

PENGARUH PENAMBAHAN *SIKA-VISCOCRETE 1003* TERHADAP KUAT TEKAN *SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)*

Akmal Saputra¹

akmalsaputra99@gmail.com

Universitas Bung Hatta

Rita Anggraini²

rita.anggraini@bunghatta.ac.id

Universitas Bung Hatta

ABSTRAK

Dalam perkembangan teknologi beton, beton normal memiliki keterbatasan dalam hal pengerjaan dan pemadatan, yang dapat menyebabkan cacat struktural jika tidak dilakukan dengan baik. Kesulitan dalam pengecoran elemen struktural dengan geometri kompleks dan masalah segregasi dan bleeding pada beton dengan workability tinggi. *Self-Compacting Concrete (SCC)* hadir sebagai inovasi untuk meningkatkan efisiensi konstruksi dan kualitas hasil akhir tanpa perlu pemadatan mekanis. Oleh karena itu, diperlukan bahan tambahan (admixture) yang dapat meningkatkan kinerja SCC secara optimal. Salah satu bahan tambahannya yaitu Sika Viscocrete 1003 yang merupakan jenis superplasticizer yang dikenal efektif dalam meningkatkan kinerja SCC dan memiliki sifat *high-range water reducer* yang memungkinkan beton tetap memiliki workability tinggi dengan kadar air yang lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan sika-viscocrete 1003 terhadap kuat tekan SCC, persentase optimal sika-viscocrete 1003 untuk kuat tekan SCC maksimal, dan flowbility sika-viscocrete 1003. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan 5 (lima) variasi dosis sika-viscocrete 1003 dalam campuran SCC, mulai dari 0%; 0,2%; 0,4%; 0,6%; dan 0,7%. Berdasarkan hasil penelitian, dalam penggunaan sika-viscocrete 1003 dengan variasi 0,2%-0,6% berpengaruh optimal terhadap kuat tekan SCC. Nilai uji kuat tekan beton maksimal dengan varian 0,6% sebesar 48,54 Mpa. Pada varian 0,6% juga diperoleh nilai uji *slump flow* 590 mm, *v-funnel* 5 s, dan *jump ring* 8 cm. Simpulannya penggunaan Sika-viscocrete 1003 dapat dijadikan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton yang efisien, excellent flowability, dan bermutu tinggi.

Kata Kunci: SCC, *Sika-viscocrete 1003*, *flowable*

ABSTRACT

In the development of concrete technology, normal concrete has limitations in terms of workability and compaction, which can cause structural defects if not performed properly. Difficulties in casting structural elements with complex geometries and segregation and bleeding problems in high workability concrete. Self-Compacting Concrete (SCC) comes as an innovation to improve construction efficiency and finish quality without the need for

mechanical compaction. Therefore, admixtures are required that can optimally improve the performance of SCC. One of the admixtures is Sika Viscocrete 1003 which is a type of superplasticizer known to be effective in improving the performance of SCC and has high-range water reducer properties that allow concrete to still have high workability with lower water content. This study aims to determine the effect of the addition of sika-viscocrete 1003 on the compressive strength of SCC, the optimal percentage of sika-viscocrete 1003 for maximum SCC compressive strength, and the flowability of sika-viscocrete 1003. This research used experimental method by using 5 (five) variations of sika-viscocrete 1003 dosage in SCC mixture, starting from 0%; 0.2%; 0.4%; 0.6%; and 0.7%. Based on the research results, the use of sika-viscocrete 1003 with a variation of 0.2%-0.6% has an optimal effect on the compressive strength of SCC. The maximum concrete compressive strength test value with 0.6% variant is 48.54 Mpa. In the 0.6% variant also obtained.

