

PENGARUH VARIASI SIKAMENT LN TERHADAP MUTU BETON 25 MPa DALAM PEMBUATAN BETON SCC (*SELF COMPACTING CONCRETE*)

Muhammad Fajrul Islam Al Husaini,¹⁾ Crisna Djaja Mungok,²⁾ Asep Supriyadi²⁾

Abstrak

Dalam pembuatan benda uji metode yang digunakan yaitu Metode SNI, dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Semen yang digunakan adalah semen PCC. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan Ø 15 cm, dan tinggi 30 cm. Tidak dilakukan penelitian lebih mendalam terhadap reaksi kimia yang terjadi dan setting time concrete. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan karakteristik beton normal menghasilkan kuat tekan karakteristik 33,98 MPa, beton normal + Sikament Ln 0,5 % menghasilkan kuat tekan karakteristik 36,80 MPa, beton normal + Sikament Ln 1 % menghasilkan kuat tekan karakteristik 31,32 MPa, beton normal + Sikament Ln 1,5 % menghasilkan kuat tekan karakteristik 28,31 MPa dan beton normal + Sikament Ln 2 % menghasilkan kuat tekan karakteristik 24,51 MPa. Kuat tarik belah rata-rata beton normal adalah 3,28 MPa, Kuat tarik belah rata-rata beton normal + Sikament Ln 0,5 % adalah 4,38 MPa, Kuat tarik belah rata-rata beton normal + Sikament Ln 1 % adalah 4,05 MPa, Kuat tarik belah rata-rata beton normal + Sikament Ln 1,5 % adalah 4,04 MPa dan Kuat tarik belah rata-rata beton normal + Sikament Ln 2 % adalah 3,15 MPa. Modulus Elastisitas rata-rata beton normal adalah 21715,14 MPa, Modulus Elastisitas rata-rata beton normal + Sikament Ln 0,5 % adalah 22135,53 MPa, Modulus Elastisitas rata-rata beton normal + Sikament Ln 1 % adalah 24199,68 MPa, Modulus Elastisitas rata-rata beton normal + Sikament Ln 1,5 % adalah 22487,81 MPa dan Modulus Elastisitas rata-rata beton normal + Sikament Ln 2 % adalah 17123,55 MPa.

Kata kunci: *self compacting concrete, sikament ln,*

1. PENDAHULUAN

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Biasanya dipercaya bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti-batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkiran, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam bata atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair. Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil

modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri (*self compacting concrete*) dll.

Beton memadat sendiri (tanpa penggetar) atau yang lebih sering dikenal dengan SCC (*Self Compacting Concrete*) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pematat yang sangat sedikit atau bahkan tidak dipadatkan sama sekali. Beton ini dicampur memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan *admixture superplastiziser* untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pematat. 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.

Menurut As'ad (2009) keunggulan SCC dibandingkan dengan beton normal adalah :

- a. Ditinjau dari keadaan segar, SCC memiliki kemampuan mengalir dan memadat mandiri.

- b. Pencetakan beton dapat dilakukan tanpa menggunakan alat penggetar beton (vibrator), sehingga kondisi di proyek pada saat melakukan pemadatan beton tidak bising.
- c. Beton dapat dicetak dengan ukuran yang tipis.
- d. Proses pencetakannya jauh lebih cepat daripada proses pencetakan beton konvensional.

Selain itu, komposisi agregat pada SCC berbeda dengan beton konvensional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Self Compacting Concrete (SCC) atau biasa disebut beton memadat mandiri adalah campuran beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemasukan atau mesin penggetar (*vibrator*). SCC pertama kali diperkenalkan oleh Okamura pada tahun 1990-an, sebagai upaya mengatasi persoalan pengecoran di Jepang. Campuran SCC segar ini lebih cair daripada campuran beton konvensional. Campuran ini dapat mengalir dan memadat ke setiap sudut struktur bangunan yang sulit dijangkau oleh pekerja dan mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami *bleeding*. Selain itu campuran ini mampu mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan tanpa terjadi segregasi atau pemisahan materialnya.

Walaupun sifatnya lebih cair daripada beton konvensional, porositas SCC cenderung lebih kecil daripada beton konvensional pada umumnya karena SCC menggunakan bahan tambah (*admixture*) berupa *superplasticizer*. Fungsi bahan tambah ini adalah menambah tingkat *workability* campuran beton tanpa harus menambah nilai faktor air semen (*fas*) campuran beton. Nilai *fas* ini mempengaruhi porositas beton, semakin kecil nilai *fas* maka tingkat porositas beton akan cenderung semakin kecil. Tingkat porositas beton inilah yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton.

