

PENGARUH PENAMBAHAN SIKAMENT-NN DAN *SILICA FUME* PADA BETON MUTU TINGGI DENGAN KEMAMPUAN MEMADAT SECARA MANDIRI (*HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE*)

Bambang Wuritno

Dosen Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Abstraksi

*Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah meningkatkan pematatannya tanpa harus menggunakan dipadatkan menggunakan vibrator yaitu dengan membuat beton yang mampu mengalir atau memadat secara mandiri (*self compacting concrete*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penambahan *silica fume* sebesar 10% dan Sikament-NN sebesar 2,3% dari berat semen dapat menjadikan beton mutu tinggi biasa menjadi *High Strength Self Compacting Concrete* dengan parameter uji kelecakan berupa *slump flow test*. *Mix design* yang dibuat adalah untuk kuat tekan 63,28 MPa.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sejak tahun 1983 di Jepang telah diketahui permasalahan tentang durabilitas beton. Untuk mendapatkan beton yang tahan lama diperlukan control kualitas yang baik dengan pengecoran yang dikerjakan oleh tenaga ahli. Problema beton adalah diperlukan pematatan yang cukup intensif untuk menghasilkan beton yang padat. Rongga-rongga udara sering terjebak di dalam beton sehingga kekuatan maupun ketahannannya sangat rendah. Kemudian pada tahun 1988, beton kinerja tinggi diajukan dengan spesifikasi sifat beton segar dapat memadat sendiri, umur awal tidak ada cacat awal, dan setelah mengeras dapat melawan kerusakan yang disebabkan faktor eksternal. Beton ini dinamakan *Self Compacting Concrete (SCC)*. Metode untuk mendapatkan beton *SCC* bukan hanya pada deformabilitas yang tinggi sehingga mudah untuk dipadatkan tetapi juga pada kemungkinan *segregasi* yang rendah. Pada beton biasa deformabilitas yang tinggi akan diikuti dengan kemungkinan terjadi *segregasi* pada saat beton dituangkan melalui tulangan pada beton.

Untuk mendapatkan beton *SCC* dengan deformabilitas tinggi dan kemungkinan *segregasi* yang rendah maka diatur agar beton mempunyai kadar agregat kasar yang rendah, faktor air semen yang rendah, dan menggunakan *superplasticizer*. Jumlah agregat kasarnya dikurangi dan mortar beton meningkat sehingga menjadi berkurang dan beton dengan mudah berdeformasi, namun tidak menurunkan kuat tekan dan kuat lenturnya sesuai dengan rencana awal dan ketentuan yang berlaku pada beton.

Dengan campuran yang mudah berdeformasi tetapi tetap dapat mempertahankan kekentalannya (*viscositas*) maka beton *SCC* akan memadat sendiri dan tidak mengalami *segregasi*.

Perumusan Masalah

Supaya obyek lebih jelas dan terarah, maka masalah yang akan diteliti sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan *silica fume* 10% dan Sikament-NN 2,3% dari berat binder serta faktor air semen 0,3 pada *HS-SCC*?
2. Berapakah kuat tekan rata-rata (f'_{c_r}) dari dua sampel beton yang di uji pada umur masing-masing 1,3,7,14, dan 28 hari?
3. Berapakah \emptyset *slump flow* yang dicapai dengan komposisi pada poin 1?
4. Berapakah kuat lentur beton *HS-SCC*?
5. Berapakah harga beton *HS-SCC* /m³?

Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis meneliti mengenai \emptyset *slump flow*, kuat tekan rata-rata pada beton umur 1,3,7,14, dan 28 dan kuat lentur pada beton *HS-SCC*.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini merupakan rumusan yang menunjukkan suatu hal yang diharapkan dapat diperoleh setelah penelitian ini selesai dilakukan, Adapun tujuan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* 10% dan Sikament-NN 2,3% dari berat binder serta faktor air semen 0,3 pada *HS-SCC*.
2. Untuk mengetahui kuat tekan rata-rata (f'_{c_r}) dari dua sampel beton yang di uji pada umur masing-masing 1,3,7,14, dan 28 hari.
3. Untuk mengetahui \emptyset *slump flow* yang dicapai dengan komposisi pada poin nomor 1.

4. Untuk mengetahui kuat lentur beton *HS-SCC*.
5. Untuk mengetahui harga beton *HS-SCC* /m³.

STUDI PUSTAKA

Pengertian Umum

Beton adalah suatu bahan bangunan yang diperoleh dengan mencampurkan sejumlah bahan dasar seperti semen, pasir, kerikil dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lain, kemudian diaduk hingga merata dan homogen.

Beberapa efek sifat beton yang baik, biasanya meliputi mudah dikerjakan (*workable*), kuat (*strength*), dan awet (*durable*).

