

## PEMANFAATAN *SPENT CATALYST* RCC-15 SEBAGAI AGREGAT MIKRO DALAM *SELF-COMPACTING CONCRETE*

Nurcaweda Riztria Adinda<sup>1</sup>, Andy Kusumah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Staff Pengajar Program Studi Teknik Sipil, STT Mandala Bandung

Email : adinda\_sttmandala@yahoo.co.id

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Pascasarjana Konsentrasi Manajemen Konstruksi, UNPAR Bandung

Email : andy.kusumah02@gmail.com

### Abstrak

*Self Compacting Concrete (SCC)* merupakan beton yang dapat memadat sendiri tanpa bantuan alat pemadat atau vibrator. Campuran beton segar dapat dikatakan sebagai beton SCC apabila memenuhi kriteria *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resistance*. Untuk beton SCC normal agregat mikro yang digunakan adalah agregat mikro alam dalam beton sebanyak 5%. Campuran beton lainnya menggunakan agregat mikro RCC-15 adalah sebanyak 5 % dan 15 % dengan menghilangkan agregat mikro alam. Benda uji kemudian dites kuat tekannya menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* dengan umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hal ini berlaku untuk semua jenis variasi betonnya. Dari hasil pengujian campuran beton terlihat bahwa nilai-nilai yang diperoleh untuk setiap parameter antara agregat mikro alam dan agregat RCC-15 sebanyak 15% berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa *workabilitas* kedua jenis campuran tersebut berbeda. Dari hasil pengujian kuat tekan terlihat bahwa beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% mempunyai kualitas mutu beton yang lebih baik diantara dua beton SCC lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan semakin banyak agregat mikro dapat mempengaruhi kekuatan beton SCC.

**Kata kunci:** *Self Compacting Concrete*, RCC-15, agregat mikro

### Pendahuluan

*Self compacting concrete (SCC)* merupakan salah satu hasil perkembangan teknologi beton saat ini. *Self compacting concrete* dapat diartikan sebagai beton yang dapat melakukan pemadatan sendiri tanpa penggunaan vibrator, dan memiliki *flowability* (kemampuan mengalir) yang tinggi. Dengan SCC, pengerjaan pembetonan pada struktur-struktur dengan tulangan yang rapat menjadi relatif lebih mudah. *Spent catalyst* RCC-15 merupakan limbah hasil industri, yaitu limbah pengolahan unit *Residual Catalytic Cracker (RCC)*. Pemanfaatan RCC-15 dalam beton merupakan salah satu cara pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan. RCC-15 dapat digunakan sebagai *powder* atau pengisi (*filler*) pada *Self-compacting concrete*. RCC-15 yang dapat digolongkan sebagai *filler* adalah RCC-15 yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,125 mm. Penggunaan bahan pengisi (*filler*) sangat diperlukan untuk meningkatkan viskositas beton guna menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi.

Didasarkan pada hal tersebut maka akan dilakukan penelitian mengenai efektifitas penggunaan RCC-15 terhadap *flowability* dan *workability* pada *self-compacting concrete*.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perancangan campuran (*mix design*) beton SCC (*self compacting concrete*) dengan agregat alam dan *spent catalyst* RCC-15 sebagai agregat mikro.
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton SCC dengan menggunakan RCC-15 sebagai agregat mikro.

Penelitian ini difokuskan pada sifat-sifat fisik dan mekanis beton SCC dengan berbagai jenis gradasi agregat kasar. Sifat fisis yang akan diteliti adalah *filling ability*, *passing ability*, *segregation resistance* dari campuran beton segar. Sedangkan sifat mekanis yang akan diteliti adalah kuat tekan beton masing-masing pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pengaruh persentase agregat mikro alam yang akan dianalisis adalah penggunaan agregat mikro sebanyak 5% dan 15%.

