

Kuat Tarik Beton *Self Compacting Concrete* dengan Bahan Tambah Kaolin dan Variasi Serat *Polypropylene*

The Tensile Strength of Self Compacting Concrete with Addition of Kaolin and Polypropylene Fiber Variation

Ar Rizka Familia, Fadillawaty, Hakas Prayuda

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. *Self-Compacting Concrete (SCC)* merupakan beton inovatif yang memiliki tingkat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir kedalam cetakan dengan memanfaatkan berat sendiri, tanpa memerlukan proses pemadatan dengan getaran mekanik atau lainnya. Sama dengan beton normal, beton SCC memiliki kelemahan yaitu memiliki kuat tarik yang kecil, pola keruntuhannya bersifat getas sehingga mudah runtuh apabila terjadi guncangan. Dengan adanya penambahan serat *polypropylene* diharapkan dapat merubah pola keruntuhan beton menjadi lebih daktai. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis kuat tarik belah SCC dengan penambahan kaolin sebanyak 5% dan serat *polypropylene* sebesar 1%, 1,5% dan 2% serta pengaruh umur perendaman beton 7, 14, dan 28 hari terhadap sifat beton SCC. Mix design dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Anggarwal dkk (2008). Benda uji menggunakan silinder berukuran 15cm x 30cm dengan total sebanyak 27 buah dengan penambahan *superplasticizer* *Viscocrete 1003* dengan kadar yang sama, yaitu sebesar 1% dari berat kaolin dan semen. penambahan kaolin dan serat *polypropylene* terhadap pengujian beton segar telah memenuhi standar yang ditetapkan EFNARC, kecuali pada pengujian *J-Ring*. Dari penelitian ini diketahui nilai kuat tarik rata-rata beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut-turut untuk kadar serat *polypropylene* 1% sebesar 1,531 MPa, 1,869 MPa, 1,646 MPa, dan untuk kadar serat 1,5% sebesar 1,713 MPa, 1,610 MPa, 2,092 MPa, dan yang terakhir untuk kadar serat *polypropylene* 2% sebesar 1,847 MPa, 1,888 MPa, dan 2,200 MPa. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kadar variasi serat yang paling optimum adalah 2% dengan nilai kuat tarik sebesar 2,200 MPa.

Kata kunci : beton serat, *self compacting concrete*, *superplasticizer*, kuat tarik belah, kaolin, serat *polypropylene*.

Abstract. *Self Compacting Concrete (SCC)* is an innovative concrete with a high fluidity level, so it is able to flow into a cast by exploiting its weight, without requiring compacting process by mechanical vibration or others. The same as normal concrete, self compacting concrete (SCC) has some infirmities such as ; it has small tensile, the ruination pattern is brittle, so it can fall out easily whene there is a shock. By addition of *polypropylene* fiber is hoped that it can change concrete ruination pattern more flexible. The purpose of this research is to analyze the tensile strength of *Self Compacting Concrete* (SCC) by addition of kaolin 5% dan *polypropylene* fiber 1%, 1,5% and 2% and also the effect of the age of the concrete submerge 7, 14 and 28 days to the characteristic of *Self Compacting Concrete* (SCC). Mix design of this research refers to the research of Anggarwal (2008). The testing substance uses silinder 15 cm x 30 xm in size with total numbers 27 with addition of admixture *superplasticizer* *Viscocrete 1003* with the same degree, that is 1% of the weight of the kaolin and cement. The additional of kaolin and *polypropylene* fiber to the fresh concrete testing has fulfilled the standard determined by EFNARC, except to the testing of *J-Ring*. From this research is known that the value of the average of the tensile strength in the age of 7 days, 14 days, and 28 days continuously for the 1% of *polypropylene* fiber is 1,531 MPa, 1, 869 MPa, 1,646 MPa, and for the 1,5% of the *polypropylene* fiber is 1,713 MPa, 1,610 MPa, 2,092 MPa, and the last for the 2% of *polypropylene* is 1,847 MPa, 1,888 MPa, and 2,200 MPa. From the research has been done is gained the addition of the most optimum fiber variation degree is 2% with the value of the tensile strength is 2,200 MPa

Keywords : concrete fibers, *self competing concrete*, the tensile strength, *polypropylene* fiber, kaolin, *Superplasticizer*.

