

PENGGUNAAN *FLY ASH* DAN *VISCOCRETE* PADA *SELF COMPACTING CONCRETE*

Handoko Sugiharto, Gideon Hadi Kusuma

Dosen Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra

Agus Himawan, David Surya Darma

Alumni Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra

ABSTRAK

Self Compacting Concrete (SCC) memberikan solusi baru dalam dunia teknologi beton karena tidak memerlukan vibrator untuk pematatannya. SCC telah digunakan dan dikembangkan di luar negeri, tetapi di Indonesia belum begitu dikenal, dikarenakan belum adanya penelitian tentang SCC di Indonesia.

Pada penelitian awal ini dilakukan *trial mix* untuk mengetahui karakteristik dan memperkirakan komposisi bahan yang dibutuhkan untuk SCC. Kemudian dari *trial mix* tersebut ditetapkan variabel-variabel berubah dan variabel-variabel tetap yang akan diuji pada *trial mix* selanjutnya. Pengujian *workability* dilakukan dengan alat *slump cone* sedangkan pengujian *flowability* dilakukan dengan alat *L-shaped box*. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, ternyata harus digunakan *viscocrete* untuk mendapatkan kondisi *self compactibility*.

Untuk komposisi semen dengan bahan pengisi *fly ash* dilakukan dengan komposisi *binder* (semen : *fly ash*) 10:0, 8:2, 7:3, 6:4 dan sampai batas *flowability* dan *workability* yang dapat dikerjakan, yaitu 5:5. Penggunaan dosis *viscocrete* 1.5 % dan 2 % tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada tiap komposisi *binder*. Dari segi *workability*, *flowability* dan kuat tekan beton, komposisi *binder* 6:4 dan dosis *viscocrete* 1.5 % merupakan kondisi yang optimal.

Kata kunci: *self compacting concrete*, *fly ash*, *flowability*, *workability*.

ABSTRACT

Self Compacting Concrete (SCC) gives a new solution in concrete technology, since SCC does not need vibrator for compacting. SCC has been used and developed abroad, however in Indonesia SCC is not used because there is no research about SCC yet.

In this preliminary research, *trial mix* is performed to understand the characteristics and to calculate the materials composition to be used in SCC. From this *trial mix*, some variables are fixed and others are varied. This variable is examined further in the next *trial mix*. The *workability* is examined using *slump cone* method and *flowability* using *L-shaped box*. From this test, it is found out that to get the condition of *self compactibility*, *viscocrete* must be used.

The *binder* (cement-fly ash) composition, is examined using 10:0, 8:2, 7:3, 6:4 cement to fly ash ratio, until the maximum of *flowability* and *workability*, which is 5:5. *Viscocrete* dose 1.5 % and 2 % did not show a significant difference for all *binder* composition. From the *workability*, *flowability* and strength point of view, *binder* composition 6:4 and *viscocrete* dose 1.5 % gives the optimal condition.

Keywords: *self compacting concrete*, *fly ash*, *flowability*, *workability*.

Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2001. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Dimensi Teknik Sipil Volume 3, Nomor 2 September 2001.

PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi dari tahun ke tahun semakin berkembang, baik dari segi desain maupun metode-metode konstruksi yang dilakukan. Dalam pekerjaan konstruksi beton, pemadatan atau vibrasi beton adalah pekerjaan yang mutlak harus dilakukan untuk suatu pekerjaan struktur beton bertulang konvensional. Tujuan dari pemadatan itu sendiri adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen dan tidak terjadi rongga-rongga di dalam beton (*honey-comb*). Konsekuensi dari beton bertulang yang tidak sempurna pematannya, diantaranya dapat menurunkan kuat tekan beton dan kekedap airan beton sehingga mudah terjadi karat di besi tulangan [1].

Pengecoran beton konvensional pada *beam column joint* yang padat tulangan dengan alat vibrator belum menjamin tercapainya kepadatan secara optimal. Di samping itu penggunaan alat vibrator pada daerah yang padat bangunan dapat menimbulkan polusi suara yang mengganggu sekitarnya. Dalam penelitian *Self Compacting Concrete* (SCC) ini dapat digunakan bahan pengisi, untuk hal tersebut dapat digunakan *fly ash*, serbuk *limestone*, *silica fume* atau yang lainnya [2]. *Fly ash* merupakan limbah dari sisa pembakaran batu bara yang tidak terpakai dan terbuang sehingga diharapkan melalui SCC, limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mempelajari dan menganalisa SCC.
2. Mengetahui peranan dan pengaruh *fly ash* pada SCC.
3. Melihat pengaruh *viscocrete admixtures* pada SCC.
4. Mendapatkan komposisi SCC yang optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi SCC

SCC adalah campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat (vibrator).