Keyword: SCC, Sika-viscocrete 1003, flowable

PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu material bangunan yang terdiri atas campuran aggregate sebagai pengisi serta semen sebagai pengikatnya (Khonado dkk., 2019). Beton banyak digunakan sebagai bahan utama karena harga yang terjangkau, memiliki daya tekan yang tinggi dan tahan korosi akibat faktor lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi cara merencanakan beton yang baik dan efisien bermutu yang tinggi dengan menggunakan material yang sama, seperti cara pemadatan (vibrasi) beton. Salah satu solusi permasalahan tersebut yaitu menggunakan metode *Self Compacting Concrete (SCC)* yang merupakan suatu inovasi konsep menghasilkan beton bermutu tinggi yang dapat “mengalir” (*flowable*). Beton memadat sendiri yang biasa dikenal dengan *Self Compacting Concrete (SCC)* merupakan beton yang mampu mengalir sendiri, dapat dicetak menggunakan bekisting dengan meminimalisir penggunaan alat pemadat bahkan tidak perlu sama sekali dipadatkan (Budi dkk., 2018). Berbeda dengan beton normal yang menggunakan proses manual atau menggunakan alat getar untuk memadatkan campuran dan mengeluarkan udara yang terjebak, SCC bisa dicor dengan mudah dan cepat tanpa perlu dipadatkan ataupun digetarkan (*workability*).

Rasio air-semen SCC lebih rendah daripada beton normal, namun tetap memiliki *workability* yang sangat baik karena menggunakan bahan tambah seperti *superplasticizer*. Proporsi agregat halus maupun kasar perlu diperhatikan karena semakin besar proporsi agregat halus dapat meningkatkan daya alir beton segar. Namun, jika terlalu banyak agregat halus dapat menurunkan nilai kuat tekan beton. Sebaliknya, jika terlalu banyak menggunakan agregat kasar yang dapat membesar resiko segregasi pada beton. Oleh karena itu SCC memerlukan bahan tambah, seperti zat aditif yang membuat beton memiliki kemampuan memadat sendiri dengan nilai *slump* dan *workability* yang tinggi (Fakhrunisa, 2018). *Sika-viscocrete 1003* merupakan zat aditif (*superplasticizer*) generasi terbaru untuk beton yang dapat mereduksi air 30% dari campuran awal yang dapat membuat beton mutu tinggi dengan menggunakan bahan utama yang lebih sedikit (PT. Sika Indonesia). Menurut Penelitian Azmi (2020) beton yang telah dirancang menggunakan SCC dengan bahan campuran *Sika-viscocrete 1003* mampu mencapai kuat tekan yang lebih tinggi.

Berdasarkan paparan diatas, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *sika-viscocrerote* 1003 terhadap kuat tekan SCC, persentase optimal *sika-viscocrerote* 1003 untuk kuat tekan SCC maksimal, dan *flowbility sika-viscocrerote* 1003. Oleh karena itu *sika-viscocrerote* 1003 dapat dijadikan sebagai pertimbangan penggunaan bahan tambah dalam pembuatan beton yang efisien, *excellent flowability*, dan bermutu tinggi serta memberikan pengetahuan serta wawasan mengenai kontruksi beton, khususnya dalam *sika-viscocrete 1003*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dulakukan di Laboratorium Material dan Srtruktur FTSP Universitas Bung Hatta. Secara umum, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan data. Secara garis besar, penelitian ini merujuk pada SNI 7656-2012 dan EFNARC,2005. Dalam penelitian ada tahapan pengujian pendahuluan untuk dan pengujian lanjutan. Pengujian pendahuluan meliputi pengujian agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) sesuai spesifikasinteknis agregat untuk mendapatkan data yang digunakan dalam perhitungan *mix design*. Sementara pengujian lanjutan berupa premabilitas beton dan pemeriksaan kuat tekan beton berdasarkan benda uji yang telah dibuat.

Sebelum membuat beton memadat sendiri (SCC), karakteristik bahan harus diperiksa untuk memastikan apakah memenuhi syarat SNI 7656-2012, pengujian material dasar beton yang dilakukan sebagai berikut:

1. Semen Portland
2. Air
3. Pengujian Kadar Lumpur Agregat
4. Pengujian Kadar Organik pada Agregat Halus
5. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
6. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
7. Pengujian Berat Isi Agregat
8. Pengujian Analisa Saringan

Setelah seluruh material dasar beton memenuhi syarat, selanjutnya masuk ke prosedur pembuatan benda uji:

1. Rencana Campuran Benda Uji (*Mix Design*)
Langkah-langkah:
 - a. Pemilihan slump
 - b. Pemilihan ukuran besar butir agregat maksimum
 - c. Perkiraan air pencampur dan kandungan udara
 - d. Pemilihan rasio air semen atau rasio air - bahan bersifat semen
 - e. Perhitungan kadar semen
 - f. Perkiraan Kadar agregat kasar
 - g. Perkiraan kadar agregat halus
 - h. Penyusaian terhadap kelembaban agregat
 - i. Koreksi terhadap air
 - j. Setelah total agregat untuk 1 m³ campuran beton didapatkan, lakukan konversi agregat tersebut untuk mendapatkan komposisi agregat halus dan agregat kasar SCC menurut EFNARC 2005.

- k. Rancang komposisi campuran beton pada saat kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.

Setelah campuran benda uji selesai, dilakukan pengujian beton segar, meliputi:

- a. *Slump flow test*
- b. *J-ring test*
- c. *V-funnel test*

Setelah seluruh pengujian selesai, dilanjutkan pembuatan benda uji dengan perawatan beton selama 7 dan 28 hari lalu kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan perhitungan sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{\left(\frac{P}{A}\right)}{\text{koef hari}}$$

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_c}{N}$$

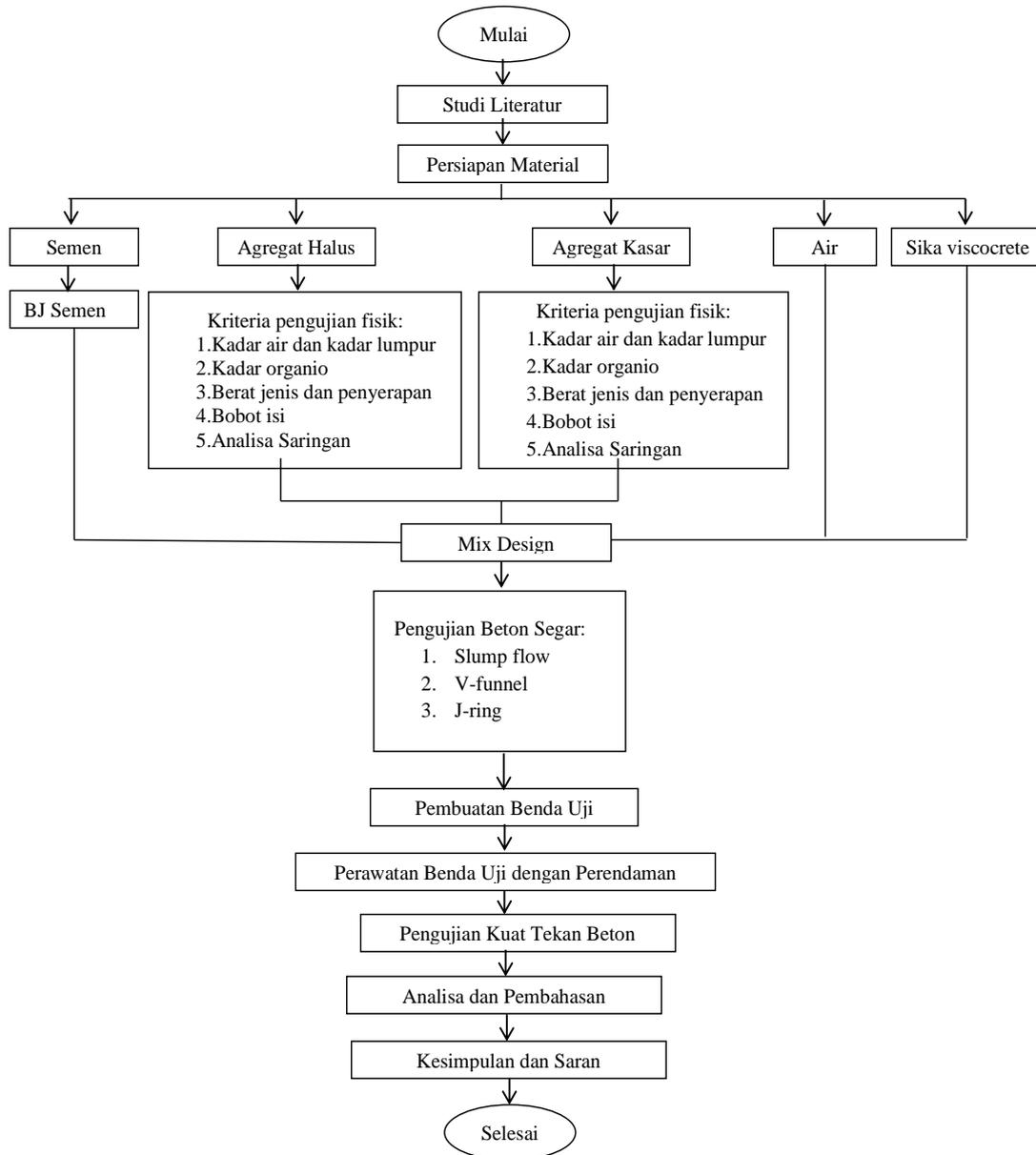
Keterangan: F'_c = Kuat tekan beton benda uji (MPa)

