

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH PADA SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS

Wahyu Kartini
Jurusan Sipil Fakultas Teknik UPN Veteran Surabaya

ABSTRAK

Teknologi beton baru yang efektif dan efisien yaitu beton yang dapat memadat sendiri atau *self compacting concrete* (SCC). Material yang digunakan mempunyai karakteristik yang sedikit berbeda dari beton konvensional, yaitu pengurangan jumlah dan diameter maksimum agregat kasar, penambahan jumlah agregat halus, penambahan bahan halus (*finer*) yang berfungsi untuk meningkatkan dan memelihara kohesi, mengurangi panas hidrasi dan sebagai pelumas sehingga dapat meningkatkan *flowability* dan *workability*nya. Dan *admixture* yang digunakan berjenis *high range water reducer* (HRWR) yang bersifat mengurangi air.

Pada penelitian SCC ini menggunakan faktor air semen 0,41, penambahan *finer* berupa *fly ash* dengan dosis 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat *binder* dan *admixture Viscocrete-10* dengan dosis 1% dari berat *binder*. Untuk mengetahui kriteria SCC maka dilakukan pengujian *workability* dan *flowability* dengan menggunakan alat *slump cone test* dan *L-shaped box test*. Untuk mengetahui tingkat kuat tekan beton dilakukan tes kuat tekan pada tiap-tiap komposisi campuran pada umur 7, 28 dan 56 hari dengan benda uji silinder. Dan sebagai tolak ukur kekakuan beton terhadap deformasi yang dipengaruhi oleh *modulus elastisitas* material, maka dilakukan pengujian nilai *elastisitas* pada umur 28 hari.

Dari pengujian mengenai *workability* dan *flowability* dapat diketahui bahwa semakin banyak *fly ash* yang digunakan maka semakin menurun tingkat *workability* dan *flowability*nya. Pada pengujian kuat tekan dan *modulus elastisitas* beton dapat diketahui bahwa pengaruh *fly ash* yang paling efektif pada kadar 10 % dari berat *binder* dan menghasilkan kuat tekan umur 28 hari sebesar 755,81 kg/cm² dan umur 56 hari sebesar 801,11 kg/cm², dan nilai *modulus elastisitas* beton sebesar 42194,62 Mpa.

Kata kunci : *self compacting concrete*, *flowability*, *workability*, kuat tekan, *modulus elastisitas*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

S.C.C merupakan beton yang dapat memadat dibawah beratnya sendiri. Sedangkan dalam segi mutu S.C.C mempunyai banyak keunggulan yaitu *workability* dan *flowability* yang tinggi, homogenitas beton yang baik, dapat mengurangi permeabilitas dan mempunyai tingkat durabilitas yang tinggi.

Pada S.C.C diperlukan *admixture* yang bersifat mengurangi air, selain dari penambahan *admixture*, *Self S.C.C* juga

memerlukan bahan *fly ash*. merupakan bahan halus (*finer*) yang berfungsi sebagai pelumas sehingga dapat meningkatkan *flowability* dan *workability*nya, dan sebagai bahan pengisi (*filler*).

Fly ash merupakan limbah dari pembakaran batu bara yang tidak terpakai lagi, sehingga diharapkan melalui metode S.C.C limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimum. Berdasarkan hal tersebut maka akan dilakukan penelitian mengenai efektifitas penggunaan *fly ash* pada *self compacting*

concrete terhadap kuat tekan dan *modulus elastisitas*.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh *fly ash* terhadap *flowability*, *workability*, kuat tekan dan *modulus elastisitas* pada *self compacting concrete* (SCC).

Lingkup Pembahasan

1. Spesifikasi Bahan

- Semen Portland tipe I, PT. Semen Gresik.
- Agregat halus menggunakan pasir alami dari Lumajang.
- Ukuran maksimum agregat kasar 12,5 mm.
- Menggunakan bahan *admixture Viscocrete-10*
- Menggunakan bahan tambahan yang halus (*finer*) berupa *fly ash*.

2. Spesifikasi Campuran

TINJAUAN PUSTAKA

Metode *Self Compacting Concrete* (S.C.C) mempunyai tujuan mencapai *workability* dan *flowability* yang tinggi dan tidak terjadi segregasi pada beton.

