

## ABSTRAK

Penelitian yang menganalisis tentang kuat tekan dan *flowability* dari beton *Self Compacting Concrete* (SCC) ini menggunakan *superplasticizer* sebagai bahan tambah untuk mengurangi viskositas (kekentalan) pada campuran beton sehingga suatu beton dapat mengalir dengan beratnya sendiri tanpa bantuan vibrator atau alat penggetar lainnya dan bahan tambah lainnya adalah serbuk bata merah yang merupakan penghancuran dari batu bata utuh dan mempunyai bahan dasar tanah liat (lempung) yang mengandung *pozzolan* dan memiliki daya ikat tinggi terhadap campuran beton segar. Serbuk bata merah digunakan sebagai pengganti pasir sebanyak 20%, 40% dan 60% sehingga dapat dilihat perbedaan kuat tekan dan *flowability* pada perbedaan campuran tersebut, manakah yang lebih baik hasilnya. Pada beton segar dilakukan pengujian untuk melihat *flowability* yaitu *Slump flow test*, *V-funnel test*, *J-Ring test* dan *L-Box test*. Pengujian kuat tekan dilakukan pada kurun waktu 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan maksimum diperoleh pada beda uji umur 28 hari dengan campuran serbuk bata merah 20% yaitu 39,28 MPa.

Kata kunci: kuat tekan, *flowability*, serbuk bata merah, *self compacting concrete*

## ***ABSTRACT***

*Research that analyzes about compressive strength of Self Compacting Concrete (SCC) using a superplasticizer as an added material to reduce the viscosity of the concrete mix so that a concrete can flow with its own weight without the aid of vibrators or other vibrating tools and other additives is a red brick powder that is the destruction of intact bricks and has a clay base containing pozzolan and has a high binding force against fresh concrete mixtures. Red brick is used as a replacement for sand as much as 20%, 40% and 60% so it can be seen the difference of compressive strength and flowability on the difference of mixture, which is better result. On fresh concrete is done to check flowability of Slump flow test, V-funnel test, J-Ring test and L-Box test. Strong compressive tests were performed over a period of 7, 14 and 28 days. Maximum compressive strength test results were obtained on 28 day test difference with a mixture of 20% red brick powder of 39.28 MPa.*

*Key words : compressive strength, flowability, red brick powder, self compacting concrete.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi, terdapat berbagai macam pembangunan dengan menggunakan teknologi beton yang biasa maupun beton yang mempunyai mutu tinggi. Dalam hal ini telah dilakukan banyak penelitian tentang kekuatan (*strength*) dari beton itu sendiri. Semakin banyak penelitian yang dilakukan maka akan semakin pesat kemajuan teknologi beton yang berkelanjutan dalam bidang konstruksi.

Dalam hal ini beton merupakan sebuah bahan untuk membuat suatu bangunan yang memiliki campuran material utama berupa semen, pasir, kerikil dan air. Material yang sebelumnya disebutkan merupakan campuran dari beton biasa (konvensional), adapun bahan tambah pada beton biasa yang menggunakan bahan *additive* maupun limbah industri yang memiliki senyawa kimia, guna meningkatkan kuat tekan ( $f_c'$ ) pada beton itu sendiri sehingga menjadi beton mutu tinggi. Kuat tekan maksimal dapat ditentukan dari pemilihan jenis material yang baik dan berdasarkan ketentuan yang telah dibuat dalam peraturan nasional maupun internasional.

Salah satu bentuk kemajuan penelitian terhadap teknologi beton adalah *Self Compacting Concrete* atau biasa disebut dengan SCC. *Self Compacting Concrete* merupakan beton yang dapat mengalir sendiri tanpa menggunakan alat bantu seperti penggetar (*vibrator*), dengan menggunakan prinsip gravitasi, SCC dapat mengalir menggunakan berat sendirinya. Penggunaan SCC juga sangat membantu terutama pada cetakan beton yang berbentuk geometri dan dapat memasuki rongga-rongga kecil seperti tulangan yang sangat rapat. Selain itu penelitian tentang SCC masih dilakukan hingga sekarang di Indonesia, dikarenakan *mix design* tentang SCC yang belum tercantum di dalam peraturan Badan Standar Nasional (BSN), maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat membuat peraturan tersebut, dengan ketentuan terhadap berbagai macam aspek yang menunjang pembuatan *mix design* yang baik seperti ketahanan (*durability*), permeabilitas dan kuat tekan (*compressive strength*).

Pada penelitian ini, *Self Compacting Concrete*, menggunakan bahan tambah (*admixture*) *superplasticizer* yang berfungsi untuk mengurangi kekentalan/viskositas dan menambah kuat tekan pada SCC. Selain itu terdapat penggunaan bahan pengisi yaitu serbuk bata merah sebagai pengganti pasir dengan persentase 20%, 40% dan 60% dari berat pasir itu sendiri. Dalam penelitian ini serbuk bata merah digunakan sebagai pengganti pasir bertujuan untuk mengurangi limbah sisa penggunaan batu bata sebagai bahan bangunan dan limbah pembongkaran bangunan yang menggunakan batu bata.

