

ANALISIS SIFAT MEKANIS *SELF-COMPACTING CONCRETE* YANG MENGGUNAKAN ABU SEKAM PADI DENGAN VARIASI *RECYCLED CONCRETE AGGREGATE* (0%, 50%, DAN 55%) SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR

Prativa Lutfi Nur Ananda; Mochamad Solikin
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Self-Compacting Concrete (SCC) merupakan beton dengan karakteristik mampu mengalir secara bebas kedalam bekisting serta mampu menghasilkan pemadatan secara optimal dan tidak membutuhkan bantuan getaran mekanis. *Self-Compacting Concrete* (SCC) tidak selalu menggunakan material konvensional dalam proses pembuatannya. Dalam upaya pemanfaatan material ramah lingkungan, penggunaan bahan lain seperti limbah sebagai substitusi material bisa menjadi alternatif guna mengurangi limbah yang dapat mencemari lingkungan. Material limbah yang sering dijadikan sebagai substitusi adalah *Recycled Concrete Aggregate* (RCA). Penggunaan RCA umumnya sebagai substitusi agregat kasar, tetapi memiliki efek menurunkan sifat mekanis beton karena karakteristik RCA itu sendiri yang berbeda dengan agregat alami. Namun, efek penurunan sifat mekanis tersebut dapat dibantu dengan digunakannya abu sekam padi sebagai substitusi semen, karena kandungan silikanya yang cukup tinggi sehingga dapat membantu memperbaiki kualitas mikrostruktur beton SCC. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi penggunaan RCA sebagai substitusi agregat kasar pada beton SCC yang menggunakan abu sekam padi sebagai substitusi semen terhadap sifat mekanis beton SCC ditinjau berdasarkan kuat tarik belah serta kuat tekan. Penelitian ini menggunakan variasi RCA0%+ASP0%, RCA0%+ASP10%, RCA50%+ASP10%, RCA55%+ASP10% dengan mutu beton rencana 25 MPa dalam umur 28 hari. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa substitusi abu sekam padi tanpa RCA dapat meningkatkan sifat mekanis beton SCC yang ditinjau dari kuat tekan dan kuat tarik belahnya. Namun, penurunan kuat tekan serta kuat tarik belah beton SCC terjadi ketika disubstitusi menggunakan abu sekam padi dan RCA. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, kesimpulan yang dapat diambil adalah pemanfaatan abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen mampu mengurangi efek negatif penggunaan RCA serta meningkatkan kinerja mekanis beton SCC.

Kata Kunci: *Self-Compacting Concrete* (SCC), Abu Sekam Padi, *Recycled Concrete Aggregate* (RCA)

Abstract

Self-Compacting Concrete (SCC) is a type of concrete characterized by its ability to flow freely into formwork, achieve optimal compaction, and does not require mechanical vibration. *Self-Compacting Concrete* (SCC) does not always use conventional materials in its production process. In an effort to utilize environmentally friendly materials, the use of alternative materials such as waste as a substitute for conventional materials can be an alternative to reduce waste that may pollute the environment. One of the waste materials commonly used as a substitute is *Recycled Concrete Aggregate* (RCA). RCA is

generally used as a partial replacement for coarse aggregate; however, its use has the effect of reducing the mechanical properties of concrete due to the characteristics of RCA itself, which differ from those of natural aggregate. However, the reduction in mechanical properties can be mitigated by using Rice Husk Ash (RHA) as a partial replacement for cement because of its relatively high silica content, which can help improve the microstructural quality of SCC. This study aimed to analyze the effect of variations in the use of RCA as a partial replacement for coarse aggregate in SCC containing rice husk ash as a partial replacement for cement on the mechanical properties of SCC, as evaluated by its splitting tensile strength and compressive strength. The concrete mixtures consisted of RCA0%+RHA0%, RCA0%+RHA10%, RCA50%+RHA10%, and RCA55%+RHA10%, with a target compressive strength of 25 MPa at the age of 28 days. The results of this study indicate that the substitution of rice husk ash without RCA improved the mechanical properties of SCC, as indicated by its compressive strength and splitting tensile strength. However, a reduction in the compressive strength and splitting tensile strength of SCC occurred when rice husk ash and RCA were used as substitutions. Based on the results of this study, it can be concluded that the utilization of rice husk ash as a partial replacement for cement was able to reduce the negative effects of RCA and improve the mechanical performance of SCC.

