

PENINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH PADA BETON SCC DENGAN PENAMBAHAN FIBER ROTAN

Hilda Maharani Wijaya¹, Qomariah²

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang²

Email: hildamaharani@gmail.com¹, qomariah@polinema.ac.id²

ABSTRAK

Self-Compacting Concrete (SCC) adalah beton inovatif yang dirancang untuk dapat mengalir dan memadat secara mandiri di dalam bekisting tanpa memerlukan getaran eksternal. Kemampuannya yang tinggi dalam mengisi cetakan kompleks dan melewati celah antar tulangan menjadikan SCC sangat cocok digunakan pada struktur beton bertulang yang padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan fiber rotan terhadap sifat mekanik dan segar beton SCC, dengan fokus pada kuat tekan, kuat tarik belah, serta *workability*. Variasi penambahan fiber rotan dalam penelitian ini meliputi 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3% dari berat semen. Beton dirancang berdasarkan pedoman EFNARC (2005) dengan target mutu 40 MPa dan rasio air semen (fas) 0,38. Pengujian segar meliputi *slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box*. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan kadar fiber rotan menyebabkan meningkatnya waktu alir (*T50* dan *V-funnel*), serta menurunkan nilai *slump flow* dan *passing ability*. Dari sisi mekanik, penambahan fiber rotan menyebabkan penurunan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada beton tanpa fiber sebesar 52,32 MPa, sedangkan terendah pada variasi 3% sebesar 22,98 MPa. Kuat tarik belah tertinggi juga ditemukan pada beton tanpa fiber sebesar 3,04 MPa, dan terendah pada 3% sebesar 1,92 MPa. Persentase optimal penambahan fiber rotan yang masih memenuhi syarat beton segar dan memberikan hasil kuat tarik relatif baik adalah 1%. Penambahan fiber rotan juga meningkatkan biaya produksi beton SCC secara bertahap. Dengan demikian, penggunaan fiber rotan dalam jumlah terbatas dapat ditambah pada beton SCC yang ramah lingkungan.

Kata kunci : *Self-Compacting Concrete*; fiber rotan; kuat tekan; kuat tarik belah; *workability*

ABSTRACT

Self-Compacting Concrete (SCC) is an innovative type of concrete designed to flow and compact under its own weight without the need for external vibration. Its high ability to fill complex molds and pass through densely reinforced sections makes SCC highly suitable for reinforced concrete structures. This study aims to investigate the effect of adding rattan fiber on the mechanical and fresh properties of SCC, focusing on compressive strength, split tensile strength, and *workability*. The rattan fiber content was varied at 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, and 3% by weight of cement. The SCC mix design was based on EFNARC (2005) guidelines with a target strength of 40 MPa and a water-cement ratio (w/c) of 0.38. Fresh concrete tests included *slump flow*, *V-funnel*, and *L-box*. Results showed that increasing rattan fiber content led to longer flow times (*T50* and *V-funnel*), along with decreased *slump flow* and *passing ability*. Mechanically, the addition of rattan fiber resulted in reduced compressive and tensile strength. The highest compressive strength was achieved in the control mix (0% fiber) at 52.32 MPa, while the lowest was observed at 3% fiber content, at 22.98 MPa. Similarly, the highest split tensile strength was recorded in the control mix at 3.04 MPa, and the lowest at 3% fiber, at 1.92 MPa. The optimal rattan fiber content was found to be 1%, which maintained acceptable fresh properties and relatively high tensile strength. Additionally, the use of rattan fiber increased the production cost of SCC. Nevertheless, the use of rattan fiber in limited amounts can be added to environmentally friendly SCC concrete.

Keywords : *Self-Compacting Concrete*, rattan fiber, compressive strength, tensile strength, *workability*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beton telah menghasilkan modifikasi untuk meningkatkan kinerja beton dengan kualitas tinggi dan kemudahan pengerjaan (Clara R M, dkk., 2024). Salah satu perkembangan beton yaitu mengenai *Workability* yang diperlukan untuk memudahkan pekerjaan pada saat penuangan beton. Terdapat sebuah inovasi beton yang dikenal dengan *Self Compacting Concrete* (SCC).

Beton SCC (*Self-Compacting Concrete*) merupakan suatu inovasi beton yang mampu mengalir dan memadat dengan berat sendiri tanpa mengalami segregasi (EFNARC, 2005). *Superplasticizer* berperan sebagai *admixture* yang dapat meningkatkan *workability* beton tanpa mengurangi kekuatan beton. Keunggulan ini menjadikan SCC sangat cocok digunakan pada struktur dengan bentuk kompleks dan area yang sulit dijangkau. Namun, beton SCC juga memiliki keterbatasan dalam hal ketahanan terhadap gaya tarik.

