

PENGARUH KOMPOSISI ABU BONGGOL JAGUNG DAN SERBUK KACA TERHADAP UJI KUAT TEKAN *SELF COMPACTING CONCRETE*

^{*)}Adi Putra Wibowo¹, Dian Arumningsih DP¹, Suryo Handoyo¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

^{*)}Email : wibowoadiputra77@gmail.com

ABSTRACT

At this time, more and more new technologies and inventions in the field of construction. Technological developments or inventions are driven by the need for various construction problems. One of them is the technology of self compacting concrete (SCC). Self compacting concrete is concrete that is able to compact itself with a fairly high slump flow test. Corncob ash is a promising material to be used as a substitute for cement because it contains 73.03% SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃ which can be categorized as a pozzolanic material. The use of glass powder as a substitute for fine aggregate in self compacting concrete has a high level of durability. The use of corn cob ash as a substitute for cement is 5% and the use of glass powder as a substitute for fine aggregate is 10%. The method used in the mix design calculations uses ACI 211.4R-93 1998. 24 samples were made using a 10 cm x 20 cm cylinder and the compressive strength test was carried out at the age of 7 days and 28 days. The compressive strength test results self compacting concrete at 28 days old, the average normal SCC test results were 29,946 Mpa, corncob ash SCC 32.282 Mpa, glass powder SCC 34,406 Mpa, and corncob ash & glass powder SCC 35.893 Mpa. The cost of SCC materials for corn cob ash and glass dust is IDR 39.703/m³ cheaper or equivalent to 3% compared to the cost of normal SCC materials.

Keywords : *Self compacting concrete, Corncob ash, Glass powder, Compressive strength*

ABSTRAK

Pada saat ini, semakin banyak teknologi dan penemuan baru dalam bidang konstruksi. Perkembangan teknologi atau penemuan ini dipacu oleh kebutuhan untuk berbagai persoalan konstruksi. Salah satunya yaitu dengan teknologi *self compacting concrete* (SCC). *Self compacting concrete* adalah beton yang mampu memadat sendiri dengan *slump flow test* yang cukup tinggi. Abu bonggol jagung merupakan bahan yang menjanjikan untuk menjadi substitusi semen karena mengandung SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃ sebesar 73,03% yang dapat dikategorikan sebagai bahan *pozzolan*. Pemanfaatan serbuk kaca sebagai substitusi agregat halus pada *self compacting concrete* memiliki tingkat durabilitas yang tinggi. Penggunaan abu bonggol jagung sebagai substitusi semen 5% dan penggunaan serbuk kaca sebagai substitusi agregat halus 10%. Metode yang dipakai dalam perhitungan *mix design* menggunakan ACI 211.4R-93 1998. Pembuatan benda uji sebanyak 24 sampel menggunakan silinder ukuran 10 cm x 20 cm serta untuk pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan *self compacting concrete* umur 28 hari, rata-rata hasil pengujian SCC normal 29,946 Mpa, SCC abu bonggol jagung 32.282 Mpa, SCC serbuk kaca 34,406 Mpa, serta SCC abu bonggol jagung & serbuk kaca 35.893 Mpa. Biaya bahan-bahan SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca lebih murah Rp39.703/m³ atau setara 3% dibandingkan dengan biaya bahan-bahan SCC normal.

