

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP
FLOWABILITY DAN KUAT TEKAN PADA SELF COMPACTING CONCRETE**

*(The Effect of Adding Bagasse Ash to Flowability and Compressive Strength on
Self Compacting Concrete)*

Dhany Setyawan¹Fadillawaty Saleh²

ABSTRAK

Penggunaan beton konvensional pada daerah yang rapat tulangan dirasa sudah tidak memadai lagi, karena seringnya terjadi keropos pada beton. Penggunaan vibrator pada daerah yang rapat tulangan juga tidak dapat menjamin menghasilkan beton yang baik. Self compacting concrete memanfaatkan berat sendirinya untuk dapat mengalir mengisi ruangan tanpa ada proses pemadatan sama sekali. Penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen dalam beton yang cukup tinggi mampu memperkecil ruang antar agregat sehingga beton yang dihasilkan lebih padat dan dapat meningkatkan sifat workability dan kemampuan alir beton. Pada umumnya Self compacting concrete memerlukan penggunaan superplasticizer untuk meningkatkan workabilitas dan daya alir beton. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian dari semen pada sifat Self compacting concrete. Pembuatan benda uji menggunakan silinder berukuran diameter 15cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah benda uji sebanyak 18 benda uji segar dengan 3 variasi abu ampas tebu sebesar 5 %, 10%, dan 15 % dan penambahan viscocrete dengan dosis yang berbeda yaitu 1,2%, 1,4%, dan 1,6% dari berat semen dan diuji pada umur 28 hari. Penambahan abu ampas tebu terhadap pengujian beton pada kondisi segar (fresh properties) dari variasi 3 % ; 5 % dan 15 % telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh EFNARC. Pada pengujian J-Ring (T50 cm dan slump flow) campuran beton SCC dengan abu ampas tebu 5 % memiliki sifat passingability yang baik yaitu 2,38 detik, pengujian V-Funnel menunjukkan bahwa campuran beton SCC paling optimum adalah 7,15 detik dengan abu ampas tebu 10 %. Sedangkan pada uji L-Box campuran SCC menggunakan abu ampas tebu paling optimum untuk persentase 10 % yaitu sebesar 1,66. Untuk pengujian kuat tekan rata-rata maksimal terjadi pada variasi abu ampas tebu 5 % dan superplasticizer 1,2 % sebesar 21,50 MPa, dan kuat tekan rata-rata minimal terjadi pada variasi 15% sebesar 16,06 MPa. Pada variasi penambahan abu ampas tebu 5% ke 10 % mengalami penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 6,96 % sedangkan pada variasi 10% ke 15% mengalami penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 25,1 %.

Kata kunci : Self Compacting Concrete, Abu Ampas Tebu, Superplasticizer

-
1. Mahasiswa (20120110004), Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 2. Dosen Pembimbing I, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Saat ini kondisi dengan desain konstruksi yang padat tulangan dengan menggunakan beton konvensional sudah tidak memadai lagi, karena sudah tidak memungkinkan bagi alat vibrator untuk mencapai daerah-daerah padat tulangan tersebut. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki kepadatan serta ketahanan yang lebih baik adalah dengan menggunakan Self Compacting Concrete (SCC). SCC adalah beton yang memiliki sifat kecairan (fluidity) yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di cetakan tanpa proses pemadatan (Tjaronge, 2006). Sehingga hal ini dapat mengatasi berbagai permasalahan yang timbul selama masa pengecoran komponen bangunan yang hanya menggunakan beton konvensional..

Kemampuan mengalir dengan tingkat ketahanan terhadap segregasi yang tinggi pada SCC disebabkan

oleh pembatasan kandungan dan ukuran agregat yang lebih kecil dari pada beton konvensional, rasio air-semen (w/c-ratio) yang rendah, serta penggunaan superplasticizer yang memadai. Penggunaan superplasticizer pada SCC meningkatkan workabilitas dari beton segar dengan tidak berpengaruh banyak pada nilai kuat tekan beton tersebut. SCC yang masih segar memiliki nilai slump yang sangat tinggi, sehingga pengukuran dengan kerucut Abrams sudah tidak memungkinkan lagi. Pengukuran sifat SCC mengacu pada tingkat flowability serta passingability beton segar tersebut. Pengukuran sifat beton segar jenis self-compacting concrete dapat mengacu pada dua alat ukur yang berupa Slump-Flow Test dan L-Shape Box Test (Grunewald, 2004). Selain itu. Penggunaan bahan pengisi (filler) sangat diperlukan untuk meningkatkan viskositas beton guna menghindari terjadinya

bleeding dan segregasi salah satunya yaitu abu ampas tebu. Penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen dalam beton yang cukup tinggi mampu memperkecil ruang antar agregat sehingga beton yang dihasilkan lebih padat dan dapat meningkatkan sifat *workability* dan kemampuan alir beton (Haque et al, 1984).

2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian identifikasi masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton *Self Compacting Concrete* (SCC).
- b. Mengetahui hasil pengujian beton segar SCC (*filling ability, passing dan ability*) dengan penambahan abu ampas tebu.
- c. Mengetahui pengaruh *superplasticizer viscocrete-1003* untuk pengujian *Self Compacting Concrete* (SCC).

