

PERILAKU MEKANIS HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN PENAMBAHAN ADMIXTURE “BETON MIX” TERHADAP KUAT TARIK LENTUR

Sisilia Dwi Sartika Miza

Steenie E. Wallah, Mielke R. I. A. Mondoringin

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: sisiliamza@gmail.com

ABSTRAK

High Strength Self Compacting Concrete (HSSCC) merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi masalah-masalah yang sering terjadi dalam pembangunan konstruksi beton. Pemasangan dengan menggunakan alat penggetar (vibrator) pada struktur dengan tulangan yang rapat, seringkali mengalami masalah karena beton tidak dapat mengalir dengan baik. Pemasangan yang tidak baik menghasilkan pula beton yang tidak bagus mutunya. HSSCC yang merupakan beton yang dapat memadat sendiri dan bermutu tinggi yang memiliki kemampuan mengisi ruang, melewati tulangan yang rapat dan memiliki workabilitas yang baik. Agar dapat mengalir dengan baik, HSSCC diberikan bahan tambahan admixture superplasticizer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku mekanis HSSCC dengan penambahan admixture superplasticizer beton mix, yang meliputi kuat tekan, kuat tarik lentur, slump flow, l-shaped box test dan v-funnel. Komposisi yang digunakan didapatkan dengan trial mix. Hasil uji kuat tekan yang didapat pada umur 28 hari pada persentase 0% adalah 57,62 MPa, persentase 1,5% yaitu 47,18 MPa, persentase 1,6% yaitu 51,95 MPa dan persentase 1,7% yaitu 49,12 MPa. Uji kuat tarik lentur terbesar dengan umur 28 hari didapatkan pada persentase beton mix 1,7% dengan nilai 7,71 MPa.

Kata Kunci: *HSSCC, Superplasticizer, Slump Flow, L-Shaped Box, V-Funnel*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton memiliki peranan yang sangat penting dikarenakan hampir setiap bangunan yang didirikan membutuhkan pekerjaan beton, baik sebagai bahan utama maupun bahan tambahan.

Pada umumnya dalam pengerjaan konstruksi beton konvensional, diperlukan pemadatan atau vibrasi beton yang bertujuan untuk meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen dan tidak terdapat rongga-rongga di dalam beton. Konsekuensi dari pemadatan yang tidak sempurna dapat menurunkan kuat tekan beton. Dalam pengerjaannya pun sering terjadi kendala yang dikarenakan jarak antar tulangan yang terlalu rapat, yang dapat mengakibatkan terjadinya pemisahan antara agregat halus, semen dan air dengan agregat kasar (segregasi).

Salah satu solusi dalam menghadapi permasalahan tersebut adalah penggunaan

beton memadat sendiri yaitu *self compacting concrete* (SCC), merupakan konsep inovatif untuk menghasilkan beton yang dapat “mengalir” dengan mudah tanpa perlu dipadatkan, namun tetap kohesif dan bermutu tinggi. Beton akan mudah mengalir, bahkan tidak akan mengalami segregasi ataupun *bleeding*. SCC juga mengatasi permasalahan pengecoran untuk posisi yang tinggi karena dapat dipompa dengan mudah.

High strength self compacting concrete adalah beton yang mempunyai daya tahan kuat tekan yang tinggi, karena air pada campuran beton dikurangi sehingga porositas menjadi minimum, memiliki kemampuan kedap air yang tinggi, serta deformasi susut yang rendah. Walaupun SCC dapat mengalir dan berkarakteristik encer, bukan berarti bahwa campuran beton menggunakan banyak air. Hal ini disebabkan dengan adanya campuran *admixture superplasticizer*.

