasi abu sekam padi 5% menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 34,712 MPa pada umur 28 hari, lebih tinggi dibandingkan beton normal sebesar 33,940 MPa. Namun, penambahan abu sekam padi sebesar 10% menyebabkan penurunan kuat tekan menjadi 25,262 MPa. Pada pengujian kuat tarik belah dan kuat lentur, nilai kekuatan beton cenderung menurun seiring bertambahnya kadar abu sekam padi. Variasi beton normal menghasilkan kuat tarik belah tertinggi sebesar 3,086 MPa dan kuat lentur sebesar 4,299 MPa. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu sekam padi sebesar 5% merupakan variasi optimum karena masih mampu meningkatkan kuat tekan beton SCC tanpa mengurangi karakteristik beton segar secara signifikan.

Kata kunci: *Self Compacting Concrete* (SCC), Abu Sekam Padi, Kuat Tekan Beton, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur Beton

### 1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi konstruksi yang semakin pesat mendorong peningkatan pembangunan infrastruktur di berbagai sektor, seperti gedung bertingkat, jalan raya, jembatan, bendungan, dan fasilitas publik lainnya. Dalam pembangunan tersebut, beton menjadi material konstruksi yang paling banyak digunakan karena mempunyai kekuatan tekan tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan struktur, serta memiliki daya tahan yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan. Beton digunakan pada elemen struktural seperti kolom, balok, pelat lantai, pondasi, hingga konstruksi perkerasan jalan kaku (*rigid pavement*). Tingginya kebutuhan terhadap beton menjadikan kualitas beton sebagai faktor penting yang menentukan keamanan dan keberhasilan suatu konstruksi. Oleh karena itu, beton dituntut mempunyai mutu yang tinggi, stabil, dan mampu memenuhi kebutuhan struktur modern yang semakin kompleks.

Dalam praktik konstruksi, beton konvensional masih mempunyai beberapa kendala pada proses pengerjaan di lapangan. Beton konvensional memerlukan proses pemadatan menggunakan alat getar (*vibrator*) agar campuran dapat mengisi seluruh rongga cetakan dan menghasilkan beton yang padat. Akan tetapi, pada elemen struktur dengan tulangan yang rapat atau bentuk bekisting yang kompleks, proses pemadatan sering kali tidak berlangsung secara optimal. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terbentuknya rongga (*void*), segregasi material, serta ketidakhomogenan campuran beton. Pemadatan yang tidak sempurna dapat menurunkan kuat tekan beton, meningkatkan permeabilitas, dan mempercepat proses korosi pada tulangan baja di dalam beton (Collins *et al.*, 2021). Selain itu, penggunaan alat getar juga menimbulkan kebisingan di lokasi pekerjaan dan membutuhkan tenaga kerja tambahan sehingga mempengaruhi efisiensi pelaksanaan konstruksi.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan teknologi *Self-Compacting Concrete* (SCC) yang mampu mengalir dan memadat sendiri tanpa memerlukan proses vibrasi. SCC pertama kali dikembangkan sebagai solusi

untuk menghasilkan beton dengan tingkat homogenitas tinggi dan kualitas yang lebih baik pada struktur dengan tulangan padat. SCC mempunyai kemampuan mengalir akibat beratnya sendiri sehingga dapat mengisi seluruh bagian cetakan secara merata tanpa mengalami segregasi. Beton jenis ini juga mempunyai karakteristik *filling ability*, *passing ability*, dan ketahanan terhadap segregasi yang baik sehingga dapat digunakan pada konstruksi dengan tingkat kerumitan tinggi. Penggunaan SCC memberikan berbagai keuntungan, antara lain meningkatkan *workability*, mempercepat proses pengecoran, mengurangi penggunaan tenaga kerja, menurunkan tingkat kebisingan di lapangan, serta menghasilkan permukaan beton yang lebih halus dan homogen (Belakang, no date).

Karakteristik SCC sangat dipengaruhi oleh komposisi material penyusunnya, terutama penggunaan bahan tambah mineral (*mineral admixture*) dan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*). Salah satu bahan kimia yang umum digunakan pada SCC ialah *superplasticizer* karena mampu meningkatkan kemampuan alir beton tanpa menambah kadar air dalam campuran. Penggunaan *superplasticizer* memungkinkan beton mempunyai nilai *slump flow* yang tinggi dengan rasio air-semen yang rendah sehingga beton tetap mempunyai kekuatan tekan yang baik. Dalam penelitian ini digunakan *superplasticizer* jenis Viscocrete 3115 N yang termasuk kategori *High Range Water Reducer* (HRWR). Bahan ini mampu mendispersikan partikel semen secara merata sehingga campuran beton menjadi lebih homogen dan mudah mengalir. Selain meningkatkan *workability*, penggunaan Viscocrete 3115 N juga dapat membantu mengurangi porositas beton dan meningkatkan kekuatan awal beton.