### Tinjauan Pustaka

*Self-compacting Concrete (SCC)* dapat didefinisikan sebagai suatu jenis beton yang dapat dituang, mengalir dan menjadi padat dengan memanfaatkan berat sendiri, tanpa memerlukan proses pemadatan dengan getaran (*vibration*) atau metode lainnya. Selain itu beton segar jenis *self-compacting concrete* bersifat kohesif dan dapat dikerjakan tanpa terjadi segregasi dan *bleeding*. Agar dapat mengalir dan memadat sendiri, *self compacting concrete* harus memiliki tingkat *flowability*, dan *passingability* yang tinggi. Namun, SCC juga harus memiliki ketahanan yang baik terhadap segregasi.

Berdasarkan spesifikasi SCC dari EFNARC, (EFNARC,2002) campuran beton segar dapat dikatakan sebagai beton SCC apabila memenuhi kriteria sebagai berikut yaitu:

- a. *Filling ability*
- b. *Passing ability*
- c. *Segregation resistance*

*Filling ability*, adalah kemampuan beton SCC untuk mengalir dan mengisi seluruh bagian cetakan dengan beratnya sendiri. *Passing ability*, adalah kemampuan beton SCC untuk mengalir melalui celah-celah antar baja tulangan atau bagian celah yang sempit dari cetakan tanpa terjadi segregasi atau *blocking*. *Segregation resistance*, adalah kemampuan beton SCC untuk menjaga tetap dalam keadaan komposisi yang homogen selama waktu transportasi sampai pada saat pengecoran tanpa terjadi segregasi.

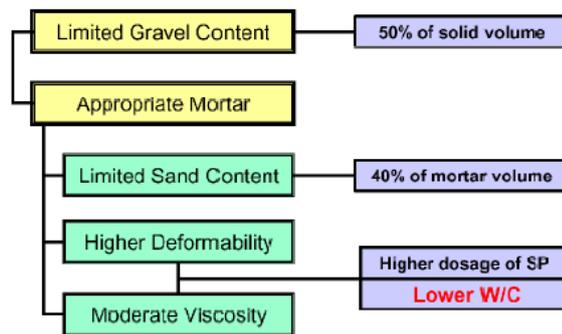
Kelebihan dari SCC antara lain :

- a. Mengurangi lamanya konstruksi dan besarnya upah pekerja .
- b. Pemasangan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kepadatan optimum dapat dieliminir .
- c. Mengurangi kebisingan yang mengganggu lingkungan sekitarnya.
- d. Meningkatkan kepadatan elemen struktur beton pada bagian yang sulit dijangkau dengan alat pematik, seperti vibrator.
- e. Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan.

Adapun kekurangannya, antara lain :

- a. Belum adanya standar yang spesifik untuk membuat beton SCC, sehingga perlu dilakukan *trial mix* terlebih dahulu.
- b. Bahan yang digunakan untuk membentuk beton SCC (khususnya *superplasticizer*) relatif mahal.

SCC sangat sesuai digunakan untuk pekerjaan beton pada bagian struktur dengan susunan tulangan yang sangat rapat. Dalam penelitiannya, Okamura dan Ouchi melakukan 4 upaya dalam perencanaan *mix design* SCC seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1** Metode untuk menghasilkan *Self Compacting Concrete* (Okamura, 2003)

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa upaya yang digunakan oleh Okamura dan Ouchi yaitu dengan mengurangi agregat halus hingga jumlahnya menjadi sekitar 40% dari *volume* mortar, rasio *water/powder* yang menggunakan *superplasticizer*, dan mengurangi agregat kasar hingga kadar/jumlahnya menjadi sekitar 50% dari *volume solid*, maksud dari 50% *volume solid* ini yaitu 50% dari berat isi padat agregat kasar.