Penelitian Terdahulu

Mulyanto (2015), tentang analisis sifat mekanis beton SCC mutu tinggi dengan pemanfaatan teknologi *high volume fly ash concrete* yang meliputi kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas dan serapan air. Pengujian beton segar dilakukan dengan uji *slump flow*. Hasil pengujian didapat nilai kuat tekan terbesar pada setiap umur pengujian adalah 40,89 MPa pada umur 14 hari, 49,89 MPa pada umur 28 hari dan 59,56 MPa pada umur 56 hari. Kuat lentur terbesar 6,60 MPa, modulus elastisitas 56588 MPa dan serapan air 1.85%. Dari hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan penggunaan *fly ash* 50% sebagai pengganti semen dapat meningkatkan kuat tekan beton dari 14 hari sampai 56 hari.

Irawan, Kudwadi, Batubara (2014), dengan tujuan penelitian untuk mencari solusi campuran beton mutu tinggi SCC dengan menggunakan *superplasticizer* tipe glenium-170 dengan kadar tetap 1,1% dan menggunakan *silica fume* sebagai bahan tambah. Pengujian yang dilakukan meliputi *filling ability*, *segregation resistance*, *passing ability*, dan kuat tekan. Dari hasil penelitian didapat, semakin besar penggunaan kadar *silica fume* maka kelecakan SCC semakin berkurang. Beton SCC dengan *superplasticizer* glenium-170 1,1% dan *silica fume* didapat kuat tekan yang lebih besar dibandingkan beton SCC tanpa penambahan *silica fume*. Kuat tekan beton terbesar mencapai 55,079 MPa pada umur 28 hari diperoleh pada kadar *superplasticizer* 1,1% dan bahan tambah *silica fume* 2,0%.

Wuritno (2018), meneliti tentang pengaruh penambahan Sikament-NN dan *silica fume* pada beton mutu tinggi dengan kemampuan memadat secara mandiri (*high strength self compacting concrete*). Tujuan penelitian 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 kelecakan berupa *slump flow test*. *Mix design* yang dibuat adalah untuk kuat tekan 63,28 MPa. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata terbesar yang didapat adalah pada umur 28 hari sebesar 49,375 MPa dan memiliki kuat lentur 14,67 MPa.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, penulis ingin melakukan penelitian tentang *high strength self compacting concrete* dengan menambahkan *admixture superplasticizer* beton mix, terhadap kuat tekan dan kuat tarik lentur.

Batasan Masalah

Berikut batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, agregat kasar, agregat halus, air dan *superplasticizer*
2. Semen yang digunakan adalah Semen Portland jenis 1 yaitu Semen Tonasa
3. Agregat Kasar berasal dari Kema
4. Agregat Halus berasal dari Tendeki
5. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Rekayasa Material dan Struktur Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado
6. *Superplasticizer* yang digunakan adalah beton mix dengan tipe F *High Range Water Reducer*
7. Persentase beton mix yang digunakan 0%; 1,5%; 1,6%; dan 1,7%
8. Kuat tekan rencana ($f'c$) adalah 41 MPa
9. Pengujian beton segar dilakukan dengan pengujian *Slump*, *Slump Flow*, *L-Shaped Box*, dan *V-Funnel*
10. Cetakan beton yang digunakan adalah silinder berukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan cetakan berbentuk balok berukuran panjang 40 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm
11. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur dilakukan pada umur 28 hari.
12. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan
13. 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 perilaku *high strength self compacting concrete* dengan penambahan *admixture* beton mix pada variasi persentase yang berbeda dari berat semen.

- Mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur dari *high strength self compacting concrete* yang dihasilkan dengan penambahan *admixture* beton mix pada umur 28 hari.
- Mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dan kuat tarik lentur dari *high strength self compacting concrete* dengan variasi persentase *admixture* beton mix yang berbeda.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi tentang *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC) dengan penambahan *admixture superplasticizer* beton mix pada variasi persentase yang berbeda.

LANDASAN TEORI

Self Compacting Concrete (SCC)

Self Compacting Concrete (SCC) adalah suatu beton yang memiliki sifat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di dalam cetakan tanpa proses pemadatan atau hanya sedikit sekali memerlukan getaran untuk memadatkannya (Tjaronge dkk, 2006).

Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi pada umumnya didefinisikan berdasarkan tingkat kekuatan tekan yang dicapainya. Beton mutu tinggi yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan $\geq 41,4$ MPa.

Admixture

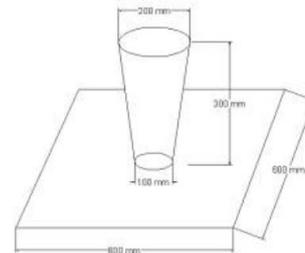
Bahan tambahan (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya (SNI 03-2495-1991).

Slump Flow

Pengujian *slump flow* berbeda dengan pengujian *slump* yang digunakan pada beton konvensional. Pada pengujian *slump flow* ini, alat yang digunakan terbalik sehingga diameter yang kecil diletakkan dibawah dan diameter yang terletak diatas. Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan campuran beton

untuk mengisi ruangan (*filling ability*) dan mengetahui tingkat kelecakan beton yang mempermudah pengerjaannya (*workability*).

Dalam pengujian dengan menggunakan *slump flow*, terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori dikatakan masuk dalam syarat *filling ability* yang baik. EFNARC mensyaratkan batas minimum *slump flow* pada SCC pada 65 cm dan batas maksimum pada 80 cm.



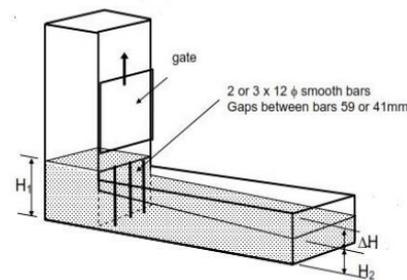
Sumber: Risdianto, 2010

Gambar 1. *Slump cone*

L - Shaped Box

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 ke arah atas dan diberikan alat tambahan di depannya yang berupa halangan dari tulangan baja, halangan ini berfungsi untuk mengkondisikan sesuai dengan keadaan di lapangan (Risdianto, 2010).

Pengujian dengan menggunakan metode *L-Shaped Box* ini ditunjukkan terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori SCC dikatakan masuk dalam syarat *Passingability* yang baik. Batasan dalam alat uji *L-Shaped Box*, campuran beton yang dikategorikan SCC harus mampu memenuhi syarat h_2/h_1 adalah 0,8 – 1,0 (EFNARC, 2002)

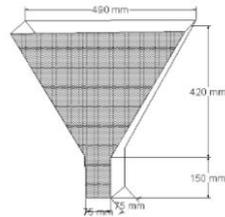


Gambar 2. *L-shaped box*

Risdianto, 2010

V – Funnel

Pengujian dengan menggunakan *v-funnel* berguna untuk mengukur flowabilitas dari campuran beton, dimana kemampuan campuran beton untuk mengisi ruang (*filling ability*) dapat dilihat. Selain itu pengujian dengan *v-funnel test* dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan campuran beton untuk menahan segregasi (*segregation resistance*). EFNARC mensyaratkan batas minimum waktu yang dicapai untuk memenuhi kategori SCC adalah 6 detik dan batas maksimum adalah 12 detik.



Sumber: Risdianto, 2010
Gambar 3. V-funnel

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

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

Dimana :

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

Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok yang diletakan pada kedua perletakan untuk menahan gaya tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas (SNI 4431:2011).

Dalam SNI 03-2847-2002, dijelaskan bahwa untuk beton dengan beban normal yang tidak menggunakan tulangan, nilai modulus keruntuhan dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut

$$fr = 0.7 \sqrt{f'c} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- fr = Modulus Keruntuhan/ kuat lentur batas (MPa)
- $f'c$ = Kuat Tekan Beton (MPa)

METODOLOGI PENELITIAN

Umum

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan alat dan bahan, pemeriksaan agregat, perencanaan campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada.

Dimensi Benda Uji

Dalam penelitian ini, dimensi benda uji untuk pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dengan tinggi 20 cm dan diameter 10 cm sedangkan dimensi benda uji untuk pengujian kuat tarik lentur berbentuk balok (10 x 1 x 40) cm. Jumlah benda uji untuk pengujian kuat tekan adalah 12 buah silinder dan untuk pengujian kuat tarik lentur adalah 12 buah balok.

