

Analisis Perbandingan Pengaruh Variasi Ukuran Panjang Serat Baja Dramix 3D Terhadap Beton Self Compacting Concrete (SCC)

Vernady Napatino Ramadhan ¹⁾

Mohd Isneini ²⁾

Ratna Widyawati ³⁾

Laksmi Irianti ⁴⁾

Abstract

Self Compacting Concrete (SCC) is an innovative concrete that can compact itself (without a vibrator) and is able to flow under its own weight to saturate the formwork without experiencing segregation. This can overcome problems in terms of productivity, quality and work safety. Concrete is a composite building material that is strong in withstanding compressive forces, but weak against tensile forces, is also brittle and easily cracks. Steel fibers are added to the concrete mixture to improve the characteristics of the concrete. In this study, 3D Dramix steel fibers were used in SCC with a volume fraction of 1% at each length variation of 20 mm, 40 mm and 60 mm. The samples used in the split compressive and tensile strength test specimens were cylindrical with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm. Meanwhile, the flexural tensile strength test is a beam sample measuring 100x100x400 mm. Sample testing was carried out at 28 days of age. The highest increase in compressive strength values occurred at a length variation of 40 mm, amounting to 5.99% of normal concrete. The highest increase in splitting tensile strength values occurred at the 60 mm length variation of 36.44% and the highest increase in bending tensile strength values occurred at the 60 mm length variation of 531.7%. The research results show that variations in steel fiber length in SCC can affect compressive strength, tensile strength, and also reduce the workability or ease of casting concrete.

Key words : steel fibre, compressive strength, split tensile strength, flexural tensile strength

Abstrak

*Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton inovatif yang dapat memadat sendiri (tanpa vibrator) dan mampu mengalir dengan beratnya sendiri untuk mengisi bekisting dengan jenuh tanpa mengalami segregasi. Hal ini dapat mengatasi masalah dalam hal produktivitas, kualitas, dan juga keselamatan kerja. Beton adalah bahan bangunan komposit yang kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi lemah terhadap gaya tarik, juga getas dan mudah retak. Serat baja ditambahkan dalam campuran beton untuk memperbaiki karakteristik beton tersebut. Pada penelitian ini menggunakan serat baja Dramix 3D pada SCC dengan volume fraksi 1% pada setiap variasi panjang 20 mm, 40 mm, dan 60 mm. Sampel yang digunakan pada benda uji kuat tekan dan tarik belah berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sedangkan uji kuat tarik lentur berupa sampel balok dengan ukuran 100x100x400 mm. Pengujian sampel dilakukan pada umur 28 hari. Peningkatan nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi panjang 40 mm sebesar 5,99% dari beton normal. Peningkatan nilai kuat tarik belah tertinggi terjadi pada variasi panjang 60 mm sebesar 36,44% dan peningkatan nilai kuat tarik lentur tertinggi terjadi pada variasi panjang 60 mm sebesar 531,7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi panjang serat baja pada SCC dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik, dan juga mengurangi *workability* atau kemudahan pengecoran beton.*

Kata kunci : serat baja, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: verdy.ramadhan.vr@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Dalam industri konstruksi, beton merupakan material yang paling umum digunakan. Beton konvensional memerlukan alat getas untuk memastikan beton terkompaksi secara sempurna sehingga memerlukan tenaga manusia untuk melakukan proses tersebut. Hal ini bisa mengakibatkan masalah dalam hal produktivitas, kualitas, dan juga keselamatan kerja. Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dikembangkan teknologi baru yaitu *Self Compacting Concrete* (SCC) atau Beton Alir.

SCC merupakan beton yang dapat mengalir dan menyebar dengan beratnya sendiri tanpa segregasi, mengisi seluruh bagian bekisting, dan melalui tulangan tanpa konsolidasi mekanis (ACI Committee 237, 2005). SCC dapat mengalir dan mengisi seluruh bagian dari cetakan hingga ke bagian dengan dimensi yang kecil tanpa menggunakan bantuan alat pemadat atau vibrator. SCC terdiri dari material yang serupa dengan beton konvensional yaitu agregat kasar, agregat halus dan air, hanya saja dalam SCC diberi tambahan *admixture* yaitu *superplasticizer*. SCC sering digunakan dalam konstruksi struktur yang memerlukan tulangan rapat. Tulangan yang rapat menyebabkan kesulitan dalam melakukan pemadatan beton.

