



## Peningkatan Workability Pasta Beton Modifikasi Dengan Pemanfaatan Abu Sekam Padi Menggunakan *Superplasticizer*

<sup>1</sup>Rama Putra Nugraha, <sup>2</sup>Zendy Bima Mahardana, <sup>3</sup>Sigit Winarto

<sup>1,2,3</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri, Kediri, Jawa Timur, Indonesia

\*Corresponding author: [zmahardana@unik-kediri.ac.id](mailto:zmahardana@unik-kediri.ac.id)

### Abstract

Infrastructure development in Indonesia is the main focus of the government, especially in the construction sector with toll road projects, airports, high-speed rail lines, and smart cities in the new capital city. Concrete is becoming the main material in infrastructure because of its high compressive strength and relatively low cost. Aggregates, especially natural and artificial, play a key role in concrete structures. The growth in demand for natural aggregates has an impact on environmental damage due to mining. Innovations using rice husk ash instead of natural aggregates emerged as an environmentally friendly solution. However, it is necessary to optimize the mix design and handle workability reduction with superplasticizers. This study aims to explore the potential use of rice husk ash as a substitute for natural aggregates in infrastructure construction concrete in Indonesia, focusing on optimizing mix design using various percentages of superplasticizers to achieve optimal workability. The method used in this study was experimentally conducted at the Civil Engineering Laboratory of Kadiri University. The percentage of superplasticizers used is 0%, 0.52%, 0.54%, 0.56%, 0.58% of the total cement use. Concrete workability testing includes Flowability, Passingability, and Viscosity. It is known that a mixture of 0.54% SCCRHA shows the most optimal performance. The Flowability test shows a Slump Flow runoff value of 77.5 cm (SF3 category), while the J-Ring test shows a runoff of 75 cm with a blocking value of 2.5 cm classified as No Blocking. The Viscosity test showed T-500 and V-Funnel times of 1.8 seconds and 2.18 seconds, respectively, with VF1 and VS1 (good filling) classifications. The results showed that this mixture achieved the most effective design with a compressive strength of 25.17 MPa, showing an increase of 13% compared to the plan mix. This research provides practical guidance for the construction industry in adopting sustainable solutions by utilizing rice husk ash, potentially improving construction efficiency and reducing negative impacts on the environment.

*Keywords: concrete, compressive strength, rice husk ash, superplasticizer, workability*

### Abstrak

Pembangunan infrastruktur di Indonesia menjadi fokus utama pemerintah, terutama dalam sektor konstruksi dengan proyek jalan tol, bandara, jalur kereta cepat, dan smart city di ibu kota baru. Beton menjadi bahan utama dalam infrastruktur karena kekuatan tekan yang tinggi dan biaya yang relatif murah. Agregat, terutama alami dan buatan, memainkan peran kunci dalam struktur beton. Pertumbuhan permintaan agregat alami berdampak pada kerusakan lingkungan akibat pertambangan. Inovasi menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti agregat alami muncul sebagai solusi ramah lingkungan. Namun, perlu optimalisasi mix design dan penanganan penurunan workability dengan superplasticizer. Penelitian ini bertujuan menggali potensi penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti agregat alami dalam beton konstruksi infrastruktur di Indonesia, dengan fokus pada optimalisasi mix design menggunakan berbagai persentase superplasticizer untuk mencapai workability optimal. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah secara experimental yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Persentase superplasticizer yang digunakan yaitu 0%, 0,52%, 0,54%, 0,56%, 0,58% dari total penggunaan semen. Pengujian workability beton meliputi Flowability, Passingability, dan Viscosity. Diketahui bahwa campuran SCCRHA 0,54% menunjukkan kinerja paling optimal. Uji Flowability menunjukkan nilai limpasan Slump Flow sebesar 77,5 cm (kategori SF3), sementara J-Ring test menunjukkan limpasan 75 cm dengan nilai blocking 2,5 cm tergolong No Blocking. Uji Viscosity menunjukkan waktu T-500 dan V-Funnel masing-masing 1,8 detik dan 2,18 detik, dengan klasifikasi VF1 dan VS1 (good filling). Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ini mencapai desain paling efektif dengan kuat tekan 25,17 MPa, menunjukkan peningkatan 13% dibandingkan dengan campuran rencana. Penelitian ini memberikan panduan praktis bagi industri konstruksi dalam mengadopsi solusi

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

berkelanjutan dengan memanfaatkan abu sekam padi, potensial meningkatkan efisiensi konstruksi dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Kata kunci: abu sekam padi, beton, kuat tekan, superplasticizer, workability

## 1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur di Indonesia menjadi prioritas utama dalam beberapa tahun terakhir [1]. Salah satunya pada sektor konstruksi dengan melakukan pembangunan jalan tol, bandara, jalur kereta cepat dan *smart city* di ibu kota baru. Hal tersebut mendorong pemerintah untuk meningkatkan konektivitas, pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kualitas hidup Masyarakat [2]. Dalam pelaksanaan konstruksinya, beton banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur, karena kuat tekan yang unggul dan biaya pembuatan yang murah [3]. Pengaplikasian beton pada konstruksi biasanya digunakan sebagai struktur Gedung, jalan dan jembatan [4].

