

PERANCANGAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (BETON MEMADAT SENDIRI) Dengan PENAMBAHAN FLY ASH dan STRUCTURO

Kukun Rusyandi¹, Jamul Mukodas², Yadi Gunawan³

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@sttgarut.ac.id

¹ rusyandi.kukun9@gmail.com

² zams44@yahoo.co.id

³ achuy_gunawan@yahoo.co.id

Abstrak – Penelitian ini berupa eksperimen laboratorium dengan pengujian terhadap material SCC. *Self Compacting Concrete* merupakan varian beton yang memiliki tingkat derajat pengerjaan (*workability*) tinggi dan juga memiliki kekuatan awal yang besar, sehingga membutuhkan faktor air semen yang rendah. Pada penelitian ini ingin mengetahui pengaruh penambahan admixture kimia **Superplasticizer** “Structuro” dan **Filler** “Fly Ash” terhadap karakteristik SCC. Superplasticizer dicampurkan dengan kadar 0,3 % dengan mengurangi kadar air campuran. Sedangkan untuk Fly Ash sekitar 8% dari volume campuran beton per m³. Metode pengujian SCC dengan *Slump-Cone Test* pada kondisi segar. Selanjutnya dilakukan pengetesan kuat tekan pada umur 3 dan 7 hari. Hasil penelitian, Fly Ash dapat digunakan sebagai *Filler* dalam pembuatan rancangan beton SCC. Untuk penggunaan Structuro di atas 2,5 % hendaknya dihindari karena tidak efektif terhadap kemampuan mereduksi air sehingga akan menimbulkan efek negative seperti *segregation* dan *bleeding*.

Kata Kunci – beton, *self compacting concrete* (SCC), *superplasticizer*

I. PENDAHULUAN

Keandalan beton sebagai material konstruksi yang paling banyak digunakan tidak diragukan lagi. Sampai saat ini secara material beton masih lebih jauh lebih murah dari pada baja. Tidak hanya faktor ekonomis saja, para peneliti dibidang energi juga telah memperhatikan faktor energi dalam memberikan penilaian material beton yang lebih ramah lingkungan. Pada proses pemadatan beton, diperlukan bantuan getaran dan tumbukan. Tetapi dapat menyulitkan ketika pengerjaan pada daerah – daerah atau tempat yang sempit yang tidak bisa dijangkau oleh alat pemadat beton. Seperti yang telah kita ketahui bahwa dalam era globalisasi kita dituntut untuk mengikuti perkembangan teknologi yang ada. Hal ini disebabkan kebutuhan manusia akan teknologi semakin besar. Hal yang serupa juga terjadi pada teknologi beton. Perkembangan dunia teknologi beton saat ini mengarah pada beton dengan tingkat fluiditas yang tinggi sehingga tidak perlu lagi bantuan pemadatan yaitu *Self Compacting Concrete* (S.C.C).

Beton memadat mandiri (*self compacting concrete*, SCC) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini, memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *van admixture superplastiziser* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang Sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. (Ladwing, II – M., Woise, F., Hemrich, W . and Ehrlich, N . 2001).

Pada saat ini *Self Compacting Concrete* (S.C.C) telah banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Dimana banyak keuntungan yang dapat diperoleh yaitu diantaranya dapat menekan biaya, mutu dan waktu pengerjaan konstruksi yang cukup lama. Dengan tidak lagi dibutuhkannya pemadatan, maka dapat mengurangi tenaga kerja dan peralatan yang dibutuhkan, keuntungan lainnya seperti keamanan tenaga kerja dan penghematan waktu dapat ditingkatkan. Sedangkan dalam segi mutu *Self compacting Concrete* (S.C.C) mempunyai banyak keunggulan yaitu dapat mengurangi permeabilitas dari beton sehingga permukaan beton menjadi lebih halus dan homogen. Sedangkan pada saat ini di Indonesia *Self compacting Concrete* (S.C.C) belum begitu populer, hal ini disebabkan dari segi biaya penggunaan *Self compacting Concrete* (S.C.C) di Indonesia kurang efisien karena biaya pembuatan *Self compacting Concrete* (S.C.C), jika di bandingkan dengan biaya tenaga kerja di Indonesia masih jauh lebih murah dengan cara konvensional seperti biasa. *Self compacting Concrete* (S.C.C) di Indonesia seringkali digunakan khusus untuk kondisi-kondisi tertentu, seperti basement yang membutuhkan beton dengan permeabilitas rendah.