Beton adalah bahan bangunan komposit yang kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi lemah terhadap gaya tarik. Namun, beton juga memiliki sifat yang getas dan mudah retak. Untuk memperbaiki karakteristik beton yang getas dan mudah retak, serat menjadi pilihan yang tepat untuk digunakan pada campuran beton. Dengan menambahkan serat pada campuran beton mampu mengurangi karakteristik yang dimiliki beton tersebut. Serat yang umumnya digunakan dalam campuran beton adalah serat yang bersifat lebih daktil dan kuat terhadap tarik, salah satunya adalah serat baja. Serat baja merupakan serat kecil yang terbuat dari baja dan digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton. Pada umumnya serat baja digunakan untuk mengurangi sifat susut beton dan juga meningkatkan kuat lentur dari beton secara signifikan.

Sentani (2007) melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi panjang serat kawat benderat terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan juga kuat lentur beton. Panjang serat yang digunakan adalah 3 cm, 4 cm, 5 cm, dan 6 cm. Kuat tekan tertinggi dicapai pada serat dengan panjang 4 cm yaitu meningkat sebesar 26,20% dengan nilai 31,06 MPa dibandingkan beton tanpa serat yaitu dengan nilai 24,01 MPa. Untuk penggunaan serat dengan panjang 3 cm terjadi peningkatan kuat tekan dengan nilai sebesar 30,26 MPa. Peningkatan kuat tekan beton yang menggunakan serat panjang 5 cm dan 6 cm tidak signifikan seperti panjang 3 cm dan 4 cm, yaitu sebesar 29,08 MPa dan 25,91 MPa.

Berdasarkan beberapa penelitian yang membahas pengaruh perbedaan panjang serat kawat benderat dapat disimpulkan bahwa perbedaan panjang serat yang digunakan dalam campuran beton dapat mempengaruhi karakteristik beton, maka salah satu aspek penting dalam penggunaan serat baja adalah panjang dari serat itu sendiri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Self Compacting Concrete* (SCC)

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton inovatif yang dapat memadat sendiri (tanpa vibrator) dan mampu mengalir dengan beratnya sendiri untuk mengisi bekisting dengan jenuh tanpa mengalami segregasi (Citrakusuma, 2012). SCC terdiri dari material yang serupa dengan beton konvensional yaitu agregat kasar, agregat halus dan air, hanya saja dalam SCC diberi tambahan *admixture* yaitu *superplasticizer*.

2.1.1 Karakteristik *Self Compacting Concrete*

Mengacu pada EFNARC, campuran beton segar dapat dikatakan SCC apabila memiliki workabilitas atau kelecakan yang memenuhi kriteria SCC sebagai berikut, yaitu :

1. *Filling ability*, adalah kemampuan SCC untuk mengalir dan mengisi dengan sendirinya keseluruhan bagian cetakan dengan mengandalkan beratnya sendiri . Untuk menentukan “*filling ability*” dari SCC perlu dilakukan *Slump-flow Test* dengan menggunakan kerucut Abrams berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter yaitu antara 50-75 cm.
2. *Passing ability*, adalah kemampuan SCC untuk mengalir melalui bagian celah yang sempit dari cetakan tanpa terjadi adanya segregasi atau *blocking*. Semakin besar nilai *blocking ratio*, semakin baik beton segar mengalir dengan viskositas tertentu. Untuk kriteria SCC nilai *blocking ratio* berkisar antara 0,8 – 1,0.
3. *Segregation resistance*, adalah kemampuan SCC untuk mempertahankan keadaan komposisi yang homogen selama waktu transportasi sampai pada pengecoran. Kemampuan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut diujung bawah alat ukur *V-funnel* diukur dengan besaran waktu antara 3 – 15 detik.