Komponen halus pada SCC cenderung lebih banyak daripada beton konvensional karena SCC memanfaatkan perilaku pasta yang dapat membantu mengalirkan beton segar.

Meningkatnya penggunaan beton dalam konfigurasi arsitektur tertentu dan beton dengan tulangan rapat telah membuat sangat penting untuk menghasilkan beton yang menjamin kemampuan mengisi yang tepat, kinerja struktural yang baik dan daya tahan yang memadai. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian telah dilakukan di seluruh dunia untuk meningkatkan kinerja sifat beton yang paling penting, dalam hal ini adalah kekuatan dan daya tahannya. Studi teknologi beton dalam hal peningkatan kekuatan dan daya tahan telah menurun dari makro menjadi mikro sejak tahun 1980.

Hingga tahun 1980 penelitian hanya fokus pada kemampuan beton mengalir, hingga peningkatan kekuatan. Namun daya tahan tidak menarik banyak perhatian dari peneliti beton. Jenis penelitian telah menghasilkan pengembangan pada SCC, sebuah revolusi yang sangat dibutuhkan dalam industri beton. SCC merupakan beton dengan fluiditas yang jauh lebih tinggi tanpa segregasi dan mampu mengisi setiap sudut dengan berat beton itu sendiri (Okamura 1997). SCC menghilangkan kebutuhan akan getaran baik eksternal maupun internal untuk

pemadatan tanpa mengorbankan sifat dasarnya.

Pada saat ini banyak peneliti yang bekerja diberbagai universitas dan divisi litbang organisasi pemerintah dikarenakan manfaat dari penggunaan beton ini. SCC pada dasarnya adalah beton yang mampu mengalir ke bekisting, tanpa segregasi, mengisi secara merata dan sepenuhnya disetiap sudut dengan beratnya sendiri tanpa penerapan getaran atau energi lain selama penempatan. Tidak ada beton SCC yang standar. Oleh karena itu, setiap SCC harus dirancang khusus untuk struktur yang akan dibangun. Namun bekerja pada parameter yang mempengaruhi sifat dasar SCC seperti viskositas, deformabilitas, flowabilitas dan ketahanan terhadap segregasi, SCC mungkin proporsional untuk hampir semua jenis struktur beton.

Untuk membentuk sebuah proporsi campuran beton yang sesuai untuk SCC, persyaratan kinerja harus didefinisikan dengan mempertimbangkan kondisi struktural seperti bentuk, dimensi, kepadatan rangka dan kondisi konstruksi. Dimana kondisi konstruksi meliputi metode transportasi, penempatan, finishing dan curing. Kebutuhan spesifik dari SCC adalah kemampuannya untuk pemadatan sendiri, tanpa getaran, dalam kondisi segar. Untuk memenuhi persyaratan kinerja beton, berikut tiga jenis SCC yang tersedia.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa percobaan yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Setelah dilakukan analisa bahan, maka dapat dilakukan perhitungan campuran beton berdasarkan metode SNI.

Pekerjaan penelitian meliputi:

Pemeriksaan material

- a. Pembuatan sampel silinder berdiameter Ø15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel sebanyak 105 benda uji. Yaitu beton normal

- a. SCC tipe Powder : Proporsional untuk mendapatkan self-compactability yang dibutuhkan dengan mengurangi rasio air-bubuk (material <0.1mm) dan memberikan daya tahan segregasi yang memadai. *Super plasticizer* dan *air entraining admixtures* memberikan yang deformabilitas dibutuhkan.
- b. SCC tipe Viskosity agent : Tipe ini proporsional untuk mendapatkan self-compaction dengan menggunakan admixtures yang memodifikasi viskositas untuk memberikan daya tahan terhadap segregasi. *Super plasticizer* dan *air entraining admixtures* memberikan yang deformabilitas dibutuhkan.
- c. SCC tipe Kombinasi : Tipe ini proporsional untuk mendapatkan self-compactability juga terutama dengan mengurangi rasio bubuk-air, seperti dalam tipe Powder, dan admixtures yang memodifikasi viskositas ditambahkan untuk mengurangi fluktuasi kualitas dari beton segar karena variasi kelembaban permukaan agregat dan gradasi mereka selama produksi. Hal ini memudahkan kontrol produksi beton.