Mix Design SCC

Dikarenakan sampai saat ini masih belum ada standar untuk perhitungan campuran *self compacting concrete*, maka untuk mendapatkan campuran dengan karakteristik yang diinginkan, maka perlu dilakukan *trial mix*. *Trial mix* dilakukan dengan mengacu pada komposisi campuran yang diteliti oleh Rusyandi dkk (2012) dalam penelitiannya tentang perancangan beton memadat sendiri dengan penambahan *fly ash* dan *structuro*, 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
Fly Ash	48,85	2,07
Superplastic izer (Ex. Structuro)	8,31	0,35
Total	2402,61	100

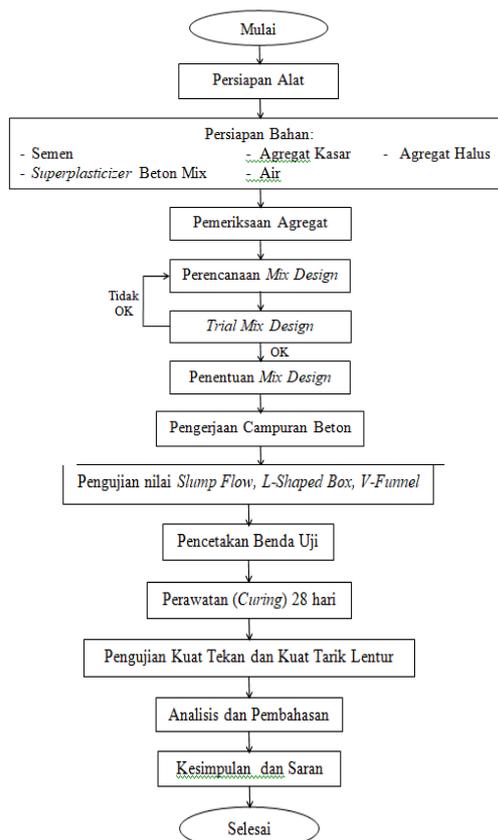
Sumber: Rusyandi, dkk, 2012

Langkah-langkah penelitian

1. Tahapan penelitian yang pertama dilakukan yaitu persiapan peralatan dan persiapan material agregat kasar, agregat halus, semen, air dan *superplasticizer*. Selanjutnya pada tahap kedua agregat kasar dan agregat halus dilakukan pemeriksaan sesuai dengan aturan ASTM dan SNI
2. Perhitungan perencanaan campuran beton adalah berdasarkan penelitian yang sudah pernah ada
3. Setelah didapatkan komposisi campuran beton mutu tinggi dari hasil *trial mix*, diambil persentase penggunaan *superplasticizer* dari berat semen benda uji silinder dan benda uji balok sebesar 1,5%; 1,6%; dan 1,7%
4. Pencampuran beton dilakukan dengan memasukan kerikil, pasir dan semen secara bertahap ke dalam molen. Air dan *superplasticizer* dicampur terdahulu sebelum dimasukan ke dalam molen
5. Setelah poin 4 telah tercampur rata, air dan *superplasticizer* dimasukan ke dalam molen sedikit demi sedikit sekitar 2 menit dan lakukan *slump flow*
6. Setelah memenuhi syarat *slump*, lakukan pengujian *v-funnel* dan *l-shaped box*
7. Campuran beton yang telah diuji kemudian dimasukan ke dalam cetakan silinder dan balok yang telah diolesi oli
8. Setelah beton mengeras dalam waktu 24 jam, cetakan dilepas dan ditimbang untuk mengetahui berat volume beton
9. Benda uji di *curing* selama 28 hari
10. Setelah 28 hari, benda uji dikeluarkan dari bak *curing*, dikeringkan. Untuk benda uji silinder dilakukan *capping*.
11. Lakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur
12. Analisa dan pembahasan
13. Kesimpulan dan saran