Kata Kunci : *Self compacting concrete, Abu bonggol jagung, Serbuk kaca, Kuat tekan*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, semakin banyak teknologi dan penemuan baru dalam bidang konstruksi. Perkembangan teknologi atau penemuan ini dipacu oleh kebutuhan untuk berbagai persoalan konstruksi. Mulai dari permasalahan sumber daya alam dan dampak terhadap lingkungan hingga permasalahan efektif dan efisiennya pengerjaan suatu konstruksi. Beton merupakan satu dari berbagai penggunaan bahan terhadap konstruksi dikarenakan kemudahan dalam pembentukan, perawatan, dan mudah diterapkan pada beberapa macam bangunan sipil karena memiliki kelebihan terhadap tegangan tekan. Namun, sering juga dalam pengerjaan dilapangan mengalami kesulitan dalam pengecoran seperti beton yang terlalu tipis, beton yang melengkung, jarak antara tulangan yang terlalu rapat sehingga beton mengalami pemisahan antara agregat halus, semen, dan air dengan agregat kasar (*segregasi*) terdapat rongga-rongga udara dalam beton. Maka diciptakan beton yang tidak perlu menggunakan pemadatan. Salah satunya yaitu dengan teknologi *self compacting concrete* (SCC). *Self compacting concrete* adalah beton yang mampu memadat sendiri dengan *slump flow test* yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume bekisting dan proses pematatannya, SCC mempunyai *flowability* yang tinggi sehingga mampu mengalir, mengisi ruang, dan melewati halangan kerapatan tulangan tanpa terjadi segregasi (EFNARC 2005). Pada tahun 2022 total kapasitas terpasang industri semen mencapai 119 juta ton (Asosiasi Semen Indonesia, 2023). Namun tingginya tingkat produksi semen menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu diperlukan sebuah inovasi untuk material alternatif campuran pada beton. Pada tahun 2021 produksi jagung di Indonesia mencapai 15,79 juta ton (Badan Pusat Statistik 2022), sehingga akan dipastikan menghasilkan bonggol jagung yang sangat besar. Oleh karena itu pemanfaatan kembali bonggol jagung agar lebih bermanfaat dan bernilai ekonomis bagi kehidupan manusia maka perlu dikembangkan. Abu bonggol jagung adalah inovasi bahan alternatif untuk substitusi semen yang memiliki kandungan silika oksida (SiO₂) yang cukup

tinggi. Di sisi lain, pasir juga bahan yang penting dalam campuran beton. Meningkatnya permintaan pasir adalah salah satu faktor penyebab terjadinya penambangan pasir ilegal yang berujung pada kerusakan lingkungan. Kaca merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri dan rumah tangga yang tidak bisa terurai. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian terhadap abu bonggol jagung sebagai substitusi semen dan serbuk kaca sebagai substitusi agregat halus dalam campuran self compacting concrete (SCC).

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh abu bonggol jagung dan serbuk kaca untuk campuran beton?
2. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan dari komposisi beton normal, komposisi beton abu bonggol jagung, komposisi beton serbuk kaca dan komposisi beton dengan kedua inovasi tersebut?
3. Apakah pengaruh kedua bahan inovasi tersebut lebih hemat dibandingkan dengan beton tanpa inovasi?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh abu bonggol jagung dan serbuk kaca pada campuran beton.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dari komposisi beton normal, komposisi beton abu bonggol jagung, komposisi beton serbuk kaca, dan komposisi beton dengan kedua inovasi.
3. Untuk mengetahui apakah kedua pengaruh bahan inovasi tersebut lebih hemat dibandingkan dengan beton tanpa inovasi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi untuk inovasi beton kedepannya.
2. Hasil penelitian ini dapat diteruskan guna perkembangan ilmu konstruksi.
3. Menambah pengetahuan tentang penambahan abu bonggol jagung dan serbuk kaca dalam SCC ditinjau dari kuat tekan.

Beton

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak dipergunakan dalam struktur bangunan modern. Beton sangat banyak digunakan untuk konstruksi di samping kayu dan baja. Hampir 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Kualitas beton yang bagus dapat dihasilkan dari kualitas mortar atau pasta yang bagus pula (Teknologi Beton Paul Nugraha & Antoni : 3)

Self Compacting Concrete

Self compacting concrete merupakan penelitian yang sudah lama dilakukan di Jepang mulai era tahun 1980-an. Penelitian ini berhasil diselesaikan pada tahun 1988. Dalam perkembangannya di masyarakat luas, *self compacting concrete* ini menawarkan banyak hal, seperti dalam pelaksanaan beton konvensional sekarang ini di lapangan, membutuhkan pekerja ahli untuk melakukan pemadatan. Karena itu, *self compacting concrete* hadir untuk menawarkan pengerjaan pemadatan beton di lapangan tanpa memerlukan pekerja ahli yang lebih banyak. Selain itu, dengan *self compacting concrete* ini juga dapat memenuhi tuntutan desainer untuk mewujudkan suatu struktur dengan tulangan yang kompleks. Ini disebabkan karena *self compacting concrete* yang dapat mengalir dan mengisi setiap sela-sela dari tulangan tersebut. *Self compacting concrete* atau beton memadat sendiri merupakan campuran beton yang mampu memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar (*vibrator*). Berdasarkan Okamura & Ouichi : 5-15 (2003) ada 3 metode untuk membuat *self compacting concrete*, yaitu:

1. Minimum *w/binder*
2. Membatasi jumlah agregat
3. Aplikasi tambahan (aditif)

Material Penyusun Self Compacting Concrete

1. Semen

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 adalah bubuk halus yang memiliki sifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Arti dari bahan pengikat adalah suatu reaksi semen mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Definisi semen *portland* (*portland cement*) merupakan bahan perekat hidrolis yang sangat penting dalam konstruksi beton.