Untuk mengetahui kategori *self compacting concrete* (SCC) perlu dilakukan beberapa pengujian terhadap sifat beton segar, diantaranya pengujian *workability* dengan menggunakan *slump cone* dan pengujian *flowability* untuk mengetahui kemampuan beton segar melewati tulangan dan mengisi *Formwork* dengan lebih cepat tanpa terjadi *segregasi* dan *bleeding*, dengan menggunakan *L- Shaped Box*. (Efnarc Association, *The European Guidelines For Self Compacting Concrete*)

Material Self Compacting Concrete (SCC)

Untuk *mix design* beton bertulang konvensional, komposisi dari agregat kasar biasanya 70 sampai 75% dari total volume beton. Sedangkan dalam metode

- Faktor air semen 0,41.
- Menggunakan *admixture Viscocrete* 1 % dari berat binder (ketentuan dari PT. SIKA 0,5 – 1,8 % dari berat *binder*).
- Variasi penambahan *Fly ash* 0%, 10 %, 20 %, 30% dan 40% dari total berat *binder*.

3. Spesifikasi Pengujian

- Pengujian *flowability* dan *workability* dengan menggunakan *L-Shaped Box* dan *Slump cone*.
- Umur pengujian kuat tekan dengan benda uji silinder 15 x 30 cm (ASTM C 39 – 94) pada umur 7, 28 dan 56 hari
- Pengujian *modulus elastisitas* dengan benda uji silinder 15 x 30 cm. (ASTM C469 – 02) pada umur 28 hari.

mix design ini agregat kasar dibatasi jumlahnya sekitar kurang lebih 50% dari total volume beton dan peningkatan penggunaan jumlah agregat halus. Dengan pembatasan jumlah agregat kasar ini diharapkan terjadi blok seminimal mungkin sehingga kemampuan aliran beton untuk melewati tulangan lebih maksimal. (Himawan,A., & Darma,D.S., Penelitian Mengenai Awal *Self Compacting Concrete* ,2000).

Bahan Tambahan yang Halus (*finer*)

Bahan tambahan ini dapat digolongkan berdasarkan sifatnya seperti tertera pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Bahan Pengisi (*Filler*) Berdasarkan Sifatnya

Tipe I	Inert atau semi inert	<ul style="list-style-type: none"> Mineral filler (limestone, dolomite dll.) Ground glass filler Pigmen
Tipe II	Pozzolanik	<ul style="list-style-type: none"> Fly ash Silica fume
	Hidrolik	<ul style="list-style-type: none"> Granulated blast-furnace slag (GGBS)

Sumber: Efnarc Association, *The European Guideliness For Self Compacting Concrete*.

Admixtures

Self compacting concrete (SCC) memerlukan *admixtures* yang bersifat mengurangi air dan mampu menghasilkan beton dengan tingkat *Fluiditas* yang tinggi dengan tetap mempertahankan *viscositas* dan *homogenitasnya*. *Viscocrete-10* merupakan *admixtures* modern yang diproduksi PT Sika yang bersifat mengurangi air dan mampu meningkatkan *workability* sehingga faktor air semen rendah.

Mix Design Self Compacting Concrete (S.C.C) yang diteliti PT. Sika

Self Compacting Concrete (S.C.C) yang diteliti PT. Sika secara garis besar sama seperti metode *mix design* yang lain. Misal, dilakukan pengurangan agregat kasar, penambahan agregat halus dan diberikan bahan tambahan. Dari hasil penelitian yang dilakukan PT. Sika diperoleh kriteria bahan yang digunakan seperti agregat, bahan tambahan yang halus (*finer material*) dan *binder content*.

