

Pengaruh Substitusi Serbuk Kapur Tohor Terhadap Semen Pada Beton Memadat Mandiri (*Self-Compacting Concrete*) Ditinjau Dari Kuat Tekan

Maria Angelina Getrisiani Piusaputri¹⁾, Safrin Zuraidah²⁾, Bambang Sujatmiko³⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Surabaya, Indonesia

Email: trisna.sudirman21@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Surabaya, Indonesia

Email: safrin.zuraidah@unitomo.ac.id

³⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Surabaya, Indonesia

Email: bambang.sujatmiko@unitomo.ac.id

Abstract

Self-compacting concrete (SCC) is a concrete technology designed to achieve three main characteristics, namely filling ability (EFNARC requirement, 2002: 65-80 cm), passing ability (EFNARC requirement, 2002: 0.8-1.00) and segregation resistance (EFNARC requirement, 2002: 0-15 seconds). The material composition used to make the SCC consists of Portland cement type I, fine aggregate, coarse aggregate, quicklime powder, water and superplasticizer. There were four variations of quicklime powder to cement, namely 0%, 4%, 8% and 12% variations. Each value obtained in each variation in sequence (0%, 4%, 8%, and 12%), namely filling ability (66.50 cm; 67.33 cm; 69.17 cm; 67.50 cm); passing ability (0.80; 0.823; 0.822); and segregation resistance (8.67 seconds; 9.00) match the requirements of SCC features. In this study, the substitution of quicklime powder for cement has an impact on the compressive strength of SCC; specifically, the higher the variation of quicklime powder for cement, the lower the compressive strength values obtained. In other words, the greater the variation of quicklime powder, the smaller the volume weight, and the results for compressive strength are directly related to the volume weight value in each variation. A comparison of the compressive strength value against different variations at the same age shows that the ideal compressive strength is found at 0% variation at the age of 28 days as follows: 0% variation of 25.17 MPa; 4% variation of 23 MPa; 8% variation of 22.34 MPa; and 12% variation of 13.76 MPa. Based on the compressive strength results obtained in this study, the substitution of quicklime powder for cement with a composition of 4% and 8% can be used for lightweight structures, such as houses and masonry.

Keywords: Self-compacting concrete, quicklime powder, superplasticizer, compressive strength.

Abstrak

Self-compacting concrete (SCC) adalah teknologi beton yang dirancang sedemikian rupa untuk mencapai tiga karakteristik utamanya, yaitu filling ability (syarat EFNARC, 2002: 65-80 cm), passing ability (syarat EFNARC, 2002: 0,8-1,00) dan segregation resistance (syarat EFNARC, 2002: 0-15 detik). Komposisi material yang digunakan untuk membuat benda uji (SCC) terdiri dari semen portland tipe I, agregat halus, agregat kasar, serbuk kapur tohor, air dan superplasticizer. Terdapat empat variasi serbuk kapur tohor terhadap semen, yaitu variasi 0%, 4%, 8% dan 12%. Keempat variasi ini memenuhi syarat karakteristik SCC dengan masing-masing nilai yang didapatkan pada setiap variasi secara berurutan (0%, 4%, 8%, 12%), yaitu filling ability (66,50 cm; 67,33 cm; 69,17 cm; 67,50 cm), passing ability (0,80; 0,823; 0,823; 0,82) dan segregation resistance (8,67 detik; 9,00 detik; 9,33 detik; 9,00 detik). Pada penelitian ini, substitusi serbuk kapur tohor terhadap semen memberikan pengaruh pada kuat tekan SCC, yaitu semakin besar variasi serbuk kapur tohor terhadap semen, maka semakin kecil kuat tekannya. Adapun hasil kuat tekan yang didapatkan berbanding lurus dengan nilai berat volume pada setiap variasi atau dengan kata lain semakin tinggi variasi serbuk kapur tohor maka semakin kecil berat volumenya. Hasil tersebut dapat dibuktikan dengan nilai berat jenis semen (2,75) yang lebih tinggi dibandingkan berat jenis serbuk kapur tohor (2,4). Untuk kuat tekan optimum terdapat pada variasi 0% pada umur 28 hari dengan perbandingan nilai kuat tekan terhadap variasi lainnya pada umur yang sama sebagai berikut: variasi 0% sebesar 25,17 MPa; variasi 4% sebesar 23 MPa; variasi 8% sebesar 22,34 MPa dan variasi 12% sebesar 13,76 MPa. Berdasarkan hasil kuat tekan yang didapatkan dalam penelitian ini, maka substitusi serbuk kapur tohor terhadap semen dengan komposisi sebanyak 4% dan 8% bisa digunakan untuk struktur ringan, seperti rumah dan pasangan bata.