Keywords: *Self-Compacting Concrete (SCC), Rice Husk Ash (RHA), Recycled Concrete Aggregate (RCA),*

1. PENDAHULUAN

Material konstruksi yang sering digunakan oleh masyarakat saat ini dalam melakukan pembangunan infrastruktur adalah beton. Beton memiliki kekuatan yang relatif tinggi serta biaya yang lebih ekonomis dibandingkan material konstruksi lainnya. Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur menyebabkan permintaan akan kebutuhan semen dan agregat alami terus bertambah sehingga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan serta eksploitasi sumber daya alam yang tidak terkontrol. Berdasarkan studi kasus terhadap PT. Semen Indonesia Pabrik Tuban, penurunan kualitas air yang menjadi keruh karena adanya partikel kapur hasil aktivitas industri semen terjadi pada daerah pemukiman sekitar pabrik (Novita Sari dkk, 2025). Selain itu, eksploitasi agregat alam secara terus menerus dapat mengurangi ketersediaan sumber daya mineral (Marvila dkk, 2022). Oleh karena itu, material alternatif yang ramah lingkungan dapat menjadi salah satu bentuk upaya dalam melaksanakan pembangunan berkelanjutan (*sustainable construction*).

Pembangunan berkelanjutan menjadikan beton mengalami banyak inovasi dalam dunia konstruksi. *Self-Compacting Concrete (SCC)* merupakan beton yang sering digunakan dalam dunia konstruksi selain beton normal. Beton SCC memiliki karakteristik yang berbeda daripada jenis beton lainnya. Beton SCC merupakan jenis beton dengan kemampuan mengalir serta memadat dengan beratnya sendiri tanpa bantuan vibrator dalam prosesnya. Penggunaan SCC dapat mempermudah proses pengecoran yang dilakukan pada elemen struktur dengan tulangan rapat yang sulit dijangkau oleh vibrator. (Meko dkk, 2021)

Sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan, penggunaan limbah mulai banyak dikembangkan sebagai substitusi terhadap materialnya. Salah satu limbah yang sering digunakan adalah *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) sebagai substitusi penggunaan agregat kasar. *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) dapat berupa limbah pembongkaran bangunan ataupun sisa sampel yang telah diuji yang dimanfaatkan sebagai material penyusun beton baru. Meskipun dapat digunakan sebagai substitusi material penyusun beton, penggunaan RCA umumnya dapat menyebabkan penurunan sifat mekanis beton karena adanya mortar lama yang ada pada permukaan agregat sehingga memiliki pori yang lebih banyak dan menyerap air lebih banyak. (Piccinali dkk, 2022)

Sebagai upaya dalam mengurangi penurunan sifat mekanis beton yang disebabkan oleh penggunaan RCA, pemanfaatan bahan tambah lain yang bersifat pozzolanik dapat menjadi solusi. Salah satu bahan tambah yang mengandung pozzolan adalah abu sekam padi (*Rice Husk Ash* atau RHA). Abu sekam padi didapatkan dari limbah sisa pembakaran sekam padi yang mengandung silika cukup tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai *Supplementary Cementitious Material* (SCM). Reaksi pozzolanik antara silika dalam RHA dan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen menghasilkan gel *Calcium Silicate Hydrate* (C-S-H) tambahan yang mampu memperbaiki mikrostruktur beton, mengurangi porositas, serta meningkatkan kekuatan dan durabilitas beton apabila digunakan pada kadar optimum. (Dimas dkk, 2025)

Beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa beton yang menggunakan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) sebagai substitusi agregat kasar cenderung menurunkan nilai kuat tekan serta kuat tariknya. (Oikonomopoulou dkk, 2022). Sementara itu, pemanfaatan abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen telah diteliti dan menghasilkan peningkatan terhadap sifat mekanisnya dibandingkan dengan beton normal. (Farhan dkk., 2023)

Oleh karena itu, penelitian ini dapat dilakukan karena penelitian yang melakukan penggabungan antara penambahan abu sekam padi dengan RCA masih sangat sedikit. Umumnya penelitian masih dilakukan secara terpisah sehingga informasi mengenai pengaruh kedua bahan tersebut jika digunakan bersama sangat minim. Berdasarkan uraian diatas penelitian akan dilaksanakan dengan membahas pengaruh variasi penggunaan RCA sebagai substitusi agregat kasar pada beton SCC yang menggunakan abu sekam padi sebagai substitusi semen terhadap sifat mekanis beton SCC ditinjau dari kuat tekan serta kuat tarik belahnya.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental sebagai pendekatan dalam pelaksanaan penelitian yang bertujuan mengevaluasi pengaruh penggunaan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) sebagai substitusi agregat kasar pada *Self-Compacting Concrete* (SCC) dengan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen. Pengaruh tersebut dianalisis berdasarkan perubahan sifat mekanis beton, khususnya nilai kuat tekan dan kuat tarik belah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium

Material penyusun *Self-Compacting Concrete* (SCC) meliputi semen Portland tipe I, *Recycled Concrete Aggregate* (RCA), abu sekam padi, air, *superplasticizer*, agregat kasar, agregat halus. Abu sekam padi digunakan sebagai pengganti sebagian semen sebesar 10%, sedangkan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) diterapkan sebagai substitusi agregat kasar dengan variasi persentase 50% dan 55%. Tahapan pembuatan *Self-Compacting Concrete* (SCC) dibagi menjadi 7 tahap penelitian dengan tahap pertama adalah melakukan *study literatur* serta persiapan alat dan bahan. Untuk persiapan abu sekam padi diayak menggunakan saringan No.200, sedangkan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) berasal dari sisa sampel pengujian silinder beton yang telah dihancurkan menggunakan palu kemudian di ayak dengan saringan No.4. Tahap kedua yaitu pengujian material untuk agregat dan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA). Tahap ketiga yaitu perancangan campuran. Perancangan campuran beton dilakukan berdasarkan SNI 03-2832-2000 yang dimodifikasi untuk menghasilkan beton dengan mutu rencana 25 MPa pada umur pengujian 28 hari. Kebutuhan bahan per 1 m³ pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Bahan per 1 m³

Variasi	Semen (kg/m ³)	Abu Sekam Padi (kg/m ³)	Agregat Kasar		Pasir (kg/m ³)	Air (lt/m ³)	Sika Viscocrete 3115N (lt/m ³)
			Kerikil (kg/m ³)	RCA (kg/m ³)			
RCA0%+ASP0%	500,000	0,000	640,000	0,000	960,000	225,000	5
RCA0%+ASP10%	460,899	39,111	640,000	0,000	960,000	225,000	5
RCA50%+ASP10%	460,889	39,111	320,000	320,000	960,000	225,000	5
RCA55%+ASP10%	460,889	39,111	288,000	352,000	960,000	225,000	5

Tahap keempat meliputi kegiatan *mixing*, dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Setiap variasi campuran beton dibuat 3 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan 3 benda uji untuk pengujian kuat tarik belah. Untuk beton segar dilakukan pengujian *slump flow* dan *L-Box* untuk memastikan rancangan campuran beton yang dilakukan telah memenuhi karakteristik beton SCC. Tahap kelima yaitu melakukan curing selama 28 hari. Tahap keenam yaitu dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Tahap ketujuh melakukan analisis data serta pembuatan laporan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Slump Flow

Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui nilai diameter sebaran campuran beton. Nilai *slump flow* yang ditargetkan adalah 650 mm. Menurut standar EFNARC (2005), beton SCC dinyatakan memenuhi persyaratan apabila memiliki diameter sebaran slump flow pada kisaran 640–800 mm.

Nilai slump flow dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Rata - Rata} = \frac{D_1 + D_2}{2} \quad (\text{III.1})$$

Tabel 2. *Slump Flow Test* pada Beton SCC

Variasi Campuran	Nilai <i>Slump Flow</i> (mm)		
	D ₁	D ₂	Rata-Rata
RCA0%+ASP0%	650	640	645
RCA0%+ASP10%	650	640	645
RCA50%+ASP10%	560	570	565
RCA55%+ASP10%	550	570	560