Diagram Alir Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian tersebut di visualisasikan dalam diagram alir berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran *Self Compacting Concrete*

Berdasarkan hasil *trial mix x* yang telah dilakukan, dengan menggunakan persentase beton mix 1,6% dan pengurangan air sebanyak 15%, maka dipakai komposisi campuran tersebut. Komposisi campuran tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Komposisi campuran pada persentase beton mix 0%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	780	14,99
Air	195	3,75
Agregat Kasar	760	10,16
Agregat Halus	528	14,62
Beton Mix	12,48	0

Sumber: Hasil Penelitian

Air yang digunakan adalah 100% tanpa pengurangan dikarenakan pada persentase beton mix 0% beton yang dihasilkan adalah beton normal.

Tabel 3. Komposisi campuran pada persentase beton mix 1,5%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	780	14,99
Air	165,75	3,19
Agregat Kasar	760	10,16
Agregat Halus	528	14,62
Beton Mix	12,48	0,22

Sumber: Hasil Penelitian

Air yang digunakan sebanyak 85% dengan persentase beton mix 1,5% dari berat semen.

Tabel 4. Komposisi campuran pada persentase beton mix 1,6%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	780	14,99
Air	165,75	3,19
Agregat Kasar	760	10,16
Agregat Halus	528	14,62
Beton Mix	12,48	0,24

Sumber: Hasil Penelitian

Air yang digunakan sebanyak 85% dengan persentase beton mix 1,6% dari berat semen.

Tabel 5. Komposisi campuran pada persentase beton mix 1,7%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	780	14,99
Air	165,75	3,19
Agregat Kasar	760	10,16
Agregat Halus	528	14,62
Beton Mix	12,48	0,25

Sumber: Hasil Penelitian

Air yang digunakan sebanyak 85% dengan persentase beton mix 1,7% dari berat semen.

Pemeriksaan Nilai Slump

Dalam penelitian ini nilai slump yang diperoleh harus memenuhi syarat SCC yaitu 65 - 80 cm. Nilai *slump* SCC dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan nilai *slump*

Persentase Beton Mix (%)	Nilai Slump		Keterangan
	<i>Slump test</i> (cm)	<i>Slump flow</i> (cm)	
0	7,00	-	OK
1,5	-	70,00	OK
1,6	-	76,00	OK
1,7	-	80,00	OK

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa untuk persentase beton mix 0% nilai slump yang didapat adalah 7 cm dan memenuhi syarat slump untuk beton normal. Sedangkan persentase beton mix 1,5%; 1,6%; dan 1,7% dengan nilai *slump* masing-masing 70 cm, 76 cm, 80 cm, semuanya memenuhi syarat *slump* untuk *self compacting concrete*.

L – Shaped Box

Tabel 7 Hasil pemeriksaan L – Shaped Box

Persentase Beton Mix (%)	Tinggi awal (H _i) (cm)	Tinggi akhir (H _a) (cm)	Passing Ability (PA)	Keterangan
0	-	-	-	NOT OK
1,5	6,20	4,80	77,42	NOT OK
1,6	5,90	5,10	86,44	OK
1,7	6,70	6,10	91,04	OK

Dari hasil pemeriksaan *l-shaped box* pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa persentase beton mix yang memenuhi syarat *passing ability* (PA) adalah 1,6% dan 1,7%. Sedangkan persentase 1,5% tidak memenuhi syarat *self compacting concrete*.

