

## PENGARUH VARIASI ABU BATU TERHADAP FLOWABILITY DAN KUAT TEKAN SELF COMPACTING CONCRETE

Sofyan<sup>1)</sup>, Fasdarsyah<sup>2)</sup>, Sucitya JB Fahrosa<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh

email: [sofyan.ahmad93@yahoo.com](mailto:sofyan.ahmad93@yahoo.com)<sup>1)</sup>, [fasdarsyah@unimal.ac.id](mailto:fasdarsyah@unimal.ac.id)<sup>2)</sup>, [jbfahrosasucitya07@gmail.com](mailto:jbfahrosasucitya07@gmail.com)<sup>3)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v7i2.138>

### Abstrak

*Self compacting concrete* (SCC) memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan beton konvensional karena mengalir dan menyebar dengan berat sendiri dan mampu melewati celah-celah tulangan tanpa bantuan vibrator sehingga menghemat tenaga kerja. Abu batu merupakan hasil dari proses penghancuran bongkahan batu menggunakan alat pemecah batu (*stone cuser*). Tujuan penelitian ini untuk mengurangi sebagian semen dengan penggunaan abu batu yang divariasikan setiap variasinya. Penggunaan *superplasticizer* berpengaruh terhadap *flowability* dan *workability*. Pengujian beton segar dilakukan dengan 3 metode yaitu *Slump Flow*, *V-Funnel*, dan *L-Shape Box*. Pembuatan benda uji menggunakan silinder berukuran 100 mm x 200 mm dengan umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan beton segar memenuhi karakteristik beton SCC dengan variasi SCCN, SCC 5%, SCC 10%, dan SCC 15% AB. Pada penelitian ini pemakaian abu batu tertinggi sebagai substitusi sebagian semen pada variasi 5% abu batu menghasilkan kuat tekan 25,72 MPa. Sedangkan pemakaian abu batu 10% mengalami kuat tekan yang menurun sebesar 21,15 MPa. Sehingga penurunan kuat tekan dapat diketahui berdasarkan rasio penurunan berturut-turut semua variasi terhadap beton SCC 5% yaitu sebesar 17,797%, 34,756%, dan 42,075%. Sedangkan pada beton SCCN nilai kuat tekan mengalami peningkatan terhadap beton SCC 5% sebesar 2,564%. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase abu batu pada penelitian ini dapat menurunkan kuat tekan beton yang diperoleh meliputi pengujian *Slump Flow*, *V-Funnel*, dan *L-Shape Box*.

Kata kunci: *Self compacting concrete* (SCC), Abu Batu (AB), *Slump Flow*, *V-Funnel*, *L-Shape Box*

### 1. Pendahuluan

Pada dunia konstruksi salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan adalah beton dikarenakan bersifat fleksibel, beton juga tidak mudah terpengaruh oleh lingkungan sehingga resiko mengalami korosi sangat kecil, dan produksi dapat dilakukan dilokasi pekerjaannya metode pengerjaannya mudah dipahami dan dilakukan. Pengecoran pada beton konvensional atau beton biasa dengan menggunakan alat *vibrator* belum menjamin kepadatan secara optimal serta juga memakan banyak waktu dan tenaga. Untuk mempermudah pengecoran di daerah yang sempit sebaiknya menggunakan beton memadat sendiri atau *Self Compacting Concrete*.

SCC (*Self Compacting Concrete*) merupakan sebuah beton yang inovatif yang tidak memerlukan penggetaran saat penuangan dan pemadatan. SCC mampu mengalir dibawah pengaruh berat sendirinya hanya dengan mengendalikan gaya gravitasi, mengisi secara menyeluruh dan mencapai pemadatan penuh, bahkan dalam keadaan tulangan yang sangat rapat.

*Flowability* merupakan kemampuan mengalir untuk mengukur pengaruh pada suatu proses dan merupakan salah satu bagian dari pengujian beton segar yang dihasilkan berdasarkan tes *slump* untuk mengetahui kemampuan mengalir campuran dari beton segar. Abu batu (*dust*) yang digunakan untuk campuran beton merupakan tahap perkembangan untuk mengurangi penggunaan sebagian semen dalam adukan beton. Penggunaan abu batu dalam campuran bahan bangunan dapat membantu menghemat bahan, contohnya saja pada penggunaan semen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi/kelayakan penggunaan abu batu dalam pembuatan beton SCC dan karakteristik yang tinjau yaitu *Slump-Flow*, *L-Shape-Box*, dan *V-Funnel* dan Untuk mengetahui berapa besar mutu kuat tekan beton SCC dengan variasi sebagian semen pada campuran beton menggunakan abu batu (*dust*).