Selain penggunaan *superplasticizer*, perkembangan teknologi beton saat ini juga diarahkan pada pemanfaatan material alternatif yang lebih ramah lingkungan sebagai pengganti sebagian semen Portland. Penggunaan semen dalam jumlah besar diketahui menghasilkan emisi karbon yang tinggi karena proses produksinya membutuhkan energi besar dan menghasilkan gas CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu, berbagai penelitian mulai mengembangkan pemanfaatan limbah industri maupun limbah pertanian sebagai bahan tambah atau substitusi semen pada campuran beton. Material seperti *fly ash*, *silica fume*, dan abu sekam padi banyak diteliti karena mempunyai kandungan silika tinggi yang bersifat pozzolanik dan mampu meningkatkan kualitas beton.

Salah satu limbah pertanian yang berpotensi dimanfaatkan dalam campuran beton ialah abu sekam padi (*rice husk ash*). Abu sekam padi merupakan hasil pembakaran sekam padi yang banyak dihasilkan di negara agraris seperti Indonesia. Produksi padi yang tinggi menyebabkan jumlah limbah sekam padi juga semakin besar. Apabila tidak dimanfaatkan secara optimal, limbah tersebut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara, tanah, maupun air (Collins *et al.*, 2021). Selama ini sekam padi umumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar tradisional, bahan pembakaran batu bata, atau bahkan dibuang begitu saja. Padahal, abu hasil pembakaran sekam padi mempunyai kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) yang sangat tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan tambah dalam beton.

Menurut hasil pengujian komposisi kimia abu sekam padi, kandungan silika dalam material tersebut mencapai lebih dari 90%, sehingga mempunyai sifat pozzolanik yang baik. Sifat pozzolanik memungkinkan abu sekam padi bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>) hasil hidrasi semen untuk membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang berfungsi sebagai senyawa utama pembentuk kekuatan beton (Gusmi *et al.*, 2019). Reaksi tersebut dapat meningkatkan kepadatan mikrostruktur beton dan memperbaiki ikatan antara pasta semen dan agregat. Dengan demikian, pemanfaatan abu sekam padi tidak hanya membantu mengurangi limbah pertanian, tetapi juga berpotensi meningkatkan mutu beton dan mengurangi penggunaan semen Portland.

Pemanfaatan abu sekam padi pada beton telah banyak diteliti sebelumnya, namun hasil yang diperoleh masih menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Penelitian yang dilaksanakan oleh (Alwie *et al.*, 2020) mengenai pengaruh variasi penambahan abu sekam padi terhadap *flowability* dan kuat tekan beton SCC menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi sebesar 5% dengan *superplasticizer* 1% menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 42,23 MPa pada umur 28 hari. Akan tetapi, pada variasi 10% dan 15% terjadi penurunan kuat tekan beton secara bertahap hingga mencapai 24,7 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dalam kadar tertentu masih mampu meningkatkan mutu beton SCC, namun penggunaan dalam kadar berlebih dapat menurunkan kekuatan beton.

Penelitian lain yang dilaksanakan oleh (Thiyafi, 2023) mengenai penggunaan abu sekam padi dan *silica fume* pada beton SCC menunjukkan bahwa penambahan kedua material tersebut mampu meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton dibandingkan beton normal. Pada penelitian tersebut, peningkatan kuat tekan mencapai 19,63%, kuat tarik belah meningkat sebesar 17,65%, dan kuat lentur meningkat sebesar 9,04%. Akan tetapi, beberapa variasi campuran tidak memenuhi persyaratan SCC berdasarkan standar EFNARC 2005 karena

nilai *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* yang tidak sesuai. Hal tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan sifat mekanik beton tidak selalu diikuti dengan peningkatan karakteristik beton segar SCC.

