

## Efek penambahan sika viscocrete 1003, *silica fume*, dan substitusi serbuk kaca pada *self compacting concrete* (SCC) mutu tinggi

Achmad Puspa Agung<sup>1</sup>, Mochamad Teguh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

Additives,  
Glass Powder,  
High Strength SCC,  
Compressive Strength,  
Tensile Strength, Modulus  
of Elasticity

### Corresponding Author:

Mochamad Teguh  
m.teguh@uii.ac.id

### Abstract

The conventional concrete manufacturing process usually requires manual compaction or mechanical vibration to appropriately fill the mold cavities and eliminate air voids impairing the strength of the structure. Self-compacting concrete (SCC) technology was developed to overcome this obstacle. The SCC flows easily in the formwork and fills the narrow gaps between the reinforcements without a compaction machine. In this research, silica fume and superplasticizer type viscocrete 1003 were also used in the SCC concrete composition, whilst glass powder was substituted gradually as filler in the SCC concrete because it contains silica that can affect the compressive strength of concrete. The SCC concrete mixture was prepared by considering the SNI-6468-2000 standard with a target compressive strength of 42 MPa, with variations in the percentage of glass powder of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, and 15%. The concrete was tested 28 days after mixing to determine the compressive strength, split tensile strength, and modulus of elasticity. Based on the results, concrete with 2.5% glass powder as filler had the best compressive strength and split tensile strength. In contrast, the modulus of elasticity of high-strength SCC was extensively computed based on different methods, such as STM-C469-94, SNI-2847-2019, FHWA (2000), and NBR-6118 (2003), producing slightly different results because of the empiric formulas used.

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

Seiring perkembangan industri konstruksi yang pesat, semakin banyak inovasi yang di perkenalkan, salah satunya inovasi dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi. Untuk menunjang kekuatan pada gedung bertingkat umumnya pembuatan kolom dan *shearwall* (dinding geser) membutuhkan beton dengan kualitas yang baik, serta membutuhkan beton dengan kuat tekan tinggi. Oleh karena itu, beberapa upaya dibutuhkan untuk menghasilkan beton dengan kondisi yang baik dan memiliki kekuatan yang tinggi. Salah satu upaya yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan beton mutu tinggi dalam pembangunan gedung tersebut (Pamungkas, 2024).

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan dalam berbagai proyek konstruksi, seperti gedung, jembatan, jalan, dan infrastruktur lainnya. Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen *hidraulik* yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan-tambah membentuk massa padat (SNI 2834 2000).

Dalam proses pembuatan beton konvensional, pemadatan manual atau getaran mekanis diperlukan untuk memastikan beton mengisi rongga-rongga cetakan dengan baik dan menghilangkan rongga udara yang dapat mengurangi kekuatan struktur. Meskipun beton konvensional telah digunakan secara luas, namun metode pemadatan ini seringkali

mengalami kesulitan dalam beberapa kondisi, seperti cetakan dengan bentuk yang kompleks, area sempit, dan beton dengan tingkat kekentalan yang tinggi.

Dalam upaya mengatasi kendala tersebut, teknologi beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dikembangkan. Beton SCC adalah jenis beton yang mudah mengalir pada bekisting, mudah mengisi celah-celah sempit antar tulangan dengan berat sendirinya, sehingga tidak memerlukan pemadatan (Lianasari dan Sarira. 2019). Teknologi ini memungkinkan beton mengisi seluruh bidang cetakan dengan sempurna dan merata, bahkan pada kondisi yang sulit dijangkau oleh metode pemadatan konvensional (Bhamakerti, 2021). Dengan begitu, beton SCC dapat mengurangi kerja manual dan meningkatkan efisiensi dalam proses pengecoran, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.

Selain efisiensi dalam pengecoran, beton SCC juga menawarkan beberapa keunggulan lainnya. Kekuatan dan ketahanan beton SCC setara dengan beton konvensional, bahkan dalam beberapa kasus, beton SCC dapat mencapai kekuatan yang lebih tinggi (Sika Indonesia, 2018). Namun, penggunaan beton SCC juga memerlukan penyesuaian dalam formulasi dan properti materialnya. Bahan-tambah seperti *superplasticizer* dan *pozzolan*, seperti *silica fume* sering digunakan dalam campuran beton SCC untuk mencapai karakteristik aliran yang baik dan kuat tekan yang optimal.

