

# *Fresh Properties dan Kuat Tarik Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC) dengan Bahan Tambah Silica Fume dan Serat Nylon*

*Fresh Properties and Tensile Strength of Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC) with Addition of Silica Fume and Nylon Fiber*

**Firdaus Rizal Al-Latief, Fadillawaty Saleh**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** *Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC)* merupakan beton berserat yang dapat memadat tanpa bantuan *vibrator* atau *compactor* karena memiliki tingkat *workability* yang tinggi. Penggunaan beton jenis ini memerlukan tenaga kerja yang lebih sedikit serta mengurangi kebisingan dari penggunaan *vibrator*. Penelitian ini menggunakan bahan tambah *silica fume* dengan persentase 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % sebagai bahan pengganti semen yang bertujuan untuk meningkatkan nilai kuat tarik belah dari *Self-Fiber Compacting Concrete*, bahan tambah berupa serat *nylon* pada persentase 1 % dari berat semen ditambahkan untuk meningkatkan daktilitas pada beton sehingga *Self-Fiber Compacting Concrete* tahan dalam menahan gaya tarik, untuk meningkatkan *workability* pada campuran *Self-Fiber Compacting Concrete* digunakan *superplasticizer* jenis *Sikament LN* dengan persentase 1,5 %. Sifat segar beton menggunakan empat metode pengujian yaitu *slump flow*, meja sebar ( $T_{50}$ ), *l-box*, dan *v-funnel* telah memenuhi standar EFNARC (2002). Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada usia beton 7, 14, dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat tarik maksimal dari *Self-Fiber Compacting Concrete* diperoleh pada benda uji dengan variasi *silica fume* 5 % dengan nilai kuat tarik sebesar 3,46 MPa. Penggunaan *silica fume* pada persentase lebih dari 5 % yang ditambahkan pada campuran beton akan mengurangi tingkat *workability* dan menurunkan nilai kuat tarik pada beton karena sifat dari *silica fume* yang dapat menyerap air.

Kata kunci: kuat tarik, *self-fiber compacting concrete*, serat *nylon*, *sikament LN*, dan *silica fume*.

**Abstract.** *Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC)* is a fibrous concrete that can compact without the aid of a vibrator or compactor because it has a high level of workability. The use of this type of concrete requires less labor and reduces noise from the use of vibrators. This study uses ingredients added by silica fume with a percentage of 0%, 5%, 10%, and 15% as a substitute for cement which aims to increase the value of split tensile strength of *Self-Fiber Compacting Concrete*, added material in the form of nylon fiber at a percentage of 1% the weight of cement is added to increase the ductility of the concrete so that *Self-Fiber Compacting Concrete* is resistant to tensile strength, to improve workability in the mixture of *Self-Fiber Compacting Concrete* using a *Sikament LN* superplasticizer with a percentage of 1.5%. The fresh nature of concrete uses four test methods, namely slump flow, scatter table ( $T_{50}$ ), *l-box*, and *v-funnel* which meets EFNARC (2002) standards. Testing of split tensile strength was carried out at 7, 14 and 28 days of concrete. Based on the results of the test, the maximum tensile strength of *Self-Fiber Compacting Concrete* was obtained from the test object with a variation of 5% silica fume with a tensile strength value of 3.46 MPa. The use of silica fume in the percentage of more than 5% added to the concrete mixture will reduce the level of workability and reduce the value of tensile strength in concrete due to the nature of silica fume that can absorb water.

Keywords: nylon fiber, self-fiber compacting concrete, sikament LN, silica fume, and tensile strength.