SCC umumnya dapat dihasilkan dengan menggunakan *superplasticizer* yang diperlukan untuk mendispersikan (menyebarkan) partikel semen menjadi merata dan memisahkan menjadi partikel-partikel yang halus sehingga dapat meningkatkan keenceran campuran tanpa penambahan air. Komposisi Agregat kasar dan agregat halus juga harus diperhatikan dalam proses produksi SCC, mengingat semakin besar proporsi agregat halus maka *flowability* akan meningkat. Namun apabila agregat halus yang digunakan terlalu banyak maka dapat menurunkan kuat tekan beton yang dihasilkan. Selain itu jika terlalu banyak agregat kasar dapat memperbesar resiko segregasi pada beton. Penggunaan bahan pengisi (*filler*) diperlukan untuk meningkatkan viskositas beton guna menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi, untuk tujuan tersebut dapat digunakan *fly ash*, *RCC-15*, *silica fume* atau bahan pengisi yang lain (Persson, 2000).

Beberapa ketentuan mengenai syarat-syarat pembuatan beton *self compacting* yang tertera pada *The European Guidelines for Self Compacting Concrete* ini yaitu:

1. Tipe aliran dari uji *slump flow* diklasifikasikan menjadi
  - a. SF1 (550-650 mm) cocok digunakan pada:
    - 1) Struktur beton tanpa tulangan atau dengan tulangan ramping
    - 2) Pengecoran menggunakan pompa injeksi
    - 3) Pekerjaan yang membutuhkan *flow* arah horizontal yang panjang

- b. SF2 (660-750 mm) cocok digunakan untuk banyak aplikasi normal.
  - c. SF3 (760-850 mm) merupakan campuran yang menggunakan ukuran maksimal agregat kasar yang kecil (kurang dari 16 mm) dan beton ini digunakan untuk aplikasi vertikal pada struktur yang membutuhkan kepadatan yang sangat tinggi, struktur dengan dengan tulangan kompleks. SF3 lebih baik dari SF2 dalam segi kemudahan pekerjaan, namun kecenderungan segregasi yang tinggi menjadi kendala.
2. Klasifikasi beton *self compacting* berdasarkan kandungan material reaktif, seperti tertera dalam Tabel 1.

**Tabel 1** Klasifikasi beton *self compacting* berdasarkan kandungan material reaktif dengan air

<b>TIPE-I</b>	Tidak dapat bereaksi atau semi-bereaksi	Mineral pengisi (kapur, dolomit, dll)
		Pigmen
<b>TIPE-II</b>	Pozzolanik	Fly ash
		Silica Fume
		Hidrolik
		Tanah pasir bergradasi halus

Sumber: *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*

Kandungan silika yang tinggi pada *spent catalyst* RCC-15 membuatnya dapat dikategorikan bersifat *pozzolan*. Sampai saat ini belum ada metode yang baku dalam merancang campuran beton SCC. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, perancangan campuran beton dilakukan dengan menggunakan metode SNI (SNI 03-2834-2000) yang dimodifikasi. SNI 03-2834-2000 adalah metode perancangan campuran beton untuk beton normal. Agar diperoleh beton yang memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai beton SCC, maka rancangan campuran yang diperoleh dengan metode SNI dimodifikasi dengan ketentuan komposisi agregat kasar 50% dari berat isi agregat kasar, superplasticizer ditetapkan 1,5% dari volume semen. Kemudian dilakukan *trial mix* dengan mengubah perbandingan komposisinya sampai memenuhi kriteria beton SCC. *Powder* atau serbuk merupakan material penyusun *self compacting concrete* yang ukuran partikelnya lebih kecil dari 0,125 mm atau dapat diperkirakan lolos saringan No. 100 dan memiliki kemampuan untuk mengikat (bersifat *binder*). Didalam *self compacting concrete*, *powder* yang umum digunakan adalah semen, *silica fume*, dan *fly ash*. Pada penelitian tugas akhir ini, peranan RCC-15 sebagai agregat mikro digunakan sebagai bahan pengisi untuk menambahkan jumlah agregat mikro agar memenuhi persyaratan. *Powder* atau serbuk merupakan material penyusun *self compacting concrete* yang ukuran partikelnya lebih kecil dari 0,125 mm atau dapat diperkirakan lolos saringan No. 100 dan memiliki kemampuan untuk mengikat (bersifat *binder*). Di dalam *self compacting concrete*, *powder* yang umum digunakan adalah semen, *silica fume*, dan *fly ash*. Pada penelitian tugas akhir ini, peranan RCC-15 sebagai agregat mikro digunakan sebagai bahan pengisi untuk menambahkan jumlah agregat mikro agar memenuhi persyaratan (ukuran partikel yang digunakan lolos saringan No.200).