Sementara itu, penelitian yang dilaksanakan oleh (Lim, Caster and Leone, 2023) menunjukkan hasil yang berbeda. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan sekam padi sebagai bahan tambah beton justru menyebabkan penurunan kuat tekan beton secara signifikan dibandingkan beton normal. Pada variasi 30%, kuat tekan beton umur 7 hari hanya mencapai 1,87 MPa atau mengalami penurunan sekitar 85,07% dibandingkan beton tanpa campuran sekam padi. Hasil serupa juga terjadi pada umur 14 hari. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dalam kadar tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas beton apabila tidak diimbangi dengan perancangan campuran yang tepat.

Penelitian lain oleh (Sarjana *et al.*, 2025) menjelaskan bahwa SCC mempunyai karakteristik utama berupa kemampuan mengalir dan memadat sendiri tanpa bantuan alat getar. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa keberhasilan SCC ditentukan oleh parameter *filling ability*, *passing ability*, dan stabilitas campuran beton segar. Pengujian karakteristik SCC umumnya dilakukan menggunakan metode *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* sesuai standar EFNARC 2005. Variasi komposisi material tambahan sangat mempengaruhi keberhasilan beton SCC dalam memenuhi standar tersebut.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Rongko, 2023) menunjukkan bahwa penggunaan abu limbah sekam padi sebagai substitusi agregat halus memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton mutu rendah. Penelitian tersebut menegaskan bahwa karakteristik dan proporsi abu sekam padi sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan kemampuan sebar beton segar dan menghasilkan distribusi partikel semen yang lebih merata sehingga meningkatkan kualitas beton (Alwie *et al.*, 2020).

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu tersebut, terlihat bahwa penggunaan abu sekam padi pada beton SCC masih memperlihatkan hasil yang beragam. Sebagian penelitian menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan dan sifat mekanik beton pada kadar tertentu, sedangkan penelitian lain menunjukkan penurunan kekuatan beton akibat penggunaan abu sekam padi dalam kadar tinggi. Selain itu, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada kuat tekan beton, sedangkan kajian mengenai pengaruh abu sekam padi terhadap kuat tarik belah, kuat lentur, dan karakteristik beton segar SCC secara bersamaan masih relatif terbatas. Penelitian sebelumnya juga umumnya menggunakan kombinasi material tambahan lain seperti *silica fume*, sehingga pengaruh spesifik abu sekam padi dan *superplasticizer* terhadap beton SCC masih perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi pada beton *Self-Compacting Concrete* (SCC) dengan penggunaan *superplasticizer* Viscocrete 3115 N terhadap karakteristik beton segar dan sifat mekanik beton. Penelitian difokuskan pada variasi abu sekam padi sebesar 0%, 5%, dan 10% sebagai substitusi sebagian semen untuk mengetahui kadar optimum yang mampu menghasilkan beton SCC dengan mutu baik. Karakteristik beton segar akan dianalisis melalui pengujian *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* guna mengetahui kemampuan *filling ability*, *passing ability*, dan *workability* campuran beton. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton pada umur 7 hari dan 28 hari.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis hubungan antara karakteristik beton segar SCC dengan sifat mekanik beton akibat penggunaan abu sekam padi dan *superplasticizer* Viscocrete 3115 N secara bersamaan. Penelitian ini tidak hanya meninjau kuat tekan beton, tetapi juga mengkaji kuat tarik belah dan kuat lentur sebagai parameter tambahan untuk mengetahui perilaku mekanik beton SCC secara lebih menyeluruh. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pengembangan beton SCC ramah lingkungan melalui pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan tambah beton tanpa mengurangi mutu dan kinerja beton yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengujian beton segar SCC melalui metode *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box*, menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi dan *superplasticizer* Viscocrete 3115 N terhadap kuat tekan beton SCC pada umur 7 hari dan 28 hari, serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap kuat tarik belah dan kuat lentur beton SCC. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan teknologi beton berkelanjutan yang memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan alternatif pada konstruksi modern.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung pada bulan November 2025 sampai Februari 2026. Metode yang digunakan ialah metode eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap sifat segar dan sifat mekanik *Self Compacting Concrete* (SCC). Kajian ini difokuskan pada pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton SCC dengan variasi substitusi abu sekam padi sebesar 0%, 5%, dan 10% dari berat semen. Pendekatan eksperimen dipilih karena mampu memberikan hasil pengujian yang terukur dan terkontrol terhadap perubahan karakteristik beton akibat variasi campuran yang digunakan.

