

KINERJA HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN PENAMBAHAN ADMIXTURE “BETON MIX” TERHADAP KUAT TARIK BELAH

Anggi Marina Korua

Servie O. Dapas, Banu Dwi Handono

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : anggimkorua@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan kekuatan beton adalah salah satu faktor yang utama yang diharapkan dalam teknologi beton. Dalam proses pengerjaan beton bertulang cukup sulit apabila dibandingkan dengan beton biasa apalagi bila jarak tulangan yang rapat sehingga sulit untuk dijangkau bila menggunakan alat vibrator atau alat pemadat dan pengecoran beton menjadi tidak sempurna. Dalam penelitian ini digunakan beton mutu tinggi memadat sendiri atau *high strength self compacting concrete* (HSSCC) dengan variasi persentase superplastisizer berupa Beton mix 1,5%; 1,6%; 1,7% dan dibandingkan dengan beton mutu tinggi tanpa penambahan superplastisizer dan pengurangan air sebesar 15%. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Pengujian beton segar meliputi uji slump flow, L-Shaped Box dan V-Funnel dan umur 28 hari uji kuat tekan dan kuat tarik belah. Tes workability menunjukkan bahwa Beton Mix dengan persentase 1,6% mampu mencapai kriteria scc. Dari hasil pengujian kuat tekan dengan variasi 0% mencapai 57,63 MPa, 1,5% mencapai 47,18 MPa, 1,6% mencapai 54,68 MPa dan 1,7% mencapai 49,21 MPa.

Kata kunci : HSSCC, Superplastisizer, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, bendungan, pembangkit listrik, gedung dan bangunan-bangunan lainnya. Seiring dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi, beton dikembangkan dan ditingkatkan kualitasnya untuk menjadi lebih baik sehingga dibuat beton mutu tinggi yang memiliki kemampuan lebih dari beton normal.

Pada pengerjaan konstruksi beton, terutama pada konstruksi beton bertulang, vibrasi atau pemadatan beton adalah pekerjaan yang mutlak untuk dikerjakan. Akan tetapi, dalam proses pengerjaan beton bertulang cukup sulit apabila dibandingkan dengan beton biasa apalagi bila jarak tulangan yang rapat sehingga sulit untuk dijangkau bila menggunakan alat vibrator atau alat pemadat dan pengecoran beton menjadi tidak sempurna dan menghasilkan beton berkualitas jelek seperti keropos,

permeabilitas tinggi, atau beton mengalami pemisahan material.

Untuk mengatasi kendala yang dialami dengan mendapatkan beton yang kuat maka dapat menggunakan beton mutu tinggi memadat sendiri atau *high strength self compacting concrete* (HSSCC) tanpa menggunakan alat pemadat dan vibrator untuk mengisi ruang-ruang kosong dan mencapai tinggi permukaan dengan rata tanpa mengalami bleeding dan segregasi.

High Strength Self Compacting Concrete mempunyai spesifikasi slump yang sangat tinggi sehingga harus mempunyai faktor air semen yang rendah namun memiliki campuran yang mudah dibentuk dan dikerjakan. Untuk memperoleh campuran beton ini dapat menggunakan bahan tambah *superplastisizer*.

Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Wongso, Mungok, dan Supriyadi (2013), dari hasil percobaan pembuatan benda uji metode ACI dengan penambahan *chemical admixture* berupa Sika Viscocrete-10 sebesar 1,25% dari berat

semen dengan pengurangan air semen sebesar 12%. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan 15 cm, dan tinggi 30 cm. Pengujian meliputi uji kuat tekan dan uji *slump flow* menggunakan alat berupa *flow table* dan *L-Box*. Sebagai perbandingan dibuat juga sampel beton tanpa *chemical admixture*. Dari hasil pemeriksaan dan perhitungan kuat tekan dan *flowability* beton yang dipengaruhi oleh *chemical admixture* sebesar 1,25% dari berat semen menghasilkan kuat tekan sebesar 48,03 MPa dengan nilai *slump flow* sebesar 60 cm sedangkan untuk beton tanpa *chemical admixture* menghasilkan kuat tekan 44,09 MPa.

Risdianto (2010), dengan judul penerapan *self compacting concrete (scc)* pada beton mutu normal. Dalam penelitiannya *scc* menggunakan bahan tambahan *superplasticizer* berjenis Conplast SP430 dengan variasi 0,5; 1; 1,5; 2 liter pada campuran beton dengan menggunakan *slump flow test, v-funnel, l-box*. Dari hasil tes *workability* menunjukkan bahwa Conplast dengan variasi 2 liter mampu mencapai kriteria dari *scc*. Dari hasil pengujian kuat tekan dengan variasi 1 liter mengalami kenaikan sebesar 26,88% pada umur 28 hari. Untuk pengujian kuat tekan beton umur 7 hari rata-rata mencapai 312,88 kg/cm² sedangkan umur 28 hari rata-rata yang di capai sebesar 356,82 kg/cm².