Beton adalah material komposit yang terdiri dari agregat dan pengikat [5]. Agregat menempati 70% dalam volume beton, sehingga kelayakan sebuah agregat akan berpengaruh pada mutu beton [6]. Agregat pada beton meliputi material alami dan buatan [7]. Agregat alami yang digunakan saat pembuatan beton dapat terbentuk karena adanya aliran air dan degradasi yang biasa disebut pasir [8]. Agregat buatan yang dimaksud pada pembuatan beton berasal dari pemecahan batu dengan alat *stone crusher* yang biasa di sebut batu pecah [9]. Pengikat yang digunakan pada beton adalah semen [10]. Bahan penyusun semen terdiri dari campuran bahan mineral kapur dan pasir silika yang dihaluskan [11].

Dalam perkembangan zaman pembuatan beton semakin meningkat yang mengakibatkan kebutuhan agregat alami juga terus meningkat [12]. Peningkatan permintaan agregat alami berdampak pada kerusakan lingkungan karena aktivitas pertambangan agregat alami [13]. Penambangan pasir di sungai dan penambangan batu kapur mengakibatkan terjadinya erosi, abrasi dan longsor [14][15]. Untuk mengurangi permintaan agregat alami dikembangkan inovasi beton menggunakan bahan dari sisa pertanian yaitu abu sekam padi [16]. Sekam padi yang dibakar selama 2 jam pada suhu 500 – 700 °C memiliki kandungan silika yang tinggi [17]. Abu sekam padi dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus alami yang berperan mengisi rongga pada beton sehingga menjadikan beton lebih padat dan meningkatkan kuat tekan [18]. Di sisi lain, sekam padi memiliki daya serap tinggi, sehingga mengakibatkan *workability* beton menurun [19]. *Workability* adalah kemampuan beton untuk mengalir, dipadatkan, dan berkinerja baik selama proses pengerjaan [20]. Penurunan *workability* beton dapat dikontrol dengan menggunakan *superplasticizer* [21]. Pada penelitian terdahulu dengan 10% abu sekam padi sebagai pengganti agregat halus menunjukkan kuat tekan dapat mencapai rencana sebesar 20 MPa tetapi *workability* cenderung menurun [22]. Disisi lain penelitian dengan kadar 10% abu sekam padi dari berat pasir menyatakan kuat tekan dapat mencapai

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

---

rencana, akan tetapi workability menurun seiring penambahan persentase abu sekam padi [23]. Adapun peneliti terdahulu dengan penambahan abu sekam padi dengan persentase 10 %, kuat tekan dapat meningkat 12 % dan workability dapat meningkat tetapi tidak signifikan [24]. Namun, optimasi penggunaan *superplasticizer*, analisis rongga pada beton dan analisis penurunan workability tidak dilakukan pada penelitian terdahulu.

Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui perilaku beton modifikasi dengan abu sekam padi dan mix design modifikasi dengan abu sekam padi yang optimal. Dengan adanya penelitian ini memberikan manfaat terhadap pengembangan material konstruksi yang ramah lingkungan dengan pemanfaatan abu sekam padi sebagai pengganti agregat halus pada beton dengan workability yang tinggi. Dengan harapan abu sekam padi dapat

menjadi pilihan untuk bahan penyusun beton dimana dalam workability tinggi yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi penggunaan agregat alami untuk mendukung konstruksi berkelanjutan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk pada kategori penelitian eksperimental, yang artinya metode penyelesaiannya melibatkan serangkaian uji coba yang dilakukan di dalam laboratorium. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri dengan variabel yang digunakan yaitu 10% abu sekam padi untuk pengganti pasir sebagai variabel terikat dan *superplasticizer* MasterGlenium ACE 8595 sebagai variabel bebas. Sample yang digunakan sebanyak 3 buah untuk masing masing variasi *superplasticizer* yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Mix design /sampel

SAMPEL	AK (gr)	AH (gr)	PC (gr)	W (gr)	RHA (gr)	SPZ (gr)
RHA	6162,43	3697,46	2734,72	1484,47	410,83	-
SCCRHA MG 0,52%	6162,43	3697,46	2720,43	1484,47	410,83	14,29
SCCRHA MG 0,54%	6162,43	3697,46	2719,88	1484,47	410,83	14,84
SCCRHA MG 0,56 %	6162,43	3697,46	2719,33	1484,47	410,83	15,39
SCCRHA MG 0,58 %	6162,43	3697,46	2718,78	1484,47	410,83	15,94

Pada Tabel 1 menyajikan mix design dari setiap benda uji yang mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan mutu yang direncanakan sebesar 21,7 MPa. Penelitian ini menguji workability yang terjadi pada pasta beton yang dilakukan sesuai *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* dengan berbagai pengujian sebagai berikut.