2.2 Beton Serat

Menurut ACI Committee 544 (1982) terdapat beberapa jenis serat yang digunakan dalam memperbaiki beberapa sifat beton, yaitu serat baja (steel), plastic (polypropylene), kaca (glass), karbon (carbon). Serat dicampur kedalam adukan beton dengan volume fraksi tertentu sesuai dengan jenis serat yang digunakan. Beton serat sudah banyak diaplikasikan di beberapa proyek konstruksi sipil seperti jembatan, bangunan gedung, dan jalan raya hingga proyek konstruksi rumah tangga seperti lantai dan lantai dasar kamar mandi. Keputusan untuk menggunakan beton serat harus didasarkan pada kebutuhan khusus proyek konstruksi dan karakteristiknya yang unik.

2.3 Serat Baja

Serat baja merupakan serat kecil yang terbuat dari baja dan digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton. Pada umumnya serat baja digunakan untuk mengurangi sifat susut beton dan juga meningkatkan kuat lentur dari beton secara signifikan. Dalam ACI Comitte 544 secara umum fiber baja memiliki panjang 0,5 in (12,77mm) sampai 2,5 in (63,57 mm) dengan diameter antara 0,017 (0,45 mm) sampai 0,04 in (1,0 mm). Dengan diameter sekitar 0,25 hingga 0,75 mm dan panjang sekitar 25 hingga 60 mm, serat baja mampu memberikan kekuatan tambahan pada beton, mencegah retak, serta meningkatkan ketahanan terhadap beban lentur dan tekanan.

2.4 Volume Fraksi

Volume fraksi adalah persentase volume dari suatu komponen yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. Volume fraksi penting dalam perencanaan dan desain material konstruksi karena dapat mempengaruhi sifat dan kinerja material tersebut. Dalam beton, volume fraksi agregat kasar dan halus, serat, aditif, atau bahan lainnya dapat memengaruhi kekuatan, kepadatan, dan sifat-sifat mekanik lainnya dari beton yang dihasilkan. Misalnya *fiber* dalam campuran beton, semakin tinggi volume fraksi *fiber* yang ditambahkan ke dalam campuran beton, maka kelecakan adukan beton akan semakin rendah.

2.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan tekanan atau beban tekan hingga mencapai titik kegagalan. Perhitungan nilai kuat tekan beton didasarkan pada SNI 1974:2011 dengan rumus :

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

Dimana:

f'_c = Kuat Tekan Beton (N/mm²)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

2.6 Kuat Tarik Belah Beton

Berbeda dengan pengujian kuat tekan SCC, pengujian ini dilakukan dengan posisi horizontal dari sampel benda uji yang kemudian diberikan beban berulang (SNI 03-2491-2014). Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa beban maksimum yang kemudian dihitung nilai kuat tarik belah beton dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f_t = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L_s \cdot D}$$

Dimana:

f_t = Kuat tarik belah beton (MPa)

P = Beban maksimum yang diberikan (kN)

L_s = Tinggi silinder (mm)

D = Diameter silinder (mm)

2.7 Kuat Tarik Lentur Beton

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03 – 4431, 1997).

$$f_r = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

Dimana:

f_r = Kuat tarik lentur (MPa)

P = Beban maksimum (N)

L = Jarak antar 2 perletakan (mm)

b = Lebar penampang balok (mm)

h = Lebar penampang balok (mm)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung. Pada penelitian ini menggunakan sampel berbentuk silinder ukuran 150x300 mm dan balok 100x100x400 mm. Nilai slumpflow rencana untuk SCC pada penelitian ini yaitu 550 – 850 mm. Sampel benda uji yang diuji dibagi menjadi tiga, yaitu dengan campuran serat baja Dramix 3D panjang 20 mm, 40 mm, dan 60 mm dan berjumlah tiga sampel untuk masing-masing uji untuk diambil nilai rata-rata.