3. Batasan Penelitian

- a. Abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen berasal dari pabrik gula Madukismo di Yogyakarta, yang lolos saringan No. 100
- b. Proporsi abu ampas tebu yang digunakan sebagai bahan pengganti semen sebesar 5%, 10%, dan 15 % dari berat semen.
- c. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Semua benda uji berjumlah 28 buah dengan tiga variasi dan setiap variasi dibuat sebanyak 6 sampel.
- d. Metode perancangan beton (*mix design*) menggunakan *Indian Standar* (IS-10262-1982) yaitu *M15 Self Compacting Concrete* dan *European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system* (EFNARC) tentang pengujian beton segar.
- e. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari.
- f. Agregat halus yang berupa pasir Merapi yang berasal dari Sungai Progo, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta .
- g. Agregat kasar yang digunakan ialah agregat yang di pecah/splite clereng asal Kabupaten Kulon Progo, D.I Yogyakarta.
- h. Semen *portland* yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* tipe 1 Semen Holcim kapasitas kemasan 40 kg.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Citrakusuma (2012), meneliti tentang *Kuat Tekan Self Compacting Concrete dengan Kadar Superplasticizer yang Bervariasi*. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui dosis *superplasticizer viscocrete10* yang tepat agar kuat tekan beton SCC mencapai nilai yang optimum. Penelitian ini menggunakan *mix design* metode DoE dengan bahan tambah berupa *superplasticizer* dengan kadar 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% serta 1,6% dari berat semen. Pengujian benda uji dilakukan dua tahap yaitu pada saat beton segar dilakukan uji menggunakan alat *V-funnel, L-box, dan Slump Flow*, sedangkan beton keras akan dilakukan uji kuat tekan pada waktu 14 hari yang nantinya akan dikonversikan 28 hari. Dari semua hasil pengujian pada beton dengan variasi *superplasticizer* yaitu 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% dan 1,6% ternyata memenuhi persyaratan yang *Self Compacting Concrete* tetapkan. Pada penelitian ini didapat nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada prosentase *superplasticizer* 1,5% yaitu sebesar 1024,14 kg/cm² dengan nilai f.a.s 0,288. Sedangkan untuk pengujian beton pada kondisi segar baik pada sifat *fillingability, passingabilty* dan *segregation resistance* menunjukkan bahwa dari ke 5 (lima) variasi *superplasticizer* memenuhi persyaratan yang telah di tetapkan oleh EFNARC 2002.

Christiadi (2014), melakukan penelitian tentang *Pengaruh Variasi Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) Sebesar 5% Sebagai Bahan Pengganti sebagian Semen*. Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisa kuat tekan beton dengan menggunakan abu ampas tebu untuk menggantikan sebagian semen terhadap variasi umur dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 40 hari. Dalam perancangan campuran beton (*Mix Design*) ini digunakan SK SNI : 03-2847-2002 (Tjokrodinuljo, 2007). Hasil yang di peroleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa uji kuat tekan dari masing-masing variasi umur dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 5% pada umur 3 hari dengan kuat tekan rata-rata sebesar 19,677 MPa, pada umur 7 hari sebesar 23,720 MPa, pada umur 14 hari sebesar 26,063 MPa, pada umur 21 hari sebesar 28,013 MPa, pada umur 28 hari sebesar 31,838 MPa, dan pada umur 40 hari sebesar 33,838 MPa.

Putri (2014), meneliti tentang pengaruh rasio semen - *fly ash* terhadap sifat segar dan kuat tekan *high volume fly ash - self compacting concrete* (HVFA-SCC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat segar dan kuat tekan pada beton yang memiliki kandungan *fly ash* dalam volume tinggi. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu dengan membuat

komposisi campuran beton dengan penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen pada campuran HVFA-SCC. Kadar *fly ash* yang di gunakan pada penelitian ini yaitu 50 %, 55 %, 60 %, 65 % dan 70 %. Pengujian beton segar dilakukan dengan 5 (lima) metode pengujian yaitu: *j-ring flow table test*, *l-box test*, dan *v-funnel test*. Pengujian beton keras dilakukan terhadap kuat tekan silinder beton pada umur 7 hari, 28 hari, 56 hari serta 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* pada pengujian *J-ring* (*slump flow* dan T50) paling optimum yaitu dengan kadar *fly ash* 60% memiliki sifat *fillingability* yang paling baik. Seperti halnya pada pengujian *J-ring*, pada pengujian *L-box* dengan kadar *fly ash* 60% juga di peroleh hasil yang paling optimum. Sedangkan pada pengujian *V funnel*, campuran beton dengan kadar *fly ash* 65% memiliki waktu alir yang paling singkat, dikarenakan pada campuran ini memiliki viskositas yang moderat. Pada penelitian ini semakin besar kadar *fly ash* akan membuat nilai sifat segar maupun kuat tekannya menjadi semakin besar ataupun semakin kecil.

C. LANDASAN TEORI

1. Definisi *Self Compacting Concrete*

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan campuran beton yang dapat mengalir dan memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan bantuan alat vibrator untuk memperoleh konsolidasi yang baik. Metode *Self Compacting Concrete* (SCC) ini merupakan suatu hasil riset di Jepang pada awal tahun 1980an dengan menghasilkan suatu *prototype* yang cukup sukses pada tahun 1988 (Okamura dan Ouchi 2003).

Beton dapat dikategorikan *Self Compacting Concrete* (SCC) apabila beton tersebut memiliki sifat-sifat tertentu. Diantaranya memiliki *slump* yang menunjukkan campuran atau pasta beton yang memiliki kuat geser dan lentur yang rendah sehingga dapat masuk dan mengalir dalam celah ruang dalam formwork dan tidak diizinkan memiliki segregasi akibat nilai *slump* yang tinggi.

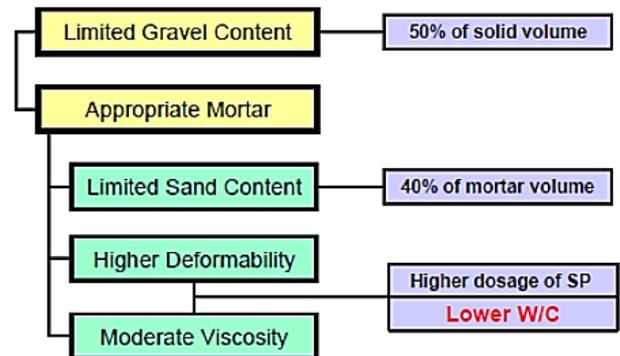
2. Sifat *Self Compacting Concrete* (SCC)

Kriteria *workability* dari campuran beton yang baik pada *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah mampu memenuhi kriteria berikut (EFNARC 2002).