SCC beton mutu tinggi dengan substitusi serbuk kaca merupakan hasil inovasi teknologi beton saat ini. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, kuat tekan beton SCC yang dihasilkan baru mencapai kuat tekan normal. Dalam penelitian ini digunakan serbuk kaca sebagai *filler* untuk mengisi rongga udara pada beton SCC mutu tinggi. Serbuk kaca yang digunakan berukuran 0,075mm (lolos saringan no. 200) agar dapat memenuhi rongga yang sempit, sehingga menambah kepadatan beton.

Berdasarkan pertimbangan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan bahan-tambahan tertentu pada beton SCC dan mendapatkan campuran

optimum pada beton SCC mutu tinggi. Penelitian ini menggunakan bahan-tambah berupa *superplasticizer* tipe 1003 dari PT. Sika Indonesia. Selain penggunaan *superplasticizer*, dilakukan juga penambahan *silica fume* dan serbuk kaca sebagai *filler*. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang dilakukan oleh Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE, Ph.D., yang juga bertindak sebagai dosen pembimbing dalam penulisan makalah ini. Penelitian sebelumnya telah memberikan dasar yang kuat untuk perluasan penelitian ini, dan penelitian ini diharapkan akan memperkaya pengetahuan dan pemahaman tentang beton SCC mutu tinggi.

### Material Penyusun Beton

Material yang digunakan dalam campuran beton SCC pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Material Penyusun Beton SCC

Material	Keterangan
Air	Bahan yang mengubah semen menjadi pasta
Semen Portland	Semen dengan tipe 1 dengan berta jenis 3,15 kg/m <sup>3</sup>
Agregat Halus	Agregat dengan butiran lolos saringan 4,8 mm
Agregat Kasar	Agregat dengan butiran 4,8 mm sampai dengan 20 mm
<i>Superplasticsizer</i>	Bahan aditif untuk meningkatkan aliran dan kemudahan pengecoran beton
<i>Silica fume</i>	bahan-tambah mengandung silika tinggi
Serbuk kaca	Kaca yang dihancurkan berukuran 200 mesh

Selanjutnya dilakukan perhitungan *mix design* sesuai SNI-03-6468-2000. Hasil perencanaan campuran beton SCC mutu tinggi dengan angka penyusutan 20% per satuan 1 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rencanan Campuran Beton SCC Mutu Tinggi

Material	Berat (Kg)
Air	198,99
Semen Portland	497
Agregat Halus	783,8
Agregat Kasar	847
<i>Superplasticsizer</i>	5,47
<i>Silicafume</i>	49,7

Penelitian ini menggunakan sampel berbentuk silinder  $15 \times 30$  cm dan dengan 7 variasi campuran beton SCC mutu tinggi (Tabel 3). Dengan beton kontrol (BK) kandungan serbuk kaca 0% dan 6 variasi campuran dengan penambahan serbuk kaca sebanyak 2,5%, 5%,

7,5%, 10%, 12,5% dan 15%. Penggunaan *superplasticsizer* sebesar 1% dari berat bahan berdasar semen. Seluruh sampel dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas.

Tabel 3 Rencanaan Campuran Beton SCC mutu tinggi Setiap Variasi

Sampel	Jumlah Sampel	Volume (M <sup>3</sup> )	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Serbuk Kaca (kg)	Superplasticsizer (kg)	Silica Fume (kg)
BK	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	0	0,52	4,74
BV1	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	1,3	0,52	4,74
BV2	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	2,61	0,52	4,74
BV3	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	3,91	0,52	4,74
BV4	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	5,22	0,52	4,74
BV5	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	6,52	0,52	4,74
BV6	15	0,08	20,87	47,43	74,79	80,83	7,83	0,52	4,74

**Keterangan**

- BK : Campuran Beton Kontrol serbuk kaca 0%
  - BV1 : Campuran Beton Variasil serbuk kaca 2,5%
  - BV2 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 5%
  - BV3 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 7,5%
  - BV4 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 10%
  - BV5 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 12,5%
  - BV6 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 15%
- Superplasticsizer viscorete 1003* berjumlah 1%  
Silica fume berjumlah 10% (*technical data sheet sikafume*)

**Metode Pengujian**

Penelitian pada beton SCC mutu tinggi ini menggunakan metode penelitian eksperimen dengan lokasi penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas, dilakukan pada usia beton 28 hari.

