

## **Analisis Pengaruh Penggunaan Serat *Polypropylene* Terhadap *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan Bahan Dasar Agregat Kasar Gradasi Senjang (*Gap-Grading*)**

**Adipati Syahidullah Ulini'am<sup>1)</sup>**

**Vera Agustriana Noorhidana<sup>2)</sup>**

**Laksmi Irianti<sup>3)</sup>**

### ***Abstract***

*In general, Self Compacting Concrete (SCC) uses coarse aggregate with dense graded for mix composition. However, in certain places, sometimes the sources of aggregate are limited and there's no stone crusher with possibly use coarse aggregate with gap graded. H. This research was conducted for investigate the effect of polypropylene fiber additions to SCC with gap graded on workability, compressive strength, splitting tensile strength, and bending strength. Test result for Slump-Flow and T50 for both of gradation with Vf 0%, 0,05%, and 0,1% qulify that Slump-Flow are about 50-65 cm and T50 are 3-15 second. Test result for compressive strength of SCC with gap graded, the optimum Vf is 0,05% with 7,02% increase in strength compared to dense graded with 0% Vf. Test result for split tensile strength of SCC with gap graded, the optimum Vf is 0,05% with 45,53% increase in strength compared to dense graded with 0% Vf. Test result for bending strength of SCC with gap graded, the optimum Vf is 0,05% with 347,28% increase in strength compared to dense graded with 0% Vf.*

*Keywords: polypropylene, Slump-Flow, T50, compressive strength, splitting tensile strength, bending strength.*

### **Abstrak**

Pada umumnya Self Compacting Concrete (SCC) menggunakan agregat kasar gradasi normal untuk komposisi campurannya. Akan tetapi, di beberapa tempat, terkadang sumber agregat terbatas dan tidak ada pemecah batu yang memungkinkan menggunakan agregat kasar gradasi senjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat *polypropylene* pada SCC gradasi senjang dari segi kelecakan, kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur. Hasil untuk pengujian Slump-Flow dan T50 pada kedua jenis gradasi dengan Vf 0%, 0,05%, dan 0,1% memenuhi syarat yaitu Slump-Flow antara 50-65 cm sedangkan untuk T50 3-15 detik. Pada pengujian kuat tekan SCC gradasi senjang, Vf optimum adalah 0.05% dengan peningkatan 7,02% dibandingkan dengan gradasi normal pada Vf 0%. Pada pengujian kuat tarik belah SCC gradasi senjang, Vf optimum adalah 0,05% dengan peningkatan 45,53% dibandingkan dengan gradasi normal pada Vf 0%. Pada pengujian kuat tarik lentur SCC gradasi senjang, Vf optimum adalah 0.05% dengan peningkatan 347,28% dibandingkan dengan gradasi normal pada Vf 0%.

**Kata Kunci:** *polypropylene*, Slump-Flow, T50, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur.

---

<sup>1)</sup> Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. surel:adipati.sh.u@gmail.com

<sup>2)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

<sup>3)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya *Self Compacting Concrete* (SCC) menggunakan agregat kasar gradasi normal (*dense-grading*) untuk komposisi campurannya. Penggunaan agregat kasar gradasi normal (*dense-grading*) bertujuan untuk mengurangi segregasi dikarenakan mempunyai campuran yang normal dan kepadatan air, serta memiliki kuat tekan yang tinggi. Akan tetapi, di beberapa tempat ketersediaan agregat kasar tidak selalu memenuhi untuk penggunaan agregat kasar gradasi normal (*dense-grading*) ini, terkadang sumber agregat terbatas dan tidak ada pemecah batu (*stone crusher*) yang memungkinkan menggunakan agregat kasar gradasi senjang (*gap-grading*) sebagai alternatif yang dapat dipertimbangkan. Akan tetapi, agregat kasar gradasi senjang (*gap-grading*) ini memiliki karakteristik peralihan dari gradasi seragam (*uniform-grading*) dan gradasi normal (*dense-grading*) yang memungkinkan segregasi pada *Self Compacting Concrete* (SCC). Segregasi dalam beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan (*strength*) dari beton itu sendiri, baik dari segi kuat tekan, kuat tarik lentur maupun kuat tarik belah, dikarenakan terdapat ruang kosong (pori) yang memungkinkan terjadinya porositas. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuniarto dan Linggi (2017) hasil kuat tekan yang diperoleh dari beton bergradasi senjang lebih kecil dibandingkan dengan beton bergradasi normal. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana penggunaan serat *polypropylene* dapat memperbaiki kekurangan *Self Compacting Concrete* (SCC) yang menggunakan agregat kasar gradasi senjang (*gap-grading*) dan juga perbandingannya terhadap *Self Compacting Concrete* (SCC) bergradasi normal dari sifat mekanisnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Self Compacting Concrete* (SCC)