## **1. Pendahuluan**

Pesatnya perkembangan pembangunan di Indonesia baik pembangunan jalan maupun

gedung menciptakan inovasi-inovasi baru dalam bidang konstruksi. Pada umumnya, pekerjaan konstruksi ini menggunakan beton

sebagai material. Beton saat ini masih menjadi bahan konstruksi yang paling banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan seperti mudah dikerjakan, mampu menahan beban tekan yang berat, dan awet. Beton juga memiliki kelemahan yaitu membutuhkan *vibrator* atau *compactor* untuk proses pematatannya agar mutu beton tidak berkurang akibat rongga udara didalam campuran beton. Akan tetapi, tidak semua pekerjaan pembangunan dapat dijangkau oleh *vibrator* ataupun *compactor*. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, maka dapat mengaplikasikan inovasi beton *Self-Fiber Compacting Concrete* (SFCC).

Sabet dkk. (2013) melakukan pengujian tentang sifat mekanis dan ketahanan dari beton mutu tinggi yang dapat memadat mandiri. Pengujian dilakukan dengan mengganti sebagian semen dengan *zeolite* alam, *silica fume*, dan *fly ash* dengan persentase 10% dan 20% dari berat semen. Mastali dan Dalvand (2016) meneliti tentang penggunaan *silica fume* dan serat baja daur ulang pada beton *Self-Compacting Concrete*. Penambahan serat baja meningkatkan kuat tekan beton walaupun tanpa adanya *silica fume*. Peningkatan kuat tekan juga terjadi saat ditambahkan *silica fume* karena sebagai *pozzolan* meningkatkan daya ikat antar agregat dan pasta. Ghernouti dkk., (2015) melakukan penelitian sifat segar dan keras dari *Self-Compacting Concrete* (SCC) yang mengandung serat kantong plastik (PBWF). Campuran yang ditinjau menggunakan variasi panjang serat sebesar 2, 4, dan 6 cm. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan serat kantong plastik meningkatkan nilai kekuatan tarik belah pada 28 hari yang tergantung pada jumlah serat, dan tidak dipengaruhi oleh panjang serat. Wongkeo dkk., (2014) melakukan penelitian tentang perbandingan kuat tekan dan ketahanan terhadap klorida dari beton *Self-Compacting Concrete* yang mengandung *fly ash* dan *silica fume* dosis tinggi, nilai kuat tekan optimal bisa dicapai pada penggunaan *silica fume* dosis rendah yaitu 10%. Jalal dkk. (2015) meneliti tentang perbandingan antara *fly ash*, *nano silica*, dan *silica fume* pada beton *Self-Compacting Concrete* mutu tinggi. Panda dan Bal (2015) meneliti tentang sifat *Self-Compacting Concrete* (SCC) yang menggunakan agregat kasar daur ulang.

Pengujian dilakukan dengan mengganti sebagian agregat kasar alami dengan agregat kasar daur ulang pada variasi 10%, 20%, 30%, dan 40%. Guneyisi dkk., (2015) meneliti tentang perilaku segar dari *Self-Compacting Concrete* yang mengandung *nano silica* dan *fly ash*. Ashtiani dkk., (2013) melakukan penelitian tentang sifat fisis dan mekanis dari beton *Self-Compacting Concrete* mutu tinggi dengan kandungan *fly ash* kelas C. Spadea dkk., (2015) meneliti tentang pengaruh serat *nylon* daur ulang terhadap mortar. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sifat daktilitas pada mortar dapat dipengaruhi oleh penambahan serat dan penggunaan serat *nylon* pada mortar dapat meningkatkan kuat tarik belah  $\pm 35\%$  dibandingkan mortar tanpa serat *nylon*. Dumne (2014) meneliti tentang pengaruh *superplasticizer* terhadap sifat segar dan keras dari *Self-Compacting Concrete* yang mengandung *fly ash*, peningkatan dosis *superplasticizer* pada *Self-Compacting Concrete* menyebabkan peningkatan kemampuan mengalir dari beton dan juga peningkatan kekuatan tekan pada usia 28 hari.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh variasi jumlah *silica fume* 5 %, 10 %, dan 15 % sebagai *pozzolan* yang digunakan sebagai bahan pengganti semen dengan penambahan serat *nylon* sebesar 1 % dari berat semen terhadap *fresh properties*, nilai kuat tarik beton, dan mengamati perkembangan kuat tarik seiring dengan bertambahnya usia beton *self-fiber compacting concrete*.