Standar yang digunakan sebagai acuan dalam pengujian beton SCC mutu tinggi adalah sebagai berikut:

- a. Uji kuat tekan berdasarkan SNI 1974-2011
- b. Uji tarik belah berdasarkan SNI 03-2491-2014
- c. Uji modulus elastisitas berdasarkan ASTM C-360-94
- d. Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-6468-2000
- e. Uji *slump flow* dan *v-funnel* berdasarkan EFNARC 2005.

Pada penelitian ini dilakukan penambahan serbuk kaca sebagai *filler* dengan persentase variasi penambahan serbuk kaca sebanyak 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15%. Rincian sampel uji beton SCC mutu tinggi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Rincian Sampel Beton SCC mutu tinggi

Jenis Pengujian	Serbuk kaca (%)	Kode Benda Uji	Jumlah Sampel
Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton	0	BK	12
	2,5	BV1	12
	5	BV2	12
	7,5	BV3	12
	10	BV4	12
	12,5	BV5	12
Kuat Tarik Belah Beton	15	BV6	12
	0	BK	3
	2,5	BV1	3
	5	BV2	3
	7,5	BV3	3
	10	BV4	3
	12,5	BV5	3
	15	BV6	3
	Total Sampel		105

**Keterangan:**

- BK : Campuran Beton Kontrol serbuk kaca 0%
- BV1 : Campuran Beton Variasil serbuk kaca 2,5%
- BV2 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 5%
- BV3 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 7,5%
- BV4 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 10%
- BV5 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 12,5%
- BV6 : Campuran Beton Variasi serbuk kaca 15%

**Hasil dan Pembahasan**

**Pengujian Slump Flow**

Pengujian *slump flow* terdapat 2 macam hasil data. Pengujian awal untuk mendapatkan diameter akhir *slump flow* beton SCC dan pengujian selanjutnya untuk mendapatkan nilai T50. Menurut EFNARC 2005 pengujian *slump flow*, diameter harus mencapai 640-800 mm. Hasil pengujian *slump flow* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji *Slump flow*

Kode Benda Uji	Kadar Serbuk Kaca (%)	T50 (detik)	Diameter (cm)
BK	0	4,61	65
BV1	2,5	3,97	66
BV2	5	3,41	67,5
BV3	7,5	3,74	69,5
BV4	10	4,71	67
BV5	12,5	4,26	73,5
BV6	15	3,87	77

Gambar 1 memperlihatkan hasil pengujian *slump flow*, yang memenuhi syarat.



Gambar 1 Pengujian *Slump Flow*

**Pengujian V-funnel**

Pengujian *v-funnel* dimaksudkan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan beton untuk mengalir melalui bagian bawah alat *v-funnel*. Menurut EFNARC 2005 syarat pengujian *v-funnel* antara 6-12 detik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji *V-funnel*

Kode Benda Uji	Kadar Serbuk Kaca (%)	Waktu (detik)
BK	0	11,41
BV1	2,5	11,91
BV2	5	11,59
BV3	7,5	10,36
BV4	10	11,89
BV5	12,5	10,82
BV6	15	8,74

Proses pengujian *v-funnel* didemonstrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengujian *V-funnel*

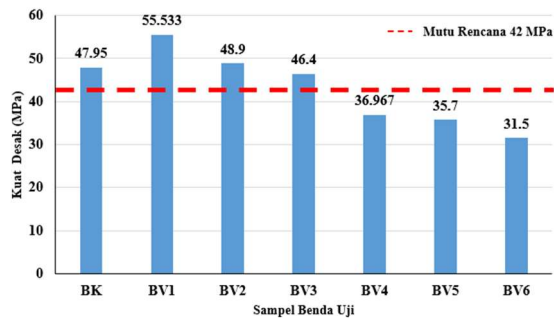
**Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian ini dilakukan pada saat usia beton 28 hari dengan  $f'_c$  rencana 42 MPa. Mesin yang digunakan dalam pengujian kuat desak adalah CTM tipe ADR 3000. Hasil uji kuat desak dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Uji Kuat Tekan