Sebagai beton yang memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dalam pengerjaannya, *Self Compacting Concrete* mempunyai metode-metode pengujian untuk melihat tingkat kelecakan (*workability*) terhadap *falling ability* yaitu kemampuan SCC yang mengalir dan mengisi semua rongga pada bekisting, *passing ability* yaitu kemampuan SCC yang dapat mengalir melalui tulangan, bahkan cela yang sempit sekalipun, *segregation resistance* yaitu ketahanan homogen antar komposisi campuran SCC pada saat pengecoran. Dengan begitu suatu beton SCC yang dikatakan berhasil adalah ketika memenuhi kriteria atau nilai-nilai yang sesuai dengan metode pengujian tersebut.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium struktur dengan menganalisis tentang kuat tekan beton *Self Compacting Concrete* dengan bahan pengisi batu bata sebagai pengganti pasir pada umur 7, 14 dan 28 hari. Untuk itu memerlukan waktu yang cukup panjang untuk mengetahui kekuatan pada beton itu sendiri.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka terdapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh dari penggunaan serbuk bata merah dengan variasi 20%, 40% dan 60% sebagai pengganti pasir, terhadap kuat tekan *Self Compacting Concrete* ?
2. Bagaimanakah *flowability* penggunaan serbuk bata merah dengan variasi 20%, 40% dan 60% sebagai pengganti pasir, terhadap *Self Compacting Concrete* ?
3. Berapakah mutu beton *Self Compacting Concrete* pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan penggunaan serbuk bata merah dengan variasi 20%, 40% dan 60% sebagai pengganti pasir ?

### 1.3. Lingkup Penelitian

Penelitian yang dilakukan terhadap *Self Compacting Concrete* ini menggunakan bahan tambah *Superplasticizer* dan bahan pengisi pengganti pasir sebanyak 20%, 40% dan 60% yang kemudian akan diuji tekan pada 7, 14 dan 28 hari. Dalam penelitian ini terdapat batasan yang harus sesuai dengan tujuan dan maksud dari penelitian tersebut, yaitu :

1. Bahan *additive* yang digunakan dalam campuran *Self Compacting Concrete* ini adalah *Superplasticizer* yang merupakan produk dari Sika dengan merk *Viscocrete-1003*.
2. *Superplasticizer* yang digunakan memiliki presentase dalam campuran *Self Compacting Concrete* sejumlah 1% dari berat semen.
3. Bahan pengisi yang digunakan untuk pengganti pasir adalah batu bata dengan variasi 20%, 40% dan 60%.
4. Benda uji yang dibuat berjumlah 27 buah dengan menggunakan silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
5. Metode pengujian yang dilakukan terhadap beton segar adalah *Slump flow* , *J-Ring*, *V-funnel* dan *L-box*.
6. Kuat tekan *Self Compacting Concrete* diuji pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari.
7. Material berupa agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Progo dan agregat kasar berasal dari daerah Clereng.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjabaran rumusan masalah, terdapat tujuan penelitian yang hendak dicapai, yaitu untuk :

1. Menganalisis kuat tekan beton dari penggunaan serbuk batu bata dengan variasi 20%, 40% dan 60% sebagai pengganti pasir.
2. Mengetahui *flowability* penggunaan serbuk batu bata dengan variasi 20%, 40% dan 60% sebagai pengganti pasir, terhadap *Self Compacting Concrete*, dan
3. Mendapatkan perbandingan terhadap mutu beton *Self Compacting Concrete* pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan penggunaan serbuk batu bata.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan uraian dari tujuan penelitian, didapatkan manfaat sebagai berikut.

1. Dapat menambah pengetahuan tentang penggunaan serbuk batu bata sebagai pengganti pasir, terhadap *Self Compacting Concrete*.
2. Pemanfaatan limbah industri batu bata dengan menjadikan serbuk bata sebagai bagian dari campuran *Self Compacting Concrete*.
3. Dapat mengaplikasikan hasil pengujian di lapangan, jika penggunaan serbuk batu bata dapat menjadikan *Self Compacting Concrete* mempunyai kuat tekan yang tinggi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

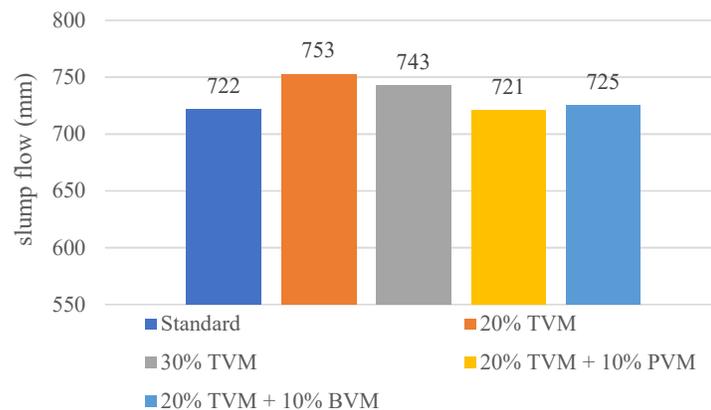
Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu terkait dengan *Self Compacting Concrete* (SCC). Beton yang memiliki sifat plastis ini dibuat dengan berbagai macam bahan pengisi sebagai pengganti pasir, semen, maupun kerikil yang dapat meningkatkan kuat tekannya dengan perpaduan *superplasticizer* sebagai bahan *additive*. Terdapat penelitian terdahulu yang dilakukan terhadap *self compacting concrete* yaitu sebagai berikut :

