

Analisis Pengaruh Kuat Tekan dan Porositas Beton Dengan Penggunaan *High Volume Fly Ash* Dan Penambahan *Admixture (Hyperplasticizer)* Pada *Self Compacting Concrete*

Champi Andita Bagas Trenggono

Mahasiswa S1-Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: champiandita@gmail.com

Abstrak

Self Compacting Concrete (SCC). *Self Compacting Concrete (SCC)* dapat didefinisikan sebagai jenis beton yang dapat memadatkan sendiri tanpa memerlukan proses pemadatan bantuan seperti vibrator atau metode lainnya. *Self-compacting concrete (SCC)* mensyaratkan kemampuan mengalir (*workability*, *passing ability* dan *flowability*) yang baik pada kondisi beton segar. Pada penelitian ini berfokus untuk melihat pengaruh penambahan *High Volume Fly Ash* yang menggantikan kadar dari semen dalam campuran beton yang bertujuan untuk meningkatkan *workability*, *passing ability* dan *flowability* campuran pada kondisi segar yang juga akan didukung oleh penggunaan *admixture (hyperplasticizer)* yang berbahan dasar *polycarboxylate*, penggunaan *admixture* dengan jenis *high range water reducer* ini memungkinkan pengurangan penggunaan air pada campuran namun *workability*, *passing ability* dan *flowability* dapat terjaga.

Pada penelitian ini, akan dilaksanakan penelitian campuran *High Volume Fly Ash* menggunakan kadar 50%, 52,5%, 55% dari berat semen yang digunakan. Tiap kadar yang akan diteliti masing-masing diambil tiga buah benda uji silinder untuk uji kuat tekan dan dua buah benda uji untuk uji porositas. Pengujian silinder akan dilakukan pada 28 dengan menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine* dan juga kemudian akan juga dilakukan uji porositas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya peningkatan dalam *workability*, *passing ability*, dan *flowability* campuran dalam kondisi segar dengan nilai yang telah memenuhi beberapa referensi seperti ASTM dan juga EFNARC pada campuran dengan kadar penambahan *high volume fly ash* sebesar 50% dan kadar penggunaan *hyperplasticizer* sebesar 0,035%. Kondisi segar dari campuran yang membaik tersebut diikuti juga oleh membaiknya nilai porositas pada kadar HVFA 50% yaitu mencapai 0,19% sedangkan nilai kuat tekan terbaik pada penggunaan HVFA mencapai 19,46 MPa yang didapatkan pada umur beton 28 hari

Kata kunci: *Self Compacting Concrete*, *High Volume Fly Ash*, *Hyperplasticizer*, *Workability*, *Passing ability*, *Flowability*,

Abstract

Self Compacting Concrete (SCC) can be defined as a type of concrete that can self-compact without using any type of compacting processes such as vibration and others method. *Self Compacting Concrete (SCC)* require a good *workability*, *passing ability*, and *flowability* in the fresh concrete state. This research is focusing to see the effect of the addition of *high volume fly ash* that substitutes the amount of cement in the concrete mixture to improve the *workability*, *passing ability*, and *flowability* of fresh concrete state that will be supported by the used of *admixture (Hyperplasticizer)* that based on *polycarboxylate*, the use of *admixture* with the type of *high range water reducer* help to reduce the use of water on the concrete mixtures while maintaining the *workability*, *passing ability*, and the *flowability*.

This research will use *high volume fly ash* with 50%, 52,5%, and 55% of cement proportion. Three cylinders are used for compressive strength test and two cylinders for porosity test from each proportion, the cylinder test will be carried out on the 28 days of cylinder age with the use of the universal testing machine and will also carry a porosity test.

The result of this research shows that there are increased in *workability*, *passing ability*, and *flowability* of the mixtures in the fresh concrete state with a value that fulfill some of the references such as ASTM and EFNARC on the mixture with the amount of addition of *high volume fly ash* by 50% with the use of *hyperplasticizer* 0,36%. This increases in the fresh concrete are followed by the improvement on the porosity value on the amount of HVFA 50% which reaches 0,19%, while the best value from the compressive strength test on the use of HVFA reaches 19,46 MPa that was gain from 28 days of concrete age.

Keyword: *Self Compacting Concrete*, *High Volume Fly Ash*, *Hyperplasticizer*, *Workability*, *Passing ability*, *Flowability*.

PENDAHULUAN

Self Compacting Concrete (SCC) dapat didefinisikan sebagai jenis beton yang dapat memadatkan sendiri tanpa memerlukan proses pemadatan bantuan seperti vibrator atau metode lainnya. *Self Compacting Concrete (SCC)* memiliki spesifikasi: (1) sifat beton segar: dapat memadat sendiri (2) umur awal: tidak ada cacat awal dan (3) setelah mengeras: dapat melawan kerusakan yang ditimbulkan oleh faktor eksternal (Nugraha, P. 2007).

Fly ash sendiri merupakan material limbah dari pembakaran batu bara, dimana dengan adanya penggantian semen dengan material limbah maka terjadi penghematan dalam segi biaya produksi dan lingkungan. *High Volume Fly Ash (HVFA)* adalah fly ash kelas F atau kelas C dengan kadar di atas 50% dari semen yang digunakan, dimana penggunaan fly ash dengan kadar di atas 50% atau lebih dari berat total binder dapat meningkatkan *workability*, kekuatan dan durabilitas dari beton tersebut (Malhotra dan Mehta, 2003). Kandungan fly ash sendiri sebagian besar terdiri dari silikat dioksida (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3), dan kalium (CaO), serta magnesium, potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah yang lebih sedikit (Nugraha, P. 2007).