Berdasarkan Tabel 2. didapatkan rata-rata nilai *slump flow* pada variasi campuran RCA0%+ASP0%, RCA0%+ASP10%, RCA50%+ASP10%, RCA55%+ASP10% secara berturut turut adalah 645 mm, 645 mm, 565 mm, 560 mm. Nilai *slump flow* tertinggi terjadi pada variasi campuran RCA0%+ASP0% dan RCA0%+ASP10% dengan nilai *slump flow* rata-rata 645 mm, sedangkan nilai *slump flow* paling rendah terjadi pada variasi campuran RCA55%+ASP10% dengan nilai *slump flow* rata-rata 560 mm. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, didapatkan bahwa terjadi penurunan nilai *slump flow* pada variasi campuran RCA50%+ASP10% sebesar 12,40% terhadap nilai *slump flow* variasi campuran RCA0%+ASP0%, sedangkan pada variasi campuran RCA55%+ASP10% terjadi penurunan nilai *slump flow* sebesar 13,18% terhadap nilai *slump flow* variasi campuran RCA0%+ASP0%. Pada variasi campuran RCA50%+ASP10% dan RCA55%+ASP10% mengandung RCA yang cukup tinggi dibandingkan dengan agregat kasar alami sehingga perubahan nilai slump flow menjadi lebih rendah dapat terjadi. Berdasarkan pengujian penyerapan air yang telah dilakukan, nilai penyerapan air pada RCA lebih tinggi daripada nilai penyerapan air pada agregat kasar alami. Nilai penyerapan air pada RCA sebesar 6,069%, sedangkan pada agregat kasar alami sebesar 2,667%. Hal inilah yang menyebabkan nilai slump flow mengalami penurunan ketika variasi campuran dengan kadar RCA yang tinggi.

Ridwan dkk. (2024) telah melakukan penelitian mengenai substitusi limbah abu sekam padi pada beton SCC, dengan nilai *slump flow* pada beton SCC normal didapatkan nilai 665 mm. Sedangkan pada beton SCC dengan variasi campuran abu sekam padi 6%, 8%, 10%, 12%, 14% nilai *slump flow* yang didapatkan secara berurutan adalah 634,5 mm, 618,5 mm, 605 mm, 590 mm, dan 562,5 mm. Pada variasi campuran abu sekam padi 10% nilai *slump flow* mengalami penurunan sebesar 9,02% dari nilai *slump flow* beton SCC normal. Penurunan nilai *slump flow* ini dapat terjadi karena penambahan abu sekam padi dapat mempengaruhi jumlah air dalam beton.

Penurunan nilai *slump flow* akibat penggunaan RCA terdapat dalam penelitian yang dilakukan oleh Rizwan dkk. (2022) yang meneliti mengenai pengaruh penambahan RCA pada

beton SCC, nilai *slump flow* pada beton kontrol didapatkan 720 mm. Sedangkan pada beton SCC dengan variasi RCA 25%, 50%, dan 100% secara berurutan nilai *slump flow* yang didapatkan adalah 695 mm, 685 mm, dan 680 mm. Pada variasi substitusi RCA 50% terjadi penurunan nilai *slump flow* sebesar 4,86% dibandingkan dengan beton SCC tanpa campuran. Berdasarkan nilai tersebut, semakin banyak kadar RCA yang terkandung dalam beton SCC maka nilai *slump flow* yang didapatkan akan mengalami penurunan nilai yang semakin tinggi.

3.2 Pengujian *L-Box*

Untuk mengetahui tingkatan *passing ability* pada campuran beton SCC dapat dilakukan dengan melakukan pengujian *L-Box*. *Passing ability* merupakan kemampuan beton dalam mengalir melewati struktur ruang sempit seperti pada spasi antara tulangan baja tanpa adanya segregasi ataupun *blocking*. Campuran beton segar dimasukkan kedalam alat test dengan bentuk menyerupai alphabeth L dengan lempengan baja sebagai penutup dibagian bawah. Setelah campuran beton SCC penuh, penutup bagian bawah dibuka agar campuran beton dapat mengisi melewati besi-besi yang ada pada alat tersebut. Kedua sisi yang berbeda atau ketinggian di awal aliran dan diakhir aliran diukur untuk mendapatkan nilai H1 dan H2. Nilai H1 dan H2 dapat digunakan untuk menentukan nilai *passing ability ratio*, yaitu perbandingan ketinggian pada kedua sisi dengan membagi nilai H2 dengan H1. Nilai H2/H1 harus memiliki nilai diantara 0,8-1 berdasarkan EFNARC (2005).