1 Pendahuluan

Self Compacting Concrete (SCC) adalah beton yang memiliki sifat kecairan (*fluidity*)

yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di dalam cetakan tanpa dibutuhkan proses pemadatan (Wihardi dkk.,

2006). *Self compacting concrete* memiliki kandungan yang sama dengan beton konvensional pada umumnya, yang membedakan adalah *self compacting concrete* memiliki bahan tambah berupa *admixture* kimiawi berupa *superplasticizer* dan bahan yang mengandung *pozzolan*. Bahan material yang mengandung *pozzolan* ini dapat dijumpai dari limbah industri seperti kapur, abu sekam padi, *Fly Ash*, kaolin, dan lain-lain. Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah kaolin.

Sama halnya dengan beton normal, beton SCC memiliki kelemahan yaitu memiliki kuat tarik yang kecil dibandingkan kuat tekannya, pola keruntuhan beton bersifat getas sehingga mudah runtuh apabila terjadi guncangan atau gempa. Oleh karena itu diperlukan suatu cara untuk mengatasi hal tersebut dengan menambah tulangan ataupun dengan menambahkan serat kedalam campuran beton. Hal ini bertujuan agar pola keruntuhan beton menjadi lebih daktail, agar beton masih mampu menahan beban apabila terjadi keruntuhan walaupun dalam kondisi retak sehingga masih memungkinkan untuk tindakan penyelamatan.

Penelitian ini menggunakan bahan tambah kaolin dan serat *polypropylene* jenis *strapping band*. Pemanfaatan bahan tambah dalam pembuatan beton SCC bertujuan untuk meningkatkan *workability* serta kekuatan beton (Safarizki, 2017). Kuat tarik belah beton akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan serat *polypropylene* kedalam campuran beton (Khairizal dkk., 2015). Jumlah serat dan panjang serat mempengaruhi nilai kuat tarik beton (Hafiz dkk., 2015). Mekanisme keruntuhan pada pengujian tarik berubah drastis dari bersifat *brittle* (getas) untuk beton normal dan untuk beton yang ditambah serat HDPE beton menjadi lebih daktail dimana pada saat pembebanan puncak, beton tidak terbelah secara tiba-tiba (Rommel dkk., 2014). Menurut Soebandono dkk. (2013) penambahan limbah plastic HDPE kedalam beton sebagai pengganti agregat kasar akan menurunkan nilai *slump* beton. Marhendi dan Yusup (2016) melakukan penelitian beton *self compacting concrete* dengan bahan tambah limbah kaca dan abu sekam padi, didapatkan bahwa serbuk limbah kaca dan abu sekam padi

dapat menjadi inovasi material pengganti semen, namun dengan memperhatikan proporsi penambahan material tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kuat tarik belah beton dengan penambahan *superplasticizer*, kaolin dan variasi serat *polypropylene* berdasarkan umur beton. Penelitian ini juga mengkaji *flowability* penggunaan *superplasticizer*, kaolin, dan penambahan serat *polypropylene* terhadap *Self Compacting Concrete (SCC)*.

2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental adalah cara mendapatkan hasil dari hubungan dari beberapa variable yang digunakan dengan metode trial. Penelitian ini dilakukan di laboratorium .

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe 1 merk Semen Gresik, agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, agregat halus yang berasal dari Sungai Progo, air, *superplasticizer* dengan merk *Sika Viscocrete*, kaolin dan serat *polypropylene* jenis *strapping band*. Alat-alat yang digunakan antara lain silinder cetakan beton untuk mencetak benda uji, alat pengujian *J-Ring*, *L-Box*, *V-Funnel*, meja sebar untuk pengujian beton segar, timbangan, kaliper, *mixer concrete*, gelas ukur, penggaris dan lain-lain.

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 27 buah dengan dimensi tinggi 30cm dan diameter 15cm. Keseluruhan benda uji akan digunakan untuk pengujian kuat tarik, yaitu 9 buah benda uji untuk kuat tarik beton umur 7 hari, 9 buah benda uji untuk pengujian tarik umur 14 hari dan 9 buah benda uji untuk pengujian tarik beton umur 28 hari. Benda uji yang dibuat menggunakan bahan tambah kaolin sebesar 5% dari berat semen, *superplasticizer viscocrete 1003* 1% dari berat kaolin dan semen, dan 3 variasi serat *polypropylene* yaitu 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen. Sebelum beton dicetak, dilakukan pengujian *fresh properties* atau sifat-sifat beton segar SCC yang merujuk pada EFNARC (2002). *Mix design* yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Anggarwal dkk. (2008), yaitu campuran *self compacting concrete (SCC4)*.