Untuk mengatasi kelemahan dan untuk meningkatkan kinerja serta karakteristik beton SCC tersebut, berbagai penelitian dan pengembangan telah dilakukan dengan menambahkan material tambahan ke dalam campuran beton, salah satunya adalah penambahan serat. Prinsip penambahan serat adalah untuk mencegah terjadinya retakan-retakan beton di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan (Ibrahim, dkk., 2019).

Indonesia merupakan negara penghasil bahan baku komoditi rotan terbesar di dunia. Diperkirakan hampir setiap tahun sekitar 85% bahan baku rotan yang diserap oleh industri rotan di berbagai belahan dunia berasal dari Indonesia. 90% rotan dihasilkan dari hutan tropis di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi. (Niken P, dkk., 2024).

Mengacu pada potensi serat rotan yang memiliki kekuatan tarik tinggi dan ketersediaannya yang melimpah di Indonesia, penelitian lebih lanjut di bidang ini dapat menjadi kontribusi signifikan dalam inovasi material konstruksi ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh penambahan serat rotan pada beton SCC menjadi sangat relevan dan penting untuk dilakukan. Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh serat rotan terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton SCC.

Dalam satu dekade terakhir, berbagai penelitian mengenai beton SCC telah dilakukan di Indonesia. Meski demikian, hingga kini belum ada regulasi khusus yang mengatur beton SCC, sehingga penerapannya masih terbatas pada pengujian rancangan campuran. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode rancangan campuran berdasarkan SNI 03-2834-2000 dan pedoman EFNARC 2005 sebagai acuan untuk menentukan parameter campuran beton SCC.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang bermanfaat mengenai potensi serat rotan

dalam meningkatkan performa beton SCC, serta mendukung inovasi teknologi material bangunan yang lebih efisien, berkelanjutan dan ramah lingkungan.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang. Benda uji yang dijadikan dasar penelitian adalah beton SCC dengan variasi serat rotan dengan variasi 0% ; 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; 3%. Ukuran fiber rotan yang digunakan adalah digunakan yaitu lebar $\pm 0,25$ mm dan panjang 5 cm. Beton dirawat dan direndam selama 28 hari. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan adalah 40 Mpa dengan benda uji berbentuk silinder. Pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Setiap Variasi

Variasi	Umur Beton	Jumlah Benda Uji (buah)	
		Uji Kuat Tekan	Uji Kuat Tarik Belah
B SCC + 0% FR	28 Hari	5	5
B SCC + 1% FR		5	5
B SCC + 1,5% FR		5	5
B SCC + 2% FR		5	5
B SCC + 2,5% FR		5	5
B SCC + 3% FR		5	5
Jumlah		30	30
		60	

Keterangan :

B SCC+0% FR = Beton SCC dan Fiber Rotan 0%
 B SCC+1% FR = Beton SCC dan Fiber Rotan 1%
 B SCC+1,5% FR = Beton SCC dan Fiber Rotan 1,5%
 B SCC+2% FR = Beton SCC dan Fiber Rotan 2%
 B SCC+2,5% FR = Beton SCC dan Fiber Rotan 2,5%
 B SCC+3% FR = Beton SCC dan Fiber Rotan 3%

Pada penelitian ini perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dilakukan berdasarkan pedoman EFNARC 2005 *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* dan SNI 03-2834-2000. Mengingat Indonesia belum memiliki aturan khusus untuk perencanaan *mix design* beton SCC. EFNARC 2005 digunakan sebagai acuan untuk menentukan persyaratan material beton SCC, sedangkan SNI 03-2834-2000 digunakan untuk menentukan proporsi semen, jumlah agregat, serta kebutuhan air dalam pembuatan beton SCC. Ukuran agregat kasar yang disyaratkan maksimal 20 mm dan

persentase agregat halus yang digunakan sebesar 51% mengacu pada penelitian Amal (2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pada penelitian ini Agregat halus yang digunakan berupa pasir Lumajang dan agregat kasar berupa batu pecah asal Pasuruan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fisik Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Standart	Ket
1	Gradasi	Zone II		SNI-1968-1990	OK
2	Modulus Kehalusan (FM)	2,59	-	SNI-1968-1990	OK
3	Berat Jenis Kering Oven	(gr/cm ³) 2,621	2,5 - 2,8	SNI-1970-2008	OK
4	Berat Jenis JPK/SSD	(gr/cm ³) 2,663	2,5 - 2,8	SNI-1970-2008	OK
5	Berat Jenis Semu	(gr/cm ³) 2,736	2,5 - 2,8	SNI-1970-2008	OK
6	Absorsi /Penyerapan	(%) 1,597%	1% - 2%	SNI-1970-2008	OK
7	Kadar Organik	Warna Grid I (Bening)	Bening	SNI 03-2816-2014	OK
8	Kadar Air	(%) 2,24%	0% - 10%	SNI-1971-2011	OK