Beton memadat mandiri pertama kali dikembangkan di jepang pada tahun 1990-an sebagai upaya untuk mengatasi persoalan pengecoran komponen gedung artistik dengan bentuk geometri tergolong rumit bila dilakukan pengecoran beton normal. Riset tentang beton memadat mandiri masih terus dilakukan hingga sekarang dengan banyak aspek kajian, misalnya ketahanan (*durability*), permeabilitas dan kuat tekan (*compressive strength*). Kekuatan tekan beton kering 102 Mpa sudah dapat dicapai karena penggunaan admixture *superplastiziser* yang memungkinkan penurunan rasio air-semen (w/c) hingga nilai w/c = 0,3 atau lebih kecil. Juvas (2004).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Beton

Beton dalam konstruksi teknik didefinisikan (dibataskan) sebagai batu buatan yang dicetak pada suatu wadah atau cetakan dalam keadaan cair atau kental, yang kemudian mampu untuk mengeras secara baik. Beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar dan suatu bahan pengikat. Bahan pengikat yang lazim dipakai umumnya adalah bahan pengikat yang bersifat hidrolik dalam arti akan mengikat dan mengeras secara baik kalau dicampur dengan air. (Soetjipto, Ismoyo; 1978; Konstruksi Beton 1)

B. *Self Compacting Concrete*

SCC adalah suatu beton yang ketika masih berbentuk beton segar mampu mengalir melalui tulangan dan memenuhi seluruh ruang yang ada didalam cetakan secara padat tanpa ada bantuan pemadatan manual atau getaran mekanik. (Tjaronge et.al 2006 dan Hartono, et.al 2007).

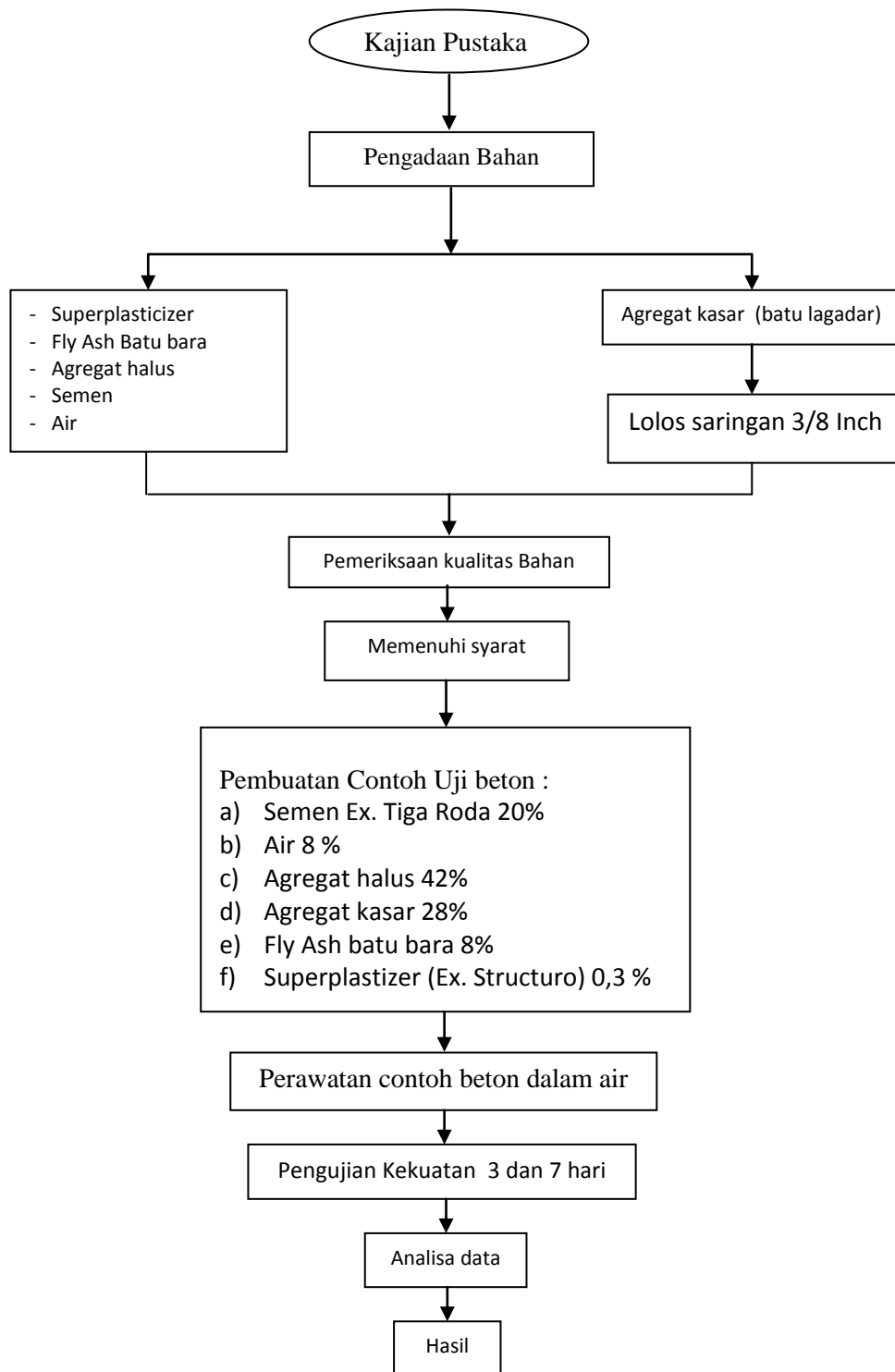
Secara umum *Self Compacting Concrete* merupakan varian beton yang memiliki tingkat derajat pengerjaan (*workability*) tinggi dan juga memiliki kekuatan awal yang besar, sehingga membutuhkan faktor air semen yang rendah.