Material penyusun beton terdiri atas semen Portland, agregat halus, agregat kasar, air, abu sekam padi, dan *superplasticizer* Viscocrete 3115 N. Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi kering hingga menghasilkan abu halus yang kemudian disaring sebelum digunakan sebagai bahan substitusi semen. Penggunaan abu sekam padi dimaksudkan untuk meningkatkan sifat pozzolanik beton sekaligus memanfaatkan limbah pertanian sebagai material ramah lingkungan (Sutrisno dan Kartikasari, 2017). Agregat halus dan agregat kasar terlebih dahulu diuji karakteristiknya agar memenuhi standar material beton SCC, sedangkan air yang digunakan berasal dari sumber air bersih yang layak untuk pencampuran beton.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi *concrete mixer*, sekop, *compression testing machine*, timbangan digital, *slump cone*, oven, cetakan silinder berukuran 15 × 30 cm, cetakan balok 15 × 15 × 60 cm, tongkat pemadat, mistar, ayakan, dan alat bantu lainnya. Penggunaan alat tersebut disesuaikan dengan tahapan pengujian yang dilakukan, mulai dari pencampuran material, pencetakan benda uji, perawatan beton, hingga pengujian sifat mekanik beton.

Perencanaan campuran (*mix design*) beton SCC pada penelitian ini mengacu pada metode ACI dan EFNARC yang dimodifikasi berdasarkan SNI 03-2834-2000. Rasio air-semen (*water cement ratio*) yang digunakan sebesar 0,30 dengan target kuat tekan rencana sebesar 35 MPa. Dalam perencanaan campuran, volume pasta, kadar udara, kebutuhan air, dan proporsi agregat ditentukan agar campuran memenuhi karakteristik SCC, khususnya *flowability*, *passing ability*, dan *segregation resistance* (EFNARC, 2005). Komposisi dasar campuran beton per 1 m<sup>3</sup> terdiri atas semen 583 kg/m<sup>3</sup>, air 176 L/m<sup>3</sup>, agregat halus 758,12 kg/m<sup>3</sup>, agregat kasar 1137,4 kg/m<sup>3</sup>, dan *superplasticizer* 8,74 L/m<sup>3</sup>. Variasi abu sekam padi digunakan sebagai substitusi semen sebesar 0%, 5%, dan 10% dari berat semen sehingga kebutuhan semen berubah menjadi 583 kg/m<sup>3</sup>, 554 kg/m<sup>3</sup>, dan 525 kg/m<sup>3</sup> secara berturut-turut.

Perhitungan kebutuhan bahan campuran dilaksanakan berdasarkan volume benda uji. Untuk campuran normal tanpa abu sekam padi diperlukan semen sebesar 3,08 kg, agregat halus 4,018 kg, agregat kasar 6,028 kg, dan air 0,93 kg untuk setiap benda uji silinder. Pada variasi 5% abu sekam padi digunakan abu sekam sebesar 0,154 kg dengan kebutuhan semen 2,93 kg, sedangkan pada variasi 10% digunakan abu sekam sebesar 0,308 kg dengan kebutuhan semen 2,78 kg. Penambahan *superplasticizer* sebesar 1,5% dari berat semen dilakukan untuk mempertahankan kemampuan alir SCC tanpa meningkatkan kadar air campuran.

Benda uji yang digunakan terdiri atas silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, serta balok berukuran 100 mm × 100 mm × 400 mm untuk pengujian kuat lentur. Total benda uji yang digunakan sebanyak 45 sampel yang diuji pada umur 7 hari dan 28 hari. Sebelum proses pencetakan, seluruh material ditimbang sesuai proporsi campuran. Cetakan beton dibersihkan dan dilapisi oli agar memudahkan pelepasan benda uji setelah beton mengeras. Selanjutnya material dicampur memakai *concrete mixer* hingga homogen, dimulai dari agregat halus, agregat kasar, semen, abu sekam padi, dan air yang telah dicampur dengan *superplasticizer*.

Pengujian sifat segar beton dilakukan berdasarkan standar EFNARC (2005) melalui *slump flow test*, *V-funnel test*, dan *L-box test*. *Slump flow test* digunakan untuk mengetahui kemampuan alir (*flowability*) beton SCC dengan target diameter sebar antara 640–695 mm. *V-funnel test* digunakan untuk mengukur waktu alir beton melalui celah sempit dengan target waktu 6–12 detik, sedangkan *L-box test* digunakan untuk mengevaluasi kemampuan beton

melewati tulangan atau hambatan (*passing ability*) melalui rasio perbandingan tinggi beton ( $h_2/h_1$ ). Pengujian ini bertujuan memastikan campuran SCC memenuhi karakteristik beton memadat sendiri tanpa pemadatan mekanis.

