

Pemanfaatan Limbah Pertanian Abu Bonggol Jagung untuk Meningkatkan Kinerja Beton Self-Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan dan Flowability di Distrik Muara Tami Kota Jayapura

Harsan Ingot Hasudungan*, Dinda Sekar Selni Prawardani

Departemen Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih, Kota Jayapura

[*ingothasudungan.05@gmail.com](mailto:ingothasudungan.05@gmail.com)

Diajukan: 16 Oktober 2025, Revisi: 19 Oktober 2025, Diterima: 31 Oktober 2025

Abstract

This study utilizes corn cob ash as an admixture or partial cement replacement in Self-Compacting Concrete (SCC). The ash produced from burned corn cobs contains silica with pozzolanic potential. This agricultural waste is abundantly generated in the Muara Tami District, Jayapura City, but has not been optimally utilized. The research aims to evaluate the effect of corn cob ash on the compressive strength and flowability of SCC. The mixture proportions used were 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% corn cob ash by cement weight. Tests conducted include slump flow and T500 flowability to assess workability, as well as compressive strength tests at 7 and 28 days. The results indicate that mixtures containing up to 15% ash meet normal SCC criteria, while 20% results in a stiffer mixture. The T500 flowability time of all mixtures ranged from 2.5 to 4.9 seconds, within the normal range. The optimum performance was achieved with 5% corn cob ash, producing compressive strengths of 36.6 MPa at 7 days and 48.9 MPa at 28 days. Excessive ash content (>15%) significantly reduced the compressive strength.

Keywords: Corn Cob Ash, Compressive Strength, Flowability, Self-Compacting Concrete (SCC), Slump Flow.

Abstrak

Penelitian ini memanfaatkan abu bonggol jagung sebagai bahan tambahan (admixture) atau pengganti sebagian semen pada beton Self-Compacting Concrete (SCC). Abu hasil pembakaran bonggol jagung mengandung silika yang berpotensi sebagai bahan pozzolan. Limbah ini banyak dihasilkan di Distrik Muara Tami, Kota Jayapura, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian bertujuan mengevaluasi pengaruh abu bonggol jagung terhadap kuat tekan dan flowability beton SCC. Variasi kadar abu bonggol jagung yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat semen. Pengujian meliputi uji slump flow dan T500 flowability untuk menilai kelecakan beton, serta uji kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa penambahan hingga 15% masih memenuhi kriteria SCC normal, sedangkan campuran 20% bersifat lebih kaku. Waktu sebar (T500) seluruh campuran berada dalam rentang normal 2,5–4,9 detik. Kuat tekan optimum diperoleh pada campuran 5% abu bonggol jagung dengan nilai 36,6 MPa pada umur 7 hari dan 48,9 MPa pada umur 28 hari. Kadar abu di atas 15% menurunkan kuat tekan secara signifikan.

Kata kunci: Abu bonggol jagung, compressive strength, flowability, self-compacting concrete (SCC), slump flow.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur yang terus meningkat di Indonesia, khususnya di wilayah timur seperti Papua, menuntut tersedianya material konstruksi yang efisien, ramah lingkungan, dan berkinerja tinggi. Salah satu material utama yang mendominasi sektor konstruksi adalah beton, yang dikenal memiliki kekuatan tekan tinggi dan ketahanan yang baik terhadap kondisi lingkungan (Neville, 2011; Mehta & Monteiro, 2014). Seiring perkembangan teknologi material, muncul inovasi beton baru seperti *Self-Compacting Concrete* (SCC), yaitu beton yang memiliki kemampuan mengalir dan memadat secara mandiri tanpa bantuan alat pemadat (vibrator). SCC sangat efektif untuk konstruksi dengan struktur yang padat atau bentuk geometri rumit, serta mengurangi kebisingan dan tenaga kerja dalam proses pengecoran. Namun, SCC memiliki kelemahan, yaitu memerlukan kandungan semen dan bahan aditif dalam jumlah besar untuk mencapai workability dan kekuatan yang optimal. Penggunaan semen secara berlebihan tidak hanya meningkatkan biaya produksi, tetapi juga berkontribusi terhadap emisi karbon dioksida (CO₂), yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif pengganti sebagian semen dengan bahan pozzolan alami atau limbah yang memiliki karakteristik serupa. Penggunaan bahan pozzolan alami telah terbukti meningkatkan kekuatan beton dan menurunkan porositasnya (Bouzoubaâ & Lachemi, 2001; Abood & Mahmud, 2010).