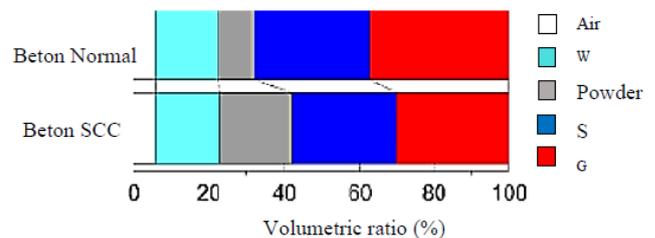
- 1) *Fillingability*, kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan.
- 2) *Passingability*, kemampuan campuran beton untuk melewati struktur ruangan yang rapat.
- 3) *Segregation resistance*, ketahanan campuran beton segar terhadap efek segregasi.

3. Material *Self Compacting Concrete* (SCC)

Sama halnya dengan beton konvensional, jika komposisi agregat kasar pada beton konvensional menempati 70-75 % dari total volume beton, sedangkan dalam SCC agregat kasar dibatasi jumlahnya sekitar kurang lebih 50 % dari total volume beton sesuai pada Gambar 1. Pembatasan agregat ini bertujuan agar beton bisa mengalir dan memadat sendiri tanpa alat pemadat (Okamura dan Ouchi 2003).



Gambar 1. Bahan Campuran Beton SCC (Okamura dan Ouchi 2003)



Gambar 2. Perbandingan Bahan Campuran Pada SCC dan Beton Konvensional (Okamura dan Ouchi 2003)

1) Agregat

Agregat kasar yang digunakan dalam *Self Compacting Concrete* yaitu ukuran maksimum 10 - 20 mm. Penggunaan agregat kasar lebih sedikit, yaitu dibatasi jumlahnya maksimal 50 % dari total volume beton supaya bisa mengalir dan memadat sendiri tanpa alat pemadat. Selain itu pembatasan fraksi agregat kasar dimaksudkan untuk meningkatkan ketahanan terhadap segregasi. Sedangkan ukuran maksimum agregat kasar 20 mm dengan pertimbangan kemampuan mengalir beton segar. Sedangkan pengaruh agregat halus pada sifat segar *Self Compacting Concrete* secara signifikan lebih besar dari agregat kasar. Partikel ukuran pecahan kurang dari 0,125 mm harus mencakup konten pasta dan juga harus diperhitungkan dalam menghitung rasio bubuk air. Tingginya volume pasta di campuran *Self Compacting Concrete* membantu mengurangi gesekan internal antara partikel pasir tapi

distribusi ukuran butir yang baik masih sangat penting.

2) Semen

Pada umumnya jenis semen yang digunakan untuk campuran dari *Self Compacting Concrete* sama dengan jenis semen yang digunakan untuk beton konvensional yaitu semen *portland*. bereaksi dengan air menjadi pasta semen, yang merekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang padat, selain itu berfungsi mengisi rongga-rongga di antara butir agregat.

3) Air

Penggunaan air pada *Self Compacting Concrete* (SCC) lebih banyak dibanding beton konvensional yaitu dengan FAS berkisar antara 0,28 – 0,50 atau dibatasi sebesar ± 200 liter/m³. Pengurangan penggunaan air ini bertujuan untuk mencegah terjadinya segregasi. Untuk campuran beton, maka air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung lumpur, garam, tidak mengandung Klorida, dan tidak mengandung senyawa sulfat.

4) Abu ampas tebu

Abu ampas tebu merupakan pembakaran dari limbah ampas tebu. Abu ampas tebu tersebut mengandung unsur - unsur kimia SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃ yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pozolan yang baik untuk menggantikan sebagian semen *portland* dan meningkatkan kuat tekan beton serta waktu ikat awal beton yang dicampur dengan abu ampas tebu cukup tinggi. Beda halnya dengan *fly ash* maupun *pozolan* lainnya abu ampas tebu memiliki bentuk partikel yang cukup halus, bersudut, dan menyerupai kristal. Komposisi kimia abu ampas tebu dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia abu ampas tebu
(R.Srinivasan, 2010)

| Component | MASS % |
|-------------------------------|--------|
| SiO ₂ | 78,34 |
| Al ₂ | 8,55 |
| Fe ₂ O | 3,61 |
| CaO | 2,15 |
| Na ₂ O | 0,12 |
| K ₂ O | 3,46 |
| MNO | 0,13 |
| TiO ₂ | 0,50 |
| BaO | < 0,16 |
| P ₂ O ₂ | 1,07 |
| LOSS OF IGNITION | 0,42 |

5) *Superplasticizer (viscocrete-1003)*

Viscocrete-1003 merupakan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Bilamana ditambahkan pada beton, *superplasticizer* mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar dan juga dapat meningkatkan kekuatan beton karena penggunaan air yang sedikit. Pada dasarnya *superplasticizer* digunakan untuk menghasilkan beton “mengalir” tanpa terjadinya pemisahan yang tak diinginkan, dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar. *Superplasticizer* dapat mereduksi air sampai 40% dari campuran awal. Penggunaan *viscocrete-1003* untuk *Self Compacting Concrete* di batasi yaitu 0,6-1,6 % dari berat semen.

4. Metode pengujian *Self Compacting Concrete* (SCC)

a) *J-ring test*

J-ring test merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui hubungannya dengan tes slump untuk menilai kemampuan mengalirnya *Self Compacting Concrete* melalui celah-celah di hambatan, misalnya kemampuan mengisi dan kemampuan berlalunya SCC. Slump flow spread (S) adalah harga rata-rata dari d1 dan d2, seperti yang terlihat pada perhitungan di bawah. S dalam mm (hasil perhitungan S dibulatkan menjadi 5 mm-an). Pengujian slump flow spread dapat dihitung dengan persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$S = \frac{(d1 + d2)}{2} \dots \dots \dots (1)$$

dimana

S = kemerosotan aliran dalam (mm)

d1 = diameter terbesar dari aliran menyebar (mm)

d2 = aliran menyebar di 90⁰ ke D1, dalam millimeter. Waktu t500 yang terdekat.

b) *V-funnel test*

Merupakan pengujian yang dilakukan untuk waktu yang diperlukan SCC agar dapat melewati celah yang sempit dan menentukan *fillingability* dari SCC yang dapat diketahui dari adanya blocking atau segregasi yang terjadi.