Kaolin

Kaolin didapat dari toko bahan kimia yang berada di daerah Semarang. Kaolin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa butiran yang lolos saringan no.200 (0,075 mm). Penelitian ini tidak melakukan pengujian kaolin, data yang digunakan adalah hasil dari penelitian terdahulu oleh Jembise (2014) tentang penambahan campuran bentonit dan kaolin pada tanah pasir terhadap koefisien permeabilitas dengan kondisi plastisitas berbeda pada tingkat kepadatan maksimum. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan bahwa kaolin memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik kaolin (Jembies, 2014)

Bahan	Kaolin
Kadar air	0,3
Berat jenis	2,59
Liquid limit	88,47%
Plastic limit	43,08%
Shrinkage limit	6,37%
Indeks plastisitas	45,40%

Serat polypropylene

Polypropylene adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi diantaranya dalam industri tekstil, pembuatan plastik, pengemasan, dll. *Polypropylene* yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *stapping band* yang biasa digunakan untuk pengemasan barang. *Stapping band* dipotong-potong dengan perbandingan 1:2, yaitu lebar 7,5 mm dan panjang 15-20 mm. serat *polypropylene* ditambahkan pada adukan beton sebesar 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen.

Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *Portland pozzolan* tipe 1 dengan merk Gresik. Semen *Portland* merupakan semen yang paling banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Menurut ASTM C-150, 1985 semen *Portland* didefinisikan sebagai semen *hidraulik* yang dihasilkan dengan menggiling kliner yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang

digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Agregat

a. Pasir Progo

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kali Progo, Kabupaten Kulon Progo. Dari pengujian agregat halus diperoleh:

Tabel 2 Hasil pengujian agregat halus

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM
2	Kadar Lumpur	%	2,97
3	Berat Satuan	gr/cm ³	1,520
4	Kadar Air	%	8,5
5	Berat Jenis	-	2,495
6	Penyerapan Air	%	0,091

b. Split Clereng

Agregat kasar yang digunakan yang dalam penelitian ini berasal dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo. Dari pengujian yang dilakukan didapat:

Tabel 3 Hasil pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	15,260
2	Pemeriksaan keausan	%	36,1
3	Berat satuan	gr/cm ³	1,536
No	Pengujian	Satuan	Nilai
4	Kadar air	%	3,325
5	Berat jenis	-	2,491
6	Penyerapan air	%	2,1

Superplasticizer (Viscocrete-1003)

Penelitian ini menggunakan bahan tambah *superplasticizer* yaitu *Viscocrete 1003* sebagai *water reducer* dari PT. Sika Indonesia dengan kemampuan mengalir yang baik bersamaan dengan kohesi yang optimal juga pengurangan air dan meningkatkan kekuatan beton dengan *workability* yang baik. Benda uji pada penelitian ini menggunakan *superplasticizer* sebanyak 1% dari berat semen dan kaolin.

Pembuatan Benda Uji

Ada 3 kelompok benda uji yang dibuat dalam penelitian ini. 3 kelompok benda uji yang dibuat dalam penelitian ini yaitu (1) benda uji dengan campuran 1% serat *polypropylene* (2) benda uji dengan campuran

1,5% serat *polypropylene*, dan (3) benda uji dengan campuran 2% serat *polypropylene* dari berat semen. Nilai FAS yang digunakan sebesar 0,38. Benda uji pada penelitian ini tersaji pada tabel 4.

Tabel 4 *Mix design* rencana adukan per m³

	Variasi 1%	Variasi 1,5%	Variasi 2%
Pasir (kg/ m ³)	977	977	977
Semen (kg/ m ³)	485	485	485
Kerikil (kg/ m ³)	561	561	561
<i>Polypropylene</i> (kg/m ³)	4,850	7,275	9,700
kaolin (kg/ m ³)	24,25	24,25	24,25
<i>Superplasticizer</i> (litert/m ³)	5,0925	5,0925	5,0925
Air (kg/ m ³)	202,73	202,73	202,73

Dalam pembuatan Self Compacting Concrete (SCC), ada beberapa pengujian *fresh properties* beton segar dan syarat sifat-sifat beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5 Batas-batas sifat beton segar SCC (EFNARC, 2002)

Parameter	Kisaran
<i>Sulm Flow</i>	650-800 mm
T _{50 cm}	2 – 5 sec
V-Funnel	6 – 12 sec
L-Box, H ₂ /H ₁	≥ 0,8
Diameter aliran J-Ring	± 10 mm

Setelah pembuatan adukan beton selesai dan telah dilakukan pengujian, masukkan beton segar SCC pada cetakan silinder dan tunggu 1 hari sampai kering lalu buka cetakan silinder dan beton di masukan kedalam bak air untuk di rendam selama 7, 14, dan 28 hari.

