



BETON SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN SERBUK KACA

Roderick Afta*, Istiqomah, Ben Novarro Batubara

Program Studi Teknik Sipil, FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*Corresponding author, email: roderickafta@gmail.com

ABSTRACTS

Self Compacting Concrete (SCC) is commonly referred to as flowing concrete because it has a high slump specification with a slump value of more than 19 cm (ASTM C 1017). Selfcompacting concrete has been widely used in the construction world because it has several advantages, such as increasing workability. The high workability of SCC concrete is due to the use of superplasticizer added materials that are mixed into the concrete. With the addition of a superplasticizer, it can improve the workability of the concrete mix. So that SCC concrete has a low water-cement factor, SCC concrete is easier to work with when compared to normal concrete. In this study, the addition of the percentage of glass powder started from 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and 12.5% with a 1.5% superplasticizer. Strength growth from each time difference of the concrete compressive test has increased the value of the compressive strength, the percentage increase in the average compressive strength test results. At the age of seven days the average compressive strength of concrete reaches 87.16%, while at 14 days the average compressive strength of concrete reaches 93.39%, and at 28 days the average compressive strength of concrete reaches 100%. The addition of glass powder to SCC concrete generally shows an increase in compressive strength. The highest average compressive strength was at 7.5% glass powder with 1.5% superplasticizer with a compressive strength of 7, 14, and 28 days, respectively, which was 48.80 MPa, 52.41 MPa, and 56.19 MPa. The level of addition of glass powder for SCC concrete based on the calculation of the maximum use of glass powder is 7.5% by weight of cement with a superplasticizer content of 1.5%.

© 2021 Kantor Jurnal kokoh

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted/Received: 10 Maret 2021

First Revised: 28 Maret 2021

Accepted: 30 April 2021

First Available online: 29 Juni 2021

Publication Date: 01 Juli 2021

Keywords:

Concrete Mix, Flowing Concrete, Self Compacting Concrete, Strength, Superplasticizer

1. PENDAHULUAN

Self-compacting concrete (SCC) adalah beton inovatif yang tidak memerlukan getaran untuk penempatan dan pemadatan. (Sugiharto, H. 2001; Safarizki, H. A. 2017; Akbar, M. I 2018). Beton ini mampu mengalir dengan beratnya sendiri, mengisi bekisting secara penuh dan mencapai pemadatan penuh, bahkan dengan adanya tulangan yang padat. Beton yang mengeras padat, homogen dan memiliki sifat teknik dan daya tahan yang sama dengan beton bergetar tradisional (Iqbal, A.S. 2018; Oktaviani, E. 2019). Beton *Self Compacting Concrete (SCC)* biasa disebut sebagai beton alir (*flowing concrete*) karena memiliki spesifikasi slump yang tinggi dengan nilai slump lebih dari 19 cm. *Self Compacting Concrete (SCC)* adalah campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat (*vibrator*). (Lisantonno, A. 2018). Beton SCC merupakan beton yang tidak membutuhkan suatu proses penggetaran untuk penempatan volume menggunakan alat (*vibrator*) agar tidak terjadinya segregasi dan menghasilkan adukan yang homogen ketika mengisi daerah penulangan yang padat (Risdianto, Y. 2010).

Beton *self compacting concrete* dapat meningkatkan *workability* dikarenakan penggunaan *superplasticizer* (Risdianto, 2010). *Superplasticizer* dapat meningkatkan kelecakan adukan beton. Adanya penggantian pengganti semen yang memiliki sifat seperti semen. Salah satunya yaitu limbah kaca. Bubuk kaca atau fritz adalah serpihan kaca yang dihancurkan dan biasa digunakan untuk campuran pembuatan keramik di pabrik keramik. Bubuk kaca ini berupa butiran halus dengan ukuran butiran 0,075 mm - 0,15 mm, tidak porous serta bersifat pozolanik. Bubuk kaca mempunyai kandungan SiO₂ (61,72%), Al₂O₃ (3,45%), Fe₂O₃ (0,18%) dan CaO (2,59%) yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen dan diharapkan menambah kuat tekan beton. (Nursyamsi, N. 2016; Prayitno, S. 2016). Limbah kaca merupakan limbah yang sudah tidak terpakai dan memiliki kandungan kimia seperti kadar SiO₂ (*silica*) mencapai 70% dan kadar CaO mencapai 8,97% (Justin, J. 2015).

