

# PENGARUH RASIO PANJANG TERHADAP DIAMETER FIBER BENDRAT PADA KUAT TARIK BETON MEMADAT SENDIRI

## ***INFLUENCE OF LENGTH DIAMETER RATIO OF BENDRAT FIBRE TO SPLITTING TENSILE STRENGTH SELF-COMPACTING CONCRETE***

**Evrianti Syntia Dewi**

Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Al Azhar Mataram  
[syntiaevrianti@gmail.com](mailto:syntiaevrianti@gmail.com)

---

---

### ABSTRAK

SCC (self compacting concrete) merupakan beton yang mampu memadat sendiri pada bekisting tanpa bantuan alat pemadat. Produksi SCC dicapai dengan optimasi ukuran agregat, proporsi agregat dan *superplasticizer*. Untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, fiber bendrat ditambahkan dalam campuran beton. Namun, peningkatan rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat akan menurunkan *workability* SCC. Penelitian ini menyelidiki pengaruh rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat untuk menganalisis sifat mekanik SCC.

Mengacu pada EFNARC, desain campuran SCC dalam penelitian ini menggunakan metode *trial and error*. Fiber bendrat yang digunakan berdiameter 0,7 dengan proporsi 0,5% dari volume beton. Panjang fiber bendrat bervariasi dari 40 mm, 50 mm, 60 mm, dan 70 mm diperoleh rasio panjang-diameter masing-masing 58, 71, 86 dan 100. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dengan benda uji silinder, pengujian modulus runtuh dengan benda uji balok dilakukan secara komprehensif untuk membandingkan benda uji dari setiap komposisi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *workability* dan sifat mekanik SCC dipengaruhi oleh rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat. Peningkatan rasio panjang terhadap diameter serat bendrat akan menurunkan tingkat *workability* SCC. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rasio panjang terhadap diameter 71 merupakan komposisi bahan optimum dengan kuat tarik 18,88%. Hasil ini juga menunjukkan bahwa rasio panjang-diameter 71 merupakan material paling daktail.

### ABSTRACT

**SCC (self compacting concrete) is a flowing concrete mixture which able to consolidate its self into formwork without vibration.** Production of SCC can be achieved by optimization of aggregates size, proportion of the aggregates and superplasticizer. In order to improve concrete tensile strength, bendrat fibre can be added to the concrete mixture. However, increasing the ratio of length to diameter bendrat fibre will reduce workability of the SCC. The influence of the ratio of length to diameter bendrat fibre was investigated in this study to analyse the mechanical properties of the SCC.

Based on EFNARC, a trial and error method was employed in this study for mixed design SCC. Bendrat fibre of 0.7 mm diameter was considered with proportion of 0.5% concrete volume. The length of bendrat fibre were varied from 40 mm, 50 mm, 60 mm, and 70 mm obtaining the length-diameter ratio of 58,71,86 and 100, respectively. Compressive strength test, splitting tensile test of cylindrical specimens and modulus of rupture test of beam specimens were carried out comprehensively to compare the specimens from each composition.

The result showed that workability and mechanical properties of SCC were influenced by the length-diameter ratio of bendrat fibre. Increasing the length-diameter ratio of bendrat fibre will decrease the workability of the SCC. Evaluation on the result indicated that the length-diameter ratio of 71 was the optimum composition material with splitting tensile strength 18.88% respectively. This result also indicated that the length-diameter ratio of 71 was the most ductile material.

Keywords : *Self compacting concrete, compressive strength, splitting tensile strength, modulus of rupture.*

## PENDAHULUAN

Dalam industri konstruksi, pekerjaan beton memegang peranan sangat penting. Dapat dikatakan hampir pada setiap bangunan yang didirikan seperti gedung bertingkat, perumahan, jalan, jembatan, bendungan serta bangunan lainnya selalu memerlukan pekerjaan beton sebagai kebutuhan utama maupun sebagai unsur bahan penunjang.

Keunggulan beton sebagai material konstruksi yang paling banyak diminati karena beton memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk dan lebih ekonomis. Akan tetapi, dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi beton biasanya banyak ditemui kendala ketika pengecoran berada pada daerah yang sempit atau sulit dijangkau oleh alat pemadat beton. Sebagai contoh pada bagian dengan jarak tulangan baja yang rapat seperti pertemuan balok kolom.