Pengujian kuat tarik beton SCC

Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan alat *compression machine test* (Gambar 1) yang bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tarik silinder beton.

Langkah-langkah pengujian kuat tarik sebagai berikut:

- Beton yang akan diuji disiapkan sesuai dengan umur beton yang telah direncanakan,
- kemudian diukur dimensi diameter dan tinggi silinder menggunakan alat ukur,

- setelah semua siap, selanjutnya diuji dengan menggunakan alat uji tekan yaitu *compression machine test*,
- hasil pembebanan akan didapat dan dihitung dengan rumus kuat tarik agar didapatkan nilai kuat tarik dalam MPa.



Gambar 1 *Compression machine test*

Kuat Tarik Belah

Menurut BSN (2002) kuat tarik belah benda uji berbentuk silinder adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Kuat tarik belah berbanding lurus dengan nilai kuat tekannya, apabila terjadi peningkatan kuat tariknya, maka terjadi pula peningkatan nilai kuat tekannya (Windah dkk., 2015). Besarnya nilai kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f't = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{1}{2} \pi DL} = \frac{2P}{\pi DL} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

- f't* = Kuat tarik belah beton (N/mm²)
- P* = Beban maksimum yang diberikan (N)
- A* = Luas penampang benda uji (mm²)
- D* = Diameter benda uji silinder (mm)
- L* = Panjang benda uji silinder (mm)

3 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil pengujian *fresh properties*

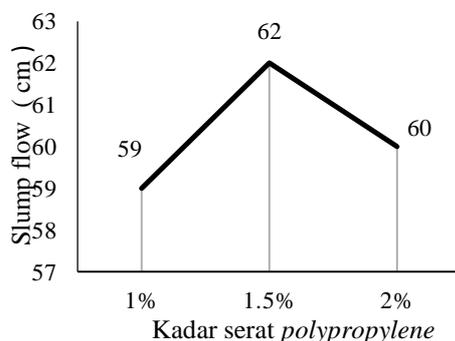
Pada *Self-Compacting Concrete* (SCC) banyak sekali pilihan pengujian sifat beton segar untuk mengetahui kemampuan kemampuan mengalir (*flowability blocking*), kemampuan mengisi (*filling ability*), kemampuan melewati (*passing ability*),

stabilitas maupun segregasi. Pada penelitian ini, dilakukan 4 pengujian *fresh properties* atau sifat-sifat beton segar, yaitu pengujian Meja Sebar (T50), *J-Ring*, *V-Funnel* dan *L-Box*. Adapun hasil yang didapatkan dari pengujian sifat-sifat beton segar tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian *fresh properties* berdasarkan variasi serat *polypropylene*

Variasi serat	T _{50cm} (detik)	V-Funnel (detik)	L-Box H ₂ /H ₁ (cm)	J-Ring (cm)
1 %	3,66	8,32	0,87	59
1,5 %	4,06	9,51	0,84	62
2 %	4,37	11,02	0,83	60

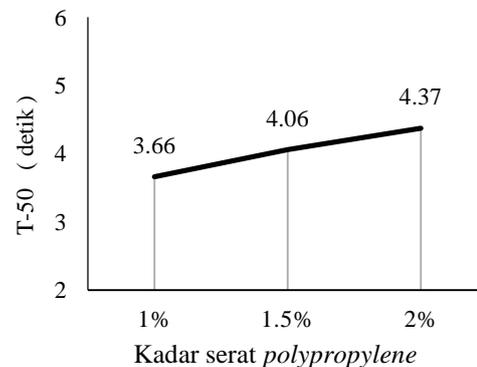
Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa beton *Self Compacting Concrete* dengan bahan tambah kaolin dan serat *polypropylene* telah masuk dalam klasifikasi batas-batas sifat beton segar *European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Product* (EFNARC, 2002), kecuali pada pengujian *J-Ring*. Standar yang ditetapkan EFNARC (2002) diameter akhir pada pengujian *J-ring* ± 10 mm diukur dari garis lingkaran diameter 500mm, hasil yang didapatkan dari ketiga variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% untuk total diameter akhir berturut-turut yaitu sebesar 590 mm, 620 mm, dan 600 mm sehingga tidak memenuhi standar. Hasil pengujian *J-Ring* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan kadar serat *polypropylene* dengan *slumpflow*