Kode Benda Uji	Usia Beton	Kadar Serbuk Kaca (%)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BK	28	0	47,95
BV1	28	2,5	55,53
BV2	28	5	48,9
BV3	28	7,5	46,4
BV4	28	10	36,97
BV5	28	12,5	35,7
BV6	28	15	31,5

Perbandingan hasil pengujian kuat tekan terhadap 7 variasi campuran, dijabarkan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan Hasil Uji Kuat tekan

Dari Tabel 7 dan Gambar 3 nilai kuat desak beton kontrol usia 28 hari mencapai 47,95 MPa. nilai beton kontrol sudah melebihi kuat desak rencana awal sebesar 42 MPa. pada kuat desak beton variasi memiliki nilai optimum pada BV1 sebesar 55,533 (2,5% campuran serbuk kaca) usia 28 hari. Sedangkan nilai kuat desak yang terendah usia 28 hari terjadi pada variasi BV6 dengan nilai kuat desak 31,5 MPa (15% campuran serbuk kaca) terjadi penurunan kuat desak pada beton variasi BV1 (2,5% campuran serbuk kaca) dengan BV6 sebesar 43% (15% campuran serbuk kaca).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nuruddin (2023) dengan campuran variasi serbuk kaca sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Nilai beton dengan variasi serbuk kaca 0% mencapai 46,12 MPa. Nilai ini sudah melebihi mutu rencana awal yaitu 45 MPa pada variasi campuran serbuk kaca 2,5% dengan kuat tekan 45,26 MPa terjadi penurunan sebesar 1,86% dari nilai kuat tekan beton kontrol. Nilai kuat desak optimum terjadi pada variasi dengan campuran serbuk kaca 5% dan kuat tekan yang di hasilkan sebesar 47,07 MPa. Kemudian terjadi penurunan pada variasi dengan campuran serbuk kaca sebanyak 7,5% dan 10%. nilai terendah berada pada campuran 10% serbuk kaca dengan nilai kuat tekan sebesar 35,55 MPa.

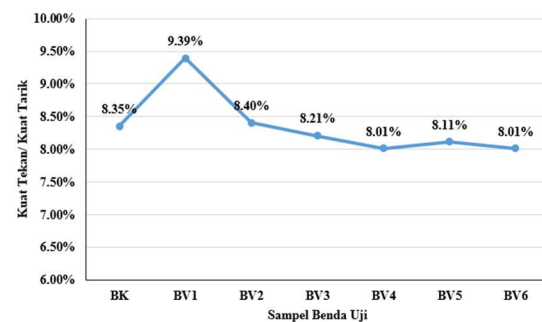
Nilai kuat desak pada penelitian ini bervariasi disebabkan oleh sejumlah faktor. Faktor yang

mempengaruhi kuat desak pada penelitian ini ada pada saat proses persiapan material, pembuatan benda uji, dan penggunaan bahan-tambah. Penggunaan serbuk kaca 2,5% menghasilkan kuat tekan optimum pada beton SCC dengan *superplasticizer* 1003.

### Pengujian Kuat Tarik Belah

Pada pengujian tarik belah beton SCC dilakukan pada saat usia beton mencapai 28 hari. Pengujian tarik belah dilakukan menggunakan mesin CTM dengan merk Control kapasitas 30-ton dengan benda uji di posisikan berbaring pada mesin.

Berdasarkan Tabel 8 hasil kuat tarik belah maksimum terdapat pada beton variasi satu (BV1) mencapai 5,214 MPa. Sedangkan kuat tarik minimum terdapat pada beton variasi enam (BV6) dengan 2,524 MPa. Pada beton kontrol (BK) nilai kuat tarik mencapai 4,004 MPa, sedangkan perubahan nilai kuat tarik yang ekstrem terjadi pada BV1 dan BV6. Nilai kuat tarik beton secara umum berkisar 8-12% dari kuat desak (Kosmatka dkk. 2002). Grafik perbandingan kuat tarik belah dan kuat desak beton kontrol dengan beton variasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Perbandingan Kuat tarik dan Desak

Gambar 4, nilai perbandingan kuat tarik dan kuat desak beton optimum berada pada BV1 sebesar 9,39%. Sedangkan nilai terendah berada pada variasi BV6 dengan nilai 8,01%.