Penggunaan bahan tambahan, yaitu *hyperplasticizer* yang merupakan bahan campuran untuk beton yang berfungsi apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat menghasilkan varian dengan tingkat fluiditas yang tinggi dan meningkatkan kekuatan awal yang cepat yang disebut dengan *High Early Strength Self Compacting Concrete (HESSCC)* (Gunawan, Teddy dan Yusuf Muntu. 2006). Penggunaan kedua material alternatif tersebut menarik peneliti untuk meneliti lebih lanjut perihal perilaku dan pengaruhnya terhadap *self-compacting concrete (SCC)*.

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan dihadapi dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain proporsi campuran *High Volume Fly Ash* dan penambahan *hyperplasticizer* pada *self-compacting concrete (SCC)* yang optimum dalam sifat segar beton, kuat tekan dan porositas beton?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *High Volume Fly Ash* dan penambahan *hyperplasticizer* pada kuat tekan dan porositas *self-compacting concrete (SCC)* dibandingkan beton *Self Compacting Concrete* konvensional terhadap *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shaped Box Test*, *J-Ring Test*?
Ditinjau dari rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:
 1. Untuk mendapatkan desain proporsi campuran *High Volume Fly Ash* dan penambahan *hyperplasticizer* pada *self-compacting concrete (SCC)* yang optimum dalam sifat segar, kuat tekan dan porositas beton.

2. Untuk mendapatkan pengaruh penggunaan *High Volume Fly Ash* dan penambahan *hyperplasticizer* kondisi beton segar dan pada kuat tekan beton dan porositas *self-compacting concrete (SCC)* dibandingkan beton *Self Compacting Concrete* konvensional terhadap *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shaped Box Test*, *J-Ring Test*.

Dengan ini penelitian diharapkan agar hasilnya dapat bermanfaat:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Sebagai salah satu wacana ilmu pengetahuan dan menambah wawasan khususnya pada beton mutu tinggi.
 - b. Mengembangkan percobaan yang sudah pernah dilakukan dan hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya terutama beton *Self Compacting Concrete*.
2. Bagi Akademis
 - a. Dapat menekan penggunaan material semen pada beton *Self Compacting Concrete*.
 - b. Penelitian ini bermanfaat sebagai praktik konkret dalam menerapkan ilmu yang sudah diperoleh selama kuliah di jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Untuk mempermudah di dalam penelitian dan mencegah terjadinya perluasan masalah serta mempermudah dalam memahami masalah, maka adanya pembatasan sebagai berikut:

1. Pengujian beton *SCC* yang dilakukan adalah hanya uji kuat tekan dan porositas.
2. Pengujian campuran beton yang dilakukan adalah uji *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shaped Box Test*, *J-Ring Test*
3. Desain campuran beton yang digunakan adalah desain beton $f_c' 30$ berdasarkan konsep beton *SCC*, antara lain jumlah agregat kasar tak lebih dari 50% volume beton, jumlah agregat halus berkisar 55% dari seluruh agregat.
4. Rasio water/cement dipertahankan 0,45.
5. Menggunakan fly ash dengan type C limbah dari PLTU paiton
6. Menggunakan *hyperplasticizer* type F berbahan dasar polycarboxylate ether polymer, kadar disesuaikan dengan kondisi campuran agar memenuhi karakteristik *Self Compacting Concrete*
7. Batu pecah atau kerikil yang digunakan maksimum berukuran 10 mm
8. Pasir yang digunakan adalah pasir lumajang
9. Benda uji menggunakan beton silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm
10. Semen menggunakan merk semen gresik bertipe OPC (*Ordinary Portland Cement*)

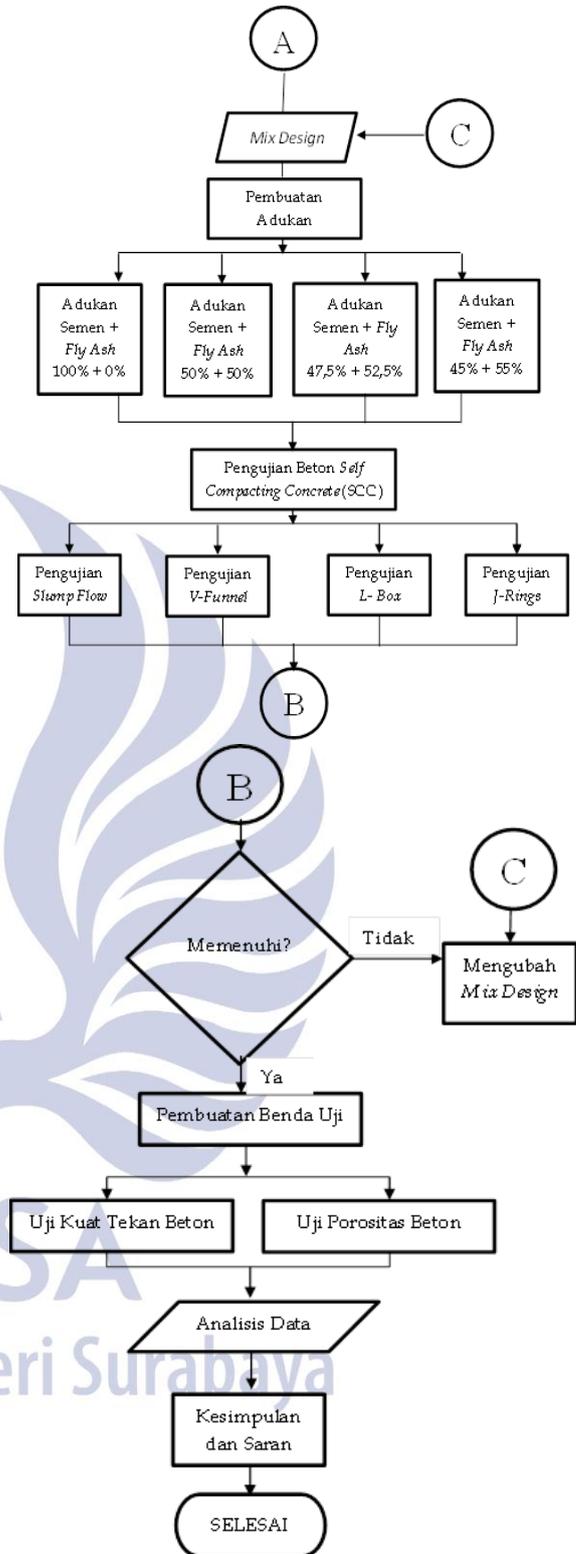
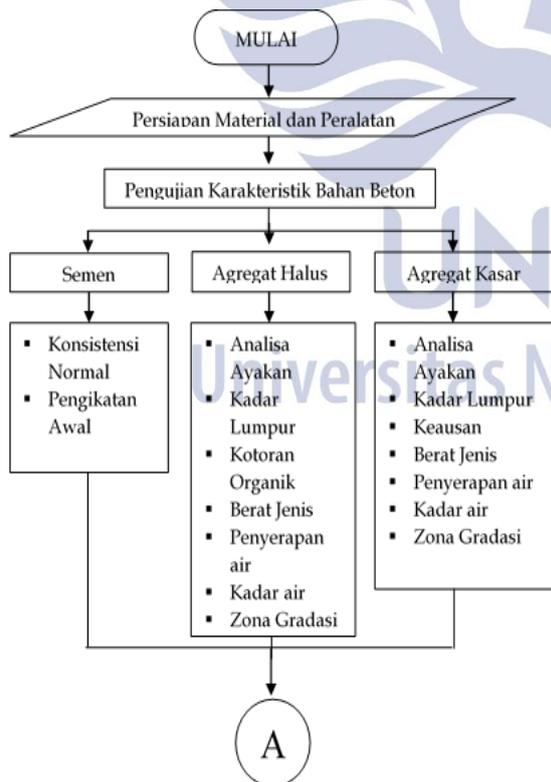
METODE

A. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan disini adalah metode eksperimen yang akan dilaksanakan di laboratorium PT. Merak Jaya Beton. Penelitian ini merupakan jenis eksperimen yang dilakukan dengan cara menambahkan *High Volume Fly Ash* dan *Hyperplasticizer* pada beton *self compacting concrete*. Bentuk benda uji adalah silinder dengan cetakan 150 mm x 300 mm. Pada penelitian ini, akan dilaksanakan penelitian campuran *High Volume Fly Ash* menggunakan kadar 50%, 52,5%, 55% dari berat semen yang digunakan dimana *Fly Ash* ini akan disubstitusikan dengan berat semen yang akan digunakan sedangkan *Hyperplasticizer* digunakan dengan dosis menyesuaikan dari kondisi campuran. Tiap kadar yang akan diteliti masing-masing diambil 3 buah benda uji silinder untuk uji kuat tekan dan 2 buah benda uji untuk uji porositas. Pengujian silinder akan dilakukan pada 28 dengan menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine* dan juga kemudian akan juga dilakukan uji porositas.

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya serta pada PT. Merak Jaya Beton di wilayah Romokalisari Gresik.

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan penelitian dimulai dari persiapan sampai pengambilan kesimpulan dan saran, seperti yang digambarkan dalam diagram alir dibawah ini:



Gambar 1. Flowchart penelitian

B. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat). Variabel bebas berfungsi utama sebagai

acuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan Fly Ash dengan prosentase yaitu 50%, 52,5%, 55% dari berat semen.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat berfungsi untuk mengetahui pengaruh dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan dan porositas beton.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah faktor air semen, kerikil, pasir, air, *hyperplasticizer*, dan alat-alat yang digunakan

C. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat

- a. Satu set alat untuk pengujian bahan dan pembuatan benda uji.
- b. Satu set alat untuk pengujian benda uji :
 - 1) *Slump Cone*
 - 2) *L-Shape Box*
 - 3) *V-Funnel*
 - 4) *J-Ring*
 - 5) *Universal Testing Machine (UTM)*.
 - 6) Alat tulis dan *stopwatch* untuk mencatat hasil pengujian.

2. Bahan

- a. Semen
Semen menggunakan merk Semen Gresik yang didapat dari *Ready Mix* PT. Merak Jaya Beton yaitu tipe *OPC* jenis 1.
- b. Agregat halus
Agregat halus yang digunakan adalah yang dijual di wilayah Surabaya.
- c. Agregat kasar
Agregat kasar yang digunakan adalah yang dijual di wilayah Surabaya.
- d. Air
Air yang digunakan yaitu air yang berasal dari PDAM yang berada di Laboratorium Beton dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- e. *Fly ash* (abu terbang)
Fly ash yang digunakan adalah *type C* dari hasil limbah produksi PLTU Paiton

f. *Hyperplasticizer*

Hyperplasticizer yang digunakan *type F* berbahan dasar *polycarboxylate ether polymer*

D. *Mix Design*

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan perkembangan teknologi dari beton, dimana dalam metode *mix* desainnya juga mengalami perubahan-perubahan dari *mix design* sebelumnya. Mengingat dengan adanya bahan-bahan tambahan seperti *Superplasticizer*, maka dapat memberikan pengaruh pada hasil dari *mix design*. Untuk mendapatkan *mix design* yang optimal pada penelitian sifat fisik dan mekanik pada *Self Compacting Concrete*.

Prosedur perancangan proporsi campuran didapatkan dari perhitungan *mix design* yang disesuaikan dengan konsep dari beton *self compacting concrete*.