Seiring dengan perkembangan dunia teknologi beton saat ini, para pelaksana teknis mengarah pada beton dengan tingkat kemampuan mengalir yang tinggi, sehingga dapat berkonsolidasi dengan beratnya dan tidak memerlukan lagi bantuan pemadatan atau yang lebih dikenal *self compacting concrete* (SCC). *Self compacting concrete* adalah beton yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan penggunaan *admixture superplastisizer*.

*Self compacting concrete* yang telah mengeras merupakan beton yang bersifat getas. Meskipun demikian, beton mempunyai segi yang kurang menguntungkan karena sifatnya yang getas tidak mampu menahan tegangan tarik secara handal. Sehingga bahan tersebut memiliki keterbatasan dalam pemakaiannya. Dalam praktek, sifat kurang baik dari beton tersebut dapat diatasi dengan penambahan tulangan baja dalam jumlah yang cukup dan ditempatkan secara benar. Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Inggris, para peneliti telah berupaya memperbaiki sifat sifat kurang baik dari beton tersebut dengan menambahkan fiber pada beton. Pemikiran dasarnya adalah menulangi beton dengan fiber yang disebar secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan retakan beton yang terlalu dini akibat panas hidrasi maupun pembebanan.

Penggunaan fiber pada campuran adukan beton, khususnya di Indonesia masih belum banyak digunakan. Hal ini dikarenakan kesulitan dalam pengadaan fiber yang harus di import dari luar negeri dan memakan biaya yang mahal. Namun konsep pemakaian fiber ini telah

dikembangkan dengan memanfaatkan potensi lokal yaitu fiber bendrat, yang sebelumnya telah diteliti dengan hasil bahwa, fiber bendrat mampu memperbaiki sifat-sifat mekanik pada beton.

Efek lain dari penambahan fiber ke dalam adukan beton adalah terjadinya perubahan sifat beton segar yang menyebabkan hilangnya kestabilan SCC. Kemudahan pengerjaan akan menurun seiring dengan besarnya proporsi fiber bendrat yang digunakan serta rasio ( $l/d$ ; panjang/diameter) yang merupakan perbandingan panjang terhadap diameter fiber bendrat.

Dengan demikian perlu dilakukan penelitian yang komperhensif terhadap karakteristik beton segar SCC, agar penambahan serat yang ditunjukkan untuk memperbaiki karakteristik beton SCC yang telah mengeras tidak merusak kestabilan SCC. Setelah dilakukan pengujian beton SCC dalam kondisi segar, perlu dilakukan pengujian terhadap kuat tarik terhadap beton SCC.

## DASAR TEORI

### Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete*)

*Self compacting concrete* (SCC) adalah suatu beton yang ketika masih berbentuk beton segar mampu mengalir dan memenuhi seluruh ruangan yang ada didalam cetakan secara padat tanpa alat pemadat manual atau alat penggetar (Tjorange 2006 dan Hartono 2007). *Self compacting concrete* mensyaratkan kemampuan mengalir yang cukup baik, sehingga viskositas beton juga harus diperhatikan untuk mencegah terjadi segregasi (Okamura dan Ozawa, 1994). Beberapa keunggulan dari penggunaan SCC pada konstruksi beton:

1. Mengurangi lamanya konstruksi dan besarnya upah kerja
2. Pemadatan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memepoleh tingkat kepadatan optimum dapat dieliminir
3. Mengurangi kebisingan yang dapat mengganggu lingkungan sekitar
4. Meningkatkan kepadatan elemen struktur pada bagian yang sulit dijangkau dengan alat pemadat, seperti vibrator
5. Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan

Suatu beton dikatakan SCC apabila sifat dari beton segar memenuhi kriteria sebagai berikut:

#### 1. *Filling Ability*

Kemampuan campuran beton segar mengisi ruangan atau cetakan dengan beratnya sendiri untuk mengetahui beton memiliki kemampuan mengalir maka beton segar diuji dengan slump cone dengan waktu yang

diperlukan dengan aliran beton mencapai diameter 50 cm adalah 2-5 detik dan diameter maksimum yang dicapai aliran beton 65-80 cm (EFNARC,2002).