Sianipar, N. F. (2015) Menjelaskan dalam penelitian Tugas Akhir bahwasannya untuk meningkatkan kuat tekan beton SCC bisa menggunakan serbuk limbah kaca, karena memiliki sifat dan karakteristik sesuai dengan semen itu sendiri. Penambahan presentase serbuk limbah kaca mulai dari tanpa campuran atau 0 % (acuan awal), 5%, 10%, 15%, 20, dan 25%. Nilai presentase tersebut masih bisa dimaksimumkan lagi dengan dilakukannya perubahan penambahan presentase serbuk kaca dimulai dari 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% dengan perbedaan presentase per 2,5% serbuk limbah kaca. (Sianipar, N. F. 2015).

2. METODE

2.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu metode eksperimen (Assalam, 2019). Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk

mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono,2008). Tujuan dari metode eksperimen dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan kuat tekan dari beton yang telah ditambahkan serbuk kaca dan bahan tambah kimia superplasticizer tipe viscocrete 1003. Penambahan admixture dengan penambahan sebesar 1,5% terhadap berat semennya dan serbuk kaca sesuai presentase terhadap berat semennya. Dibuat juga beton dengan tanpa campuran (beton normal), sehingga dapat menyimpulkan mengenai pengaruh penambahan serbuk kaca pada beton yang ditinjau dari kuat tekannya.

2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia di Jl. Dr. Setiabudhi no 207 Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat, Indonesia.

2.3. Material

Pada tahap ini dilakukan penyortiran terhadap hasil inventarisasi pada tahap sebelumnya khususnya mengenai implementasi-implementasi mana saja yang relevan dan sesuai dengan karakteristik negara Indonesia. Secara komprehensif dilakukan pemilahan metode implementasi mana yang konkret terhadap permasalahan yang dihadapi di Indonesia.

1. Semen

Semen Portland yang digunakan merupakan semen Tipe I yaitu semen tanpa kemampuan khusus yang mengacu pada standar ASTM C150-83a. Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen tiga roda.

2. Agregat halus (pasir)

Pasir yang digunakan yaitu pasir beton yang berasal dari daerah Cimalaka, sebelum dilaksanakannya pembuatan beton dilakukan analisis saringan untuk menentukan pengujian kadar lumpur dan zona pasir.

3. Agregat kasar (batu pecah)

Agregat kasar yang digunakan adalah split screening (Crushed Stone). Ukuran nominal agregat kasar yaitu 15 mm diambil dari batuan

4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia. Secara terlihat air tampak tidak berwarna (jernih) dan tidak berbau.

5. Admixture

Admixture yang digunakan merupakan superplasticizer sika – viscocrete – 1003.

6. Serbuk Kaca

Serbuk kaca yang digunakan yaitu yang lolos saringan No.200 yang berasal dari limbah kaca yang dihancurkan

2.4. Peralatan

1. Timbangan analitis 30 kg dengan skala 5 gram
2. Oven
3. Gelas ukur 1000cc
4. Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 liter
5. Satu set ayakan dengan ukuran lubang yang diatur ASTM C 33-03.
6. Alat penggetar ayakan (penyaring)
7. Timbangan
8. Kerucut terpancung (cone)
9. Thermometer
10. Pita ukur
11. Mesin aduk beton (molen)
12. Slump Cone
13. L-shaped Box
14. V-funnel
15. Cetakan beton silinder 10x20 cm
16. Mesin kuat tekan

2.5. Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan jumlah sampel yang akan digunakan sebanyak 54 sampel untuk uji kuat tekan. Sampel ini dibuat berdasarkan kriteria fraksi volume yang digunakan, yaitu fraksi volume 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%.