### 2.1 Flowability

Pengujian *Flowability* dilakukan menggunakan kerucut abram dan meja sebar. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat aliran pasta beton yang ditampilkan pada Tabel 2.

### 2.2 Passingability

Pengujian *Passingability* menggunakan *J-Ring* dan meja sebar. Pengujian dengan *J-Ring* tester dilakukan untuk mengetahui kemampuan

## Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

pasta beton melewati hambatan sehingga akan diketahui nilai hambatan yang terjadi dengan klasifikasi seperti Tabel 3.

Tabel 1. Klasifikasi Slump Flow

Class	Slump-flow (mm)	Kriteria
SF 1	550 – 650	Beton tidak bertulang atau bertulang ringan (pelat rumah, lapisan terowongan, tiang pancang, pondasi dalam).
SF 2	660 – 750	Beton aplikasi normal (dinding, kolom, balok).
SF 3	760 – 850	Beton yang digunakan untuk aplikasi tingkat tinggi dengan perkuatan struktur berat, struktur dengan bentuk kompleks, atau untuk pengisian dari bawah bekisting.

Tabel 2. Klasifikasi Blocking

Selisih Slump flow dan <i>J-Ring</i> (mm)	Blocking
0 – 25	Tidak ada pemblokiran yang terlihat
25 – 50	Terjadi pemblokiran
>50	Terjadi pemblokiran ekstrem

### 2.3 Viscosity

Pengujian *Viscosity* dengan alat T-500 dan *V-Funnel*. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui tingkat kekentalan pasta beton yang diklasifikasikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Klasifikasi Viscosity

Class	T-500 (s)	<i>V-Funnel</i> (s)	Kriteria
VF 1 / VS 1	≤2	≤8	Baik
VF 2 / VS 2	>2	9 – 25	Cukup Baik

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah melewati masa curing 28 hari sebagai validasi rencana mutu beton yang telah dibuat. Hasil penelitian ini akan dianalisis secara kuantitatif deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Flowability

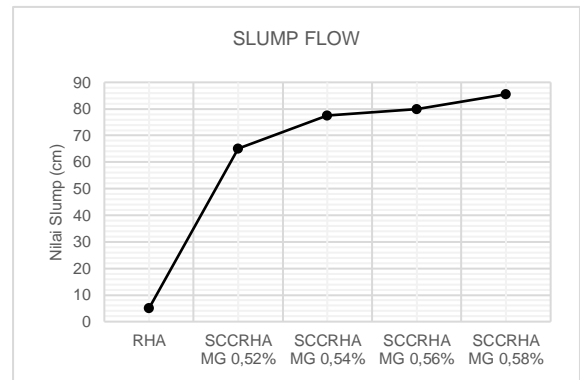
Pengujian *Flowability* dengan mengukur diameter yang terjadi pada saat pengujian. Hasil pengujian disajikan pada gambar 1,2 dan Tabel 5 sebagai berikut.



Gambar 1. Hasil Uji Slump Flow

Tabel 4. Hasil Uji Slump Flow

Benda Uji	Slump (cm)	<i>Slump Flow</i> (cm)	Ket
RHA	5	-	-
SCCRHA MG 0,52%	-	65	SF1
SCCRHA MG 0,54%	-	77,5	SF1
SCCRHA MG 0,56%	-	80	SF3
SCCRHA MG 0,58%	-	85,5	SF3



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Slump Flow

Pada pengujian *Flowability* dengan menggunakan *Slump Flow* pasta beton yang dimodifikasi dengan *Rice Husk Ash* (RHA), pasta beton RHA memiliki aliran (*slump*) sebesar 5 cm. Ketika ditambahkan *MasterGlenium ACE 8595* sebanyak 0,52% dan

### Informasi Artikel

0,54%, *Slump Flow* berturut-turut mencapai 65 cm dan 77,5 cm, yang masuk dalam kategori SF1. Ketika konsentrasi MasterGlenium ACE 8595 mencapai 56%, *Slump Flow* mengalami peningkatan menjadi 80 cm dan masuk dalam kategori SF3. Peningkatan yang lebih signifikan terlihat pada konsentrasi tertinggi, yaitu SCCRHA MG 58%, di mana *Slump Flow* mencapai 85,5 cm, juga termasuk dalam kategori SF3.