**2. Passing Ability**

Kemampuan campuran beton segar untuk melewati celah-celah antar besi tulangan atau bagian celah yang sempit dari cetakan, untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji dengan menggunakan alat L-shape Box dengan perbedaan tinggi yang diperlukan aliran beton horizontal (H2/H1) lebih besar dari 0,8 (*The European Guidelines for Self Compacting Concrete,2005*).

**3. Segregation Resistance**

Ketahanan campuran beton terhadap segregasi, untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji *sieved stability test* dengan menggunakan saringan yang berdiameter 5 mm dan menghitung jumlah beton segar yang lolos ayakan 5 mm (De Schutter, 2005).

**Beton Serat (Fibre Concrete)**

Beton serat (*fiber concrete*) didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari semen portland, agregat dan serat seragam. Menurut Soehendro (1999), beberapa macam serat yang dapat digunakan untuk beton antara lain: serat baja (*steel fibre*), serat plastic (*polypropylene fibre*), serat kaca (*glass fibre*), serat karbon (*carbon fibre*) dan serat alami (*natural fibre*). Perilaku beton berserat ditentukan oleh beberapa faktor (Amri, 2005) antara lain:

1. Sifat fisik matrik dan serat dan perlekatan antara serat dan matriknya.

2. Pengaruh panjang dan diameter serat. Serat panjang dan tipis dengan rasio  $l/d > 100$  mempunyai lekatan dengan beton yang lebih besar dibandingkan dengan serat yang pendek dengan rasio  $l/d < 50$ . Hal ini berdasarkan penelitian oleh Hannant (1978) untuk  $l/d < 50$  menunjukkan hasil yang mudah untuk dicabut dari beton. Pengaruh panjang dan diameter serat lebih dominan terhadap lentur bila dibandingkan dengan pengaruh volume serat.

3. Mekanisme kontribusi serat terhadap beban lentur dalam aplikasinya. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan kuat lentur lebih tinggi daripada kuat tekan atau kuat tarik belah. Peningkatan kuat lentur sangat dipengaruhi oleh faktor volume fraksi dan aspek rasio serat.

4. Daktilitas (*flexural toughness*), salah satu alasan penambahan serat pada beton adalah untuk meningkatkan daktilitas beton

**Beton Serat Memadat Sendiri (fibre reinforced self compacting concrete)**

Beton serat memadat sendiri (*fibre reinforced self compacting concrete*) adalah *self*

*compacting concrete* yang ditambahkan bahan serat untuk mengoptimalkan kinerja beton. Penambahan bahan serat ke dalam SCC terbukti dapat mengkombinasikan keuntungan SCC dengan beton serat yaitu beton berkinerja tinggi yang mudah dalam pengerjaan dan sekaligus unggul dalam kekuatan, daktilitas dan tahanan impact.

**Superplasticizer (Sika ViscoCrete®- 10)**

*Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Sika ViscoCrete®-10*. *Sika ViscoCrete®-10* termasuk bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yaitu bahan tambah berupa cairan yang ditambahkan pada campuran beton dalam jumlah tertentu untuk mengubah beberapa sifat beton. Bahan tambah *Sika ViscoCrete®-10* termasuk Tipe F "*Water Reducing High Range Admixtures*" yaitu bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih, dan meningkatkan nilai *slump* beton sampai 8 inci (206 mm) atau lebih. Jenis bahan tambah ini adalah berupa *superplasticizer*, dosis yang disarankan adalah 1% - 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan menyebabkan menurunnya kuat tekan beton.

*Sika ViscoCrete®-10* adalah generasi ketiga *superplasticizer*. Hal ini terutama dikembangkan untuk produksi aliran beton yang tinggi. Khususnya cocok untuk beton dengan transportasi waktu yang lama dan panjang untuk dilaksanakan. Data teknis penggunaan *Sika ViscoCrete®-10* dapat di lihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Data teknis *Sika ViscoCrete®-10*

Dosis	0,5% – 1,8 % dari berat semen
Berat Jenis	1,068 kg/l
Umur	12 bulan
Penyimpanan	Di tempat teduh, kering
Kemasan	20 kg

(Sumber: PT. Sika Indonesia)

**Mix Design Self Compacting Concrete**

Untuk membuat campuran SCC yang baik, metode *mix design* yang digunakan berbeda dengan *mix design* beton konvensional. Berikut beberapa usulan mengenai *mix design self compacting concrete*:

1. *Mix design* Okamura dan Ozawa

Penelitian mengenai metode *self compacting concrete* (SCC) oleh Okamura ini dilakukan di *University of Tokyo* pada tahun 1996. *Sample mix design* dari Okamura merupakan *mix design* yang sederhana dalam penentuan awal

dari komposisi tiap bahan. Komposisi yang diusulkan oleh Okamura adalah sebagai berikut (RILEM Publications S.A.R.L., *Self compacting concrete*, 1999):

1. Agregat kasar dibatasi jumlahnya sampai kurang lebih 40% dari volume padatnya
2. Pembatasan jumlah agregat halus kurang lebih 60% dari volume mortar
3. Water-cement rasio dalam volume beton diperkirakan antara 0,9 – 1,0 tergantung dari kandungan yang terdapat dalam semen
4. Dosis dari admixture yang telah ditetapkan dan penentuan akhir dari water-powder ratio yang meyakinkan akan terjadinya self compacting concrete

**2. Mix design EFNARC**

European Federation Of National Trade Associations Representing Produce (EFNARC) menggunakan beberapa persyaratan dalam penentuan komposisi *mix design* untuk meningkatkan workabilitas *self compacting concrete*. Komposisi yang disyaratkan berdasarkan workabilitas SCC dalam EFNARC, dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

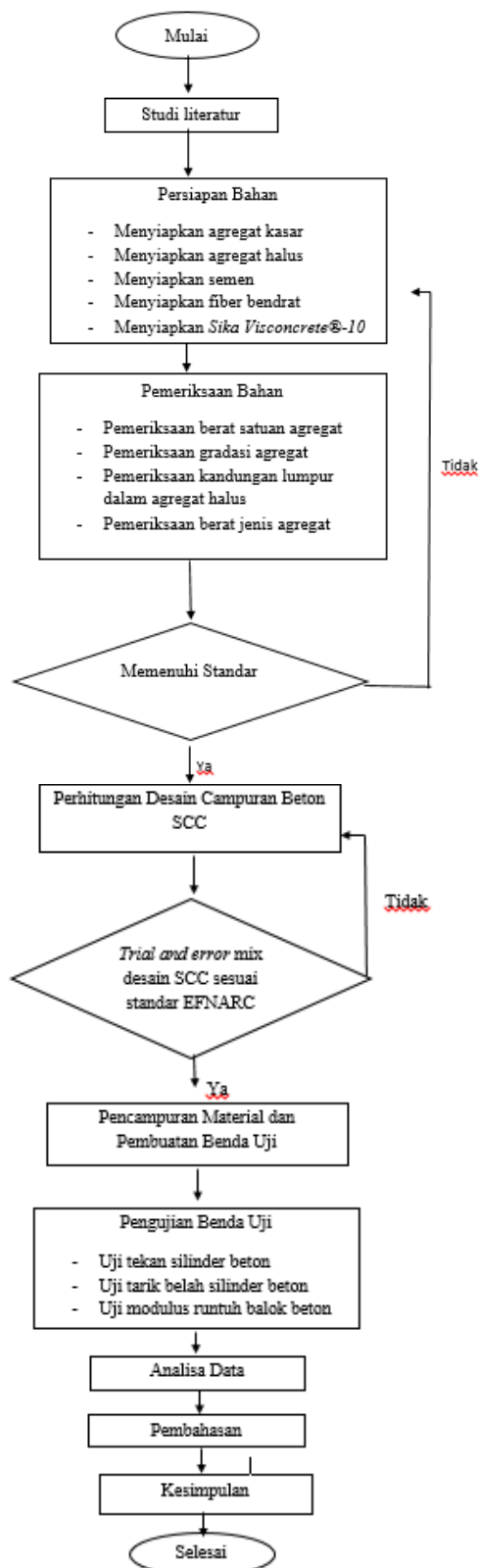
Tabel 2 Komposisi *mix design* EFNARC

<b>MIX DESIGN</b>	Penggunaan agregat kasar < 50 %
	Water powder ratio 0,8 – 1
	Penggunaan semen 400 - 600 kg/m <sup>3</sup>
	Penggunaan Pasir > 40% dari mortar
	Penggunaan Pasir < 50% dari volume pasta
	Penggunaan Pasir > 50% dari total agregat
	Penggunaan air < 200 liter
Pasta > 40 % dari volume campuran	