Tabel 1. Jumlah Sampel untuk Uji Kuat Tekan

Nama Sampel	Presentase Volume Ratio Serbuk Kaca	Umur Beton (Hari)			Jumlah Sampel
		7	14	28	
Beton Scc dengan tambahan serbuk kaca 0%	0%	3	3	3	9
Beton Scc dengan tambahan serbuk kaca 2.5%	2.50%	3	3	3	9
Beton Scc dengan tambahan serbuk kaca 5%	5%	3	3	3	9
Beton Scc dengan tambahan serbuk kaca 7.5%	7.50%	3	3	3	9
Beton Scc dengan tambahan serbuk kaca 10%	10%	3	3	3	9
Beton Scc dengan tambahan serbuk kaca 12.5%	12.50%	3	3	3	9
Jumlah		18	18	18	54

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

2.6. Data Pengujian Campuran Beton

Pelaksanaan pada penelitian, mutu beton dan kualitas pekerjaan secara konsisten harus diperiksa dan dikontrol dengan baik. Dalam usaha mencapai tujuan tersebut harus dilakukannya pemeriksaan material. Adapun pemeriksaan material yang dilakukan untuk mendapatkan rata-rata yang mendukung mix design. Berikut rekapitulasi material yang diuji pada penelitian ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Material

Agregat Halus		
1	Kadar air	2,84%
2	Berat jenis	1487 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2,57
4	Kadar lumpur	2,32%
5	Apparent spesific gravity	2,707 gram
6	Bulk S.G kondisi kering	2,459 gram
7	Bulk S.G kondisi SSD	2,551 gram
8	Persentase absorbtion air	3,73%
Agregat Kasar		
1	Kadar air	6,49%
2	Berat jenis	1368 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2,25
5	Apparent spesific gravity	2,5 gram
6	Bulk S.G kondisi kering	2,45 gram
7	Bulk S.G kondisi SSD	2,4 gram
8	Persentase absorbtion air	4,50%

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

2.7. Mix Design

Rencana campuran bertujuan untuk menentukan jumlah bagian dari masing-masing bahan. Metode mix design yang diterapkan pada beton SCC ini adalah metode modifikasi antara metode American Concrete Institute (ACI) dengan menambahkan syarat-syarat beton "self compacting" dari The European Guidelines for SCC, 2005. Berikut mix design untuk pembuatan beton kebutuhan m³.

Tabel 3. Hasil Perancangan Campuran untuk 1m³ Beton

Mix Design	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Semen (Kg)	Air (Kg)	SPL (Kg)	Kadar Serbuk Kaca	Serbuk Kaca (Kg)
BSSC-N	669,969	695,977	721,429	195,175	10,821	0%	0
BSSCSK2,5%	669,969	695,977	721,429	195,175	10,821	2,5%	18,03571429
BSSCSK5%	669,969	695,977	721,429	195,175	10,821	5%	36,07142857
BSSCSK7,5%	669,969	695,977	721,429	195,175	10,821	7,5%	54,10714286
BSSCSK10%	669,969	695,977	721,429	195,175	10,821	10%	72,14285714
BSSCSK12,5%	669,969	695,977	721,429	195,175	10,821	12,5%	90,17857143