2. Agregat Halus (Pasir)

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi. Agregat ini berukuran 0,063 mm - 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (*coarse sand*) dan pasir halus (*fine sand*).

3. Agregat Kasar (Kerikil)

Menurut SNI 1969-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Sedangkan menurut EFNARC 2005 ukuran maksimum agregat kasar untuk beton SCC adalah 10-20 mm. Jumlah dari agregat dan distribusi ukuran bisa mempengaruhi *workability* dan kecacakan beton serta bentuk dari agregat berhubungan langsung dengan *flowability* dan *passing ability*.

4. Air

Merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan.

5. Superplasticizer

Menurut Tri Mulyono (2004:117) bahan tambah *admixture* adalah bahan bahan yang di tambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung *admixture* atau bahan tambah di definisikan dalam *Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregation* dan dalam *Cement dan Concrete Terminology* adalah sebagai material selain air agregat dan semen hidrolis agregat yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah ini berfungsi untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

6. Abu Bonggol Jagung

Bonggol jagung adalah salah satu bahan yang mengandung serat, dengan adanya serat pada bonggol jagung diduga abu pembakaran bonggol jagung ini memiliki kandungan unsur silika oksida (SiO_2) yang cukup tinggi dan dapat memberi pengaruh positif pada campuran beton karena dapat mengikat atau memberi daya lekat pada campuran beton serta dapat pula sebagai pengisi (*filler*) yang dapat mengurangi porositas beton. Abu bonggol jagung merupakan bahan yang menjanjikan untuk menjadi bahan tambah pada semen dan bahan pengganti sebagian (substitusi) pada semen karena mengandung $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ sebesar 73,03% yang dapat dikategorikan sebagai bahan *pozzolan* dengan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ lebih dari 70% seperti yang dipersyaratkan dalam SNI 2460-2014 : 13.

7. Serbuk Kaca

Tingkat pemakaian kaca sangatlah tinggi di lingkungan masyarakat, dengan demikian limbah yang dihasilkan pun juga tinggi. Kaca adalah bahan organik yang tidak dapat terurai secara alami. Pecahan kaca biasanya langsung dibuang ke tempat pembuangan sampah atau bahkan berserakan di lahan terbuka. Pecahan kaca yang tidak terurai akan menumpuk, dan mencemari lingkungan, Penggunaan serbuk kaca pada campuran beton selain dapat menaikkan kualitas mutu beton, juga mempunyai sifat *filler* yaitu dapat mengisi rongga-rongga pada beton. Limbah kaca dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan pengisi pada beton karena kaca memiliki ketahanan terhadap cuaca dan serangan zat kimia yang baik (Andilolo dkk, 2014). Kaca memiliki ketahanan yang tinggi terhadap abrasi, serta serbuk kaca memperbaiki kandungan dari beton segar sehingga kekuatan yang tinggi dapat dicapai tanpa penggunaan *superplasticizer*. Karakteristik ini adalah karakteristik yang langka (Srie Gunarti, 2014).

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Sifat pada beton yang menonjol yaitu di kuat tekannya, maka dari itu dalam pembuatan beton sifat ini yang ditargetkan. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

F'c = Kuat tekan (N/mm^2)

P = Beban (N)

A = Luas penampang (mm^2)

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini akan menganalisis secara langsung dan objektif dengan tujuan menghasilkan suatu analisa mengenai *self compacting concrete* menggunakan inovasi abu bonggol jagung sebagai substitusi semen dan serbuk kaca sebagai substitusi pasir. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan studi pustaka dan penelitian secara langsung di laboratorium.

Waktu Dan Tempat Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 – Mei 2023 berlokasi di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.