1. *Analysis of Rheological Behaviour of Self-Compacting Concrete made with Recycled Aggregates* (Taboada dkk., 2017)
2. *Chloride Ion Resistance of Self-Compacting Concretes Incorporating Volcanic Materials* (Burgos dkk., 2017)
3. *Durability Assessment of Self Compacting Concrete Incorporating Copper Slag as Fine Aggregates* (Sharman dan Khan, 2017)
4. *Hardened Properties of Self-Compacting Concrete with Different Crumb Rubber Size and Content* (Hilal, 2017)
5. Pengaruh Perubahan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Terhadap Jumlah Semen untuk Pembuatan Beton SCC Dengan Bahan Tambah SP430 dan RP260 (Amirudin dkk., 2014)
6. *Performance and Durability of Self Compacting Concrete Using Recycled Concrete Aggregates and Natural Pozzolan* (Omrane dkk., 2017)
7. *Physico-Mechanical Properties of Multi-Recycled Self-Compacting Concrete Prepared with Precast Concrete Rejects* (Salesa dkk., 2017)
8. *Prediction of Compressive Strength of Self-Compacting Concrete by Anfis Models* (Vakhshouri dan Nejadi, 2017)
9. *Self-Compacting Geopolymer Concrete With Spend Garnet as Sand Replacement* (Muttashar dkk., 2017)
10. *Sustainable Design and Ecological Evaluation of Low Binder Self Compacting Concrete* (Long dkk., 2017)

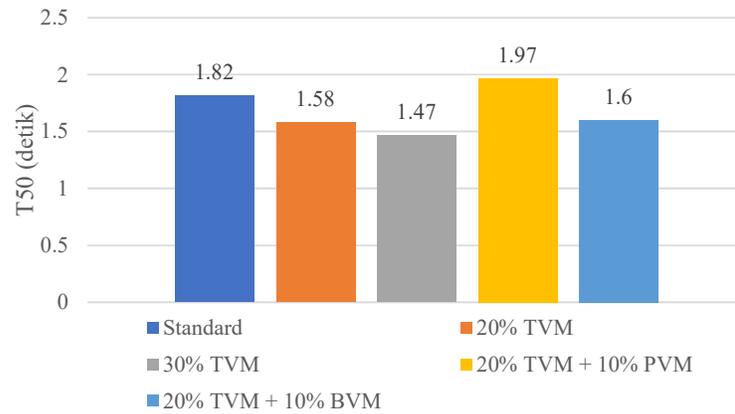
Berdasarkan penelitian tentang *self compacting concrete* yang telah dijabarkan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai campuran serbuk bata merah sebagai pengganti pasir sebanyak 20%, 40% dan 60% terhadap *self compacting concrete* masih tergolong dalam penelitian yang baru, belum dilakukan sebelumnya dan terjamin keasliannya. Berikut adalah penjabaran dari jurnal penelitian yang telah dilakukan terdahulu.

### 2.1.1. Pengaruh Bahan Pengganti Pasir Terhadap SCC

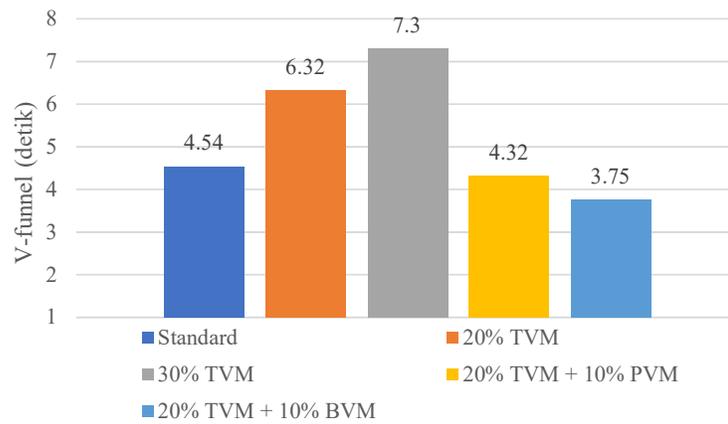
Burgos dkk. (2017) melakukan pengujian terhadap bahan vulkanik, digunakan sebagai pengganti pasir pada campuran *self compacting concrete*. Material vulkanik berasal dari kolombia dan terbagi atas tiga bagian, yaitu *Tolima Volcanic Material* (TVM), *Purace Volcanic Material* (PVM) dan *Bocaya Volcanic Material* (BVM). Masing-masing bahan pengisi tersebut memiliki ukuran partikel rata-rata TVM 20,20  $\mu\text{m}$ , BVM 26,30  $\mu\text{m}$  dan BVM 21,00  $\mu\text{m}$ . partikel tersebut memiliki kandungan ion klorida yang dapat mempengaruhi perilaku reologi dari beton segar *self compacting concrete*. Agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai yang memiliki modulus kehalusan 2,55, tingkat penyerapan air sebesar 1,89%, agregat kasar menggunakan kerikil dengan modulus kehalusan 6,38 (ukuran nominal 12,7 mm) dan *superplasticizer* yang digunakan adalah SIKAPLAST 326 sesuai dengan ASTM C494. Metode campuran SCC yang digunakan berdasar kepada ACI 237R-07. Hasil metode uji yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



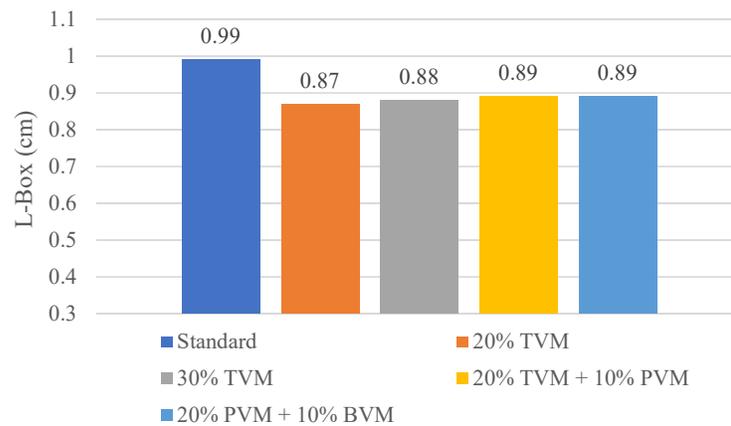
Gambar 2.1 Hasil metode *test slump flow* (Burgos dkk., 2017)