Nilai *passing ability* dapat dicari dengan rumus:

$$\text{Passing Ability} = \frac{H_2}{H_1} \quad (\text{III.2})$$

Tabel 3. Hasil Pengujian *L-Box Test*

Variasi Campuran	<i>Passing Ability</i> (H2/H1)			Keterangan
RCA0%+ASP0%	H ₂	7,5 mm	1,000 mm	Memenuhi
	H ₁	7,5 mm		
RCA0%+ASP10%	H ₂	7,5 mm	0,974 mm	Memenuhi
	H ₁	7,7 mm		
RCA50%+ASP10%	H ₂	4,7 mm	0,940 mm	Memenuhi
	H ₁	5 mm		
RCA55%+ASP10%	H ₂	3,9 mm	0,867 mm	Memenuhi
	H ₁	4,5 mm		

Berdasarkan Tabel 3 nilai *passing ability* tertinggi didapatkan pada variasi campuran RCA0%+ASP0% dengan nilai *passing ability* 1 mm. Pada saat campuran beton ditambahkan dengan 10% abu sekam padi pada variasi campuran RCA0%+ASP10% terjadi penurunan nilai *passing ability* sebesar 2,6% menjadi 0,974 mm. Penurunan terjadi karena kandungan silika yang

tinggi pada abu sekam padi belum memberikan pengaruh pozzolanik yang signifikan pada kondisi beton segar. Reaksi pozzolanik baru berlangsung setelah proses hidrasi semen, sehingga pada saat pengujian L-box pengaruh yang lebih dominan adalah karakteristik fisik abu sekam padi, yaitu peningkatan kebutuhan air dan viskositas campuran. Penurunan nilai passing ability juga terjadi saat RCA ditambahkan dalam variasi campuran RCA50%+ASP10% dan RCA55%+ASP10%. Pada saat RCA ditambahkan terjadi penurunan 3,49% dan 10,99% terhadap nilai passing ability pada variasi campuran RCA0%+ASP10%. Berdasarkan hasil tersebut, nilai passing ability mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya persentase penggunaan RCA. Penurunan tersebut disebabkan karena adanya perbedaan karakteristik RCA dengan agregat alami. RCA masih memiliki lapisan mortar lama yang menempel dipermukaan agregatnya sehingga menyebabkan penyerapan air yang lebih tinggi dibandingkan agregat alami. Tingginya daya serap air pada RCA mengurangi jumlah air bebas (*free water*) di dalam campuran beton. Akibatnya, nilai rasio L-box menurun dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasar alami.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ridwan dkk. (2024) mengenai analisis beton SCC yang menggunakan abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen, hasil pengujian L Box pada beton SCC normal didapatkan nilai passing ability sebesar 0,911. Sedangkan pada beton SCC dengan variasi campuran abu sekam padi 6%, 8%, 10%, 12%, 14% nilai passing ability yang didapatkan secara berurutan adalah 0,889, 0,870, 0,857, 0,849, dan 0,819. Pada variasi campuran abu sekam padi 10% nilai passing ability menurun sebesar 5,93% dari nilai passing ability beton SCC normal. Penurunan nilai passing ability ini dapat terjadi karena penambahan abu sekam padi dapat memiliki pengaruh dalam jumlah air yang terkandung pada beton.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizwan dkk. (2022) yang meneliti mengenai pengaruh pemanfaatan RCA pada beton SCC, pengujian *L-Box* pada beton SCC normal mendapatkan nilai *passing ability* 0,84. Sedangkan pada beton SCC dengan variasi RCA 25%, 50%, dan 100% mendapatkan nilai *passing ability* sebesar 0,82, 0,81 dan 0,80. Pada penelitian ini semakin banyak kadar RCA yang terkandung dalam beton SCC maka nilai *passing ability* yang didapatkan akan semakin menurun.

3.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton SCC dengan campuran RCA dan abu sekam padi dilakukan dengan benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 15cm x 30cm. Pengujian ini dilakukan menggunakan *Universal Tension Machine* (UTM). Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

Variasi Campuran	Umur	Kuat Tekan (MPa)			
	(Hari)	BU 1	BU 2	BU 3	Kuat Tekan
RCA0%+ASP0%	28	22,9	24,4	25,3	24,20