### 3.2 Passingability

Pengujian kemampuan melewati tulangan dilakukan dengan mengukur diameter yang terjadi setelah proses pengujian menggunakan *J-Ring*. Hasil dari pengujian ini diperlihatkan pada Gambar 3, Gambar 4 dan Tabel 6 seperti berikut.



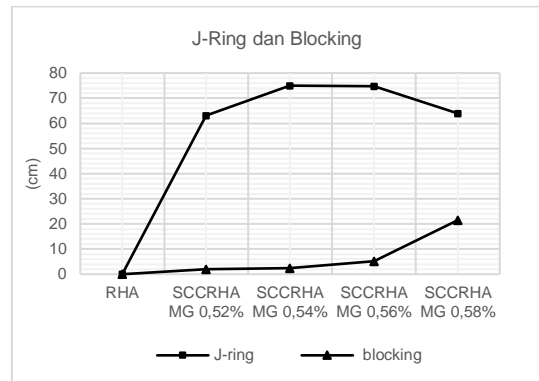
Gambar 3. Hasil Uji *J-Ring*

Tabel 5. Hasil Uji *J-Ring*

Benda Uji	<i>J-Ring</i> (cm)	<i>Blocking</i> (cm)	Ket
RHA	-	-	-
SCCRHA MG 0,52%	63	2	No Block
SCCRHA MG 0,54%	75	2,5	No Block
SCCRHA MG 0,56%	74,8	5,2	Extrem
SCCRHA MG 0,58%	64	21,5	Extrem

Dalam pengujian *Passingability* menggunakan *J-Ring* tester pada berbagai campuran beton

yang mengandung *superplasticizer*, hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran beton RHA tidak berhasil melewati uji *J-Ring*.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji *J-Ring* dan *Blocking*

Namun, pada campuran dengan SCCRHA MG 0,52%, diperoleh nilai *J-Ring* sebesar 63 cm dan nilai *blocking* sebesar 2 cm, yang menunjukkan bahwa nilai *blocking* terkategori sebagai *No Block*. SCCRHA MG 0,54% menunjukkan hasil *J-Ring* sebesar 75 cm, dengan nilai *blocking* 2,5 cm yang masih tergolong sebagai *No Block*. Akan tetapi, pada konsentrasi SCCRHA MG 56%, terjadi penurunan performa dengan nilai *J-Ring* mencapai 74,8 cm dan nilai *blocking* mencapai 5,2 cm, menandakan bahwa nilai *blocking* tergolong sebagai *Extrem Block*. Pada konsentrasi tertinggi, yaitu SCCRHA MG 58%, ditemukan nilai *J-Ring* sebesar 64 cm dan nilai *blocking* mencapai 21,5 cm, sehingga nilai *blocking* juga terkategori sebagai *Extrem Block*.

### 3.3 Viscosity

Pengujian kekentalan campuran dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan pasta beton untuk mencapai diameter 50 cm (T-500) dan meninggalkan ruang uji (*V-Funnel*). Hasil dari pengujian ini diperlihatkan pada Gambar 5,

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

Gambar 6, Gambar 7 dan Tabel 7 seperti berikut.



Gambar 5. Hasil Uji T-500



Gambar 6. Pengujian V-Funnel

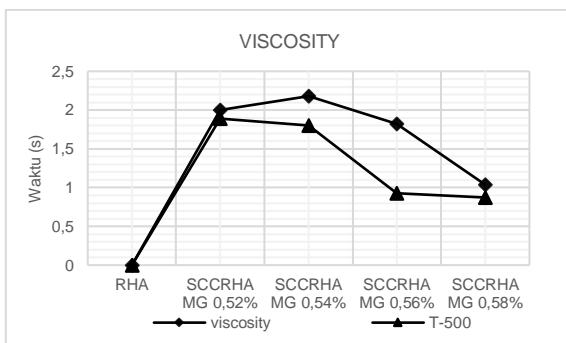
Tabel 6. Hasil Uji Viscosity

Benda Uji	T-500 (s)	Viscosity (s)	Ket
RHA	-	-	-
SCCRHA MG 0,52%	1,89	2	VF1/VS1
SCCRHA MG 0,54%	1,8	2,18	VF1/VS1
SCCRHA MG 0,56%	0,93	1,82	VF1/VS1
SCCRHA MG 0,58%	0,87	1,04	VF1/VS1