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Dari komposisi beton pada table 4, diubah menjadi komposisi beton per sampel. Komposisi untuk sampel silinder $d = 10\text{cm}$ $t = 20\text{cm}$

$$V = 0,25 \times \pi \times d \times d \times t$$

$$= 0,25 \times \pi \times 0,1 \times 0,1 \times 0,2$$

$$= 0,002 \text{ m}^3$$

Tabel 4. Hasil Perancangan Campuran untuk 1 sampel silinder Beton

Mix Design	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Semen (Kg)	Air (Kg)	SPL (Kg)	Kadar Serbuk Kaca	Serbuk Kaca
BSSC-N	1,340	1,392	1,443	0,390	0,022	0	0
BSSC SK 2,5%	1,340	1,392	1,443	0,390	0,022	2,5%	0,036
BSSC SK 5%	1,340	1,392	1,443	0,390	0,022	5%	0,072
BSSC SK 7,5%	1,340	1,392	1,443	0,390	0,022	7,5%	0,108
BSSC SK 10%	1,340	1,392	1,443	0,390	0,022	10%	0,144
BSSC SK 12,5%	1,340	1,392	1,443	0,390	0,022	12,5%	0,180

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penyajian Data Hasil Penelitian

Berdasarkan pengujian material dan mix design dengan proporsi serbuk kaca yang sudah ditentukan sebelumnya, didapatkanlah hasil pengujian beton segar dan kuat tekan Untuk pengujian beton segar meliputi tiga pengujian yaitu slump flow test, passing ability dan segregation resistance.(Korua, 2019; Hermansah, 2019). Hasil pengujian kuat tekan yang ditinjau yaitu pada usia 7, 14 dan 28 hari..

3.2. Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar dilakukan secara paralel dimulai dari filling ability,, passing ability, dan segregation resistance sesaat sebelum pencetakan. (Saifuddin, 2011; Memon, 2011; Kristianto, 2015). Pengujian dilakukan satu kali untuk setiap proporsi campuran. Variasi penambahn serbuk kaca dalam penelitian ini yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5% 10% dan 12,5% dari berat semen. Hasil pengujian beton segar dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

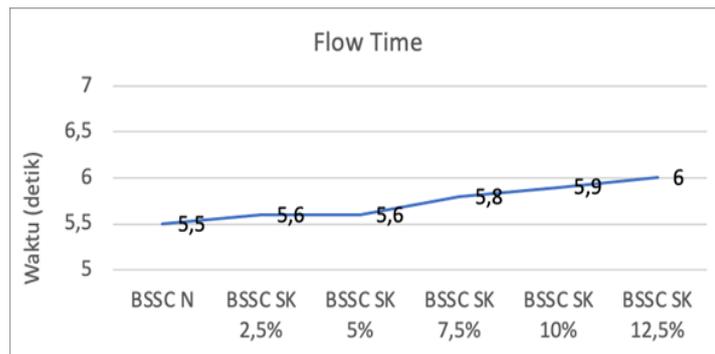
Tabel 4. Hasil Pengujian Beton Segar

No	Concrete	Filling Ability (3-6 second for SCC)		Passing Ability (Ratio for SCC 0,8-1)			Segregation Resistance (s) (7-13 second for SCC)
		Flow Time (s)	D-Flow (cm)	H2 (cm)	H1(cm)	Ratio	
1	BSSC N	5,5	73	8,5	9,5	0,89474	10,41
2	BSSC SK 2,5%	5,6	72,5	8,2	9,3	0,88172	11,13
3	BSSC SK 5%	5,6	72,5	8	9	0,88889	11,52
4	BSSC SK 7,5%	5,8	72	7,8	8,9	0,8764	12,22
5	BSSC SK 10%	5,9	71,5	8	9	0,88889	12,55
6	BSSC SK 12,5%	6	70,5	7,7	8,8	0,875	13,15