*Spent catalyst* RCC-15 merupakan limbah pengolahan unit *Residual Catalytic Cracker* (RCC). Jika tidak ditanggulangi dengan baik, limbah ini akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Penggunaan limbah sebagai bahan tambahan pada beton merupakan salah satu cara pengelolaan limbah yang ramah lingkungan dan lebih ekonomis karena mengurangi biaya pengolahan limbah.

#### Pengujian *Slump Cone*

*Slump-flow* test dapat dipakai untuk menentukan '*filling ability*' baik di laboratorium maupun di lapangan, dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi workabilitas beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter yaitu antara 60 cm – 80 cm. Metode untuk pengujian dengan *slump cone* ini berbeda dengan pengujian *slump* pada beton konvensional biasa. Perbedaan pengujian *slump* beton konvensional dan beton SCC dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Langkah-langkah :

1. Masukkan campuran ke dalam kerucut
2. Tarik perlahan-lahan
3. Hitung berapa detik campuran tersebut mencapai diameter 50 cm
4. Ukur berapa diameter campuran ketika campuran tersebut sudah berhenti mengalir

#### Pengujian *V-Funnel*

Dipakai untuk mengukur viskositas beton SCC dan sekaligus mengetahui '*segregation resistance*'. Kemampuan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut di ujung bawah alat ukur *V-funnel* diukur dengan besaran waktu antara 6 detik sampai maksimal 12 detik.

Langkah-langkah :

1. Masukkan campuran ke dalam *V-funnel*
2. Buka pintu bawah *V-funnel*, hitung berapa detik waktu yang diperlukan campuran tersebut mengalir ke bawah sampai habis
3. Tampung campuran tersebut, masukkan kembali ke dalam *V-funnel*, tunggu 5 menit

4. Buka pintu bawah V-funnel, hitung kembali waktu yang diperlukan untuk menghabiskan campuran yang ada dalam V-funnel

#### Pengujian *L-Shaped Box*

Alat ini berbentuk huruf L dan terbuat dari kayu *plywood* ataupun dari kaca. Pada alat ini, antara arah horisontal dengan vertikal dipasang pintu penutup yang cara membukanya dengan menarik kearah atas dan diberikan tulangan baja, saringan ini berfungsi untuk mengkondisikan sesuai dengan keadaan dilapangan. Dipakai untuk mengetahui kriteria '*passing ability*' dari beton SCC. Dengan menggunakan L-Shape-Box test akan didapat nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari perbandingan antara H2 / H1. Semakin besar nilai blocking ratio, semakin baik beton segar mengalir dengan viskositas tertentu. Untuk test ini kriteria yang umum dipakai baik untuk tipe konstruksi vertikal maupun untuk konstruksi horisontal disarankan mencapai nilai blocking ratio antara 0.8 sampai 1.

Langkah-langkah :

1. Masukan campuran ke dalam L-box
2. Buka pintu L-box
3. Tunggu sampai campuran berhenti mengalir
4. Hitung beda tinggi di kedua sisinya

#### Pelaksanaan Penelitian

Dari perhitungan dengan metode SNI, diperoleh komposisi campuran beton kondisi SSD yaitu :

- a. Jumlah semen : 512,5 kg/m<sup>3</sup>
- b. Jumlah air : 205 kg/m<sup>3</sup>
- c. Jumlah agr.Kasar : 949,5 kg/m<sup>3</sup>
- d. Jumlah agr.Halus : 633 kg/m<sup>3</sup>

Seperti dijelaskan sebelumnya, komposisi campuran untuk beton normal selanjutnya dimodifikasi untuk memperoleh campuran beton SCC. Modifikasi yang dilakukan diuraikan sebagai berikut :