(Sumber: EFNARC, 2002)

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Islam Al Azhar Mataram. Adapun tahap-tahap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton**

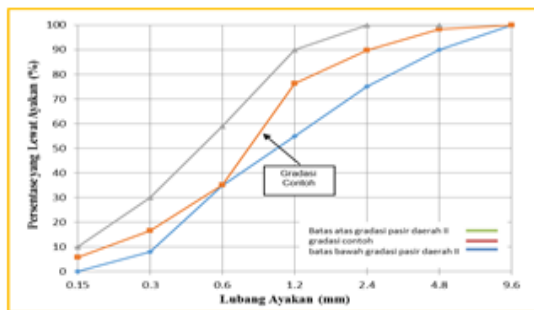
Dari hasil pemeriksaan bahan-bahan pembuat beton diperoleh hasil sebagai berikut:

### Berat Satuan Agregat

Hasil pemeriksaan menunjukkan berat satuan lepas rata-rata 1,428 gr/cm<sup>3</sup> untuk pasir dan 1,240 gr/cm<sup>3</sup> untuk kerikil, sedangkan untuk berat satuan padat rata-rata 1,584 gr/cm<sup>3</sup> untuk pasir dan 1,341 gr/cm<sup>3</sup> untuk kerikil. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua material ini termasuk dalam jenis agregat normal yang memiliki berat satuan Antara 1,2 – 1,6 gr/cm<sup>3</sup>

### Gradasi Agregat Halus

Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan berasal dari Pringgabaya, Lombok Timur. Berdasarkan Tabel 2.1 klasifikasi gradasi agregat halus dan hasil analisis ayakan agregat halus pada lampiran 1, maka kurva gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:

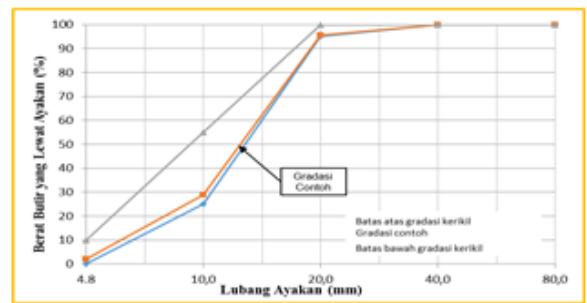


Gambar 2. Gradasi Agregat Halus

Pada grafik zone pasir didapat hubungan antara lubang ayakan dengan presentasi pasir lewat ayakan. Nilai presentasi lewat ayakan diplotkan ke dalam grafik, maka akan diketahui pasir yang digunakan termasuk dalam kategori pasir agak kasar, atau halus. Pada penelitian ini bahan pasir yang digunakan termasuk pada zone II yaitu pasir agak kasar dan didapatkan nilai modulus halus butir (MHB) yaitu suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat sebesar 2,784. Hal ini menunjukkan pasir telah memenuhi persyaratan modulus kehalusan butiran sebesar 1,5 – 3,8 (SK-SNI-04-1989-F)

### Gradasi Agregat Kasar

Pada penelitian ini agregat kasar (kerikil) yang digunakan berasal dari lokasi yang sama dengan agregat halus yaitu Pringgabaya, Lombok Timur. Berdasarkan hasil analisis ayakan agregat kasar pada lampiran 1, maka kurva gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Gradasi Agregat Kasar

Dari gambar 3 diatas, dapat diketahui bahwa persentase lolos ayakan gradasi agregat yang digunakan pada penelitian ini berada diantara batas atas dan batas bawah gradasi agregat yang disyaratkan. Melalui prosedur yang sama seperti pada analisis gradasi pasir, hasil pemeriksaan kerikil menunjukkan modulus kehalusan butiran sebesar 6,670 dengan diameter ukuran butiran maksimum yang digunakan 20 mm. Dengan nilai modulus halus butir sebesar 6,670 kerikil memenuhi persyaratan modulus kehalusan butiran 6-7,1 (SK SNI-04-1989-F).