Untuk mendapatkan perencanaan campuran beton sesuai dengan yang direncanakan yaitu untuk SCC nilai slump rencana 550-850 mm menurut standar EFNARCH, maka dibuatlah *Trial Mix Design* beton normal (tanpa tambahan serat). Setelah perencanaan campuran beton dari hasil *Trial Mix Design* telah didapat, selanjutnya dilanjutkan dengan pekerjaan campuran beton dengan tambahan serat baja. Dengan volume fraksi 1% serat baja ke dalam campuran adukan adukan beton dan 0% terhadap beton normal. Serat baja yang digunakan adalah dengan merek dagang Dramix.

3.1 Pengujian Material

Pada tahap ini bahan material yang akan digunakan akan diuji untuk mengetahui kemampuan atau sifat agregat yang dipakai untuk campuran beton.

Tabel 1. Hasil Pengujian Material

Jenis Pengujian	Material	Hasil Pengujian	Standar ASTM
Kadar Air	Agregat Halus	0,9%	0-1%
	Agregat Kasar	2,1%	0-3%
Berat Jenis	Agregat Halus	2,6	2,5-2,7%
	Agregat Kasar	2,8	2,5-2,9%
Penyerapan	Agregat Halus	1%	1-3 %
	Agregat Kasar	1,3%	
Gradasi	Agregat Halus	2,4	2,3-3,1 %
	Agregat Kasar	6,9	6-8%
Kadar Lumpur	Agregat Halus	2,2%	<5%

3.2 Mix Design Self Compacting Concrete

Pada *Mix Design* SCC ini dilakukan dengan menggunakan metode *British* yang komposisinya disesuaikan berdasarkan syarat yang sesuai dengan metode DoE (*British*). Pada proses ini dilakukan *trial mix* untuk menghasilkan *Slump-flow* sebesar nilai standar 550-850 mm. Kebutuhan bahan-bahan penyusun SCC berserat untuk 1 m³ akan diperoleh dengan mengikuti prosedur pada metode tersebut.

Tabel 2. Komposisi Kebutuhan Material SCC per m³

Jenis Beton	Volum e	Material (kg)					
	Fraksi (%)	Semen	Pasir	Split	Air	Serat	SP
SCC	0	539,47	902,76	902,76	205	0	11,86
	1	539,47	902,76	902,76	205	78,5	11,86

3.3 Sampel Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 150 x 300 mm untuk uji kuat tekan dan balok dengan ukuran 100 x 100 x 400 mm untuk kuat lentur. Total benda uji yang digunakan adalah 36 buah dimana 24 buah untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, sedangkan 12 buah untuk pengujian kuat lentur. Pembuatan benda uji ini meliputi beton normal, beton serat panjang 20 mm,

beton serat panjang 40 mm, dan beton serat 60 mm. Benda uji akan dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari.

Tabel 3. Variasi Benda Uji Campuran Beton Serat Baja Dramix 3D

Variasi Benda Uji Serat Baja	Nama Benda Uji			Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji Kuat Tarik Belah	Jumlah Benda Uji Kuat Tarik Lentur
	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Lentur			
Normal	ST	STB	STL	3	3	3
20 mm	ST.20	STB.20	STL.20	3	3	3
40 mm	ST.40	STB.40	STL.40	3	3	3
60 mm	ST.60	STB.60	STL.60	3	3	3
Total				36		

3.4 Pengujian *Workability*

Dalam pengujian ini dilakukan pada SCC segar untuk mengetahui *flow ability* dan *filling ability* beton dengan menggunakan alat *Slump-flow Test*. Pengujian *Slump-flow* ini merupakan diameter rata-rata penyebaran adukan beton segar SCC dengan menggunakan *Slump cone*, *Slump-flow* yang direncanakan pada penelitian ini yaitu berkisar antara 550–850 mm mengacu kepada standar EFNARCH 2005. Sedangkan pengujian T50 cm yaitu waktu yang diperlukan beton untuk mengalir hingga mencapai diameter 50 cm selama kurang dari 6 detik (EFNARC, 2005).