RCA0%+ASP10%	28	28,3	25,2	27,3	26,93
RCA50%+ASP10%	28	25,8	20,4	22,5	22,90
RCA55%+ASP10%	28	23,7	22,2	21,9	22,60

Berdasarkan Tabel 4, nilai kuat tekan yang telah dilakukan pengujian ada yang tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 25 MPa. Nilai kuat tekan yang didapatkan pada variasi campuran RCA0%+ASP0%, RCA0%+ASP10%, RCA50%+ASP10%, RCA55%+ASP10% adalah 24,20 MPa, 26,93 MPa, 22,90 MPa, 22,60 MPa. Pada campuran RCA0%+ASP10% didapatkan kuat tekan dengan nilai tertinggi yaitu 26,93 MPa. Sedangkan pada variasi campuran RCA55%+ASP10% didapatkan nilai kuat tekan paling rendah sebesar 22,60 MPa. Peningkatan nilai kuat tekan sebesar 11,29% terjadi ketika dilakukan penambahan abu sekam padi sebesar 10% tanpa penambahan RCA (RCA0%+ASP10%) terhadap nilai kuat tekan pada beton variasi RCA0%+ASP0%. Ketika dilakukan substitusi RCA, terjadi penurunan nilai kuat tekan pada variasi campuran RCA50%+ASP10%, sebesar 14,97% terhadap nilai kuat tekan pada variasi RCA0%+ASP10%, sedangkan pada variasi campuran RCA55%+ASP10% terjadi penurunan sebesar 16,08% terhadap nilai kuat tekan RCA0%+ASP10%. Nilai kuat tekan mengalami penurunan karena adanya perbedaan perbandingan semen dan agregat kasar yang dapat menurunkan kualitas dari beton itu sendiri

Peningkatan kuat tekan pada beton SCC yang mengandung ASP 10% tanpa RCA ini terdapat dalam penelitian yang dilakukan oleh Ridwan, dkk (2024) yang membahas mengenai substitusi limbah abu sekam padi pada beton SCC. Pada penelitian ini menggunakan variasi abu sekam padi 0%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Pada umur beton 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton pada variasi 0%, 6%, 8%, 10%, dan 12% adalah 35,71 MPa, 37,17 MPa, 38,86 MPa, 41,84 MPa, dan 39,68 MPa. Berdasarkan hasil tersebut nilai kuat tekan paling tinggi terletak pada variasi beton SCC dengan kadar 10% abu sekam padi. Terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 17,17% pada beton SCC dengan substitusi abu sekam padi 10% terhadap beton SCC tanpa campuran. Hal ini dikarenakan pada abu sekam padi terkandung SiO_2 yang cukup tinggi yang mengalami reaksi terhadap kalsium hidroksida yang terjadi ketika hidrasi semen sedang berlangsung sehingga meningkatkan kuat tekan beton. Meningkatnya nilai kuat tekan beton ini dapat terjadi karena dalam abu sekam padi mengandung silika yang cukup tinggi sehingga dapat membantu zat kapur dalam semen pada saat proses hidrasi dengan air.

Pada penelitian yang dilakukan Suryadi, dkk (2022) yang melakukan penelitian mengenai efek penggunaan RCA sebagai substitusi agregat kasar pada beton SCC, digunakan variasi penambahan 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Nilai kuat tekan beton pada variasi campuran 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% secara berturut-turut adalah 20,124 MPa, 18,825 MPa, 18,684 MPa,

16,561 MPa, 15,711 MPa. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton SCC tanpa campuran RCA dengan nilai kuat tekan 20,124 MPa. Pada kadar RCA 50% terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 7,16% terhadap nilai kuat tekan beton SCC tanpa campuran. Hal ini dapat terjadi karena adanya mortar lama yang masih melekat pada permukaan RCA. Mortar lama menyebabkan beton memiliki porositas serta penyerapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa RCA.

3.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta. Benda uji yang digunakan berjumlah 12 sampel dengan 4 variasi campuran. Sampel pengujian telah dilakukan perendaman dengan waktu selama 28 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC

Variasi Campuran	Umur (Hari)	Kuat Tarik Belah (MPa)			
		BU 1	BU 2	BU 3	Rata-Rata
RCA0%+ASP0%	28	2,057	1,761	1,671	1,83
RCA0%+ASP10%	28	2,273	2,298	1,765	2,11
RCA50%+ASP10%	28	1,466	2,175	2,177	1,94
RCA55%+ASP10%	28	2,938	1,79	1,431	2,05

Berdasarkan Tabel 5 pada variasi campuran RCA0%+ASP0%, RCA0%+ASP10%, RCA50%+ASP10%, RCA55%+ASP10% didapatkan nilai kuat tarik belah beton secara berturut-turut 1,83 MPa, 2,11 MPa, 1,94 MPa, 2,05 MPa. Nilai kuat tarik belah beton tertinggi didapatkan pada variasi campuran RCA0%+ASP10% dengan nilai kuat tarik belah beton sebesar 2,11 MPa. Pada penelitian ini, beton SCC tanpa campuran memiliki nilai kuat tarik belah paling rendah. Terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah sebesar 15,30% ketika beton SCC disubstitusi menggunakan 10% abu sekam padi. Namun, ketika beton scc dengan substitusi abu sekam padi ditambahkan dengan RCA sebanyak 50%, terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 8,06% dari nilai kuat tarik belah pada variasi campuran RCA0%+ASP10%. Sedangkan pada variasi campuran RCA55%+ASP10% terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 2,84% dibandingkan dengan kuat tarik belah pada variasi campuran RCA0%+ASP10%.