1. Dalam metode Okamura, kadar agregat kasar yang digunakan adalah 50% dari berat isi agregat kasar (digunakan berat isi agregat kasar bergradasi menerus), maka diperoleh kadar agr.kasar sebesar 716,5 kg/m<sup>3</sup>
2. Dengan demikian, maka agregat halus yang digunakan adalah 866 kg/m<sup>3</sup>
3. Kadar superplasticizer yang digunakan ditetapkan sebesar 1,5%, maka jumlah superplasticizer yang digunakan adalah 7,69 kg/m<sup>3</sup>
4. Dengan demikian diperoleh Komposisi campuran beton SCC :
 

Jumlah semen	: 512,5 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah air	: 205 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah agr.Kasar	: 716,5 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah agr.Halus	: 866 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah SP	: 7,69 kg/m <sup>3</sup>

Oleh karena *mix design* beton SCC tidak diperoleh dari standar yang sudah baku, maka sebelum *mix design* digunakan untuk membuat benda uji, *mix design* tersebut diterapkan pada *trial mix*. Dari *trial mix* yang dibuat, setelah dilakukan pengujian *workabilitas* diperoleh kesimpulan bahwa *mix design* yang dibuat memenuhi persyaratan beton SCC. Artinya *mix design* tersebut dapat digunakan untuk membuat campuran dan benda uji beton SCC. Setelah pengujian *workabilitas* selesai, campuran beton segar tersebut selanjutnya digunakan untuk membuat benda uji untuk pengujian kuat tekan beton.

Dalam penelitian ini benda uji dibuat 3(tiga) variasi, yaitu beton SCC dengan agregat mikro alam, agregat mikro menggunakan RCC-15 5%, dan agregat mikro RCC-15 15%. Masing-masing variasi berjumlah 12 buah benda uji berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Dengan demikian total jumlah sample dalam penelitian ini adalah sebanyak 36 buah. Semua variasi beton SCC dalam penelitian ini, komposisi campurannya mengikuti hasil perhitungan sebelumnya. Yang membedakan dari ketiga beton ini adalah perbedaan penggunaan agregat mikro dan persentasenya. Untuk variasi satu agregat mikro yang digunakan ialah pasir itu sendiri yang sebelumnya telah dilakukan pengujian saringan terlebih dahulu, dari pengujian tersebut didapat data bahwa pasir memiliki agregat mikro sebanyak 5%. Sedangkan untuk variasi dua dan tiga agregat mikro yang digunakan ialah RCC-15 sebanyak 5% dan 15% terhadap berat agregat halus dengan menghilangkan agregat mikro alamnya terlebih dahulu. Benda uji dibuka dari cetakan 1(satu) hari setelah pengecoran. Lalu benda uji direndam di dalam kolam air. Perendaman dilakukan sampai dengan satu hari sebelum pengujian kuat tekan. Benda uji kemudian ditest kuat tekannya menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan umur beton 3 hari (3 buah), 7 hari (3 buah), 14 hari (3 buah), dan 28 hari (3 buah). Hal ini berlaku untuk semua jenis variasi betonnya.

#### Analisis Hasil Pengujian

Tabel Berdasarkan spesifikasi dari EFNARC, (EFNARC,2002), campuran beton segar dapat dikatakan sebagai beton SCC apabila memenuhi kriteria *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resisittance*. Cara

mendapatkan ketiga kriteria tersebut dilakukan pengujian workabilitas sesuai dengan Tabel 2. Berikut ini hasil pengujian *workabilitas* untuk beton agregat mikro alam, agregat mikro RCC-15 5% dan RCC-15 15%.