Tabel 1 Proporsi Campuran per m³

Bahan Campuran	Variasi Campuran per m ³			
	BSCC (Kg)	HVFA Mix 1 (Kg)	HVFA Mix 2 (Kg)	HVFA Mix 3 (Kg)
Air	205	205	205	205
Semen	455	227,5	216,125	204,75
FA (10%)	-	227,5	238,875	250,25
Kerikil	817	817	817	817
Pasir	998	998	998	998

Keterangan :

HVFA= *High Volume Fly Ash*

BSCC= Beton *Self Compacting Concrete* dasar

Variasi Campuran :

Mix 1 = *Fly Ash* 50% + Semen 50%

Mix 2 = *Fly Ash* 52,5% + Semen 47,5%

Mix 3 = *Fly Ash* 55% + Semen 45%

E. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara merencanakan campuran beton *self compacting concrete* (SCC) berdasarkan perhitungan perbandingan bahan untuk benda uji (*mix design*). Selanjutnya menyiapkan bahan-bahan yang telah dihitung berat sesuai dengan perhitungan dari *mix design*, maka bahan-bahan dimasukkan kedalam mesin molen dan diaduk sampai homogen. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan dan porositas beton adalah berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm.

F. Pengujian Beton SCC

Adapun beberapa jenis pengujian yang digunakan pada beton *self compacting concrete* (SCC) antara lain:

a. *Slump Test*

Alat yang digunakan adalah *slump cone* (*abraham's cone*). bertujuan untuk mengetahui nilai *slump* dari SCC. Dengan mendapatkan hasil nilai *slump* atau penurunan, maka hasil *slump* juga berkaitan dengan hasil uji *slump flow* pada beton segar.

b. *Slump*

Uji *slump flow* ditujukan untuk mengetahui *filling ability* (kemampuan mengisi ruang) dari beton. Alat yang digunakan adalah *slump cone* (*abraham's cone*).

c. *V-Funnel*

Uji *V-Funnel* ditujukan untuk mengetahui *filling ability* (kemampuan mengisi ruang) dan ketahanan terhadap segregasi.

d. *L-Shape Box*

Uji *L-Shaped Box* ditujukan untuk mengetahui *passing ability* (kemampuan beton untuk melewati tulangan).

e. *J-Ring*

Uji *J-Ring* ditujukan untuk *passing ability* (kemampuan beton untuk melewati tulangan).

G. Pengujian Kuat Tekan dan Porositas Beton

a. Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari silinder beton yang mewakili spesimen beton dalam *mix design* menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)*. Pengujian ini dilakukan pada saat beton berusia 28 hari dengan sebanyak 5 benda uji. Jumlah data yang diambil dari masing-masing pengujian adalah sebanyak 3 buah benda uji.

Rumus yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan beton yaitu (Antono, 1995) :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (3.1)$$

keterangan :

Fc' = kuat tekan (Mpa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

b. Porositas Beton

Pada umumnya material beton mutu tinggi adalah sama dengan beton normal, dengan nilai porositas beton yang terjadi adalah cukup kecil sehingga didapatkan tingkat kepadatan yang cukup tinggi. Nilai porositas beton ditentukan oleh faktor air semen (FAS) dari pasta. Semakin kecil FAS, maka akan semakin kecil porositasnya. Porositas suatu bahan secara umum dapat dinyatakan dengan rumus (Vlack, 1989):

$$P = \left\{ \frac{(w_b - w_k)}{v_b} \times \left\{ \frac{1}{\text{pair}} \right\} \times (100\%) \right\} \dots \dots \dots (3.2)$$

keterangan :

P = porositas

Wb = massa basah sampel setelah direndam (gram)

Wk = massa kering sampel setelah direndam (gram)

Vb = volume benda uji (cm³)

Pair = massa jenis air (gr/cm³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian dan Pembahasan

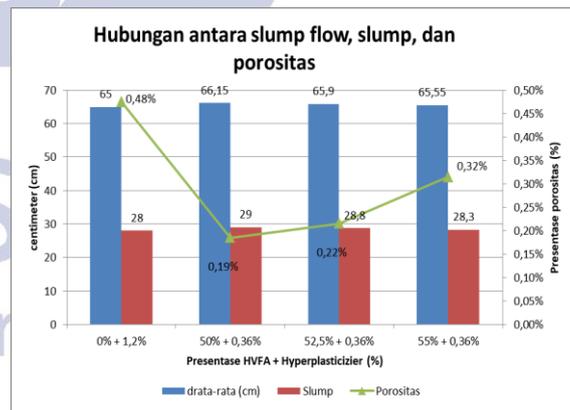
Setelah dilakukan 3 pengujian tersebut, maka dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian *Slump* dan *Slump Flow*

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap *slump flow*, *slump*, kuat tekan dan porositas adalah seperti **Tabel 2**

Tabel 2 Hasil Pengujian *slump flow*, *slump*, kuat tekan dan porositas

Kadar Fly Ash + hyperplasticizer	Slump Flow Test		Slump	Kuat Tekan	Porositas
	Diameter Maksimal	Waktu			
	d _{rata-rata} (cm)	t ₅₀ (dt)	h (cm)	F'c (MPa)	%
0% + 1,2%	65	2,51	28	34,14	0,48%
50% + 0,36%	66,15	2,05	29	19,46	0,19%
52,5% + 0,36%	65,9	2,4	28,8	18,84	0,22%
55% + 0,36%	65,55	2,51	28,3	13,82	0,32%