Tabel 8 Hasil Uji Tarik Belah

Kode Sampel	Serbuk kaca (%)	Kuat tarik (MPa)	Kuat tarik Rerata (MPa)
BK	0	3,87	
BK	0	4,33	4,004
BK	0	3,81	
BV1	2,5	4,93	
BV1	2,5	5,22	5,216
BV1	2,5	5,50	
BV2	5	4,38	
BV2	5	3,97	4,109
BV2	5	3,98	
BV3	7,5	3,96	
BV3	7,5	4,38	3,809
BV3	7,5	3,09	
BV4	10	4,04	
BV4	10	2,61	2,961
BV4	10	2,23	
BV5	12,5	3,71	
BV5	12,5	2,52	2,897
BV5	12,5	2,45	
BV6	15	2,86	
BV6	15	2,31	2,524
BV6	15	2,41	

**Pengujian Modulus Elastisitas**

Modulus elastisitas dihitung berdasarkan perhitungan secara empiris dari hasil pengujian laboratoium. Pengujian kuat desak silinder dilakukan dengan mesin CTM, yang dibebani dari nol hingga beban maksimum, yang mampu ditahan silinder beton. Untuk mendapatkan hasil pengujian, pada silinder di pasang alat *dial gauge* dan dilakukan pembacaan setiap beban 10 kN. Hasil dari pengujian ini adalah data tegangan dan regangan akibat dari pembebanan secara bertahap. Rumus-rumus empiris yang diadopsi dalam penelitian ini, antara lain: ASTM C-469-94, SNI-2847-2019, FHWA

(2000), dan NBR-6118 (2003). Secara umum, modulus elastisitas setiap sampel bisa dilakukan perhitungan, namun perhitungan modulus elastisitas dalam penelitian ini hanya dilakukan pada BK, BV1, BV2, dan BV3, dengan pertimbangan kuat tekan beton pada keempat sampel tersebut telah melampaui mutu rencana yang ditargetkan yaitu  $f_c' = 42$  MPa, atau lebih besar dari ambang batas kuat tekan beton mutu tinggi sebesar  $f_c' = 41,4$  MPa. Hasil rekapitulasi perhitungan modulus elastisitas ditampilkan sebagai komparasi hasil perhitungan sesuai referensinya masing-masing, dan dirinci dalam Tabel 9. Sedangkan mekanisme pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



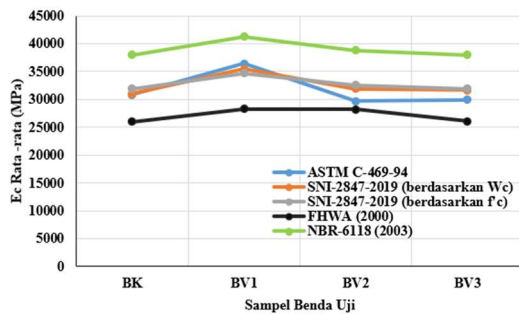
Gambar 5 Pengujian modulus elastisitas



Gambar 6 Pemasangan *dial gauge* pada benda uji

Tabel 9 Rekapitulasi Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Kode Sampel	ASTM C-469		FHWA (2000)		NBR-6118 (2003)		SNI 2847-2019			
							$E_c = Wc^{1.5} \times 0,043 \times \sqrt{f'c}$		$E_c = 4700 \times \sqrt{f'c}$	
	Ec	Rerata	Ec	Rerata	Ec	Rerata	Ec	Rerata	Ec	Rerata
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
BK	2944		29353		42841		37165		35956	
	35549	30854	23346	26034	34072	37996	27234	31039	28596	31890
	27567		25403		37075		28717		31117	
BV1	48570		22478		32807		27764		27534	
	29485	36455	30994	28304	45235	41309	38716	36455	37965	34670
	31310		31439		45884		39868		38510	
BV2	27732		29506		43063		36763		36142	
	24917	29882	23821	28255	34766	38833	26020	29682	29179	32592
	36396		26495		38668		32845		32454	
BV3	29407		25496		37211		29708		31230	
	27351	29909	26349	26058	38457	38031	34037	29909	32276	31919
	32970		26329		38426		31244		32250	