**Tabel 2** Hasil Pengujian *Slumpflow*, *V-funnel*, dan *L-box*

No.	Pengujian	Satuan	Spesifikasi EFNARC,2002	Beton SCC		
				Normal	RCC-15 5%	RCC-15 15%
1	Slumpflow	Mm	650 - 800	650	660	680
2	T <sub>50cm</sub> slumpflow	Detik	2 – 5	4,2	3,5	3,2
3	V-funnel	Detik	6 – 12	11	9	7,5
4	V-funnel T <sub>5menit</sub>	Detik	0 - (+3)	+2,5	+2,2	+1,8
5	L-box	h <sub>2</sub> /h <sub>1</sub>	0,8 – 1	0,83	0,9	0,95

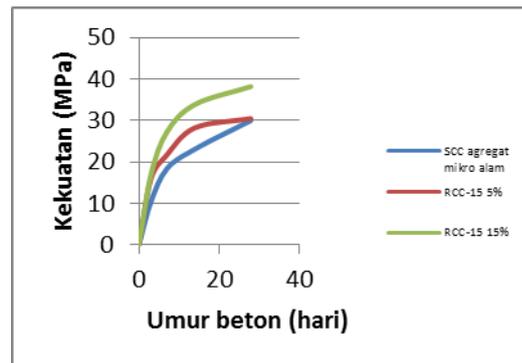
Dari hasil pengujian parameter-parameter workabilitas di atas, terlihat bahwa semua kriteria campuran beton SCC terpenuhi, baik untuk beton SCC agregat mikro alam, maupun untuk beton SCC dengan menggunakan agregat mikro RCC-15 sebanyak 5% dan 15 %. Artinya, campuran beton yang dibuat tersebut memenuhi persyaratan beton SCC dan dapat diklasifikasikan sebagai beton SCC.

Dari hasil pengujian-pengujian tersebut terlihat bahwa nilai-nilai setiap parameter yang diperoleh untuk jenis campuran SCC yang menggunakan agregat mikro alam dan yang menggunakan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa workabilitas kedua jenis campuran tersebut sangat berbeda. Dibandingkan dengan beton SCC agregat mikro alam, beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% memiliki tingkat keenceran yang lebih tinggi. Hal ini dapat dilihat dari pengujian T<sub>50cm</sub>slump flow, V-funnel, V-funnelT<sub>5menit</sub>, dan L-box. Pada pengujian T<sub>50cm</sub>slump flow, campuran beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk mengalir dan mencapai diameter 50 cm dibandingkan dengan campuran beton SCC agregat mikro alam. Demikian juga pada pengujian, V-funnel, tampak bahwa campuran beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% lebih cepat keluar dari alat V-funnel. Kondisi ini menunjukkan bahwa beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 15% memiliki *filling ability* yang lebih baik. Dari pengujian V-funnelT<sub>5menit</sub> diketahui bahwa campuran SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk keluar seluruhnya dari V-Funnel. Hal ini menunjukkan bahwa campuran beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% memiliki segregation resistance yang lebih baik dibandingkan dengan campuran SCC dengan agregat mikro alam. Demikian juga dari pengujian L-shape box, diketahui campuran beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% memiliki rasio H<sub>2</sub>/H<sub>1</sub> yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton SCC dengan agregat mikro alam. Artinya, campuran beton SCC tersebut memiliki *passing ability* yang lebih baik.

Setelah dilakukan pengujian *workabilitas*, lalu benda uji dicetak. Benda uji dibuka dari cetakan 1 hari setelah pengecoran, kemudian benda uji direndam di dalam air selama waktu sesuai dengan umur pengujian, dan dilakukan pengujian kuat tekan. Pengujian kuat tekan dilakukan saat umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Banyaknya benda uji di setiap pengujiannya adalah masing-masing 3 buah. Hasil dari pengujian kuat tekan ditunjukkan dalam Tabel 3 dan gambar 2.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Kuat Tekan

Campuran	Kuat Tekan ( $f_c'$ ) Pada Umur ( hari)			
	3	7	14	28
SCC Normal	13.13	15.70	21.94	30.28
	10.89	21.05	26.59	29.73
	7.24	-	20.76	-
	<b>10.420</b>	<b>18.38</b>	<b>23.10</b>	<b>30.01</b>
RCC-15 5%	15.81	20.93	29.15	31.36
	15.27	22.59	29.06	29.27
	16.82	21.59	26.51	30.77
	<b>15.967</b>	<b>21.70</b>	<b>28.24</b>	<b>30.47</b>
RCC-15 15%	15.19	31.73	33.54	39.7
	18.23	28.99	33.77	40.34
	17.34	21.00	34.25	34.47
	<b>16.920</b>	<b>27.24</b>	<b>33.85</b>	<b>38.17</b>