1. Agregat

Pada metode *mix design* ini agregat kasar dibatasi jumlahnya berkisar antara 50% dari total volume beton dengan peningkatan penggunaan jumlah agregat halus. Ukuran yang baik untuk agregat kasar berdiameter maksimum antara 12 mm sampai 20 mm, untuk ukuran agregat kasar yang lain juga dapat digunakan tergantung dari struktur

formwork yang akan dicor. Pada umumnya komposisi agregat seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2. Komposisi Agregat

Ukuran Agregat (mm)	Komposisi (%)
0 - 4,75	50
4,75 - 9,50	15
9,50 - 19,00	35

Sumber : Himawan, A., & Darma, D.S., Penelitian Awal Mengenai *Self Compacting Concrete*, 2000

2. Finer material

Kebutuhan *finer material* pada metode *mix design Self Compacting Concrete* (S.C.C) biasanya lebih banyak dibandingkan dengan *mix design* pada beton bertulang konvensional. Untuk jumlah keseluruhan dari *finer material* ini termasuk juga semen, agregat halus dari pasir dan tambahan seperti *Fly ash*.

Tabel 3. Jumlah Total *finer material*

Ukuran maksimum Agregat kasar (mm)	Jumlah <i>Finer material</i> (kg/m ³)
4,75	≥650
9,50	≥550
19,00	≥500
25,00	≥475

3. Binder content

Jumlah semen maupun jumlah *binder* tergantung dari jumlah yang dibutuhkan pada *finer material*, mutu beton yang diinginkan dan tergantung dari ukuran maksimum agregat kasar. Sedangkan untuk komponen *binder* dapat digunakan *fly ash*, serbuk *limestone*, *silica fume* ataupun yang lainnya.

Tabel 4. Jumlah *Binder*

Ukuran maksimum Agregat kasar (mm)	Jumlah <i>Binder</i> (kg/m ³)
4,75	550-650
9,50	450-550
19,00	400-450
25,00	375-425

Water binder ratio harus tetap dikontrol pada batasan yang telah ditentukan. Hal ini disebabkan karena jumlah air berpengaruh besar terhadap kualitas dari beton keras seperti mutu beton, porositas, *permeabilitas* dan *durabilitas*.

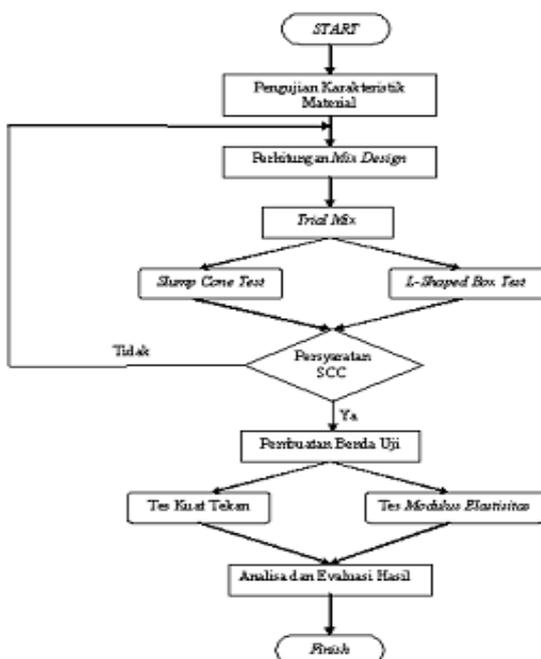
untuk mendapatkan permukaan yang baik dan homogenitas dari beton, *mix design* ini memerlukan *admixtures* yang sangat kuat untuk mendapatkan tingkat *workabilitas* yang tinggi.

Modulus Elastisitas

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian karakteristik material yang akan digunakan, sistematika *mix design* serta langkah-langkah dan pengambilan data dari pengujian / tes yang dilakukan.

Flow chart penelitian



Analisa Material Yang Digunakan

1. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan yaitu pasir alami (*uncrushed*) yang

ASTM C469-87a menentukan bahwa nilai *modulus elastisitas* diambil dari 40% tegangan dari beban maksimum. Sedangkan ACI 318-89 menentukan bahwa nilai *modulus elastisitas* dapat diambil melalui perbandingan antara 45% tegangan maksimum terhadap regangan yang terjadi pada kondisi tegangan tersebut.