Kata Kunci: *Self-compacting concrete, serbuk kapur tohor, superplasticizer, kuat tekan.*

PENDAHULUAN

Penggunaan beton dalam suatu konstruksi kini semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Tingkat kepercayaan masyarakat dalam memilih beton sebagai salah satu elemen penting dalam konstruksi menjadi alasan yang tidak bisa diabaikan. Namun, kuantitas penggunaan beton yang tinggi dalam suatu pembangunan

rupanya memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Sebagaimana semen merupakan bahan bangunan yang diproduksi pabrik, maka semakin tinggi produksi semen akan berakibat pada meningkatnya kadar emisi karbondioksida (CO₂), yang kemudian berdampak pada peningkatan proses pemanasan global (Sintia Melinda dkk, 2020). Hal ini mendorong dilakukannya banyak penelitian

terkait inovasi baru dalam pengembangan jenis beton yang ramah lingkungan. Salah satu cara yang dipakai adalah dengan substitusi bahan alami terhadap semen. Inovasi dengan menggunakan bahan alami sebagai substitusi terhadap semen dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam beton, salah satunya adalah beton memadat mandiri (SCC), dengan mempertimbangkan kadar penggunaan semen pada jenis beton ini lebih banyak dibandingkan dengan beton normal (Okamura & Ouchi, 2003).

SCC adalah beton yang dirancang agar memiliki tingkat *workability* yang berbeda, dimana beton ini mampu memadat dengan mengandalkan berat sendiri tanpa memerlukan alat pemadat atau vibrator, yang mampu mengalir dengan baik pada bagian-bagian tulangan yang memiliki jarak yang cukup sempit dengan homogenitas yang tetap terjaga tanpa menimbulkan segregasi (Gennardy, 2020). Adapun suatu beton dapat diklasifikasikan sebagai SCC apabila telah memenuhi tiga karakteristik utamanya, yaitu *filling ability*, *passing ability* dan *segregation resistance* (EFNARC, 2002).

SCC memiliki tekstur yang lebih cair karena disesuaikan dengan sifatnya yang mampu mengalir dan memadat sendiri (*flowable*). Meskipun teksturnya harus lebih cair dibandingkan jenis beton lainnya, namun penggunaan air dalam jumlah yang banyak sangat tidak dianjurkan sebab dapat menimbulkan segregasi pada beton. Penggunaan *admixture* seperti *superplasticizer* sangat esensial karena mampu mengurangi kadar air yang dipakai dalam proses pembuatan beton lebih dari 20% (EFNARC, 2002).

Dalam mendukung perkembangan terhadap inovasi jenis dan fungsi beton yang ramah lingkungan, banyak bahan alam yang dipakai untuk menunjang kinerja beton. Salah satunya adalah serbuk kapur tohor (CaO). Serbuk kapur tohor didapatkan dari proses pembakaran pada batu kapur dengan rentangan suhu panas yang baik, yaitu 1000⁰-1200⁰ C (Timbul Purwoko dan Ir. Nadhiroh, "Pengetahuan Kapur Sebagai Bahan Bangunan" 1975). Serbuk kapur tohor sering digunakan sebagai bahan substitusi ke dalam mortar yang biasanya digunakan sebagai pelekat.

Penelitian Terdahulu

Menurut Zuraidah dkk (2017), yang meneliti tentang Serbuk Kapur Sebagai *Cementitious* Pada Mortar, hasilnya semakin banyak komposisi serbuk kapur terhadap semen maka semakin kecil pula kuat tekan yang didapatkan. Material pembuatan benda uji (mortar) pada penelitian ini terdiri dari semen portland (semen gresik), agregat halus (pasir Mojokerto), serbuk kapur dan air, dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1:5. Adapun komposisi serbuk kapurnya adalah 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, dan pada komposisi 25% masih bisa dipakai untuk campuran mortar non struktur.