3.5 Perawatan Benda Uji

Setelah mencapai umur 24 jam, cetakan benda uji kemudian dibuka dan benda uji direndam dalam bak air untuk dilakukan *curing* dan dikeluarkan 2 hari sebelum pengujian, kemudian dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari. Hal ini dilakukan untuk menjamin proses hidrasi dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada beton sehingga mutu beton dapat terjamin.

3.6 Pengujian Sampel Benda Uji

Pada penelitian kali ini, sampel benda uji ini akan dilakukan 3 pengujian, yaitu pengujian kuat tekan beton, kuat tarik belah beton, dan kuat tarik lentur beton.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian *Workability*/Kelecekan

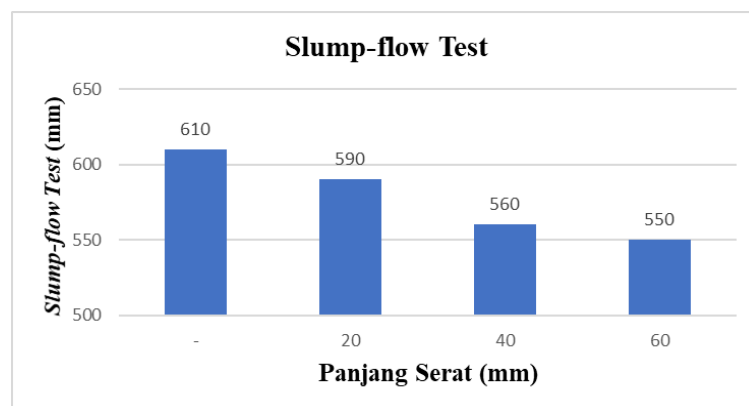
Pengujian *workability* dilakukan pada SCC menggunakan alat *Slump-flow Test* dan T50 cm. *Slump-flow Test* bertujuan untuk mengetahui *flow ability* dan *filling ability*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur besaran diameter penyebaran SCC. Sedangkan T50

cm bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan SCC untuk mengalir mencapai diameter 500 mm. Dengan kedua parameter ini dapat diketahui *workability* pada beton SCC. Hasil pengujian *Slump-flow* beton segar dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian *Slump-flow* SCC

No.	Panjang Serat (mm)	<i>Slump-flow</i>	EFNARCH (550-850 mm)	JSCE (500-650 mm)
1	-	610	OK	OK
2	20	590	OK	OK
3	40	560	OK	OK
4	60	550	OK	OK

Berdasarkan Tabel 4.1 bahwa panjang serat baja yang digunakan dalam campuran SCC dapat mempengaruhi nilai *Slump-flow*. Hal ini ditunjukkan oleh menurunnya nilai *Slump-flow*, semakin panjang serat yang digunakan maka akan semakin kecil nilai *Slump-flow* yang diperoleh. Hasil yang diperoleh memenuhi syarat dalam EFNARCH yaitu dan JSCE.



Gambar 1. Grafik hubungan antara panjang serat dengan *Slump-flow* SCC.

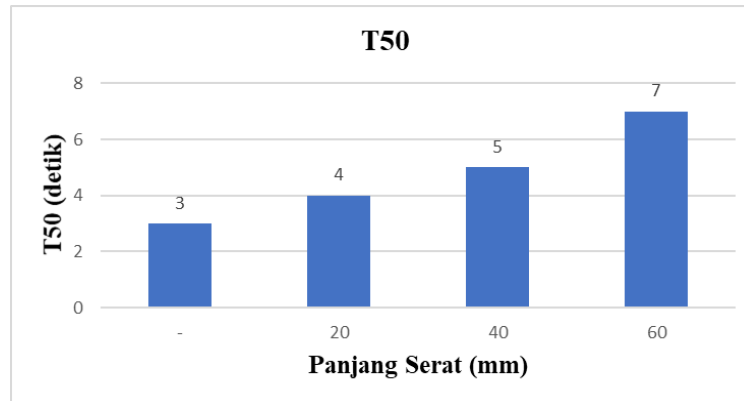
Penambahan serat baja Dramix 3D menyebabkan hambatan sehingga nilai T50 meningkat. Peningkatan nilai T50 cm terjadi sesuai dengan panjang serat yang digunakan. Semakin panjang serat yang digunakan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan SCC untuk mengalir sampai diameter 500 mm. Data hasil pengujian T50 cm pada SCC disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian T50 cm pada SCC