SKSNI T -15-1991-03 menentukan besarnya nilai *modulus elastisitas* sebagai berikut : $E_c = 0,043 \sqrt{f_c'} \cdot (W_c)^{3/2}$ untuk $f_c' < 50$ Mpa. Dan ACI menentukan $E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$ sampai $5000 \sqrt{f_c'}$.

berasal dari Lumajang. Untuk keperluan *mix design* beton dilakukan analisa di laboratorium PT. SPU di Krian antara lain adalah :

Tabel 5. Analisa Agregat Halus

JENIS ANALISA	PEDOMAN
Analisa Ayakan	ASTM C 136 – 93
Analisa Berat Jenis	ASTM C 128 – 93
Analisa Air Resapan	ASTM C 128 – 93
Analisa Kelembapan	ASTM C 556 - 97
Analisa Kebersihan Terhadap Bahan Organik	ASTM C 40 - 99

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari Mojokerto. Batu pecah yang dipakai split dengan ukuran maksimum 12,5 mm untuk keperluan *mix design* beton dilakukan analisa antara lain :

Tabel 6. Analisa Agregat Kasar

JENIS ANALISA	PEDOMAN
Analisa Ayakan	ASTM C 136 – 93
Analisa Berat Jenis	ASTM C 127 – 88
Analisa Air Resapan	ASTM C 127 – 88
Analisa Kelembapan	ASTM C 566 - 97
Analisa Kadar Lumpur	ASTM C 117- 95

Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Metode perencanaan campuran beton (*mix design*) untuk *self compacting concrete* (SCC) adalah metode *mix design* yang diteliti oleh PT. SIKA. Dalam penelitian ini, nilai faktor air semen sebesar 0,41 dan ukuran maksimum agregat kasar 12.5 mm.

Data – data Material

Diperlukan informasi mengenai bahan / material yang akan digunakan. Sebelum memulai *mix design*, perlu diketahui dulu data-data analisa agregat kasar atau agregat halus.

Estimasi Jumlah *binder Content*

Untuk menentukan jumlah *binder* tergantung dari jumlah yang dibutuhkan pada *finer material*, ukuran maksimum agregat kasar dan mutu beton seperti tabel dibawah ini:

Tabel 7. Jumlah Total *finer material*

Ukuran maksimum Agregat kasar (mm)	Jumlah <i>Fines material</i> (kg/m ³)
4,75	≥650
9,50	≥550
19,00	≥500
25,00	≥475

Tabel 8. Jumlah *Binder*

Ukuran maksimum Agregat kasar (mm)	Jumlah <i>Binder</i> (kg/m ³)
4,75	550-650
9,50	450-550
19,00	400-450
25,00	375-425

Dalam penelitian ini menggunakan agregat kasar dengan maksimum ukurannya 12,5 mm, agar mendapatkan hasil yang optimal dalam mencapai *workability* dan *flowability*nya maka berat binder 550 kg/m³.

Pengujian *Workability*

Untuk pengujian *workability* menggunakan alat *Slump Cone*, langkah-langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

- Membasahi alat dengan air sehingga seluruh permukaannya basah.
- *Slump cone* diletakkan secara terbalik, diameter yang kecil diletakkan dibagian bawah. Dibagian dasar diletakkan papan yang datar kurang lebih selebar 60 cm.
- Adukan beton dimasukkan dalam *slump cone* sampai dengan volume penuh dan tidak dilakukan pengerojokan terhadap campuran beton tersebut.
- Kemudian *slump cone* diangkat secara perlahan dan konstan, aliran tidak boleh sampai terputus.
- Dicatat waktu aliran beton untuk mencapai diameter 50cm (SF_{50}) maksimal 6 detik.
- Setelah aliran beton berhenti, dicatat diameter maksimum yang dapat dicapai aliran beton (SF_{max}) harus lebih dari 50 cm.

Kemudian dengan pengujian *slump cone* ini dapat diamati *workability* dari campuran beton tersebut. Hal ini bisa dilakukan dengan mengamati beberapa kondisi sebagai berikut :

- Homogenitas dari beton tersebut, tanpa terjadi *segregasi*.
- Tidak terjadi *bleeding*.
- Agregat harus tersebar merata.

Pengujian *Flowability*

Pengujian *flowability* untuk mengetahui kemampuan campuran beton segar untuk melewati tulangan (*passing ability*) dengan menggunakan alat *L-shaped box*, metode kerja alat *L-shaped box* adalah sebagai berikut :

- Sebelum digunakan alat ini harus dibasahi terlebih dahulu sehingga permukaannya basah.
- Pintu pada *L-shaped box* ditutup dan halangan tulangan dipasangkan pada alat.