Peningkatan nilai kuat tarik belah beton ketika disubstitusi menggunakan abu sekam padi terdapat dalam penelitian yang dilakukan oleh Patah dkk. (2022) variasi penggunaan abu sekam padi yang dipakai adalah pada setiap interval 2,5 antara 0%-10%. Hasil pengujian kuat tarik belah secara berturut-turut adalah 3,13 MPa, 3,74 MPa, 3,94 MPa, 3,91 MPa, dan 4,55 MPa pada beton dengan umur 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah beton seiring banyaknya persentase abu sekam padi yang disubstitusikan. Pada variasi campuran 10% terjadi kenaikan nilai kuat tarik belah paling tinggi yaitu 45,37% dibandingkan

dengan beton yang tidak terdapat campuran abu sekam padi.

Pada penelitian yang dilakukan Tri Putri dkk. (2022) yang menganalisis pengaruh substitusi RCA pada sebagian agregat kasar dengan persentase RCA 0%, 25%, 50%, dan 100%, Nilai kuat tarik belah beton yang didapatkan adalah 2,81 MPa, 2,78 MPa, 2,72 MPa, 2,48 MPa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pada umur beton 28 hari terjadi penurunan nilai kuat tarik belah beton sebesar 0,85%-11,54% dari nilai kuat tarik belah beton dengan beton tanpa campuran. Dalam penelitian ini persentase substitusi RCA yang tinggi dapat menyebabkan penurunan nilai kuat tarik belah beton.

Tabel 6. Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah Aktual dan Konversi

Variasi Campuran	Umur (Hari)	Kuat Tekan (f'c) (MPa)	Kuat Tarik Belah Aktual (MPa)	Rata-Rata Kuat Tarik Belah Aktual (MPa)	Konversi Kuat Tarik Belah ACI (0,56x√f'c)	Rata-Rata Kuat Tarik Belah Konversi (MPa)
RCA0%+ASP0%	28	22,9	2,06	1,83	2,68	2,75
	28	24,4	1,76		2,77	
	28	25,3	1,67		2,82	
RCA0%+ASP10%	28	28,3	2,27	2,11	2,98	2,91
	28	25,2	2,30		2,81	
	28	27,3	1,77		2,93	
RCA50%+ASP10%	28	25,8	1,47	1,94	2,84	2,68
	28	20,4	2,18		2,53	
	28	22,5	2,18		2,66	
RCA55%+ASP10%	28	23,7	2,94	2,05	2,73	2,66
	28	22,2	1,79		2,64	
	28	21,9	1,43		2,62	

Pada beton variasi RCA0%+ASP0%, kuat tarik belah hasil pengujian sebesar 1,83 MPa, sedangkan hasil konversi ACI sebesar 2,75 MPa. Demikian pula pada variasi RCA0%+ASP10%, RCA50%+ASP10%, dan RCA55%+ASP10%, nilai kuat tarik belah aktual berturut-turut sebesar 2,11 MPa, 1,94 MPa, dan 2,05 MPa, sedangkan hasil konversinya adalah 2,91 MPa, 2,68 MPa, dan 2,66 MPa. Perbedaan tersebut terjadi karena persamaan ACI merupakan persamaan empiris yang dikembangkan berdasarkan hasil pengujian beton normal (*normal-weight concrete*) dengan kualitas material dan kondisi pengujian tertentu. Persamaan tersebut digunakan untuk memperkirakan kuat tarik berdasarkan kuat tekan sehingga tidak selalu mampu menggambarkan kondisi beton yang memiliki karakteristik material berbeda, seperti beton SCC yang menggunakan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) dan abu sekam padi. Pada penelitian ini,

penggunaan RCA menyebabkan kuat tarik belah cenderung lebih rendah karena agregat daur ulang masih mengandung mortar lama yang memiliki porositas tinggi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Akinpelu dkk. (2019) nilai kuat tarik belah aktual pada beton normal yang dilakukan perbandingan dengan nilai prediksi kuat tarik belah menggunakan persamaan empiris ACI Committee 318 menyatakan bahwa ada ketidaksesuaian nilai kuat tarik belahnya. Nilai kuat tarik belah aktualnya sebesar 2,8 MPa, namun ketika dihitung menggunakan persamaan ACI Committee 318 nilai kuat tarik belah yang didapatkan hanya 2,4 Mpa. Perbedaan nilai tersebut dapat disebabkan karena persamaan empiris dikembangkan berdasarkan jenis beton yang berbeda, sedangkan beton pada penelitian ini memiliki karakteristik material, proporsi campuran, atau mikrostruktur yang berbeda.