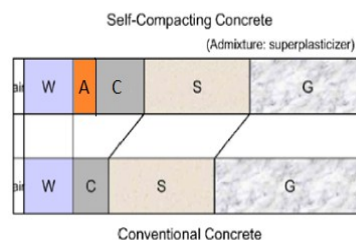
*Self Compacting Concrete* adalah beton segar yang mudah mengalir karena berat sendirinya mengisi keseluruhan cetakan dikarenakan beton tersebut memiliki sifat-sifat untuk memadatkan sendiri, tanpa adanya bantuan alat penggetar (*vibrator*). Beberapa metode yang dikembangkan yang dianggap dapat mewakili kriteria *workability*, yaitu :

#### 2.1.1. *Slump-Flow*

*Slump-flow test* dapat dipakai untuk menentukan ‘filling ability’ dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi *workability* beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter.

### 2.2. Bahan Penyusun *Self Compacting Concrete* (SCC)

Okamura dan Ouchi (2003) membandingkan bahan penyusun *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan bahan penyusun beton konvensional:



Gambar 1. Perbandingan Proporsi Campuran SCC dengan Beton Konvensional

(Sumber: Okamura dan Ouchi (2003))

### 2.2.1. Air

Air berguna untuk material pengikat semen dengan agregat kasar dan agregat halus.

### 2.2.2. Agregat

Agregat merupakan bahan berbutir seperti pasir, kerikil atau batu pecah dan slag tanur (blast-furnace slag) yang digunakan dengan media perekat untuk menghasilkan beton atau mortar semen hidrolis (SNI-03-2847, 2013).

#### 2.2.2.1. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat. Gradasi agregat dibagi menjadi tiga macam yaitu gradasi rapat, gradasi menerus dan gradasi senjang:

##### a. Gradasi senjang (*Gap-grading*)

Gradasi senjang (*Gap-grading*) adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat ada yang tidak lengkap atau fraksi agregat ada yang hilang atau jumlah yang sedikit.

### 2.2.3. Semen

Semen adalah bahan pengikat hidrolis yang berupa serbuk halus.

### 2.2.4. Admixture (*Superplasticizer*)

Admixture (bahan tambah) didefinisikan sebagai material selain agregat, agregat, air dan serat yang digunakan dalam campuran beton atau mortar, yang ditambahkan dalam adukan segera sebelum atau selama pengadukan dilakukan (ACI 116R, 2000).

### 2.2.5. Serat *Polypropylene*

*Polypropylene* adalah senyawa hidrokarbon dengan rumus kimia  $C_3H_6$ , dengan wujud berupa filament tunggal atau jaringan serabut tipis berbentuk jala, dengan ukuran panjang berkisar antara 6 mm sampai 50 mm dengan diameter kira-kira 8-90 mikron.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Metode Penelitian

Volume fraksi serat *polypropylene* yang digunakan yaitu 0 %, 0,05%, 0,1%, dan 0,15% dari volume beton. Agregat kasar gradasi normal yang digunakan pada penelitian ini yaitu ukuran 0.5-2 cm sedangkan untuk agregat kasar gradasi senjang yang digunakan adalah ukuran 1-2 cm.

### 3.2. Prosedur Penelitian

#### 3.2.1. Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Dilakukan pengujian pada bahan campuran beton yaitu agregat halus dan agregat kasar untuk mengetahui kadar air, berat jenis, dan berat volume agregat.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus dan Kasar.

No	Pengujian	Hasil pengujian	Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar air agregat halus	0,45%	0-1%	ASTM C 566
2	Kadar air agregat kasar	2,90%	0-3%	ASTM C 566
3	Berat jenis agregat halus	2,44	2-2.9	ASTM C 128
4	Penyerapan agregat halus	2,04%	1-3%	ASTM C 128
5	Berat jenis agregat kasar	2,58	2,5-2,9	ASTM C 127
6	Penyerapan agregat kasar	2,50%	1-3%	ASTM C 127
7	Berat volume agregat halus	1483 kg/m <sup>3</sup>	-	-
8	Berat volume agregat kasar	1413,5 kg/m <sup>3</sup>	-	-
9	Kadar lumpur agregat halus	0,01%	< 5%	ASTM C 117
10	Kandungan zat organik	warna gardner 5 (no. 1) warna gardner 11 (no. 3)	-	ASTM C 40

### 3.2.2. Pembuatan Rencana Campuran SCC (*Mix Design*)

Rencana campuran semen, air, dan agregat-agregat sangat penting untuk menghasilkan perbandingan campuran SCC yang diinginkan. Dalam penelitian ini komposisi campuran beton (*mix design*) menggunakan metode DOE yang mengacu pada metode British. Bahan SCC dicampurkan dengan serat *polypropylene*.