### Pemeriksaan Kadar Lumpur

Hasil penelitian menunjukkan kadar lumpur pasir sebesar 2,569 %. Pasir tersebut dapat dipakai sebagai bahan penyusun beton dan tidak perlu dilakukan pencucian karena kandungan lumpurnya memenuhi standar disyaratkan yaitu kurang dari 5% (SK SNI S-04-1989-F).

### Berat Jenis Agregat

Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus (pasir) kondisi SSD (*saturated surface dry*) sebesar 2,670 dan berat jenis kering rata-ratanya 2,546. Sedangkan pada pemeriksaan berat jenis agregat kasar (kerikil) pada kondisi SSD diperoleh sebesar 2,684 dan berat jenis dalam kondisi kering rata-ratanya sebesar 2,628. Hal ini menunjukkan bahwa pasir dan kerikil yang digunakan termasuk jenis agregat normal yang memiliki berat jenis antara 1,6-3,2 (SK SNI S-04-1989-F).

### Perencanaan Adukan Beton (Mix Design)

Hasil *trial and error* terhadap tiga alternatif *mix design* yang didapatkan berdasarkan penelitian sebelumnya, digunakan *mix design 2* sebagai komposisi campuran SCC. Penggunaan kadar *superplasticizer* ditingkatkan hingga sebesar 1,68% di karena kan pada penelitian ini akan ditambahkan fiber bendrat dalam campuran beton SCC. Perbandingan adukan beton SCC tanpa fiber per 1m<sup>3</sup> adalah 466 kg semen: 951 kg pasir: 634 kg kerikil: 205 liter air.

Pada penelitian ini fiber yang digunakan adalah fiber bendrat dengan diameter 0,7 mm dan

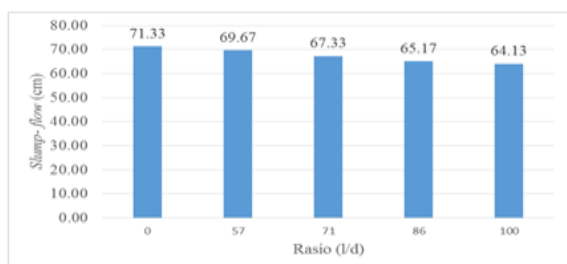
panjang fiber bendrat bervariasi 40 mm, 50 mm, 60 mm, dan 70 mm. Dengan demikian aspek rasio yang merupakan perbandingan panjang terhadap diameter ( $l/d$ ) secara berturut turut berkisar antara 50 - 100 yaitu 57, 71, 86 dan 100. Volume fiber bendrat ditambahkan sebanyak 0,5 % dari volume campuran beton, dimana merupakan volume optimal penambahan serat fiber bendrat pada beton SCC (Pratiwi, 2014). Diperoleh perbandingan adukan beton per 1 m<sup>3</sup> beton SCC mm seperti pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Kebutuhan bahan 1m<sup>3</sup> Beton SCC

Volume	Rasio (l/d)	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	SikaViscoCrete®-10		Fiber Bendrat (kg)
						(%)	(kg)	
SCC	0	466	205	951	634	1,68	7,83	-
SCC +	57	466	205	951	634	1,68	7,83	61,75
Fiber	71	466	205	951	634	1,68	7,83	59,80
Bendrat	86	466	205	951	634	1,68	7,83	56,33
Bendrat	100	466	205	951	634	1,68	7,83	59,43

### Pengujian Workability Beton SCC

Pengujian beton segar dilakukan untuk mengetahui seberapa besarnya tingkat *workability* (kelecahan) yang harus dipenuhi dalam memproduksi beton SCC yang meliputi pengujian: *flowability*, *viscosity* dan ketahanan terhadap segregasi (EFNARC, 2005). Untuk mengetahui ketiga karakteristik SCC tersebut, dapat digunakan beberapa alat uji yaitu: *slump flow* yang digunakan untuk mengukur *flowability*, *slump-time* T50 untuk mengukur *viscosity* (kekentalan) dan *sieve stability* untuk mengukur ketahanan segregasi SCC.

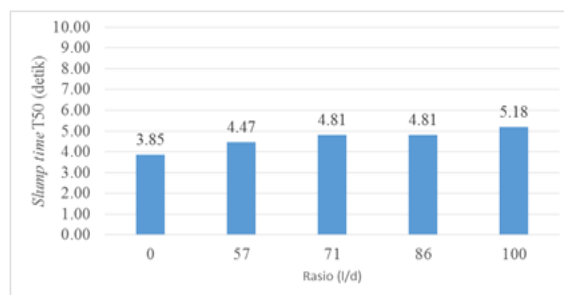


Gambar 4. Hasil pengujian *flowability* beton SCC.