Dalam hasil pengujian viskositas menggunakan T-500 dan V-Funnel pada berbagai komposisi campuran beton, ditemukan bahwa campuran beton yang mengandung RHA tidak mampu mencapai diameter 50 cm. Namun, pada campuran SCCRHA MG 0,52%, T-500 mencapai diameter 50 cm dalam waktu 1,80 detik, dan uji V-Funnel mendapat waktu 2 detik, masuk dalam kategori VF1/VS1. Pada campuran SCCRHA MG 0,54%, T500 membutuhkan waktu 1,8 detik untuk mencapai diameter 50 cm, dan uji V-Funnel memperlihatkan waktu sekitar 2,18 detik, yang tetap tergolong dalam kategori VF1/VS1. Sedangkan pada campuran SCCRHA MG 56%, T-500 berhasil mencapai diameter 50 cm hanya dalam waktu 0,93 detik, dan uji V-Funnel memerlukan waktu 1,82 detik, yang juga tetap terkategori sebagai VF1/VS1. Pada campuran SCCRHA MG 58%, T-500 mencapai diameter 50 cm dalam waktu 0,87 detik, dan uji V-Funnel mendapatkan waktu sekitar 1,04 detik, yang juga termasuk dalam kategori VF1/VS1.

### 3.4 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan sebagai validasi mutu beton yang telah di rencanakan pada umur 28 hari. Berikut analisis kuat tekan paling optimal pada setiap sample beton menuju keruntuhan.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji T-500 dan V-Funnel

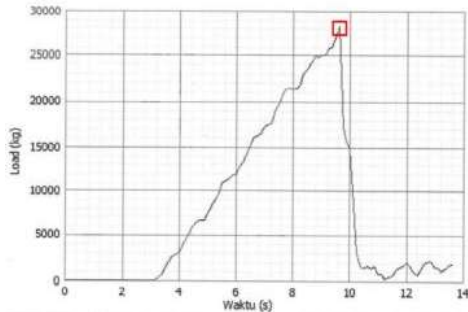


Gambar 8. Grafik Kuat Tekan Sample RHA

### Informasi Artikel

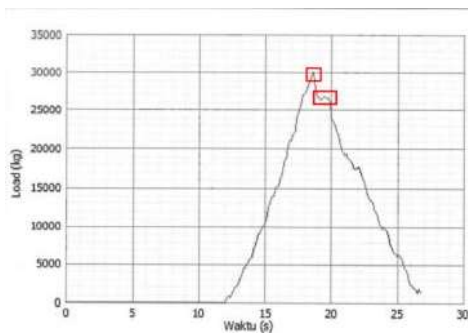
Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

Pada Gambar 8 menunjukkan grafik kuat tekan pada detik 11 beton mengalami beban maksimum yaitu 26499 kg, namun pada detik 11,8 mengalami penurunan kuat tekan tetapi masih dapat menahan beban sebesar hingga 24000 kg pada detik 12,2 dan mengalami keruntuhan pada detik selanjutnya.



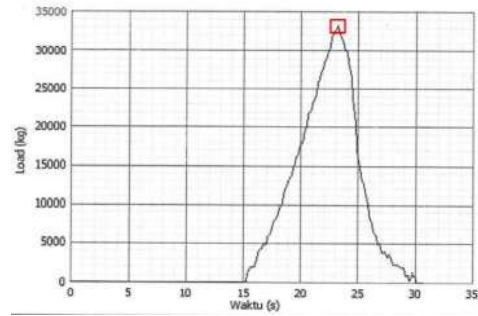
Gambar 9. Grafik Kuat Tekan Sample SCCRHA MG 0,52%

Pada Gambar 9 menunjukkan grafik kuat tekan hingga detik 9,8 beton mengalami kuat tekan dengan beban maksimal sebesar 28212 kg dan setelahnya mengalami keruntuhan.



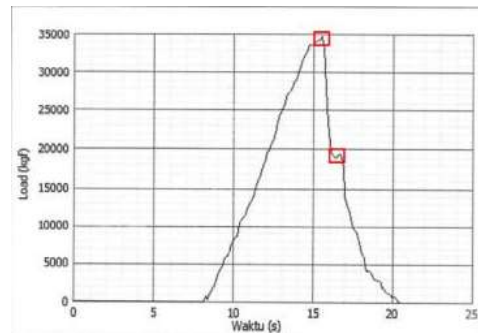
Gambar 10. Grafik Kuat Tekan Sample SCCRHA MG 0,54%

Pada Gambar 10 menunjukkan grafik kuat tekan hingga detik 18 benda uji mengalami retak dengan beban maksimum yang dapat ditahan adalah sebesar 30031 kg, namun benda uji tidak mengalami keruntuhan langsung pada detik 19 benda uji masih dapat bertahan dengan beban 27000 kg dan setelahnya mengalami keruntuhan.