Pemilihan Material

Pemilihan material yang dilakukan antara lain :

1. Semen PCC Tiga Roda
2. Agregat halus pasir lolos saringan No.4 (4,75 mm)
3. Agregat kasar kerikil berukuran 10 mm-20mm
4. Air
5. *Superplasticizer* Sika *Viscocrete* 1003
6. Abu bonggol jagung lolos saringan No.200 (0,075 mm)
7. Serbuk kaca lolos saringan No.20 (0,85 mm)

Peralatan Yang Digunakan Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan antara lain :

1. Satu set saringan
2. Timbangan
3. *Mixer*/molen
4. Oven
5. Pikhometer
6. Cetakan silinder
7. Kerucut *abrams*
8. Meteran
9. Keranjang kawat
10. Kerucut terpancung
11. Ember
12. Cetok
13. Gelas ukur
14. Mesin pengayak
15. Alat penumbuk
16. Alat bantu lainnya

Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan antara lain :

Agregat halus (pasir)

- a. Pengujian gradasi saringan
- b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air
- c. Pengujian kadar lumpur
- d. Pengujian kadar air

Agregat kasar (kerikil)

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air
- b. Pengujian kadar lumpur
- c. Pengujian kadar air
- d. Pengujian gradasi saringan
- e. Pengujian abrasi

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)

Sebelum digunakan agregat halus (pasir) harus dilakukan pengujian sampai memenuhi kriteria. Berikut adalah hasil pengujian agregat halus.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir)

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil	Pedoman	Interval SNI/ASTM	Keterangan
1	Modulus Halus Butir	3,648	SNI 1750:1990	1,5 – 3,8	Memenuhi
2	Berat Jenis (SSD)	2,5	SNI 1970:2008	1,6 – 3,3	Memenuhi

3	Penyerapan Air	2,669 %	SNI 1970:2008	0,20% - 3%	Memenuhi
4	Kadar Lumpur	3,6 %	SNI ASTM C117:2012	< 5%	Memenuhi
5	Kadar Air	3,734 %	SNI 1971:2011	3% - 5%	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Hasil Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)

Sebelum digunakan agregat kasar (kerikil) harus dilakukan pengujian sampai memenuhi kriteria. Berikut adalah hasil pengujian agregat kasar.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar (kerikil)

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil	Pedoman	Interval SNI/ASTM	Keterangan
1	Berat Jenis (SSD)	2,616	SNI 1970:2008	1,6 – 3,3	Memenuhi
2	Penyerapan Air	2,3 %	SNI 1970:2008	0,20% - 3%	Memenuhi
3	Kadar Lumpur	0,7 %	SNI ASTM C117:2012	< 1%	Memenuhi
4	Kadar Air	1,626 %	ASTM C556	0,5% - 2%	Memenuhi
5	Modulus Halus Butir	6,514	ASTM C33	6 – 7,1	Memenuhi
6	Abrasi Tes	17,5 %	ASTM C535-03	< 40%	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Hasil Slump Flow Test

Berdasarkan spesifikasi EFNARC atau *European Federation of Specialist Chemicals and Concrete Constructions Systems 2002*, *Filling ability* adalah kemampuan *self compacting concrete* untuk mengalir dan mengisi keseluruhan bagian cetakan melalui beratnya sendiri. Digunakan *slump flow test* dengan menggunakan kerucut *abrams* dapat diketahui kondisi *workability* beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter yaitu antara 65-85 cm. Data hasil pengujian *slump flow test* ini diperoleh sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian *slump flow test*

Sampel	Slump Flow Test (mm)		Rata-rata (mm)
	Diameter 1	Diameter 2	
Mix Design SCC Normal	610	690	650
Mix Design SCC Abu Bonggol Jagung	670	680	675
Mix Design SCC Serbuk Kaca	690	680	685
Mix Design SCC Abu Bonggol Jagung Dan Serbuk Kaca	680	680	680

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Hasil Pengujian Kuat Tekan SCC Umur 7 Hari

Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974 : 2011. Pengujian beton menggunakan bentuk silinder berukuran 200 mm x 100 mm, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melakukan perbandingan nilai kuat tekan yang menggunakan 4 *mix design* yang berbeda. Pengujian ini dilakukan menggunakan Compression Testing Machine. Data hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari ini diperoleh sebagai berikut :