Sugiharto et.al (2001 dan 2006), untuk mendapatkan campuran beton dengan tingkat workabilitas dan kekuatan awal yang tinggi, perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- Agregat kasar dibatasi jumlahnya sampai kurang lebih 50% dari campuran beton.
- Pembatasan jumlah agregat halus kurang lebih 40% dari volume beton.
- Penggunaan superplasticizer pada campuran beton untuk tingkat *workability* yang tinggi sekaligus menekan factor air semen untuk mendapatkan kekuatan awal yang besar.
- Ditambahkan bahan pengisi (*filler*) pada campuran beton, antara lain *Fly Ash* dan *Silica Fume* untuk menggantikan sebagian komposisi semen, hal ini ditujukan untuk meningkatkan keawetan (*durabilitas*) dan kekuatan tekan beton

III. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengadakan study literatur untuk mendapatkan hipotesis dan pemahaman yang lebih baik mengenai beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*). Selanjutnya dalam upaya penyelesaian penelitian ini, kami menggunakan metode penelitian di Laboratorium guna meneliti, mempelajari dan menganalisa.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Penggunaan Fly ash dan Ex. Structuro Untuk Meningkatkan Kekuatan Struktur Beton Self Compacting Concrete.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Concrete Mix Design

Pada dasarnya Concrete Mix Design adalah proses menentukan komposisi campuran adukan beton berdasarkan data-data dari bahan dasar untuk beton (misalnya gradasi, kadar air, berat isi, berat jenis dll). Dari komposisi campuran ini diharapkan akan dihasilkan beton yang memenuhi sifat-sifat minimum kekuatan, kekentalan, keawetan dan ekonomis. Untuk memenuhi sifat-sifat tersebut, campuran beton yang harus dibuat harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut:

- Kekuatan tekan (Compressive Strength) minimum sesuai dengan kebutuhan structural;
- Factor air semen (FAS) atau rasio air semen maksimum atau kadar semen maksimum;
- Kadar semen maksimum untuk mencegah terjadinya retak akibat siklus temperature dalam beton masa;
- Kadar semen maksimum untuk mencegah retak susut;
- Kepadatan minimum untuk jenis-jenis structural tertentu.

Maksud dan tujuan Concrete Mix Design adalah untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi perencana dan pelaksanaan dalam merencanakan proporsi campuran beton, yang menghasilkan mutu beton yang sesuai dengan yang direncanakan.