Tabel 3. Hasil Pengujian Fisik Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Standart	Ket
1	Gradasi	Ukuran butir 20 mm		SNI-1968-1990	OK
2	Modulus Kehalusan (FM)	6,75	5 - 8	SNI-1968-1990	OK
3	Berat Jenis Kering Oven	(gr/cm ³) 2,819	2,5 - 2,7	SNI-1970-2008	OK
4	Berat Jenis JPK/SSD	(gr/cm ³) 2,86	2,5 - 2,7	SNI-1970-2008	OK
5	Berat Jenis Semu	(gr/cm ³) 2,938	2,5 - 2,7	SNI-1970-2008	OK
6	Kekerasan	(%) 10,91	<40%	SNI-2417-2008	OK
7	Absorsi /Penyerapan	(%) 1,442%	0% - 10%	SNI-1970-2008	OK
8	Kadar Air	(%) 1,27%	0% - 10%	SNI-1971-2011	OK

Perencanaan Campuran Beton SCC (Mix Design)

Adapun hasil perencanaan campuran beton (*mix design*) per m³ sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perencanaan Campuran Beton SCC

Variasi (%)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Semen (kg)	Air (kg)
B SCC + FR 0%	821,10	788,00	500,00	190,00
B SCC + FR 1%	821,10	788,00	500,00	190,00
B SCC + FR 1,5%	821,10	788,00	500,00	190,00
B SCC + FR 2%	821,10	788,00	500,00	190,00
B SCC + FR 2,5%	821,10	788,00	500,00	190,00
B SCC + FR 3%	821,10	788,00	500,00	190,00
Jumlah	4926,60	4728,0	3000,0	1140,0

Tabel 5. Hasil Perencanaan Variasi Beton SCC

Variasi (%)	Viscocrete 3115N (kg)	Fiber Rotan (kg)
B SCC + FR 0%	4,50	0
B SCC + FR 1%	4,50	5,00
B SCC + FR 1,5%	4,50	7,50
B SCC + FR 2%	4,50	10,00
B SCC + FR 2,5%	4,50	12,50
B SCC + FR 3%	4,50	15,00
Jumlah	27,0	50,0

Hasil Pengujian Beton Segar SCC

Hasil pengujian beton segar yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain *Slump-flow test*, *V-funnel test*, dan *L-Box test*. Standar yang digunakan dalam pengujian beton segar adalah EFNARC 2005.

a. Uji Sebar (*Slump-flow test*)

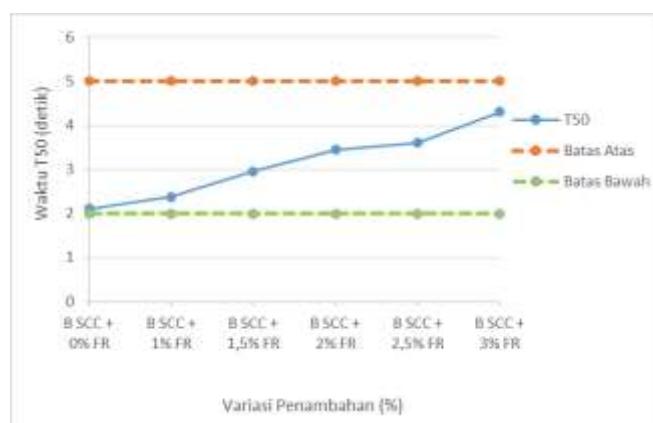
Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kelecakan (*workability*) dari campuran beton *self-compacting concrete* (SCC). Pengujian ini terdiri atas dua parameter utama, yaitu pengukuran diameter akhir sebaran beton setelah kerucut Abrams diangkat, serta pengukuran waktu yang dibutuhkan campuran beton untuk mencapai diameter 500 mm, yang dikenal sebagai waktu T50. Berdasarkan ketentuan dari EFNARC (2005), nilai *slump flow* yang memenuhi kriteria berada pada kisaran diameter 640–800 mm, sedangkan nilai T50 yang disyaratkan berada dalam rentang waktu 2–5 detik.

Tabel 6. Hasil Pengujian T50 dan Slump Flow Beton SCC

Variasi	Ket.	Ket.
---------	------	------

B SCC (%)	T50 (detik)	Slump Flow (mm)		
0% FR	2,11	OK	745	OK
1% FR	2,38	OK	700	OK
1,5% FR	2,96	OK	700	OK
2% FR	3,45	OK	715	OK
2,5% FR	3,61	OK	715	OK
3% FR	4,31	OK	665	OK

Berdasarkan **Tabel 6** diperoleh hasil pengujian T50 dan slump flow pada beton SCC. Hasil dari tabel menunjukkan bahwa pada variasi B SCC + 0% FR, B SCC + 1% FR, B SCC + 1,5% FR, B SCC + 2% FR, dan B SCC + 2,5% FR telah memenuhi persyaratan nilai slump flow dan T50. Pada variasi B SCC + 3% FR telah memenuhi persyaratan T50 dan persyaratan slump flow yang ditetapkan EFNARC 2005 akan tetapi hasil tersebut mendekati batas bawah yang telah ditentukan. Grafik hasil pengujian T50 dan slump flow beton SCC dapat dilihat pada **Gambar 1 dan Gambar 2** berikut.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian T50 Beton SCC