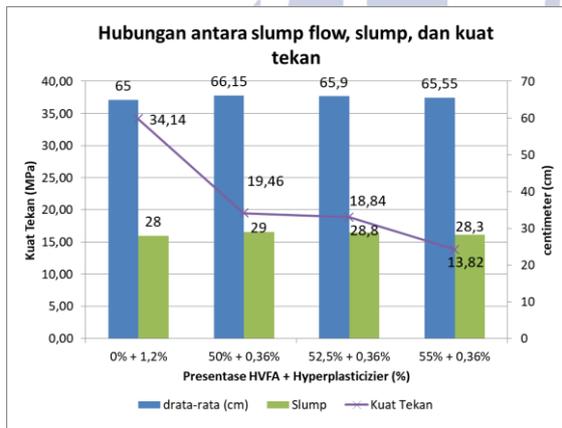


Gambar 2. Grafik hubungan antara *slump flow*, *slump* dengan porositas

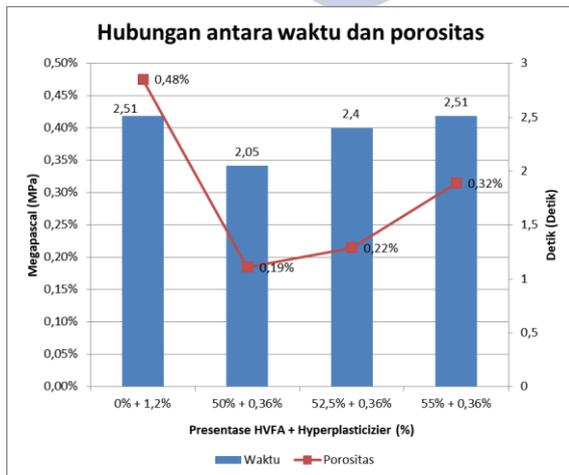
Hasil tersebut masih memenuhi persyaratan dari EFNARC 2005 untuk diameter sebaran yaitu 650-700 mm dan untuk waktu sebaran yaitu 2-5 detik. **Gambar 2** dan **Gambar 3** menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada kenaikan dalam nilai *slump flow* dan *slump* campuran dan penurunan nilai porositas beton. Penambahan HVFA yang semakin tinggi maka nilai *slump flow*

dan *slump* menunjukkan penurunan kembali yang diikuti dengan nilai kuat tekan menunjukkan penurunan dan nilai porositas yang meningkat kembali. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang menaikkan nilai *slump flow* dan *slump*, sedangkan nilai kuat tekan dan porositasnya menurun.

Gambar 4 dan **Gambar 5** menunjukkan bahwa adanya penambahan HVFA maka ada penurunan waktu dalam *slump flow* dan *slump* campuran dan juga penurunan nilai porositas beton namun dalam penambahan HVFA yang semakin tinggi maka terjadi peningkatan waktu kembali yang diikuti dengan nilai kuat tekan yang menurun dan nilai porositas yang meningkat kembali. Penambahan HVFA dapat menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang menurunkan nilai waktu, sedangkan nilai kuat tekan dan porositasnya menurun.



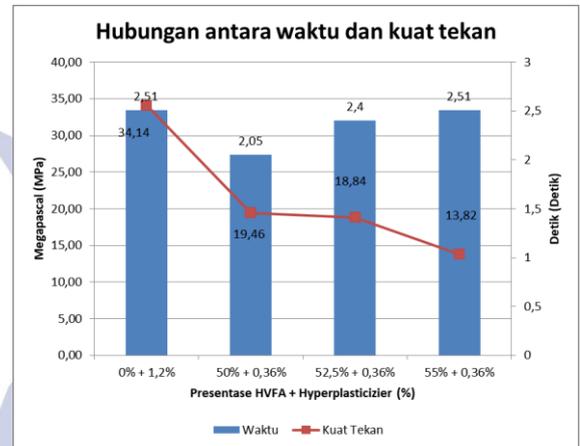
Gambar 3. Grafik hubungan antara *slump flow*, *slump* dengan kuat tekan



Gambar 4. Grafik hubungan antara waktu dengan porositas

Perbandingan antara kadar penambahan HVFA 0% + *hyperplasticizer* 1,2% dan kadar penambahan HVFA (50-55%) + *hyperplasticizer*

0,36% yang didapatkan dari hasil pengujian bahwa adanya peningkatan dari segi *workability* yaitu pada nilai *slump flow*, *slump* dan waktu dan juga dari segi porositas adanya peningkatan kerapatan rongga-rongga yang ada dalam beton sehingga nilai porositas semakin baik, sedangkan dari segi kuat tekan beton menunjukkan hasil sebaliknya hal ini disebabkan adanya reaksi *pozzolanic* dari campuran HVFA dimana beton belum mencapai nilai kuat tekan maksimal pada umur 28 hari.



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu dengan kuat tekan

Hasil dari penelitian yang dilakukan ini, saat melakukan pengujian terjadi segregasi. Terjadinya segregasi ini dikarenakan adanya penggunaan agregat kasar yang kurang memiliki *uniform gradation* atau agregat yang *poorly gradated*.



Gambar 6. Segregasi air pada campuran dalam

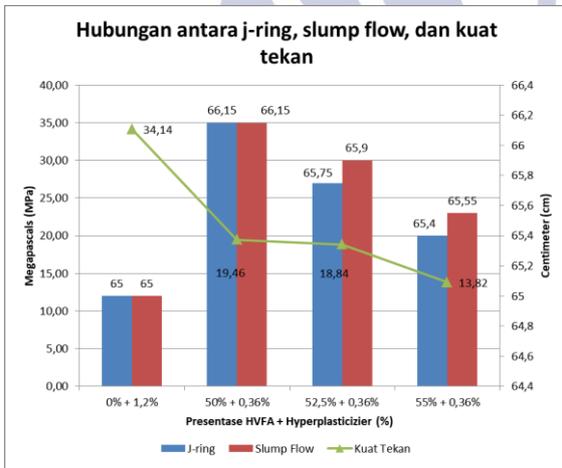
2. *J-Ring* Test

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap *slump flow*, *J-Ring*, kuat tekan dan porositas adalah seperti **Tabel 3**