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

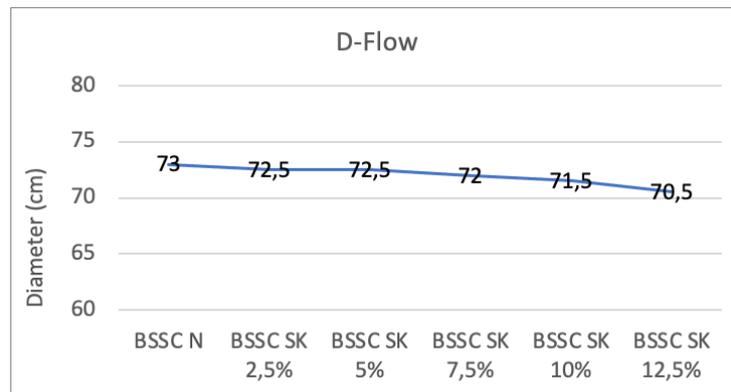
Data pada tabel di atas menunjukkan bahwa semua proporsi campuran serbuk kaca memenuhi syarat pengujian beton segar pada SCC. Untuk slump flow test, flow time untuk beton segar disyaratkan harus mencapai diameter 60- 80 cm dalam waktu 3-6 detik. Pada pengujian passing ability, rasio yang didapatkan sesuai dengan yang disyaratkan yaitu bernilai 0.8-1. Begitu

pula dengan segregation resistance, waktu yang diperlukan untuk beton segar keluar dari v-funnel masih dalam rentang yang disyaratkan yaitu antara 7-13 detik.



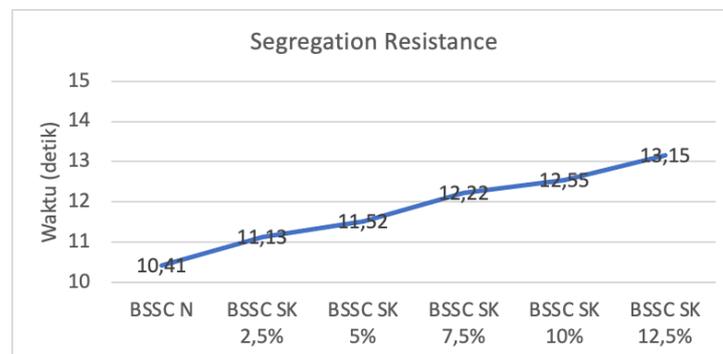
Gambar 1. *Flow Time*

Sumber: Hasil Olah Data (2021)



Gambar 2. *D-Flow*

Sumber: Hasil Olah Data (2021)



Gambar 3. Hasil Uji Segregation Resistance

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

3.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

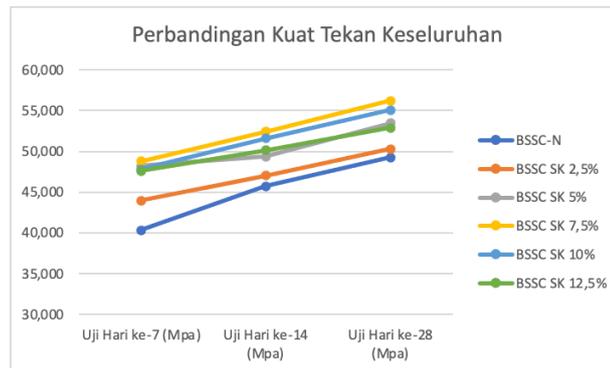
Pengujian kuat tekan dilakukan pada usia 7, 14 dan 28 hari menggunakan mesin uji kuat tekan. Sampel beton ini berbentuk silinder dengan ukuran (10 x 20) cm (Apriwelni, 2020).

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Variasi Campuran	Uji Hari ke-7 (Mpa)	Uji Hari ke-14 (Mpa)	Uji Hari ke-28 (Mpa)
BSSC-N	40,319	45,752	49,274
BSSC SK 2,5%	43,969	47,025	50,293
BSSC SK 5%	48,213	49,359	53,476
BSSC SK 7,5%	48,807	52,415	56,192
BSSC SK 10%	47,789	51,566	55,089
BSSC SK 12,5%	47,577	50,123	52,882