No.	Panjang Serat (mm)	T50 (detik)	EFNARCH (<6 dtk)	JSCE (3-15 dtk)
1	-	3	OK	OK
2	20	4	OK	OK
3	40	5	OK	OK

4	60	7	TIDAK OK	OK
---	----	---	----------	----

Hasil yang didapat masih sesuai dengan spesifikasi pada JSCE yaitu 3-15 detik, namun dalam ketentuan EFNARCH yaitu kurang dari 6 detik untuk panjang serat 60 mm tidak memenuhi ketentuan tersebut. Menurut Anggraeni (2021), hal ini terjadi dikarenakan serat yang ada pada SCC menghambat adukan pada beton sehingga memperlambat kecepatan aliran beton SCC tersebut.



Gambar 2. Grafik hubungan antara panjang serat dengan uji T50 SCC.

Berdasarkan analisis data hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa panjang serat baja Dramix 3D yang digunakan sangat mempengaruhi *workability* SCC, karena mengurangi nilai *Slump-flow* dan memperbesar nilai T50 cm campuran beton. Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan serat baja Dramix 3D pada SCC dapat menurunkan kelecakan atau *workability* dari beton itu sendiri.

4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Data hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 3.

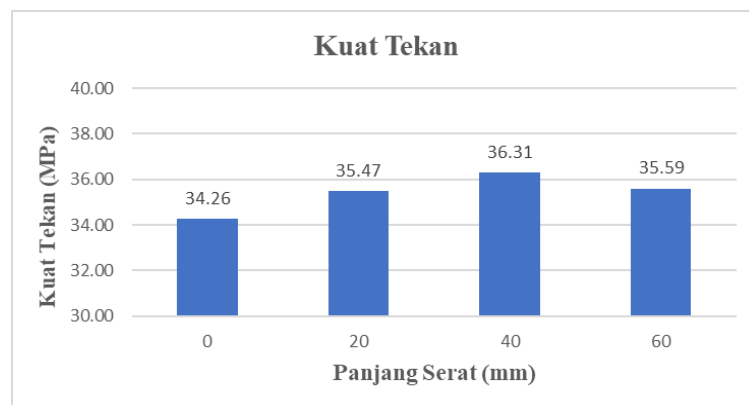
Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan pada SCC

No.	Panjang Serat (mm)	Massa (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
1	0	12.255	540.10	30.55	0
2		12.352	664.40	37.59	
3		12.367	612.30	34.64	
RATA - RATA		12.325	605.64	34.26	
1	20	12.464	667.60	37.76	3.55
2		12.802	664.10	37.57	
3		12.477	549.70	31.09	
RATA - RATA		12.581	627.13	35.47	
1	40	12.360	612.90	34.67	5.99
2		12.305	634.60	35.90	
3		12.405	678.20	38.36	

RATA - RATA	12.357	641.90	36.31
--------------------	---------------	---------------	--------------

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan pada SCC (lanjutan)

No.	Panjang Serat (mm)	Massa (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Kenaikan Kuat Tekan (%)
1	60	12.384	627.60	35.50	3.90
2		12.573	634.40	35.89	
3		12.450	625.80	35.40	
RATA - RATA		12.469	629.27	35.59	



Gambar 3. Grafik hubungan antara panjang serat dan nilai kuat tekan SCC.