Komposisi Agregat Kasar

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 supaya bisa mengalir dan memadat sendiri tanpa alat pemadat.

Bahan Campuran pada SCC

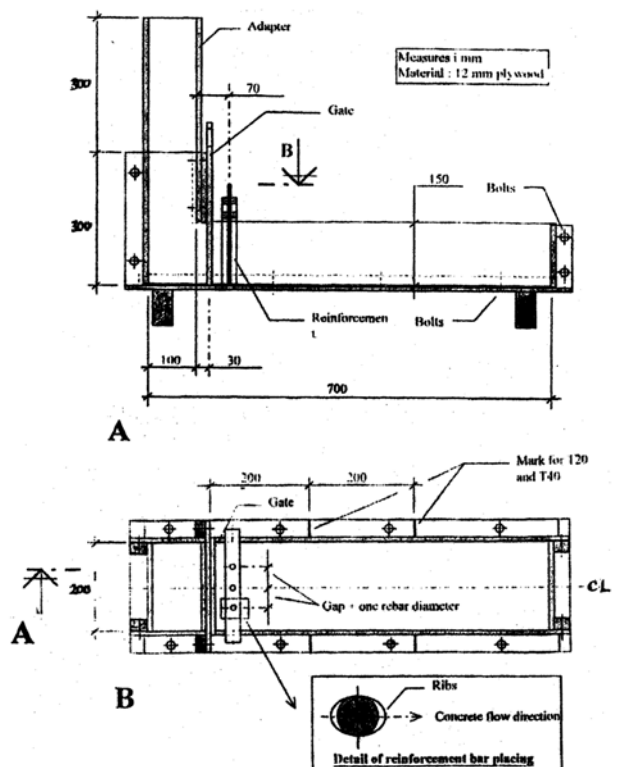
1. SCC memerlukan agregat halus yang lebih banyak dibandingkan dengan beton konvensional.
2. Ukuran agregat kasar biasanya antara 12 mm sampai 20 mm.
3. Semen dan *fly ash* diberikan sesuai perbandingan *binder*.
4. Untuk mendapatkan workabilitas yang tinggi dan homogenitas beton diperlukan *viscocrete admixtures* [3].

Viscocrete

Concrete admixtures yang digunakan untuk penelitian adalah *Sika Viscocrete*. Penggunaan dosis *viscocrete* pada penelitian ini diberikan antara 1% sampai 2% dari jumlah semen [4].

Flowability

Untuk pengujian *flowability* digunakan *L-shaped box* atau disebut juga *Swedish Box*[3]. Data gambar untuk alat ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *L-Shaped Box*

Workability

Untuk pengujian *workability* digunakan *slump cone*. Kondisi beton harus dilihat dan dicek,

antara lain homogenitas dari beton tersebut, dilihat dengan kondisi beton tidak terjadi segregasi, *bleeding*, dan agregat tersebar merata [3].

Binder

Istilah *binder* pada SCC adalah semen ditambah *fly ash*.

Keunggulan SCC

1. Segi durabilitas:
 - Meningkatkan homogenitas dari beton.
 - Dapat membungkus tulangan dengan baik.
 - Porositas dari matrik beton yang rendah.
 - *No carbonation, no chloride ingress.*
2. Segi produktivitas:
 - Pengecoran yang cepat.
 - Pemompaan yang lebih mudah.
 - Pekerjaan pemadatan tidak perlu dilakukan lagi.
3. Segi tenaga kerja:
 - *Human error* akibat pemadatan yang kurang sempurna dapat dihilangkan.
 - Angka kecelakaan tenaga kerja dapat diperkecil.
 - Tidak ada polusi suara akibat vibrator.
 - Tidak terjadi *Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS)*.
 - Tidak terjadi *White Fingers* akibat gangguan peredaran darah.

METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan Awal Komposisi Tiap Bahan

1. Perbandingan Volume Agregat Kasar dan Agregat Halus
Nilai perbandingan yang diambil adalah antara 1:1, 1:1.25 dan 1:1.5.
2. Komposisi *Binder*
Volume *binder* yang diambil adalah antara 400 kg/m³ sampai dengan 450 kg/m³ [2]. Sedangkan perbandingan semen: *fly ash* (*S:FA*) sebesar 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7.
3. Komposisi *Viscocrete* 3010
Dosis *viscocrete* diberikan antara 1% sampai dengan 2% dari jumlah total *binder* [2].
4. Air
Jumlah air yang diberikan pada saat dilakukan *trial mix* awal adalah sebesar 60% dari jumlah air yang diberikan pada campuran beton konvensional, setelah itu dicek secara *visual* dan kemudian air ditambah sedikit demi sedikit sampai dicapai keadaan yang diinginkan.

Trial Mix Awal

Trial Mix awal bertujuan untuk menyederhanakan variasi komposisi campuran yang akan dilakukan pada percobaan nanti dan menentukan perbandingan agregat kasar dan halus yang optimum. Pada *trial mix* awal ini, yang diutamakan adalah dicapainya kondisi campuran beton yang memenuhi syarat pengujian *flowability* dan *workability*.

Sebelum pelaksanaan *trial mix*, dilakukan penetapan komposisi bahan, meliputi jumlah total dari *binder* sebesar 425 kg/m³ dan dosis *viscocrete* sebesar 1.5%, 2%, 3%. Setelah jumlah *binder* dan dosis *viscocrete* ditentukan kemudian dilakukan *trial mix* dengan komposisi sebagai berikut :

- Jumlah *binder* sebesar 425 kg/m³.
- Komposisi *binder* adalah 8:2.
- Dosis *viscocrete* sebesar 1.5%.

Dari komposisi bahan tersebut dilakukan *trial mix* dengan merubah-ubah perbandingan jumlah agregat kasar dengan agregat halus, kemudian dilakukan pengujian *flowability* dan *workability*. Dari pengujian tersebut didapat bahwa untuk perbandingan yang paling baik dan optimum adalah perbandingan volume agregat kasar dan agregat halus sebesar 1:1.

Setelah perbandingan volume agregat kasar dan agregat halus ditentukan, dilakukan *trial mix* lagi untuk menentukan perkiraan awal jumlah air untuk setiap komposisi *binder*, yaitu dengan menetapkan perbandingan agregat kasar dan agregat halus serta dosis *viscocrete* kemudian komposisi *binder* diubah-ubah. Dari pengujian-pengujian tersebut dapat diperkirakan jumlah air yang akan diberikan, misalnya, untuk komposisi *binder* 8:2 diperkirakan jumlah air sekitar 130 l/m³, komposisi *binder* 7:3 diperkirakan 110 l/m³.

Perhitungan Waktu Saat Pengujian

1. Perhitungan waktu saat pengujian *flowability* dengan *L-shaped box* (Gambar 1) digunakan 2 buah *stopwatch*. Sedangkan pengujian *workability* dengan *slump cone* menggunakan 1 buah *stopwatch* dan sebuah alat pengukur panjang untuk mengukur diameter maksimum aliran beton.
2. Perhitungan waktu *stopwatch* dijalankan saat penutup pintu pada alat *L-shaped box* dibuka secara keseluruhan dan pada saat aliran beton tersebut mulai mengalir secara konstan.

3. Untuk *stopwatch* pertama, perhitungan waktu dihentikan pada saat aliran beton mencapai garis batas 40 cm dari sisi dalam *L-shaped box* (FL_{40}). Sedangkan *stopwatch* kedua perhitungan waktu dihentikan saat aliran beton mencapai ujung dari *L-shaped box* (FL_{max}).
4. Untuk pengukuran waktu pada pengujian *workability*, *slump cone* diangkat perlahan-lahan sehingga aliran beton secara perlahan mulai turun mengalir. Aliran beton harus mengalir secara bersambung tidak boleh terputus. *Stopwatch* dijalankan pada saat beton tersebut mulai mengalir tanpa terputus dan dihentikan sampai *slump flow* dari beton tersebut mencapai diameter 50 cm (SF_{50}). Setelah aliran beton berhenti mengalir, dilakukan pengukuran untuk diameter dari aliran beton yang paling maksimum (SF_{max}).