4. PENUTUP

Merujuk pada hasil penelitian yang telah dijabarkan dalam pembahasan, dapat diambil kesimpulan:

- a. Pemanfaatan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) sebagai substitusi agregat kasar yang dikombinasikan dengan abu sekam padi menyebabkan nilai *slump flow test* dan *passing ability* mengalami penurunan dibandingkan beton SCC normal. Penurunan ini menunjukkan bahwa keberadaan RCA yang memiliki daya serap air tinggi serta partikel halus abu sekam padi meningkatkan kebutuhan air dan viskositas campuran sehingga kemampuan alir beton menjadi berkurang.
- b. Penggunaan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) cenderung menurunkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton akibat tingginya porositas, keberadaan mortar lama yang melekat pada agregat. Namun, substitusi sebagian semen dengan abu sekam padi mampu mengurangi penurunan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinpelu, M. A., Odeyemi, S. O., Olafusi, O. S., & Muhammed, F. Z. (2019). Evaluation of splitting tensile and compressive strength relationship of self-compacting concrete. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 31(1), 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2017.01.002>
- Dimas, D., Aulya, S., Akbar, A., Bkti, S., Shidqin, L., & Nurchasanah, Y. (2025). Teknologi Bahan Susun Beton Dengan Pemanfaatan Abu-Sekam Padi: Riview Artikel. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*.
- 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>
- Marvila, M., de Matos, P., Rodríguez, E., Monteiro, S. N., & de Azevedo, A. R. G. (2022). Recycled Aggregate: A Viable Solution for Sustainable Concrete Production. In *Materials* (Vol. 15, Number

15). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ma15155276>

- Meko, B., Ighalo, J. O., & Ofuyatan, O. M. (2021). Enhancement of self-compactability of fresh self-compacting concrete: A review. In *Cleaner Materials* (Vol. 1). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2021.100019>
- Novita Sari, R., Astuti, W., & Suminar, L. (2025). Dampak Industri PT. Semen Indonesia Pabrik Tuban terhadap Kondisi Permukiman di Sekitarnya. *Jurnal Perencanaan Wilayah, Kota, Dan Permukiman*, 7(1), 149–161. <https://doi.org/10.20961/desa-kota.v7i1.90054.149-161>
- Oikonomopoulou, K., Ioannou, S., Savva, P., Spanou, M., Nicolaides, D., & Petrou, M. F. (2022). Effect of Mechanically Treated Recycled Aggregates on the Long Term Mechanical Properties and Durability of Concrete. *Materials*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/ma15082871>
- Patah, D., & Dasar, A. (2022). Strength Performance of Concrete Using Rice Husk Ash (RHA) as Supplementary Cementitious Material (SCM). *Journal of the Civil Engineering Forum*, 261–276. <https://doi.org/10.22146/jcef.3488>
- Piccinali, A., Diotti, A., Plizzari, G., & Sorlini, S. (2022). Impact of Recycled Aggregate on the Mechanical and Environmental Properties of Concrete: A Review. In *Materials* (Vol. 15, Number 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ma15051818>
- Ridwan, M., Istiqomah, & Kudwadi, B. (2024). Substitusi Limbah Abu Sekam Padi Pada Beton Self Compacting Concrete (SCC). 7(4), 1389–1400.
- Rizwan, S. A., Irfan-Ul-Hassan, M., Rahim, A., Ali, S., Sultan, A., Syamsunur, D., & Md Yusoff, N. I. (2022). Recycled Coarse Aggregate for Sustainable Self-Compacting Concrete and Mortar. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4566531>
- Tri Putri, Y., Irianti, L., Sebayang, S., & Agustriana Noorhidana, V. (2022). Studi Eksperimental Pengaruh Substitusi Sebagian Agregat Kasar Dengan Recycled Coarse Aggregate (RCA) Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Mutu Normal. *Journal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 10(3), 407–422.