V – Funnel

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Nilai v – funnel

Persentase Beton Mix (%)	Waktu (detik)	EFNARC Guideline (detik)	Keterangan
0	-	-	NOT OK
1,5	16,00	3,00 – 12,00	NOT OK
1,6	11,00	3,00 – 12,00	OK
1,7	7,00	3,00 – 12,00	OK

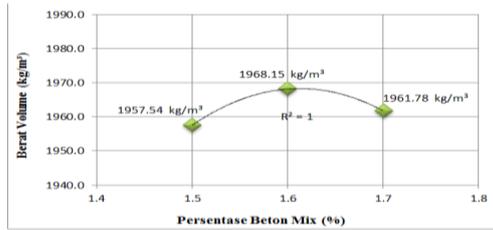
Dari hasil pemeriksaan pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa persentase beton mix 1,5% tidak memenuhi standar EFNARC sebagai kategori SCC. Dan persentase beton mix 1,6% dan 1,7% memenuhi syarat beton memadat sendiri. Namun secara visual, persentase beton mix 1,7% terjadi segregasi dan *bleeding*.

Berat Volume Beton

Berat volume beton didapat dari berat beton pada umur 1 hari yang dibagi dengan luas penampang beton. Hasil perhitungan berat volume silinder dan balok yang didapatkan tiap benda uji pada umur 1 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. Rata-rata Berat Volume Beton Normal

Persentase Beton Mix (%)	Berat Volume (kg/m ³)
1,50	1957,54
1,60	1968,15
1,70	1961,78

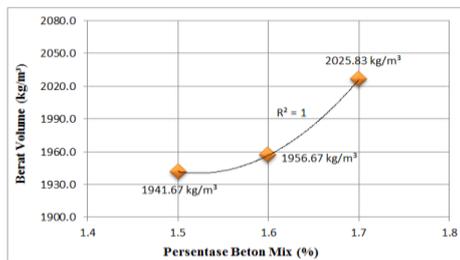


Gambar 5. Grafik Berat volume rata-rata *self compacting concrete* untuk benda uji silinder

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, berat volume rata-rata terbesar pada benda uji silinder terdapat pada presentase beton mix 1,6% yaitu sebesar 1968,15 kg/m³.

Tabel 10. Berat volume rata-rata *Self Compacting Concrete* untuk benda uji balok

Persentase Beton Mix (%)	Berat Volume (kg/m ³)
1,5	1941,67
1,6	1956,67
1,7	2025,83



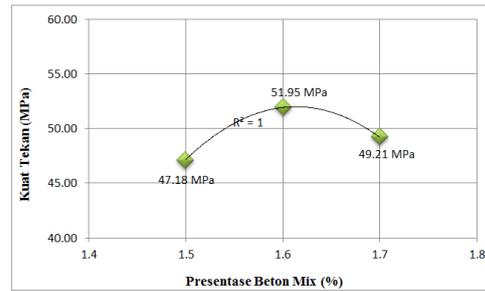
Gambar 6. Grafik Berat volume rata-rata *Self Compacting Concrete* untuk benda uji balok

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Hasil pemeriksaan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 11. Nilai kuat tekan rata-rata

Persentase Beton Mix (%)	Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
0.0	57.62
1.5	47.18
1.6	51.95
1.7	49.21



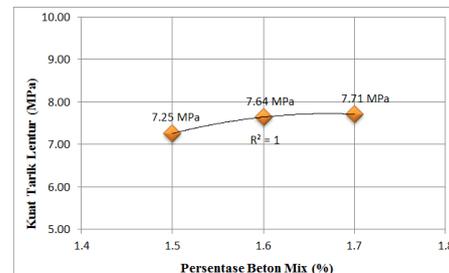
Gambar 7. Grafik kuat tekan rata-rata yang didapat pada umur beton 28 hari

Dari tabel 11 dan gambar 7 diatas, nilai kuat tekan beton terbesar terdapat pada persentase beton mix 1,6% yaitu sebesar 51,95 MPa.