Menurut Candra dkk. (2020), yang meneliti tentang Kuat Tekan Beton Fc' 21,7 Mpa Menggunakan *Water Reducing and High Range Admixtures*, hasilnya penambahan *admixture master ease* dapat meningkatkan kuat tekan beton dan mengurangi jumlah air. Material pembuatan benda uji pada penelitian ini terdiri dari semen,

agregat halus, agregat kasar, air dan *master ease*, dengan metode yang digunakan mengacu pada SNI 2493:2011 "Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium", SNI 1972:2008 "Cara Uji Slump Beton" dan SNI 1974:2011 "Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder". Pada persentasi *master ease* sebanyak 1,5% mampu mengurangi jumlah air sebanyak 19% dengan kuat tekan 31,41 Mpa dan persentasi 3% mampu mengurangi air sebanyak 34% dengan kuat tekan 28,69 Mpa.

Maizir, dkk (2021), yang meneliti tentang Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Sifat Mekanis Bata Ringan, hasilnya kuat tekan bata ringan mengalami peningkatan pada variasi tertentu (variasi yang lebih kecil). Material pembuatan benda uji pada penelitian ini terdiri dari semen, agregat halus, *foam agent*, kapur tohor dan air, dengan metode penelitian yang mengacu pada modul Perencanaan Teknologi Timbunan Material Ringan Mortar-Busa untuk konstruksi jalan oleh Pusjatan (2014), dalam pembuatan bata ringan normal. Variasi kapur tohor yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, dengan hasil kuat tekan pada hari ke-28 yang meningkat dari variasi 0% (0,629 MPa) ke variasi 5% (0,96 MPa), sementara itu terjadi penurunan kuat tekan secara konstan dari variasi 5% ke variasi 10% (0,81 MPa), kemudian 15% (0,434 MPa), lalu 20% (0,321 MPa). Berdasarkan hasil kuat tekan yang didapatkan, maka bisa dilihat bahwa nilai kuat tekan optimum berada pada variasi 5% sebesar 0,96 MPa.

Menurut Hadi dkk. (2021), yang meneliti tentang Metode *Self-compacting concrete* (SCC) Terhadap Sifat Mekanis Beton, hasilnya penggunaan *superplasticizer* dapat memperbaiki performa campuran beton segar. Material pembuatan benda uji pada penelitian ini terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan *superplasticizer* (sika-viscocrete 3115N), dengan metode yang digunakan mengacu pada SNI. Untuk komposisi *superplasticizer* yang digunakan adalah sebesar 2%. Didapatkan nilai kuat tekan beton normal mencapai 25,096 Mpa dan SCC 30,265 Mpa dan kuat tarik belah rata-rata untuk beton normal 2,343 Mpa dan SCC 3,358 Mpa.

Material Penyusun SCC

a) Semen Portland

Semen Portland adalah suatu bahan yang memiliki sifat hidrolis dimana dapat membantu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Semen bekerja dengan cara mengisi rongga-rongga antara agregat tersebut. Jumlah kandungan semen dalam beton sangat berpengaruh terhadap kuat tekannya (Sujatmiko, 2019).

b) Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pun pasir yang dihasilkan oleh pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm (lolos saringan no. 4).

Tabel 1. Syarat Agregat Halus

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Prosentase Lolos Kumulatif (%)			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
9,6	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 - 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 – 15

(Sumber: SNI 03-2847-2002)

c) Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pun kerikil yang dihasilkan oleh pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 5 - 40 mm (tertahan pada saringan no. 4).

Tabel 2. Syarat Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Prosentase Lolos Kumulatif (%)		
	Maks. 10 mm	Maks. 20 mm	Maks. 40 mm
76			100 – 100
38		100 – 100	95 – 100
19	100 – 100	95 – 100	35 – 70
9,6	50 – 85	30 – 60	10 – 40
4,8	0 – 10	0 - 10	0 - 5

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

d) Serbuk Kapur Tohor (CaO)

Di Indonesia, serbuk kapur dikenal sebagai bahan ikat yang memiliki sifat-sifat berikut :

- Mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas)
- Dapat mengeras dengan cepat dan mudah.
- Mudah dikerjakan.
- Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata.