Salah satu limbah yang potensial untuk dijadikan bahan tambahan dalam beton adalah abu bonggol jagung. Bonggol jagung merupakan limbah pertanian dari sisa panen jagung yang umumnya dibuang atau dibakar tanpa pemanfaatan yang berarti. Di wilayah Distrik Muara Tami, Kota Jayapura, aktivitas pertanian jagung cukup berkembang, terutama di kalangan petani lokal. Setiap musim panen, dihasilkan limbah bonggol jagung dalam jumlah yang cukup besar. Bonggol jagung yang dibakar akan menghasilkan abu dengan kandungan silika (SiO₂), yang dapat bertindak sebagai bahan pozzolan dan berpotensi memperbaiki sifat mekanik dan kerja beton, terutama dalam jenis SCC.

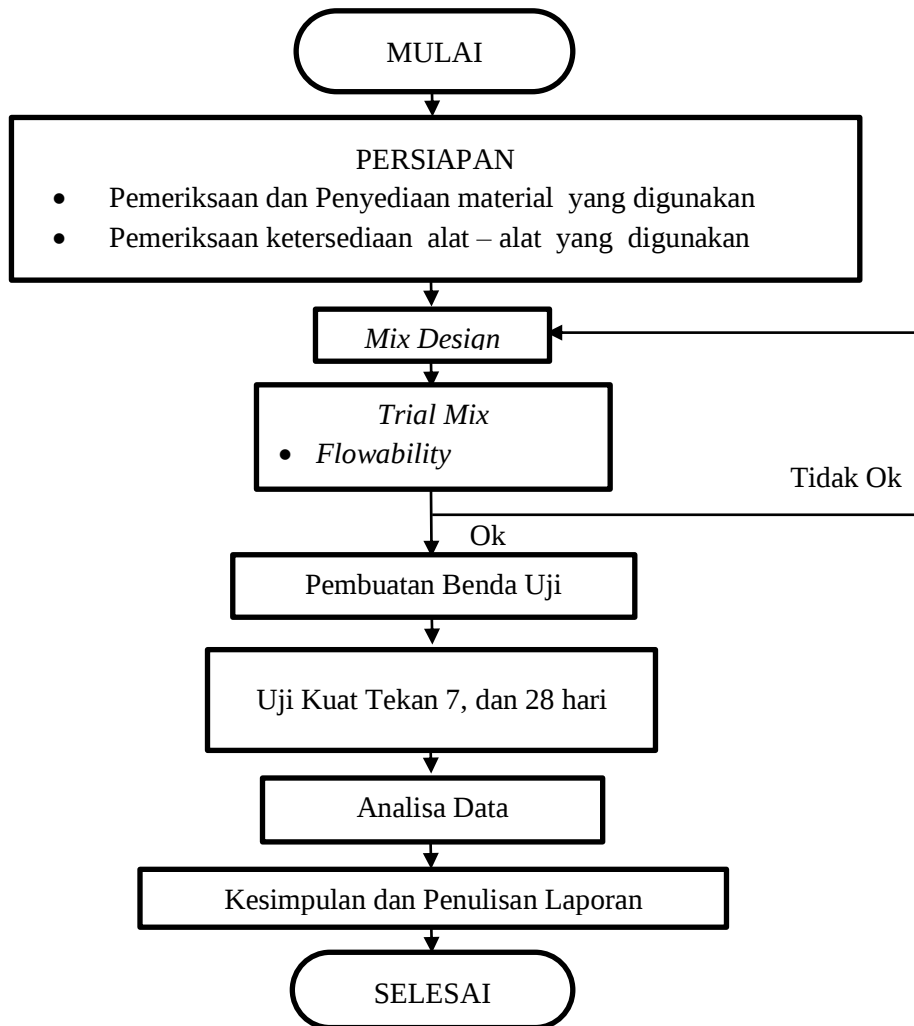
Pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai bahan tambah (admixture) atau pengganti sebagian semen dalam campuran SCC berpotensi memberikan dua manfaat utama: (1) meningkatkan kuat tekan dan *flowability* beton, serta (2) mendukung prinsip *green concrete* yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Rahman & Islam, 2019). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa bahan pozzolan dari limbah organik seperti abu sekam padi atau abu sabut kelapa dapat meningkatkan performa beton dalam hal kekuatan, ketahanan terhadap serangan kimia, dan kemampuan alir.