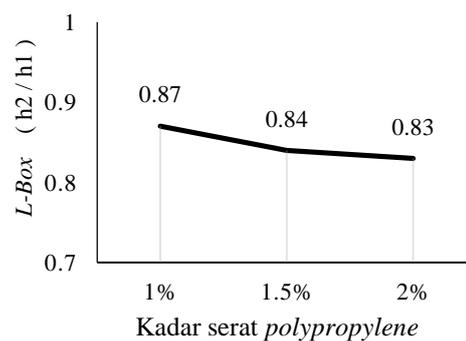
Berdasarkan hasil dari pengujian beton segar meja sebar (T50), dapat diketahui bahwa dari kadar variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5%, dan 2% didapatkan hasil berturut-turut

yaitu 3,66 detik, 4,06 detik, dan 4,37 detik. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa masing-masing variasi beton segar *self compacting concrete* (SCC) variasi serat *polypropylene* sudah memenuhi standar pengujian meja sebar yang di tentukan oleh EFNARC (2002) yaitu 2-5 detik. Hasil uji meja sebar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan kadar serat *polypropylene* dengan T-50 (detik)

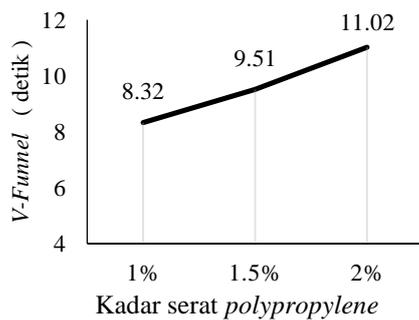
Berdasarkan hasil dari pengujian beton segar *L-Box*, dari kadar variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% didapatkan hasil berturut-turut sebesar 0,87cm, 0,84cm dan 0,83cm. Dengan demikian dapat diketahui bahwa masing-masing beton segar variasi serat *polypropylene* telah memenuhi standar yang ditentukan oleh EFNARC (2002) yaitu $h_2/h_1 \geq 0,8$. Hasil uji *L-Box* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan kadar serat *polypropylene* dengan *L-Box* (h_2 / h_1)

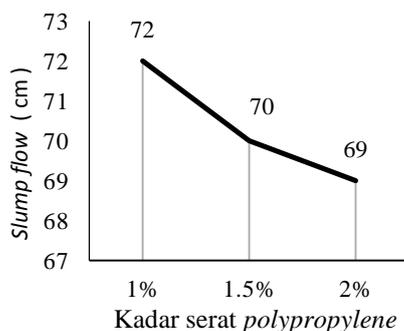
Berdasarkan hasil dari pengujian beton segar *V-Funnel*, dari kadar serat 1%, 1,5% dan 2% didapatkan hasil berturut-turut sebesar 8,32 detik, 9,51 detik dan 11,02 detik. Dengan demikian masing-masing variasi beton sudah memenuhi standar yang ditentukan oleh

EFNARC (2002) yaitu 6-12 detik. Hasil uji *V-Funnel* dapat dilihat pada Gambar 5.



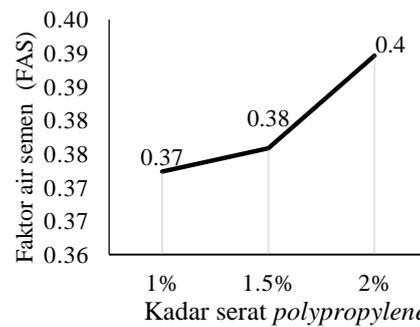
Gambar 5 Hubungan kadar serat polypropylene dengan *V-Funnel* (detik)

Berdasarkan hasil dari pengujian dapat diketahui bahwa nilai *slumpflow* menurun seiring bertambahnya persentase serat. Semakin besar persentase serat kemampuan mengalir (*flowability*) beton segar semakin menurun. Begitu pula sebaliknya, nilai *slumpflow* akan semakin meningkat seiring berkurangnya persentase serat polypropylene. Nilai *slumpflow* yang didapat dari persentase serat 1%, 1,5% dan 2% berturut-turut sebesar 72cm, 70cm, dan 69cm. Dengan demikian masing-masing variasi beton serat polypropylene telah memenuhi standar yang ditentukan menurut EFNARC (2002). Hasil uji *slum flow* dapat dilihat pada Gambar 6.