## 2. Tinjauan Kepustakaan

### 2.1 Beton SCC (*Self Compacting Concrete*)

Menurut Paul Nugraha dan Antoni (2007), semakin berkurangnya tenaga ahli menyebabkan perlunya campuran beton yang dapat memadat sendiri dan hanya memerlukan sedikit tenaga ahli untuk mengerjakannya sehingga didapatkan beton dengan kualitas tinggi. Kemudian pada tahun 1989, beton kinerja tinggi diajukan dengan spesifikasi:

1. sifat beton segar: dapat memadat dengan sendiri
2. umur awal: tidak ada cacat awal dan
3. setelah mengeras: dapat melawan kerusakan yang ditimbulkan oleh faktor eksternal. Salah satu solusi untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan menggunakan *Self Compacting Concrete* (SCC).

### 2.2 Abu Batu (*dust*)

Abu batu (*dust*) merupakan agregat buatan dari hasil sampingan mesin pemecah batu. Agregat yang merupakan mineral *filler*/pengisi (partikel dengan ukuran  $< 0,075$  mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen atau mesin pemecah batu.

### 2.3 Metoda Pengujian *Self Compacting Concrete*

Metoda tes pengukuran *workability* telah dikembangkan untuk menentukan karakteristik beton SCC dan sampai saat ini belum ada satu jenis metoda tes yang bisa mewakili ketiga syarat karakteristik beton SCC. Dari metoda tes yang telah dikembangkan akan dibahas tiga macam metoda yaitu:

#### 1. *Slump-Flow*

*Slump-Flow Test* dapat digunakan untuk menentukan "*filling ability*" baik di laboratorium maupun di lapangan dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi *workability* beton berdasarkan kemampuan penyebaran

beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter yaitu antara 55-80 cm (EFNARC, 2002).

## 2. *L-Shape-Box*

Dipakai untuk mengetahui kriteria “*passing ability*” dari beton SCC. Dengan menggunakan *L-Shape Box*, dapat diketahui kemungkinan adanya *blocking* beton segar saat mengalir, dan juga dapat dilihat viskositas beton segar yang bersangkutan. Dengan *L-Shape Box test* akan didapat nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari perbandingan H2/H1. Semakin besar nilai *blocking ratio*, semakin baik beton segar mengalir dengan viskositas tertentu. Untuk tes ini kriteria yang umum dipakai baik untuk tipe konstruksi vertikal maupun untuk konstruksi horizontal disarankan mencapai nilai rasio antara 0,8 sampai 1,0 (EFNARC, 2002).

## 3. *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 (EFNARC, 2002).

## 2.4 Kuat Tekan Beton ( $f'_c$ )

Menurut SNI 03-1974-2011, Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad 1$$

Keterangan:

$f'_c$  = Kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>) atau (MPa)

P = Gaya tekan (N)

A = Luas bidang permukaan (mm<sup>2</sup>)

## 3. Metode Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Kontruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Obyek dalam penelitian ini adalah beton segar menggunakan abu batu sebagai pengganti sebagian semen sesuai yang disyaratkan oleh SNI 7656-2012. Pengujian *flowability* dan kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.

### 3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini mencakup persiapan alat dan bahan, tahapan pemeriksaan karakteristik material, tahapan penyediaan benda uji mencakup (perencanaan campuran, pembuatan adukan beton, dan pemeriksaan nilai *slump* pada beton SCC), tahapan pengujian (*flowability* dan kuat tekan) dan tahapan analisis data dan pembahasan.

### 3.2 Alat-alat yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain, mesin pembebanan tekan beton kapasitas 2000 KN (200 ton), saringan, cetakan silinder beton ukuran 100 mm x 200 mm, handuk, mesin penggetar ayakan, timbangan, oven, bejana perendaman, *stopwatch*, mesin aduk (*mixer*), talam, gelas ukur, piknometer, cawan, sekop kecil, pelat kaca, seperangkat peralatan kunci, sarung tangan, sendok semen dan alat bantu lainnya. Untuk pengujian beton SCC alat yang digunakan kerucut abrams pada *Slump Flow*, *L-Shape Box*, dan *V-Funnel*.