Berikut ini tabel isian *Concrete Mix Design* tiap m^3 yang telah kami lakukan :

Tabel .1 Desain Campuran Beton SCC

Material	Kg/m ³	
Semen Ex. Tiga Roda	488.50	
Air	190.00	
Agregat Halus (Pasir Galunggung)	1000.14	
Agregat Kasar (Batu Lagadar)	666.76	
Fly Ash	48.85	
Superplasticizer (Ex. Structuro)	8.31	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Penyerapan agregat halus	2,70	3,10
Penyerapan agregat kasar	2,70	2,66
Tinggi Slump (cm)		
Berat Isi Beton (kg/m ³)	2402.61	

(Sumber : Analisa perhitungan)

b) Sumber Pengambilan Material

Material-material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Semen Tipe I merk TIGA RODA, pasir Galunggung Tasikmalaya Jawa Barat, fly ash batu bara dan superlasticizer jenis Strukturo.

1. Agregat Halus : Pasir Galunggung

Meletusnya gunung Galunggung tahun 1982, mengakibatkan menumpuknya material pasir di sekelilingnya, yang dapat membahayakan penduduk yang bermukim di sekitarnya terutama pada musim hujan, sehingga perlu dilakukan usaha untuk penanggulangannya. Pemerintah menginstruksikan agar material tersebut dipindahkan, dan jika mungkin digunakan sebagai bahan konstruksi. Tujuan penelitian yang dilakukan dalam thesis ini adalah untuk menyelidiki apakah pasir Galunggung dapat di stabilisasi dengan mempergunakan proses campuran dingin dengan kombinasi cut-back bitumen, clayey silt dan air, serta memenuhi kriteria sebagai bahan konstruksi jalan. Untuk keperluan tersebut diatas, beberapa kombinasi dari *clayey silt* dan air dicampur dengan material tersebut. Dari test laboratorium memperlihatkan bahwa penambahan *clayey silt* dalam

campuran meningkatkan stabilitas Marshall dan peningkatan kadar air juga memberi pengaruh dalam meningkatkan stabilitasnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua kombinasi campuran memenuhi syarat yang ditetapkan oleh ASPHALT INSTITUTE (1975) untuk dipakai sebagai material base dan beberapa campuran memenuhi kriteria yang ditetapkan HARRIS et al (1983). Campuran yang cukup baik diperoleh dengan kadar bitumen 5 persen, clayey silt 9 persen dan air 6 persen.



Gambar 2. Agregat Halus Ex Pasir Galunggung

2. Fly Ash

Fly ash adalah suatu hasil samping yang diperoleh dari pembakaran batubara di pusat-pusat tenaga listrik modern. Fly ash merupakan material berbentuk bubuk yang sangat halus dan komponen yang terbanyak adalah silika yang hampir semuanya berbentuk butir-butir bulat. Secara umum dikenal dua jenis fly ash yaitu jenis Low Calcium Fly Ash (LFA) dan High Calcium Fly Ash (HFA), komposisi kandungan senyawa dalam kedua jenis fly ash tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Komposisi Kimia dan Sifat Fisik Fly Ash

Jenis	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	LOI
LFA	57,8	23,0	3,5	9,9	1,5	0,3	2,3	0,5	0,5
HFA	38,1	20,7	5,2	23,9	4,6	1,9	1,4	0,4	0,4

(Sumber : *Pozzolan Reaction and Microstructure of Chemical Activated Lime – Fly Ash Pastes*, ACI Material Journal September-October.)

Fly ash sangat luas pemakaiannya dalam kaitan material semen untuk produksi beton premix, beton siap pakai. Bangunan beton, pipa beton, dan sebagainya. Di Australia bahan ini dipakai sebagai bahan standar untuk campuran beton.

3. Superplasticizer : STRUCTURO

Bahan ini adalah bahan tambah yang bersifat *high range water reducer* (HRWR) yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air campuran cukup banyak tapi dengan tetap mempertahankan konsistensi tertentu. Dengan demikian penggunaan superplasticizer dalam campuran beton mutu tinggi merupakan kebutuhan mutlak yang harus dipenuhi. Adapun bahan superplasticizer yang kami gunakan adalah jenis Structuro.