- Campuran beton diisikan pada *L-shaped box* pada arah vertikal sampai dengan penuh pada permukaan alat tersebut.
- Disiapkan 2 buah *stop watch* untuk mengukur waktu yang diperlukan campuran beton untuk mengalir.
- Kemudian pintu dibuka, sehingga campuran beton mulai mengalir pada arah horisontal dari *L-shaped box*.
- Dicatat waktu yang dicapai oleh aliran beton untuk mencapai 40cm dari ujung dalam *L-shaped box* (FL_{40}) maksimal 6 detik.
- Dicatat waktu yang dicapai campuran beton untuk mencapai ujung luar dari *L-shaped box* (FL_{max}).
- Setelah itu dicek perbedaan tinggi dalam arah horisontal, maksimum perbedaan tinggi yang terjadi kurang dari 20%.

Pengujian Kuat Tekan menurut ketentuan ASTM C39-94

Prosedur pengujian kuat tekan ini dilakukan menurut ketentuan ASTM C 39 – 94. Untuk pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder 15 x 30 cm² dengan menggunakan alat *compression test*.

Jumlah benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton pada masing-masing umur dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 9. Jumlah Benda Uji Kuat Tekan

UMUR BETON	Jumlah Benda Uji				
	Komposisi <i>Fly ash</i> Menurut Berat <i>Binder</i>				
	0%	10%	20%	30%	40%
7 hari	2	2	2	2	2
28 hari	3	3	3	3	3

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Hasil dari pengujian-pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 3 bagian yaitu pengujian bahan material, pengujian beton segar dan pengujian beton keras.

Analisa Bahan Material

56 hari	3	3	3	3	3
---------	---	---	---	---	---

Pengujian *Modulus Elastisitas* menurut ketentuan ASTM C469-02

Pengujian nilai elastisitas dilakukan menurut ketentuan ASTM C469 – 02 “*Test method for Static Modulus of Elasticity and Poisson’s ratio of Concrete compression*”. Nilai *modulus elastisitas* didapatkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{(\varepsilon_2 - 0,00005)}$$

dimana :

E = *Modulus elastisitas* beton.

S2 = besar tegangan pada saat 40% tegangan batas.

S1 = besar tegangan pada saat regangan 0,00005.

ε_2 = Besar regangan transversal pada saat 40% tegangan maksimum.

Jumlah benda uji silinder ukuran 15 x 30 cm² untuk pengujian *modulus elastisitas* pada umur 28 hari bisa dilihat pada tabel dibawah ini

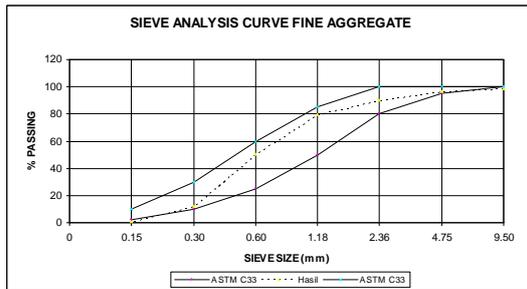
Tabel 10. Jumlah Benda Uji *Modulus Elastisitas*

Komposisi <i>fly ash</i>	Jumlah benda uji
0%	2
10%	2
20%	2
30%	2
40%	2

Spesifikasi Karakteristik dan Analisa Ayakan Agregat.

Tabel 11. Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus

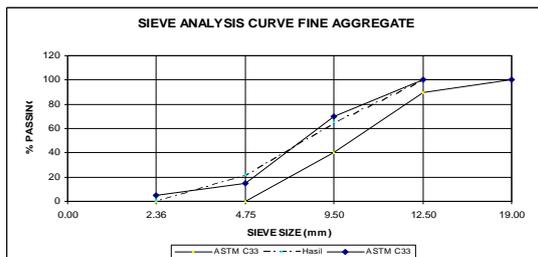
Uraian	Agregat Halus
Berat jenis	2,70
Resapan	1.225 %
Kelembapan	3.275 %
Kadar zat organik	Bening
Modulus kehalusan	2,72



Gambar 1. Analisa Ayakan Agregat Halus

Tabel 12. Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar

Uraian	Agregat Kasar
Berat jenis	2,715
Resapan	1,905 %
Kelembapan	1,615 %
Kadar lumpur	0.795%
Modulus kehalusan	6,83



Gambar 2. Analisa Ayakan Agregat kasar

Mix Design

Setelah melakukan pengujian material yang digunakan dan melakukan beberapa kali *trial mix*, dilakukan perhitungan *mix design* dengan metode *mix design* yang diteliti PT. SIKA dengan FAS 0,41 dan berat *binder* 550 Kg/m³.