Pada bahan dan proporsi campuran beton SCC meliputi agregat kasar, agregat halus, air, semen, abu batu dan *superplasticizer*. Variasi campuran yang digunakan adalah:

1. Abu batu : 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%
2. *Superplasticizer* : 1,5%

Abu batu yang digunakan dalam penelitian ini didapat pada sekitaran krueng geukueh, semen yang digunakan adalah semen andalas, *superplasticizer*, agregat kasar, agregat halus, dan air didapatkan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.

### 3.3 Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan karakteristik material terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Dan pengujian yang akan dilakukan untuk pemeriksaan agregat meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan pada agregat kasar dan halus, analisa saringan pada agregat kasar dan halus, kadar kelembapan pada agregat kasar dan halus, berat volume gembur/padat pada agregat kasar dan halus, dan pengujian kotoran organik agregat halus. Pada karakteristik pengujian abu batu dilakukan pengujian berat jenis dan kehalusan.

### 3.4 Komposisi Campuran

Jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 25 sampel dengan persentase variasi abu batu 0, 5, 10, 15, 20, variasi *Superplasticizer* 1,5 %. Benda uji berbentuk silinder ukuran 100 mm x 200 mm dan perendaman dilakukan 28 hari. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan setelah perendaman selama 28 hari menurut SNI 03-1974-2011.

### 3.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton SCC

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah berdiameter 100 mm x 200 mm jumlah benda uji sebanyak 25. Material yang digunakan adalah semen portland, abu batu, agregat halus, agregat kasar, *superplasticizer*, dan air. Abu batu yang digunakan terdiri dari butiran lolos saringan No.200 atau tertahan pada *pan*. Abu batu yang digunakan sebagai substitusi sebagian semen.

Hal yang pertama sekali dilakukan dalam pembuatan benda uji adalah menimbang semua bahan terlebih dahulu disesuaikan dengan perbandingan campuran yang direncanakan. Selanjutnya cetakan diolesi dengan oli, yang bertujuan memudahkan pembukaan cetakan benda uji. Pembuatan benda uji dimulai dengan memasukkan satu persatu material pembentukan beton SCC seperti *superplasticizer*, air, semen, abu batu, agregat kasar dan halus.

Hal tersebut dilakukan supaya campuran beton SCC teraduk dengan merata dan dapat menghasilkan beton SCC yang baik. Pengadukan beton SCC ini dengan menggunakan molen (*concrete mixer*) dengan jangka waktu pengadukan kurang lebih selama 2-3 menit. Adukan beton SCC dimasukkan kedalam benda uji silinder yang telah diolesi dengan oli, untuk tiap lapisan tidak dianjurkan dipadatkan dengan tongkat pemadat karena yang dilihat pada beton SCC adalah daya alir (*Slump-Flow*), kekentalan (*V-Funnel*), dan kapasitas adukan beton untuk mengalir melalui ruang sempit dan terbatas (*L-Shape box*). Setelah selesai dilakukan pada tiga pengujian tersebut kemudian meratakan permukaannya dengan sendok semen. Pada saat benda uji berumur 24 jam cetakan dibuka, selanjutnya dilakukan perawatan dengan menempatkan benda uji kedalam bak air yang telah disediakan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.

### 3.6 Pengujian Kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder, masing-masing variasi campuran terdiri dari 5 sampel. Proses pengujian kuat tekan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Benda uji diambil dari perendaman dan diletakkan pada ruangan untuk dikeringkan. Pengeringan dilakukan sehari sebelum uji kuat tekan.
2. Benda uji diletakkan kedalam mesin kuat tekan.
3. Mesin kuat tekan dijalankan, tekanan dinaikkan secara perlahan-lahan.
4. Pembebanan dilakukan sampai beton SCC retak.
5. Kemudian catat besar beban yang ditunjukkan oleh mesin kuat tekan.
6. Hitung kuat tekan.