Dalam konteks lokal, penggunaan abu bonggol jagung juga menjadi solusi terhadap permasalahan lingkungan akibat limbah pertanian. Bonggol jagung yang tidak dimanfaatkan dapat mencemari lingkungan dan berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca jika dibakar secara terbuka. Dengan mengolahnya menjadi abu dan memanfaatkannya dalam campuran beton, kita tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat petani.

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan abu bonggol jagung terhadap kinerja beton SCC, khususnya pada dua aspek utama, yaitu kuat tekan (*compressive strength*) dan *flowability*. Kedua parameter ini merupakan indikator utama dalam mengevaluasi mutu beton SCC. Dengan melakukan penelitian berbasis potensi lokal di Distrik Muara Tami, hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah sekaligus solusi praktis dalam menciptakan konstruksi yang lebih efisien dan berkelanjutan di Papua.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alur penelitian ini menggambarkan proses sistematis dalam pembuatan beton *Self-Compacting Concrete* (SCC) dengan penggunaan abu bonggol jagung terhadap berat semen.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan persiapan peninjauan lokasi pengambilan bahan material abu bonggol jagung di Distrik Muara Tami Kota Jayapura. Kemudian dilakukan pemeriksaan dan penyediaan material yang digunakan serta pemeriksaan ketersediaan alat-alat yang digunakan pada saat pencampuran beton SCC. Kegiatan selanjutnya dilakukan pembuatan mix design beton SCC untuk mengetahui komposisi campuran beton dengan abu bonggol jagung 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat semen. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian trial mix dengan menguji slump flow tes dan flowabiliti beton serta pengaliran T_{500} untuk mengetahui kinerja beton SCC. Kemudian dilakukan pembuatan benda uji sesuai dengan umur rencana beton yaitu 7 hari dan 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan maka beton terlebih dahulu dilakukan perendaman pada bak rendam. Setelah beton sudah kering maka dilakukan pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat *Compression Tes Machine* kemudian hasil dicatat dan dilakukan perhitungan kuat tekan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekan (} f'c \text{)} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana: $f'c$ = kuat tekan (MPa),
 P = Beban tekan (N),
 A = Luas bidang tekan (mm^2)

Penelitian diakhiri setelah seluruh proses analisis data selesai dilakukan, gambar bangun alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