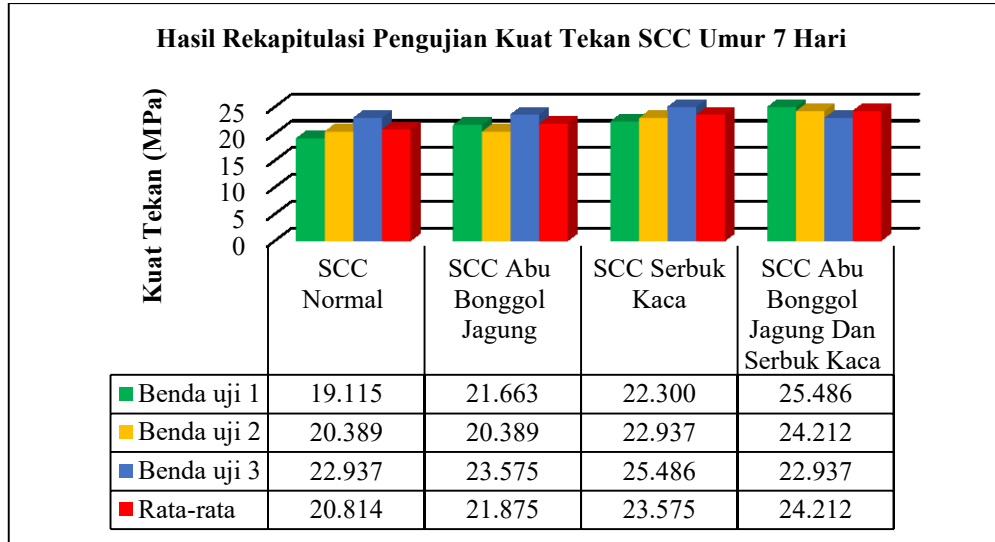
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil pengujian SCC umur 7 hari

Sampel Beton Umur 7 Hari		Berat Beton (Kg)	Bacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
SCC Normal	Benda Uji 1	3,505	150	19,115	20,814
	Benda Uji 2	3,520	160	20,389	
	Benda Uji 3	3,560	180	22,937	
SCC Abu Bonggol Jagung	Benda Uji 1	3,765	170	21,663	21,875
	Benda Uji 2	3,740	160	20,389	
	Benda Uji 3	3,795	185	23,575	
SCC Serbuk Kaca	Benda Uji 1	3,890	175	22,300	23,575
	Benda Uji 2	3,920	180	22,937	
	Benda Uji 3	3,915	200	25,486	

SCC Abu Bonggol Jagung Dan Serbuk Kaca	Benda Uji 1	3,860	200	25,486	
	Benda Uji 2	3,820	190	24.212	24,212
	Benda Uji 3	3,805	180	22,937	

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

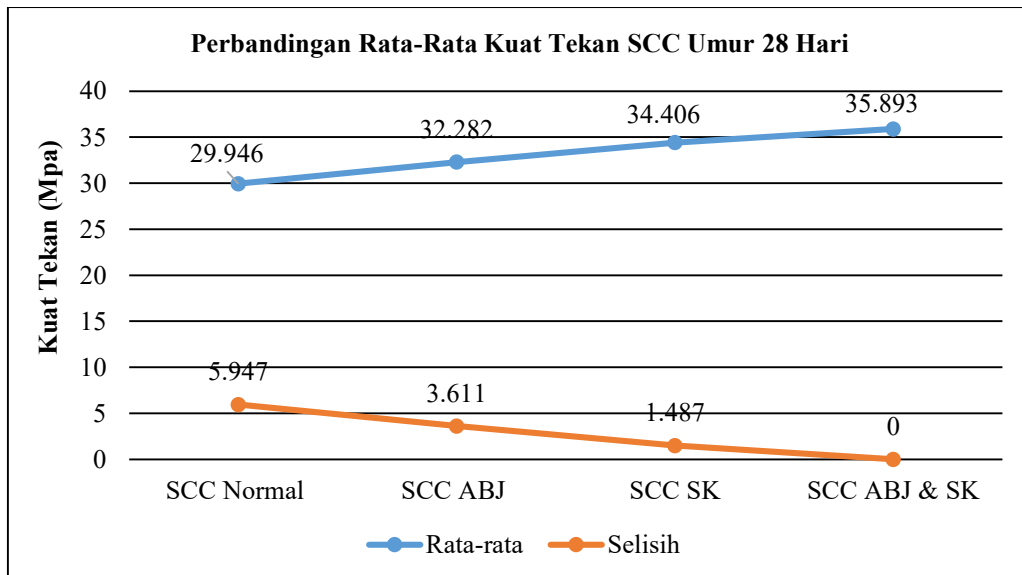
Dari tabel rekapitulasi kuat tekan *self compacting concrete* pada umur 7 hari dapat digambarkan diagram perolehan sebagai berikut :



Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Gambar 1. Diagram rekapitulasi pengujian kuat tekan SCC umur 7 hari

Dari diagram diatas untuk mengetahui grafik peningkatan rata-rata hasil kuat tekan *self compacting concrete* pada umur 7 hari dapat dilihat sebagai berikut :



Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Gambar 2. Grafik rata-rata kuat tekan SCC umur 7 hari

Dari hasil rekapitulasi pengujian kuat tekan *self compacting concrete* umur 7 hari rata-rata hasil pengujian dengan menggunakan *mix design self compacting concrete* normal sebesar 20,814 Mpa, *mix design self compacting concrete* abu bonggol jagung sebesar 21,875 Mpa, *mix design self compacting concrete* serbuk kaca sebesar 23,567 Mpa, serta *mix design self compacting concrete* abu bonggol jagung & serbuk kaca sebesar 24,212 Mpa.

Hasil Pengujian Kuat Tekan SCC Umur 28 Hari

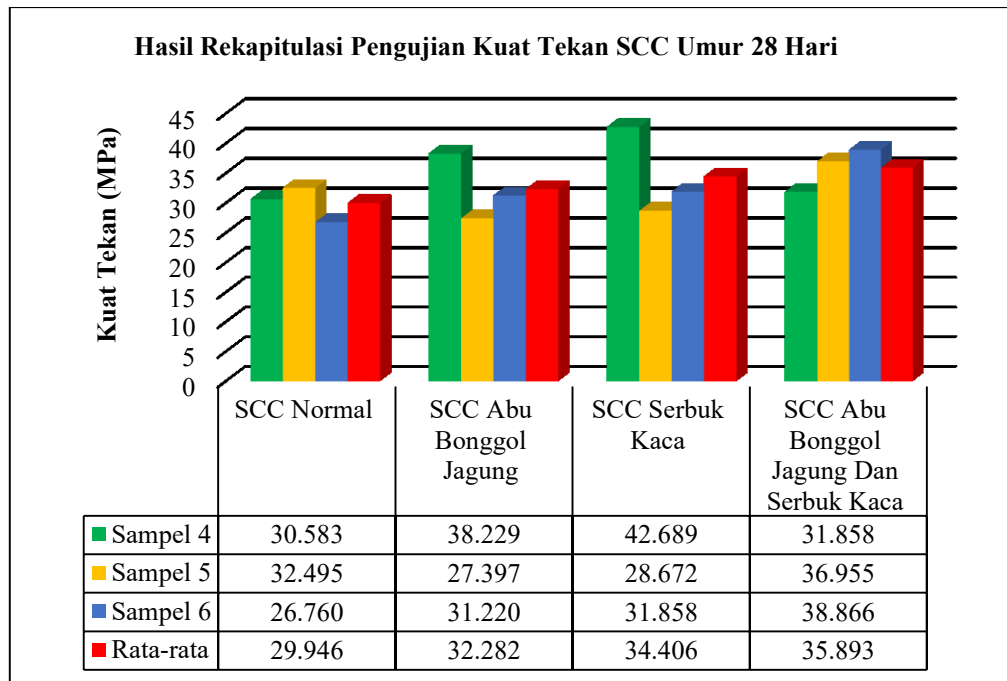
Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974:2011. Pengujian beton menggunakan bentuk silinder berukuran 200 mm x 100 mm, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melakukan perbandingan nilai kuat tekan yang menggunakan 4 *mix design* yang berbeda. Pengujian ini dilakukan menggunakan Compression Testing Machine. Data hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari ini diperoleh sebagai berikut :

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil pengujian SCC umur 28 hari

Sampel Beton Umur 7 Hari		Berat Beton (Kg)	Bacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
SCC Normal	Benda Uji 4	3,580	240	30,583	29.946
	Benda Uji 5	3,570	255	32,495	
	Benda Uji 6	3,645	210	26,760	
SCC Abu Bonggol Jagung	Benda Uji 4	3,870	300	38,229	
	Benda Uji 5	3,920	215	27,397	
	Benda Uji 6	3,870	245	31,220	
SCC Serbuk Kaca	Benda Uji 4	3,895	335	42,689	34.406
	Benda Uji 5	3,835	225	28,672	
	Benda Uji 6	3,880	250	31,858	
SCC Abu Bonggol Jagung Dan Serbuk Kaca	Benda Uji 4	3,835	250	31,858	
	Benda Uji 5	3,845	290	36,955	
	Benda Uji 6	3,870	305	38,866	