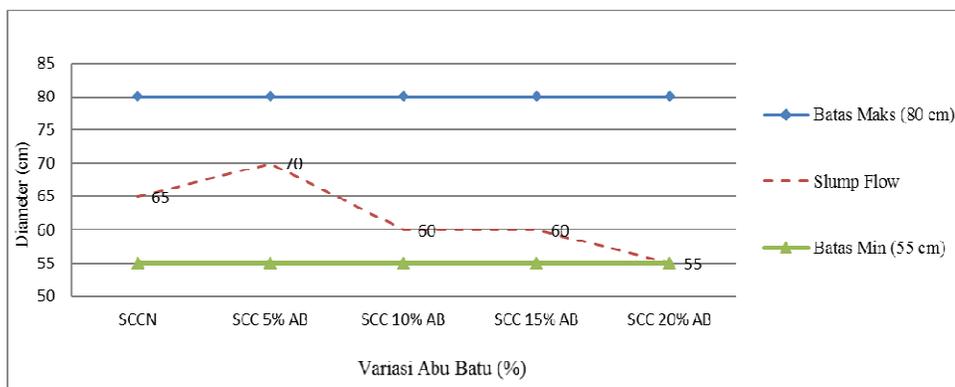
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar dilakukan untuk melihat kemudahan pengerjaan terhadap alirannya meliputi *Slump Flow*, *T500*, *V-Funnel* dan *L-Shape Box*.

#### a. *Slump Flow*

Hasil pengujian *Slump Flow* yang ditunjukkan bahwa nilai *slump* yang didapat pada pengujian masih dalam batasan yang disyaratkan EFNARC (2005), yaitu berkisar antara 55 cm – 80 cm.

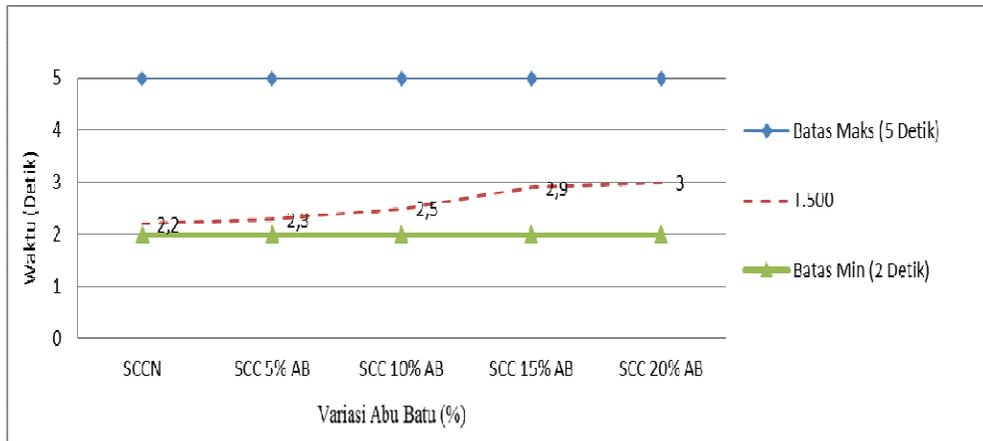


Gambar 1 Grafik Hasil Pengujian *Slump Flow*

Bila menggunakan abu batu sebanyak 20% didapat 55 cm, berbeda dengan variasi lain daya sebaranya lebih meningkat namun masih dalam batasan yang disyaratkan, dimana pengujian *Slump Flow* untuk mengetahui *filling ability* (daya alir) atau untuk melihat kecepatan aliran yang didapat ketika melewati T500. Pengaruh *Slump Flow* untuk setiap variasi abu batu lebih jelasnya diperlihatkan pada Gambar 1.

#### b. T500

Hasil Pengujian T500 yang ditunjukkan bahwa T500 yang didapat pada pengujian masih dalam batasan yang disyaratkan EFNARC (2005), yaitu maksimum 5 detik dan minimum 2 detik. Pada penelitian ini didapat bahwa SCCN, SCC 5% AB, SCC10% AB, SCC 15% AB dan SCC 20% AB, pada saat penyebaran memasuki batas maksimum dan minimum. Pengaruh T500 untuk setiap variasi abu batu lebih jelasnya diperlihatkan pada Gambar 2.