Tabel 2. Komposisi Material per m<sup>3</sup>.

Material	Berat per m <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )
Air	216
Semen	569
Agregat halus	765
Agregat kasar	765
<i>polypropylene</i>	910
Sp viscocrete 3115n	5.69
Berat total	3230,69

Tabel 3. Komposisi Sampel tiap Volume Fraksi Serat *Polypropylene* .

		Berat ( kg)		
		3 Kubus	3 Silinder	3 Balok
Volume		0.0119	0.0188	0.0142
Semen		6.7711	10.6972	8.0798
Air		2.5704	4.0608	3.0672
Pasir		9.1035	14.3820	10.8630
<i>Sp Viscocrete 3115n</i> (1%)		67.711	106.972	80.798
Split (normal)	19.5	0.2731	0.4315	0.3259
	9.5	4.7338	7.4786	5.6488
	4.75	4.0966	6.4719	4.8884
	Total	9.1035	14.3820	10.8630
Split ( <i>gap</i> )	19.5	0.2731	0.4315	0.3259
	9.5	8.8304	13.9505	10.5372
	Total	9.1035	14.3820	10.8630
<i>Polypropylene</i>	0.05%	5.4145	8.5540	6.4610
	0.10%	10.8290	17.1080	12.9220
	0.15%	16.2435	25.6620	19.3830

### 3.2.3. Pembuatan Benda Uji

Pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur dan kuat tarik belah dilakukan setelah umur 28 hari. Dengan jumlah benda uji sebanyak 72 buah.

Tabel 4. Data Jumlah Benda Uji SCC Gradasi Normal.

Kode benda uji	Volume fraksi (%)	Ukuran Agregat (cm)	benda uji kubus	Benda uji silinder	Benda Uji Balok
Normal 0	0	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
Normal 0,05	0,05	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
Normal 0,1	0,1	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
Normal 0,15	0,15	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
	Jumlah		12 buah	12 buah	12 buah
	Total			36 buah	

Tabel 5. Data Jumlah Benda Uji SCC Gradasi Senjang.

Kode benda uji	Volume fraksi (%)	Ukuran Agregat (cm)	benda uji kubus	Benda uji silinder	Benda Uji Balok
Gap 0	0	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
Gap 0,05	0,05	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
Gap 0,1	0,1	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
Gap 0,15	0,15	1-2	3 buah	3 buah	3 buah
	Jumlah		12 buah	12 buah	12 buah
	Total			36 buah	

### 3.2.4. Pengujian Slump-Flow dan T50

Tahap ini bertujuan untuk melihat seberapa kemampuan penyebaran suatu adukan beton. Diameter yang disyaratkan JSCE (2007) Materials and Constructions adalah 50-65 cm, dan waktu T50 yang disyaratkan adalah 3-15 detik. Dengan persamaan:

$$Slump\ Flow = \frac{D1 + D2}{2} \quad (1)$$

Keterangan :

D1 = Diameter Terpanjang (cm)

D2 = Diameter Terpendek (cm)

### 3.2.4. Pelaksanaan Pengujian

#### 3.2.4.1. Uji Kuat Tekan

Pada penelitian ini uji kuat tekan beton menggunakan benda uji kubus dengan panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm yang akan diuji pada umur 28 hari. Alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu alat CTM (*compression testing machine*) digital.

$$Kuat\ Tekan = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (2)$$

Keterangan:

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang (cm)

#### 3.2.4.2. Uji Kuat Tarik Belah

Pada penelitian ini uji kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder dengan alas 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian benda uji dipakai alat CTM digital.

$$Kuat\ Tarik\ Belah = \frac{2 \times P}{3.14 \times D \times L} \text{ (MPa)} \quad (3)$$

Keterangan:

P = Beban Hancur (kN)

D = Diameter (150 mm)

L = Panjang Silinder (300 mm)

#### 3.2.4.3. Uji Kuat Tarik Lentur

Pengujian ini menggunakan alat hydraulic jack yang akan dilakukan pada umur beton 28 hari. Kuat lentur diteliti dengan membebani balok di setiap 1/3 bentang dengan beban beban titik sebesar  $\frac{1}{2} P$ .