Tabel 3. Komposisi Kimia Kapur

Unsur Kimia	Keterangan
Calcium Oksida (CaO)	22% - 56%
Magnesium Oksida (MgO)	0 – 35%
Aluminium Oksida (Al ₂ O ₃)	dalam jumlah sedikit
Ferro Oksida (Fe ₂ O ₃)	dalam jumlah sedikit

(Sumber: Timbul Purwoko dan Ir. Nadhiroh, “Pengetahuan Kapur Sebagai Bahan Bangunan” 1975)

e) Admixture (Superplasticizer)

Admixture adalah bahan tambah penyusun beton yang digunakan untuk mendapatkan kekuatan tertentu yang diinginkan pada beton. Adapun *superplasticizer* sebagai salah satu bagian *admixture* merupakan bahan tambah yang dimasukan dalam beton segar dengan tujuan untuk mendapatkan nilai slump yang tinggi dengan mengurangi jumlah air. *Superplasticizer* ini juga dapat meningkatkan *workability* pada beton. Pada penggunaan untuk SCC, maka tipe *superplasticizer* yang digunakan adalah *High Range Water Reducing*.

Pengujian Karakteristik SCC

Berdasarkan EFNARC (2002), terdapat tiga karakteristik yang mengidentifikasi apabila suatu beton termasuk SCC atau bukan, yaitu *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resistance*. Adapun pengujian yang dilakukan pada ketiga karakteristik ini sebagai berikut:

1) Slump-flow test

Pengujian *slump flow* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengukur diameter rata-rata dari *flow* beton memadat mandiri. Apabila didapatkan nilai diameternya, maka tentukan diameter rata-ratanya menggunakan rumus :

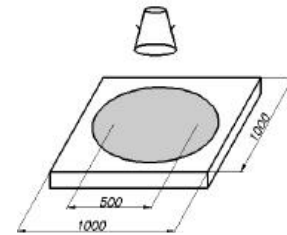
$$SF = \frac{D1+D2}{2}$$

Keterangan :

SF = nilai *slump flow*

D1 = arah pengukuran diameter 1

D2 = arah pengukuran diameter 2



Gambar 1. *Slump-flow test*
(Sumber: EFNARC, 2002)

2) L-box test

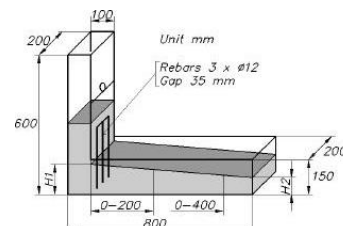
Pengujian menggunakan *L-Box* dilakukan untuk menentukan apabila beton mampu melewati tulangan antar cetakan tanpa menimbulkan segregasi atau tidak. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *L-Box* adalah :

$$\text{Nilai L-Box} = \frac{H2}{H1}$$

Keterangan :

H1 = ukuran sisi vertikal

H2 = ukuran sisi horizontal



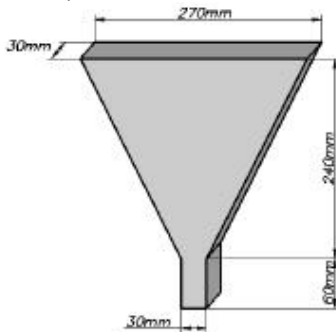
Gambar 2. *L-box test*
(Sumber: EFNARC, 2002)

3) V-funnel at T5minutes test

Pengujian *V-funnel at T5minutes* dilakukan untuk menentukan apabila beton dapat menjaga sifat homogenya dalam kurun waktu tertentu, seperti saat beton dipindahkan dari *batching plant* menuju ke lokasi penuangan/pegecoran. Adapun rumus yang digunakan untuk pengujian ini adalah :

$$FA = \dots\dots \text{detik}$$

Keterangan :
FA = *filling ability* (detik)



Gambar 3. *V-funnel at T5minutes test*
(Sumber: EFNARC, 2002)

Berat Volume Beton

Berat volume beton dapat diartikan sebagai rasio antara berat benda uji terhadap volume beton. Definisi berat volume beton dapat dinyatakan dalam rumus berikut :

$$\text{Berat volume} = \frac{W}{V}$$

Keterangan :
W = berat benda uji (kg)
V = volume beton (m³)