c) *L-Box Test*

L-Box test digunakan untuk mengetahui nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari

perbandingan antara H_2 / H_1 . Semakin besar nilai blocking ratio, semakin baik beton segar mengalir. Passing ratio, PL atau blocking ratio, BL dihitung berdasarkan persamaan dan dinyatakan tanpa satuan dengan ketelitian 0,01 (dua angka desimal).

$$PL = \frac{H_2}{H_1} \dots\dots\dots(2)$$

dimana

PL= rasio kemampuan passing yang diukur dengan tes L kotak;

H1= kedalaman beton di bagian vertical dari kotak, dalam milimeter;

5. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm. Dengan begitu untuk A (luas penampang) dapat diketahui yaitu $\frac{1}{4} \times \pi \times 15^2 \text{ cm} = 178.72 \text{ cm}^2$. Besarnya P (*peak Force*) dapat diketahui dengan pembacaan jarum yang ditunjukkan oleh mesin kuat tekan dalam pergerakan grafik pada angka tertinggi pada pengujian kuat tekan sebelum sampel berbentuk silinder retak/pecah, pada kuat maksimal beton. Hasil uji kuat tekan beton mutu tinggi dapat dihitung dengan menggunakan Rumus sebagai berikut.

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} (\text{kg/cm}^2) \dots\dots\dots(3)$$

D. METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Langkah pertama yang dilakukan untuk menunjang kelancaran dalam penelitian tugas akhir ini adalah dengan melakukan studi literatur. Sumber acuan yang dijadikan referensi dalam studi literatur ini diambil dari jurnal, peraturan, buku, hasil penelitian sebelumnya, dan informasi dari internet. Setelah itu ada beberapa tahap yang digunakan untuk mempermudah dalam pelaksanaan membuat *Self Compacting Concrete* (SCC).

2. Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan terbagi atas lima tahap, seperti tercantum dalam bentuk bagan alir pada Gambar 4.15. Adapun tahap penelitian tersebut dijelaskan, seperti uraian berikut ini :

a) Tahap I : Persiapan alat dan penyediaan bahan
Tahap ini merupakan tahap persiapan penelitian di laboratorium yang meliputi persiapan alat diantaranya yaitu menyiapkan cetakan silinder ukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm yang terbuat besi dan penyediaan bahan

susun beton (semen, pasir, batu pecah, bahan tambah *filler* abu ampas tebu) di Laboratorium Bahan dan Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- b) Tahap II : Pemeriksaan bahan dasar
Sebelum digunakan dalam pembuatan campuran, maka pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap bahan dasar beton berupa pasir dan batu pecah. Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan zat organik dalam pasir, pemeriksaan kadar lumpur pada pasir dan batu pecah, pemeriksaan *specific gravity* dan *absorption* pasir dan batu pecah, pemeriksaan *SSD* pasir, pengujian gradasi batu pecah, pemeriksaan berat satuan volume, dan pemeriksaan kadar keausan batu pecah. Sedangkan untuk semen dan air yang dipakai, dilakukan uji visual. Setelah bahan-bahan dasar beton memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan, maka dilakukan pemeriksaan terhadap rasio pasir - agregat total.
- c) Tahap III : Penyediaan benda uji
Tahap ini merupakan tahap perencanaan campuran beton, pembuatan benda uji dan. Perbandingan jumlah proporsi bahan campuran beton ditentukan/dihitung dengan menggunakan Metode perancangan beton (*mix design*) menggunakan *Indian Standar* (IS-10262-1982) yaitu *M15 Self Compacting Concrete* dan *European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system* (EFNARC) tentang pengujian beton segar.
- d) Tahap IV : Pemeriksaan beton kondisi segar
Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan beton pada kondisi segar (*fresh properties*) untuk mengetahui sifat passing ability dan filling ability dengan pengujian *J-Ring*, *L-Box* dan *V-Funnel*. Selanjutnya apabila dari pengujian tersebut memenuhi persyaratan *self compacting concrete* yang ditetapkan oleh EFNARC,2002 maka dilanjutkan pembuatan adukan beton sesuai dengan proporsi bahan yang telah ditentukan dan perawatan beton. Benda uji dibuat dengan cetakan silinder beton. Setelah dilepas dari cetakan, benda uji silinder tersebut direndam dalam bak perendaman yang berisi air selama 28 hari.
- e) Tahap V : Pengambilan data
Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan pengujian kuat tekan beton benda uji silinder pada umur 28 hari. Prosedur pengujian kuat tekan dan kuat tarik mengacu pada standard ASTM C 39 – 86

E. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pemeriksaan bahan

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus (Pasir) kasar Progo

| No | Jenis Pengujian Agregat | Hasil |
|----|------------------------------------|-------|
| 1 | Gradasi daerah | No. 2 |
| 2 | Modulus halus butir | 2,64 |
| 3 | Berat jenis | 2,59 |
| 4 | Kadar air (%) | 4,57 |
| 5 | Penyerapan air (%) | 0,27 |
| 6 | Berat satuan (gr/cm ³) | 1,31 |
| 7 | Kadar lumpur (%) | 4,532 |

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar (kerikil) Clereng, Kulon Progo