Mariani, Sampebulu, Ahmad (2009), meneliti tentang pengaruh penambahan *admixture* terhadap karakteristik *self compacting concrete (scc)*. Dalam penelitian ini digunakan *superplasticizer* "Mighty 150 S" dan *retarder* "Conplast Dessue Posolit". *Superplasticizer* digunakan dalam 3 variasi yaitu 1,5%; 2%; 2,5% pada umur 3, 7, dan 28 hari dengan mengurangi kadar air campuran. Tingkat kelecakan aliran *scc* meningkat sesuai dengan penambahan kadar *superplasticizer* dan sebaliknya kekuatan tekan menurun sesuai kada penambahan *superplasticizer*. Kondisi optimal *scc* tercapai pada variasi 1,5%.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada maka penulis ingin mengetahui lebih lanjut dengan melakukan penelitian tentang *high*

strength self compacting concrete menggunakan presentase dalam 4 kadar variasi *superplasticizer* Beton Mix (0%; 1,5%; 1,6%; 1,7%) dengan mengurangi kadar air campuran. Pengujian HSSCC dengan kuat tarik belah pada umur 28 hari.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diambil dalam penyusunan penelitian ini untuk membatasi permasalahan yang ada agar tidak terjadi perluasan dalam pembahasan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Rekayasa Material dan Struktur Universitas Sam Ratulangi Manado
2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, air, agregat kasar, agregat halus, *superplasticizer* yaitu beton mix
3. Semen yang digunakan merupakan semen Portland dengan merk Tonasa.
4. Agregat kasar dari Kema
5. Agregat halus dari Girian
6. *Superplasticizer* yang digunakan tipe F: *High Range Water Reducer*
7. Kuat tekan rencana 41 MPa
8. Uji *slump* beton segar dilakukan dengan metode *Slump flow test, L-Shaped box* dan *V - Funnel*
9. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari
10. Penambahan *superplasticizer* Beton Mix berdasarkan dari *trial mix* yang dilakukan
11. Bentuk penampang benda uji yaitu silinder dengan ukuran $d = 10 \text{ cm}$; $t = 20 \text{ cm}$
12. Penelitian dilakukan dalam bentuk skala penelitian.
13. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.
14. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan beton mix pada umur 28 hari.
2. Mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu tinggi memadat sendiri dengan menggunakan persentase

- kadar variasi beton mix (0; 1,5%; 1,6%; 1,7%).
3. Untuk mengetahui perbandingan antara kuat tarik belah dan kuat tekan beton mutu tinggi memadat sendiri dengan persentase variasi beton mix 0; 1,5%; 1,6%; 1,7%.
 4. Mendapatkan komposisi campuran HSSCC yang optimal

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi tentang *High Strength Self Compacting Concrete* yang menggunakan *admixture* Beton Mix dengan persentase variasi 0; 1,5%; 1,6%; 1,7% terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
2. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam perkembangan teknologi beton untuk membuat beton dengan workabilitas dengan ketahanan yang baik tanpa menggunakan alat pematik.

LANDASAN TEORI

Self Compacting Concrete (SCC)

Self Compacting Concrete (SCC) adalah campuran beton yang mempunyai karakteristik dapat memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan alat pematik (*vibrator*). SCC dapat memadat ke setiap sudut dari struktur bangunan dan dapat mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami *bleeding* dan segregasi sehingga dapat meminimalisir adanya air yang masuk ke dalam beton yang dapat menyebabkan karat pada besi tulangan. Gradasi yang tepat dari agregat yang dipakai dan kombinasi dari komposisi material yang dipergunakan, yang memiliki kadar bahan semen yang tinggi adalah hal utama dalam memenuhi syarat-syarat dari SCC. Suatu campuran beton dapat dikatakan SCC jika memiliki sifat-sifat sebagai berikut: pada beton segar, harus memiliki tingkat workabilitas yang baik, yaitu: a) *filling-ability*, kemampuan dari campuran beton segar untuk dapat mengisi ruangan tanpa vibrasi; b) *passing-ability*,

kemampuan dari campuran beton segar untuk dapat melewati tulangan; c) *segregation resistance*, campuran beton yang tidak mengalami segregasi; pada beton keras (*hardened concrete*): a) memiliki tingkat absorpsi dan permeabilitas yang rendah, b) memiliki tingkat durabilitas yang tinggi, c) mampu membentuk campuran beton yang homogen. (Herbudiman & Siregar, 2013)