Kuat Tekan Beton

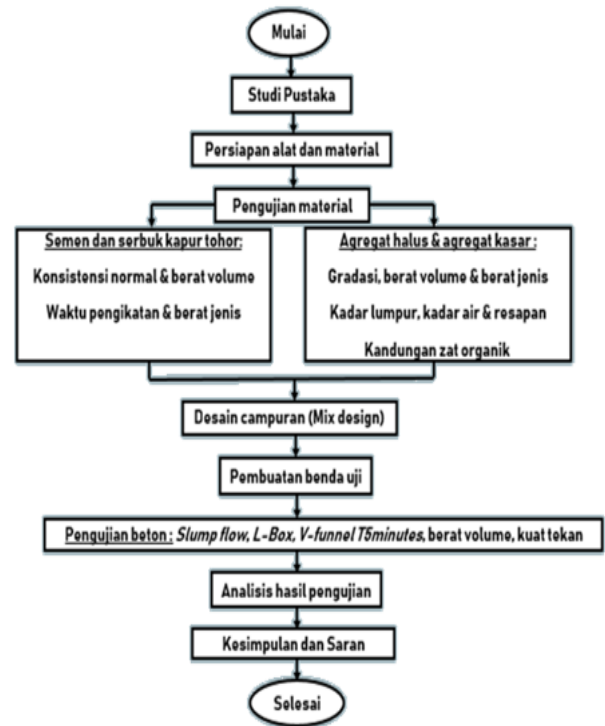
Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan mesin tekan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:
f'c = kuat tekan (Mpa)
P = gaya tekan aksial (N)
A = luas penampang (mm²)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental untuk menghasilkan data primer yang dianalisis dan dievaluasi sesuai standar yang dipakai (SNI, ASTM, EFNARC) untuk menjawab permasalahan tentang pengaruh substitusi serbuk kapur tohor pada SCC.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4. Rekapitulasi Pengujian Bahan

No.	Bahan Uji	Uraian	Hasil Pengujian	Syarat Batas	Ket.
1	Semen	Konsistensi normal	29,80%	9-11 mm	OK
		Waktu pengikatan	150 menit	Penurunan 0 mm	OK
		Berat jenis	2,75	3,7	OK
		Berat volume	1,015 gr/m ³	1-1,2 gr/m ³	OK
2	Serbuk Kapur Tohor	Konsistensi normal 4%	34,80%	9-11 mm	OK
		Konsistensi normal 8%	38,66%	9-11 mm	OK
		Konsistensi normal 12%	42,30%	9-11 mm	OK
		Waktu pengikatan 4%	180 menit	Penurunan 0 mm	OK
		Waktu pengikatan 8%	210 menit	Penurunan 0 mm	OK
		Waktu pengikatan 12%	255 menit	Penurunan 0 mm	OK
		Berat jenis	2,4	3,7	OK
Berat volume	1,008 gr/m ³	1-1,2 gr/m ³	OK		
3	Agregat Halus	Kelembapan pasir	1,22%	Maks. 6%	OK
		Berat jenis	2,805	2,40-2,90	OK
		Air resapan	1,94%	Maks. 5%	OK
		Berat volume	1,48 gr/m ³	1,25-1,59 gr/m ³	OK
		Bahan organik	Warna cokelat muda		OK
		Pengendapan lumpur	1,70%	Maks. 5%	OK
		Pencucian lumpur	1,50%	5%	OK
Ayakan	Zona 2		OK		
4	Agregat Kasar	Kelembapan kerikil	0,90%	Maks. 1%	OK
		Berat jenis	2,56%	2,3-2,75	OK
		Air resapan	2,81%	5%	OK
		Berat volume	1,415 gr/m ³	1,35-1,75 gr/m ³	OK
		Pencucian kerikil	0,70%	Maks. 1%	OK
		Ayakan	Maks. 20mm		OK

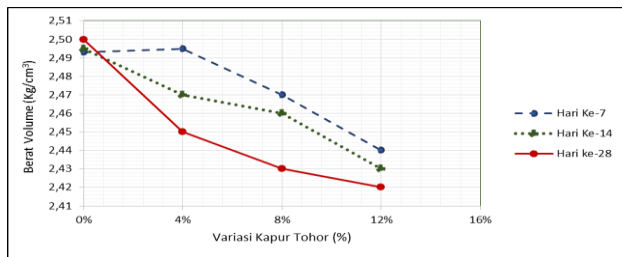
(Sumber : Hasil Pengujian 2022)

Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Volume SCC

Tabel 5. Rekapitulasi Pengujian Berat Volume

Umur (Hari)	Variasi Kapur Tohor	Berat Volume Rata-rata (Kg/cm ³)	Turun/Naik (%)
7		2,493	0
14	0%	2,495	0,08
28		2,50	0,25
7		2,495	0
14	4%	2,47	-1,08
28		2,45	-0,84
7		2,47	0
14	8%	2,46	-0,13
28		2,43	-1,23
7		2,44	0
14	12%	2,43	-0,62
28		2,42	-0,21

(Sumber : Hasil Penelitian 2022)



Gambar 5. Grafik Pengaruh Komposisi Kapur terhadap berat volume SCC

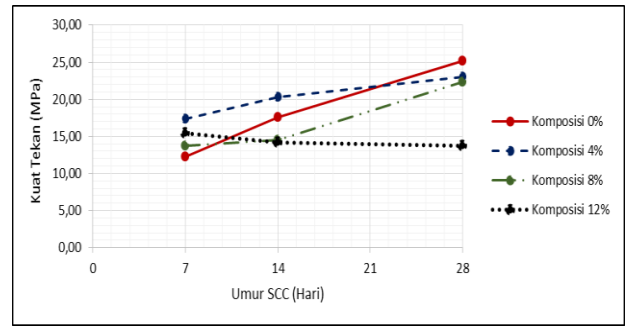
Berdasarkan gambar 5, dapat diketahui bahwa semua variasi kapur tohor (0%, 4%, 8%, 12%) mengalami penurunan dengan selisih persentase yang kecil antar umur pengujian. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian berat jenis semen yang lebih besar dibandingkan dengan berat jenis kapur tohor, seperti yang bisa dilihat pada tabel 4.

Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan SCC

Tabel 6. Rekapitulasi Kuat Tekan

Umur (Hari)	Variasi Kapur Tohor	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Turun/Naik (%)
7		12,26	0
14	0%	17,63	43,78
28		25,17	42,78
7		17,35	0
14	4%	20,27	16,80
28		23,00	13,49
7		13,77	0
14	8%	14,52	5,43
28		22,34	53,90
7		15,47	0
14	12%	14,24	-7,97
28		13,76	-3,31

(Sumber : Hasil Penelitian 2022)



Gambar 6. Grafik Pengaruh Komposisi Kapur terhadap kuat tekan SCC

Berdasarkan gambar 6, maka didapatkan kuat tekan tertinggi pada hari ke-28 ada pada variasi 0%, yaitu 25,17 MPa dan yang terendah adalah variasi 12%, yaitu 13,76 Mpa. Pada variasi 0%, 4% dan 8% mengalami kenaikan kuat tekan dari hari ke-7 sampai hari ke-28. Meskipun begitu, peningkatan kuat tekan pada ketiga variasi ini berbeda, dimana semakin tinggi variasi kapur tohor terhadap semen, maka semakin kecil peningkatan kuat tekannya. Sementara untuk variasi 12% mengalami penurunan kuat tekan secara berkala dari hari ke-7 sampai hari ke-28. Sehingga, secara umum dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi variasi kapur tohor terhadap semen pada SCC, maka semakin kecil pula kuat tekan yang didapatkan.



Gambar 7. Benda Uji Variasi 0% (Umur 28 hari)



Gambar 8. Benda Uji Variasi 4% (Umur 28 hari)



Gambar 9. Benda Uji Variasi 8% (Umur 28 hari)



Gambar 10. Benda Uji Variasi 12% (Umur 28 hari)

Hubungan Nilai Karakteristik SCC dan Kuat Tekan

Tabel 7. Hubungan Nilai Karakteristik SCC dan Kuat Tekan

No	Variasi Kapur Tohor	Karakteristik SCC (Rata-rata)			Kuat Tekan Umur 28 Hari (MPa)
		Filling Ability (cm)	Passing Ability	Segregation Resistance (detik)	
1.	0%	66,50	0,80	8,67	25,17
2.	4%	67,33	0,823	9,00	23,00
3.	8%	69,17	0,823	9,33	22,34
4.	12%	67,50	0,82	9,00	13,76

(Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan 2022)