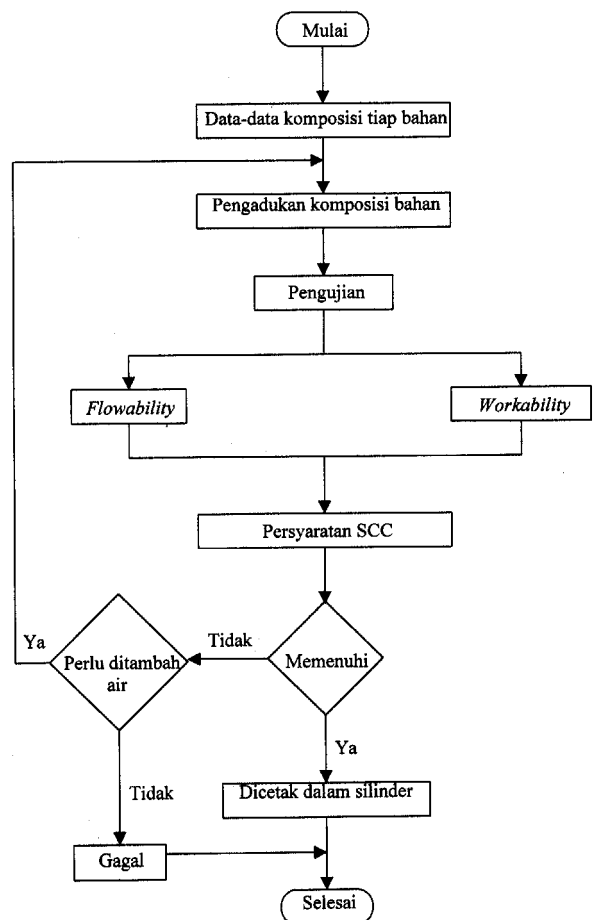
Langkah-langkah *trial mix* dan pengujian dari awal sampai akhir adalah sebagai berikut :

1. Kerikil dan pasir pada kondisi *saturated surface dry* (SSD).
2. Disiapkan cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Kerikil dan pasir diayak terlebih dahulu kemudian ditimbang. Setelah itu dimasukkan ke dalam molen.
4. Semen dan *fly ash* ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam molen.
5. *Viscocrete* ditimbang kemudian dicampurkan ke dalam air yang telah disiapkan dalam gelas ukur. Sebelum campuran air dengan *viscocrete* dimasukkan ke dalam molen, molen yang berisi campuran kerikil, pasir, semen dan *fly ash* diputar. Setelah pencampurannya sudah merata air yang telah dicampurkan dengan *viscocrete* dimasukkan ke dalam molen.
6. Jika air yang dicampur dengan *viscocrete* sudah diberikan sampai habis, sedangkan melalui pengujian *flowability* dan *workability* hasil *trial mix* tersebut tidak memenuhi syarat maka diberikan lagi tambahan air. Penambahan air dilakukan dengan diberikan dahulu tambahan air sebesar 5 % dari total jumlah air. Setelah itu baru kemudian air yang telah ditakar dalam gelas ukur diberikan sampai diperkirakan mencapai kondisi yang paling optimal.
7. Saat adukan beton diisikan ke dalam *L-shaped box*, beton tidak boleh dirojok. Pengujian *flowability* ini dilakukan sebanyak 2 kali.
8. Setelah itu dilakukan pengujian *workability*

dengan menggunakan *slump cone* sebanyak 1 kali.

9. Kemudian diukur penambahan air yang diberikan dan dijumlah dengan takaran yang sebelumnya. Dari jumlah air tersebut kemudian dibagi dengan jumlah total *binder* yang digunakan. Dari hasil pembagian tersebut diperoleh nilai *water-binder ratio*.
10. Setiap adukan beton rata-rata jumlah cetakan silinder yang terisi penuh didapat sebanyak 7 buah benda uji, yang nantinya akan diuji kuat tekannya.
11. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton mencapai umur 7, 14, 28 dan 56 hari.

Secara garis besar langkah-langkah *trial mix* dapat dilihat diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir *Trial Mix Self Compacting Concrete*

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

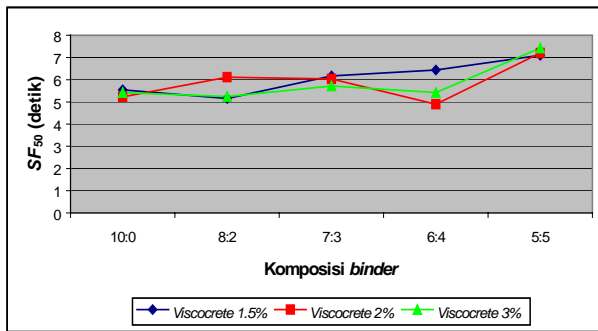
Hasil pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu beton cair dan beton keras. Pada saat beton cair dilakukan pengujian *flowability* dan *workability*, sedangkan pada

saat beton keras dilakukan pengujian terhadap kuat tekan beton. Grafik hubungan antara komposisi binder dengan dosis *viscocrete* untuk pengujian *workability*, *flowabilty* dan kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5.