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

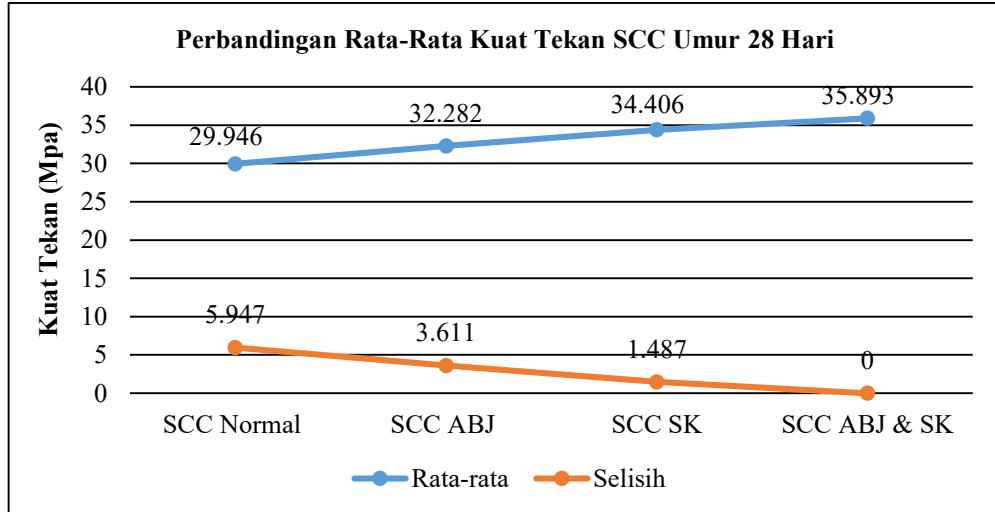
Dari tabel rekapitulasi kuat tekan self compacting concrete pada umur 28 hari dapat digambarkan diagram perolehan sebagai berikut :



Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Gambar 3. Diagram rekapitulasi pengujian kuat tekan SCC umur 28 hari

Dari diagram diatas untuk mengetahui grafik peningkatan rata-rata hasil kuat tekan *self compacting concrete* pada umur 7 hari dapat dilihat sebagai berikut :



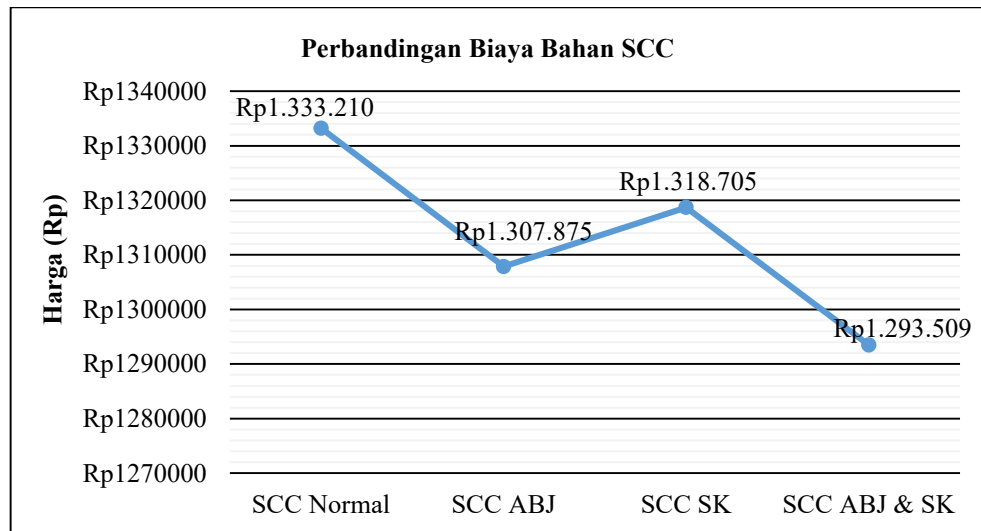
Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Gambar 4. Grafik rata-rata kuat tekan SCC umur 28 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan SCC umur 28 hari rata-rata hasil pengujian dengan menggunakan *mix design* SCC normal 29.946 Mpa, *mix design* SCC abu bonggol jagung 32.282 Mpa, *mix design* SCC serbuk kaca 34.406 Mpa, *mix design* SCC abu bonggol jagung & serbuk kaca 35.893 Mpa.