Beton Mutu Tinggi

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI – 03 – 2847 – 2002). Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan pencampuran secara normal, penempatan dan cara perawatannya, (American Concrete Institute). Disebut beton mutu tinggi jika kekuatan tekannya diatas 40 MPa dan diatas 80 MPa disebut beton mutu sangat tinggi. Ada banyak parameter yang mempengaruhi kuat tekan pada beton mutu tinggi, diantaranya adalah kualitas bahan penyusunnya, faktor air semen yang rendah dan kepadatan yang tinggi tetapi beton sangat kaku atau sulit diaduk saat dikerjakan (Erviyanto, dkk, 2016).

Slump Flow Test

Pada pengujian *slump* ini, alat yang digunakan terbalik sehingga diameter yang kecil diletakkan dibawah dan diameter yang besar terletak diatas.

Pengujian dengan *slump flow* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan (*Filling Ability*). Hal ini dapat dilihat dari diameter lingkaran campuran beton untuk mengukur *filling ability* dari campuran beton.

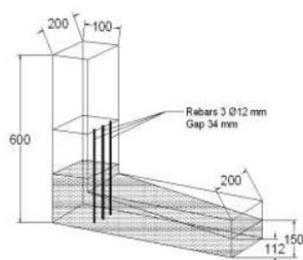
Metode pengujian dengan *slump cone* merupakan metode yang simple, cepat dan mudah dilakukan di lapangan. Metode pengujian *slump cone* ini tidak dapat mengindikasikan kemampuan beton untuk menahan segregasi. Pengujian *slump cone* sangat menguntungkan untuk menjaga

konsistensi campuran beton yang direncanakan dan dibuat.

Di dalam pengujian dengan menggunakan *slump cone*, terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori SCC dikatakan masuk dalam syarat *filling ability* yang baik. Batasan dalam alat uji *slump cone*, campuran beton dikategorikan SCC harus mampu mencapai diameter 50 cm. (Risdianto, 2010).

L – Shaped Box

Metode ini dibuat berdasarkan *standard* Jepang yang diaplikasikan untuk beton konstruksi bawah air, diperkenalkan oleh Petersson. Alat ini berbentuk huruf L dan terbuat dari plat besi. Pada alat ini, antara arah horizontal dengan vertikal dipasang pintu penutup yang cara membukanya dengan menarik kearah atas dan diberikan alat tambahan di depannya yang berupa halangan dari tulangan baja, halangan ini berfungsi untuk mengkondisikan sesuai dengan keadaan dilapangan. Alat *L-Shaped Box* dapat dilihat pada gambar 2.1.



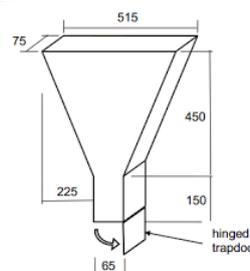
Gambar 1. *L-Shaped Box*
(Sumber: Risdianto Y, 2010)

Pengujian dengan menggunakan metode *L-Shaped Box* ini ditunjukkan terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori SCC dikatakan masuk dalam syarat *passing ability* yang baik. Batasan dalam alat uji *L-Shaped Box*, campuran beton yang dikategorikan SCC harus mampu memenuhi syarat $H2/H1 > 0,8$. (Risdianto, 2010)

V – Funnel

Berdasarkan spesifikasi SCC dari EFNARC, dapat dikatakan sebagai SCC apabila memenuhi kriteria *segregation resistance*. *Segregation resistance* adalah kemampuan beton SCC untuk menjaga tetap dalam keadaan komposisi yang

homogen selama waktu transportasi sampai pada pengecoran. *V-Funnel test* digunakan untuk mengukur viskositas beton SCC dan sekaligus mengetahui “*segregation resistance*”. Kemampuan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut diujung bawah alat ukur *V-funnel* diukur dengan besaran waktu antara 6 – 12 detik. Pengujian *V-funnel* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. *V – Funnel*
(Sumber : EFNARC Standard, 2005)

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur. Perhitungan nilai kuat tekan beton didasarkan pada SNI 1974:2011 dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- $f'c$ = Kuat Tekan Beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