$$\text{Kuat Tarik Lentur (MPa)} = \frac{P \times L}{b \times h^2} \quad (4)$$

Keterangan :

- P = beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai jarak 3 angka dibelakang koma)
- L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
- b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

### 3.3. Perhitungan dan Analisis Data

Setelah dilakukan pengujian, maka dapat dilakukan perhitungan dan analisa sebagai berikut :

- a. Menganalisis hasil pengujian *slump-flow* pada setiap volume fraksi dalam bentuk tabel dan grafik.
- b. Menghitung dan menganalisis dengan uji Dixon Criteria kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur beton kemudian disajikan dalam bentuk tabel.
- c. Dari hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur setiap volume fraksi dibuat grafik perbandingan antara SCC gradasi normal dan SCC gradasi senjang, kemudian menganalisisnya.

## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

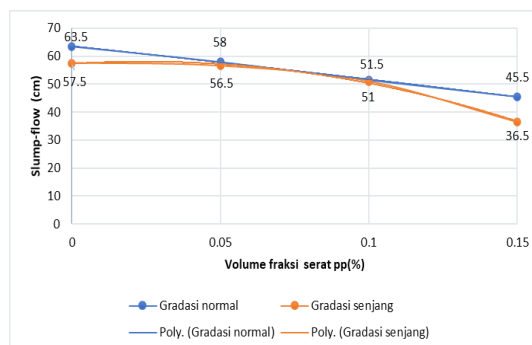
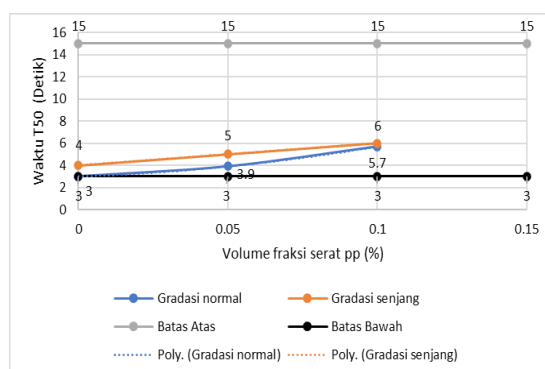
### 4.1. Keleccakan Beton (*Workability*)

Pada penelitian ini untuk pengujian keleccakan dilakukan uji *Slump-Flow* dan uji T50. Yaitu dengan cara mengukur diameter sebaran SCC sebelum dan sesudah penambahan serat pada SCC agregat normal maupun agregat senjang, dan juga mengukur waktu sebaran dengan T50.

Tabel 6. Hasil Nilai *Slump-Flow Test* dan T50.

No	Benda Uji	Volume Fraksi (%)	<i>Slump-flow test</i> (cm)			T <sub>50</sub> (Detik)	Syarat T <sub>50</sub> (Detik)
			Diameter 1	Diameter 2	Rata-rata		
1	Normal 0	0	64	63	63.5	3	3-15
2	Normal 0.05	0.05	58	58	58	3.9	3-15
3	Normal 0.1	0.1	53	50	51.5	5.7	3-15
4	Normal 0.15	0.15	45	46	45.5	-	3-15
5	Gap 0	0	57	58	57.5	4	3-15
6	Gap 0.05	0.05	54	59	56.5	5	3-15
7	Gap 0.1	0.1	53	49	51	6	3-15
8	Gap 0.15	0.15	36	37	36.5	-	3-15

Pada Tabel 6. diketahui bahwa uji *Slump-Flow* yang dilakukan untuk volume fraksi 0%, 0,05%, dan 0,1% pada kedua jenis gradasi memenuhi kriteria yang ada di JSCE (2007) *Materials and Constructions* yaitu berkisar antara 50-65 cm. sedangkan untuk volume fraksi 0,15% pada kedua jenis gradasi tidak memenuhi kriteria dikarenakan *Slump-Flow* < 50 cm.

Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai *Slump-Flow* dengan Volume Fraksi Serat.

Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu T50 dengan Volume Fraksi Serat.