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Slump Flow Beton SCC

Berdasarkan **Gambar 1** di atas, dapat disimpulkan bahwa penambahan fiber rotan pada beton SCC memberikan

pengaruh terhadap waktu T50, yaitu waktu yang dibutuhkan agar beton mengalir hingga diameter 50 cm. Terlihat bahwa semakin besar persentase penambahan FR, maka waktu T50 cenderung meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa beton menjadi lebih lambat mengalir seiring bertambahnya kandungan serat, yang dapat disebabkan oleh meningkatnya viskositas campuran. Meskipun terjadi peningkatan waktu, nilai T50 masih berada dalam rentang batas atas dan batas bawah yang diperbolehkan, sehingga campuran beton masih memenuhi kriteria kelayakan dari segi kemampuan mengalir. Dengan demikian, penambahan FR hingga 3% masih dapat diterima dalam desain beton SCC dengan mempertimbangkan aspek *workability*.

Berdasarkan **Gambar 2** di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai slump flow beton SCC cenderung menurun seiring dengan meningkatnya persentase penambahan fiber rotan. Pada campuran tanpa penambahan fiber rotan, nilai slump flow mencapai sekitar 750 mm, namun terus mengalami penurunan hingga mendekati batas bawah pada penambahan 3% FR. Penurunan ini mengindikasikan bahwa kemampuan alir (*flowability*) beton berkurang dengan bertambahnya kandungan serat, yang kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya hambatan internal dalam campuran beton akibat adanya serat. Meskipun terjadi penurunan, nilai slump flow masih berada dalam batas toleransi yang diizinkan, sehingga campuran beton tetap dapat dikategorikan sebagai SCC. Namun demikian, perlu perhatian lebih jika penambahan fiber rotan mendekati 3%, karena nilainya hampir menyentuh batas bawah.

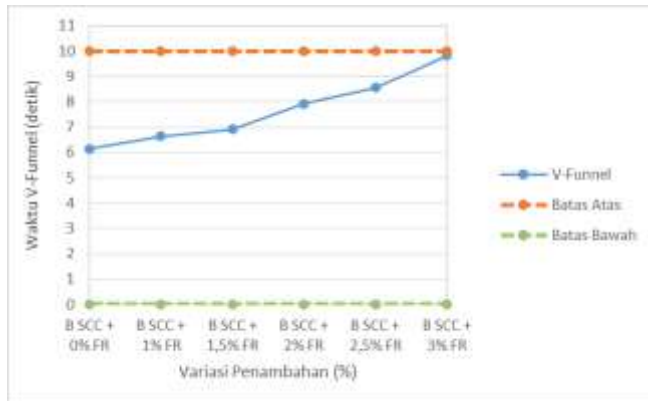
b. Uji V-Funnel

Pengujian V-funnel dilakukan dengan cara mengisi alat V-funnel hingga penuh menggunakan campuran beton segar SCC, kemudian membuka penutup bagian bawah agar beton dapat mengalir keluar secara gravitasi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi ketahanan terhadap segregasi (*segregation resistance*) serta tingkat kemampuan alir (*flowability*) dari beton SCC, yang ditentukan berdasarkan waktu yang diperlukan untuk mengosongkan isi V-funnel. Mengacu pada pedoman EFNARC (2005), waktu pengaliran yang memenuhi kriteria berada dalam rentang 0 hingga 10 detik.

Tabel 7. Hasil Pengujian V-Funnel Beton SCC

Variasi B SCC (%)	V-funnel (detik)	Ket.
0% FR	6,14	OK
1% FR	6,64	OK
1,5% FR	6,92	OK
2% FR	7,93	OK
2,5% FR	8,55	OK
3% FR	9,82	OK

Berdasarkan **Tabel 7** di atas, diperoleh nilai pengujian *v-funnel* pada beton SCC pada variasi B SCC + 0% FR, B SCC + 1% FR, B SCC + 1,5% FR, B SCC + 2% FR, B SCC + 2,5% FR, dan B SCC + 3% FR telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh EFNARC 2005. Grafik hasil pengujian *v-funnel* dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian V-Funnel Beton SCC

Berdasarkan **Gambar 3** di atas, dapat disimpulkan bahwa waktu alir *v-funnel* beton SCC mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase penambahan fiber rotan. Pada variasi tanpa penambahan fiber rotan, waktu alir tercatat sebesar 6,14 detik, sedangkan pada variasi dengan 3% FR meningkat menjadi 9,82 detik. Meskipun terjadi peningkatan yang cukup signifikan, seluruh nilai *V-funnel* masih berada dalam batas toleransi yang diperbolehkan dan dinyatakan "memenuhi" syarat. Peningkatan waktu alir ini menunjukkan bahwa penambahan fiber rotan menyebabkan beton menjadi lebih kental dan meningkatkan hambatan aliran, yang dapat dikaitkan dengan adanya interaksi antar serat dalam campuran. Dengan demikian, meskipun beton masih layak secara segar menurut pengujian *v-funnel*, perlu diperhatikan bahwa semakin tinggi kandungan serat dapat memengaruhi kecepatan alir beton dan potensi segregasi.