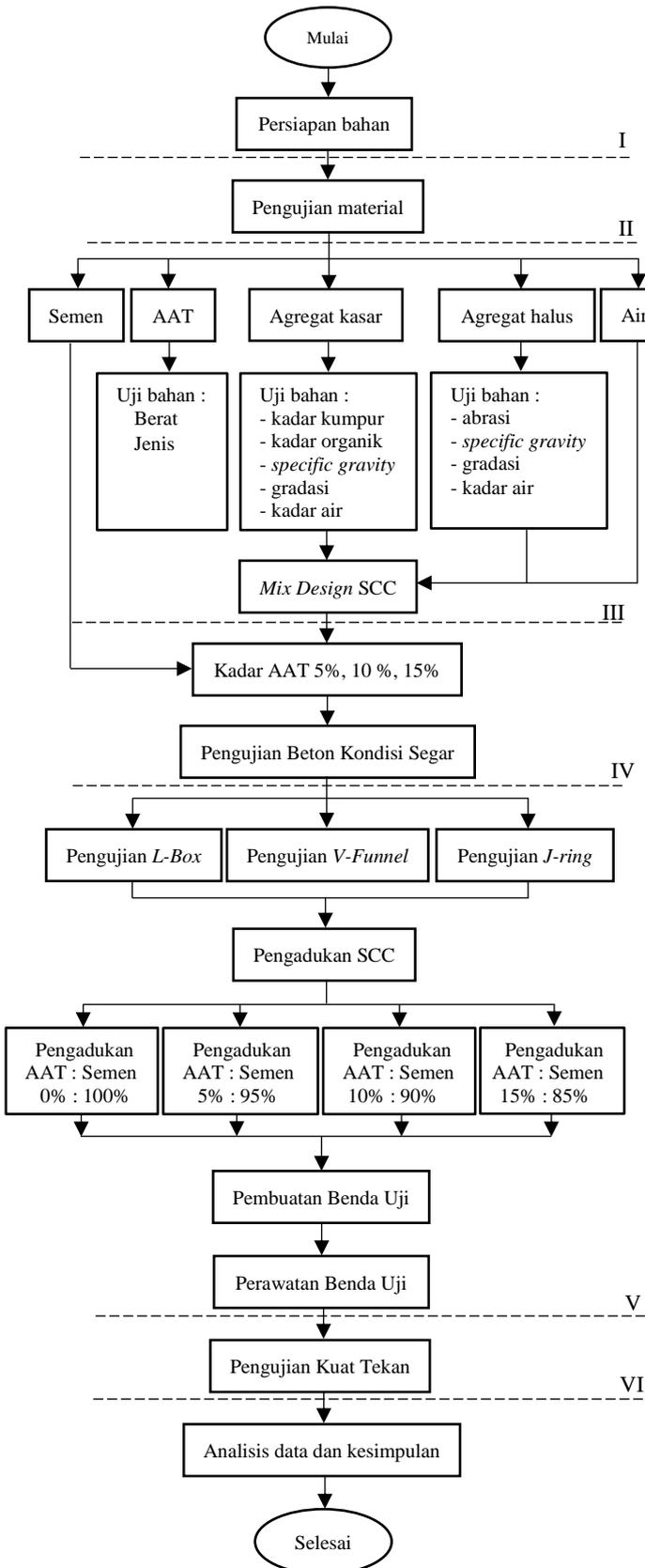
| No | Jenis Pengujian Agregat | Hasil |
|----|------------------------------------|-------|
| 1 | Kadar air (%) | 0,549 |
| 2 | Penyerapan air (%) | 1,43 |
| 3 | Berat satuan (gr/cm ³) | 1,55 |
| 4 | Keausan (%) | 21,36 |
| 5 | Kadar lumpur (%) | 1,75 |
| 6 | Berat jenis | 2,63 |

2. Mix design Self Compacting Concrete

Mix design menggunakan Indian Standar (IS-10262-1982) yaitu M30 Self Compacting Concrete dan European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system (EFNARC) tentang pengujian beton segar.

Tabel 4. Ketentuan Mix Design

| 1 | Data Material | Keterangan |
|---|---------------------------------------|---------------------------|
| | a. Agregat Halus (pasir) | Kali Progo, Kulon Progo |
| | b. Agregat Kasar (Krikil) | Kali Clereng, Kulon Progo |
| | c. Abu Ampas Tebu | P.G. Madukismo |
| | d. Jenis Semen | Holcim |
| 2 | Data Specific Gravity | |
| | a. Berat jenis SSD Agregat Halus | 2,59 |
| | b. Berat jenis SSD Agregat Kasar | 2,63 |
| | c. Berat jenis SSD AAT | 1,8981 |
| | d. Berat jenis SSD Semen | 3.15 |
| 3 | Ketentuan Mix Desain | |
| | a. Kuat tekan beton pada umur 28 hari | 20 N/mm |
| | b. Ukuran masimum Agregat kasar | 20 mm |



Gambar 3. Bagan alir penelitian

Tabel 5. Kebutuhan bahan susun beton *Self Compacting Concrete* dengan variasi bahan tambah AAT dan *Viscocrete-1003*

| Kebutuhan Bahan Dasar Beton SCC | | | | | | |
|---------------------------------|--|-------------|------------|------------|--------------|----------|
| Kadar AAT | <i>Viscocrete-1003</i> 1,2 %, 1,4 %, 1,6 % (Kg) | Air (Liter) | Semen (Kg) | Pasir (Kg) | Kerikil (Kg) | AAT (Kg) |
| 5% | 0,027 | 1,08 | 2,137 | 4,97 | 3,91 | 0,112 |
| 10% | 0,0315 | 1,08 | 2,025 | 4,97 | 3,91 | 0,225 |
| 15% | 0,0356 | 1,08 | 1,912 | 4,97 | 3,91 | 0,316 |

3. Hasil Pengujian *Self Compacting Concrete*

Hasil pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu beton pada kondisi segar dan beton keras.

a. Hasil pengujian fresh properties berdasarkan variasi

Berdasarkan tabel spesifikasi dari (EFNARC,2002), campuran beton segar dapat dikatakan sebagai beton SCC apabila memenuhi kriteria *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resisistance*. Cara mendapatkan ketiga kriteria tersebut dilakukan pengujian workabilitas sesuai dengan Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian *fresh properties* berdasarkan variasi penambahan AAT dan *Vicocrete 1003*

| No | Jenis Pengujian | Satuan | Spesifikasi EFNARC,2002 | Pengujian SCC | | | |
|----|--------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|-------|-------|-------|
| | | | | Normal | Mix 1 | Mix 2 | Mix 3 |
| 1 | Slump flow | mm | 650-800 (± 10) | 68,8 | 70,6 | 69,7 | 67 |
| 2 | T ₅₀ cm | Detik | 2-5 sec | 2,67 | 2,38 | 2,64 | 2,59 |
| 3 | V-Funnel | Detik | 6-12 | 7,3 | 7,15 | 7,83 | 9,05 |
| 4 | L-Box | H ₂ /H ₁ | ≥ 0,8 | 0,95 | 1,4 | 1,65 | 1,87 |