Gambar 2.2 Hasil metode *test*  $T_{50}$  (Burgos dkk., 2017)



Gambar 2.3 Hasil metode *test*  $V$ -funnel (Burgos dkk., 2017)

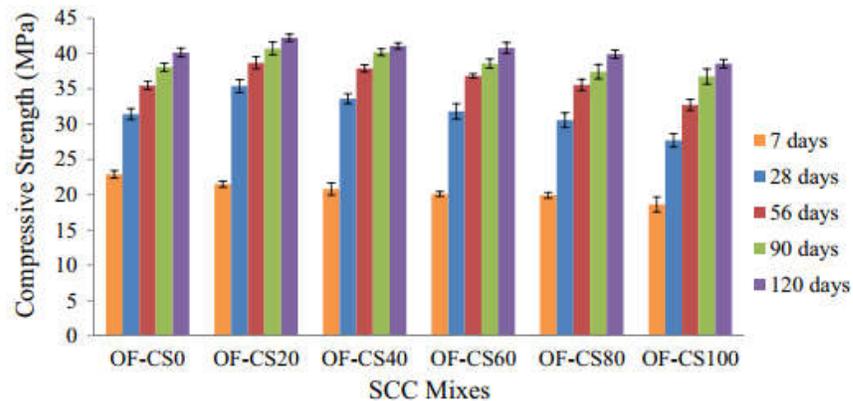


Gambar 2.4 Hasil metode *test*  $L$ -Box (Burgos dkk., 2017)

Sharman dan Khan (2017) menjelaskan tentang Pemanfaatan terak tembaga sebagai bahan tambah untuk campuran beton *Self Compacting Concrete* sebagai pengganti pasir dengan presentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Terak tembaga merupakan limbah dari industri konstruksi karena tidak adanya lahan untuk pengelolaan limbah ini, maka dimanfaatkan sebagai bahan untuk campuran *Self Compacting Concrete*. Campuran beton ini menggunakan *Ordinary Portland cement* (OPC) atau semen *Portland* biasa dan *Fly Ash* (FA) digunakan sebagai pengganti semen sebesar 40%. Ke-enam campuran beton disiapkan dengan proporsi berbeda, dimulai dari 0% hingga 100%. Campuran 0% ditetapkan sebagai OF-CS0 dimana O adalah singkatan dari OPC dan F adalah *Fly Ash* kemudian CS0 adalah *Copper Slag* dengan presentase 0% dan selanjutnya hingga 100%. Penggunaan terak tembaga sebagai pengganti pasir membuat peningkatan terhadap sifat beton segar. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 nilai aliran *slump flow* dan *L-box* berada pada SF2 dan PA2, nilai  $T_{50}$  dan *V-funnel* berada pada kategori VS2 dan VF1. Pada Gambar 2.5 kuat tekan beton tertinggi berada pada umur 120 hari dengan substitusi pengganti pasir 20% dan turun pada substitusi 60% dikarenakan penggunaan bahan pengganti pasir (terak tembaga) yang terlalu banyak.

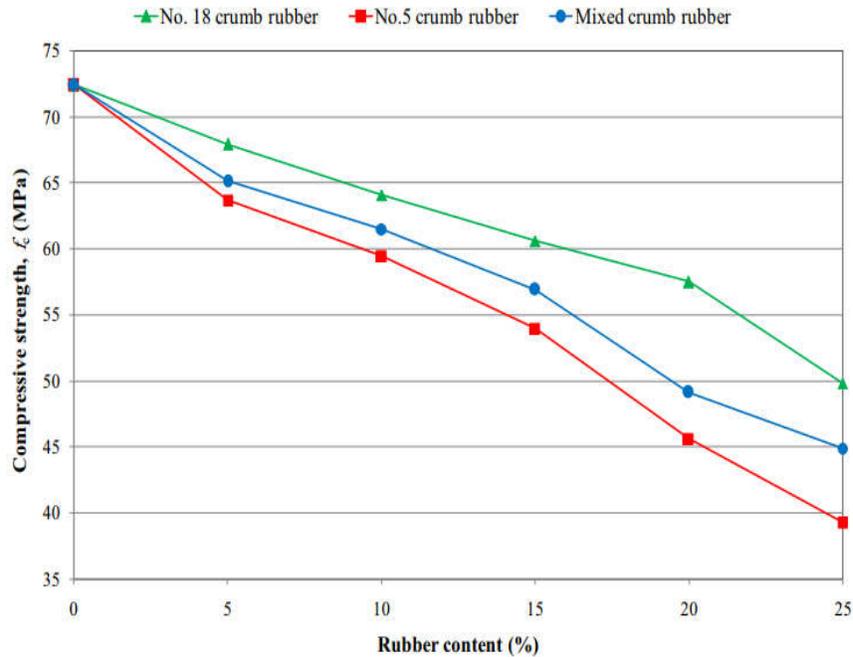
Tabel 2.1 Kriteria metode uji SCC (Sharman dan Khan, 2017)

<i>No.</i>	<i>Test</i>	<i>Property</i>	<i>Class</i>	<i>Range</i>
1	<i>Slump flow test</i>	<i>Filling ability</i>	SF1	550-650 mm
			SF2	660-750 mm
			SF3	760-850 mm
2	T50	<i>Viscosity</i>	VS1	$\leq 2$ s
			VS2	$> 2$ s
3	<i>V-funnel test</i>	<i>Viscosity</i>	VF1	$\leq 8$ s
			VF2	9-25 s
4	<i>L-box test</i>	<i>Passing ability</i>	PA2	$\geq 0,80$