Pemeriksaan Kuat Tarik Lentur

Tabel 12. Nilai kuat tarik lentur rata-rata

Persentase Beton Mix (%)	Kuat Tarik Lentur rata-rata (MPa)
1.5	7.25
1.6	7.64
1.7	7.71



Gambar 8. Grafik kuat tarik lentur yang didapat pada umur beton 28 hari

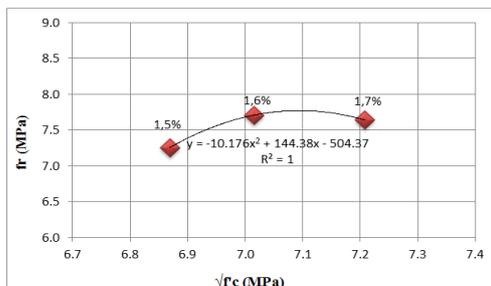
Dari tabel 12 dan gambar 8, nilai kuat tarik lentur mengalami kenaikan. Nilai kuat tarik lentur terbesar terdapat pada persentase beton mix 1,7% dengan nilai 7,71 MPa.

Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Hubungan kuat tekan dan kuat tarik lentur pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 13. Hubungan kuat tekan dan kuat tarik lentur

Persentase Beton Mix (%)	f _c	f _r	Perbandingan	
			√f _c	f _r /√f _c
0	57.62	6.97	7.59	0.92
1.5	47.18	7.25	6.87	1.06
1.6	51.95	7.64	7.21	1.06
1.7	49.21	7.71	7.02	1.10



Gambar 9. Grafik hubungan antara kuat tarik belah dan kuat tekan

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik lentur terbesar tidak terdapat pada persentase beton mix yang sama dimana nilai kuat tekan terbesar pada persentase beton mix 1,6%. Dan nilai kuat tarik lentur terbesar adalah pada persentase beton mix 1,7%. Nilai perbandingan kuat tarik lentur (f_r) terhadap akar kuadrat kuat tekan (√f_c) yang didapat berkisar pada 0,92 – 1,10.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pada persentase 1,6% beton segar memenuhi syarat SCC, tidak terjadi segregasi maupun *bleeding* serta memenuhi syarat beton mutu tinggi. Sedangkan pada persentase 1,5% dan 1,7% tidak memenuhi syarat SCC tapi memenuhi syarat beton mutu tinggi.
2. Nilai kuat tekan terbesar yang dihasilkan adalah pada persentase 0% yaitu 57,62 MPa, sedangkan persentase lainnya yaitu 1,5%; 1,6%; dan 1,7% masing-masing sebesar 47,18 MPa, 51,95 MPa, dan 49,21 MPa.
3. Nilai kuat tarik lentur yang terbesar terdapat pada persentase beton mix 1,7% dengan nilai 7,71 MPa. Pada persentase 0%; 1,5%; dan 1,6% didapatkan nilai sebesar 6,97 MPa, 7,25 MPa, dan 7,64 MPa.
4. Nilai perbandingan kuat tarik lentur (f_r) terhadap akar kuadrat kuat tekan (√f_c) yang didapat berkisar pada 0,92 – 1,10.

Saran

1. Saat mencetak benda uji, permukaan beton harus dijaga tetap rata agar saat pengujian hasil yang didapatkan semakin akurat.
2. Material yang digunakan sebaiknya disimpan di tempat yang kering dan terhindar dari hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, SNI 4431:2011. *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2495-1991. *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6468-2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- EFNARC, S., 2002. *Guidelines for self-compacting concrete*. London, UK: Association House, 32, p.34.

- Irawan, I., 2014. *Pengaruh Silica Fume Terhadap Beton Mutu Tinggi Self Compacting Concrete* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Mulyanto, T., 2015. *Analysis Of Mechanical Properties Of Concrete SCC High Quality With The Use Of Technology High Volume Fly Ash Concrete* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- 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).
- Tjaronge, M.W., Irmawaty, R., Chandra, E. and Limpo, A., 2006. *Slump Flow dan Kuat Lentur Self Compacting Concrete (SSC) Dengan Kandungan Superplasticizer yang Bervariasi*. Media Teknik Sipil, 6(1), pp.11-16.
- Wuritno, B., 2018. *Pengaruh Penambahan Sikament-Nn Dan Silica Fume Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Kemampuan Memadat Secara Mandiri (High Strength Self Compacting Concrete)*. Jurnal Teknik Sipil, 6(1).

Halaman ini sengaja dikosongkan