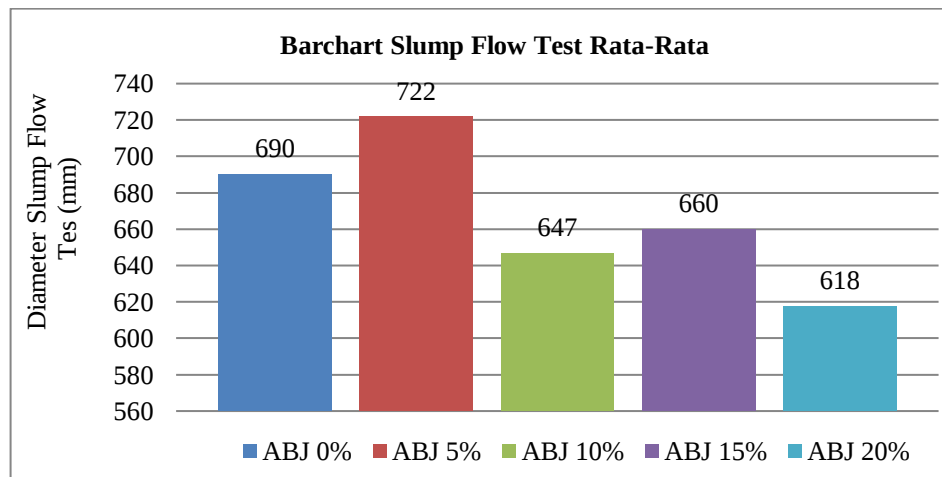
A. Campuran Diameter Slump Flow Rata-Rata

Pengujian slump flow tes SCC dilakukan untuk mengetahui kelecakan (workability) campuran beton SCC. Hasil pengujian slump flow beton SCC dengan variasi penambahan abu bonggol jagung (ABJ).

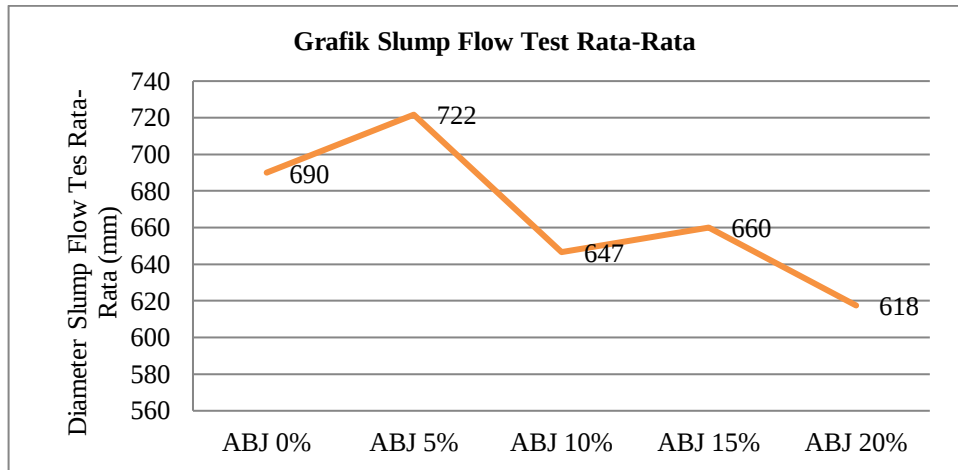
Tabel 1. Diameter Slump Flow Tes Rata-Rata

No	Persentasi ABJ (%)	Diameter Slump Flow Test Rata-Rata (cm)
1	ABJ 0%	690
2	ABJ 5%	722
3	ABJ 10%	647
4	ABJ 15%	660
5	ABJ 20%	618