Hasil Pengujian Beton Segar

Tabel 13. Hasil Pengujian *Flowability* dan *Workability*

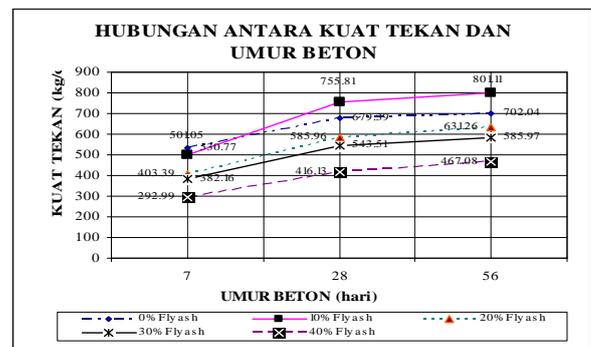
Variasi Fly Ash	L- Shaped Box		Slump Cone	
	F1 40 (detik)	F1 Max (detik)	Sf 50 (detik)	Sf Max (cm)
0	0.80	1.41	1.21	56
10	1.01	1.20	1.40	59
20	1.09	1.28	1.73	55
30	1.43	1.68	2.00	55
40	1.84	2.17	2.18	60

Sumber : Penggunaan Fly Ash pada Self Compacting Concrete (Wahyu Kartini)

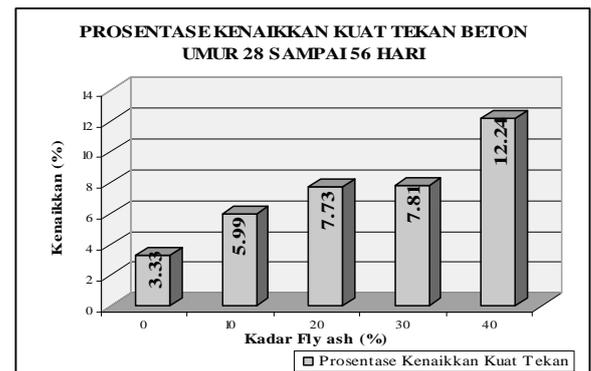
Analisa Pengujian Beton Keras

Pada pengujian beton keras dilakukan pengujian kuat tekan dan *modulus elastisitas* beton.

Hasil Kuat Tekan Beton



Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur dengan Variasi Fly Ash

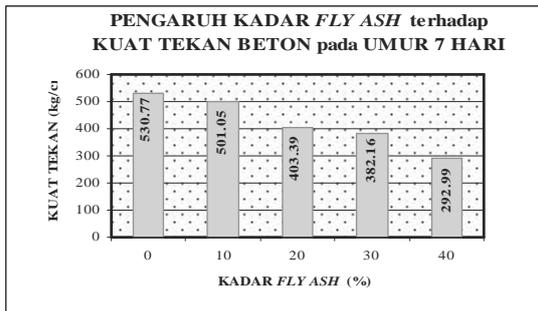


Gambar 4. Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Untuk Berbagai Variasi Fly Ash

Berdasarkan data diatas maka semakin lama umur beton maka kuat tekannya semakin meningkat dan peningkatan kuat tekan dari 28 hari sampai 56 hari untuk beton dengan fly

ash peningkatanya lebih besar dari pada beton tanpa *fly ash*, hal ini karena *fly ash* merupakan pozzolan yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi antara semen dan air untuk membentuk kekuatan tambahan pada umur 28 lebih.

Dari hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan pada umur 7 hari didapatkan data seperti grafik dibawah ini.