F'_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata benda uji (MPa)

P = Beban maksimum dari medsin tekan (KN)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

N = Jumlah benda uji



Gambar 1. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pada penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu: pengujian material, pengujian nilai *slump*, dan pengujian kuat tekan beton. Pada saat dilakukan kedua pengujian tersebut, dilakukan juga pengamatan visual pada campuran beton keras untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.

1. Pengujian Material

Berikut resume hasil pengujian material:

Tabel 1. Resume Hasil Pengujian Material

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Yang Direncanakan	40	Mpa
2	Jenis Semen	Semen PCC	
3	Agregat halus	Alami	
4	Agregat Kasar	Pecah	
5	Slump	150-175	Mm
6	Max Size Kasar	9,8	Mm
7	Perkiraan Air dan Kandungan Udara	243	Kg/m3
8	Pemilihan W/C atau W/C+P	0,42	
9	Jumlah Semen	578,57	Kg/m3
10	Berat isi beton	2364,68	kg/m3
11	Perkiraan Kadar Agregat Kasar	640,568	kg/m3
12	Perkiraan Kadar Agregat Halus	919,864	kg/m3
13	Air	225,674	kg/m3

Tabel 2. Kebutuhan Dasar Beton

Proposi Campuran (Teoritis)		Kebutuhan Bahan Dasar Beton			
Volume	Berat (Kg)	Semen (Kg)	Air (Liter)	Ag. Halus	Ag. Kasar
1m3	2364,676	578,57	225,67	919,864	640,568
1 adukan 0,0053m ³	12,53	3,07	1,196	4,87	3,395

Dari hasil pengujian, diketahui bahwa material telah memenuhi syarat untuk dilanjutkan pembuatan benda uji , berikut kebutuhan komposisi bahan untuk 1m3 beton:

Tabel 3. Kebutuhan 1m3 Beton

Varias Zat Tambah Sika %	Berat (kg/m ³)				
	Air	Semen	A.Halus	A. Kasar	Sika
0	209	578,57	832,17	744,06	0
0,2	209	578,57	832,17	744,06	1,157
0,4	209	578,57	832,17	744,06	2,314
0,6	209	578,57	832,17	744,06	3,471
0,7	209	578,57	832,17	744,06	4,05

Untuk membuat benda uji diperlukan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm maka volume untuk 1 benda uji silinder adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 buah silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 20
 \end{aligned}$$

$$= 0,16 \text{ cm}^3$$

$$= 0,0016 \text{ m}^3$$

Tabel 4. Kebutuhan Satu Benda Uji

Variasi Zat Tambah Sika %	Berat (Kg/m ³)				
	Air	Semen	A.Halus	A. Kasar	Sika
0	0,40	1,11	1,60	1,43	0,00000
0,2	0,40	1,11	1,60	1,43	0,00222
0,4	0,40	1,11	1,60	1,43	0,00444
0,6	0,40	1,11	1,60	1,43	0,00667
0,7	0,40	1,11	1,60	1,43	0,00778