Gambar 11. Grafik Kuat Tekan Sample SCCRHA MG 0,56%

Pada Gambar 11 menunjukkan grafik kuat tekan dari detik 15-23 benda uji mampu menahan beban maksimum sebesar 33194 kg, kemudian benda uji mengalami keruntuhan secara langsung.



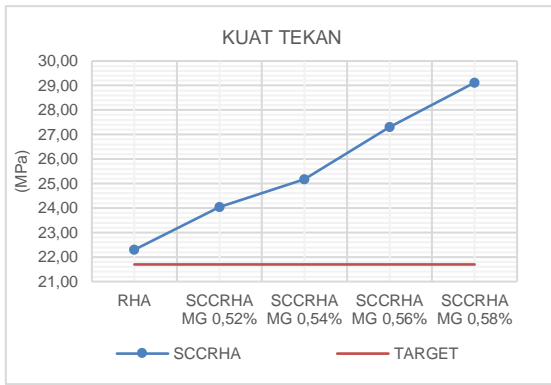
Gambar 12. Grafik Kuat Tekan Sample SCCRHA MG 0,58%

Pada Gambar 12 menunjukkan grafik kuat tekan dari detik 7-16 benda uji mampu menahan beban maksimum sebesar 34691 kg, kemudian benda uji mengalami keruntuhan. Kemudian pada detik 17 benda uji masih dapat menahan beban 19000 kg dan setelahnya benda uji telah kehilangan kuat tekan. Analisa rata-rata kuat tekan disajikan pada Gambar 13.

Gambar 13 memberikan informasi tentang hasil uji kuat tekan rata-rata untuk 5 sampel yang berbeda. Sampel RHA, menunjukkan kuat tekan rata-rata sebesar 22,30 MPa. Selanjutnya, empat sampel lainnya adalah

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024



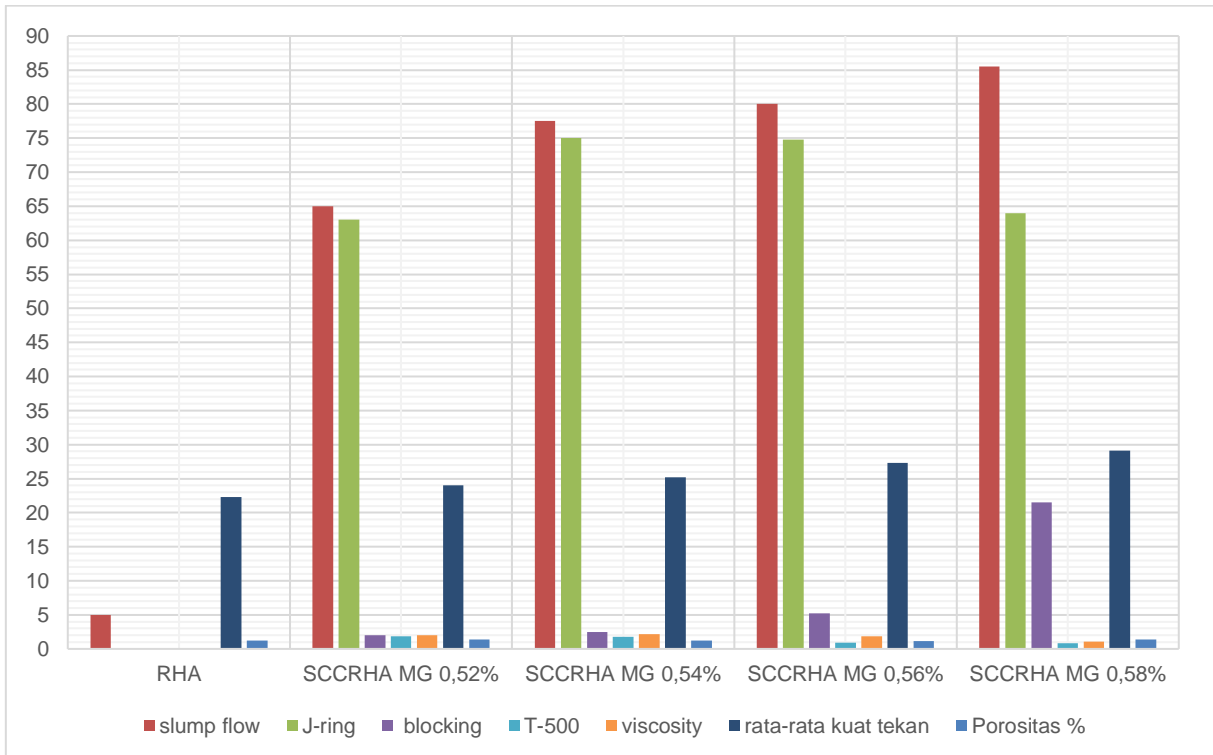
Gambar 13. Grafik Rata-Rata Kuat Tekan

Gambar 13 memberikan informasi tentang hasil uji kuat tekan rata-rata untuk 5 sampel yang berbeda. Sampel RHA, menunjukkan kuat tekan rata-rata sebesar 22,30 MPa. Selanjutnya, empat sampel lainnya adalah

variasi dari SCCRHA MG dengan peningkatan kadar *superplasticizer* menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata meningkat seiring dengan bertambahnya kadar MasterGlenium ACE 8595 dari 24,05 MPa menjadi 29,12 MPa untuk kadar MasterGlenium ACE 8595 0,52% hingga 0,58%. Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan *superplasticizer* berkontribusi positif pada kuat tekan.