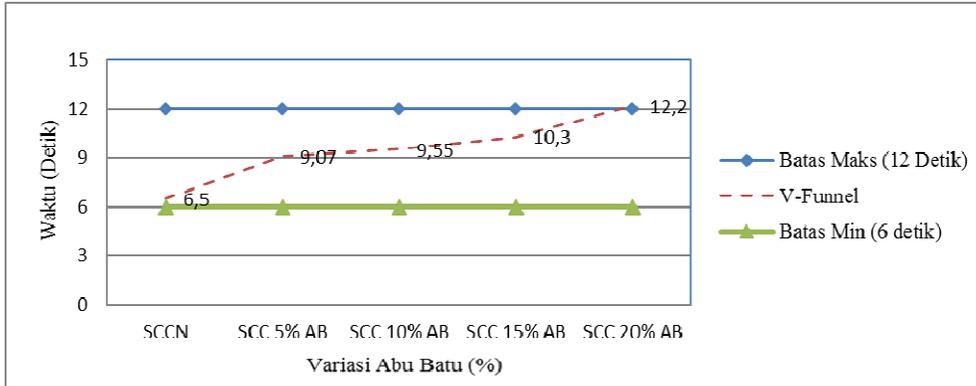
Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian T500

#### c. V-Funnel

Hasil pengujian *V-Funnel* yang ditunjukkan bahwa nilai yang didapat pada pengujian masih dalam batasan yang disyaratkan EFNARC (2005), yaitu dengan batasan waktu 6 sampai 12 detik, dimana *V-Funnel* untuk mengetahui *segregation resistance* dan pada saat pengujian beton SCC tidak mengalami segregasi karena agregat tidak memisah dari pasta.

Bila menggunakan abu batu sebanyak 20% didapat 12,2 detik dan tidak masuk kedalam batasan waktu yang disyaratkan oleh EFNARC (2005). Hal ini disebabkan substitusi abu batu sebanyak 20% menyebabkan kekentalan sehingga lebih lama pengalirannya.

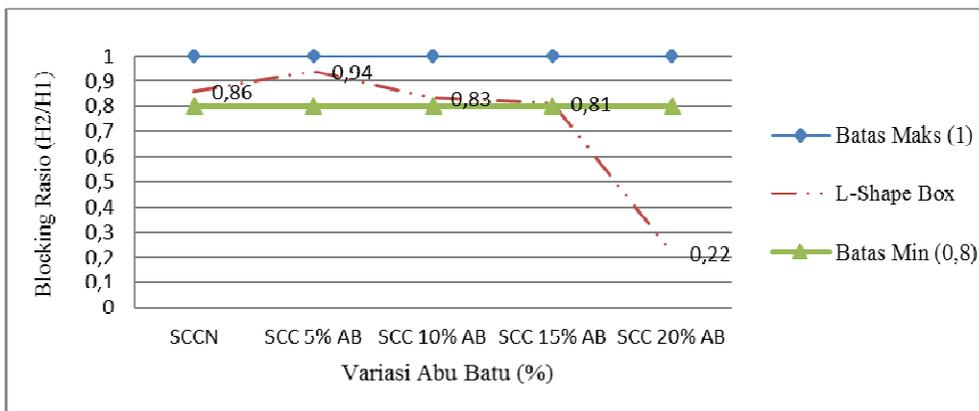
Hal ini tidak berpengaruh dengan variasi yang lain dikarenakan variasi lainnya masih masuk dalam batasan waktu yang disyaratkan. Pengaruh *V-Funnel* untuk setiap variasi abu batu lebih jelasnya diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian V-Funnel

d. **L-Shape Box**

Hasil pengujian *L-Shape Box* yang ditunjukkan bahwa nilai yang didapat pada pengujian masih dalam batasan yang disyaratkan EFNARC (2005), yaitu dengan rasio tertahan 0,8-1. Dimana *L-Shape Box* untuk mengetahui kapasitas adukan beton segar untuk mengalir melalui ruang yang terbatas dan celah sempit (*passing ability*). Namun substitusi abu batu sebanyak 20% menyebabkan kekentalan sehingga lebih lama pengalirannya melalui celah-celah dan didapat rasio tertahannya sebesar 0,22. Hal ini tidak berpengaruh dengan variasi yang lain dikarenakan variasi lainnya masih masuk dalam batasan rasio tertahan yang disyaratkan. Pengaruh *L-Shape Box* untuk setiap variasi abu batu lebih jelasnya diperlihatkan pada Gambar 4.