Sumber: Hasil Pengujian di laboratorium Teknik Sipil Universitas Cenderawasih



Gambar 2. Barchart Diameter Slump Flow Tes Rata-Rata



Gambar 3. Grafik Diameter Slump Flow Tes Rata-Rata

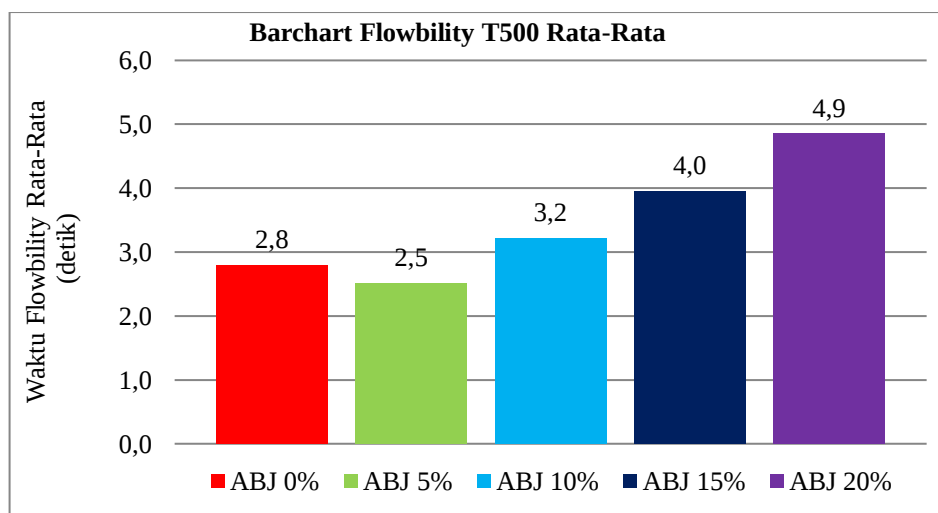
Hasil pengujian slump folw tes rata-rata diperoleh hasil slum flow campuran ABJ 0%, ABJ5%, ABJ10% dan ABJ15% masuk dalam kategori beton SCC normal sementara campuran ABJ20% tergolong dalam campuran beton SCC agak kaku dan tidak ideal untuk beton SCC.

B. Flowability T500 Test (EFNARC-2005)

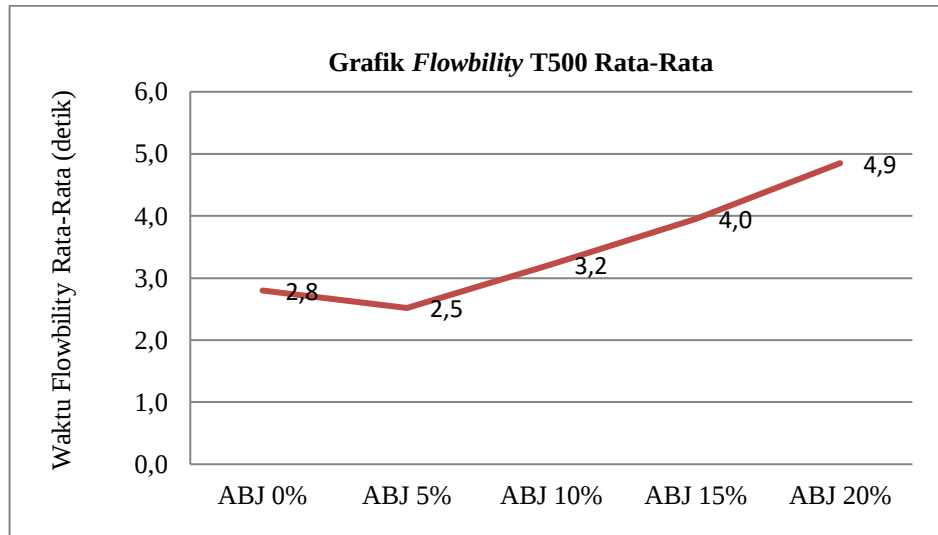
Tabel 2. Flowability T₅₀₀ Rata-Rata

No	Persentasi ABJ (%)	Waktu Flowability T ₅₀₀ Rata-Rata (detik)
1	ABJ 0%	2,8
2	ABJ 5%	2,5
3	ABJ 10%	3,2
4	ABJ 15%	4,0
5	ABJ 20%	4,9