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 3 secara rata-rata terjadi peningkatan nilai kuat tekan hingga mencapai maksimum pada penambahan serat baja ukuran panjang 40 mm. Namun, peningkatan yang dialami tidak menunjukkan angka yang begitu tinggi. Bila dilihat secara rinci pada tabel, nilai kuat tekan yang didapat tidak konsisten sehingga dapat dikatakan tidak terjadi peningkatan kuat tekan.

4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4.

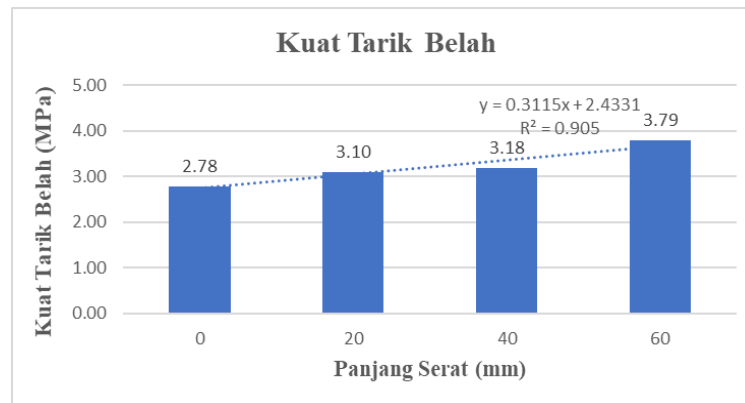
Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah SCC

No.	Panjang Serat (mm)	Massa (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kenaikan Kuat Tarik Belah (%)
1	0	12.255	185.60	2.63	0
2		12.352	205.90	2.91	
3		12.367	197.70	2.80	
RATA - RATA		12.325	196.42	2.78	
1	20	12.564	211.50	2.99	11.63
2		12.702	269.10	3.81	
3		12.519	177.20	2.51	

RATA - RATA	12.595	219.27	3.10
--------------------	---------------	---------------	-------------

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah pada SCC (lanjutan)

No.	Panjang Serat (mm)	Massa (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kenaikan Kuat Tarik Belah (%)
1	40	12.170	209.60	2.96	14.45
2		12.395	234.80	3.32	
3		12.580	230.00	3.25	
RATA - RATA		12.382	224.80	3.18	
1	60	12.406	265.00	3.75	36.44
2		12.343	234.00	3.31	
3		12.334	305.00	4.31	
RATA - RATA		12.361	268.00	3.79	



Gambar 4. Grafik hubungan antara panjang serat dan nilai kuat tarik belah SCC.

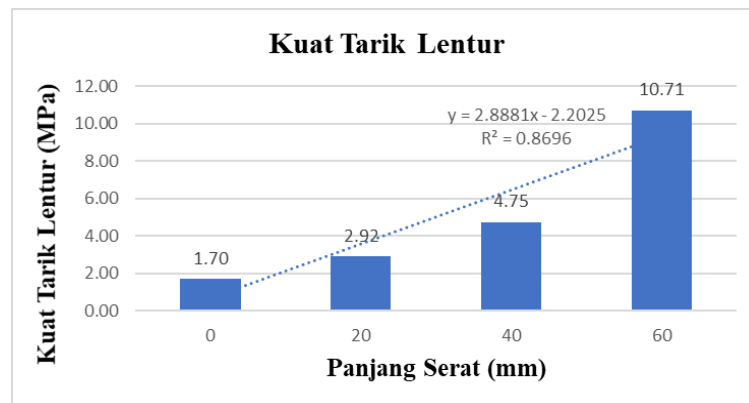
Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah meningkat pada setiap variasi panjang serat. Peningkatan maksimum terjadi pada panjang ukuran serat 60 mm yaitu 36,44% jika dibandingkan dengan beton tanpa serat. Peningkatan maksimum terjadi pada variasi panjang serat baja 60 mm. Semakin panjang ukuran menyebabkan *pull out resistance* yang besar, selain itu kuat lekatan antara fiber dan beton (*bond strength*) juga berpengaruh menahan tarikan yang terjadi akibat pembebanan (Sentani, 2007). Hal ini menunjukkan bahwa serat baja pada SCC mampu meningkatkan nilai kuat tarik belah.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur

Pengujian kuat tarik lentur pada penelitian ini dilakukan menggunakan alat *Hydraulic Jack* dengan *Loading Frame* dan juga *Proving Ring* untuk membaca beban. Data hasil pengujian kuat tarik lentur beton dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 5.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur SCC

No.	Panjang Serat (mm)	Massa (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Lentur (MPa)	Kenaikan Kuat Tarik Lentur (%)
1	0	9.174	4.4518	1.4246	0.0
2		9.063	5.0874	1.6280	
3		9.240	6.3585	2.0347	
RATA - RATA		9.159	5.2992	1.6958	
1	20	9.330	15.2567	4.8821	72.0
2		9.363	6.9941	2.2381	
3		9.308	5.0874	1.6280	
RATA - RATA		9.334	9.1127	2.9161	
1	40	9.600	9.5365	3.0517	179.9
2		9.655	17.7990	5.6957	
3		9.155	17.1634	5.4923	
RATA - RATA		9.470	14.8330	4.7465	
1	60	9.957	32.4174	10.3736	531.7
2		9.493	34.3241	10.9837	
3		9.491	33.6886	10.7803	
RATA - RATA		9.647	33.4767	10.7125	



Gambar 5. Grafik hubungan antara panjang serat dan nilai kuat tarik lentur SCC

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.9 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik lentur meningkat dengan signifikan pada setiap variasi ukuran panjang serat baja yang digunakan. Peningkatan kuat lentur tertinggi diperoleh pada campuran serat dengan panjang 60 mm atau yang terpanjang yaitu sebesar 531,7%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (2018), yang meneliti campuran serat kawat bendrat pada beton, untuk pengujian kekuatan lentur, pada beton serat 36 mm, 48 mm, dan 60 mm mengalami kenaikan kekuatan dengan nilai kuat lentur sebesar 9,28% untuk beton serat 36 mm, 30,30% untuk beton serat 48 mm, dan 41,82 % untuk beton serat 60 mm. Dari hasil ini maka beton serat 60 mm adalah beton serat yang peningkatan kekuatan

lentur yang terbesar sebesar 41,82%. Maka dapat disimpulkan bahwa serat baja Dramix 3D bekerja sangat optimal dalam meningkatkan kuat tarik lentur pada SCC.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Panjang ukuran serat baja pada SCC dapat mempengaruhi *workability*, karena seiring dengan bertambahnya ukuran serat, hasil *Slump-flow* yang didapatkan semakin besar dan nilai T50 mengalami peningkatan.

Perbedaan variasi panjang serat baja yang digunakan dalam campuran SCC mempengaruhi kuat tekan tetapi tidak signifikan. Sedangkan pada kuat tarik belah dan kuat tarik lentur, variasi panjang serat baja sangat mempengaruhi hasilnya, peningkatan yang terjadi sangat signifikan. Peningkatan maksimum terjadi pada panjang 60 mm dalam masing masing pengujian. Semakin panjang ukuran serat baja yang digunakan maka semakin besar hasil uji yang didapat.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan bentuk serat baja Dramix 3D, Dramix 4D, dan Dramix 5D.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbedaan panjang serat baja dengan panjang 12,7 mm, 16 mm dan 20 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544. 1993. *Guide for Specifying, Proportioning, Mixing, Placing and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete*, Report: ACI 544.3R-93.
- EFNARC. 2005. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*, (May), 63.
- Nugraha, I.D. 2018. Studi Karakteristik Beton Serat Kawat Bendrat. *In: Early Human Development*.
- Sentani, Andika. (2007). Pengaruh Variasi Panjang Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan, Kuat tarik, Dan Kuat Lentur Beton Pasir. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- SNI 1974-2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standarnisasi Nasional*, Jakarta.
- SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. *Badan Standarnisasi Nasional*, Jakarta.
- SNI 2491-2014. Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton silinder. *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.