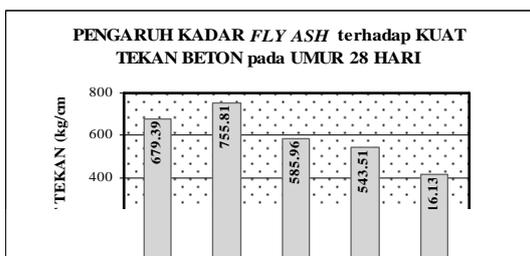


Gambar 5. Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Umur 7 hari Untuk Berbagai Variasi Fly Ash

Dari grafik di atas menunjukkan pengaruh *fly ash* terhadap perubahan kuat tekan beton pada umur 7 hari dibandingkan dengan beton tanpa *fly ash*:

- Dengan variasi 10% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 5,6%.
- Dengan variasi 20% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 24,0%.
- Dengan variasi 30% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 27,9%.
- Dengan variasi 40% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 44,8%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan pada umur 28 hari didapatkan data seperti grafik dibawah ini.



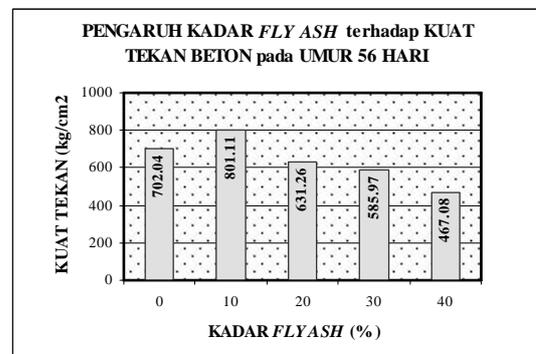
Gambar 6. Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Umur 28 hari Untuk Berbagai Variasi Fly Ash

Dari grafik di atas menunjukkan pengaruh *fly ash* terhadap perubahan kuat tekan beton pada umur 28 hari dibandingkan dengan beton tanpa *fly ash*:

- Dengan variasi 10% *fly ash* dari berat binder mengalami kenaikan 11,3%.
- Dengan variasi 20% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 13,8%.
- Dengan variasi 30% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 20,0%.
- Dengan variasi 40% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 38,7%.

Dari data di atas menunjukkan pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan beton pada umur 7 dan 28 hari yang paling efektif dengan kadar *fly ash* 10% dengan kuat tekan beton sebesar 11,3%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan pada umur 56 hari didapatkan data seperti grafik dibawah ini.



Gambar 7. Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Umur 56 hari Untuk Berbagai Variasi Fly Ash

Dari grafik di atas menunjukkan pengaruh *fly ash* terhadap perubahan kuat

tekan beton pada umur 56 hari dibandingkan dengan beton tanpa fly ash:

- Dengan variasi 10% *fly ash* dari berat binder mengalami kenaikan 14,1%.
- Dengan variasi 20% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 10,1%.
- Dengan variasi 30% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 16,5%.
- Dengan variasi 40% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 33,5%.

Semakin banyak penggunaan *fly ash* maka semakin lama mencapai *flowability* dan *workability* namun semakin besar *flowability* dan *workability* maksimum yang dicapai. Sedangkan pengaruh penggunaan *fly ash* terhadap kuat tekan beton yang paling efektif dengan kadar *fly ash* 10% dengan kenaikan kuat tekan beton sebesar 11,3 % pada umur 28 hari sedangkan pada umur 28 hari kenaikan kekuatan beton mencapai 14,1% dengan penggunaan *fly ash* 10 %.

Modulus Elastisitas

Untuk mendapatkan nilai *modulus elastisitas* diambil 40% dari beban maksimum sesuai dengan ketentuan ASTM C469 – 02. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{(\varepsilon_2 - 0,00005)}$$

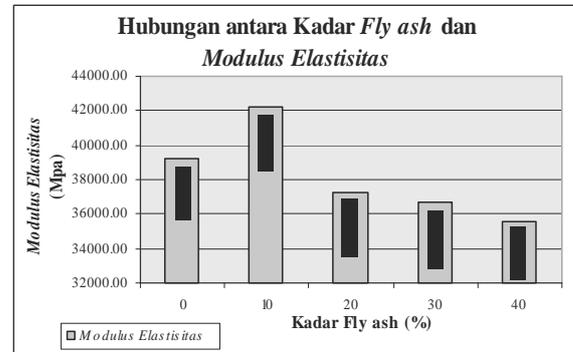
KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data mengenai pengaruh kadar *fly ash* terhadap *flowability* dan *workability* beton segar, kuat tekan dan *modulus elastisitas* beton pada *self compacting concrete* (SCC) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Flowability dan Workability Pada Self Compacting Concrete (SCC)