4. Semen Portland Tipe I : Ex TIGA RODA

- penggunaan :
 - a. Untuk pemakaian secara umum dan untuk semua mutu beton;
 - b. Untuk struktur bangunan bertingkat sampai dengan gedung bertingkat tinggi;

- c. Struktur jembatan dan jalan beton;
 - d. Untuk paving block;
 - e. Untuk pemasangan bata, plesteran dan acian.
- Sifat-sifat :
 - a. Mudah pengerjaan;
 - b. Suhu adukan rendah, sehingga hasilnya tidak mudah retak;
 - c. Menghasilkan permukaan plesteran yang halus dan beton yang halus;
 - d. Kedap air;
 - e. Tahan terhadap sulfat;
 - f. Mempunyai kuat tekan yang tinggi;
 - g. Bangunan konstruksi menjadi tahan lama.
 - Spesifikasi Teknis PCC

Tabel 3. Spesifikasi Teknis PCC Semen TIGA RODA

ITEMS	UNIT	SNI 15-7064-2004	QUALITY		
		Standard	Typical	Range	
PHYSICAL PROPERTIES :					
1. Air content of mortar, volume	%	12 max.	4.60	4.5 – 5.7	
2. Fineness, specific surface	m ² / kg	280 min.	418	391 – 427	
3. Autoclave expansion	%	0.8 max.	0.05	0.03 – 0.07	
4. Compressive strength					
	3 days	Kg / cm ²	125 min.	236	213 – 249
	7 days	Kg / cm ²	200 min.	303	284 – 322
	28 days	Kg / cm ²	250 min.	402	381 – 452
5. Time of setting, vicat	Initial set	Minute	45 min.	128	106 – 168
	Final set	Minute	375 max.	339	315 – 365
6. False Set	%	50 min.	73.40	75 – 87	
7. Heat of hydration	Kal / gr		66.40	65 – 67	
8. Normal consistency	%		25.40	24.5 – 25.9	
9. Specific gravity			3.05	3.00 – 3.10	
CHEMICAL PROPERTIES :					
1. Silicone dioxide	%	-	23.04	21.7 – 23.5	
2. Alumunium oxide	%	-	7.40	6.1 – 7.6	
3. Ferric oxide	%	-	3.36	3.1 – 3.9	
4. Calcium oxide	%	-	57.38	57.0 – 60.3	
5. Magnesium oxide	%	-	1.91	1.0 – 2.9	
6. Sulfur oxide	%	4.0 max.	2.00	1.6 – 2.1	
7. Loss on ignition	%	-	3.94	3.5 – 8.0	
8. Insoluble residue	%	-	10.96	5.0 – 12.5	
9. Free Lime	%	-	0.56	0.5 – 1.5	

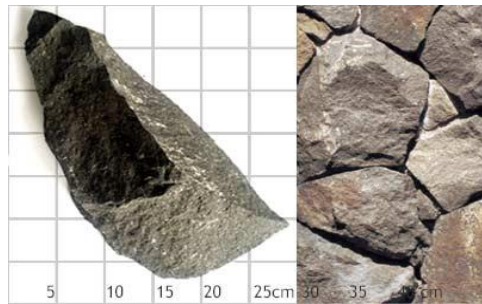
(Sumber : PT. TIGA RODA)

5. Batu Lagadar

Ciri umum padat, tidak berongga, abu-abu kebiruan atau kemerahan. Bentuk bongkah , permukaan tidak rata. Tingkat kekerasan beragam tergantung pada ke dalaman tambang.

Sifat: Sangat sedikit menyerap air, mudah dibersihkan, tahan terhadap cuaca, sifat struktur yang kuat, bagus dipakai sebagai batu pondasi.