Gambar 7 Perbandingan hasil modulus elastisitas

Hasil grafik pada Gambar 7 diperoleh nilai optimum pengujian modulus elastisitas berada pada variasi sampel BV1. Hasil ini berbanding lurus dengan nilai kuat desak pada beton SCC. Hasil perhitungan modulus elastisitas menggunakan metode ASTM C-469-94 terdapat perbedaan dengan metode SNI-2847-2019, FHWA (2000), dan NBR-6118 (2003). Perbedaan pada metode ASTM C-469-94 dikarenakan metode ini menggunakan data pengujian langsung, sedangkan pada metode SNI-2847-2019,

FHWA (2000), dan NBR-6118 (2003) menggunakan data kuat desak dan berat volume.

### Kesimpulan

1. Pengaruh penggunaan bahan-tambah *viscorete* 1003, *silica fume*, dan serbuk kaca pada pengujian kuat desak, nilai optimum berada pada variasi BV1 sebesar 55,53 MPa (kandungan serbuk kaca 2,5%) pada usia 28 hari. Sedangkan nilai kuat desak paling rendah berada pada variasi BV6 (kandungan serbuk kaca 15%). Nilai pengujian tarik belah optimum berada pada variasi BV1 dengan rata rata 5,216 MPa. sedangkan nilai minimum berada pada variasi BV6 sebesar 2,524 MPa. Hasil dari pengujian modulus elastisitas pada beton SCC terjadi perbedaan karena menggunakan 2 cara perhitungan. Perhitungan pertama menggunakan ASTM -C469-94 dengan

hasil berdasarkan pengujian di laboratorium. Perhitungan kedua dilakukan dengan metode SNI-2847-2019, FHWA (2000), dan NBR-6118 (2003) berdasarkan data kuat desak dan berat volume pada sampel pengujian.

2. Hasil dari pengujian pengaruh penambahan sika viscorete, silica fume dan serbuk kaca, diperoleh kadar campuran optimum presentase viscocrate 1003 yang digunakan sebesar 1%, silicafume 10% dari berat semen, dan serbuk kaca sebagai filler sebesar 2,5% dari berat bahan berdasar semen.

#### Daftar Pustaka

- Administration F H. *Material Property Characterization of Ultra High Performance Concrete, in FHWA Highway Research Center: McLean, 2000, VA.*
- ASTM C33. (2003). Standard Specification for Concrete Aggregates. *American Society for Testing and Material.*
- ASTM C469. (1994). Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. *American Society for Testing and Material.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2000) SNI 03-6468-2000. *Tata Cara perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu Terbang .*
- Badan Standarisasi Nasional. (2000) SNI 03-2834. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2011) SNI 1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.*
- Badan Standardisasi Nasional. (2014) SNI 03-2491-2014. *Metode Pengujian Uji Kekuatan Tarik Belah Belah Spesimen Beton Silinder.*
- Badan Standarisasi Nasional. (2019) SNI 03-2847. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya.*
- EFNARC. 2005. *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete.* U.K.
- NBR-6118, *Design of concrete structures. Brazilian association of technical standards, 2003, Rio de Janeiro.*
- Nuruddin, I., Teguh, M., & Saputra, E. (2023). Karakteristik optimum beton mutu tinggi dengan penambahan serbuk kaca.
- Kosmatka, S. H. et al. 2002. *Design and Control of Concrete Mixtures.* 14<sup>th</sup> ed. Portland Cement Association. Illinois.
- Lianasari, A. E., & Sarira, M. K. (2019). Kajian Penggunaan Lumpur Sidoarjo Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 23*(1).
- Omar, Saddam Bhamakerti. 2021. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Limbah Asbes, Silica Fume, dan Superplasticizer terhadap Kuat Lentur Balok Beton Self Compacting Concrete (SCC) Bertulang.* Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Pamungkas, D. (2024). *Pengaruh Variasi Bahan Tambah Sika Fume dan Superplasticizer (Viscocrete 3115n) Pada Beton SCC dengan Mutu K-600.* Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Product Data Sheet Sika Viscocrete-1003. 2018. PT. Sika Indonesia. Bekasi
- Technical Data Sheet SikaFume. 2005. PT. Sika Indonesia. Bekasi.