Kuat Tarik Belah

Percobaan ini dilakukan dengan memberikan pada silinder standar 10 cm x 20 cm suatu beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan. Kekuatan dari percobaan kuat tarik belah dapat didefinisikan sebagai:

$$fsp' = \frac{2P}{\pi DL} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- P = Harga total beban garis yang dicatat pada mesin
- D = Diameter silinder beton
- L = Tinggi silinder

Hasil-hasil percobaan ini memberikan kepada perencana ukuran kekuatan yang diharapkan dari beton yang didesain pada struktur nyata. (Nawy,1998)

METODOLOGI PENELITIAN

Umum

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengujian. Dimulai dengan persiapan bahan, pembuatan benda uji, setting alat pengujian dan pengujian. Setiap tahap pengujian berpedoman pada parameter/standar SNI 03-2491-2002 dan fasilitas yang tersedia di Laboratorium.

Penelitian yang dilakukan yaitu menyiapkan benda uji yang akan digunakan terlebih dahulu, benda uji yang dipakai adalah silinder beton dengan ukuran diameter = 10 cm dan tinggi = 20 cm dengan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Dimensi Benda Uji

Pada penelitian ini benda uji yang dipakai adalah penampang silinder diameter 10 cm, tinggi 20 cm. Dimana pada pemeriksaan kuat tekan umur 7 hari dibuat 12 buah, kuat tekan umur 28 hari dibuat 12 buah, kuat tarik belah umur 7 hari dibuat 12 buah dan kuat tarik belah umur 28 hari dibuat 7 buah dengan jumlah keseluruhan benda uji yang dibuat sebanyak 24 buah.

Mix Design

Untuk campuran komposisi *Self Compacting Concrete* belum ada standard sampai saat ini, bila ingin mendapatkan campuran dengan karakteristik yang diinginkan maka perlu dilakukan *trial mix*. *Trial mix* dilakukan dengan mengacu pada komposisi campuran R. Kukun dan M. Jamul, 2012 dengan komposisi campuran sebagai berikut:

Tabel 1 *Mix Design Self Compacting Concrete* yang dijadikan dasar penelitian

Material	kg/m ³	Persentase (%)
Semen Ex. Tiga Roda	488,50	18,98
Air	190,00	8,04
Agregat Halus	1000,14	42,33
Agregat Kasar	666,76	28,22
<i>Fly Ash</i>	48,85	2,07
<i>Superplasticizer</i> (Ex. Structuro)	8,31	0,35
Total	2402,61	100

(Sumber: R. Kukun dan M. Jamul, 2012)

Langkah-langkah penelitian

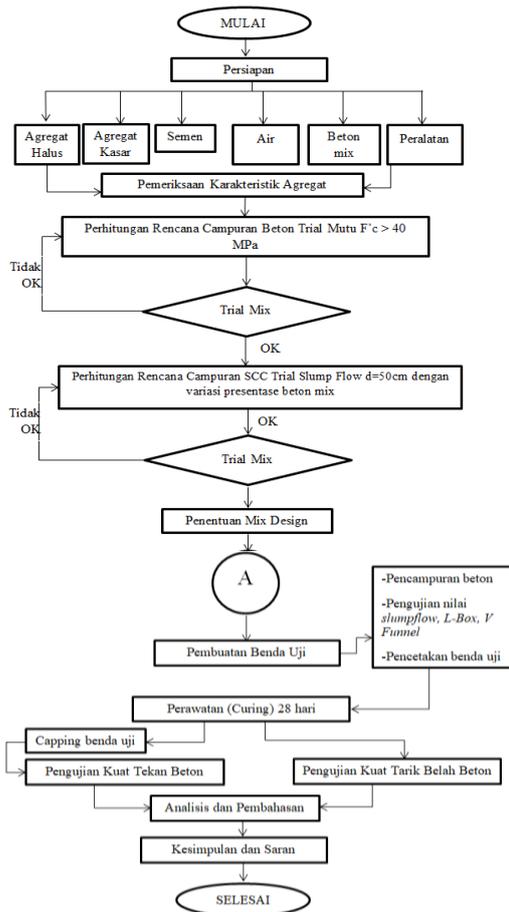
Adapun langkah-langkah penelitian, yaitu :