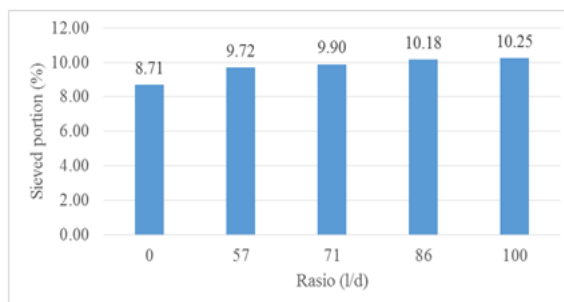
Pengujian *slump flow* dilakukan dengan cara mengukur diameter adukan beton SCC secara tegak lurus ketika alirannya berhenti. Hasil pengujian *slump flow* pada beton SCC dan Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin meningkatnya rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat yang ditambahkan ke dalam campuran beton, maka besarnya nilai *slump flow* semakin kecil. Nilai *slump flow* beton segar tanpa penambahan fiber bendrat dapat mencapai 71,3

cm, sedangkan pada penambahan fiber bendrat dengan rasio panjang terhadap diameter 86 nilai *slump flow* mengalami penurunan hingga mencapai diameter 65,2cm, Namun nilai ini masih memenuhi syarat minimal *slump flow* SCC sebesar 65 cm (EFNARC,2005)

Pengujian *slump-time* T50 bertujuan untuk menghitung waktu yang diperlukan bagi campuran beton SCC untuk mengalir mencapai diameter 500 mm. Nilai *slump-time* T50 pada Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai *slump-time* T50 berbanding lurus dengan peningkatan rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat yang ditambahkan ke dalam campuran beton. Semakin meningkatnya rasio panjang terhadap diameter meningkatkan waktu yang dibutuhkan beton dalam pengalirannya. Menurut EFNARC (2005), beton SCC dipersyaratkan memiliki nilai maksimal *slump-time* T50 selama 5 detik.



Gambar 5. Hasil pengujian *viscosity* beton SCC.



Gambar 6. Hasil pengujian ketahanan segregasi beton SCC

Sedangkan hasil pengujian *sieve stability* pada beton segar yang ditunjukkan pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin meningkatnya rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat yang ditambahkan kedalam adukan beton, maka nilai *sieve segregation portion* semakin tinggi. Ketahanan segregasi yang ditunjukkan seiring dengan peningkatan rasio panjang terhadap diameter tersebut masih dikatakan stabil karena memenuhi syarat SCC yang ditetapkan *sieve portion* maksimum 20% (EFNARC, 2005).

Berdasarkan pengujian ketiga karakteristik utama beton segar SCC yang telah diuraikan



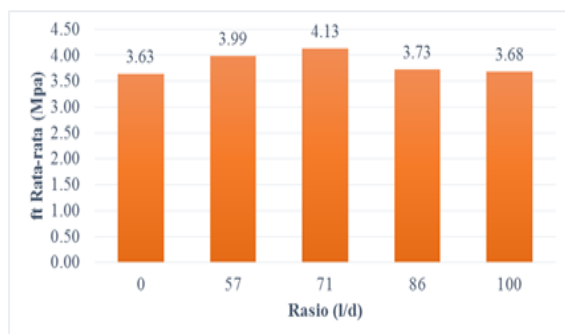
diatas dapat diketahui bahwa peningkatan rasio dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan SCC untuk mengalir dan mengisi rongga-rongga cetakan dengan beratnya sendiri. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi rasio panjang terhadap diameter fiber bendrat yang ditambahkan dalam adukan beton, menurunkan *workability* SCC. Hal ini diperkuat dengan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa *viscosity* dan ketahanan terhadap segregasi menurun. Fenomena ini disebabkan oleh pengaruh panjang terhadap diameter fiber yang dicampurkan menyebabkan gesekan permukaan serat dengan agregat sehingga dapat mengurangi energi potensial yang diperlukan beton segar untuk mengalir dengan beratnya sendiri.