Keterangan :

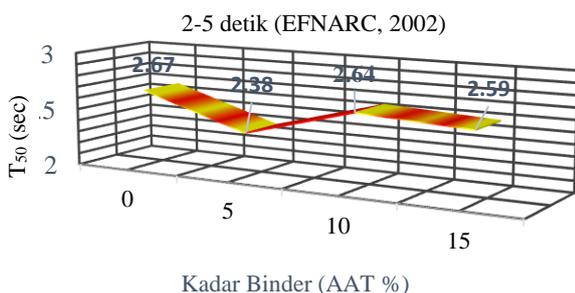
Mix 1 : AAT 5 % + *Vicocrete 1003* 1.2 %

Mix 2 : AAT 10 % + *Vicocrete 1003* 1.4 %

Mix 3 : AAT 15 % + *Vicocrete 1003* 1.6 %

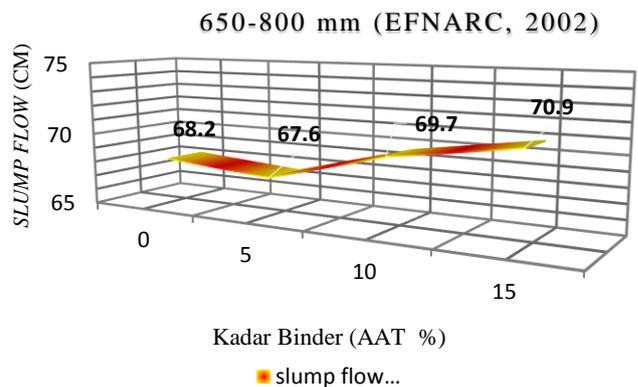
Dari hasil pengujian-pengujian tersebut terlihat bahwa nilai-nilai setiap parameter yang diperoleh untuk jenis ke tiga campuran SCC yang menggunakan abu ampas tebu sebanyak 5 % -15% berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa workabilitas ke tiga jenis campuran tersebut sangat berbeda.

1) J-Ring test



Gambar 4. Hubungan antara komposisi *binder* dan nilai T₅₀ dengan dosis *viscocrete* yang berbeda.

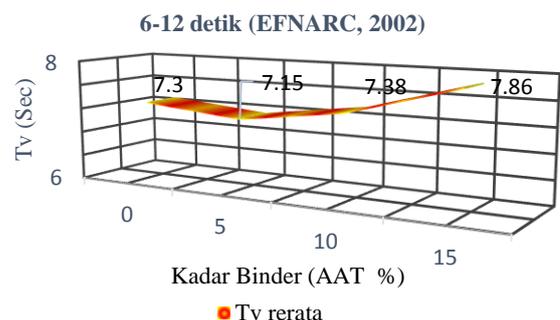
Gambar diatas memperlihatkan nilai T₅₀ (detik) terhadap persentase abu ampas tebu. Secara umum semakin besar persentase abu ampas tebu dalam campuran SCC maka semakin lama beton segar mencapai diameter 50 cm. Nilai T₅₀ berkisar antara 2,38-2,64 detik untuk variasi kadar abu ampas tebu dari 0 -15% dalam campuran beton. Meningkatnya waktu aliran beton segar SCC untuk mencapai diameter 50 cm (T₅₀) menunjukkan bahwa *viskositas* beton segar SCC meningkat dengan persentase abu ampas tebu yang tinggi. Oleh karena itu, campuran SCC dengan persentase abu ampas tebu yang lebih besar mengalami hambatan aliran yang lebih tinggi dalam pengujian penyebaran T₅₀. Hambatan aliran tersebut sangat baik untuk menghindari memisahkannya pasta beton dengan material lainnya. Pada pengujian dengan komposisi *binder* 5 %, nilai diameter maksimum yang dicapai T₅₀ max sebesar 2,38.



Gambar 5. Hubungan antara komposisi *binder* dan nilai *slump flow* (cm) dengan dosis *viscocrete* yang berbeda.

Gambar 5.3 memperlihatkan bahwa penurunan aliran *slump* (*slump flow*) meningkat saat persentase abu sawit ditambah. Secara umum semakin besar persentase abu sawit dalam campuran SCC maka semakin lama beton segar mencapai diameter 50 cm. Diameter penyebaran beton segar SCC paling optimum yaitu pada komposisi abu ampas tebu 15 % dengan kadar *viscocrete* sebesar 1,6 % masih memenuhi standar SCC menurut EFNARC (2002).

2) V-Funnel Test

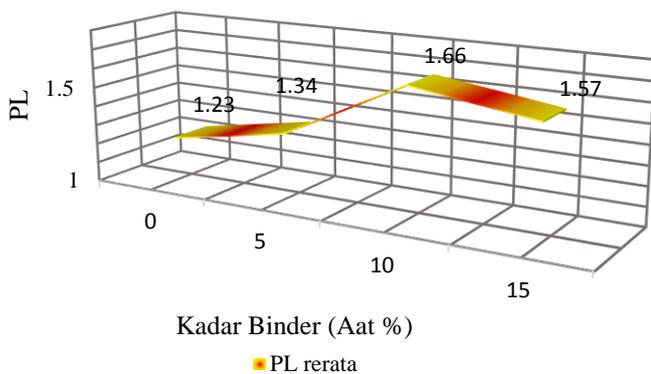


Gambar 6. Hubungan antara komposisi *binder* dan Tv (sec) dengan dosis *viscocrete* yang

Berdasarkan hasil pengujian *V-Funnel* didapat nilai yang bervariasi dari 6,9-7,38 detik untuk persentase abu ampas tebu 0 - 15%, sedangkan menurut EFNARC (2002) nilai *V-Funnel* berkisar antara 6-12 detik. Nilai pengujian ini relatif besar karena *water/binder (W/B) SCC* yang rendah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan beton segar SCC melewati corong pada pengujian *V-Funnel* yang paling optimum adalah 7,15detik pada kadar abu ampas tebu 5 %. Sama seperti *slump flow*, semakin tinggi kadar abu ampas tebu yang diberikan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan beton segar SCC untuk mengalir.