### 3.5 Diskusi

Dari hasil penelitian didapat data pengujian workability, kuat tekan dan porositas pada beton yang disajikan berupa grafik batang pada Gambar 14.



Gambar 14. Rekap Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil uji pada Gambar 14, terlihat bahwa penambahan *superplasticizer* pada pasta beton berhasil meningkatkan kemudahan pengerjaannya. Pada campuran SCCRHA MG 0,54%, terdapat peningkatan workability yang optimal dengan nilai slump flow mencapai 77,5

cm yang dikategorikan sebagai SF 3. Selain itu, nilai *blocking* sebesar 2,5 cm diklasifikasikan sebagai *No Blocking*, dan *viscositas* memiliki nilai sebesar 1,8 detik untuk T-500 dan 2,18 detik untuk *V-Funnel*, yang tergolong pada kategori VF1/VS1. Penelitian sebelumnya

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024



menunjukkan bahwa *workability* beton cenderung menurun seiring dengan peningkatan persentase abu sekam padi [22]. Namun, dalam penelitian ini, penambahan *superplasticizer* berhasil meningkatkan *workability* pasta beton. Selain itu, kekuatan tekan beton juga mengalami peningkatan signifikan, yaitu sebesar 13% dari kekuatan tekan rencana pada campuran SCCRHA MG 0,54% dan bahkan mencapai 25% pada campuran SCCRHA MG 0,58%. Dalam penelitian sebelumnya, kekuatan tekan beton yang dimodifikasi dengan menggunakan abu sekam padi hanya dapat meningkat sebesar 12% [24].

#### 4. Kesimpulan

Pengujian pasta beton dengan *superplasticizer* menunjukkan peningkatan signifikan pada *workability*, terutama pada campuran SCCRHA MG 0,54%, yang menghasilkan nilai slump flow optimal 77,5 cm dan dikategorikan sebagai SF3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *superplasticizer* dapat meningkatkan performa pasta beton. Selain itu, penambahan *superplasticizer* juga memberikan kontribusi positif terhadap kekuatan tekan beton, dengan peningkatan sebesar 13% pada campuran SCCRHA MG 0,54% dan bahkan hingga 25% pada campuran SCCRHA MG 0,58%. Temuan ini memiliki potensi besar untuk memajukan teknologi formulasi beton, menciptakan formulasi yang lebih efisien dan unggul dalam aplikasi konstruksi berkelanjutan.

#### Daftar Rujukan

- [1] E. P. Lahu, "Dampak Investasi Infrastruktur Di Sulawesi Selatan Terhadap Struktur Ekonomi Wilayah Di Indonesia," 2021, doi: 10.14710/jdep.4.1.51-63.
- [2] A. Firda, R. Permatasari, and I. S. Fuad, "Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan," 2021, doi: 10.31851/deformasi.v6i1.5423.
- [3] M. A. Sultan, N. None, I. Imran, and R. Sakti, "Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bottom Ash Pada Pembuatan Bata Semen," 2019, doi: 10.21776/ub.rekayasasipil.2019.013.01.9.
- [4] M. Vricilia, A. Ridwan, and A. I. Candra, "Kuat Tekan Pelat Beton Menggunakan Pasir Wlingi Dan Wiremesh Diameter 4 Mm," 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1099.
- [5] S. Syahrul, "Kinerja Beton Mengandung Agregat Kasar Daur Ulang Limbah Bongkahan Beton," 2022, doi: 10.20961/jrrs.v6i1.63206.
- [6] A. C. Posedung, F. Phengkarsa, and D. Sandy, "Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kekuatan Beton," 2020, doi: 10.52722/pcej.v2i3.142.
- [7] E. Juliafad, W. Ardila, R. R. Putra, and I. G. Rani, "Faktor Pengali Kuat Tekan Aktual Terhadap Prediksi Kuat Tekan Hasil Hammer Test," 2022, doi: 10.24036/cived.v9i3.119916.
- [8] E. Suhelmidawati, "Pemanfaatan Pasir/Kerikil Sisa Penambangan Batu Kapur Pada Campuran Paving Block," 2022, doi: 10.30630/jipr.17.1.211.
- [9] S. Arian, R. Roestaman, and S. Permana, "Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Kerikil Alami Terhadap Mutu Beton," *J. Konstr.*, 2021, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-1.896.
- [10] R. N. Romadhon, "Kajian Kuat Lekat Pada Beton Self Compacting Concrete, Fly Ash Concrete Dengan Kadar Fly Ash 15%, High Volume Fly Ash Concrete Dengan Kadar Fly Ash 50% Dan High Volume Fly Ash-Self Compacting Concrete Dengan Kadar Fly Ash 50% Dari Berat Binder," *Matriks Tek. Sipil*, 2021, doi: 10.20961/mateksi.v9i3.54545.
- [11] B. Muhtar, N. None, I. Wahab Ali, and T. Al Faridzi Amir Sultan, "Studi Kapasitas Lentur Balok Beton Ringan Dengan Penambahan Serat Kawat," 2022, doi: 10.33387/clapeyron.v3i2.5404.