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa *Slump-Flow* pada gradasi senjang lebih kecil dibandingkan dengan gradasi normal, hal itu disebabkan karena agregat yang digunakan dalam adukan beton berukuran 1-2 cm yang menyebabkan campuran SCC tidak mengalir dan menyebar dengan sempurna ketika proses pengangkatan uji *Slump-Flow*. Pada kedua jenis gradasi juga mengalami penurunan *Slump-Flow* setiap penambahan volume fraksi serat. Semakin besar volume fraksi serat ( $V_f$ ) maka semakin kecil pula nilai *Slump-Flow*. Penurunan ini terjadi karena karakteristik dari serat *polypropylene* sendiri yang mengikat mortar penyusun SCC sehingga adukan semakin kental dan penyebaran SCC saat uji *Slump-Flow* semakin kecil. Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa waktu T50 pada kedua gradasi dengan volume fraksi 0%, 0.05%, dan 0.1% memenuhi syarat yaitu 3-15 detik. Sedangkan pada volume fraksi 0.15% tidak memenuhi syarat karena pada batas atas waktu 15 detik *Slump-Flow* tidak mencapai 50 cm. SCC gradasi senjang mempunyai waktu T50 lebih tinggi dibandingkan dengan gradasi normal. Hal ini disebabkan karena gradasi senjang yang digunakan membuat *Slump-Flow* susah untuk mengalir yang menyebabkan waktu sebaran semakin lama. Lalu, semakin banyak serat yang digunakan, maka semakin lama waktu penyebaran yang dibutuhkan.

#### 4.2. Kuat Tekan Beton

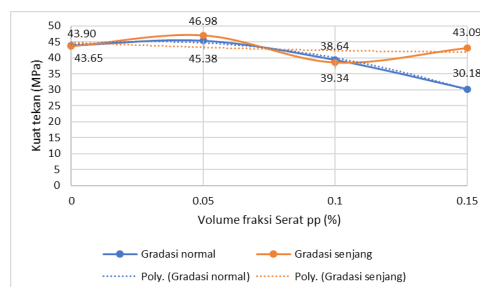
Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan kekuatan tekan SCC gradasi normal dan SCC gradasi senjang yang menggunakan variasi volume fraksi serat *polypropylene*. Data hasil pengujian kuat tekan pada SCC yang dapat dilihat pada Tabel 7. selanjutnya data hasil pengujian kuat tekan tersebut dianalisis menggunakan metode Uji Dixon Criteria.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang.

No	Benda Uji	Volume fraksi (%)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan Kubus (MPa)	Kuat Tekan Silinder (MPa)	Rata - Rata Kuat Tekan Silinder (MPa)
1	Normal 0 (A)		7,862	1214,70	53,99	44,81	
2	Normal 0 (B)	0	7,755	1123,10	49,92	41,43	43,90
3	Normal 0 (C)		8,253	1232,00	54,75	45,44	
4	Normal 0,05 (A)		7,783	1195,10	53,12	44,09	
5	Normal 0,05 (B)	0,05	7,750	1176,10	52,27	43,38	45,38
6	Normal 0,05 (C)		7,803	1319,60	58,65	48,68	
7	Normal 0,1 (A)		7,906	1134,40	50,42	41,85	
8	Normal 0,1 (B)	0,1	7,889	1047,80	46,57	38,65	39,34
9	Normal 0,1 (C)		7,807	1017,20	45,21	37,52	
10	Normal 0,15 (A)		7,487	782,40	34,78	28,87	
11	Normal 0,15 (B)	0,15	7,642	854,70	37,99	31,53	30,18
12	Normal 0,15 (C)		7,614	816,80	36,30	30,13	
13	Gap 0 (A)		8,061	1189,8	52,88	43,89	
14	Gap 0 (B)	0	8,064	1263,2	56,14	46,60	43,65
15	Gap 0 (C)		7,879	1096,6	48,74	40,45	
16	Gap 0,05 (A)		8,018	1214,00	53,96	44,79	
17	Gap 0,05 (B)	0,05	8,085	1257,40	55,89	46,39	46,98
18	Gap 0,05 (C)		8,048	1348,60	59,94	49,75	
19	Gap 0,1 (A)		7,884	1054,60	46,87	38,90	
20	Gap 0,1 (B)	0,1	7,775	1010,50	44,91	37,28	38,64
21	Gap 0,1 (C)		7,833	1077,50	47,89	39,75	
22	Gap 0,15 (A)		7,851	995,10	44,23	36,71	
23	Gap 0,15 (B)	0,15	7,780	1190,10	52,89	43,90	43,09
24	Gap 0,15 (C)		7,673	1318,80	58,61	48,65	

Tabel 8. Peningkatan Kuat Tekan SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang.

Vf (%)	Rata - Rata Kuat Tekan (Normal) (MPa)	Rata - Rata Kuat Tekan (Gap) (MPa)	Peningkatan (Gap) terhadap (Normal) (%)	Peningkatan (Gap) terhadap (Normal 0) (%)	Peningkatan (Normal) terhadap (Normal 0) (%)	Peningkatan (Gap) terhadap (Gap 0) (%)
0	43,90	43,65	-0,57	-0,57	0	0
0,05	45,38	46,98	3,51	7,02	3,39	7,63
0,1	39,34	38,64	-1,78	-11,97	-10,37	-11,47
0,15	30,18	43,09	42,78	-1,85	-31,26	-1,29



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Setiap Volume Fraksi.