1. Tahapan penelitian yang pertama dilakukan yaitu persiapan peralatan, persiapan material agregat kasar, agregat halus, semen, dan kawat bendrat. Selanjutnya pada tahap kedua agregat kasar dan agregat halus dilakukan pemeriksaan sesuai dengan aturan ASTM dan SNI.
2. Tahap selanjutnya yaitu perhitungan perencanaan campuran beton *trial* dengan yang mengacu pada komposisi campuran R. Kukun dan M. Jamul, 2012.
3. Setelah didapatkan komposisi campuran beton mutu tinggi selanjutnya dilakukan perhitungan persentase *superplasticizer* terhadap berat semen. Setelah didapatkan *trial mix design*, dilakukan penentuan *trial mix design* kemudian melakukan pembuatan benda uji.
4. Selanjutnya didalam pembuatan benda uji dilakukan pencampuran beton dengan mencampurkan kerikil, pasir, dan semen secara bertahap ke dalam molen.
5. Molen diputar dengan waktu 2-3 menit. Lama putaran molen sangat mempengaruhi campuran beton, apabila lebih dari 3 menit maka *workability* beton kurang baik.
6. Kemudian campurkan *superplasticizer* dengan air dan dimasukkan ke dalam molen lalu biarkan molen terus mencampur tunggu sampai 2 menit dan lakukan *slump flow test*, *l-shaped box* dan *v-funnel*. Setelah memenuhi syarat yang ditentukan, campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
7. Cetakan silinder dilapisi oli cetakan terlebih dahulu agar tidak ada sisa dari beton segar yang menempel pada cetakan silinder.
8. Beton segar lalu dituangkan ke dalam cetakan silinder. Cetakan dibiarkan selama sehari, lalu keesokan harinya cetakan dilepas dan benda uji dilakukan pemeriksaan berat volume, selanjutnya benda uji di curing selama 7 hari dan 28 hari di kolam *curing*.
9. Setelah 28 hari benda uji diangkat, dikeringkan dan dilakukan *capping* pada

benda uji kuat tekan selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada benda uji kuat tekan dan kuat tarik belah.
 10. Setelah dilakukan pemeriksaan selanjutnya masuk dalam proses analisa dan yang terakhir dilakukan pengambilan kesimpulan dan saran.

Diagram Alir Penelitian

Berikut langkah-langkah penelitian dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Trial Mix

Tabel 2. Komposisi campuran hasil pengujian Trial Mix 1

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	537,35	7,5 cm	19,63
Air	190		20,22
Agregat halus	1000,14		19,43
Agregat kasar	666,76		

Keterangan :

Dari hasil pengujian *trial mix 1* menghasilkan mutu beton maksimum 20,22 MPa umur 7 hari. Mutu beton belum memenuhi untuk beton mutu tinggi sehingga dilakukan *trial mix 2*.

Tabel 3. Komposisi campuran hasil pengujian Trial Mix 2

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	7,5 cm	35,45
Air	195		36,46
Agregat halus	760		34,6
Agregat kasar	528		

Keterangan :

Dari hasil pengujian *trial mix 2* menghasilkan mutu beton maksimum 36,46 MPa umur 7 hari. Mutu beton memenuhi untuk beton mutu tinggi dan peneliti mengambil komposisi *trial mix 2* dan dilakukan *trial mix* untuk mendapatkan persentase yang memenuhi SCC.

Tabel 4. Komposisi campuran hasil pengujian trial mix 3

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	37 cm	7,85
Air	195		12,42
Agregat halus	760		10,30
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	1,87		

Keterangan :

Dari hasil pengujian *trial mix 3* menghasilkan mutu beton maksimum 12,42 MPa umur 7 hari. Campuran beton menggunakan persentase 0,24% menghasilkan nilai *slump flow test* 37 cm sehingga beton tidak dikategorikan scc dan mengalami segregasi.

Tabel 5. Komposisi campuran hasil pengujian trial mix 4

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	45 cm	22,69
Air	195		24,56
Agregat halus	760		39,32
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	7,8		

Keterangan :

Dari hasil pengujian *trial mix* 4 menghasilkan mutu beton maksimum 39,32 MPa umur 7 hari. Campuran beton menggunakan persentase 1% menghasilkan nilai *slump flow test* 45 cm sehingga beton tidak dikategorikan scc. Pada persentase ini beton mengalami segregasi.

Tabel 6. Komposisi campuran hasil pengujian *trial mix* 5

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	75 cm	50
Air	195		
Agregat halus	760		58,14
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	11,70		

Keterangan:

Dari hasil pengujian *trial mix* 5 menghasilkan mutu beton maksimum 58,14 MPa umur 7 hari. Campuran beton menggunakan persentase 1,5% menghasilkan nilai *slump flow test* 75 cm sehingga beton tidak dikategorikan scc. Pada persentase ini beton mengalami segregasi.