Sumber: Hasil Pengujian di laboratorium Teknik Sipil Universitas Cenderawasih



Gambar 4. Barchart Flowability T₅₀₀ Rata-Rata

Gambar 5. Grafik Flowbility T₅₀₀ Rata-Rata

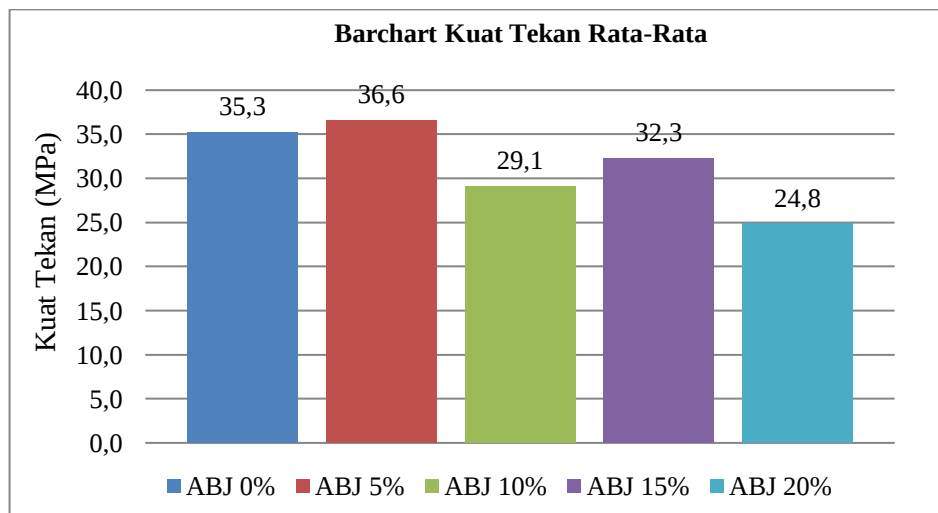
Berdasarkan campuran ABJ rata-rata diperoleh waktu untuk adukan beton SCC untuk menyebar hingga diameter T₅₀₀ mm dalam pengujian slum flow sebesar 2,5 detik sampai 4,9 detik hal ini menunjukkan bahwa Semua campuran ABJ 0%, 10%, 10%, 15% dan 20% tergolong normal dan ideal untuk beton SCC.

C. Kuat Tekan Umur 7 Hari

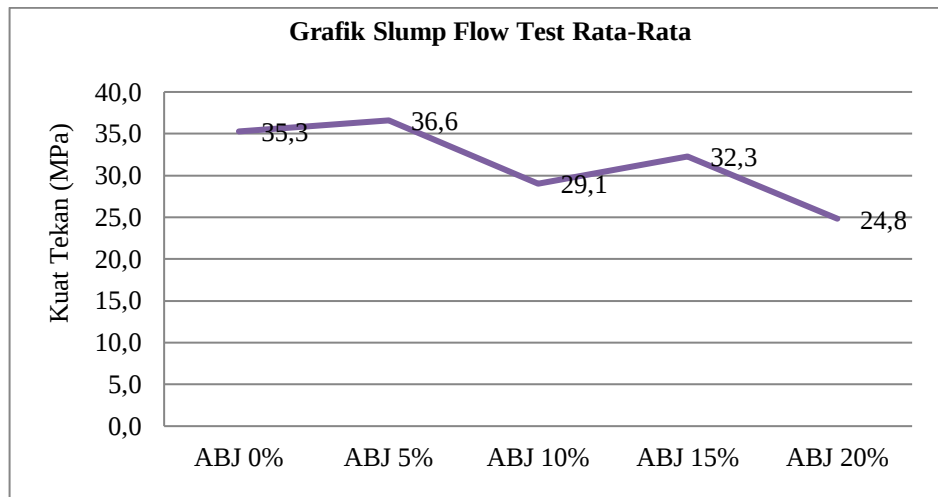
Tabel 3. Kuat tekan rata-rata umur 7 hari

No	Persentasi ABJ (%)	Kuat Tekan Rata-Rata umur 7 hari (MPa)
1	ABJ 0%	35,3
2	ABJ 5%	36,6
3	ABJ 10%	29,1
4	ABJ 15%	32,3
5	ABJ 20%	24,8