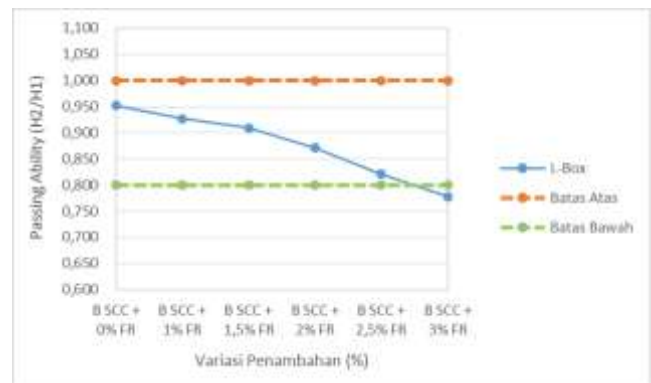
c. Uji L-Box

Pengujian *L-box* dilakukan untuk menilai tingkat kemampuan melewati celah (*passing ability*) dari campuran beton *Self-Compacting Concrete* (SCC). Prosedur pengujian dimulai dengan mengisi beton segar ke dalam alat berbentuk huruf 'L'. Setelah alat terisi, penutup bagian bawah dibuka sehingga beton mengalir melewati celah-celah yang diatur menyerupai tulangan. Setelah aliran beton berhenti, dilakukan pengukuran ketinggian beton pada kedua sisi alat, yaitu sisi sebelum dan sesudah celah tulangan. Nilai *passing ability ratio* diperoleh dari perbandingan antara tinggi beton di sisi ujung (H2) dengan tinggi beton di sisi awal (H1), atau H2/H1. Berdasarkan ketentuan EFNARC (2005), nilai rasio yang disyaratkan berada dalam rentang 0,8 hingga 1,0.

Tabel 8. Hasil Pengujian L-Box Beton SCC

Variasi B SCC (%)	H1 (mm)	H2 (mm)	Passing Ability (H2/H1)	Ket.
0% FR	42	40	0,952	OK
1% FR	41	38	0,927	OK
1,5% FR	33	30	0,909	OK
2% FR	31	27	0,871	OK
2,5% FR	28	23	0,821	OK
3% FR	27	21	0,778	TIDAK OK

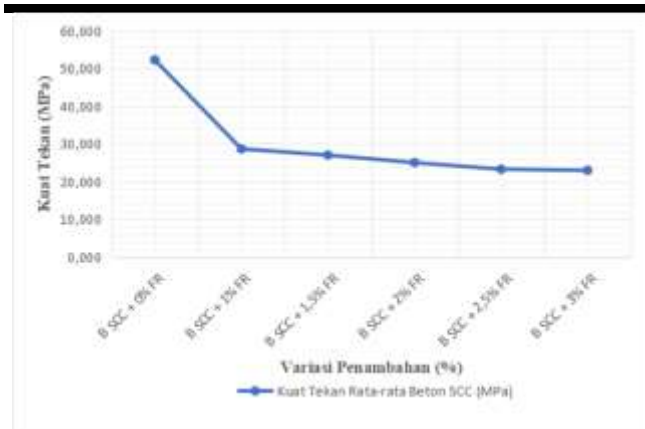
Berdasarkan **Tabel 8** di atas, diperoleh hasil pengujian *l-box* pada beton SCC yang tidak memenuhi persyaratan yaitu pada variasi B SCC + 3% FR. Hal ini terjadi karena pada variasi ini nilai *passing ability* kurang dari 0,8.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian L-Box Beton SCC

Berdasarkan **Gambar 4** di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai *passing ability* (H2/H1) dari beton SCC menurun secara konsisten seiring dengan meningkatnya persentase penambahan fiber rotan. Pada variasi tanpa penambahan fiber rotan (0%), nilai *passing ability* mencapai 0,952 yang masih berada jauh di atas batas bawah dan memenuhi persyaratan. Namun, seiring bertambahnya fiber rotan hingga 3%, nilai tersebut menurun signifikan hingga mencapai 0,778 dan berada di bawah batas minimum yang ditetapkan, sehingga tidak memenuhi syarat *passing ability*. Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan serat rotan dalam jumlah besar menghambat kemampuan beton untuk mengalir dan melewati celah sempit, yang sangat penting dalam aplikasi beton SCC. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan fiber rotan lebih dari 2,5% mulai berdampak negatif terhadap kemampuan alir beton dalam kondisi pengujian *l-box* dan perlu dikontrol agar tidak melebihi batas tersebut untuk menjaga performa segar beton SCC.