Tabel 7. Komposisi campuran hasil pengujian *trial mix* 6

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	87 cm	37,41
Air	195		
Agregat halus	760		39,76
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	15,60		

Keterangan:

Dari hasil pengujian *trial mix* 6 menghasilkan mutu beton maksimum 39,76 MPa umur 7 hari. Campuran beton menggunakan persentase 2% menghasilkan nilai *slump flow test* 85 cm. Pada persentase ini campuran beton tidak memenuhi scc dan beton mengalami segregasi dan *bleeding*.

Tabel 8. Komposisi campuran hasil pengujian *trial mix* 7

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	83 cm	36,41
Air	195		
Agregat halus	760		31,98
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	13,65		

Keterangan :

Dari hasil pengujian *trial mix* 7 menghasilkan mutu beton maksimum 36,97 MPa umur 7 hari. Campuran beton menggunakan persentase 1,75% menghasilkan nilai *slump flow test* 82 cm. Pada persentase ini campuran beton tidak memenuhi scc dan beton mengalami segregasi dan *bleeding*.

Tabel 9. Komposisi campuran hasil pengujian *trial mix* 8

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	41 cm	33,65
Air	195		
Agregat halus	760		33,18
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	11,70		

Keterangan :

Hasil pengujian *trial mix* ke 8 yang menggunakan persentase 1,5%, waktu pencampuran beton terlalu lama sehingga *slump flow test* tidak mencapai diameter 50 cm. Pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari menghasilkan mutu beton maksimum 33, 65 MPa.

Tabel 10. Komposisi campuran hasil pengujian *trial mix* 9

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	82 cm	40,23
Air	195		
Agregat halus	760		39,55
Agregat kasar	528		
Superplasticizer	12,48		

Keterangan :

Dari hasil pengujian *trial mix* 9 menghasilkan mutu beton maksimum 40,23 MPa umur 7 hari. Campuran beton

menggunakan persentase 1,6% dengan air 100% menghasilkan nilai *slump flow test* 82 cm. Pada persentase ini campuran beton tidak memenuhi scc dan beton mengalami segregasi dan *bleeding*.

Tabel 11. Komposisi campuran hasil pengujian *trial mix* 10

Material	kg/m ³	Nilai Slump	Kuat Tekan (MPa)
Semen	780	74 cm	44,89
Air	165,75		44,53
Agregat halus	760		45,62
Agregat kasar	528		
Superplasti cizer	12,48		

Keterangan :

Dari hasil *trial mix* yang dilakukan, peneliti mengambil komposisi campuran *trial* ke 10 untuk dijadikan beberapa sampel yang akan diuji kuat tekan dan kuat tarik belahnya pada umur 28 hari, karena pada persentase ini memenuhi kriteria beton mutu tinggi memadat sendiri dengan persentase Beton Mix 1,6% dan air 85%.

Tabel 12. Komposisi Campuran

Komposisi Campuran Per m ³				
Campuran Beton	0% (kg)	1.5% (kg)	1.6% (kg)	1.7% (kg)
Semen	11.27	11.27	11.27	11.27
Air	2.82	2.35	2.395	2.35
Agregat Kasar	7.64	7.64	7.64	7.64
Agregat Halus	10.99	10.99	10.99	10.99
Beton Mix	0	0.46	0.50	0.53

Sumber : Hasil Penelitian

Slump Flow Test

Tabel 13. Hasil Pemeriksaan Nilai *Slump*

Persentase Beton Mix (%)	Nilai Slump		EFNARC	
	<i>Slump test</i> (cm)	<i>Slump flow</i> (cm)		
0	10	-		Ok
1,5	-	63	650-800	Not Ok
1,6	-	76	650-800	Ok
1,7	-	79	650-800	Ok

Dari hasil pemeriksaan nilai *slump flow test* dapat dilihat bahwa pada persentase variasi 1,5% tidak memenuhi syarat dari SCC yaitu 650-800 mm sehingga persentase variasi 1,5% dikatakan “Not Ok”

L – Shaped Box

Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Nilai *L – Shaped Box*

Persentase Beton Mix (%)	Tinggi awal (H _i) (cm)	Tinggi akhir (H _f) (cm)	Passing Ability (PA)	EFNARC	
1.5	6.10	4.80	78.69	0,8-1,0	Not ok
1.6	5.70	5.10	89.47	0,8-1,0	Ok
1.7	7.00	6.50	92.86	0,8-1,0	Ok

Dari hasil pemeriksaan nilai *l – shaped box* dapat dilihat bahwa pada persentase variasi 1,5% tidak memenuhi syarat untuk *passing ability* dari SCC yaitu 0,8 – 1,0 sehingga persentase variasi 1,5% dikatakan “Not Ok”