Perbandingan Harga Bahan Self Compacting Concrete

Maksud dan tujuan dibuatnya perbandingan harga bahan pada pembuatan *self compacting concrete* ini adalah untuk digunakan sebagai salah satu acuan untuk mengetahui kebutuhan harga yang akan dikeluarkan atau dibutuhkan dalam pembuatan *self compacting concrete* ini. Perbandingan yang akan dilakukan yaitu membandingkan harga bahan untuk pembuatan antara *self compacting concrete* normal, *self compacting concrete* abu bonggol jagung, *self compacting concrete* serbuk kaca serta *self compacting concrete* abu bonggol jagung dan serbuk kaca. Adapun perbandingan anggaran biaya dalam pembuatan 1 m³ sebagai berikut :



Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Gambar 5. Grafik perbandingan harga SCC per m³

Dari perhitungan bahan SCC normal, SCC abu bonggol jagung, SCC serbuk kaca serta SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca. Maka rekapitulasi hasil perbandingan anggaran biaya bahan-bahan paling murah adalah SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca dengan biaya sebesar Rp1.293.509 per m³ nya, lebih ekonomis dibandingkan dengan rekapitulasi SCC normal, SCC abu bonggol jagung, serta SCC serbuk kaca.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan abu bonggol jagung dan serbuk kaca dapat meningkatkan kuat tekan beton dan meningkatkan nilai *slump flow test* dibandingkan dengan beton tanpa inovasi (SCC normal). Berdasarkan hasil

pengujian kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari untuk hasil kuat tekan terendah adalah SCC normal. Prosentase kenaikan kuat tekan SCC abu bonggol jagung 2,3%, SCC serbuk kaca 4,5%, SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca 5,9%. Hal ini menunjukkan kuat tekan tertinggi yaitu SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca. Harga bahan tertinggi untuk pembuatan beton per m³ adalah SCC normal. Untuk selisih biaya bahan SCC abu bonggol jagung Rp25.336, selisih biaya bahan SCC serbuk kaca Rp14.506, serta selisih biaya bahan SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca Rp39.702, dari biaya bahan SCC normal. Hal ini menunjukkan SCC abu bonggol jagung dan serbuk kaca lebih murah dengan menghemat 3%.

DAFTAR PUSTAKA

European Federation of Specialist Construction Chemicals and Concrete System/EFNARC (2005). Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete.

Jakarta, Asosiasi Semen Indonesia. (2023). *Total kapasitas terpasang industri semen Indonesia pada tahun 2022.* <https://www.neraca.co.id/article/173383/konsolidasi-bumn-semen-semen-indonesia-siap-pacu-bisnis-di-proyek-ikn>

Jakarta, Badan Pusat Statistik. (2022). *Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2021* <https://ekonomi.bisnis.com/read/20211124/99/1469829/kementan-sebut-stok-jagung-diperkuat-sentra-produksi>

Badan Standar Nasional (2013). SNI 2847 (2013) *Persyaratan Beton Struktural.* Jakarta

Paul Nugraha & Antoni, (2007), *Teknologi Beton.* Andi offist: Yogyakarta

Okamura Hajime, Ouchi Masahiro, (2003). *Journal Of Advanced Concrete Technology, Self Compacting Concrete* 1(1), 5-15.

Badan Standar Nasional (2004). SNI 15-2049 2004. *Semen Portland.* Jakarta

Badan Standar Nasional (2002). SNI 03-6820-2002. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen.* Jakarta.

Badan Standar Nasional (2008). SNI 1969:2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.* Jakarta.

Tri Mulyono, (2004). *Teknologi Beton.* Andi offist: Yogyakarta.

Badan Standar Nasional (2014). SNI 2460:2014. *Spesifikasi Abu Terbang Batu Bara Dan Pozzolan Alam Mentah Atau Yang Telah Dikalsinasi Untuk Digunakan Dalam Beton.* Jakarta

Andilolo J, Pranata D, & Paembonan. (2019). *DynamicSainT. Karakterisasi serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen terhadap sifat fisis-mekanis campuran beton*, IV(2), 850-854.

Suhartini Ayu, Srie Gunarti, Hasan Azharie. (2014). *Jurnal Bentang. Pengaruh Bahan Tumbukan Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton*, 2(1), 66-80.

European Federation of Specialist Construction Chemicals and Concrete System/EFNARC (2002). Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete.

Badan Standar Nasional (2011). SNI 1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.* Jakarta.