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Dari hasil uji kuat tekan beton rata-rata diatas dapat diketahui bahwa kuat tekan tertinggi dicapai pada campuran BSCC SK 7,5%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk kaca sebanyak 7,5% dengan superplasticizer 1.5% adalah komposisi campuran terbaik dalam penelitian ini. Supaya lebih jelas, data keseluruhan hasil uji kuat tekan akan disampaikan dalam bentuk grafik dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Kuat tekan variasi campuran mengalami kenaikan sesuai dengan bertambahnya umur beton.(Ervianto, 2016). Namun untuk secara persentase berbeda-beda. Berikut ini persentase kenaikan kuat tekan keseluruhan variasi campuran disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 6. Persentase Kenaikan Kuat Tekan Rata-Rata Terhadap Umur Beton

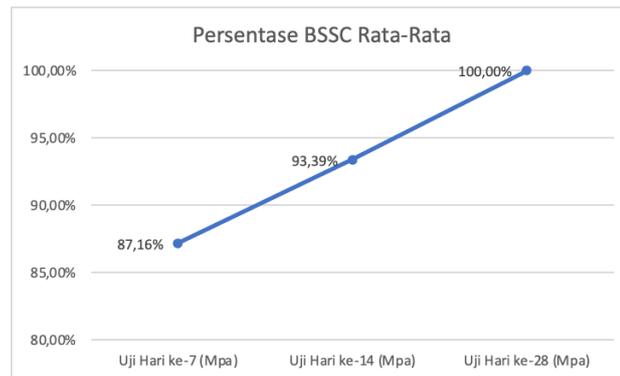
PRESENTASE			
Variasi Campuran	Uji Hari ke-7 (Mpa)	Uji Hari ke-14 (Mpa)	Uji Hari ke-28 (Mpa)
BSSC-N	81,83%	92,85%	100,00%
BSSC SK 2,5%	87,43%	93,50%	100,00%
BSSC SK 5%	90,16%	92,30%	100,00%
BSSC SK 7,5%	86,86%	93,28%	100,00%
BSSC SK 10%	86,75%	93,61%	100,00%
BSSC SK 12,5%	89,97%	94,78%	100,00%
Rata-Rata	87,16%	93,39%	100,00%

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

Adanya persentase kenaikan hasil uji kuat tekan rata-rata. Pada usia tujuh hari kuat tekan rata-rata beton mencapai 87.16%. Sedangkan pada 14 hari kuat tekan rata-rata beton mencapai 93,39% dan pada 28 hari mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 100%. Dengan standar deviasi

DOI:

yang dicapai jika persentase penambahan pada umur 7 hari dan 14 hari didapatkan dengan nilai 1,64%.



Gambar 5. Persentase Kenaikan BSSC Rata-Rata Beragam Usia Beton

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

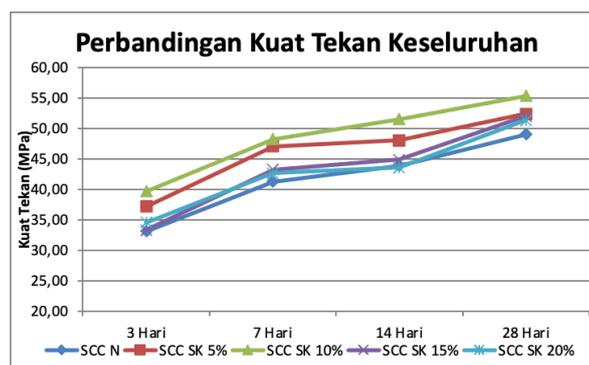
Data yang dihasilkan pada penelitian yang dilakukan oleh Sianipar, N. F. (2015). dimana penggunaan serbuk kaca sebagai powder pada campuran beton SCC menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi (Herbudiman, 2011) pada kadar 10% yaitu sebesar 55,36 MPa (kuat tekan rencana 45 MPa) selanjutnya pada kadar 5% nilai kuat tekan sebesar 52,39 MPa, pada kadar 15% dengan nilai kuat tekan sebesar 51,97 MPa dan pada kadar 30% yaitu nilai kuat tekan sebesar 51,33 MPa.