**Gambar 2** Grafik hasil pengujian kuat tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan terlihat bahwa nilai rata-rata kuat tekan beton pada umur 28 hari untuk beton dengan agregat mikro alam, RCC-15 sebanyak 5% dan 15% memenuhi kuat tekan yang direncanakan. Bahkan pada beton yang menggunakan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% kuat tekan lebih tinggi sebesar 27,23% dibandingkan kuat tekan yang direncanakan. Dari gambar 2 di atas, terlihat bahwa grafik beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% berada paling atas diantara dua jenis beton SCC lainnya. Grafik beton SCC dengan agregat mikro alam berada di paling bawah sedangkan grafik beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 5% berada di antaranya. Artinya, beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% mempunyai kuat tekan beton yang lebih baik diantara dua beton SCC lainnya. Hal ini disebabkan karena beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 15% memiliki jumlah agregat mikro yang lebih besar dibandingkan dengan dua jenis campuran beton SCC lainnya. Semakin banyak jumlah agregat mikro, maka akan semakin banyak pula rongga-rongga pada beton yang dapat diisi sehingga diperoleh beton yang lebih padat. Agregat mikro yang lebih banyak juga menambah workabilitas beton SCC, khususnya *filling ability* seperti diuraikan sebelumnya, sehingga akan menghasilkan beton yang lebih padat. Beton yang lebih padat akan meningkatkan kekuatan tekan beton.

Beton SCC dengan agregat alam dan beton SCC dengan agregat RCC-15 sebanyak 5% memiliki jumlah agregat mikro yang sama pada campuran betonnya. Akan tetapi beton SCC dengan agregat mikro RCC-15 sebanyak 5% memberikan kuat tekan yang lebih besar. Hal ini diduga terjadi karena berdasarkan komposisi kimia, RCC-15 merupakan material yang bersifat pozzolan. Namun grafik kuat tekan SCC dengan agregat alam dan dengan RCC-15 5% menunjukkan bahwa dalam penggunaan ini tidak terjadi reaksi pozzolan. Apabila reaksi pozzolan terjadi, maka pada umur-umur awal (kurang dari 14 hari) kuat tekan SCC dengan RCC-15 5% akan lebih rendah dibandingkan dengan SCC agregat alam dan akan lebih tinggi pada umur yang lebih lama (lebih dari 28 hari). Dari grafik terlihat bahwa, setelah umur 28 hari kemungkinan besar kuat tekan SCC agregat alam akan lebih tinggi dibandingkan SCC RCC-15 5%. RCC-15 yang digunakan memiliki kehalusan butir yang cukup halus (lolos saringan No. 200).

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan campuran beton dengan metode SNI yang dimodifikasi dengan metode Okamura dapat menghasilkan beton SCC yang memenuhi persyaratan *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resistance*.
2. Penggunaan agregat mikro yang semakin banyak (sampai dengan 15%) akan meningkatkan workabilitas campuran beton SCC dan kekuatan tekan beton SCC.
3. Semakin halus ukuran agregat mikro maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan beton SCC.

### Daftar Pustaka

- Okamura, H., and Ouchi, M. 2003, *Self-Compacting Concrete, Journal of Advanced Concrete Technology* Vol 1, No 1, 5-15.
- Antoni dan Nugraha.P, 2007, *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Andi offset.
- Brouwers, H.J.H, and Radix, H.J., 2005, *Cement and Concrete Research*.
- M., Woise, F., Hemrich, W . and Ehrlich, N, 2001, *Ladwing*, II
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Andi offset.
- 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SNI.
- 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SNI.
- 2002, *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*, EFNARC2011.
- Sika Viscocrete-10 Technical Data Sheet*, PT Sika Indonesia.