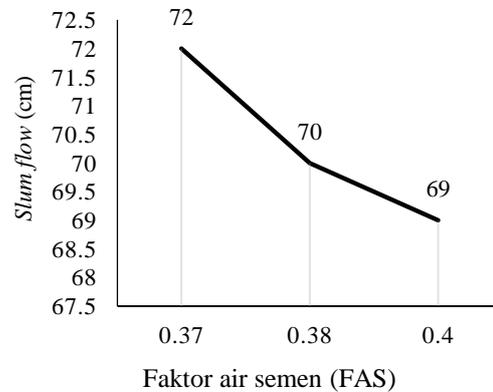
Gambar 6 Hubungan kadar serat polypropylene dengan *slump flow* (cm)

Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa nilai FAS semakin meningkat seiring meningkatnya persentase serat yang digunakan. Apabila kadar serat yang digunakan dalam adukan beton semakin tinggi, maka kebutuhan air juga semakin meningkat. Hubungan antara kadar serat polypropylene dengan nilai FAS beton dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Hubungan kadar serat polypropylene dengan nilai FAS beton

Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa apabila nilai faktor air semen (FAS) semakin tinggi, maka nilai pengujian *slumpflow* menurun. Hal ini dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari serat, dengan adanya penambahan serat dalam campuran beton maka kemampuan mengalir (*flowability*) beton semakin menurun. Namun penurunan nilai *fowability* beton segar dengan adanya tambahan serat tidak terlalu signifikan, dan masih memenuhi standar yang telah ditetapkan menurut EFNARC (2002). Hubungan nilai faktor air semen (FAS) dan *slumpflow* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Hubungan faktor air semen (FAS) dengan nilai *slumpflow*

Hasil pengujian kuat tarik belah *Self Compacting Concrete*

Pengujian kuat tarik belah dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik beton dengan adanya penambahan kaolin sebagai bahan tambah semen dan variasi serat polypropylene. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji umur 7, 14, dan 28 hari. Penelitian ini digunakan kaolin sebagai bahan tambah semen sebanyak 5% dari berat semen, serta variasi serat

polypropylene sebesar 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen, serta menggunakan bahan tambah zat *additive superplasticizer* dengan jenis *Viscocrete 1003* sebesar 1% dari berat semen dan kaolinnya. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 7 untuk kadar serat 1%, Tabel 8 untuk kadar serat 1,5% dan Tabel 9 untuk hasil pengujian kadar serat 2%.

Tabel 7 Hasil uji kuat tarik beton variasi serat *polypropylene* 1%

No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar P.P (%)	Kadar kaolin (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	A7S1%	7			1,277	
2	B7S1%	7			1,619	1,531
3	C7S1%	7			1,699	
4	A14S1%	14			2,312	
5	B14S1%	14	1%	5%	1,613	1,869
6	C14S1%	14			1,681	
7	A28S1%	28			1,689	
8	B28S1%	28			1,303	1,646
9	C28S1%	28			1,945	

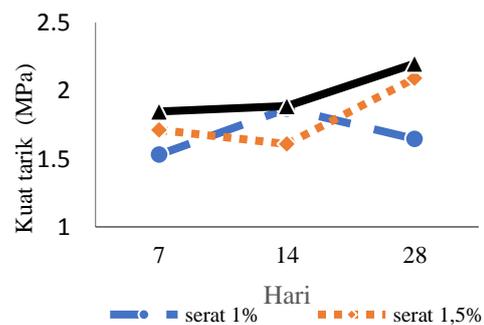
Tabel 8 Hasil uji kuat tarik beton variasi serat *polypropylene* 1,5%

No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar P.P (%)	Kadar kaolin (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	D7S1,5%	7			1,689	
2	E7S1,5%	7			1,702	1,713
3	F7S1,5%	7			1,747	
4	D14S1,5%	14			2,084	
5	E14S1,5%	14	1,5%	5%	1,404	1,610
6	F14S1,5%	14			1,341	
7	D28S1,5%	28			1,990	
8	E28S1,5%	28			1,879	2,092
9	F28S1,5%	28			2,408	