## 2. Metode Penelitian

### Bahan

#### Agregat halus (pasir)

Agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian ini berupa pasir yang berasal dari Sungai Progo. Sifat-sifat mekanik pasir yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Sifat mekanik agregat halus (pasir)

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM
2	Berat Jenis	-	2,65
3	Penyerapan Air	%	2,81
4	Berat Satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,72
5	Kadar Air	%	1,97
6	Kadar Lumpur	%	4,00

### Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar (kerikil) yang digunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan ukuran butiran maksimal sebesar 19 mm. Sifat-sifat mekanik kerikil yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat mekanik agregat kasar (kerikil)

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Berat jenis	-	2,58
2	Penyerapan air	%	2,82
3	Berat satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,53
4	Kadar lumpur	%	4,91
5	Kadar air	%	3,71
6	Keausan agregat	%	32,87

### Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen *holcim powermax*. Semen ini khusus digunakan dalam pengecoran beton seperti cor kolom, balok, dan pelat lantai.

### Air

Air yang digunakan yaitu air dari laboratorium struktur dan bahan konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### Silica fume

*Silica fume* adalah salah satu jenis pozzolan atau bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina, penelitian ini menggunakan *silica fume* dari PT. Sika Indonesia.

### Superplasticizer

*Superplasticizer* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan air. Penelitian ini menggunakan *superplasticizer* berupa *Sikament LN* dari PT. Sika Indonesia yang berfungsi selain mengurangi penggunaan air juga untuk mempercepat pengerasan beton sesuai dengan ASTM C494-92 type F.

### Serat

Serat *nylon* yang digunakan berupa benang tukang dan kasur yang dipotong per 5 cm. Serat *nylon* digunakan sebanyak 1 % dari berat semen.

### Alat

#### Alat uji *fresh properties*

Alat uji *fresh properties* terdiri dari *slump flow* dan meja sebar ( $T_{50}$ ) untuk menguji *flowability* beton, *v-funnel* untuk menguji viskositas dan *filling ability* beton, serta *l-box*

untuk mengukur kemampuan *passing ability* beton,

### Concrete Mixer

*Concrete Mixer* digunakan untuk mencampur bahan-bahan dalam pembuatan beton *Self-Fiber Compacting Concrete* (SFCC).

### Cetakan beton

Digunakan cetakan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

### Mesin uji tarik

Mesin yang digunakan untuk uji tarik belah sama dengan mesin yang digunakan untuk uji tekan yaitu menggunakan *Universal Compression Tester Machine* yang terhubung dengan komputer. Digunakan mesin UTM kapasitas 4000 kN.

### Prosedur Pengujian

#### Pengujian sifat fisik dan mekanik agregat

Pemeriksaan sifat fisis dan mekanis dari material yang digunakan bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari material penyusun campuran beton.

#### Mix design

*Mix design* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kuat tekan rencana 30 MPa dengan nilai  $f_{0,23}$  dan mengacu pada penelitian Aggarwal dkk, (2008). Persentase *silica fume* yang digunakan yaitu 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % dengan persentase serat *nylon* 1 %. Tabel 3.1 menyajikan *mix design* beton *Self-Compacting Concrete* (SCC) per m<sup>3</sup>.