Berdasarkan tabel 7, dapat dilihat hubungan antara karakteristik SCC dengan kuat tekan, bahwa semakin tinggi variasi serbuk kapur tohor terhadap semen pada SCC maka semakin besar nilai karakteristiknya, namun pada variasi tertinggi yakni 12% justru mengalami penurunan nilai, sementara kuat tekan yang didapatkan semakin kecil. Peningkatan nilai karakteristik seiring bertambahnya komposisi serbuk kapur tohor disebabkan karena substitusi serbuk kapur tohor yang terlalu banyak dapat memperlambat pengikatan pada beton segar, sehingga terjadi disintegrasi (perpecahan) pada campuran beton, khususnya semen. Disintegrasi ini berpengaruh terhadap kinerja beton yang mengakibatkan penurunan kuat tekannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton Universitas Dr. Soetomo, disimpulkan beberapa poin terkait pengaruh substitusi serbuk kapur tohor terhadap semen pada SCC sebagai berikut :

- 1) Penggunaan serbuk kapur tohor sebagai substitusi terhadap semen memberikan pengaruh pada berat volume SCC, dimana semakin tinggi variasi serbuk kapur tohor terhadap semen maka semakin rendah berat volumenya. Hal ini dibuktikan dengan nilai berat jenis kapur tohor yang lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis semen.
- 2) Substitusi serbuk kapur tohor ke dalam SCC dapat memberikan pengaruh terhadap kuat tekan SCC yaitu semakin tinggi komposisi serbuk kapur tohor terhadap semen maka semakin rendah kuat tekannya, dimana kuat tekan maksimum yang didapatkan pada setiap variasi serbuk kapur tohor yaitu variasi 0% sebesar 25,17 MPa; variasi 4% sebesar 23,00 MPa; variasi 8% sebesar 23,34 MPa dan variasi 12% sebesar 15,47 MPa. Kuat tekan maksimum terdapat pada SCC variasi 0% sebesar 25,17 MPa dengan umur beton 28 hari, dimana nilai kuat tekan ini memenuhi standar kuat tekan rencana sebesar 25 MPa.
- 3) Kuat tekan dan berat volume SCC yang terdapat komposisi serbuk kapur tohor (4%, 8%, 12%) lebih kecil dibandingkan dengan variasi 0% (tanpa

komposisi serbuk kapur tohor) dengan perbandingan nilai kuat tekan terhadap berat volume pada hari ke-28. Sehingga, dapat dinyatakan bahwa semakin banyak komposisi serbuk kapur tohor pada SCC, maka semakin kecil pula kuat tekan dan berat volume yang didapatkan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran kepada pembaca apabila ingin membuat penelitian lanjutan sebagai berikut :

- a) Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan fokus pada perbandingan prosedur *mix design* yang menggunakan serbuk kapur tohor sebagai *cementitious* pada beton untuk melihat perbedaan kekuatan yang dihasilkan pada beton normal dan SCC menggunakan standar yang berbeda, yaitu SNI 03-2834-2000 dan *EFNARC*, 2002, dengan kata lain beton normal (menggunakan standar SNI 03-2834-2000) berfungsi sebagai pembandingnya.
- b) Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam pengembangan SCC dengan menggunakan bahan tambah lain dan komposisi *superplasticizer* yang berbeda.
- c) Dalam proses pembuatan benda uji harus lebih teliti terutama dalam pemahaman terkait prosedur pelaksanaannya, agar benda uji yang dihasilkan dapat memenuhi standar kelayakan yang ditetapkan, seperti mencapai kuat tekan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, P., Siddique, R., Aggarwal, Y., & Gupta, S. M. (2008). *Self-compacting concrete-procedure for mix design. Leonardo electronic journal of practices and technologies*, 12, 15-24.
- Akbar, M. I. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self-compacting concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/REKAT/18).
- ASTM C 117-95, *Performance Improvement in Construction Management*.
- ASTM C 127-88, *Standard Test Method of Density Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coars Aggregate*.
- ASTM C 128-93, *Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate*.
- ASTM C 187-86, *Normal Consistency of Hydraulic Cement*.
- ASTM C 188-89, *Density Test of Hydraulic Cement*.
- ASTM C 191-91, *Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*.
- ASTM C 29-91, *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids Aggregates*.
- ASTM C 40-92, *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregate for Concrete*.