Berdasarkan Tabel 8. dari hasil pengujian kuat tekan benda uji kubus bergradasi normal pada umur 28 hari didapatkan bahwa penambahan serat *polypropylene* pada Vf 0,05% (Normal 0,05) terjadi peningkatan dibandingkan dengan Vf 0% (Normal 0) sebesar 3.39%, akan tetapi terjadi penurunan pada 0,1% (Normal 0,1) sebesar 10,37%, dan 0,15% (Normal 0,15) sebesar 31.26%. Semakin banyak penambahan volume fraksi, semakin kecil kuat tekan yang didapat. Oleh karena itu volume fraksi optimum untuk SCC gradasi normal terjadi pada penambahan 0,05% (Normal 0,05) yaitu sebesar 45,38 Mpa. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan benda uji kubus bergadasi senjang pada umur 28 hari didapatkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan dari Vf 0% (Gap 0) ke Vf 0,05% (Gap 0,05) sebesar 7,63%, tetapi terjadi penurunan kuat tekan pada Vf 0,1% (Gap 0,1) sebesar 11,47% dan pada Vf 0,15% (Gap 0,15) sebesar 1,29%. Oleh karena itu, Vf optimum terjadi pada penambahan serat 0,05% (Gap 0,05) yaitu sebesar 46,98 MPa.

### 4.3. Kuat Tarik Belah Beton

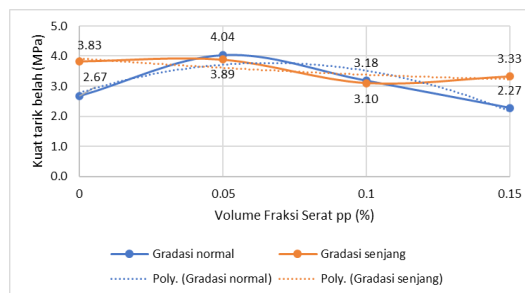
Nilai kuat tarik belah beton diperoleh melalui pengujian tekan dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai kekuatan maksimumnya.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang.

No	Benda Uji	Volume fraksi (%)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata - Rata Kuat Tarik Belah (MPa)
1	Normal 0 (A)		12,391	230,70	3,26	
2	Normal 0 (B)	0	12,521	158,50	2,24	2,67
3	Normal 0 (C)		12,291	177,00	2,50	
4	Normal 0,05 (A)		12,336	252,80	3,58	
5	Normal 0,05 (B)	0,05	12,486	320,90	4,54	4,04
6	Normal 0,05 (C)		12,402	283,40	4,01	
7	Normal 0,1 (A)		12,103	209,80	2,97	
8	Normal 0,1 (B)	0,1	12,133	258,90	3,66	3,18
9	Normal 0,1 (C)		12,089	206,50	2,92	
10	Normal 0,15 (A)		11,911	171,80	2,43	
11	Normal 0,15 (B)	0,15	11,863	151,90	2,15	2,27
12	Normal 0,15 (C)		11,639	158,30	2,24	
13	Gap 0 (A)		12,574	0	0,00	
14	Gap 0 (B)	0	12,612	275,3	3,89	3,83
15	Gap 0 (C)		12,759	266,5	3,77	
16	Gap 0,05 (A)		12,658	259,90	3,68	
17	Gap 0,05 (B)	0,05	12,509	284,60	4,03	3,89
18	Gap 0,05 (C)		12,558	279,50	3,95	
19	Gap 0,1 (A)		12,337	242,00	3,42	
20	Gap 0,1 (B)	0,1	12,191	187,60	2,65	3,10
21	Gap 0,1 (C)		12,345	228,80	3,24	
22	Gap 0,15 (A)		12,068	261,30	3,70	
23	Gap 0,15 (B)	0,15	11,980	207,10	2,93	3,33
24	Gap 0,15 (C)		11,967	236,90	3,35	

Tabel 10. Peningkatan Kuat Tarik Belah SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang.

Vf (%)	Rata - Rata Kuat Tarik Belah (Normal) (MPa)	Rata - Rata Kuat Tarik Belah (Gap) (MPa)	Peningkatan (Gap) terhadap (Normal) (%)	Peningkatan (Gap) terhadap (Normal 0) (%)	Peningkatan (Normal) terhadap (Normal 0) (%)	Peningkatan kuat tarik Belah (Gap) terhadap (Gap 0) (%)
0	2,67	3,83	43,44	43,44	0	0
0,05	4,04	3,89	-3,86	45,53	51,38	1,46
0,1	3,18	3,10	-2,49	16,28	19,25	-18,93
0,15	2,27	3,33	46,33	24,57	-14,87	-13,16



Gambar 5. Grafik Kuat Tarik Belah Rata-Rata Setiap Volume Fraksi.