Tabel 3 Hasil Pengujian *J-Ring test*, kuat tekan dan porositas

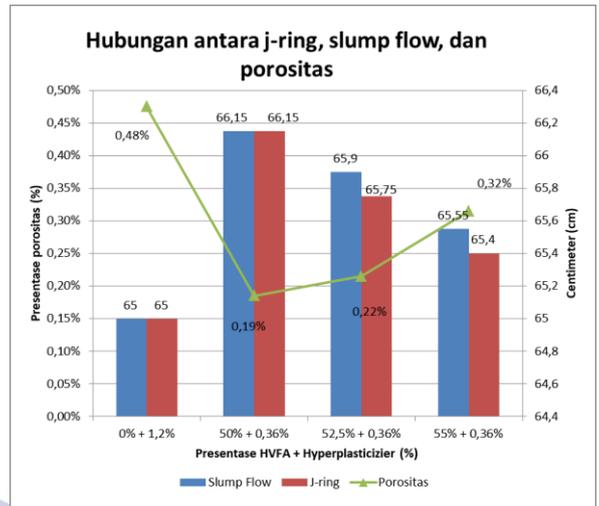
Kadar Fly Ash + hyperplasticizier	J-Ring Test		Kuat Tekan	Porositas
	Tinggi Slump			
	Slump Flow	J-ring	F _c (MPa)	%
0% + 1,2%	65	65	34,14	0,48%
50% + 0,36%	66,15	66,15	19,46	0,19%
52,5% + 0,36%	65,9	65,75	18,84	0,22%
55% + 0,36%	65,55	65,4	13,82	0,32%

Hasil tersebut masih memenuhi persyaratan dari ASTM C 1621 yaitu selisih diameter sebaran (*slump flow*) dan diameter sebaran (*j-ring*) tidak melebihi 1 inci atau 2,5 cm. **Gambar 7** menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada peningkatan dalam *slump flow* dan *slump* campuran. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizier* yang menaikkan nilai *slump flow* dan *j-ring*, sedangkan nilai kuat tekan menurun.



Gambar 7. Grafik hubungan antara *J-Ring*, *slump flow* dengan kuat tekan

Gambar 8 menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada peningkatan dalam *slump flow* dan *slump* campuran dan penurunan nilai porositas beton. Penambahan HVFA semakin tinggi maka nilai *slump flow* dan *j-ring* menurun kembali yang diikuti nilai kuat tekan menurun dan peningkatan kembali nilai porositas. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizier* yang menaikkan nilai *slump flow* dan *j-ring*, sedangkan nilai porositas menurun



Gambar 8. Grafik hubungan antara *J-Ring*, *slump flow* dengan porositas

Perbandingan yang dilakukan antara kadar penambahan HVFA 0% + *hyperplasticizier* 1,2% dan penambahan HVFA (50%-55%) + *hyperplasticizier* 0,36% dari hasil pengujian didapatkan bahwa adanya peningkatan dari segi *passing ability* dan dari segi porositas adanya peningkatan kerapatan rongga-rongga yang ada dalam beton sehingga nilai porositas semakin baik, sedangkan dari segi kuat tekan beton menunjukkan hasil sebaliknya hal ini disebabkan adanya reaksi *pozzolanic* dari campuran HVFA dimana beton belum mencapai nilai kuat tekan maksimal pada umur 28 hari.

Hasil dari penelitian yang dilakukan ini, saat melakukan pengujian terjadi segregasi. Segregasi yang terjadi pada campuran mempunyai pengaruh langsung terhadap adanya blocking pada pengujian *j-ring*, dimana karena pengaruh tulangan yang ada maka ada perbedaan pada diameter sebaran antara slump flow dan sebaran *j-ring* yang disertai juga dengan pemisahan air semakin terlihat dengan jelas dengan bertambahnya jarak sebaran air tersebut. Terjadinya segregasi ini dikarenakan adanya penggunaan agregat kasar yang kurang memiliki *uniform gradation* atau agregat yang *poorly gradated*.



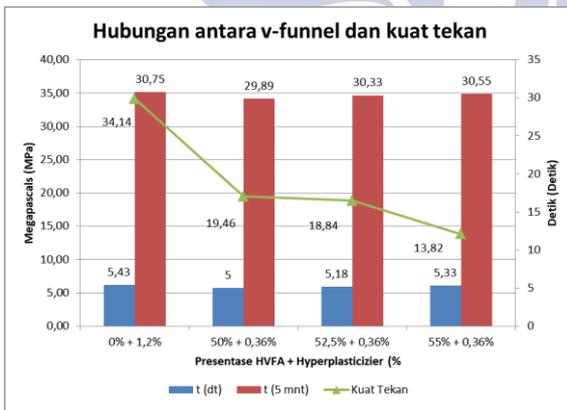
Gambar 9. Segregasi air pada campuran

3. V-Funnel

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap *v-funnel*, kuat tekan dan porositas adalah seperti Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil Pengujian *V-Funnel test*, kuat tekan dan porositas

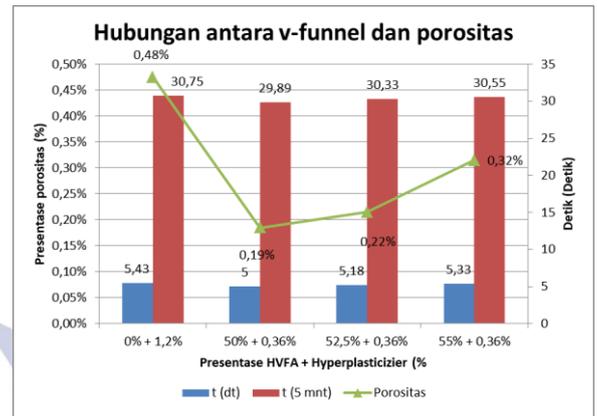
Kadar Fly Ash + hyperplasticizer	V-Funnel Test		Kuat F_c (MPa)	Porositas %
	t (dt)	t (5 mnt)		
0% + 1,2%	5,43	30,75	34,14	0,48%
50% + 0,36%	5	29,89	19,46	0,19%
52,5% + 0,36%	5,18	30,33	18,84	0,22%
55% + 0,36%	5,33	30,55	13,82	0,32%



Gambar 10. Grafik hubungan antara *V-Funnel* dengan kuat tekan

Hasil ini masih memenuhi syarat dari *V-Funnel* (Shiddique, 2001) yaitu waktu pada $t_{10\text{detik}}$ adalah 6-12 detik. Gambar 10 dan Gambar 11 menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada penurunan waktu dan penurunan nilai porositas beton namun dalam penambahan HVFA semakin tinggi maka terjadi peningkatan waktu kembali yang diikuti nilai kuat tekan yang juga menurun dan nilai porositas meningkat kembali.

Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang menurunkan waktu, sedangkan nilai kuat tekan dan porositas beton menurun.



Gambar 11. Grafik hubungan antara *V-Funnel* dengan porositas

Perbandingan yang dilakukan antara kadar penambahan HVFA 0% + *hyperplasticizer* 1,2% dan penambahan HVFA (50%-55%) + *hyperplasticizer* 0,36% dari hasil pengujian didapatkan bahwa adanya peningkatan dari segi *viskositas* dan dari segi porositas adanya peningkatan kerapatan rongga-rongga yang ada dalam beton sehingga nilai porositas semakin baik, sedangkan dari segi kuat tekan beton menunjukkan hasil sebaliknya hal ini disebabkan adanya reaksi *pozzolanic* dari campuran HVFA dimana beton belum mencapai nilai kuat tekan maksimal pada umur 28 hari.

4. L-Box Test

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap *L-box*, kuat tekan dan porositas adalah seperti Tabel 5.

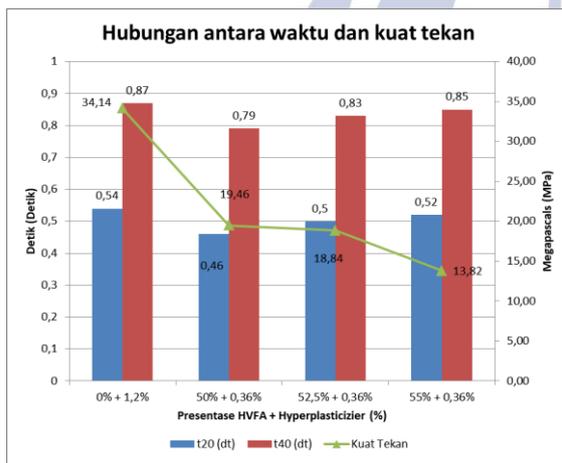
Tabel 5 Hasil Pengujian *L-Box test*, kuat tekan dan porositas

Kadar Fly Ash + hyperplasticizer	L-Shape Box					Kuat Tekan F_c (MPa)	Porositas %
	t_{20} (dt)	t_{40} (dt)	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_2/h_1		
0% + 1,2%	0,54	0,87	9	7	0,78	34,14	0,48%
50% + 0,36%	0,46	0,79	8,8	7,5	0,85	19,46	0,19%
52,5% + 0,36%	0,5	0,83	8,8	7,3	0,83	18,84	0,22%
55% + 0,36%	0,52	0,85	9	7	0,78	13,82	0,32%

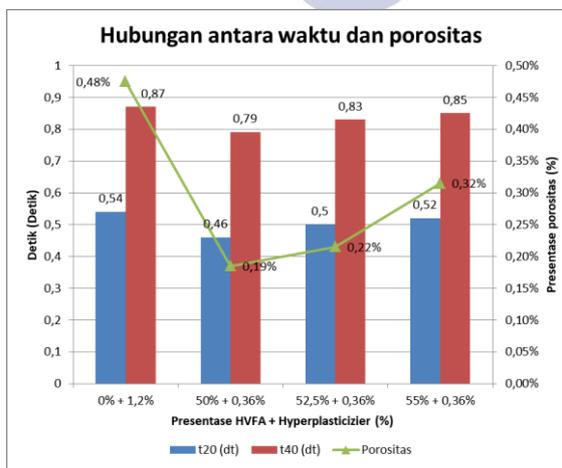
Hasil pengujian ini masih memenuhi syarat dari *L-Box* (EFRNARC 2005) yaitu rasio tinggi (h_2/h_1) adalah 0,8-1 cm. Gambar 12 menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada penurunan

dalam waktu pada t_{20} dan t_{50} namun dalam penambahan HVFA semakin tinggi maka nilai l -box (waktu) meningkat kembali yang diikuti oleh nilai kuat tekan juga menurun. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang menurunkan waktu (t_{20} dan t_{40}), sedangkan nilai kuat tekan menurun.

Gambar 13 menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada penurunan dalam waktu pada t_{20} dan t_{50} dan nilai porositas beton namun dalam penambahan HVFA semakin tinggi maka nilai l -box (waktu) dan nilai porositas meningkat. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang menurunkan waktu (t_{20} dan t_{40}), sedangkan nilai porositas menurun.