2. Pengujian Nilai *Slump*

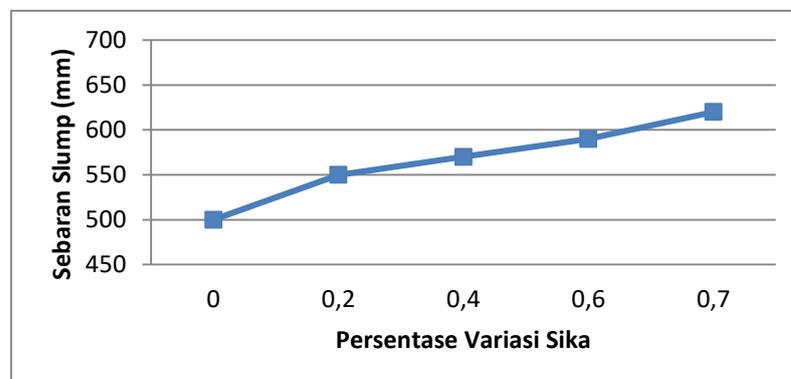
Pada penelitian ini, pengujian mengacu kepada EFNARC, 2005 tentang standarisasi mengenai beton memadat sendiri dengan *range* nilai :

- Slump Flow Test*, nilai *slump* berkisar antara 500-700 mm.
- J-Ring Test*, beda tinggi antara *slump* yang ada didalam dan diluar alat pengujian *j-ring* test tidak lebih dari 10 cm.
- V-Funnel Test*, nilai jatuhnya beton berkisar antara 6 - 12 detik.

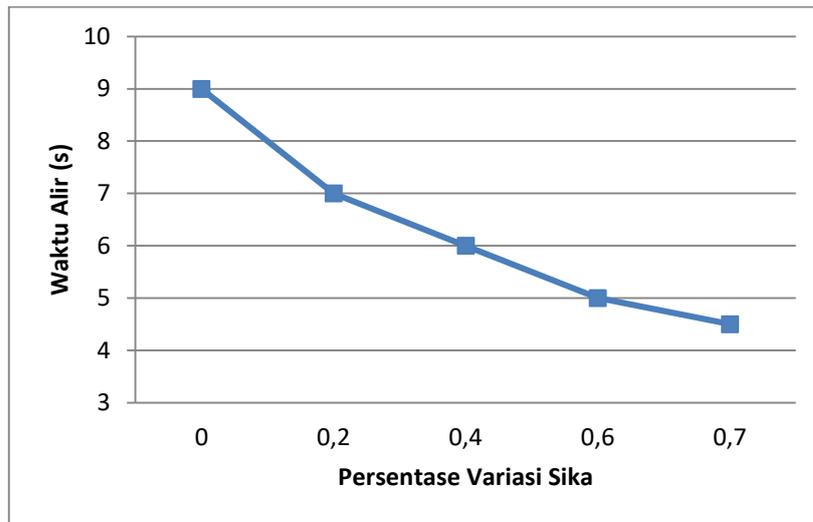
Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil uji nilai *slump* sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Nilai *Slump*

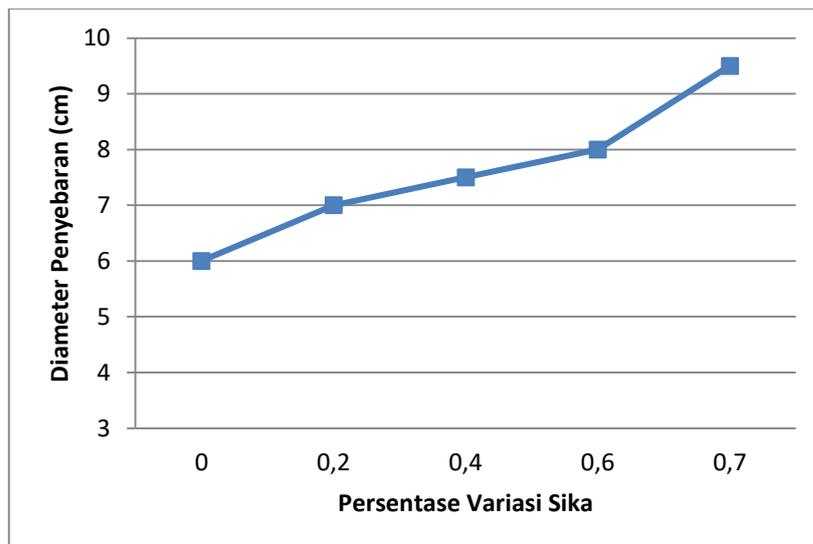
Variasi Sika (%)	Slump Flow (mm)	V-Funnel (s)	J-Ring (cm)
0	500	9	6
0,2	550	7	7
0,4	570	6	7,5
0,6	590	5	8
0,7	620	4,5	9,5