- ASTM C 566-89, *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*.
- Candra, A. I., Suwarno, S., Wahyudiono, H., Anam, S., & Karisma, D. A. (2020). Kuat Tekan Beton Fc'21, 7 Mpa Menggunakan Water Reducing And High Range Admixtures. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 5(1), 330-339.
- Citrakusuma, J. L. (2012). Kuat Tekan Self-compacting concrete dengan Kadar *Superplasticizer* yang Bervariasi.
- EFNARC, 2005. *The European Guidelines for Self-compacting concrete Specification, Production and Use*.
- EFNARC. "Specification and guidelines for self-compacting concrete. European Federation of Producers and Applicators of Specialist Products for Structures", 2002.
- Hadi, A. K., Supardi, S., Maruddin, M., Yusuf, A. A. A., & Samsuddin, R. H. (2021). Pengaruh Metode Self-compacting concrete (SCC) Terhadap Sifat Mekanis Beton. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(1), 32-38.
- Hameed, M. A. (2005). *A study of mix design and durability of self-compacting concrete* (Doctoral dissertation, King Fahd University of Petroleum and Minerals (Saudi Arabia).
- Haryanti, N. H., & Wardhana, H. (2019). Pengaruh komposisi campuran pasir silika dan kapur tohor pada bata ringan berbahan limbah abu terbang batubara. *Jurnal Fisika Indonesia*, 21(3), 11-15.
- Kumar, A., & Kumar, G. (2018). A mix design procedure for self-compacting concrete. *Int. Res. J. Eng. Technol. IRJET*, 5, 65-70.
- Maizir, H., Ilham, M., & Saily, R. (2021). Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Sifat Mekanis Bata Ringan. *INDONESIAN JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (CESD)*, 4(1), 21-26.
- Melinda, S., Dapas, S. O., & Sumajouw, M. D. (2020). STUDI EKSPERIMENTAL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN KAPUR DAN BATU APUNG SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN. *JURNAL SIPIL STATIK*, 8(5).
- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). *Self-compacting concrete. Journal of advanced concrete technology*, 1(1), 5-15.
- Riyanto, E., Widyanto, E., & Renaldy, R. R. (2021). Analisis Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Silica Fume dan Kapur Tohor. *INERSIA: Informasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur*, 17(1), 19-26.
- Rusyandi, K., Mukodas, J., & Gunawan, Y. (2012). Perancangan Beton Self-compacting concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro. *Jurnal Konstruksi*, 10(01).
- Safarizki, H. A. (2017). Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata Dan Serat Fiber Pada Self-compacting concrete (SCC). *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 3(2).
- SNI 03-1974. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2834.(2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional.
- Solikin, M., & Nabiilah, M. (2022, August). Analisis Pengaruh Penggunaan Variasi Fly Ash terhadap Karakteristik Beton dengan Penambahan Kapur Tohor. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 29-36).
- Sujatmiko, Bambang. (2019). *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. Surabaya: MediaSahabat Cendekia.
- Wulan, S. A., Satyarno, I., & Saputra, A. (2018, January). Mix design of self-compacting concrete based on ultra high compressive strength flow mortar mix. In *Journal of the Civil Engineering Forum Vol* (Vol. 4, No. 1).
- Zuraidah, S., & Hastono, B. (2017). Serbuk Kapur Sebagai Cementitious Pada Mortar. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, 2(1), 27-31.
- Zuraidah, Safrin, and Budi Hastono. "Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan." *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* 1.1 (2018): 8-13.
- Zuraidah, Safrin, and Budi Hastono. "Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan." *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* 1.1 (2018): 8-13.
- Zuraidah, Safrin, Budi Hastono, and Rikardus Exceliano Juasman. "Perkuatan Beton Ringan Fiber Dengan Menggunakan Anyaman Bambu." *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil* 4.2 (2021): 97-103.

LAMPIRAN



Gambar 1. Proses Pembuatan Benda Uji (SCC)



Gambar 2. Pengujian Slump-flow (*filling ability*)



Gambar 5. Pengujian V-funnel at T5minutes (*passing ability*)



Gambar 3. Pengujian L-Box (*passing ability*)



Gambar 6. Serbuk Kapur Tohor (CaO)



Gambar 4. Pengujian L-Box (*passing ability*)



Gambar 7. Superplasticizer (Sikacim Concrete)