Informasi Geologis: Batu Lagadar merupakan batuan intrusif jenis gabro berbutir kasar yang memperlihatkan tekstur kristalin dan masif. Bentuk intrusi ini diduga berupa stock kecil. Posisi batuan terletak dekat dengan (tampak pada foto) Kandungan rata-rata unsur dominan SiO₂ : 48.36% dan Al₂O₃ : 16.81%. Lokasi penambangan: Desa Lagadar, Leuwigajah, Cimahi, Jawa Barat



Gambar 3. Agregat Kasar Ex Batu Lagadar



Gambar 4. Situasi Penambangan Batu Lagadar

Penambangan terbuka dilakukan dalam skala besar dan kecil yang mengubah bentang alam asal menjadi dataran berpasir.

c) Uraian Hasil Pengujian

Pada penelitian SCC dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui karakteristik dan batasan-batasan yang harus dicapai suatu varian beton untuk memenuhi kriteria Self Compacting Concrete (SCC)

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menguji benda uji beton berbentuk silinder pada umur 3, 7 dan 14 hari. Benda uji silinder beton berupa beton dengan campuran beton dengan penambahan pozzolan (fly ash) sebesar 8%, campuran beton dengan penambahan superplasticizer Ex. Structuro 0,3%. Pada setiap variasi digunakan tiga buah benda uji dan dalam perhitungan digunakan kuat tekan rata-rata.

a. Pengujian beton keras :

1. Pembuatan kaping (*Capping*) untuk benda uji silinder beton

a. Maksud

Pekerjaan ini dimaksudkan untuk memberi lapisan perata bagi permukaan tekan benda uji silinder beton dengan bahan gypsum berkekuatan tinggi atau dengan mortar sulfur, sebelum dilakukan uji tekan.

b. Peralatan

- Kuas
- Pelumas
- Cetakan baja
- Sendok logam
- Timbangan
- Pot pemanas listrik

c. Contoh uji

Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah silinder beton, bahan kaping (belerang+fly ash).

d. Langkah-langkah pengujian

1. Panaskan campuran antara belerang dengan fly ash dengan perbandingan 8 bagian berat belerang : 2 bagian berat fly ash, menggunakan pemanas listrik (*Capping Melting Pot*) sampai mencair sempurna.
2. Tuangkan campuran bahan yang telah mencair ke dalam cetakan baja.
3. Letakan salah satu permukaan salah satu benda uji silinder diatas cetakan baja yang telah diisi bahan kaping cair.
4. Setelah cairan kaping cukup keras dan menempel pada permukaan beton ambil benda uji dari cetakan baja dengan hati-hati.
5. Lakukan prosedur pada butir 2 dan 3 untuk permukaan tekan benda uji yang lainnya.



Gambar 5. Pembuatan Kaping Untuk Benda Uji Silinder

2. Pengujian kuat tekan beton

a. Maksud

Pengujian ini di maksudkan untuk menentukan kuat tekan beton berbentuk silinder atau kubus yang dibuat dan dirawat di laboratorium. Kekuatan tekan beton adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.

b. Referensi

SK SNI T-15-1990-03

c. Peralatan

- Timbangan
- Mesin tekan (Hammer Test)
- Satu set alat pelapis



Gambar 6. Hammer Test

d. Contoh Uji

Benda uji dibuat dari beton segar yang mewakili campuran beton.



Gambar 7. Contoh benda Uji Beton Silinder

e. Langkah-langkah Pengujian

- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara metris
- Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² perdetik
- Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.



Gambar 8 . Pengujian kuat tekan beton umur 3 dan 7 hari

Data hasil pengujian kuat tekan beton untuk masing-masing variasi benda uji beton disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. Spesifikasi Teknis PCC Semen TIGA RODA

Tgl buat	Tgl Uji	Umur	BC	BI	LB	GT	KT
			(kg)			(kg)	(Mpa)
13-04-10	16-04-10	3 hari	12.03	2.269	176.6	10080	6.12
13-04-10	20-04-10	7 hari	12.11	2.284	176.6	38000	21.52
13-04-10	10-05-10		?	?	176.6	?	?
			?	?	176.6	?	?
			?	?	176.6	?	?

(Sumber : Analisa perhitungan)

3. Analisis Biaya Campuran Beton Self Compacting Concrete

Untuk mengetahui biaya yang diperlukan untuk pembuatan campuran per m³ beton, terlebih dahulu harus diketahui komposisi dari harga per kg masing-masing material pembentuk beton. Proporsi campuran dan harga per kg material beton dapat dilihat pada table.