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Variasi Campuran	Uji Hari ke-3 (Mpa)	Uji Hari ke-7 (Mpa)	Uji Hari ke-14 (Mpa)	Uji Hari ke-28 (Mpa)
BSCC-N	33.09	41.28	43.91	49.04
BSCC SK 5%	37.23	47.09	48.05	52.39
BSCC SK 10%	39.67	48.24	51.55	55.36
BSCC SK 15%	33.30	43.27	44.86	51.97
BSCC SK 20%	34.58	42.64	43.59	51.33

Sumber: Sianipar, N. F. (2015).

Dapat terlihat bahwa kuat tekan tertinggi ada pada variasi campuran BSCC SK 10% yaitu sebesar 55.36 MPa. Disusul oleh BSCC SK 5% sebesar 52.39 MPa. Setelah itu BSCC SK 15%, BSCC SK 20%, dan BSCC-N. Secara berurutan mempunyai kuat tekan rata-rata yaitu 51.97 MPa, 51.33 MPa, dan 49.04 MPa.



Gambar 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil Olah Data (2021)

DOI:

Dapat dibandingkan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis memiliki kesamaan dalam komposisi yaitu kuat tekan rencana (f_c') 45 Mpa dan penambahan superplasticizer sebesar 1,5 % dan penambahan serbuk kaca sebagai powder. Namun ada perbedaan pada hasil uji kuat tekan dimana kuat tekan maksimum yang didapatkan penulis terdapat di variasi penambahan 7,5% dengan nilai kuat tekan sebesar 56,19 Mpa, sedangkan yang dilakukan oleh Sianipar, N. F. (2015) mendapatkan kuat tekan maksimum di variasi 10% dengan nilai kuat tekan sebesar 55,36 Mpa. Hasil tersebut sejalan dengan hasil pada penelitian penulis yaitu kuat tekan tertinggi dicapai pada campuran serbuk kaca dengan kadar 7,5% yaitu nilai kuat tekan sebesar 56,19MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa serbuk kaca dapat dijadikan bahan pengisi atau filler karna dapat menaikkan nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan beton normal tanpa campuran serbuk kaca.

Hal lain yang berkaitan dengan hasil uji kuat tekan yaitu pelaksanaan pengecoran. Dimulai dari pemeriksaan material, pembuatan mix design, waktu pengecoran, pencetakan, curing, dan pengujian. Enam hal tersebut akan mempengaruhi nilai kuat tekan. Dengan perlakuan yang sama dari keenam hal tersebut maka didapatkanlah hasil uji kuat tekan rata-rata yang disampaikan diatas, yang menjadi pembeda adalah dalam hal presentase serbuk kaca. Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa beton dengan penambahan serbuk kaca sebesar 7,5% dengan campuran superplasticizer 1.5% memiliki kuat tekan beton yang lebih besar dari campuran lainnya.

4. KESIMPULAN

Pertumbuhan kekuatan dari tiap perbedaan waktu pengujian uji tekan beton mengalami peningkatan nilai kuat tekan, persentase kenaikan hasil uji kuat tekan rata-rata. Pada usia tujuh hari kuat tekan rata-rata beton mencapai 87.16%, Sedangkan pada 14 hari kuat tekan rata-rata beton mencapai 93,39%, dan pada 28 hari kuat tekan rata-rata beton mencapai 100%. Penambahan serbuk kaca pada beton SCC secara umum menunjukkan peningkatan kuat tekan. Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada kadar serbuk kaca 7.5% dengan superplasticizer 1.5% dengan kuat tekan masing-masing 7, 14, dan 28 hari yaitu sebesar 48.80 MPa, 52.41 MPa, dan 55.36 MPa. Kadar penambahan serbuk kaca untuk beton SCC berdasarkan perhitungan kadar maksimum pemakaian serbuk kaca ialah 7,5 % terhadap berat semen % dengan superplasticizer 1.5%.