Berdasarkan Tabel 10. diperoleh hasil pada penambahan (Normal 0,05) dan (Normal 0,1) terjadi peningkatan kuat tarik belah sebesar 51,38% dan 19,25%, akan tetapi terjadi penurunan pada (Normal 0,15) sebesar 14,87% jika dibandingkan dengan (Normal 0). Oleh karena itu, didapatkan Vf optimum terjadi pada penambahan serat 0,5% sebesar 4,04 Mpa. Sedangkan untuk gradasi senjang diperoleh hasil pada penambahan (Gap 0,05) terjadi peningkatan kuat tarik belah sebesar 1,46%, sedangkan pada (Gap 0,1) dan (Gap 0,15) terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 18,93% dan 13,16% jika dibandingkan dengan (Gap 0). Oleh karena itu Vf optimum pada (Gap 0,05) yaitu sebesar 3,89 MPa.

#### 4.4. Kuat Tarik Lentur Beton

Pengujian kuat tarik lentur dilakukan pada benda uji balok berdimensi 10x10x40 cm umur 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 11. sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang.

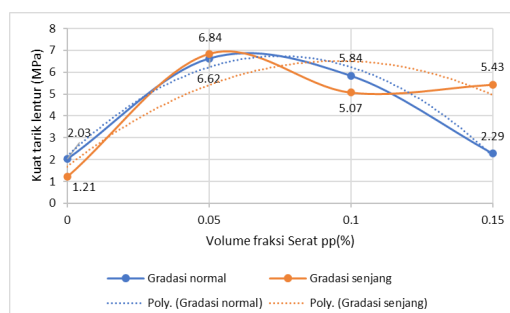
No	Benda Uji	Volume fraksi (%)	Angka dial	Beban		Kuat Tarik Lentur (MPa)	Rata - Rata Kuat Tarik Lentur (MPa)
				Lbf	Beban (kN)		
1	Normal 0 (A)		15	1142,86	5,08	1,53	
2	Normal 0 (B)	0	20	1857,14	8,26	2,48	2,03
3	Normal 0 (C)		18	1571,43	6,99	2,10	
4	Normal 0,05 (A)		35	4000	17,79	5,34	
5	Normal 0,05 (B)	0,05	51	6428,57	28,60	8,58	6,62
6	Normal 0,05 (C)		38	4461,54	19,85	5,95	
7	Normal 0,1 (A)		31	3428,57	15,25	4,58	
8	Normal 0,1 (B)	0,1	45	5538,46	24,64	7,39	5,84
9	Normal 0,1 (C)		36	4153,85	18,48	5,54	

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang (Lanjutan).

No	Benda Uji	Volume fraksi (%)	Angka dial	Beban		Kuat Tarik Lentur (MPa)	Rata - Rata Kuat Tarik Lentur (MPa)
				Lbf	Beban (kN)		
10	Normal 0,15 (A)		16	1285,71	5,72	1,72	
11	Normal 0,15 (B)	0,15	34	3857,14	17,16	5,15	2,29
12	Normal 0,15 (C)		-	-	0	0	
13	Gap 0 (A)		18	1571,43	6,99	2,10	
14	Gap 0 (B)	0	9	285,71	1,27	0,38	1,21
15	Gap 0 (C)		13	857,14	3,81	1,14	
16	Gap 0,05 (A)		35	4000	17,79	5,34	
17	Gap 0,05 (B)	0,05	47	5846,15	26,00	7,80	6,84
18	Gap 0,05 (C)		45	5538,46	24,64	7,39	
19	Gap 0,1 (A)		25	2571,43	11,44	3,43	
20	Gap 0,1 (B)	0,1	29	3142,86	13,98	4,19	5,07
21	Gap 0,1 (C)		38	4461,54	19,85	5,95	
22	Gap 0,15 (A)		41	4923,08	21,90	6,57	
23	Gap 0,15 (B)	0,15	33	3714,29	16,52	4,96	5,43
24	Gap 0,15 (C)		32	3571,43	15,89	4,77	