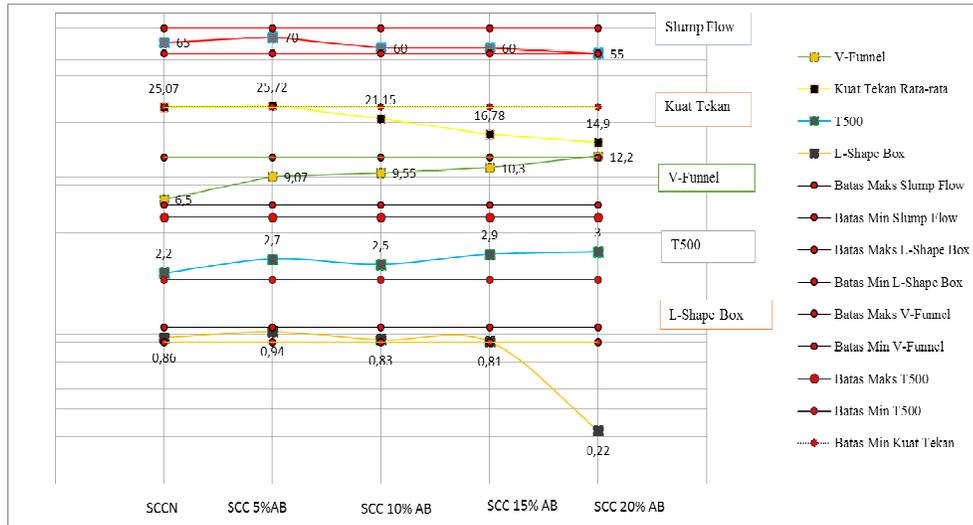
Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian L-Shape Box

**4.2 Menentukan Variasi Pengujian SCC dan Kuat Tekan**

Pada pengujian beton segar *Slump Flow*, *L-Shape Box*, dan *V-Funnel* memenuhi syarat dan karakteristik SCC terkecuali pada variasi abu batu 20% tidak memenuhi pengujian *V-Funnel* dan *L-Shape Box* karena semakin banyak kadar abu batu *workability* dan *flowability* menurun.

Pada grafik diperlihatkan bahwa pemakaian abu batu maksimum pada variasi 5% abu batu karena pada variasi abu batu 5% kuat tekan beton meningkat sebesar 25,78 MPa, sedangkan pada variasi abu batu 10%, dan 15%, abu batu

menurunkan kuat tekan beton namun tetap memenuhi syarat dan karakteristik beton SCC. Maka pada abu batu 5% beton SCC dapat digunakan berdasarkan hasil penelitian ini. Berikut Grafik Pengujian SCC dan Kuat Tekan seperti diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Pengujian SCC dan Kuat Tekan

## 5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian Slump-Flow, V-Funnel, dan L-Shape Box pada SCCN, SCC 5%, SCC 10%, dan SCC 15% abu batu menunjukkan hasil bahwa beton memenuhi sifat dan karakteristik beton SCC yaitu mampu mengalir dengan berat sendirinya tanpa adanya segregasi dan dapat melewati celah-celah tulangan.
2. Pemakaian abu batu optimum sebagai pengganti sebagian semen pada variasi 5% abu batu menghasilkan kuat tekan 25,72 Mpa. Sedangkan pemakaian abu batu 10% mengalami kuat tekan yang menurun sebesar 21,15 Mpa. Sehingga penurunan kuat tekan dapat diketahui berdasarkan rasio penurunan berturut-turut semua variasi terhadap beton SCC 5% yaitu sebesar 17,797%, 34,756%, dan 42,075%. Sedangkan pada beton SCC 5% nilai kuat tekan mengalami peningkatan terhadap beton SCCN sebesar 2,564%.

## Daftar Kepustakaan

- Anonim, 2000, *SNI 03-2834-2000: Tata Cara pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta;
- Anonim, 2011, *SNI 03-1974-2011: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta;

Anonim, 2012, ***SNI 7656-2012 : Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa***, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta;

EFNARC 2002, ***Specifications and Guidelines for Selfcompacting Concrete***, EFNARC, Association House, 99 West Street, Farnham, Surrey GU9 7EN, UK;

EFNARC 2005, ***The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use***, EFNARC, Association House, 99 West Street, Farnham, Surrey GU9 7EN, UK;

Nugraha, P, Antoni, 2007, ***Teknologi Beton***, CV. Andi Offset, Yogyakarta.