Setelah pengujian sifat segar selesai, beton dituangkan ke dalam cetakan secara bertahap. Pada benda uji silinder, pengecoran dilakukan dalam tiga lapisan kemudian dipadatkan memakai tongkat pemadat untuk mengurangi rongga udara. Permukaan benda uji diratakan dan cetakan diketuk perlahan agar distribusi campuran merata. Benda uji kemudian didiamkan selama 24 jam sebelum dilepas dari cetakan dan direndam dalam bak air untuk proses *curing* hingga umur pengujian tercapai. Perawatan beton dilakukan untuk menjaga proses hidrasi semen agar perkembangan kekuatan beton berlangsung optimal.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011 memakai *compression testing machine*. Nilai kuat tekan beton dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:  $f'_c$  ialah kuat tekan beton (MPa),  $P$  ialah beban maksimum (N), dan  $A$  ialah luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ ). Pengujian kuat tekan dilaksanakan pada umur 7 hari dan 28 hari untuk mengetahui perkembangan kekuatan beton akibat variasi abu sekam padi.

Pengujian kuat tarik belah dilakukan berdasarkan ASTM C496 memakai benda uji silinder dengan kecepatan pembebanan 1–2 MPa/menit. Nilai kuat tarik belah dihitung memakai persamaan berikut.

$$T = \frac{2P}{\pi LD}$$

Keterangan:  $T$  ialah kuat tarik belah (MPa),  $P$  ialah beban maksimum (N),  $L$  ialah panjang benda uji (mm), dan  $D$  ialah diameter benda uji (mm). Pengujian ini bertujuan mengetahui kemampuan beton dalam menahan gaya tarik tidak langsung akibat pembebanan horizontal.

Pengujian kuat lentur dilaksanakan berdasarkan SNI 4154:2014 dengan metode pembebanan satu titik pada benda uji balok. Nilai kuat lentur beton dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan:  $R$  ialah kuat lentur beton (MPa),  $P$  ialah beban maksimum (N),  $L$  ialah panjang bentang (mm),  $b$  ialah lebar penampang balok (mm), dan  $d$  ialah tinggi penampang balok (mm). Pengujian ini bertujuan mengetahui kemampuan beton dalam menahan gaya lentur hingga terjadi keruntuhan.

Data hasil pengujian sifat segar dan sifat mekanik beton kemudian dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk membandingkan pengaruh variasi abu sekam padi terhadap mutu beton SCC. Hasil pengujian pada masing-masing variasi dibandingkan untuk menentukan komposisi optimum yang menghasilkan karakteristik SCC terbaik berdasarkan parameter *flowability*, kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Hasil Penelitian

##### 3.1.1 Karakteristik Material dan Beton Segar

Pemeriksaan agregat dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus melalui pengujian kadar lumpur, kadar air, dan analisis saringan untuk memastikan kelayakan material sebagai bahan penyusun *Self Compacting Concrete* (SCC). Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan masih memenuhi persyaratan standar. Nilai kadar lumpur agregat kasar sebesar 0,99% dan agregat halus sebesar 4,75%, sedangkan kadar air agregat kasar dan agregat halus masing-masing sebesar 0,90% dan 1,00%. Hasil analisis saringan menunjukkan distribusi

gradasi agregat masih berada dalam batas standar SNI sehingga material dinilai layak digunakan dalam campuran beton SCC.

Pengujian beton segar dilakukan menggunakan metode *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* berdasarkan standar EFNARC untuk mengetahui kemampuan alir beton SCC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran memenuhi persyaratan SCC.

Tabel 1. Hasil Pengujian Beton Segar SCC

Variasi	<i>Slump Flow</i> (mm)	<i>V-Funnel</i> (detik)	<i>L-Box</i>
ASP 0%	700	11	0,80
ASP 5%	690	9	0,87
ASP 10%	680	12,20	0,88
Standar EFNARC	650–800	6–12	0,8–1,0

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Nilai *slump flow* menunjukkan seluruh campuran masih berada pada rentang SCC yang disyaratkan, meskipun terjadi penurunan diameter sebaran seiring meningkatnya kadar abu sekam padi. Pada pengujian *V-funnel*, waktu alir beton berada pada rentang 9–12,20 detik sehingga masih memenuhi standar EFNARC. Sementara itu, hasil pengujian *L-box* menunjukkan rasio 0,80–0,88 yang menandakan beton mampu melewati celah tulangan dengan baik tanpa mengalami *blocking* yang signifikan.