Sumber: Hasil Pengujian di laboratorium Teknik Sipil Universitas Cenderawasih



Gambar 6. Barchart kuat tekan rata-rata



Gambar 7. Grafik kuat tekan rata-rata

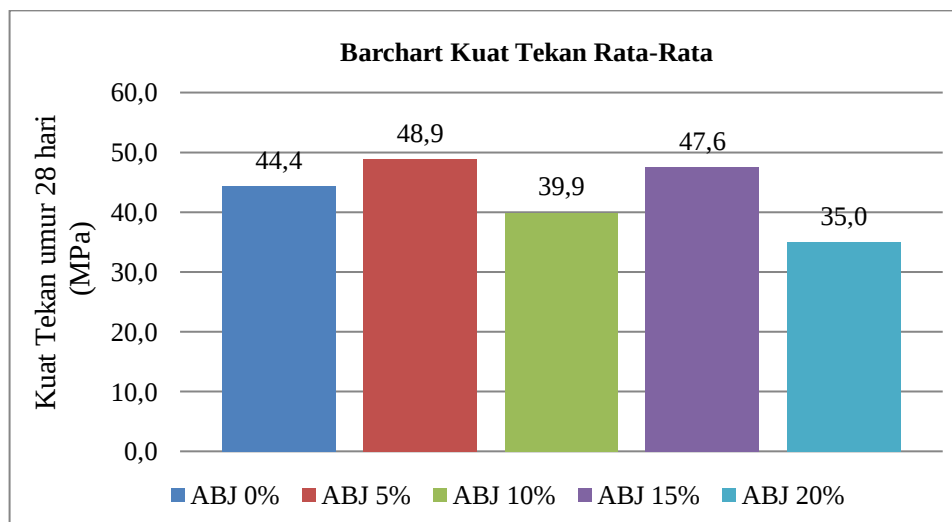
Berdasarkan kuat tekan rata-rata campuran ABJ 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% diperoleh hasil kuat tekan terendah pada umur 7 hari yaitu campuran ABJ20% sebesar 24,8 MPa dan kuat tekan paling tinggi umur 7 hari yaitu campuran ABJ5% sebesar 36,6 MPa sehingga capuran ABJ 5% paling bisa digunakan pada struktur beton SCC kerana memiliki kuat tekan paling maksimum di umur 7 hari.

D. Kuat Tekan Umur 28 Hari

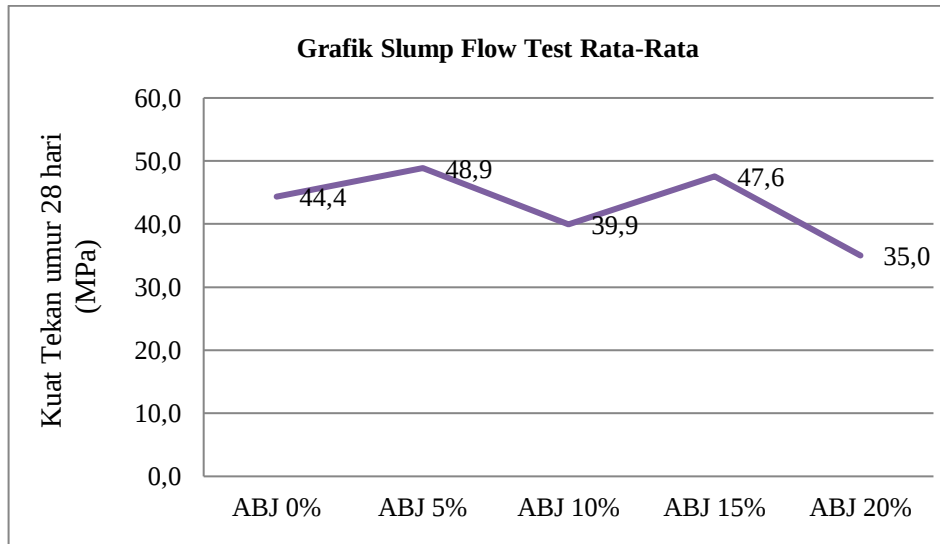
Tabel 4. Kuat tekan rata-rata umur 28 hari

No	Persentasi ABJ (%)	Kuat Tekan umur Rata-Rata 28 hari (MPa)
1	ABJ 0%	44,4
2	ABJ 5%	48,9
3	ABJ 10%	39,9
4	ABJ 15%	47,6
5	ABJ 20%	35,0