Dari hasil pengujian mengenai pengaruh kadar *fly ash* terhadap *flowability* dan *workability* beton segar, semakin banyak kadar *fly ash* maka

Data – data hasil pengujian *modulus elastisitas* dapat dilihat pada Grafik berikut :



Gambar 8. Hubungan Modulus Elastisitas dengan Variasi Fly Ash

Dari grafik 8 menunjukkan pengaruh *fly ash* terhadap perubahan nilai *modulus elastisitas* beton dibandingkan dengan beton tanpa *fly ash* :

- Dengan variasi 10% *fly ash* dari berat binder mengalami kenaikan 7,59%.
- Dengan variasi 20% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 4,97%.
- Dengan variasi 30% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 6,55%.
- Dengan variasi 40% *fly ash* dari berat binder mengalami penurunan 9,22%.

Dari data diatas dapat dianalisa penggunaan *fly ash* yang paling efektif dengan variasi *fly ash* 10% dari berat binder.

flowability atau kemampuan mengalir beton segar semakin lambat dan *workability*nya semakin rendah.

2. Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan pada Self Compacting Concrete (SCC)

1. Penggunaan *fly ash* yang paling efektif pada *self compacting concrete* (SCC) terhadap kuat tekan pada umur 28 hari adalah dengan kadar 10% dari berat binder dengan kuat tekan sebesar 755,81 kg/cm² atau

- mengalami kenaikan 11,3% dibandingkan dengan beton tanpa *fly ash*, sedangkan dengan kadar *fly ash* 20% atau lebih akan mengalami penurunan kuat tekan.
2. Penggunaan *fly ash* yang paling efektif pada *self compacting concrete* (SCC) terhadap kuat tekan pada umur 56 hari adalah dengan kadar 10% dari berat *binder* dengan kuat tekan sebesar $801,11\text{kg/cm}^2$ atau mengalami kenaikan 14,1% dibandingkan dengan beton tanpa *fly ash*, sedangkan dengan kadar *fly ash* 20% atau lebih akan mengalami penurunan kuat tekan.
 3. Peningkatan kuat tekan beton dari umur 28 hari sampai 56 hari untuk beton dengan *fly ash* akan mengalami peningkatan kuat

tekan lebih besar dari pada beton tanpa *fly ash*, hal ini karena *fly ash* merupakan pozzolan yaitu dapat bereaksi pada kelembapan dengan kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh hidrasi semen untuk membentuk kekuatan tambahan.

3. Pengaruh Kadar *Fly ash* Terhadap Modulus elastisitas Pada *Self Compacting Concrete* (SCC)

Dari hasil pengujian *modulus elastisitas* beton mengenai pengaruh kadar *fly ash* dapat disimpulkan bahwa kadar *fly ash* 10% dapat meningkatkan nilai *modulus elastisitas* beton sebesar 7,59% dibandingkan dengan beton tanpa *fly ash*, dengan penambahan penggunaan kadar *fly ash* maka nilai *modulus elastisitas* akan mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Manual of Concrete Practice Part I – 1996
- ASTM C469-02, “Standart Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson’s Ratio of Concrete in Compression”, 2002.
- Darma Astawa. Made, “Studi Perilaku Mekanisme Lentur Beton Fiber Beneser Komposit Mutu Tinggi”, 2001.
- Efnarc Association, “The European Guideliness for Self Compacting Concrete”.
- Himawan. A., & Darma. D.S., “Penelitian Awal Mengenai Self Compacting Concrete”, 2000.
- Okamura. H., “Self Compacting High-performance Concrete”, concrete international, 1997.
- Setiawan. A., “Self Compacting Concrete Fenomena Baru Dalam Dunia Teknologi Beton”, 2001.
- Wang, Chu-Kia., Salmon, Charles., & Hariandja, Binsar., “Disain Beton Bertulang “ , 1993