### 3.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari menggunakan *Compression Testing Machine*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran mengalami peningkatan kuat tekan seiring bertambahnya umur beton.

Tabel 2. Rekapitulasi Kuat Tekan Beton SCC

Variasi	Kuat Tekan 7 Hari (MPa)	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)
ASP 0%	25,963	33,940
ASP 5%	20,415	34,712
ASP 10%	18,921	25,262

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Pada umur 7 hari, variasi beton SCC tanpa abu sekam padi menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 25,963 MPa, sedangkan variasi ASP 5% sebesar 20,415 MPa dan ASP 10% sebesar 18,921 MPa. Pada umur 28 hari, variasi ASP 5% menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 34,712 MPa, lebih tinggi dibanding beton normal sebesar 33,940 MPa. Sementara itu, variasi ASP 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 25,262 MPa.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi sebesar 5% masih mampu meningkatkan kuat tekan beton SCC, sedangkan penggunaan sebesar 10% menyebabkan penurunan kuat tekan dibandingkan beton normal.

### 3.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 hari menggunakan benda uji silinder untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan gaya tarik tidak langsung.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC

Variasi	Kuat Tarik Belah (MPa)
ASP 0%	3,086

Variasi	Kuat Tarik Belah (MPa)
ASP 5%	2,535
ASP 10%	2,010

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton normal memiliki kuat tarik belah tertinggi sebesar 3,086 MPa. Variasi ASP 5% menghasilkan kuat tarik belah sebesar 2,535 MPa, sedangkan ASP 10% sebesar 2,010 MPa. Nilai kuat tarik belah cenderung menurun seiring meningkatnya kadar abu sekam padi dalam campuran beton SCC.

### 3.1.4 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC

Pengujian kuat lentur dilakukan pada benda uji balok berukuran  $15 \times 15 \times 60$  cm pada umur 28 hari untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan tegangan lentur.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton SCC

Variasi	Kuat Lentur (MPa)
ASP 0%	4,299
ASP 5%	3,487
ASP 10%	2,344

(Sumber: Hasil Penelitian, 2025)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton normal menghasilkan kuat lentur tertinggi sebesar 4,299 MPa. Variasi ASP 5% menghasilkan kuat lentur sebesar 3,487 MPa, sedangkan variasi ASP 10% sebesar 2,344 MPa. Nilai kuat lentur beton mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar abu sekam padi pada campuran SCC.

## 3.2 Pembahasan

### 3.2.1 Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Beton Segar SCC

Hasil pengujian beton segar menunjukkan bahwa seluruh variasi campuran masih memenuhi persyaratan SCC berdasarkan standar EFNARC. Nilai *slump flow* berada pada rentang 680–700 mm, nilai *V-funnel* berada pada rentang 9–12,20 detik, dan nilai *L-box* berkisar antara 0,80–0,88. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi masih mampu mempertahankan kemampuan alir beton SCC.

Penambahan abu sekam padi menyebabkan nilai *slump flow* cenderung menurun seiring bertambahnya kadar substitusi. Kondisi ini terjadi karena abu sekam padi mempunyai luas permukaan yang besar dan sifat menyerap air yang tinggi sehingga meningkatkan kebutuhan air campuran. Selain itu, partikel halus abu sekam padi meningkatkan viskositas pasta beton sehingga aliran beton menjadi lebih lambat.

Meskipun demikian, penggunaan *superplasticizer* sebesar 1,5% mampu membantu mempertahankan *workability* beton SCC sehingga campuran tetap memenuhi kriteria *filling ability* dan *passing ability*. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan bahan pozzolan halus pada SCC dapat meningkatkan kohesi campuran, tetapi berpotensi menurunkan kemampuan alir apabila tidak diimbangi penggunaan bahan tambah kimia.

### 3.2.2 Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa variasi abu sekam padi 5% menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 34,712 MPa pada umur 28 hari. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan beton normal sebesar 33,940 MPa. Peningkatan kuat tekan terjadi karena abu sekam padi mengandung silika aktif yang bereaksi secara pozzolanik dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen sehingga membentuk senyawa *calcium silicate hydrate* (C-S-H) tambahan yang memperpadat mikrostruktur beton.