Tabel 3 *Mix design* per m<sup>3</sup>

Bahan (kg/m <sup>3</sup> )	Persentase <i>Silica Fume</i>			
	0%	5%	10%	15%
Semen	485	460,75	436,5	412,25
Pasir	600	600	600	600
Kerikil	561	561	561	561
Air	135	135	135	135
<i>Silica Fume</i>	-	24,25	48,5	72,75
Serat Nylon	-	4,85	4,85	4,85
<i>Super-plasticizer</i>	7,275	7,275	7,275	7,275

### Metode Pencampuran Bahan

Metode pencampuran bahan dilakukan dengan tahapan pencampuran bahan halus seperti semen, *silica fume*, dan agregat halus ke dalam *mixer* dan diikuti penambahan agregat kasar kemudian diaduk merata. Air dan

*superplasticizer* ditambahkan bertahap hingga campuran homogen. Serat *nylon* ditambahkan sedikit-demi sedikit, tiap penambahan serat pada campuran, *mixer* diputar 1 sampai 2 kali untuk meratakan serat *nylon*. Pencampuran yang terlalu sama saat diberi serat akan menimbulkan penggumpalan serat terhadap campuran.

**Pengujian *fresh properties* beton**

Untuk mengetahui karakteristik beton *Self-Compacting Concrete* (SCC) perlu dilakukan pemeriksaan *fresh properties* untuk memperoleh nilai *filling ability*, *passing ability*, dan *flowability* dengan metode uji *slump flow*, meja sebar *T50*, *l-box*, dan *v-funnel*.

**Pengujian kuat tarik beton**

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada beton dengan umur 7, 14, dan 28 hari. Gambar 1 merupakan penempatan benda uji pada mesin uji tarik menggunakan pelat baja yang berfungsi untuk mendistribusikan beban tekan ke seluruh bagian selimut beton.



Gambar 1 Penempatan benda uji pada mesin uji tekan

**Analisis data**

Pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan memberi gaya tekan pada selimut atau diameter silinder beton yang menyebabkan keruntuhan tarik. Cara perhitungan kuat tarik beton dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\text{Kuat tarik beton} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

P = beban maksimum (kg),

L = panjang (cm), dan

D = diameter (cm).

**3. Hasil dan Pembahasan**

**Pengujian *fresh properties* beton**

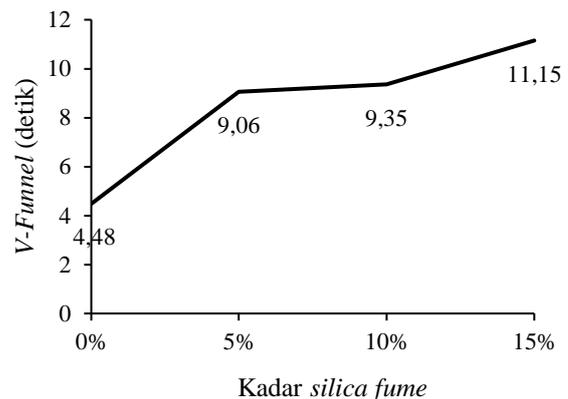
Pengujian sifat segar beton dilakukan pada setiap variasi *silica fume* yang digunakan,

hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 dengan batas nilai *fresh properties* mengacu pada persyaratan yang telah ditentukan oleh (EFNARC, 2002).

Tabel 4 Hasil pengujian *fresh properties*

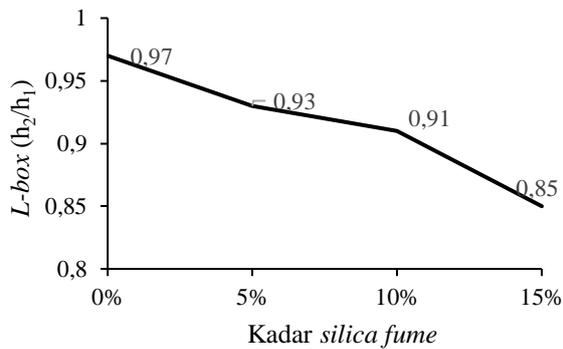
Variasi	<i>Slump flow</i> (mm)	T50 (detik)	V-Funnel (detik)	L-Box H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub>
0%	700	2,53	4,48	0,97
5%	675	4,60	9,06	0,93
10%	663	4,65	9,35	0,91
15%	658	5	11,15	0,85

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian *v-funnel* beton SFCC dengan variasi *silica fume* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 %. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa *Self-Compacting Concrete* dengan serat *nylon* dan variasi *silica fume* 0%, 5%, 10%, dan 15% memenuhi persyaratan pengujian *V-funnel* sebesar 6 – 12 detik yang ditetapkan (EFNARC, 2002), kecuali pada campuran dengan kadar *silica fume* 0% tidak memenuhi standar pengujian.