21 buah,21 buah beton normal + sikament ln 0,5 %, 21 buah beton normal + sikament ln 1 %, 21 buah beton normal + sikament ln 1 % dan 21 buah beton normal + sikament ln 2 %

Pengadukan Campuran

Adukan beton yang telah merata dituang kedalam tempat cetakan yang telah disiapkan, sebelumnya cetakan telah diolesi dengan Oli, dalam hal ini cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm.

Pengetesan Sampel

Pengetesan sampel terbagi menjadi 2 yaitu

d.1. Pengetesan beton segar yaitu pengujian slump flow dan pengetesan L Box

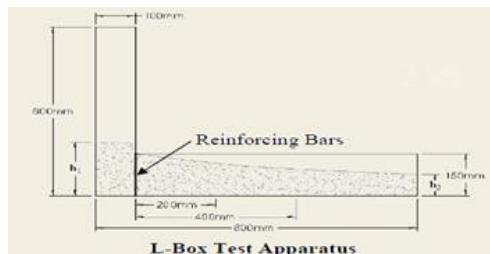
- Secara umum, pengujian *slump flow* mirip dengan pengujian *slump* standar (ASTM C143/C143M). *Slump cone* diletakkan di tengah pelat *slump flow* dengan bukaan besar penghadap ke bawah. *Slump cone* diisi SCC dalam satu kali tuang (tanpa dirojok), pastikan sampel tercampur dengan rata dalam proses pencampuran. *Slump cone* kemudian diangkat dengan ketinggian $\pm 7,5$ cm agar pasta beton dapat mengalir di atas papan *slump*. *Slump flow* adalah diameter dari rata-rata diameter yang diambil dari dua arah. Besar perbedaan antara dua diameter yang didapat menandakan tidak meratanya tingkat permukaan. SCC umumnya mempunyai *slump flow* antara 50 cm sampai 70 cm. Dikarenakan sifat yang cair dari SCC, maka pada saat proses pengisian *slump cone* harus ditekan ke bawah dengan erat untuk mencegah agar pasta beton tidak mengalir keluar.



Gambar 1. Alat uji Slump Flow

- Uji L-Box. Uji ini didasarkan pada desain Jepang untuk penerapan beton bawah air. Pengujian ini menilai aliran beton, dan juga sejauh mana beton mengalami dihalangi oleh tulangan. Alat ini tersusun dari kotak bagian persegi panjang dalam bentuk 'L', dengan bagian vertikal dan horizontal, dipisahkan oleh gerbang yang dapat

digerakkan. Bagian vertikal diisi dengan beton, dan kemudian pintu gerbang diangkat untuk membuka aliran beton ke bagian horizontal. Ketika aliran berhenti, ketinggian beton pada akhir bagian horizontal dinyatakan sebagai proporsi yang tersisa di bagian vertikal (H_2/H_1 dalam diagram). Hal ini menunjukkan kemiringan beton ketika aliran berhenti. Ini merupakan indikasi kemampuan melewati. Bagian horizontal kotak dapat ditandai pada 200 mm dan 400 mm dari gerbang dan waktu yang diperlukan untuk mencapai titik-titik diukur. Ini dikenal sebagai waktu T20 dan T40 dan merupakan indikasi untuk kemampuan mengisi. Pada bagian rangka diameternya dapat berbeda-beda dan rangka dengan interval yang berbeda sesuai dengan pertimbangan tulangan normal, 3x ukuran agregat maksimum adalah ukuran yang umum digunakan. Prinsipnya rangka dapat ditetapkan pada jarak apapun untuk menguji kemampuan melalui beton.



Gambar 2. L-Box

Pengujian yang secara luas digunakan, cocok untuk pengujian di laboratorium, dan mungkin pengujian di lokasi. Pengujian ini menilai kemampuan mengisi dan melewati SCC, dan kekurangan stabilitas (segregasi) yang serius dapat dideteksi secara visual. Segregasi juga dapat terdeteksi dengan melihat dan memeriksa bagian horizontal dari beton.

Sayangnya tidak ada kesepakatan tentang bahan, dimensi, atau pengaturan rangka tulangan, sehingga sulit untuk membandingkan hasil tes. Tidak diketahui pengaruh dinding aparatus dan 'efek dinding' pada aliran beton, namun pengaturan ini, sampai batas tertentu, meniru apa yang terjadi pada beton di lokasi bila terkurung dalam bekisting.