Selain itu, ukuran partikel abu sekam padi yang sangat halus juga berfungsi sebagai *micro filler* yang mampu mengisi rongga-rongga kecil dalam beton sehingga porositas menjadi lebih rendah dan beton menjadi lebih padat. Kondisi tersebut menyebabkan beton mampu menahan beban tekan lebih baik dibandingkan beton normal.

Namun, pada variasi abu sekam padi 10% terjadi penurunan kuat tekan menjadi 25,262 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa kadar abu sekam padi yang terlalu tinggi dapat mengurangi jumlah semen efektif dalam campuran sehingga reaksi hidrasi menjadi tidak optimal. Selain itu, tingginya kandungan partikel halus menyebabkan kebutuhan air meningkat dan berpotensi meningkatkan porositas beton apabila tidak dikontrol dengan baik.

### 3.2.3 Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah menunjukkan bahwa peningkatan kadar abu sekam padi menyebabkan penurunan nilai kuat tarik beton. Beton normal menghasilkan kuat tarik belah rata-rata sebesar 3,086 MPa, sedangkan variasi 5% dan 10% berturut-turut sebesar 2,535 MPa dan 2,010 MPa.

Penurunan kuat tarik belah disebabkan oleh meningkatnya porositas beton akibat penggunaan abu sekam padi dalam jumlah besar. Ikatan antara pasta semen dan agregat menjadi kurang optimal sehingga kemampuan beton menahan tegangan tarik menurun. Selain itu, kemungkinan adanya kadar lumpur yang cukup tinggi pada agregat serta penambahan air yang berlebih selama proses pencampuran juga dapat memengaruhi penurunan kualitas beton.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan pada kadar tertentu, peningkatan tersebut tidak selalu diikuti peningkatan kuat tarik belah beton.

### 3.2.4 Pengaruh Abu Sekam Padi terhadap Kuat Lentur Beton

Hasil pengujian kuat lentur memperlihatkan pola yang sama dengan kuat tarik belah, yaitu terjadi penurunan kuat lentur seiring meningkatnya kadar abu sekam padi. Beton normal menghasilkan kuat lentur sebesar 4,299 MPa, sedangkan variasi 5% dan 10% masing-masing sebesar 3,487 MPa dan 2,344 MPa.

Penurunan kuat lentur terjadi karena beton dengan kandungan abu sekam padi tinggi cenderung mempunyai struktur yang lebih rapuh akibat meningkatnya rongga dalam beton. Selain itu, berkurangnya kandungan semen efektif menyebabkan kemampuan beton menahan tegangan tarik akibat pembebanan lentur menjadi lebih rendah.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi pada SCC perlu dibatasi pada kadar tertentu agar tidak menurunkan sifat mekanik beton secara signifikan.

### 3.2.5 Kadar Optimum Abu Sekam Padi pada SCC

Berdasarkan seluruh hasil pengujian, variasi abu sekam padi 5% merupakan kadar optimum dalam penelitian ini. Variasi tersebut mampu menghasilkan kuat tekan tertinggi dengan tetap memenuhi persyaratan beton SCC pada pengujian beton segar.

Sementara itu, penggunaan abu sekam padi sebesar 10% menyebabkan penurunan hampir seluruh parameter mekanik beton. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi harus memperhatikan proporsi optimum agar manfaat sifat pozzolanik dan efek *filler* dapat bekerja secara maksimal tanpa menurunkan kualitas beton SCC.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan penambahan abu sekam padi, diperoleh bahwa seluruh variasi campuran dengan kadar abu sekam padi 0%, 5%, dan 10% masih memenuhi karakteristik beton segar SCC. Nilai *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* menunjukkan bahwa beton tetap memiliki kemampuan mengalir, kemampuan melewati tulangan, dan *workability* yang baik sehingga beton dapat diaplikasikan tanpa proses pemadatan menggunakan getaran. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi hingga kadar tertentu masih layak digunakan pada campuran beton SCC. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi sebesar 5% memberikan