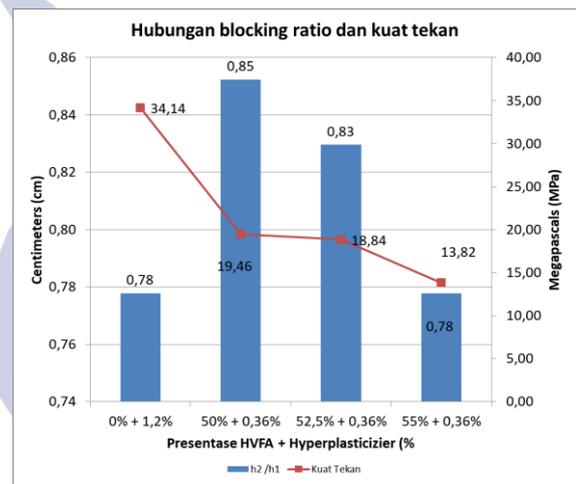
Gambar 12. Grafik hubungan antara waktu dengan kuat tekan



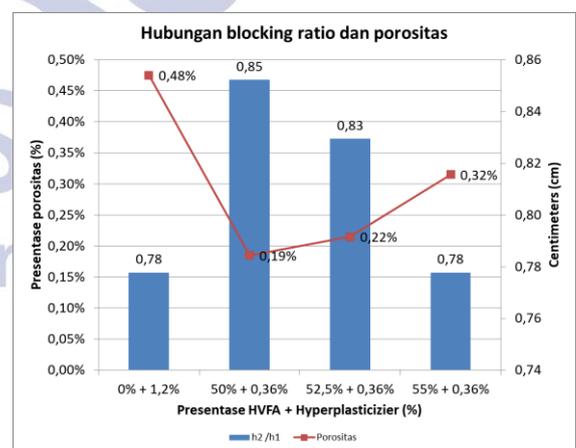
Gambar 13. Grafik hubungan antara waktu dengan porositas

Gambar 14 menunjukkan adanya penambahan HVFA maka ada peningkatan dalam *blocking ratio* campuran namun dalam

penambahan HVFA semakin tinggi maka *blocking ratio* menurun kembali sedangkan nilai kuat tekan menurun. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang meningkatkan *blocking ratio*, sedangkan nilai kuat tekan menurun. **Gambar 15** adanya penambahan HVFA maka ada peningkatan dalam *blocking ratio* campuran dan menurunnya nilai porositas beton namun dalam penambahan HVFA semakin tinggi maka nilai l -box (*blocking ratio*) menurun kembali sedangkan nilai porositas meningkat kembali. Penambahan HVFA menurunkan kebutuhan penggunaan *hyperplasticizer* yang meningkatkan *blocking ratio*, sedangkan nilai porositasnya menurun.



Gambar 14. Grafik hubungan antara *blocking ratio* dengan kuat tekan



Gambar 15. Grafik hubungan antara *blocking ratio* dengan porositas

Perbandingan yang dilakukan antara kadar penambahan HVFA 0% + *hyperplasticizer* 1,2% dan penambahan HVFA (50%-55%) + *hyperplasticizer* 0,36% dari hasil pengujian didapatkan bahwa adanya peningkatan dari segi

passing ability yaitu pada nilai *l-box* (*blocking ratio* dan waktu) dan dari segi porositas adanya peningkatan kerapatan rongga-rongga yang ada dalam beton sehingga nilai porositas semakin baik, sedangkan dari segi kuat tekan beton menunjukkan hasil sebaliknya hal ini disebabkan adanya reaksi *pozzolanic* dari campuran HVFA dimana beton belum mencapai nilai kuat tekan maksimal pada umur 28 hari.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan yang mendahului dan hasil penelitian pengaruh *high volume fly ash* sebagai material pengganti semen pada campuran beton *self compacting concrete* terhadap kuat tekan dan porositas beton, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Desain proporsi campuran beton *Self Compacting Concrete* dengan variasi penggunaan *high volume fly ash* sebagai bahan pengganti semen yang terbaik adalah pada kadar variasi *high volume fly ash* 50% dan *hyperplasticizer* 0,35% dengan nilai kuat tekan 19,46 MPa dan nilai porositas 0,19%.
2. Pengaruh penambahan *high volume fly ash* sebesar 50% dan *hyperplasticizer* 0,35% dapat meningkatkan sifat segar dan sesuai dengan standart (ASTM C 1621, EFNARC, jurnal penelitian sebelumnya) dari segi nilai *workability*, *passing ability*, *flowability* campuran beton SCC. Meningkatnya sifat segar ini berpengaruh pada peningkatan nilai porositas beton nilai porositas 0,19%. Penambahan *high volume fly ash* sebesar 50% dan *hyperplasticizer* 0,35% menurunkan nilai kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari dengan nilai kuat tekan 19,46 MPa sedangkan nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 24,19 MPa.

Saran

Setiap penelitian tidak lepas dari kekurangan, untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi pada penelitian selanjutnya, berikut saran yang dapat digunakan :

1. Perlu dilakukan penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada pengaruh penambahan *high volume fly ash* pada beton *self compacting concrete* dengan menggunakan *fly ash* type F
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada pengaruh penambahan *high volume fly ash* pada beton *self compacting concrete* dengan umur beton yang lebih lama (56 hari hingga 90 hari).
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan fokus terhadap pengaruh variasi dari *hyperplasticizer* dalam kuat tekan dan porositas beton.

4. Pada penelitian selanjutnya lebih memperhatikan pelaksanaan penngujian, dimana alat uji harus dikondisikan kering sebelum digunakan dalam pengujian sehingga tidak mempengaruhi hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Antoni dan Paul Nugraha. 2007. *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
2. Antono, A. 1995. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: UGM press.
3. ASTM C 1621/C 1621 M. *Standard Test Method for Passing Ability of Self-Consolidating Concrete by J-Ring*. West Conshohocken: ASTM international.
4. EFNARC, BIBM, CEMBUREAU, EFCA, ERMCO. 2005. *The European Guidelines For Self Compacting Concrete*. Farham: EFNARC.
5. Gunawan, Teddy dan Yusuf Muntu. 2006. "*Peningkatan Kekuatan Awal Beton Pada Self Compacting Concrete*". Surabaya: Universitas Kristen Petra.
6. Siddique, R., Khatib, J.M., Yüksel, I. dan Aggarwal, P. 2009. *Strength properties of high-volume fly ash (HVFA) concrete incorporating steel fibres, Excellence In Concrete Concruction Through Inovation*, 149-157, September 2008, Kingston University-London.
7. Vlack, Lawrence H. Van, 1989. *Elemen-Elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.