Gambar 2.5 Hubungan kuat tekan dengan campuran terak tembaga (Sharman dan Khan, 2017)

Hilal (2017) membuat sebuah penelitian tentang pengaruh ukuran karet remah (*crumb rubber*) sebagai bahan campuran pengganti pasir untuk *Self Compacting Concrete*. Rasio air semen pada campuran ini berada pada kisaran 0,35. Substitusi karet remah sebagai pengganti pasir adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan ukuran karet remah No. 18, No. 5 dan karet remah campuran (No. 18 dan No. 5). Pada penelitian yang dilakukan oleh Guneyisi (2004) dalam Hilal (2017) menjelaskan bahwa beton 40 MPa bisa didapatkan dengan mengganti volume 15% agregat dengan limbah karet. *Fly Ash* kelas F digunakan sebagai pengganti semen sebesar 30% (semen *portland* biasa dengan *type* CEM I 42.5R). agregat kasar menggunakan kerikil sungai dengan ukuran maks. 16 mm. karet remah yang digunakan disaring dengan saringan ukuran 4 mm. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Polycarboxylate* dengan berat jenis 1,07. Menurut hasil penelitian penggunaan karet remah berdampak negatif terhadap sifat pengerasan beton segar *Self Compacting Concrete*. *Self Compacting Concrete* dengan campuran karet remah memiliki kuat tekan lebih dari 30 MPa dan hasil kekuatan menunjukkan bahwa pemanfaatan karet remah dalam pembuatan *Self Compacting Concrete* menghasilkan penurunan kuat tekan yang sistematis. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 90 hari didapatkan mulai dari 39,28 MPa sampai dengan 72,44 MPa telah tercapai. Gambar 2.6 menjelaskan tentang kuat tekan yang terendah diperoleh dari karet remah dengan campuran No. 5 sedangkan kuat tekan tertinggi berada pada campuran dengan ukuran karet remah No. 18.

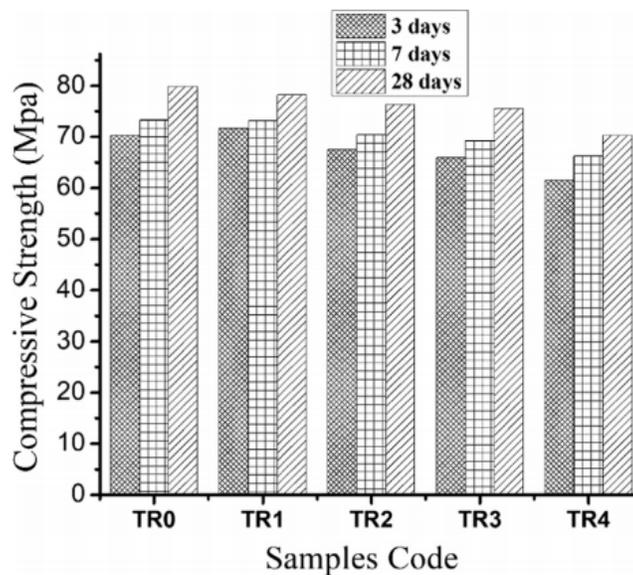


Gambar 2.6 Hubungan antara kuat tekan 90 hari dengan campuran karet remah (Hilal, 2017)

Muttashar dkk. (2018) dalam penelitiannya menjelaskan tentang garnet yang merupakan batu merah tua dan termasuk dalam jenis mineral silika dihancurkan menjadi bubuk dan digunakan sebagai campuran untuk membuat SCC atau dalam penelitian ini disebut sebagai *Self Compacting Geopolymer Concrete* (SCGPC). Garnet yang menjadi limbah *spin-off* dari operasi perawatan tetap menjadi masalah lingkungan utama di seluruh dunia. Sifat rekayasa yang kuat dari garnet menjadikan limbah ini untuk menawarkan kesempatan untuk mendapatkan bahan konstruksi yang efisien melalui daur ulang yang sesuai. Dalam campuran ini, granat digunakan sebagai pengganti pasir hingga 25%. Granat yang digunakan dalam pengujian ini disimpan didalam plastik dan diletakkan pada suhu yang terkontrol. Campuran granat yang merupakan pengganti pasir memiliki presentase 0% (TS0), 25% (TS1), 50% (TS2), 75% (TS3) hingga 100% (TS4). Proporsi campuran beton mengacu kepada EFNARC. Granat yang diggunakan pada presetase tertinggi (100%) terhadap SCGPC ditingkatkan untuk aplikasi ramah lingkungan. Hasil dari campuran granat terhadap SCGPC memuaskan dikarenakan kuat tekan tertingginya yaitu 79,84 MPa pada usia 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.7.

Tabel 2.2 Kuat tekan SCC berdasarkan campuran garnet (Muttashar dkk., 2018)

Mix	Kuat Tekan (MPa)		
	3 Hari	7 Hari	28 Hari
TR0	70,24	73,29	79,84
TR1	71,63	73,13	78,21
TR2	67,50	70,42	76,32
TR3	65,91	69,18	75,45
TR4	61,42	66,23	70,32