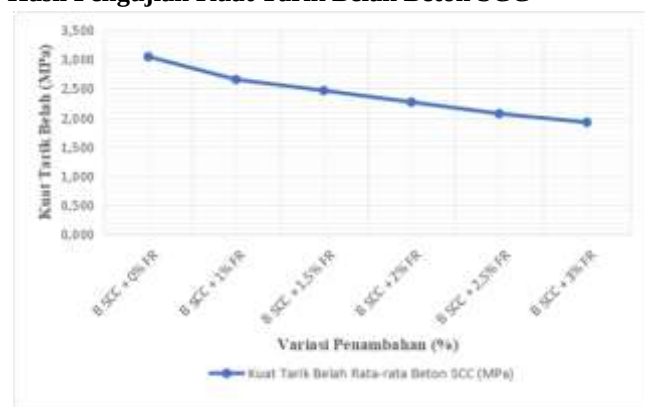
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

Berdasarkan **Gambar 5** diperoleh nilai pengujian kuat tekan rata-rata tertinggi pada beton SCC variasi beton normal sebesar 52,323 MPa. Sedangkan nilai rata-rata kuat tekan terendah berada pada beton SCC variasi B SCC + 3% FR sebesar 22,976 MPa. Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan fiber rotan kuat tekan mengalami penurunan. Nilai tersebut menurun sebesar 56% dari beton normal. Adapun persentase penurunan kuat tekan beton SCC variasi B SCC + 1% FR, B SCC + 1,5% FR, B SCC + 2% FR, B SCC + 2,5% FR dan B SCC + 3% FR dengan beton SCC normal berturut-turut adalah 45,21%; 48,35%; 52,20%; 55,51%; 56,09%.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SCC

Berdasarkan **Gambar 6** diperoleh nilai kuat tarik belah rata-rata beton SCC terendah pada variasi B SCC + 3% FR sebesar 1,918 MPa. Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan fiber rotan kuat tarik belah mengalami penurunan. Nilai tersebut menurun sebesar 36,95% dari beton SCC normal. Berikut persentase penurunan kuat tarik belah beton SCC variasi B SCC + 1% FR, B SCC + 1,5% FR, B SCC + 2% FR, B SCC + 2,5% FR dan B SCC + 3% FR dengan beton SCC normal berturut-turut adalah 12,85%; 19,07%; 25,58%; 32,08%; 32,95%.

Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton SCC

Dalam evaluasi performa mekanis beton SCC, dua parameter penting yang sering dibandingkan adalah kuat tekan dan kuat tarik belah. Kuat tekan mencerminkan kemampuan beton menahan beban tekan, sedangkan kuat tarik belah menggambarkan ketahanan beton terhadap gaya tarik tidak langsung yang umumnya menyebabkan retak awal. Secara umum, kuat tarik belah beton jauh lebih rendah dibandingkan kuat tekannya, yaitu berkisar antara 8% hingga 12% dari nilai kuat tekan. Perbandingan ini menjadi penting karena meskipun kuat tarik nilainya kecil, namun sangat menentukan dalam desain struktural dan ketahanan terhadap retak.

Tabel 9. Perbandingan Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton SCC

Variasi B SCC (%)	Kuat tarik rata-rata (f_{ct}) MPa	Kuat tekan rata-rata (f'_c) MPa	Persentase Kuat Tarik (%)	$\sqrt{f'_c}$	$f_{ct}/\sqrt{f'_c}$
0% FR	3,042	52,323	5,814	7,233	0,421
1% FR	2,651	28,669	9,247	5,354	0,495
1,5% FR	2,462	27,027	9,109	5,199	0,474
2% FR	2,264	25,013	9,051	5,001	0,453
2,5% FR	2,066	23,281	8,874	4,825	0,428
3% FR	1,918	22,976	8,348	4,793	0,400

Selain data diatas, didapatkan juga korelasi kuat tarik belah dengan kuat tekan dari tiap variasi yang dapat dilihat pada **Tabel 10** berikut.

Tabel 10. Korelasi Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton SCC

Variasi	Korelasi ke Kuat Tarik Belah
B SCC + 0% FR	$f_{ct} = 0,421\sqrt{f'_c}$
B SCC + 1% FR	$f_{ct} = 0,495\sqrt{f'_c}$
B SCC + 1,5% FR	$f_{ct} = 0,473\sqrt{f'_c}$
B SCC + 2% FR	$f_{ct} = 0,453\sqrt{f'_c}$
B SCC + 2,5% FR	$f_{ct} = 0,428\sqrt{f'_c}$
B SCC + 3% FR	$f_{ct} = 0,400\sqrt{f'_c}$

Berdasarkan hasil korelasi antara kuat tarik belah dan kuat tekan beton SCC dengan variasi penambahan fiber rotan, terlihat bahwa penambahan serat memengaruhi nilai kuat tarik belah. Nilai tertinggi diperoleh pada variasi 1% FR, yaitu sebesar $f_{ct} = 0,495\sqrt{f'_c}$, yang menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan beton tanpa serat (0% FR) dengan nilai $0,421\sqrt{f'_c}$. Setelah mencapai puncaknya pada kadar 1%, nilai kuat tarik belah mengalami penurunan bertahap seiring

dengan peningkatan kadar serat, hingga mencapai nilai terendah 0,400√f'c pada variasi 3% FR.

Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh penumpukan serat yang mengganggu homogenitas campuran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar optimal penambahan fiber rotan untuk meningkatkan kuat tarik belah beton SCC berada pada variasi 1% FR.

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Untuk mengetahui anggaran biaya yang dibutuhkan pada penelitian peninjauan kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton SCC dengan penambahan fiber rotan ini, maka diperlukan analisis biaya guna. Berikut merupakan hasil perhitungan anggaran biaya pada masing-masing variasi beton SCC.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Biaya Beton SCC Variasi 0% FR

No	Material	Volume	Harga per kg	Total
1	Agregat Halus	821,10 kg	Rp219,00	Rp179.820,90
2	Agregat Kasar	788,00 kg	Rp232,00	Rp182.816,00
3	Semen PCC (Gresik)	500,00 kg	Rp1.508,00	Rp754.000,50
4	Air	190,00 kg	Rp56,00	Rp10.640,00
5	Viscocrete 3115N	4,50 kg	Rp42.305,00	Rp190.372,50
Total Harga				Rp1.317.649,40

Tabel 12. Hasil Perhitungan Biaya Beton SCC Variasi 1% FR

No	Material	Volume	Harga per kg	Total
1	Agregat Halus	821,10 kg	Rp219,00	Rp179.820,90
2	Agregat Kasar	788,00 kg	Rp232,00	Rp182.816,00
3	Semen PCC (Gresik)	500,00 kg	Rp1.508,00	Rp754.000,50
4	Air	190,00 kg	Rp56,00	Rp10.640,00
5	Viscocrete 3115N	4,50 kg	Rp42.305,00	Rp190.372,50
6	Fiber Rotan	5,00 kg	Rp35.000,00	Rp175.000,00
Total Harga				Rp1.492.649,40

Tabel 13. Hasil Perhitungan Biaya Beton SCC Variasi 1,5% FR

No	Material	Volume	Harga per kg	Total
1	Agregat Halus	821,10 kg	Rp219,00	Rp179.820,90
2	Agregat Kasar	788,00 kg	Rp232,00	Rp182.816,00
3	Semen PCC (Gresik)	500,00 kg	Rp1.508,00	Rp754.000,50
4	Air	190,00 kg	Rp56,00	Rp10.640,00
5	Viscocrete 3115N	4,50 kg	Rp42.305,00	Rp190.372,50
6	Fiber Rotan	7,50 kg	Rp35.000,00	Rp262.500,00
Total Harga				Rp1.508.149,40

Tabel 14. Hasil Perhitungan Biaya Beton SCC Variasi 2% FR

No	Material	Volume	Harga per kg	Total
1	Agregat Halus	821,10 kg	Rp219,00	Rp179.820,90
2	Agregat Kasar	788,00 kg	Rp232,00	Rp182.816,00
3	Semen PCC (Gresik)	500,00 kg	Rp1.508,00	Rp754.000,50
4	Air	190,00 kg	Rp56,00	Rp10.640,00
5	Viscocrete 3115N	4,50 kg	Rp42.305,00	Rp190.372,50
6	Fiber Rotan	10,00 kg	Rp35.000,00	Rp350.000,00
Total Harga				Rp1.667.649,40

Tabel 15. Hasil Perhitungan Biaya Beton SCC Variasi 2,5% FR

No	Material	Volume	Harga per kg	Total
1	Agregat Halus	821,10 kg	Rp219,00	Rp179.820,90
2	Agregat Kasar	788,00 kg	Rp232,00	Rp182.816,00
3	Semen PCC (Gresik)	500,00 kg	Rp1.508,00	Rp754.000,50
4	Air	190,00 kg	Rp56,00	Rp10.640,00
5	Viscocrete 3115N	4,50 kg	Rp42.305,00	Rp190.372,50
6	Fiber Rotan	12,50 kg	Rp35.000,00	Rp437.500,00
Total Harga				Rp1.755.149,40

Tabel 16. Hasil Perhitungan Biaya Beton SCC Variasi 3% FR

No	Material	Volume	Harga per kg	Total
1	Agregat Halus	821,10 kg	Rp219,00	Rp179.820,90
2	Agregat Kasar	788,00 kg	Rp232,00	Rp182.816,00
3	Semen (Gresik)	500,00 kg	Rp1.508,00	Rp754.000,50
4	Air	190,00 kg	Rp56,00	Rp10.640,00
5	Viscocrete 3115N	4,5 kg	Rp42.305,00	Rp190.372,50
6	Fiber Rotan	15,00 kg	Rp35.000,00	Rp525.000,00
Total Harga			Rp1.842.649,40	