hasil optimum dengan kuat tekan rata-rata sebesar 34,71 MPa pada umur 28 hari, lebih tinggi dibandingkan beton normal sebesar 33,94 MPa. Sementara itu, penambahan abu sekam padi sebesar 10% menurunkan kuat tekan menjadi 25,26 MPa. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dalam jumlah terbatas masih mampu mempertahankan bahkan meningkatkan mutu tekan beton SCC, sedangkan penggunaan dalam kadar yang lebih tinggi menyebabkan penurunan kekuatan beton. Pada pengujian kuat tarik belah dan kuat lentur, penambahan abu sekam padi cenderung menurunkan nilai kekuatan beton. Beton SCC tanpa abu sekam padi menghasilkan kuat tarik belah dan kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan variasi campuran dengan penambahan abu sekam padi 5% maupun 10%. Penurunan paling besar terjadi pada variasi 10%, sehingga dapat disimpulkan bahwa peningkatan kadar abu sekam padi di atas 5% kurang efektif terhadap sifat mekanik beton, khususnya pada kemampuan tarik dan lentur. Meskipun demikian, seluruh variasi campuran masih menunjukkan hubungan yang proporsional antara kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur. Secara umum, penelitian ini menunjukkan bahwa abu sekam padi berpotensi digunakan sebagai bahan tambah atau substitusi sebagian semen pada beton SCC, khususnya pada kadar optimum sekitar 5%, karena masih mampu mempertahankan kualitas beton sekaligus mendukung pemanfaatan limbah pertanian yang lebih ramah lingkungan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji variasi kadar abu sekam padi yang lebih rinci, penggunaan kombinasi bahan tambah lain, serta pengaruhnya terhadap durabilitas dan umur panjang beton SCC.

## Referensi

1. Alwie, R. D., Danar, D., Furwanti, A., et al. (2020). "Tugas akhir tugas akhir." *Jurnal Ekonomi*, 18(1), 41–49.
2. Gusmi, B., et al. (2019). "Pengaruh kadar rice husk ash terhadap kuat tekan pada high strength self compacting concrete (HSSCC) benda uji silinder 7,5 cm × ...", 21–30.
3. Husk, K. R., Strength, C., & Method, A. (n.d.). "Studi pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton." 9(2085), 929–935.
4. Kusumaningrum, D. C. (2019). Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton dengan agregat kasar koral Long Iram dan agregat halus pasir Mahakam. *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(2).
5. Lim, S., Caster, A. G., & Leone, S. R. (2023). "Pengaruh penambahan sekam padi terhadap kuat tekan beton.", 1–4.
6. Noerangga, F. H., Darmayasa, I. G. N. P., Ariawan, P., & Ariana, K. A. (2023). Pengaruh komposisi abu sekam padi terhadap kuat tekan beton. *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 2(1), 25–39.
7. November, N., & Adnan, A. (2023). Inovasi teknologi beton self compacting concrete terhadap panjang pengaliran (L-Flow) dengan variasi umur perawatan beton. (4).
8. Nuklirullah, M., & Bahar, F. F. (2023). Pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambahan terhadap kuat tekan beton. 21(1), 58–67.
9. PARHAN, A. (2023). *Studi kuat tekan beton mutu sedang dengan campuran abu sekam padi dan limbah beton* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Mataram).
10. Rahman, D. F. (2018). Pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai material pengganti semen pada campuran beton self compacting concrete (SCC) terhadap kuat tekan dan porositas beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/18).
11. Ridwan, M., & Kudwadi, B. (2024). Substitusi limbah abu sekam padi pada beton self compacting concrete (SCC). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1389–1400.
12. Ridwan, M., Istiqomah, & Kudwadi, B. (2025). Substitusi limbah abu sekam padi pada beton self compacting concrete (SCC). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(4), 1389–1400. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i4.31227>
13. Rodhi, N. N., & Desiana, R. A. M. (2021). Studi perancangan beton self compacting concrete dengan penambahan abu sekam padi dan superplasticizer. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 40–47.
14. Rongko, E. T. (2023). *Pengaruh penambahan abu limbah sekam padi sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton mutu rendah*, 1–94.
15. Sarjana, P., et al. (2025). Karakteristik mekanik beton self compacting concrete dengan variasi penambahan. *Disusun Oleh*.
16. Sutrisno, A. E., & Kartikasari, D. (2017). Pengaruh penambahan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton. 2(2), 63–70.
17. Tanijaya, J., & Tonapa, S. R. (2020). Pemanfaatan rice husk ash dan bottom ash sebagai bahan campuran pada beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(4), 273–281.
18. Thiyafi, A. J. (2023). *Pengaruh bahan tambah abu sekam padi dan sikafume terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton SCC*.
19. Tiyani, L., Setiawan, Y., & Nusantara, J. L. W. (2025). Self compacting concrete dengan serat limbah scrap baja dan abu sekam padi. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 521–535.