Prosedur pelaksanaan L-Box Test adalah :

- a. Sekitar 14 liter beton diperlukan untuk melakukan tes, sampel normal.
- b. Tempatkan aparatus dipermukaan lantai yang kokoh, pastikan bahwa pintu geser dapat membuka dan menutup dengan leluasa.
- c. Lembabkan permukaan di dalam aparatus, buang kelebihan air.

- Isi bagian vertikal aparatus dengan sampel beton.
- Biarkan untuk berdiri selama 1 menit.
- Angkat pintu geser dan biarkan beton mengalir keluar ke bagian horizontal.
- Bersamaan, memulai stopwatch dan catat waktu yang diperlukan beton untuk mencapai tanda 200 dan 400 mm.
- Ketika beton berhenti mengalir, jarak "H1" dan "H2" diukur.
- Hitung $H2/H1$, Rasio halangan.
- Seluruh tes harus dilakukan dalam waktu 5 menit.

1. Setelah melewati masa perawatan atau perendaman, benda uji perlu dikeluarkan untuk dipersiapkan guna test tekan silinder sesuai umur harinya (3, 7, 14, 21 dan 28 hari), kuat tarik belah umur 28 hari dan modulus elastisitas umur 28 hari.

4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Beton segar

4.1.1. Slump Flow

Hasil pengujian dari *flow table* atau *slump flow* dari masing-masing campuran *self compacting concrete* dapat dilihat pada table

Tabel 1. Hasil pengujian *flow table self compacting concrete*

No	Benda Uji	Diameter (mm)	t500 (dt)	Kecepatan (mm/dt)
1	Beton Normal + Sikament Ln 0,5 %	575,00	5,00	115
2	Beton Normal + Sikament Ln 1 %	600,00	5,00	120
3	Beton Normal + Sikament Ln 1,5 %	700,00	4,00	175
4	Beton Normal + Sikament Ln 2 %	750,00	3,00	250
	ICAR	≥ 500	2 – 7	

Untuk mencapai jarak dengan diameter 500 mm *self compacting concrete* Beton

Normal + *Sikament Ln* 2% memiliki kecepatan dan diameter paling besar dibandingkan dengan penggunaan variasi *Sikament Ln* yang lainnya. Jumlah pemakaian *Sikament Ln* yang tinggi mempengaruhi dari kecepatan pengaliran atau *flowability* dari beton tersebut. Penambahan *Sikament Ln* juga

sangat berpengaruh terhadap diameter *flow* beton. Hasil menunjukkan bahwa dengan penambahan *Sikament Ln* maka diameter *flow* yang dihasilkan semakin besar pula. Syarat *flow table test* SCC mempunyai waktu t_{500} adalah 6-9 detik dan mempunyai diameter sebaran sebesar 500–628 mm (As'ad,2006). Dari hasil yang telah diperoleh dalam pengujian *flow table* maka beton dengan penambahan *Sikament Ln* memenuhi syarat sebagai SCC.

4.1.2. L-Box

Tabel 2. Hasil pengujian *L-Box self compacting concrete*

No	Benda Uji	<i>L-Box Test</i>				
		t_{200} (dt)	t_{400} (dt)	h_1 (mm)	h_2 (mm)	(h_2/h_1)
1	Beton Normal + Sikament Ln 0,5 %	2,00	5,00	4,50	0,00	0,00
2	Beton Normal + Sikament Ln 1 %	1,50	2,50	8,00	6,50	0,81
3	Beton Normal + Sikament Ln 1,5 %	1,00	5,00	4,00	3,00	0,75
4	Beton Normal + Sikament Ln 2 %	1,00	3,00	3,00	1,00	0,33
ICAR					0,80 – 0,85	

Hasil L-Box untuk Beton Normal + *Sikament Ln* 0,5 % memiliki nilai perbandingan h_1 dan h_2 sebesar 0 karena sampel tidak mengalir melewati t_{200} dan t_{400} sehingga tidak diperoleh data yang diinginkan. Hasil L-Box untuk Beton Normal + *Sikament Ln* 1 % memiliki nilai perbandingan h_1 dan h_2 sebesar 0,81. Hasil L-Box untuk Beton