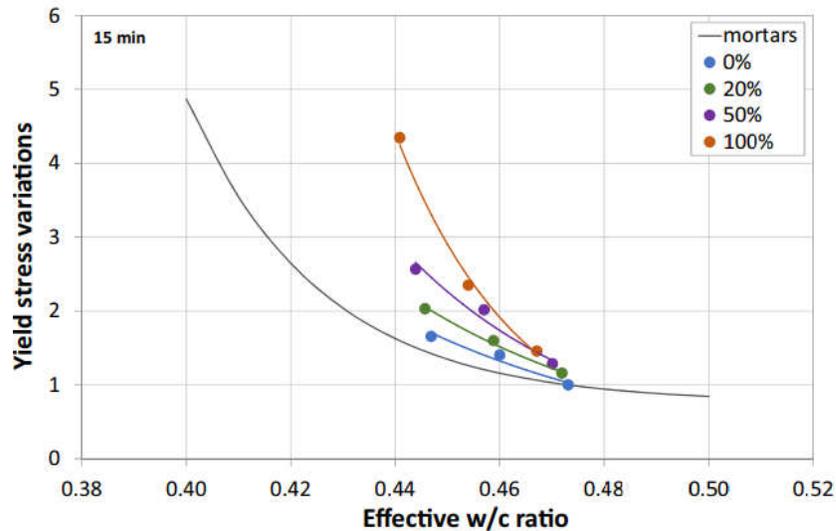


Gambar 2.7 Hubungan antara kuat tekan dan contoh kode campuran garnet (Muttashar dkk., 2018)

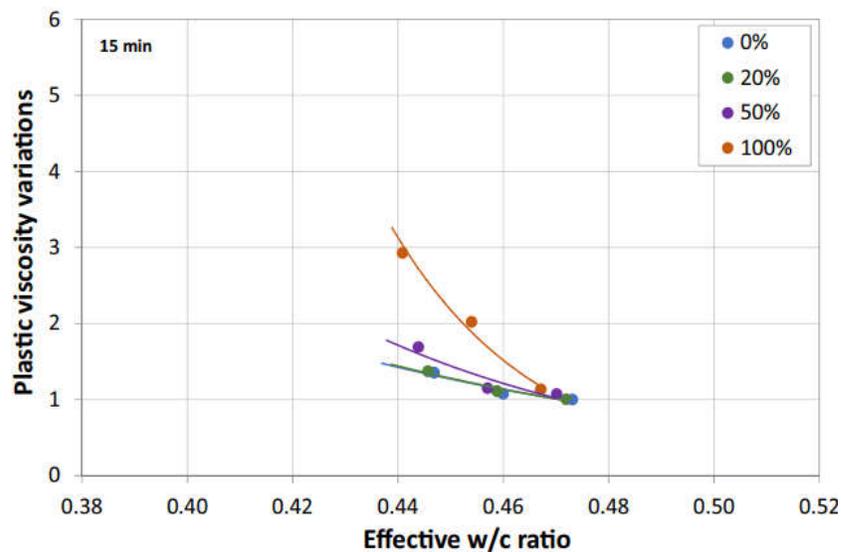
### 2.1.2. Pengaruh Bahan Pengganti Kerikil Terhadap SCC

Taboada dkk. (2017) tentang *Self Compacting Concrete* (SCC) yang menggunakan agregat kasar daur ulang atau bisa disebut dengan *Self Compacting Recycle Concrete* (SCRC). Dalam campuran SCRC digunakan tiga macam persentase yaitu 20%, 50% dan 100% dengan menggunakan ukuran volume sebagai campuran. *Superplasticizer* yang digunakan dalam campuran *Self Compacting Concrete* adalah *Polycarboxylate* dan sebagai agregat yang didaur ulang, fraksi ukuran yang digunakan adalah 4-11 mm dengan modulus kehalusan 6,47. *Recycle Coarse Aggregate-RCA* (Agregat kasar daur ulang) diperoleh dari pembongkaran

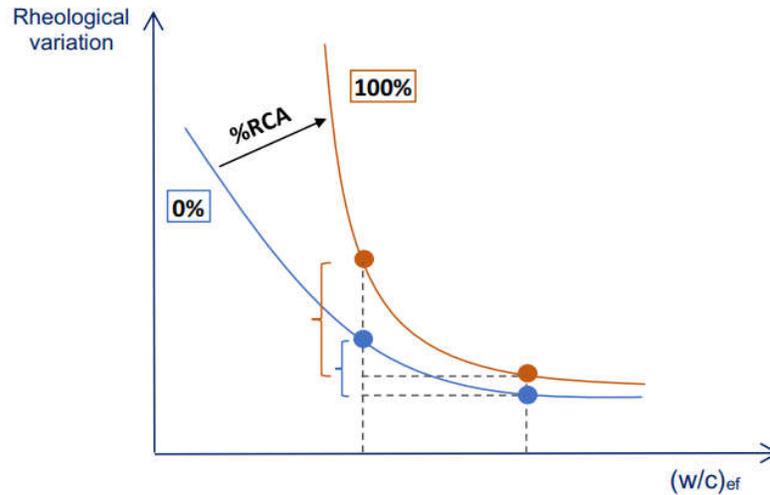
beton struktural. Analisis terhadap perilaku reologi yang terjadi pada SCRC bergantung kepada karakteristik dari agregat daur ulang tersebut, yaitu bentuk, tekstur dan kehalusan. Faktor air semen juga berpengaruh terhadap perilaku reologi campuran beton segar, dapat dilihat pada Gambar 2.8, Gambar 2.9 dan Gambar 2.10 karena penggunaan extra air dibutuhkan untuk kompensasi penyerapan agregat daur ulang.