3) *L-Box Test*

$\geq 0,8$ (EFNARC, 2002)

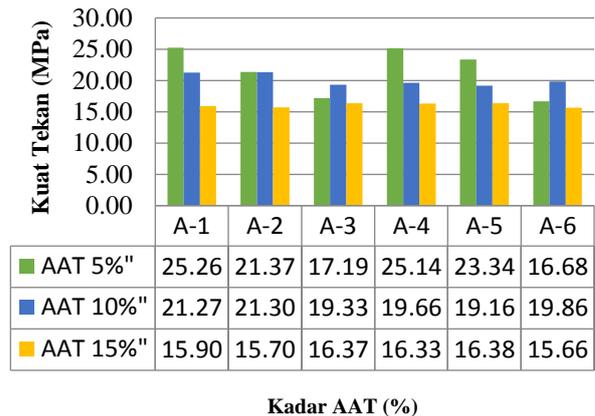


Gambar 7. Hubungan antara komposisi binder dan nilai PL dengan dosis *viscocrete* yang berbeda

Berdasarkan hasil pengujian *L-Box* didapat nilai yang bervariasi dari 1,23-1,57 detik untuk persentase abu ampas tebu 0 - 15%, sedangkan menurut EFNARC (2002) nilai *L-Box* sebesar $\geq 0,8$. Berdasarkan Gambar 5.5, dapat dilihat bahwa *passing ratio* meningkat dengan peningkatan persentase abu ampas tebu dalam SCC. Campuran SCC menggunakan abu ampas tebu paling optimum untuk persentase 10 % yaitu sebesar 1,66. Hal ini dikarenakan meningkatnya viskositas, karena ampas tebu menyerap air bebas dan menjadikan beton lebih homogen. Semakin meningkat kadar ampas tebu maka campuran SCC menjadi lebih homogen sehingga tidak terjadi pemisahan agregat kasar ketika melewati besi tulangan yang berada di pangkal *L-Box*.

b) Pengujian Kuat Tekan beton

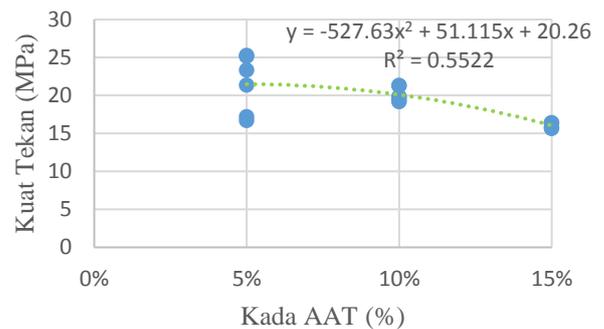
Pemeriksaan kuat tekan beton dilaksanakan pada saat beton berumur 28. Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan pada 3 variasi penambahan abu ampas tebu penggantian sebagian semen sebesar 5%, 10,5, dan 15% dan penambahan *viscocrete-1003* sebesar 1,2%, 1,4%, dan 1,6% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tekan ditampilkan dalam gambar 4.



Kadar AAT (%)

Gambar 8. Perbandingan kuat tekan beton dengan variasi penambahan abu ampas tebu

Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan *selfcompacting concrete* dengan berbagai variasi persentase substitusi semen dengan serbuk abu ampas tebu, semakin kecil bahan penganti sebagian semen maka semakin tinggi kuat tekan beton tersebut. Hal ini berarti dengan penambahan abu ampas tebu dapat mempengaruhi kuat tekan beton mutu tinggi. Dapat dilihat perbandingan kuat tekan beton variasi abu ampas tebu 5%; 10%; dan 15%. Pada saat umur 28 hari terlihat penggunaan penambahan abu ampas tebu 5% dengan kode benda uji BNAT-4 memiliki nilai kuat tekan beton tertinggi yaitu sebesar 25,48 MPa serta terdapat nilai uji kuat tekan terendah pada variasi abu sekam padi 15% dengan kode benda uji BNAT-2 yaitu sebesar 15,70 MPa.

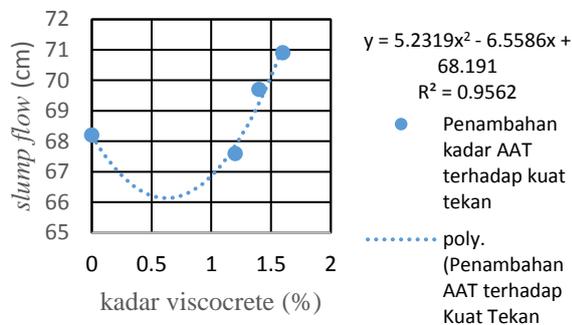


Gambar 9. Penambahan kadar AAT terhadap kuat tekan

Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton, menurun seiring dengan penambahan kadar abu ampas tebu. Nilai kuat tekan beton maksimum terjadi pada penambahan abu ampas tebu 5% dan kadar *viscocrete-1003* yaitu sebesar 25,48 Mpa. Penambahan abu ampas tebu sangat berpengaruh pada kuat tekan beton, semakin banyak abu ampas tebu yang digunakan maka kuat tekan beton akan semakin rendah. Gambar 5.4 dapat dilihat dengan penambahan abu sekam padi 5% nilai kuat tekan beton memiliki rentang atau jarak

pada masing-masing benda uji. Pada penambahan abu ampas tebu 10% nilai kuat tekan antar benda uji memiliki selisih yang tidak jauh antar benda uji, sedangkan pada penambahan abu ampas tebu 15% kuat tekan beton pada masing-masing benda uji tidak terlalu jauh. Berdasarkan persamaan $y = -0,0164x^2 - 0,508x + 27,53$ dapat dihitung nilai kuat tekan pada penambahan abu ampas tebu 5%; 10% dan 15% masing-masing sebesar 21,50 Mpa; 20,10 Mpa; dan 16,06 MPa. Dari hasil persamaan tersebut semakin besar penambahan abu ampas tebu maka nilai kuat tekan beton akan semakin kecil, dengan penurunan kuat tekan pada variasi 5% ke 10% sebesar 6,96 % dan penurunan pada variasi 10% ke 15% sebesar 25,1%.