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

- [12] F. L. N. Irianto, and N. Alpius, "Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC Dan AC-BC," 2020, doi: 10.52722/pcej.v1i2.59.
- [13] K. Asih, "Tragedy of the Commons Di Kawasan Geopark: Faktor Penyebab Dan Solusi," 2023, doi: 10.26623/jdsb.v25i2.4312.
- [14] M. Hasibuan, R. Rifardi, and Z. Zulkifli, "Pengelolaan Kualitas Air Anak Sungai Kampar Sekitar Penambangan Galian C (Sirtu) Di Desa Palung Raya Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar," 2021, doi: 10.52364/jz.v3i2.40.
- [15] R. A. Lestari, F. A. Shadiq, R. A. Regia, F. Goembira, and F. Akbar, "Potensi Risiko Paparan PM<sub>2,5</sub> Pada Pekerja Tambang Batu Kapur Di PT.X Kab. 50 Kota," 2021, doi: 10.30644/rik.v10i2.581.
- [16] Y. Afrizal, N. Ramahayati, and M. Islam, "Pengaruh Pemanfaatan Abu Pecahan Terumbu Karang Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton," 2019, doi: 10.33369/ijts.11.2.12-16.
- [17] A. A. Rizky, M. Muhammad, Z. Ginting, R. Nurlaila, and N. ZA, "Pengaruh Variasi Suhu Dan Lama Waktu Pembakaran Terhadap Hasil Sintesis Silika Dari Daun Bambu Menggunakan Metode Sol-Gel," 2023, doi: 10.29103/cejs.v2i5.8104.
- [18] S. Solihudin, H. Haryono, A. R. Noviyanti, and M. R. Ridwansyah, "Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Karakteristik Komposit Forsterit-Karbon Tersintesis Dalam Medium Gas Argon," 2020, doi: 10.20961/alchemy.16.2.34845.163-170.
- [19] S. Layang, W. Wiratno, P. Perkasa, H. Hartako, and R. Rido, "Optimasi Penggunaan Agregat Kasar Gabungan Pada Campuran Beton Dengan Tambahan *Superplasticizer*," *Teras J.*, 2023, doi: 10.29103/tj.v13i1.843.
- [20] A. Ahmed, G. H. Hurst, M. Peeters, and S. Tedesco, "Performance of Brewery Digestate as a Potential Water Substitute in Concrete Applications," *Res. Dev. Mater. Sci.*, 2020, doi: 10.31031/rdms.2020.14.000830.
- [21] T. Luukkonen, Z. Abdollahnejad, K. Ohenoja, P. Kinnunen, and M. Illikainen, "Suitability of Commercial *Superplasticizers* for One-Part Alkali-Activated Blast-Furnace Slag Mortar," *J. Sustain. Cem. Mater.*, 2019, doi: 10.1080/21650373.2019.1625827.
- [22] M. Hamza Hasnain, U. Javed, A. Ali, and M. Saeed Zafar, "Eco-friendly utilization of *Rice Husk Ash* and bagasse ash blend as partial sand replacement in self-compacting concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 273, no. xxxx, p. 121753, 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121753.
- [23] R. Thaib, "Experimental Study of Beeswax / *Rice Husk Ash* Phase Changes Material as Energy Storage in Concrete," *Eur. J. Eng. Technol. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 34–37, 2021, doi: 10.24018/ejers.2021.6.3.2411.
- [24] M. C. Stratoura, G. D. Lazari, and E. G. Badogiannis, "Optimized re-use of perlite and *Rice Husk Ash* as fine aggregates for the production of light weight aggregate structural concrete - Durability assessment," 2023.

---

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-02-2024 | Selesai Revisi : 19-04-2024 | Diterbitkan Online : 26-04-2024

---