Gambar 2.8 Hubungan antara variasi tekanan dan rasio air semen efektif (Taboada dkk., 2017)

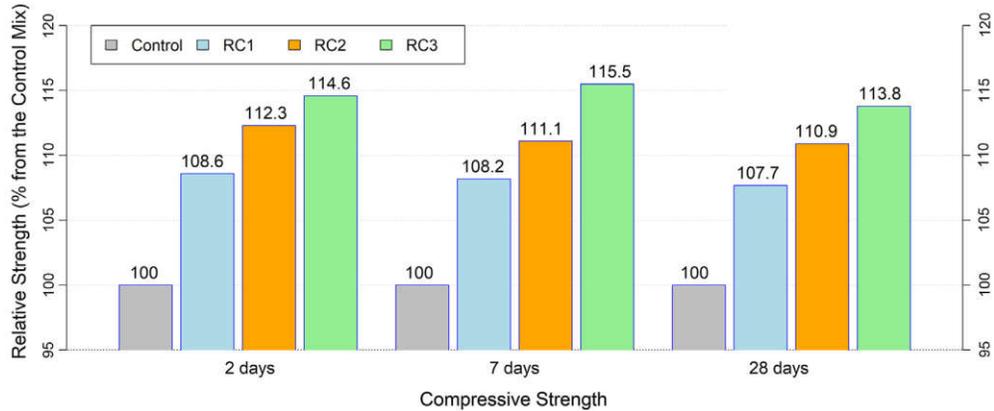


Gambar 2.9 Hubungan antara variasi viskositas plastis dan rasio air semen efektif (Taboada dkk., 2017)



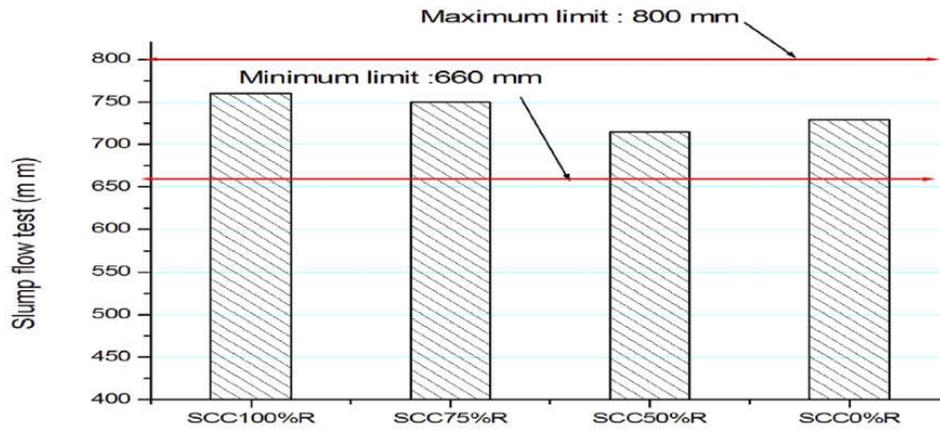
Gambar 2.10 Perbandingan faktor air semen (fas) SCC dengan SCRC (Taboada dkk., 2017)

Salesa dkk. (2017) melakukan penelitian tentang Pemanfaatan limbah dari industri beton pracetak sebagai agregat yang didaur ulang karena banyaknya beton yang tidak masuk dalam spesifikasi dan ujung-ujungnya menjadi limbah dengan jumlah yang besar. Dalam pengujian ini agregat daur ulang yang digunakan adalah 100%. Agregat daur ulang dan non daur ulang yang digunakan adalah NCA (*Natural Coarse aggregate*) yaitu agregat kasar alami berukuran 4/10 mm digunakan untuk perbandingan dengan agregat daur ulang dan multi daur ulang, RCA1 (*Recycle Coarse Aggregate*) agregat kasar beton daur ulang pertama yang berukuran 6/12, agregat ini diperoleh dari hasil penghancuran potongan beton pracetak yang ditolak atau tidak masuk spesifikasi, RCA2 merupakan agregat yang didaur ulang untuk kedua kalinya didapatkan dari beton yang diuji kemudian dihancurkan berukuran 6/12, RCA3 sama dengan RCA2 akan tetapi agregat ini di daur ulang untuk yang ketiga kalinya. Kemampuan kerja *slump flow* dari beton agregat kasar daur ulang yang berulang menurun dengan setiap siklus daur ulang. Namun demikian, beton daur ulang dan multi-daur ulang memiliki kelas *slump flow* yang lebih tinggi dari beton SCC biasanya. Dari campuran beton yang menggunakan tiga agregat daur ulang (RCA1, RCA2 dan RCA3) memiliki kuat tekan yang tinggi dan meningkat pada umur beton ke 28 hari dengan persentase 7,7%, 10,9% dan 13,8%. Angka kuat tekan beton daur ulang berkisar antara 58 MPa sampai dengan 62 MPa, dapat dilihat pada Gambar 2.11.

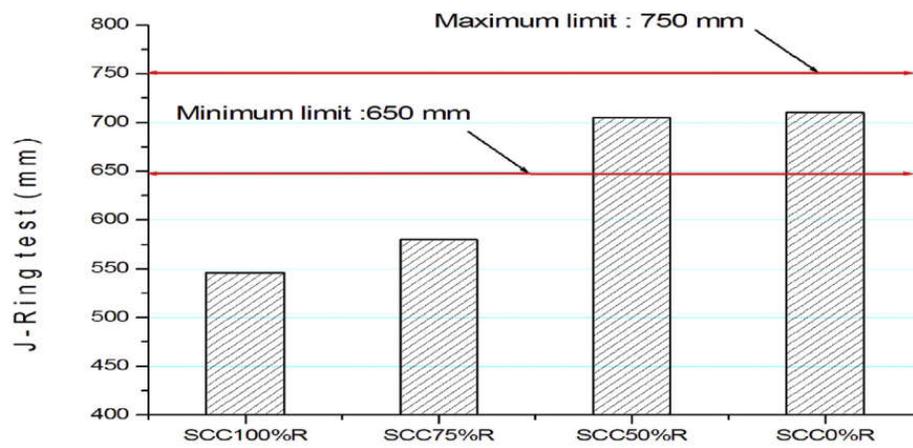


Gambar 2.11 Kuat tekan SCC pada umur 2 hari, 7 hari dan 28 hari (Salesa dkk., 2017)