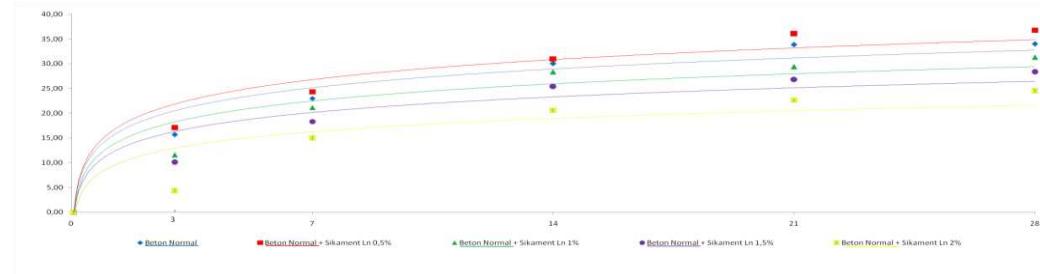
Normal + *Sikament Ln* 1,5 % memiliki nilai perbandingan h_1 dan h_2 sebesar 0,75. Hasil L-Box untuk Beton Normal + *Sikament Ln* 2 % memiliki nilai perbandingan h_1 dan h_2 sebesar 0,33. Standar ICAR yaitu 0,80 – 0,85 sehingga Beton Normal + *Sikament Ln* 1% dengan nilai 0,81 memenuhi standar ICAR.

4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Normal + *Sikament Ln*

Umur	Kuat Tekan Karakteristik (Mpa)				
	Beton Normal	Beton Normal + <i>Sikament Ln</i> 0,5 %	Beton Normal + <i>Sikament Ln</i> 1 %	Beton Normal + <i>Sikament Ln</i> 1,5 %	Beton Normal + <i>Sikament Ln</i> 2 %
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	15,68	17,12	11,57	10,08	4,37
7	23,00	24,33	21,15	18,33	14,96
14	30,03	30,99	28,35	25,38	20,59
21	33,87	36,06	29,39	26,80	22,65

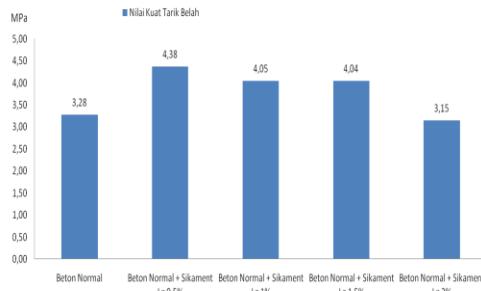
28	33,98	36,80	31,32	28,31	24,51
----	-------	-------	-------	-------	-------



Gambar 3. Perbandingan Kuat Tekan Beton dan umur beton

4.3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

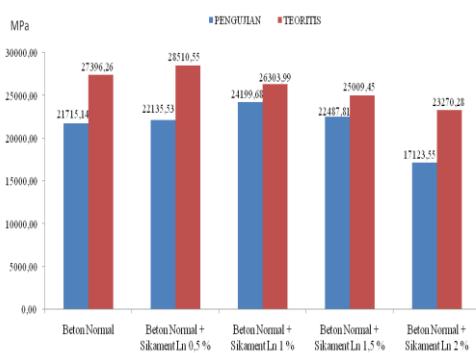
Hasil pengujian dari kuat tarik belah dari masing-masing campuran *self compacting concrete* dapat dilihat pada grafik



Gambar 4. Kuat Tarik Belah Beton Normal dan Tarik Belah Beton Normal + Sikament Ln Umur 28 Hari

4.4. Pengujian Modulus Elastisitas

Hasil pengujian dari Modulus Elastisitas dari masing-masing campuran *self compacting concrete* dapat dilihat pada grafik



Gambar 5. Perbandingan Modulus Elastisitas Pengujian dan Perhitungan Teoritis

5. KESIMPULAN

Dari rangkaian kegiatan dalam penelitian di labolatorium, pada akhirnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil pengujian menggunakan L Box dan Slump Flow untuk beton normal ditambah *Sikament Ln* kecepatan aliran beton lebih cepat dari pada beton normal sehingga mempermudah dalam pengerjaan beton pada tempat yang sulit di jangkau karena dapat mengalir dan memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*).
- Pengujian *L-Box Test* dengan syarat *ICAR* (0,80 – 0,85) diperoleh data bahwa benda uji N + SK 1 % memenuhi syarat karena mendapatkan nilai 0,81, sedangkan pada benda uji beton N dan benda uji N + SK 0,5 % adukan beton masih terlalu kental sehingga adukan beton tidak mencapai ujung dari *L-Box Test*, sedangkan pada benda uji beton N + SK 1,5 % dan benda uji N + SK 2 % juga tidak memenuhi syarat karena terjadi segresi pada adukan beton