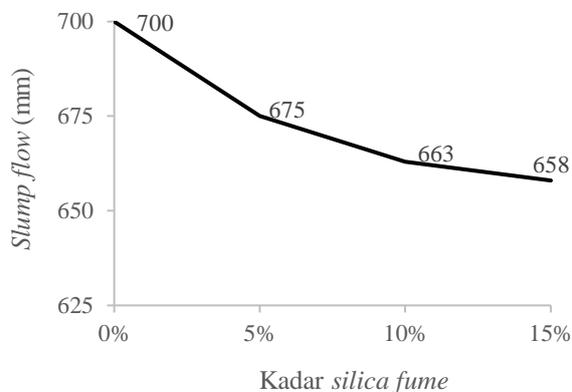
Gambar 2 Hubungan hasil uji *v-funnel* dan kadar *silica fume*

Berdasarkan hasil pengujian *L-box* (h<sub>2</sub>/h<sub>1</sub>) pada Gambar 3, diketahui bahwa kadar variasi *silica fume* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % diperoleh hasil uji *L-box* (h<sub>2</sub>/h<sub>1</sub>) berturut-turut 0,97, 0,93, 0,91, dan 0,85. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa beton *Self-Fiber Compacting Concrete* dengan serat *nylon* dan variasi *silica fume* memenuhi persyaratan pengujian *L-box* (h<sub>2</sub>/h<sub>1</sub>) sebesar ≥ 0,8 yang ditetapkan (EFNARC, 2002). Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa kemampuan beton mengisi ruang akan semakin baik pada penggunaan *silica fume* pada dosis rendah.



Gambar 3 Hubungan hasil uji *l-box* dan kadar *silica fume*

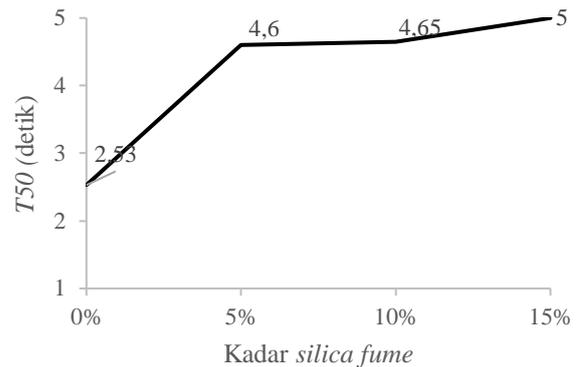
Berdasarkan hasil pengujian *slump flow* pada Gambar 4, diketahui bahwa kadar variasi *silica fume* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % diperoleh hasil uji *slump flow* berturut-turut 700 mm, 675 mm, 663 mm, dan 658 mm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa campuran beton *Self-Fiber Compacting Concrete* dengan bahan tambah serat *nylon* dan variasi *silica fume* 0 %, 5 %, 10 %, dan 15 % memenuhi persyaratan pengujian *slump flow* sebesar 650 – 800 mm yang ditetapkan (EFNARC, 2002). Semakin tinggi persentase *silica fume*, maka campuran akan semakin kental yang berdampak pada penyebaran beton menjadi kurang baik.



Gambar 4 Hubungan hasil uji *slump flow* dan kadar *silica fume*

Berdasarkan hasil pengujian meja sebar ( $T_{50}$ ) pada Gambar 5, diketahui bahwa kadar variasi *silica fume* 0%, 5%, 10%, dan 15% diperoleh hasil uji meja sebar ( $T_{50}$ ) berturut-turut 2,53 detik, 4,6 detik, 4,65 detik, dan 5 detik. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa beton *Self-Fiber Compacting Concrete* dengan serat *nylon* dan variasi *silica fume* memenuhi persyaratan pengujian meja sebar ( $T_{50}$ ) sebesar 2 – 5 detik yang ditetapkan (EFNARC, 2002). Semakin tinggi persentase

*silica fume*, maka waktu yang dibutuhkan campuran untuk mencapai diameter 50 cm semakin lama karena campuran semakin kental.