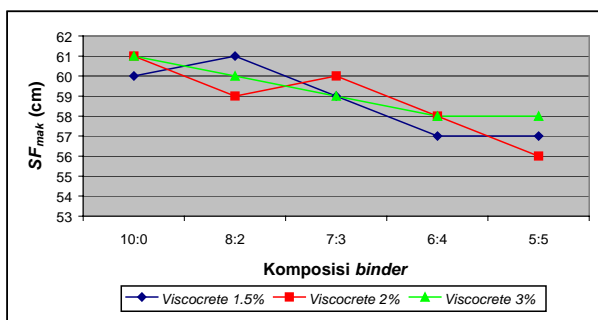
Pengaruh Komposisi Binder dan Dosis Viscocrete terhadap Workability dari Beton

Penggunaan *fly ash* yang semakin banyak cenderung memperkecil diameter maksimum yang dicapai dan juga memperlambat waktu dari Slump Flow 50 cm (SF_{50}). Pada pengujian dengan komposisi binder 5:5, nilai rata-rata diameter maksimum yang dicapai SF_{max} , (Gambar 3a dan 3b) adalah 57 cm sedangkan komposisi yang lain mencapai 59 cm.

Penggunaan dosis *viscocrete* sebesar 2% cenderung meningkatkan *workability* sedangkan penggunaan dosis *viscocrete* 3% tidak menunjukkan perbedaan yang berarti.



Gambar 3a. Hubungan antara Komposisi Binder dan Nilai SF_{50} dengan Dosis *Viscocrete* yang Berbeda



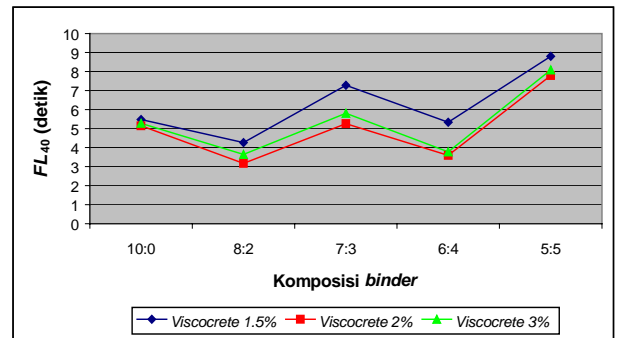
Gambar 3b. Hubungan antara Komposisi Binder dan Nilai SF_{max} dengan Dosis *Viscocrete* yang Berbeda

Pengaruh Komposisi Binder dan Dosis Viscocrete Terhadap Flowability Beton

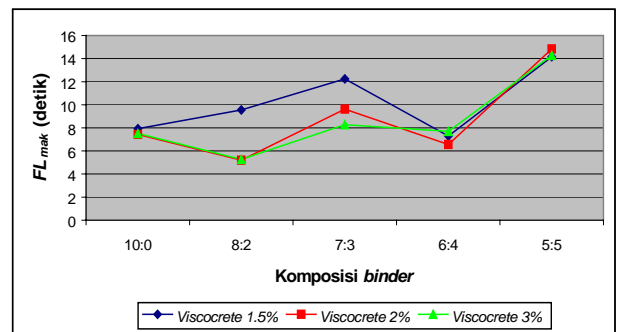
Dengan semakin banyaknya *fly ash*, aliran beton cenderung lebih lambat. Hal ini tidak jauh berbeda dengan pengaruh *fly ash* pada

pengujian *workability*. Hasil pengujian ini rata-rata memenuhi standar persyaratan pengujian *flowability*, hanya pada pengujian komposisi binder 5:5 dengan berbagai dosis *viscocrete*, *flowability* dari aliran beton kurang begitu baik (Gambar 4a dan 4b).

Untuk penggunaan *viscocrete* pada pengujian *flowability* ini tidak terlalu ada perbedaan yang besar pada tiap komposisi. Hasil dari pengujian dosis 3% tidak jauh berbeda dengan dosis *viscocrete* sebesar 2%.