- sehingga air semen dan agregat terpisah.
- c. Kuat tekan paling tinggi di dapat pada benda uji N + 0,5 % dengan hasil 36,80 MPa, sedangkan nilai terendah di dapat pada benda uji N + 2 % dengan hasil 24,51 MPa dan tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 25 MPa.
 - d. Pengujian kuat tarik belah dengan syarat 10 % - 15 % dari kuat tekan karakteristik, di peroleh data benda uji N + 1,5 % memiliki nilai persantase yang paling besar yaitu 14,28 %. Pada benda uji N di dapat persantase hanya 9,64 % dari kuat tekan karakteristiknya, ini membuktikan bahwa penambahan variasi *Sikament Ln* berpengaruh untuk kenaikan kuat tarik belah.
 - e. Pengujian modulus elastisitas di peroleh data sebagai berikut:
 - Benda uji beton N mencapai 21715,142 MPa, sedangkan menurut rumus teoritis SNI-2874-2002 di dapat hasil 27396,25 MPa.
 - Benda uji beton N + SK 0,5 % mencapai 22115,27 MPa, sedangkan menurut rumus teoritis SNI-2874-2002 di dapat hasil 28510,55 MPa.
 - Benda uji beton N + SK 1 % mencapai 24199,67 MPa, sedangkan menurut rumus teoritis SNI-2874-2002 di dapat hasil 26303,985 MPa.
 - Benda uji beton N + SK 1,5 % mencapai 22487,812 MPa, sedangkan menurut rumus teoritis SNI-2874-2002 di dapat hasil 25009,453 MPa.
 - Benda uji beton N + SK 2 % mencapai 17123,457 MPa, sedangkan menurut rumus teoritis SNI-2874-
 - f. Kesalahan pembacaan dial mengakibatkan nilai modulus yang kecil sehingga hasil perhitungan tidak sesuai dengan rumus yang ada.
 - g. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilaksanakan di laboratorium, bahwa untuk penambahan *Sikament Ln* tanpa pengurangan air yang baik adalah penambahan *Sikament Ln* sebanyak 1% dari semen di bandingkan dengan variasi lainnya dikarenakan sebagai berikut:
 - Nilai slump flow yang direncanakan (≥ 50 cm) tercapai 60 cm.
 - *L-Box Test* yang direncanakan (0,80 – 0,85) tercapai 0,81
 - Kuat tekan yang direncanakan (25 Mpa) tercapai 31,32 Mpa.
 - Kuat tarik belah mencapai 12,93 % dari kuat tekan karakteristiknya.
 - h. Dari semua hasil pengujian disimpulkan bahwa beton SCC dapat memudahkan pengecoran, ekonomis, serta meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, *Metode Perhitungan Campuran Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, SNI 03 – 2834 – 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta

- Anonim, SNI 03 – 1974 – 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Departemen Perumikan Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta
- Anonim, SNI 03 – 2491 – 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah*, Departemen Perumikan Dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian Dan pengembangan, Jakarta
- Anonim, 1990, SNI 03 – 1972 – 1990, *Metode Pengujian Slump Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim, 1991, SNI 03 – 2491 – 1991, *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- As'ad, Sholihin (2009), *Pengembangan Kanal Fleksibel Berbahan Beton Memadat Mandiri Berserat Limbah Kaleng dan Limbah Plastik*, Usulan Penelitian Hibah Bersaing, Surakarta
- ASTM, 2002, *Concrete and Aggregate*, Annual Book of ASTM Standards 2002, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia
- Chrisna Djaja Mungok, Lusiana, 1998, *Buku Ajar / Handout Teknologi Beton*, Fakultas Teknik, Universitas Tanjung Pura, Pontianak
- Kardiyyono Tjokrodimulyo, 1992, *Teknologi Beton*, UGM, Yogyakarta
- Okamura, H and Ouchi, M. (2003) *Self Compacting Concrete*, Vol.1, No.1, 5-15, April 2003, Japan Concrete Institute