Beton Mutu Tinggi

1. Kekuatan tinggi (*high ultimate strength*)
 - a. Kekuatan tekan pada umur 28 hari antara 6000 – 10.000 psi.
 - b. Kekuatan tekan pada umur 56 hari antara 10.000 psi.
2. Kekuatan awal tinggi (*high early strength*)
 - a. Kekuatan tekan 2.500 – 4.000 psi.
 - b. Kekuatan lentur 400 – 600 psi.
3. Modulus elastisitas yang tinggi (*high modulus of elasticity*)
 - a. Lebih dari 6.500.000 psi.
4. Ketahanan yang tinggi (*high durability*)
 - a. Perlindungan terhadap korosi pada baja tulangan.
 - b. Penetrasi klorida yang rendah (*low chloride penetration*).
 - c. Ketahanan terhadap korosi sulfat (*sulphate resistance*).
 - d. Kekedapan air dan udara (*low water air thightness*).
 - e. Ketahanan terhadap abrasi (*abration resistance*).
 - f. Perlindungan terhadap bahaya lingkungan disekitarnya.
 - g. Keawetan yang tinggi secara jangka panjang.
5. Kemampuan mudah dikerjakan, dipompakan, dan diselesaikan (*high workability and finishability*)
 - a. Slump pada rata – rata (*mid range concrete*) adalah 6 – 8 cm.
 - b. Slump pada beton dipompakan (*flowing concrete*) lebih dari 8 cm, tanpa segregasi.

- c. Pengurangan kekuatan pompa (*reduced pumping pressure*).
 - d. Mudah diselesaikan (*easier finishing*).
 - e. Kemampuan memampatkan sendiri (*self compacting*).
6. Dapat digunakan pada cuaca dingin (*placeable in cold weather*)
 - a. Waktu ikat normal (*normal setting time*).
 - b. Mendapat percepatan kekuatan (*accelerated strength gain*).
 - c. Suhu penahan dingin yang rendah (*low temperatures freeze protection*).
 7. Dapat digunakan pada tempat yang panas
 - a. Slump tertahan normal (*normal slump retention*).
 - b. Proses hidrasi terkendali.
 8. Pengendalian hidrasi (*controlled hydration*)
 - a. Panas hidrasi yang rendah (*low heat hydration*).
 - b. Susut yang relative rendah (*low drying shrinkage*).

2.3 Beton Dengan Kemampuan Memadat Secara Mandiri (*Self Compacting Concrete*)

Self Compacting Concrete atau yang umum disingkat dengan istilah SCC adalah beton segar yang sangat plastis dan mudah mengalir karena berat sendirinya mengisi keseluruhan cetakan yang dikarenakan beton tersebut memiliki sifat-sifat untuk memadatkan sendiri, tanpa adanya bantuan alat penggetar untuk pemadatan. Beton SCC yang baik harus tetap homogen, kohesif, tidak segregasi, tidak terjadi *blocking*, dan tidak *bleeding*.

Kelebihan dari SCC diantaranya :

- a. Sangat encer, bahkan dengan bahan aditif tertentu bisa menahan slump tinggi dalam angka waktu lama (*slump keeping admixture*).
- b. Tidak memerlukan pemadatan manual.
- c. Lebih homogen dan stabil.
- d. Kuat tekan beton bisa dibuat untuk mutu tinggi atau sangat tinggi.
- e. Lebih kedap, porositas lebih kecil.
- f. Susut lebih rendah.
- g. Dalam jangka panjang struktur lebih awet (*durable*).
- h. Tampilan permukaan beton lebih baik dan halus karena agregatnya biasanya berukuran kecil sehingga nilai estetis bangunan menjadi lebih tinggi.

- i. Karena tidak menggunakan penggetaran manual, lebih rendah polusi suara saat pelaksanaan pengecoran.
- j. Tenaga kerja yang dibutuhkan juga lebih sedikit karena beton dapat mengalir dengan sendirinya sehingga dapat menghemat biaya sekitar 50 % dari upah buruh.

Pada dasarnya kekuatan beton terbentuk dari kekuatan dan kerapatan material pembentuknya.

Kekuatan Material

Kerapatan Material

Material Penyusun

Faktor Air Semen

Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perawatan (*Curing*)

Hipotesis

1. Dengan penambahan additive yang bersifat pozolan akan dapat meningkatkan kekuatan pasta semen, dan selanjutnya juga meningkatkan kuat tekan beton
2. Dengan *mix design* metode SNI 03-2834-2002 akan mendapatkan proporsi bahan baku yang lebih mendetail, karena metode tersebut menggunakan pendekatan grafik dan table yang lebih matematis, sehingga semua hasil perhitungannya akan sesuai dengan karakteristik bahan dasarnya, dan pada akhirnya mutu didapat dengan yang direncanakan
3. Karena mempunyai ukuran partikel yang sangat halus, maka *silica fume* akan mampu mengisi rongga – rongga pada pasta semen, yang kemudian akan menambah kerapatan beton dan mengurangi porositas yang pada akhirnya akan meningkatkan kedap terhadap air dan udara, serta meningkatkan ketahanan terhadap bahan – bahan agresif (chloride, sulfat, dan kondisi lingkungan yang agresif).