Gambar 5 Hubungan hasil uji T50 dan kadar *silica fume*

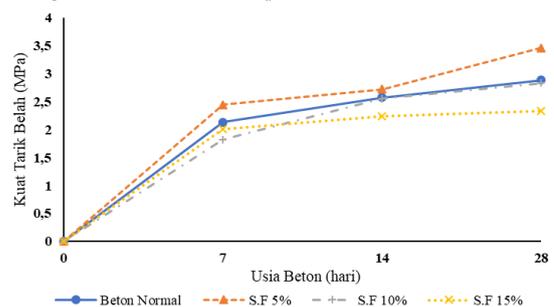
### Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan ukuran silinder 15 x 30 cm, hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil uji kuat tarik *self-fiber compacting concrete*

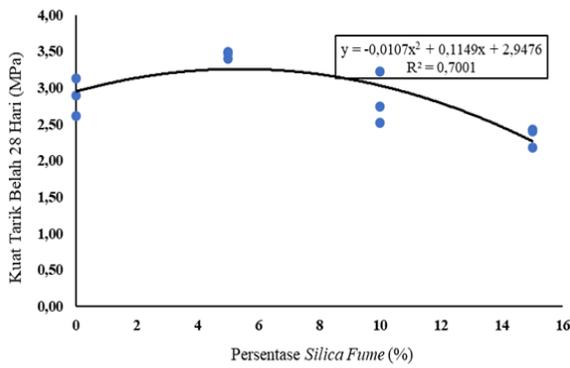
Kode	Kuat tarik (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
N	2,13	2,57	2,88
SF5%	2,44	2,72	3,46
SF10%	1,82	2,55	2,83
SF15%	2,00	2,23	2,33

Gambar 6 menunjukkan kuat tarik meningkat seiring dengan bertambahnya usia beton, nilai kuat tarik maksimal ditunjukkan pada persentase *silica fume* 5%.



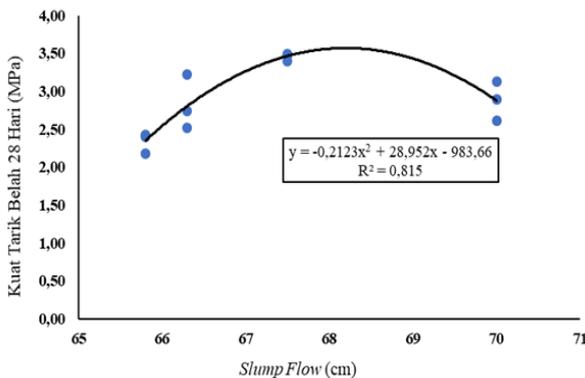
Gambar 6 Hubungan kuat tarik dan usia beton

Berdasarkan persamaan  $y = -0,0107x^2 + 0,1149x + 2,9476$  pada Gambar 7 diperoleh nilai kuat tarik belah optimum dapat dicapai dengan menggunakan variasi *silica fume* sebanyak 5% dengan nilai kuat tarik sebesar 3,414 MPa. Apabila menggunakan kadar *silica fume* berlebih maka kuat tarik beton semakin lemah.



Gambar 7 Hubungan kuat tarik usia 28 hari dan variasi *silica fume*

Berdasarkan persamaan  $y = -0,2209x^2 + 30,213x - 1029,4$  pada Gambar 8 diperoleh nilai kuat tarik belah optimum dapat dicapai pada nilai *slump flow* 68,3 cm dengan kuat tarik belah sebesar 3,67 MPa dan dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tarik belah bertambah hingga pada nilai *slump flow* sebesar 68,3 cm dan kemudian ketika *slump flow* semakin besar maka kuat tarik belah semakin menurun.