REFERENSI

- 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).
- Assalam, M. F., Hardian, M. F., & Amalia, A. (2019, October). Karakteristik beton SCC dengan menggunakan bahan tambah abu sekam padi. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 15-21).

- Apriwelni, S., & Wirawan, N. B. (2020). Kuat tekan beton mutu tinggi dengan memanfaatkan fly ash dan bubuk kaca sebagai bahan pengisi. *Jurnal Saintis*, 20(01), 61-68.
- Ervianto, M., Saleh, F., & Prayuda, H. (2016). Kuat tekan beton mutu tinggi menggunakan bahan tambah abut terbang (fly ash) dan zat adiktif (bestmittel). *Sinergi*, 20(3), 199-206.
- Herbudiman, B., & Januar, C. (2011). Pemanfaatan serbuk kaca sebagai powder pada self-compacting concrete. In *The 1st Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium* (pp. 1-8).
- Hermansah, F. Y., & Sihotang, A. (2019). Studi mengenai pengaruh ukuran maksimum agregat kasar pada campuran beton memadat mandiri (SCC). *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 62.
- Iqbal, A. S. (2018). Pengaruh zeolit sebagai material pengganti semen pada campuran beton self compacting concrete (SCC) terhadap kuat tekan dan porositas beton. *Rekayasa Teknik Sipil Vol. 1 No. 1*, 167-175.
- Justin, J., Sadika, F., & Sufyan, A. (2015). Eksplorasi limbah kaca studi kasus industri mebel. *eProceedings of Art & Design*, 2(2).
- Kristianto, A., Pranata, Y. A., Julian, J., & Susilo, N. T. (2015). Studi perbandingan peningkatan kapasitas aksial kolom lingkaran beton bertulang yang diberikan perkuatan frp dan penbinder. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 9.789-796*
- Korua, A. M., Dapas, S. O., & Handono, B. D. (2019). Kinerja high strength self compacting concrete dengan penambahan admixture “beton mix” terhadap kuat tarik belah. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10).
- Lisantono, A., Praja, B. A., & Prasetio, H. K. (2018). Studi perilaku kuat geser balok beton bertulang memadat sendiri dengan serat “polypropylene”. *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 7(2), 1-5.
- Memon, F. A., Nuruddin, M. F., Demie, S., & Shafiq, N. (2011). Effect of curing conditions on strength of fly ash-based self-compacting geopolymer concrete. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 5(8), 342-345.
- Nursyamsi, N., Indrawan, I., & Hastuty, I. P. (2016). Pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako. *Media Teknik Sipil*, 14(1), 84-95.
- Oktaviani, E., & Ryanto, M. (2019). Kajian uji tekan beton dengan berbagai variasi penggunaan jumlah dosis zat additive super plasticizer. *Simteks (Sistem Infrastruktur Teknik Sipil) Universitas Sangga Buana YPKP*, 1(2), 39-42.

- Prayitno, S., Sunarmasto, S., & Setyadi, D. (2016). Pengaruh serbuk kaca terhadap kuat tekan, permeabilitas air, dan penetrasi air beton mutu tinggi berserat galvanis. *Matriks Teknik Sipil*, 4(3).750-758
- Risdianto, Y. (2010). Penerapan self compacting concrete (SCC) pada beton mutu normal. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 8(2), 54-60.
- Safarizki, H. A. (2017). Pengaruh bahan tambah serbuk bata dan serat fiber pada self compacting concrete (SCC). *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 3(2).68-72
- Safiuddin, M. D., Salam, M. A., & Jumaat, M. Z. (2011). Effects of recycled concrete aggregate on the fresh properties of self-consolidating concrete. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11(4), 1023-1041.
- Sianipar, N. F. (2015). Pengaruh penambahan serbuk kaca terhadap kuat tekan beton self compacting concrete (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Sugiharto, H., & Kusuma, G. H. (2001). Penggunaan fly ash dan viscocrete pada self compacting concrete. *Civil Engineering Dimension*, 3(1), 30-35.