Tabel 5. Analisis Biaya Campuran Beton Self Compacting Concrete

Jenis Material	Proporsi Campuran	Vol/m ³	Satuan	Harga (Rp)	Harga (Rp/kg)
Agregat Kasar (Batu Lagadar)	666.76	0,28	m ³	165.000	46.200,-
Agregat Halus (Psr Galunggung)	1000,14	0,42	m ³	165.000	68.760,-
Semen TIGA RODA @50 kg	488,5	9,77	zak	51.000	498.270,-
Fly Ash	48.85	48,85	kg	10.000	488.500,-
Superplasticizer (stucturo)	8,31	8,31	kg	7.000	58.170,-
Jumlah					1.159.900,-

(Sumber : Analisa perhitungan)

V. PENUTUP

a. Kesimpulan

Dari percobaan dan pengujian yang dilakukan dalam Beton SCC ini dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Penggunaan fly ash ternyata dapat digunakan sebagai *Filler* atau bahan pengganti semen dalam pembuatan rancangan beton Self Compacting Concrete. Sebaiknya penggunaan fly ash yaitu 20%.
2. Penggunaan admixture Structuro dalam batas nilai tertentu sangat dominan pengaruhnya terhadap workability campuran beton SCC maupun kekuatan dan mutu beton yang dihasilkan. Sifat *water reducer* yang tinggi pada Structuro dapat menjaga nilai factor air-semen tetap rendah dengan tidak mengurangi workabilitas campuran beton yang diharapkan.
3. Penggunaan Structuro diatas 2,5% hendaknya dihindari karena selain penambahan dosis tersebut tidak efektif terhadap kemampuan mereduksi airnya semakin kecil juga akan timbul efek-efek negatif yang tidak diharapkan yaitu *segregation* dan *bleeding*.

b. Saran

Penggunaan Fly ash dan Admixture Structuro mempunyai potensi yang sangat baik dalam merancang suatu beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*). Oleh karena itu, penelitian ini perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut. Untuk itu, perlu kiranya penulis memberikan saran yang berhubungan dengan penelitian ini, antara lain:

1. Walaupun penggunaan Fly ash dapat menambahkan kekuatan dari beton SCC namun mengingat harganya yang jauh dari ekonomis maka diperlu dilakukan penelitian guna mencari alternative solusi lain guna mengganti Fly ash dengan bahan lain sebagai *Filler* yang lebih ekonomis.
2. Selain pengujian Slump Flow hendaknya pengujian mengenai workability dari *Self Compacting Concrete* seperti V-Funnel Test, L-Box, U-Box dan lain sebagainya juga dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soetjipto, Ismoyo; 1978; Konstruksi Beton 1; PT.Gaya Tunggal G.T; Jakarta.
- [2] Dinas Pertacip Kota Garut; 2012; Analisis Harga Satuan Upah dan Bahan Kota Garut.
- [3] Sunggono kh; 1995; Buku Teknik Sipil; Penerbit Nova; Bandung.
- [4] Hartono, et.al 2007, *Pertimbangan pada Perbaikan dan Perkuatan Struktur Bangun Pasca Gempa*, Seminar HAKI, Jakarta
- [5] SK SNI T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- [6] Sugiharto, Handoko, et.al 2001, *Penggunaan Fly Ash dan Viscocrete pada Self Compacting Concrete*, Jurnal Dimensi Teknik Sipil Vol.8, UK Petra.
- [7] Departemen Pekerjaan Umum, Badan Litbang, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, “*Pemanfaatan Bio Pozzolan Reaktif Untuk Mengurangi Pemakaian Semen (PC) Pada Beton*”. Laporan Akhir Penelitian, 2006.
- [8] Kusnadi, *Bab-bab Tertentu Dari Teknologi Beton dan Baja Tulangan*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.
- [9] Meda Sagala (2000), *Perubahan Fisika-Kimia dari Mineral pada Pembakaran Lempung*, Informasi Teknologi Keramik dan Gelas.
- [10] *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, SNI 03-6825-2002.
- [11] PT. Wahana Pozzolanic, *Memperkenalkan Pozzolanic Fly ash*, Jakarta, Indonesia.
- [12] *Semen Portland*, SNI 15-3500-2004.
- [13] *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000.