Gambar 2. Grafik Pengujian *Slump Flow*



Gambar 3. Grafik Pengujian *V-funnel test*



Gamabr 4. Grafik Pengujian *J-ring Test*

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian tiga karakteristik beton yaitu: *flow ability/ filling ability*, *viscosity*, dan *passing ability* dengan beberapa variasi sika viscocrete-1003. Pada petunjuk penggunaan, variasi yang disarankan diantaranya: 0,2% - 0,6%. Penguji memilih variasi 0,2%; 0,4%; 0,6%; dan 0,7%. Pemilihan variasi 0,7% dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan sika viscocrate-1003 melebihi dosis petunjuk penggunaan berpengaruh positif terhadap nilai uji slump atau tidak.

Pada karakteristik *flow ability/ filling ability*, peneliti menggunakan metode *uji slump flow*. Penggunaan sika viscocrate-1003 pada variasi 0,2% didapatkan nilai pengujian slump sebesar 550 mm, variasi 0,4% sebesar 570 mm, variasi 0,6% sebesar 590 mm, dan variasi 0,7% sebesar 620 mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase sika viscocrate-1003 yang ditambahkan ke campuran Beton SCC maka semakin besar nilai slump. Hal ini sejalan dengan penelitian (Zardi, 2016) bahwa hasil

pengujian beberapa variasi sika viscocrate-1003, persentase dosis uji yang paling besar menghasilkan nilai slump yang paling besar juga.

Pada karakteristik *viscosity*, peneliti menggunakan uji *v-funnel*. Berdasarkan grafik 4.4, diketahui bahwa penambahan sika viscocrate-1003 berpengaruh terhadap waktu alir beton SCC. Penggunaan sika viscocrate-1003 pada variasi 0,2% memerlukan waktu alir 7 sekon, variasi 0,4% selama 6 sekon, variasi 0,6% selama 5 sekon, dan 0,7 detik selama 4,5 sekon. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase sika viscocrate-1003 yang ditambahkan ke campuran Beton SCC maka semakin cepat juga waktu alir yang diperlukan oleh beton SCC.

Pada karakteristik *passing ability*, peneliti menggunakan uji *j-ring*. Berdasarkan grafik 4.5, diketahui bahwa penambahan sika viscocrate-1003 berpengaruh terhadap diameter penyebaran beton SCC. Penggunaan sika viscocrate-1003 pada variasi 0,2% didapatkan nilai uji *j-ring* sebesar 7 cm, variasi 0,4% sebesar 7,5 cm, variasi 0,6% sebesar 8 cm, dan variasi 0,7% sebesar 9,5 cm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase sika viscocrate-1003 yang ditambahkan ke campuran beton SCC maka semakin besar juga penambahan diameter penyebarannya.

Berdasarkan tiga pengujian diatas, pada variasi 0,7% memiliki beberapa kelemahan, diantaranya: peningkatan resiko segregasi, penurunan kekuatan beton, waktu pengeringan yang tidak stabil, peningkatan resiko retak, penurunan daya rekat, dan pengaruh pada penampilan akhir dari permukaan beton (estetika).

3. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan tiap benda uji diukur dengan menggunakan tegangan pada umur maksimum 28 hari pada saat pengujian beton. Berikut ini data dan hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi sika pada umur 7 hari.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan SCC Umur 7 Hari

No	Kode Sampel	Tanggal Pengujian	Variasi Sika	Umur Test	Koefisien Estimasi	Penampang Silinder (A) mm	Hasil Test(p) KN	Kuat Tekan (f _c)	(f _c) / koef. Hari	(f _{cr}) Mpa
			%	Hari				Mpa	Mpa	
1	BN	15/02/2024	0	7	0,65	7850	178	22,68	34,88	
2	BN	15/02/2024	0	7	0,65	7850	181	23,06	35,47	35,54
3	BN	15/02/2024	0	7	0,65	7850	185	23,57	36,26	
4	BC0,2	16/02/2024	0,2	7	0,65	7850	207	26,37	40,57	
5	BC0,2	16/02/2024	0,2	7	0,65	7850	211	26,88	41,35	41,48
6	BC0,2	16/02/2024	0,2	7	0,65	7850	217	27,64	42,53	
7	BC0,4	17/02/2024	0,4	7	0,65	7850	221	28,15	43,31	
8	BC0,4	17/02/2024	0,4	7	0,65	7850	218	27,77	42,72	43,31
9	BC0,4	17/02/2024	0,4	7	0,65	7850	224	28,54	43,90	
10	BC0,6	19/02/2024	0,6	7	0,65	7850	228	29,04	44,68	
11	BC0,6	19/02/2024	0,6	7	0,65	7850	234	29,81	45,86	45,79
12	BC0,6	19/02/2024	0,6	7	0,65	7850	239	30,45	46,84	
13	BC0,7	20/02/2024	0,7	7	0,65	7850	203	25,86	39,78	39,78

14	BC0,7	20/02/2024	0,7	7	0,65	7850	200	25,48	39,20
15	BC0,7	20/02/2024	0,7	7	0,65	7850	206	26,24	40,37

Berdasarkan data pada tabel diatas, diketahui persentase optimal penggunaan sika viscocrate-1003 yaitu 0,6% dengan nilai 45,79 Mpa.

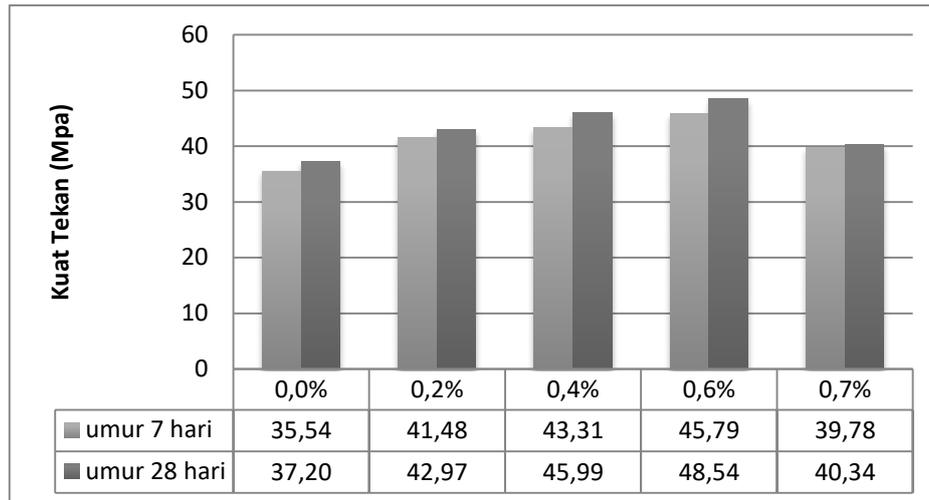
Hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi sika pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabek 7. Hasil Nilai Kuat Tekan SCC Umur 28 Hari