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang kami lakukan adalah dengan cara membuat benda uji di Laboratorium Beton CV. Jati Kencana Beton, kemudian kami mengujinya dengan umur 1,3,7,14,dan 28 hari

untuk benda uji silinder sebagai sample kuat tekan 15x15x30 cm dan umur 28 hari untuk benda uji balok 15x15x60 cm sebagai sample kuat tarik beton.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1 Pengaruh Sika Fume dan Sikament-NN pada *HS-SCC*

Adanya penambahan Sika Fume dan Sikament-NN pada beton mengakibatkan beton segar lebih tinggi nilai *workability*nya dan membuat beton lebih mudah mengalir dengan parameter ukur berupa diameter *slump flow*.

2 Analisis Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan pada masing-masing benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji berumur 1, 3, 7, 14, dan 28 hari dengan masing-masing 2 sampel menggunakan metode SNI 03-2834-2002. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan pada masing-masing hari :

Tabel 1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Nama Benda Uji	Umur (hari)	Berat (kg)	F'c (MPa)	Rata-rata F'c _r (MPa)
A	1	12,42	13,86	19,665
B	1	12,68	25,47	
C	3	12,56	44,71	41,595
D	3	12,56	38,48	
L	7	12,61	47,53	45,27
K	7	12,47	43,01	
E	14	12,64	53,76	47,675
F	14	12,4	41,59	
I	28	12,63	52,91	49,375
J	28	12,48	45,84	

3 Nilai *Slump* dan *Workability*

Workability (kemudahan pengerjaan) beton menjadi sorotan utama dalam beton *HS-SCC*. Beton *HS-SCC* dibuat dengan fas rendah yang berarti air yang digunakan sangat sedikit namun harus dapat mengalir kesetiap sudut pada *bekisting* pada saat dituangkan dan tanpa bantuan vibrator. Dalam penelitian ini nilai diameter *slump flow* yang harus dicapai adalah 50 cm agar beton dapat mengalir kesetiap sudut pada *bekisting*. Untuk meningkatkan nilai diameter *slump*

flow maka perlu adanya penambahan *superplasticizer* berupa Sikament-NN sebesar 2,3% dari berat semen. Dosis ini merupakan dosis maksimal yang ditetapkan oleh PT. Sika sebagai produsen Sikament-NN.

Pada penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa pengurangan air pada adukan beton akan membuat kuat tekan beton meningkat, tetapi hal tersebut bisa berdampak pada nilai *slump* beton segar. Seiring rendahnya nilai *slump* maka akan berdampak pada *workability*, dengan kata lain semakin banyak pengurangan air maka kuat tekan beton akan meningkat, namun akan menurunkan nilai *slump* yang akan berpengaruh pada pengerjaan beton. Namun dengan penambahan Sikament-NN sebagai *superplasticizer* dengan dosis maksimal sesuai anjuran dari PT. Sika sebagai produsen akan meningkatkan nilai *slump* bahkan menjadi *slump flow* tanpa harus mengurangi air untuk mencapai kekuatan kuat tekan beton yang tinggi dan tanpa perlu menambahkan air untuk mencapai *slump flow* yang merupakan syarat utama beton mutu tinggi biasa menjadi beton mutu tinggi dengan kemampuan memadat secara mandiri (*high strength self compacting concrete*). Berikut adalah tabel hasil pengukuran *slump flow*.

Tabel 2 Nilai *Slump Flow*

Diameter <i>Slump Flow</i>	Rata- Rata
50 cm	48,33 cm
49 cm	
46 cm	

4 Analisis Kuat Lentur Beton

Selain kuat tekan yang dicari, dalam penelitian ini juga menguji kuat tarik/lentur beton dengan menggunakan balok berukuran 15 x15 x 60 cm yang di uji pada umur 28 hari sebanyak 1 sampel. Pengujian ini bertujuan mengetahui kuat tarik/lentur pada beton *SCC* dan memperoleh perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik/lentur beton *SCC*. Berikut adalah hasil uji tarik/lentur yang dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

I. Umur (Hari)	II. Berat (Kg)	III. F'_{c_t} (MPa)
IV. 28	V. 31,54	VI. 14,67

5 Harga Beton Tiap M³

Setelah didapat jumlah kebutuhan material untuk membuat beton *SCC* melalui *mix design* yang perhitungannya berada didalam lampiran, langkah berikutnya adalah mencari harga material untuk dapat mengetahui harga beton *SCC* dengan proporsi material dan bahan tambahan sesuai yang di tetapkan pada penelitian ini. Berikut adalah perbandingan harga antara *HS-SCC* dengan beton normal :