Berdasarkan biaya di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan variasi fiber rotan maka semakin besar biaya pembuatan beton SCC. Pada variasi B SCC + 1% FR mengalami kenaikan sebesar 13,28%, variasi B SCC + 1,5% FR mengalami kenaikan sebesar 19,92%, variasi B SCC + 2% FR mengalami kenaikan sebesar 26,56%, variasi B SCC + 2,5% FR mengalami kenaikan sebesar 33,20%, dan variasi B SCC + 3% FR mengalami kenaikan sebesar 39,84%.

4. KESIMPULAN

1. Penambahan fiber rotan pada beton SCC menurunkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah pada umur 28 hari. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada beton tanpa serat 0% FR sebesar 52,32 MPa, sedangkan terendah pada variasi 3% FR sebesar 22,98 MPa, atau terjadi penurunan sekitar 56,09%. Sementara itu, kuat tarik belah tertinggi sebesar 3,04 MPa juga diperoleh pada variasi 0% FR dan terendah pada 3% FR sebesar 1,92 MPa, dengan penurunan sekitar 36,95%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan fiber rotan yang berlebihan justru berdampak negatif terhadap kekuatan mekanis beton.
2. Berdasarkan uji beton segar *slump flow*, T50, *V-funnel*, dan *L-box*, beton SCC dengan penambahan fiber rotan hingga 2,5% masih memenuhi standar EFNARC 2005 untuk *workability* dan kemampuan alir. Namun, pada variasi 3% FR, nilai *slump flow* dan *L-box* tidak lagi memenuhi standar, menunjukkan penurunan kemampuan alir dan kesulitan melewati celah tulangan. Oleh karena itu, dari segi segar beton, penambahan fiber rotan maksimal yang direkomendasikan adalah 2,5% agar tetap sesuai standar EFNARC.
3. Meskipun nilai kekuatan beton tertinggi diperoleh tanpa penambahan serat (0%), variasi 1% fiber rotan menunjukkan rasio kuat tarik belah terhadap kuat tekan tertinggi sebesar 9,25% atau $f_{ct} = 0,495\sqrt{f'_c}$ yang

menunjukkan perbaikan efisiensi kekuatan tarik terhadap tekan. Oleh karena itu, variasi 1% FR dapat dianggap sebagai titik optimum untuk mendapatkan keseimbangan antara kuat tekan dan tarik yang relatif baik serta rasio efisiensi yang meningkat.

4. Biaya produksi beton SCC meningkat seiring dengan bertambahnya persentase fiber rotan. Beton tanpa fiber rotan (0%) memiliki biaya Rp1.317.649,40, sedangkan dengan 3% FR mencapai Rp1.842.649,40, atau meningkat sebesar 39,84%. Kenaikan tertinggi disebabkan oleh harga fiber rotan yang relatif tinggi dibandingkan material lainnya. Dengan demikian, penambahan fiber rotan berpengaruh terhadap kenaikan biaya produksi, yang perlu diperhitungkan dalam skala proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari, W, N., Arman, A., Muhammad, R. 2024. "Pengaruh Serat Rotan Sebagai Bahan Tambah Agregat Kasar Kuat Tekan Beton Menurun Keruntuhan Bermanfaat." Institut Teknologi Padang.
- [2] Azka, J, T. 2023. "Pengaruh Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Sika fume Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Kuat Lentur Beton SCC." Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [3] Ibrahim, B., Eka, F, N., 2019. "Pengaruh Pencampuran Serat Rotan Kering dengan Persentase 3% dan 6% Terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Beton." Universitas Teknologi, Yogyakarta.
- [4] Ikbal. 2016. "Pengaruh Penambahan Superplasticizer Viscocrete 3115N Terhadap Kuat Tekan Optimum *Self Compacting Concrete*." Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [5] Niken P, dkk. 2024. "Pendampingan Petani Rotan Dalam Pemanenan Hutan Lestari Dan Pemasaran Rotan." Universitas Halu Oleo.
- [6] Amal. 2021. "Pengaruh Penambahan Persentase Sikafume dan Superplastisizer (Viscocrete 3115-N) Pada Beton SCC Agar Memenuhi Syarat Mutu K-500." Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [7] A, Yusra., I, Y, Salena1., D, P, Sari1., A, Asrianur. 20. *The Influence of Rattan Fibre Addition to The Compressive Strength of Normal Concrete. Department of Civil Engineering*, Teuku Umar University - Indonesia.
- [8] Okamura, H. dan Ouchi, M. 2003. *Self-compacting concrete. Journal of advanced concrete technology*, 1(1), pp.5-15.
- [9] Concrete, S C. 2005. *The European guidelines for self-compacting concrete. BIBM*, 22, p.563..