### Pengujian Sifat Mekanis

Untuk mengetahui pengaruh aspek rasio (*l/d*) fiber bendrat terhadap sifat mekanik beton yang telah mengeras, juga dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter utama kinerja beton yaitu kuat tarik belah

### Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah dilakukan setelah mengalami perawatan mencapai umur 28 hari. Posisi pembebanan yang diberikan pada proses pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan cara silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan dengan mesin uji tekan CTM. Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Hasil pengujian kuat tarik belah beton SCC

Berdasarkan Gambar 7 kuat tarik belah meningkat seiring dengan meningkatnya rasio (*l/d*) hingga sebesar 71. Setelah itu terjadi penurunan kuat tarik belah. Hal ini disebabkan semakin panjang nya fiber yang digunakan dengan diameter yang sama akan mempersulit penyebaran fiber dan kuat tarik tidak menghasilkan kekuatan yang maksimal.

Kuat tarik tertinggi didapatkan pada fiber dengan diameter 0,7 mm dengan panjang 50 mm

sehingga *l/d* diperoleh 71 sebesar 4,13 Mpa, dengan peningkatan kuat tarik belah sebesar 18,88% dari beton SCC tanpa fiber. Dilihat dari kuat tekannya 33.03 Mpa, kuat tarik belah beton SCC fiber didapatkan sebesar 12,33% dari kuat tekannya.

Hal ini sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum, kuat tarik berkisar antara 9-15 dari kuat tekannya.

Pada beton SCC tanpa fiber pada saat pengujian terdengar suara ledakan yang sangat keras dan beton terbelah menjadi dua bagian. Sedangkan untuk beton SCC dengan fiber, terdengar suara retakan yang perlahan beberapa saat sebelum terjadi keruntuhan. Suara ledakan beton SCC fiber lebih perlahan dibanding dengan beton SCC tanpa fiber membuktikan bahwa, fiber dapat memperbaiki sifat getas pada beton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan fiber kedalam adukan beton beton akan meningkatkan kuat tarik belah beton, dengan mekanisme kegagalan yang bersifat daktail. Tampang retak hasil pengujian kuat tarik belah beton pada beton SCC dengan dan tanpa fiber dapat dilihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Silinder beton yang telah diuji Tarik Belah

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengujian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan rasio panjang terhadap diameter fiber yang ditambahkan dalam campuran beton SCC menurunkan tingkat *workability* beton SCC.
2. Kuat tarik optimal didapatkan pada rasio panjang terhadap diameter fiber 71 dengan peningkatan kuat tarik sebesar 18,88%.
3. Rasio panjang terhadap diameter fiber sebesar 71 mampu mengurangi retakan ditunjukkan dengan hasil perbandingan kuat tekan terhadap kuat tarik sebesar 12,33%. Hal ini mengindikasikan bahwa beton SCC Rasio panjang terhadap diameter sebesar 71 bersifat lebih daktail.

### DAFTAR PUSTAKA

De Schutter, G., 2005, *Guidelines for Testing Self Compacting Concrete* (<http://www.europe->

[research.gov/guidelinesfortesting.pdf](http://research.gov/guidelinesfortesting.pdf),  
diakses tanggal 9 November 2013)

- EFNARC, 2002, *Specification & Guidelines for Self-Compacting Concrete, English ed.*, Norfolk UK: European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems
- EFNARC, 2005, *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use*, Norfolk UK: European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems.
- Hannant, D.J., 1978, *Fiber Cements and Fiber Concretes*, Chicester: John Wiley & Sons..
- Mustika, P., 2014, *Pengaruh Penambahan Fiber Bendrat Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Beton Self Compacting Concrete*, Tugas akhir Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.
- Okamura, H. and Ozawa, K., 1994, *Self-Compacting High-Performance Concrete in Japan*, ACI SP-159: International Workshop on High Performance Concrete, Michigan.
- Sudarmoko, 1991, *Pengaruh Panjang Serat Pada Sifat Struktural Beton Serat*, Media teknik No.1 tahun XV, Yogyakarta
- Widodo, S. (2003), "Optimalisasi Kuat Tekan Self Compacting Concrete dengan Cara Trial Mix Komposisi Agregat dan Filler pada Campuran Adukan Beton", Yogyakarta:Universitas Gadjah Mada.