Tabel 4 Rekapitulasi harga beton *HS-SCC* per m³

Material	Kebutuhan/ m ³	Harga satuan	Harga total
AH	574,17 kg	Rp 60,00 /kg	Rp 34.500,00
AK	898,06 kg	Rp 80,00 /kg	Rp 71.900,00
Semen	777,78 kg	Rp 1.100,00 /kg	Rp 855.600,00
<i>Silica Fume</i>	77,78 kg	Rp 12.500,00 /kg	Rp 972.300,00
Sikament-NN	6,54 lt	Rp 22.000,00 /lt	Rp 143.000,00
Pekerja	1 org	Rp 50.000,00 /hr	Rp 50.000,00
Total			Rp 2.127.300,00

Tabel 5 Rekapitulasi harga beton normal tiap m³

Material	kebutuhan/ m ³	Harga Satuan	Harga Total
AH	574,17 kg	Rp 60,00 /kg	Rp 34.500,00
AK	898,06 kg	Rp 80,00 /kg	Rp 71.900,00
Semen	777,78 kg	Rp 1.100,00 /kg	Rp 855.600,00
Pekerja	2 org	Rp. 50.000,00 / hr	Rp. 100.000,00
Vibrator	1 bh	Rp. 150.000,00 / hr	Rp. 150.000,00
TOTAL			Rp 1.212.000,00

6 Perbandingan f[']c Rencana dan f[']c Hasil Penelitian

Pada penelitian ini ditentukan f[']c rencana sebesar 63,28 MPa, namun dari hasil penelitian, didapatkan f[']c terjadi sebesar 49,375 MPa, dikatakan belum memenuhi f[']c rencana. Dimungkinkan hal ini terjadi karena kekuatan dari agregat kasar yang digunakan, agregat kasar yang digunakan yaitu kurang keras. Agregat kasar sangat mempengaruhi kuat tekan beton, agregat kasar merupakan merupakan bahan pengisi yang paling banyak dalam campuran beton, karena volumenya yang besar maka agregat kasar sangat mempengaruhi kuat tekan beton.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan *silica fume* sebesar 10% dan Sikament-NN sebesar 2,3% dari berat semen dapat menjadikan beton non *SCC* menjadi beton *SCC* dikarenakan nilai *slump*nya menjadi *slump flow*.
2. Kuat tekan rata-rata yang diperoleh untuk umur 1 hari sebesar 19,665 MPa, 3 hari sebesar 41,595 MPa, 7 hari sebesar 45,27 MPa, 14 hari sebesar 47,675 MPa, 28 hari sebesar 49,375 MPa, dan memiliki kuat lentur 14,67 MPa.
3. Dengan kuat lentur yang demikian, maka dapat mengurangi dimensi beton pada struktur bangunan.
4. *Slump flow* rata-rata yang didapat ada sebesar 48,33 cm.
5. Harga beton *HS-SCC* pada penelitian ini didapat Rp. 2.127.300,00/m³, sedangkan harga beton normal Rp. 1.212.000,00/m³.
6. Beton *HS-SCC* memiliki kuat lentur lebih tinggi dibanding beton mutu tinggi pada umumnya.
7. *Setting time* beton *HS-SCC* dengan penambahan Sikament-NN sama dengan beton normal pada umumnya yaitu sekitar 1,5-3 jam, karena dalam Sikament-NN tidak terdapat zat yang dapat mempercepat *setting* beton, namun setelah 12 jam beton dengan penambahan Sikament-NN akan lebih tinggi kuat tekannya dibanding dengan beton normal. Hal itu disebabkan karena Sikament-NN adalah *high range water reducer*, sehingga jumlah air yang digunakan lebih sedikit dibanding dengan beton normal.

Saran

Dari uraian di atas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang lebih baik diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut :

1. Hendaknya dalam pembuatan beton *SCC* pengerjaannya harus sangat teliti dan ketat.
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk beton *SCC*.

3. Diperlukan inovasi baru *superplasticizer* yang memiliki harga lebih murah, agar harga beton *SCC* lebih murah.
4. Diperlukan standar baru di Indonesia untuk beton *SCC* terutama pada *mix design*.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, Pujo, Purwono, Rachmat. 2010. *Pengendalian Mutu Beton*. Its Press, Surabaya.

Nugraha, Paul, Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Andi, Surabaya.

Sunggono V. Ir, Kh,. 1995. *Buku Teknik Sipil*. Nova, Bandung.

Siswanto, Agus bambang, 2013, Modul Kuliah Manajemen Material, Untag Semarang.

-----2002. SNI 03-2834-2002. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. BSN, Jakarta.

-----2002. SNI 03-xxxx-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.