No	Kode Sampel	Tanggal Pengujian	Variasi Sika	Umur Test	Koefisien Estimasi	Penampang Silinder (A) mm	Hasil Test (P) KN	Kuat Tekan (f _c)	(f _c) /koef. Hari	(f _{cr}) Mpa
			%	Hari				Mpa	Mpa	
1	BN	07/03/2024	0	28	1	7850	286	36,43	36,43	
2	BN	07/03/2024	0	28	1	7850	292	37,20	37,20	37,20
3	BN	07/03/2024	0	28	1	7850	298	37,96	37,96	
4	BC0,2	08/03/2024	0,2	28	1	7850	334	42,55	42,55	
5	BC0,2	08/03/2024	0,2	28	1	7850	337	42,93	42,93	42,97
6	BC0,2	08/03/2024	0,2	28	1	7850	341	43,44	43,44	
7	BC0,4	09/03/2024	0,4	28	1	7850	353	44,97	44,97	
8	BC0,4	09/03/2024	0,4	28	1	7850	361	45,99	45,99	45,99
9	BC0,4	09/03/2024	0,4	28	1	7850	369	47,01	47,01	
10	BC0,6	11/03/2024	0,6	28	1	7850	375	47,77	47,77	
11	BC0,6	11/03/2024	0,6	28	1	7850	381	48,54	48,54	48,54
12	BC0,6	11/03/2024	0,6	28	1	7850	387	49,30	49,30	
13	BC0,7	12/03/2024	0,7	28	1	7850	320	40,76	40,76	
14	BC0,7	12/03/2024	0,7	28	1	7850	311	39,62	39,62	40,34
15	BC0,7	12/03/2024	0,7	28	1	7850	319	40,64	40,64	

Berdasarkan data pada tabel diatas, diketahui persentase optimal penggunaan sika viscocrate-1003 yaitu 0,6% dengan nilai 48,54 Mpa.

Untuk lebih jelasnya, variasi persentasi kuat tekan beton pada umur 7 dan 28 hari dapa dilihat pada diagram berikut.



Gambar 5. Grafik Nilai Kuat tekan SCC Umur 7 dan 28 Hari

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton yang peneliti lakukan, variasi campuran Sika viscocrate-1003 paling optimal sebesar 0,6%. Hal ini sesuai dengan anjuran dosis penggunaan yang diberikan oleh PT.Sika Indonesia, yaitu antara 0,2%-0,6%.

KESIMPULAN

Penambahan Zat Aditif *Sika-viscocrerote* 1003 sesuai dengan dosis yang dianjurkan PT.Sika Indonesia berpengaruh optimal terhadap kuat tekan SCC, persentase optimal *sika-viscocrerote* 1003 untuk kuat tekan SCC maksima sebesar 0,6% dengan nilai kuat tekan beton pada hari ke-7 sebesar 45,79 Mpa sedangkan pada hari ke-28 48,54 Mpa. *Sika-viscocrerote flowbility sika-viscocrerote* 1003 memiliki kemampuan *flowbility* optimal pada persentase 0.6% dengan nilai uji *slump flow* 590 mm, *v-funnel* 5 s, dan *j-ring* 8 cm. Jika persentase yang digunakan melebihi anjuran yang tertera akan mengakibatkan peningkatan resiko segregasi, penurunan kekuatan beton, waktu pengeringan yang tidak stabil, peningkatan resiko retak, penurunan daya rekat, dan berpengaruh pada penampilan akhir dari permukaan beton (estetika). Oleh karena itu *Sika-viscocrerote* 1003 dapat dijadikan sebagai pertimbangan penggunaan bahan tambah dalam pembuatan beton yang efisien, *excellent flowability*, dan bermutu tinggi serta memberikan pengetahuan serta wawasan mengenai kontruksi beton, khususnya dalam *Sika-viscocrete 1003*.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, A. S., Sangadji, S., & Insiroh, F. R. N. (2018). Pengaruh Ukuran Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan Dan Regangan Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1).
- EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Sel-Compacting Concrete*. Five European Federation.
- Fakhrunisa, N., Djatmika, B., & Karjanto, A. (2018). Kajian Penambahan Abu Bonggol Jagung Yang Bervariasi Dan Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (Self-Compacting Concrete). *BANGUNAN*, 23(2), 9-18.

Khonado, M. F., Manalip, H., & Wallah, S. E. (2019). Kuat tekan dan permeabilitas beton porous dengan variasi ukuran agregat. *Jurnal Sipil Statik*, 7(3).

SNI 7656-2012. Prakata. Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang “*Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa*”.