Tabel 9 Hasil uji kuat tarik beton variasi serat *polypropylene* 2%

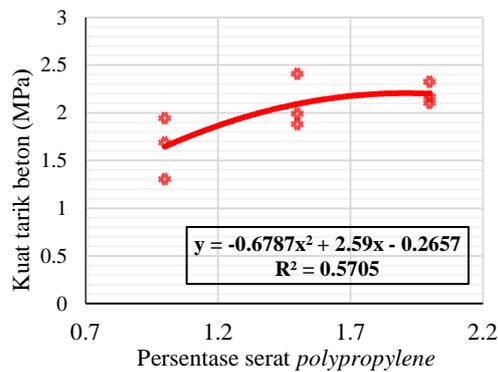
No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar P.P (%)	Kadar kaolin (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	G7S2%	7			1,708	
2	H7S2%	7			2,083	1,847
3	I7KS2%	7			1,750	
4	G14S2%	14			2,033	
5	H14S2%	14	2%	15%	1,822	1,888
6	I14S2%	14			1,810	
7	G28S2%	28			2,325	
8	H28S2%	28			2,168	2,200
9	I28S2%	28			2,106	

Hasil kuat tarik belah beton tertinggi adalah pada kadar serat 2% dimana kuat tariknya mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya umur beton. Sedangkan pada kadar serat 1% dan 2% terdapat adanya penurunan kuat tarik seiring bertambahnya umur beton. Untuk kadar serat 1% terjadi penurunan kuat tarik, dimana pada umur 28 hari kuat tariknya lebih rendah dibandingkan umur 14 hari. Pada kadar serat 1,5% terjadi penurunan kuat tarik, dimana pada umur 14 hari dimana kuat tariknya lebih rendah dari umur 7 hari. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat menuangkan beton kedalam cetakan, serat tidak menyebar dengan baik dan naik ke permukaan beton sehingga kandungan serat didalam beton menjadi berkurang dan nilai kuat tarik yang dihasilkan tidak optimum. Hubungan kuat tarik beton dengan umur beton dapat dilihat pada Gambar 9.



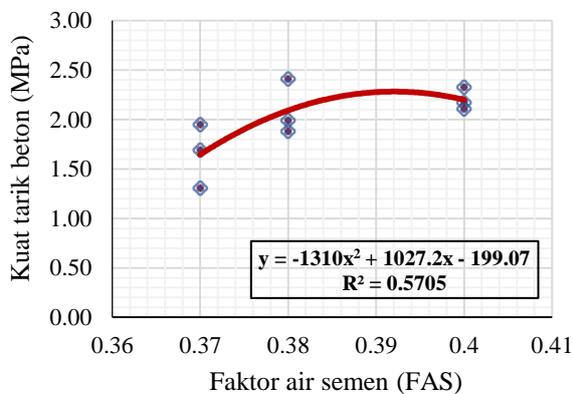
Gambar 9 Hubungan kuat tarik beton dengan umur beton

Berdasarkan persamaan $y = -0.6787x^2 + 2.59x - 0.2657$ pada Gambar 10 dibawah, dapat diperoleh nilai kuat tarik belah optimum dari rentang kadar variasi serat *polypropylene* antara 1%, 1,5% dan 2% yaitu pada kadar 1,9% sebesar 2,205 MPa. Dari perhitungan persamaan diatas dapat diketahui apabila semakin besar kadar serat yang digunakan pada campuran beton, maka nilai kuat tariknya akan semakin tinggi. Kuat tarik akan meningkat sampai batas kadar serat tertentu, apabila menggunakan kadar serat berlebih akan membuat nilai kuat tarik beton semakin menurun atau tidak dapat diperoleh nilai kuat tarik beton yang optimum. Hubungan kadar serat dengan kuat tarik beton seperti pada Gambar 10.



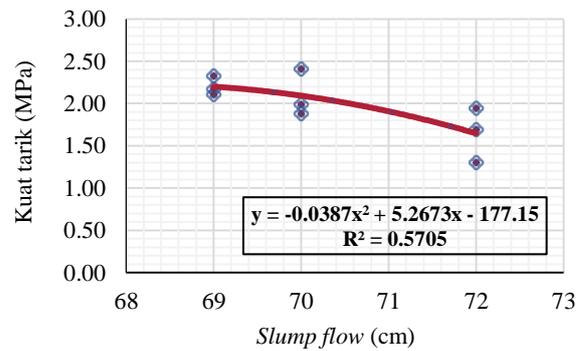
Gambar 10 Hubungan persentase serat *polypropylene* dengan kuat tarik beton

Berdasarkan persamaan $y = -1310x^2 + 1027.2x - 199.07$ pada Gambar 11, dapat diperoleh nilai FAS optimum dari rentang kadar variasi serat *polypropylene* antara 1%, 1,5% dan 2% yaitu pada nilai FAS 0,39 sebesar 2,287 MPa. Dari perhitungan persamaan diatas menjelaskan kuat tarik belah beton semakin meningkat seiring bertambahnya nilai FAS sampai batas tertentu, apabila melebihi batas tersebut maka kuat tarik betonnya akan semakin menurun. Hubungan nilai FAS dengan kuat tarik beton seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Hubungan nilai faktor air semen (FAS) dengan kuat tarik beton