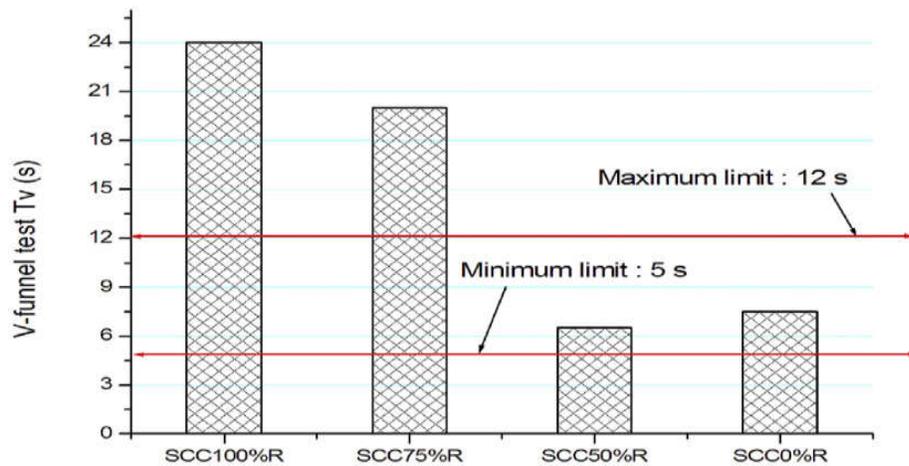
Omrane dkk. (2017) melakukan penelitian terhadap pemanfaatan limbah dan puing-puing pembangunan struktural yang menggunakan beton. Dalam penelitian ini pengaruh sifat-sifat fisik dari beton *self compacting concrete* menggunakan agregat daur ulang dan *pozzolan* alami (PZ). Substitusi campuran agregat daur ulang adalah 0%, 50%, 75% dan 100%, sedangkan *pozzolan* alami digunakan sebagai pengganti semen sebanyak 5% hingga 25%. Gambar 2.12, Gambar 2.13 dan Gambar 2.14 menunjukkan hasil *Workability* pada pengujian *slump flow*, *J-ring* dan *V-funnel*. *Pozzolan* alami didapatkan dari penggilingan di laboratorium setelah disimpan selama 24 jam pada suhu 50<sup>0</sup> C kemudian disaring pada saringan 80  $\mu$ m (makromili). Agregat daur ulang diperoleh dengan cara penghancuran menggunakan *crusher* mekanis laboratorium yang berukuran 1 m  $\times$  1 m  $\times$  0,1 m lempengan beton. Lempengan beton diproduksi di laboratorium untuk beton kelas 25 MPa dan disimpan selama 28 hari dalam air sebelum dihancurkan. Bahan yang dihancurkan dilewatkan melalui saringan untuk mendapatkan berbagai fraksi agregat daur ulang. Agregat yang didaur ulang memiliki nilai penyerapan air yang lebih besar jika dibandingkan dengan agregat alami. Hasil penelitian menunjukkan dampak yang menguntungkan jika menggunakan agregat daur ulang karena mendapatkan produksi SCC yang ramah lingkungan dan ekonomis akan tetapi penggunaan agregat daur ulang harus dibatasi hingga 50% untuk mendapatkan kinerja yang baik.



Gambar 2.12 Hasil pengujian *slump flow* (Omrane dkk., 2017)



Gambar 2.13 Hasil pengujian *J-Ring* (Omrane dkk., 2017)



Gambar 2.14 Hasil pengujian *V-funnel* (Omrane dkk., 2017)

Amiruddin dkk. (2014) Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh ukuran agregat kasar maksimum terhadap kebutuhan semen Karena telah diketahui bahwa ukuran agregat dapat mempengaruhi kinerja beton SCC terhadap *workability*, *viscosity* (kekentalan), dan nilai-nilai metode pengujian yang akan dilakukan pada beton SCC. Ukuran agregat kasar yang digunakan maksimum 10 mm, untuk itu penggunaan semen adalah 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Bahan *additive* yang digunakan adalah SP430 dan RP260 masing-masing 1,5 lt/m<sup>3</sup>. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Politeknik Sriwijaya, Palembang. Pengujian yang dilakukan adalah analisa saringan agregat kasar, dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan analisis saringan agregat halus, dapat dilihat pada Tabel 2.4, kadar lumpur agregat, kadar air dan pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan halus. Dari pemakaian semen sebanyak 15% dengan faktor air semen (fas) 0,3 membuat beton sangat kental (tidak seperti sifat beton SCC yang tingkat kekentalannya rendah atau mendekati cair). Nilai kuat tekan tertinggi berada pada campuran semen rata-rata 25% yaitu 350 kg/cm<sup>2</sup>, dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan Gambar 2.15.

Tabel 2.3 Analisis gradasi agregat kasar (Amiruddin dkk., 2014)

Saringan Nomor (mm)	Berat Tertahan (gram)	% Tertahan	Kumulatif Persen Tertahan	% Lolos
38	0	91,9	91,9	8,1
19	919	7,7	99,6	0,4
9,5	77	0	99,6	0,4
4,8	0	0	99,6	0,4
2,4	0	0	99,6	0,4
1,2	0	0	99,6	0,4
0,6	0	0	99,6	0,4
0,3	0	0	99,6	0,4
0,15	0	0	99,6	0,4
0,075	0	0	99,6	0,4
Pan	4	0,4	100	0

Modulus Kehalusan = 8,89