Tabel 12. Peningkatan Kuat Tarik Lentur SCC Gradasi Normal dan Gradasi Senjang

Vf (%)	Rata - Rata Kuat Tarik Lentur (Normal) (MPa)	Rata - Rata Kuat Tarik Lentur (Gap) (MPa)	Peningkatan (Gap) terhadap (Normal) (%)	Peningkatan (Gap) terhadap (Normal 0) (%)	Peningkatan (Normal) terhadap (Normal 0) (%)	Peningkatan (Gap) terhadap (Gap 0) (%)
0	2,03	1,21	-40,52	-40,52	0	0
0,05	6,62	6,84	3,32	237,11	226,28	466,80
0,1	5,84	5,07	-13,18	149,75	187,68	319,92
0,15	2,29	5,43	137,39	167,52	12,69	349,80



Gambar 6. Grafik Kuat Tarik Lentur Rata-Rata Setiap Volume Fraksi.

Berdasarkan Tabel 12. dari hasil uji kuat tarik lentur dengan benda uji balok pada SCC gradasi normal umur 28 hari didapatkan hasil pada penambahan Vf serat *polypropylene* 0,05%, 0,1%, dan 0,15% mengalami peningkatan sebesar 226,28%, 187,68%, dan 12,69% dibandingkan dengan volume fraksi 0% (Normal 0). Volume fraksi optimum terjadi pada penambahan volume fraksi 0,05% sebesar 6,62 Mpa. Sedangkan dari hasil uji

kuat tarik lentur SCC gradasi senjang, didapatkan hasil pada penambahan volume fraksi serat *polypropylene* 0,05%, 0,1%, dan 0,15% mengalami peningkatan sebesar 466,8%, 319,92%, dan 349,8% dibandingkan dengan volume fraksi 0% (Gap 0). Volume fraksi optimum terjadi pada penambahan volume fraksi 0,05% sebesar 6,84 Mpa. Berdasarkan Tabel 15. dan uraian di atas, penambahan serat *polypropylene* sangat meningkatkan kuat lentur pada campuran SCC gradasi senjang.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pada penelitian ini, analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Uji *Slump-Flow* pada adukan beton dipengaruhi jenis gradasi dan volume fraksi serat *polypropylene* yang dipakai, gradasi senjang memiliki rata-rata *Slump-Flow* yang lebih kecil dibandingkan gradasi normal. Sedangkan uji T50 pada adukan beton gradasi senjang memiliki rata-rata waktu T50 yang lebih tinggi dibandingkan dengan gradasi normal. semakin tinggi volume fraksi serat, maka waktu T50 yang diperlukan semakin lama.
2. Penambahan volume fraksi serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat tekan SCC gradasi senjang. Karena pada pengujiannya, kuat tekan SCC gradasi senjang diperoleh hasil yang lebih kecil dibandingkan dengan SCC gradasi normal. Akan tetapi, pada penambahan Vf 0,05% didapatkan peningkatan sebesar 7,02% dibandingkan dengan SCC gradasi normal pada Vf 0%. Didapatkan volume fraksi optimum pada 0,05%.
3. Penambahan volume fraksi serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat tarik belah SCC gradasi senjang. Pada pengujiannya, SCC gradasi senjang dengan Vf 0,05%, 0,1% dan 0,15% diperoleh peningkatan sebesar 45,53%, 16,28%, dan 24,57% dibandingkan dengan SCC gradasi normal pada Vf 0%,. Volume fraksi optimum terjadi pada 0,05%
4. Penambahan volume fraksi serat *polypropylene* dapat meningkatkan kuat tarik lentur SCC gradasi senjang. Pada pengujiannya, kuat tarik lentur SCC gradasi senjang dengan Vf 0% lebih kecil 40,52% dibandingkan dengan SCC gradasi normal Vf 0%. Akan tetapi, setelah penambahan Vf serat 0,05%, 0,1%, dan 0,15% kuat tarik lentur SCC gradasi senjang lebih besar 237,11%, 149,75% dan 167,52% jika dibandingkan dengan SCC gradasi normal Vf 0%. Volume fraksi optimum terjadi pada 0,05%.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 116R. 2000. *Cement and Concrete Terminology*. American Concrete Institute. Michigan, United States
- JSCE. 2007. *Standard Specification Materials and Construction*. Japan Society of Civil Engineer. Tokyo, Japan.
- Okamura, Hajime, Ouchi, Masahiro. 2003. *Self Compacting Concrete*. *Journal of Advanced Concrete Technology*. Japan Concrete Institute. Vol 1 No. 1 (p 5-15).
- SNI-03-2847. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Yuniarto, Eka, Linggi, Bartho. 2017. *Analisa Kuat Tekan Beton Bergradasi Senjang*. Makassar. Universitas Bosowa.(p193-203).