Gambar 8 Hubungan kuat tarik usia 28 hari dan *slump flow*

#### Kondisi fisik benda uji setelah diuji tarik

Benda uji *Self-Compacting Concrete* normal tanpa kandungan *silica fume* dan serat *nylon* terbelah menjadi dua bagian setelah diuji tarik, tidak adanya serat menjadikan beton ini getas dan tidak mampu menahan deformasi seperti pada Gambar 9 (a). Sedangkan benda uji dengan kandungan *silica fume* dan serat *nylon* pada seluruh variasi atau disebut *Self-Fiber Compacting Concrete* memiliki daktilitas yang lebih tinggi, benda uji ini hanya mengalami keretakan pada bagian permukaan yang terkena beban secara langsung dan tidak terbelah seperti pada Gambar 9 (b).



(a) (b)

Gambar 9 Kondisi fisik benda uji: (a) SCC normal dan (b) SFCC

#### Pengaruh umur terhadap kuat tarik beton

Seiring bertambahnya usia beton, nilai kuat tarik belah *Self-Compacting Concrete* yang mengandung serat *nylon* dan *silica fume* meningkat. Nilai kuat tarik belah dengan persentase *silica fume* lebih tinggi dari beton normal yang digunakan sebagai acuan.

#### Pengaruh variasi *silica fume* dan serat *nylon* terhadap kuat tarik beton

Penambahan *silica fume* dan serat *nylon* pada campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik, hal ini dikarenakan ukuran partikel dari *silica fume* yang 100 kali lebih kecil dari semen, sehingga *silica fume* juga berperan sebagai *filler* dan sifat *silica fume* sebagai *pozzolan* yang dapat bereaksi serupa dengan reaksi semen jika bercampur dengan air. Serat *nylon* menambah daktilitas yang memungkinkan beton untuk mampu menahan gaya tarik. Penggunaan *silica fume* pada dosis tinggi berdampak pada nilai kuat tarik beton yang mengalami penurunan, hal ini disebabkan sifat *silica fume* yang dapat menyerap air sehingga kandungan air dalam beton berkurang.

#### Pengaruh nilai *slump flow* terhadap kuat tarik beton

Berdasarkan hasil pengujian *fresh properties*, menunjukkan bahwa beton SCC normal memiliki nilai *slump flow* yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang ditambah variasi *silica fume*. hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase *silica fume*, maka campuran akan semakin kental yang berdampak pada penyebaran beton menjadi kurang baik. Tingginya viskositas pada campuran disebabkan karena air pada

campuran beton diserap kedalam butiran *silica fume* dan serat *nylon* sehingga beton menjadi kekurangan air.

#### Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu

Kuat tarik tertinggi yang diperoleh pada penelitian sekarang yaitu sebesar 3,46 MPa pada persentase *silica fume* 5% dan serat *nylon* 1%. Penelitian terdahulu memperoleh nilai kuat tarik tertinggi sebesar 2,20 MPa pada persentase kaolin 5% dan serat *polypropylene* sebesar 2%. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu terdapat pada Tabel 6. Berdasarkan data perbandingan tersebut, maka hasil penelitian ini lebih baik dibandingkan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya dikarenakan nilai kuat tarik diperoleh hasil yang lebih tinggi dibandingkan pada penelitian sebelumnya pada semua usia beton.