Sumber: Hasil Pengujian di laboratorium Teknik Sipil Universitas Cenderawasih



Gambar 8. Barchart kuat tekan rata-rata



Gambar 9. Grafik kuat tekan rata-rata

Berdasarkan kuat tekan rata-rata campuran ABJ 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% diperoleh hasil kuat tekan terendah pada umur 28 hari yaitu campuran ABJ20% sebesar 35 MPa dan kuat tekan paling tinggi umur 7 hari yaitu campuran ABJ5% sebesar 48,9 MPa sehingga campuran ABJ 5% paling bisa digunakan pada struktur beton SCC karena memiliki kuat tekan paling maksimum di umur 28 hari.

Peningkatan kuat tekan pada kadar abu bonggol jagung 5% kemungkinan disebabkan oleh efek pengisian partikel halus dan reaksi pozzolanik, sebagaimana dijelaskan oleh Mehta & Monteiro (2014) dan Bouzoubaâ & Lachemi (2001).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa campuran beton SCC dengan penambahan abu batang jagung (ABJ) hingga 15% masih tergolong dalam kategori beton SCC normal berdasarkan uji slump flow, sedangkan campuran ABJ 20% menunjukkan sifat agak kaku dan kurang ideal untuk digunakan sebagai beton SCC. Uji flowability T500 menunjukkan bahwa semua campuran, dari ABJ 0% hingga ABJ 20%, memiliki waktu sebar yang masih dalam rentang normal, yaitu antara 2,5 hingga 4,9 detik, sehingga memenuhi kriteria flowability beton SCC. Dari segi kuat tekan, campuran ABJ 5% memberikan hasil terbaik, yaitu sebesar 36,6 MPa pada umur 7 hari dan 48,9 MPa pada umur 28 hari, menjadikannya campuran yang paling direkomendasikan untuk digunakan pada struktur beton SCC. Sebaliknya, campuran ABJ 20% menunjukkan penurunan kuat tekan yang signifikan, sehingga kurang sesuai untuk aplikasi struktural.

5. UCAPAN DAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah terlibat selama penelitian ini dilakukan. Sejak awal mulai penelitian sampai jurnal ini siap untuk dipublish:

1. Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih sebagai pemberi dana hibah penelitian, dengan Nota Tugas **Nomor: 2190/UN20.1.6/PG/2025**, dengan masa penelitian 14 Juli 2025-14 Oktober 2025.
2. Program Studi Teknik Sipil Universitas Cenderawasih, yang telah mendukung penulis untuk melakukan penelitian
3. Laboratorium Teknik Sipil Universitas Cenderawasih, sebagai sarana yang menunjang

seluruh proses penelitian, dari awal sampai benda uji berhasil dibuat

4. Ibu Dinda Sekar Selni Prawardani sebagai penulis kedua yang membantu dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abood Habeeb, G., & Mahmud, H. (2010). Study on properties of rice husk ash and its use as cement replacement material. *Materials Research*, 13(2), 185–190.
- Bakri. (2009). Komponen kimia dan fisik abu sekam padi sebagai SCM untuk pembuatan komposit semen. *Perennial*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.24259/perennial.v5i1.184>
- Bouzoubaâ, N., & Lachemi, M. (2001). Self-compacting concrete incorporating high volumes of class F fly ash: Preliminary results. *Cement and Concrete Research*, 31(3), 413–420.
- Dewan Standar Nasional. (1996). SNI 03-0691-1996: Bata beton (paving block).
- Djamaluddin, A. R., et al. (2020). Evaluation of sustainable concrete paving blocks incorporating processed waste tea ash. *Case Studies in Construction Materials*, 12, 7–11.
- EFNARC. (2002). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification, Production and Use*.
- Guan, Y., et al. (2018). Flexural properties of ECC-concrete composite beam. *Advances in Civil Engineering*, 2018, Article ID 3138759.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self-compacting concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 1(1), 5–15.
- Rahman, M. M., & Islam, M. S. (2019). Effect of agricultural waste ashes on properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 202, 574–584.