V – Funnel

Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Nilai *v – funnel*

Persentase Beton Mix (%)	Waktu (detik)	EFNARC Guideline (detik)	
1.5	8	6.00 - 12.00	Ok
1.6	12	6.00 - 12.00	Ok
1.7	5	6.00 - 12.00	Not Ok

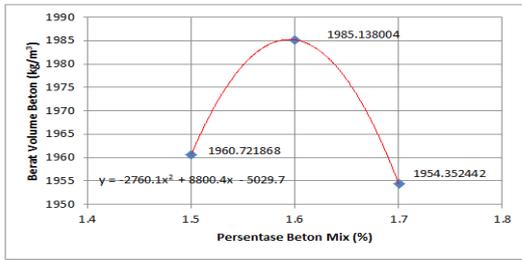
Dari pengujian *slump* beton segar melalui *slump flow test*, *l – shaped box*, *v – funnel* terlihat bahwa variasi persentase 1,6% memenuhi syarat workabilitas untuk SCC. Pada variasi persentase 1,5% beton tidak memenuhi syarat *filling ability* dan *passing ability* dan pada variasi persentase 1,7% beton mengalami segregasi sehingga pada persentase 1,5 dan 1,7 tidak memenuhi syarat SCC.

Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Hasil perhitungan berat volume rata-rata tiap benda uji pada umur 1 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Rata-rata Berat Volume Beton Normal

No	Persentase Beton Mix (%)	Volume Beton (m ³)	Berat Volume Beton (kg/m ³)
1	0	0,00157	2033,97
2	1,5	0,00157	1960,722
3	1,6	0,00157	1985,138
4	1,7	0,00157	1954,352



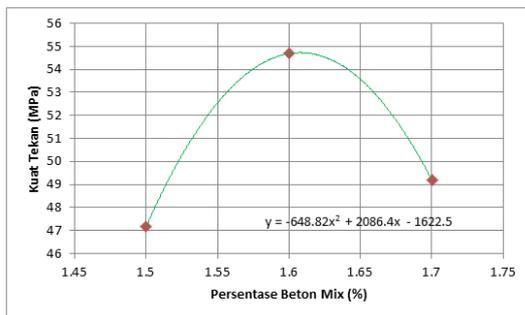
Gambar 5. Grafik Berat Volume Beton Persentase 1,5%; 1,6%; 1,7%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, rata-rata berat volume beton mutu tinggi tanpa penambahan *admixture* dan beton mutu tinggi memadat sendiri pada penelitian ini berkisar adalah 2033,97 kg/m³; 1960,722 kg/m³; 1985,138 kg/m³; 1954,352 kg/m³. Maka dalam penelitian ini jenis berat volume beton termasuk dalam beton normal.

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton

Persentase Beton Mix (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
0%	57,63
1,5%	47,18
1,6%	54,68
1,7%	49,21



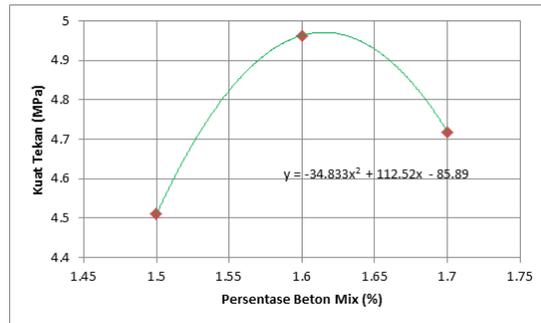
Gambar 7. Grafik Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton

Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tekan beton memadat sendiri, didapat nilai kuat tekan beton optimum dalam variasi persentase 0% dengan nilai 57,63 MPa dan pada 1,5%; 1,6%; 1,7% berturut-turut adalah 47,18 MPa; 54,68 MPa; 49,21 MPa.

Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tarik Belah Beton

Persentase Beton Mix (%)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)
0%	4,69
1,5%	4,51
1,6%	4,96
1,7%	4,72



Gambar 7. Grafik Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tarik Belah Beton

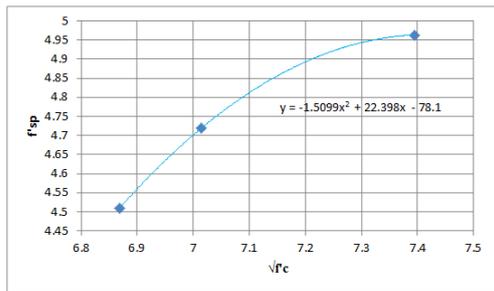
Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tarik belah beton memadat sendiri, didapat nilai kuat tarik belah beton optimum didapat dalam variasi persentase 1,6% dengan hasil 4,96 MPa.

Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tekan dan kuat tarik belah beton diatas dibuat tabel dan grafik hubungan antara rata-rata kuat tarik belah dan kuat tekan beton memadat sendiri.

Tabel 6 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Persentase Beton Mix (%)	f _c	f _{sp}	Perbandingan		
			√f _c	f _{sp} /√f _c	f _{sp} /f _c
0	57,63667	4,69	7,591882	0,618204	8,1429
1,5	4,18	4,51	6,86877	0,656595	9,5591
1,6	54,684	4,96	7,394863	0,671187	9,0763
1,7	49,21167	4,72	7,015103	0,672834	9,9512



Gambar 8. Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan

Dari tabel 18. dan grafik 8. dapat diketahui perbandingan nilai kuat tarik belah (f'_{sp}) terhadap akar kuadrat nilai kuat tekan $\sqrt{f'c}$ beton memadat sendiri diperoleh 0,6182-0,6729 $\sqrt{f'c}$ dan nilai perbandingan kuat tarik belah berkisar 8,1429-9,9512% dari kuat tekan beton.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai *slump* optimum yang diperoleh dengan cara *trial mix* dengan pengujian *slump flow*, *l – box*, dan *v – funnel* terdapat pada variasi persentase 1,6%. Penambahan *superplasticizer* yang

kurang menyebabkan beton tidak memiliki wokabilitas yang baik dan penambahan *superplasticizer* yang berlebihan menyebabkan beton mengalami segregasi dimana beton tidak memenuhi persyaratan dari scc.

2. Nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi persentase 0% dengan nilai 57,63 MPa dan nilai kuat tekan dalam variasi persentase 1,5%, 1,6% dan 1,7% berturut-turut adalah 47,18 MPa; 54,68 MPa; 49,21 MPa.
3. Nilai kuat tarik belah pada variasi persentase 0%; 1,5%; 1,6%; 1,7% berturut-turut adalah 4,69 MPa; 4,51 MPa; 4,96 MPa; 4,72 MPa.
4. Perbandingan nilai kuat tarik belah (f'_{sp}) terhadap akar kuadrat nilai kuat tekan $\sqrt{f'c}$ beton memadat sendiri diperoleh 0,6182-0,6729 $\sqrt{f'c}$.

Saran

1. Pada saat pengecoran beton memadat sendiri, lama putaran molen perlu diperhatikan.
2. Agregat kasar dan agregat halus sebaiknya disimpan di tempat yang memiliki suhu tetap dan terhindar dari hujan.
3. Pengujian *slump flow test*, *v – funnel*, *l – shaped box* sebaiknya dilakukan secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211.1-91. 2002. *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete* .
- BIBM, C. and ERMCO, E., EFNARC (2005) The European guidelines for self-compacting concrete. *Specification, Production and Use*.
- Ervianto, M., Saleh, F. and Prayuda, H., 2016. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (Fly Ash) dan Zat Adiktif (Bestmittel). *Sinergi: Jurnal Teknik Mercu Buana*, 20(3), pp.199-206.
- EFNARC, F., 2002. Specification and guidelines for self-compacting concrete. *European federation of specialist construction chemicals and concrete system*.
- Herbudiman, B. and Siregar, S.E., *Kajian Interval Rasio Air-Powder Beton Self-Compacting Terkait Kinerja Kekuatan Dan Flow (009M)*. Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung.
- Mariani, M., Sampebulu, V. and Ahmad, A.G., 2009. Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete (Scc). *SMARTek*, 7(3).

- Nawy, E.G., Surjaman, T. and Suryoatmono, B., 1990. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Eresco, Bandung.
- Okamura, H. and Ouchi, M., 2003. Self-compacting concrete—Journal of Advanced Concrete Technology, vol. 1.
- Risdianto, Y., 2010. *Penerapan Self Compacting Concrete (SCC) Pada Beton Mutu Normal*. WAKTU, 8(2), pp.54-60.
- Rusyandi, K., Mukodas, J. and Gunawan, Y., 2012. Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro. *Jurnal Konstruksi*, 10(01).
- Untu, G.E., Kumaat, E.J. and Windah, R.S., 2015. Pengujian Kuat Tarik belah dengan variasi kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(10).
- Wongso, D., Mungok, C.D. and Supriyadi, A., Studi Perancangan Self-compacting Concrete (Scc) Untuk Beton Berkekuatan Tinggi (High Performance Concrete) Dengan Metode Aci. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 1(1).

Halaman ini sengaja dikosongkan