Berdasarkan persamaan $y = -0.0387x^2 + 5.2673x - 177.15$ pada Gambar 12, diperoleh nilai *slum flow* optimum dari rentang kadar variasi serat *polypropylene* antara 1%, 1,5% dan 2% yaitu pada nilai *slum flow* 68 cm sebesar 2,077 MPa. Dari perhitungan persamaan tersebut dapat diketahui apabila nilai *slum flow* semakin besar, maka kuat tarik yang didapatkan menurun.



Gambar 12 Hubungan *Slumpflow* dengan kuat tarik beton

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kuat tarik belah *Self-Compacting Concrete* dengan penambahan kaolin 5% dan variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% pada adukan beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

- Nilai kuat tarik belah beton *Self Compacting Concrete* pada tiap kadar variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% setelah dilakukan perendaman (*curing*) pada umur 7,14 dan 28 hari berturut-turut yaitu untuk kadar variasi serat 1% sebesar 1,531 MPa, 1,869 MPa, 1,646 MPa, dan untuk kadar variasi serat 1,5% sebesar 1,713 MPa, 1,610 MPa, dan 2,092 MPa dan terakhir untuk kadar variasi serat 2% sebesar 1,847 MPa, 1,888 MPa, dan 2,200 MPa.
- Dari keempat pengujian *fresh properties* yang dilakukan, ketiga pengujian telah memenuhi standar yang telah ditetapkan (EFNARC, 2002) kecuali pengujian *J-Ring*.
- Nilai kuat tarik belah beton *Self Compacting Concrete* cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya umur beton. Namun pada kadar serat 1% dan 1,5% terjadi penurunan kuat tarik pada umur 28 hari dan 14 hari. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat proses menuangkan beton kedalam cetakan, serat *polypropylene* menyebar tidak rata dan sebgaiian serat naik ke permukaan sehingga serat tidak bekerja secara optimum dan nilai kuat tarik yang didapat rendah

5 Daftar Pustaka

- Aggarwal, P., Siddique, R., Aggarwal, Y., Gupta, S.M., 2008, Self-Compacting Concrete-Procedure for Mix Design, *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*. Issues 12, January-June 2008. 15-24.
- ASTM. 1985. ASTM C 150-1985. Standard Specification for Portland Cement. *America Societi for Testing Materials. Philadelphia, USA*.
- BSN, 2002, SNI 03-2491-2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicato of Specialist building Products* (EFNARC). 2002 *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*, February 2002, Hampshire, U.K.
- Hafiz, A. S. G., Rommel, E., dan Prasetyo, L. 2015. Pengaruh Pemberian Jumlah dan Rasio (L/D) Serat Bendrat Terhadap Sifat Mekanik Beton. *Media Teknik Sipil*. 13(1): 13-20.
- Jembies, R.A. 2014. Penambahan Campuran Bentonit dan Kaolin Pada Tanah Pasir Terhadap Koevisien Permeabilitas Dengan Kondisi Plastis Berbeda pada Tingkat Kepadatan Maksimum. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 4(2): 127-134.
- Khairizal, Y., Kurniawandy, A., dan Kamaldi, A. 2015. Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. *Jom FTEKNIK*. 2(2):1-11.
- Marhendi, T., dan Yusup, F. 2016. Pemanfaatan Limbah Kaca dan Abu Sekam Padi Sebagai Powder Pada Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri). *Techno*. 17(2): 67-72.
- Rommel, E., Rusdianto, Y., dan Kurniati, A. 2014. Pengaruh Penggunaan Serat High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton. *Media Teknik Sipil*. 2(1): 30-37.
- Safarizki, H. 2017. Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata dan Serat Fiber Pada Self Compacting Concrete (SCC). *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 3(2): 68-72.
- Soebandono, B., Pujiyanto, A., dan Kurniawan, D. 2013. Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. 16(1): 76-82.
- Wihardi, T.M., Parung, H., Siswanto, K., dan Dalle, A. 2006, Pecahan Marmer sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC), *Jurnal Desain & Konstruksi*. 5(1): 1-9
- Windah, R.S., Untu, G.E., dan Kumat, E.J. 2015. Pengujian Kuat Tarik Belah dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*. 3(10): 703-708.