Tabel 6 Perbandingan hasil penelitian terdahulu dan sekarang

Judul Penelitian	Umur beton (hari)		
	7	14	28
Kuat Tarik Beton <i>Self-Compacting Concrete</i> dengan Bahan Tambah Kaolin dan Variasi Serat <i>Polypropylene</i>	1,85	1,89	2,20
<i>Fresh Properties</i> dan Kuat Tarik <i>Self-Fiber Compacting Concrete</i> (SFCC) dengan Bahan Tambah <i>Silica Fume</i> dan Serat <i>Nylon</i>	2,44	2,72	3,46

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya tentang *self-fiber compacting concrete* dengan bahan tambah *silica fume* pada persentase (5 %, 10 %, dan 15 %) sebagai bahan pengganti semen serta serat *nylon* pada persentase 1 % dari berat semen, dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Penggunaan serat *nylon* dengan variasi *silica fume* 5 % meningkatkan kuat tarik belah *Self-Fiber Compacting Concrete* pada usia 7, 14, dan 28 hari. Nilai kuat tarik belah maksimal pada usia 28 hari dicapai pada persentase *silica fume* 5 % yaitu sebesar 3,46 MPa. Penggunaan *silica fume* pada

persentase lebih dari 5 % menyebabkan menurunnya nilai kuat tarik beton.

2. Dari 4 (empat) pengujian *fresh properties*, seluruh metode memenuhi persyaratan yang ditetapkan EFNARC (2002) yaitu *slump flow*, meja sebar ( $T_{50}$ ), *L-box*, dan *V-funnel*. Serat *nylon* dan *silica fume* berpengaruh pada *flowability* beton, semakin banyak *silica fume* yang digunakan maka tingkat *flowability* semakin buruk disebabkan karena air yang terserap oleh partikel *silica fume* dan serat *nylon* sehingga beton menjadi kekurangan air.
3. Seiring bertambahnya usia beton, nilai kuat tarik belah *Self-Compacting Concrete* yang mengandung serat *nylon* dan *silica fume* meningkat. Nilai kuat tarik belah dengan persentase *silica fume* lebih tinggi dari beton normal yang digunakan sebagai acuan.

#### 5. Daftar Pustaka

- Aggarwal, P., Siddique, R., Aggarwal, Y., dan M Gupta, S. (2008). *Self-Compacting Concrete Procedure for Mix design. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technolgies*, 12, 15-24.
- Ashtiani, M. S., Scott, A. N., dan Dhakal, R. P. (2013). Mechanical and Fresh Properties of High-Strength Self-Compacting Concrete containing Class C Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 47, 1217-1224.
- Dumne, S. M. (2015). Effect of Superplasticizer on Fresh and Hardened Properties of. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 03, 205-211.
- European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicator of Specialist building Products (EFNARC), *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*. (February 2002). U.K: Hampshire.
- Gherouti, Y., Rabehi, B., Bouziani, T., Ghezraoui, H., dan Makhloufi, A. (2016). Fresh and hardened properties of self-compacting concrete containing.

- Construction and Building Materials*, 82, 89-100.
- Guneyisi, E., Gesoglu, M., Al-Goody, A., dan Ipek, S. (2015). Fresh and Rheological Behavior of Nano-Silica and Fly Ash Blended Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 95, 29-44.
- Jalal, M., Pouladkhan, A., Harandi, O. F., dan Jafari, D. (2015). Comparative study on effects of Class F fly ash, nano silica and silica. *Construction and Building Materials*, 94, 90-104.
- Mastali, M., dan Dalvand, A. (2016). Use of Silica Fume and Recycled Steel Fibers in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 196-209.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Panda, K. C., dan Bal, P. K. (2013). Properties of Self-Compacting Concrete using Recycled Coarse Aggregate. *Procedia Engineering*, 51, 159-164.
- Sabet, F. A., Libre, N. A., dan Shekarchi, M. (2013). Mechanical and durability properties of self consolidating high. *Construction and Building Materials*, 44, 175-184.
- Spadea, S., Farina, I., Carrafiello, A., dan Fraternali, F. (2015). Recycled nylon fibers as cement mortar reinforcement. *Construction and Building Materials*, 80, 200-209.
- Wongkeo, W., Thongsanitgarn, P., Ngamjarurojana, A., dan Chaipanich, A. (2014). Compressive strength and chloride resistance of self-compacting. *Materials and Design*, 64, 261-269.