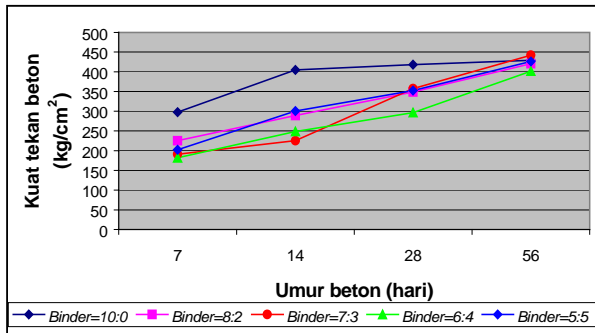
Gambar 4a. Hubungan antara Komposisi Binder dan Nilai FL_{40} dengan Dosis *Viscocrete* yang Berbeda



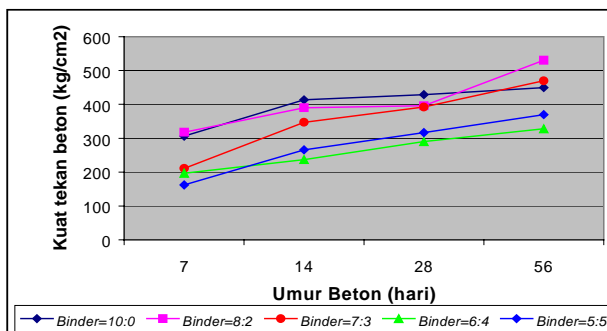
Gambar 4b. Hubungan antara Komposisi Binder dan Nilai FL_{max} dengan Dosis *Viscocrete* yang Berbeda

Pengaruh Komposisi Binder dan Dosis Viscocrete terhadap Kuat Tekan dari beton

Untuk penggunaan *viscocrete*, dosis sebesar 2% cenderung mempunyai kuat tekan lebih besar dibandingkan dengan dosis 1.5%. Tetapi hal ini tidak terjadi pada komposisi binder 6:4 dan 5:5 (Gambar 5a dan 5b). Hal ini bisa disebabkan kurangnya bahan pengikat (semen) dalam komposisi tersebut, sehingga *viscocrete* tidak dapat berfungsi dengan maksimal.



Gambar 5a. Hubungan antara Komposisi *Binder* dan Kuat Tekan Beton dengan Dosis *Viscocrete* 1.5%.



Gambar 5b. Hubungan antara Komposisi *Binder* dan Kuat Tekan Beton dengan Dosis *Viscocrete* 2%.

DISKUSI DAN KESIMPULAN

Dari percobaan dan pengujian yang dilakukan, didapat beberapa hal yang berpengaruh terhadap *Self Compacting Concrete*, yaitu:

1. Batas penggunaan *fly ash* sampai pada perbandingan *binder* 5:5. Diamati bahwa untuk penggunaan *fly ash* yang lebih banyak dari semen menyebabkan jumlah air yang dibutuhkan semakin berkurang. Dengan sedikitnya jumlah air tersebut *trial mix* tidak dapat mengalami kondisi *workable* dan *flowable*. Tetapi dengan ditambahkan air, *trial mix* tersebut mengalami kondisi dispersi dan *segregasi* Sehingga untuk penggunaan *fly ash* yang lebih banyak dari semen tidak dapat ditentukan komposisi bahan yang tepat karena tinjauan dari segi *workability* dan *flowability*.
2. Untuk penggunaan *viscocrete* dalam SCC merupakan hal yang mutlak harus diberikan. Tanpa diberikan *viscocrete*, *trial mix* tidak akan dapat mengalami keadaan *self compactibility*, meskipun *trial mix* dibuat mendekati beton sangat cair tetapi tetap

tidak dapat memenuhi syarat *flowability* dan *workability*. Penggunaan *viscocrete* 1.5% dan 2% tidak menunjukkan perbedaan-perbedaan yang signifikan.

3. Dari hasil pengujian SCC didapat bahwa untuk komposisi *binder* 6:4 dan dosis *viscocrete* 1.5% merupakan kondisi yang optimal, baik ditinjau dari segi *workability*, *flowability* dan kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

1. MBT Indonesia News, *Self Compacting Concrete*, SKW-MBT, November 1999.
2. Sika., *Mix design for Self Compacting Concrete*, Sika Viscocrete Technology.
3. Okamura, H., *Self-Compacting High-Performance Concrete*, Ferguson Lecture, New Orleans, November 6, 1996.
4. Burge, Theodor A., *Viscocrete Technology*, General Manager's Meeting 1999 Parkhotel Waldhaus, CH-7018 Flims, Zurich, July 5-10, 1999.
5. Agus H. dan David S., *Penelitian Awal Metode Self Compacting Concrete*. Skripsi Sarjana-Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Kristen Petra, 2000