Berdasarkan tabel pengujian kuat tekan diatas dapat diketahui hubungan variasi *superplasticizer*



Gambar 9. Hubungan Kuat nilai *slump low* dan *Superplasticizer*

Gambar 9 tampak bahwa dengan bertambahnya variasi *Superplasticizer* maka semakin tinggi nilai *slump*. Hal ini disebabkan dengan semakin banyak variasi *Superplasticizer* maka tingkat kelecakan atau *workability* cukup baik meskipun pada pengujian kuat tekan cukup kecil. Nilai *slump flow* yang didapat pada setiap variasi *superplasticizer* 1,2 %, 1,4 %, dan 1,6 % yaitu sebesar 67,6 cm, 69,7 cm, dan 70,9 cm. Nilai *slump* optimum yang diperoleh yaitu 70,9 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil analisa penelitian *Self Compacting Concrete* dengan pemanfaatan Abu Ampas Tebu dan *Superplascizer* jenis *Viscocrete-1003* diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen justru mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan maksimal pada umur 28 hari didapat pada komposisi campuran variasi abu ampas tebu dengan persentase 5 % dari berat semen yaitu sebesar 21,50 Mpa, sedangkan pemakaian abu

ampas tebu sebesar 10%, dan 15 % menyebabkan penurunan kuat tekan. Besarnya kuat tekan untuk kadar abu ampas tebu 5 % dan 10 % berturut-turut adalah 20,50 MPa dan 16,10 MP. Penambahan abu ampas tebu pada kadar 5% ke 10% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 1,23% dan penurunan juga terjadi pada kadar 10% ke 15% sebesar 14,90%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kuat tekan beton di sebabkan karena adanya pengurangan dari berat semen.

2. Penambahan abu ampas tebu terhadap pengujian beton pada kondisi segar (*fresh properties*) dari variasi 3 % ; 5 % dan 15 % telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh EFNARC. Hal ini di karenakan abu ampas tebu dapat mengisi kekosongan pada celah atau rongga antara agregat halus sehingga membuat beton menjadi lebih padat. Pada pengujian *J-Ring* (T50 cm dan *slump flow*) campuran beton SCC dengan abu ampas tebu 5 % memiliki sifat *passingability* yang baik yaitu 2,38 detik untuk mengalir dan mencapai diameter 50 cm dengan waktu yang lebih pendek dibandingkan dengan campuran beton SCC dengan penggantian kadar abu ampas tebu 10 -15 %. Pada pengujian *V-Funnel* menunjukkan bahwa campuran beton SCC paling optimum adalah 7,15 detik dengan abu ampas tebu 5 % lebih cepat keluar dari alat *V-funnel*. Kondisi ini menunjukkan bahwa beton SCC dengan abu ampas tebu memiliki *filling ability* yang lebih baik. Sedangkan pada pengujian *passing ratio* dengan alat *L-Box* meningkat dengan peningkatan persentase abu ampas tebu dalam SCC. Campuran SCC menggunakan abu ampas tebu paling optimum untuk persentase 10 % yaitu sebesar 1,66.

3. Penambahan *viscocrete-1003* dari ke tiga pengujian yaitu *J-ring*, *V-funnel*, dan *L-box* dengan variasi kadar *viscocrete-1003* yang berbeda cukup berpengaruh pada *flowability* dari beton. Hal ini dikarenakan reaksi pada *superplasticizer* yang menyebabkan fluiditas pada campuran sehingga mampu meningkatkan *flowability*. Semakin banyak kadar *viscocrete-1003* yang digunakan akan semakin berpengaruh pada *flowability* dan *workability*, hanya saja karena pengaruh kadar ampas tebu yang menyerap air, jadi pengaruh dari penggunaan *viscocrete-1003* tidak terlihat secara signifikan.

B. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu beberapa saran untuk ditindaklanjuti yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan memperbanyak jumlah benda uji agar data yang diperoleh lebih banyak dan lebih akurat.
2. Penelitian SCC dengan menggunakan bahan mineral pengganti dan *pozollan* yang lain.
3. Penelitian lanjutan dengan menggunakan alat uji ketahanan beton segar SCC terhadap segregasi.
4. kesalahan yang terjadi dapat dihindari sekecil mungkin, baik oleh faktor *human error* atau juga kesalahan pada alat dan bahan penelitian.
5. Pemodelan analisis lebih lanjut menggunakan software MATLAB untuk membandingkan antara hasil pengujian yang asli dengan hasil pemodelan yang di tampilkan dalam bentuk 3D yang di dasarkan pada simulasi numerik di software MATLAB.

SNI 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Bandung: Badan Standar Nasional

SNI 03-1970-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Bandung: Badan Standar Nasional

SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles*. Bandung: Badan Standar Nasional

SNI 03-2471-1991. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Bandung: Badan Standar Nasional

DAFTAR PUSTAKA

- BS EN 12350-8. (2010). *Testing Self Compacting Concrete : Slump Flow Test*, British Standard Int.
- BS EN 12350-9. (2010). *Testing Self Compacting Concrete : V-Funnel Test*, British Standard Int.
- BS EN 12350-10. (2010). *Testing Self Compacting Concrete : L-Box Test*, British Standard Int.
- BS EN 12350-11. (2010). *Testing Self Compacting Concrete : Sieve Segregation Test*, British Standard Int.
- Christiadi, S., 2014. *Pengaruh Variasi Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) Sebesar 5% Sebagai Bahan Pengganti sebagian Semen*, Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Citrakusuma, JL., 2012. *Kuat Tekan Self Compacting Concrete Dengan Kadar Superplasticizer Yang Bervariasi*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
- EFNARC. 2002. *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*. Surrey GU9 7EN, UK
- Mulyono, Tri., 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Okamura, H & Ouchi, M. 2003. Self- Compacting Concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*. 1: 1 dan 5-15.
- SNI 1990-2002. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Bandung: Badan Standar Nasional