

**Pengaruh Substitusi Abu Sekam Padi pada Semen terhadap Kuat Tekan Beton Menggunakan Mutu K 225**  
*The Effect of Rice Husk Ash Substitution in Cement on The Compressive Strength of Concrete Using Quality K 225*

**Dera Sandya<sup>1)</sup>, Hilfi Harisan Ahmad<sup>2)</sup>, Muhtar<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [derasandya93@gmail.com](mailto:derasandya93@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [hilfiharisana@unmuhjember.ac.id](mailto:hilfiharisana@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [muhtar@unmuhjember.ac.id](mailto:muhtar@unmuhjember.ac.id)

**Abstrak**

Semen merupakan komponen material utama pada beton sehingga menjadikan bahan yang dibutuhkan cukup banyak (Nurwidayati et al., 2023). Alternatif pengganti semen seperti abu sekam padi dalam pembuatan beton dapat menjadi inovasi mengurangi pembiayaan. Sekam padi memiliki kandungan pozzolan tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton (Ciptasari dkk., 2017). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis efektivitas penambahan abu sekam padi pada semen terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksperimental skala laboratorium di Lab. Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember. Peneliti menggunakan 45 sampel yang masing-masing terdapat 3 sampel campuran beton dengan kadar pengganti abu sekam padi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dengan umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Setiap sampel diuji kuat tekan betonnya kemudian ditentukan rata-ratanya untuk menyimpulkan hasil efektivitasnya. Penelitian ini menyimpulkan bahwa substitusi abu sekam padi dengan semen efektif meningkatkan kuat tekan beton. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dalam pembuatan beton dapat menjadi alternatif campuran semen dan aman diaplikasikan pada konstruksi terbukti dengan meningkatnya kuat tekan beton yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** Abu Sekam Padi, Alternatif Pengganti Semen, Kuat Tekan Beton

**Abstract**

*Cement is the main material component in concrete, so quite a lot of material is needed (Nurwidayati et al., 2023). Alternatives to cement such as rice husk ash in making concrete can be an innovation to reduce costs. Rice husks have a high pozzolan content so they can be used as a substitute for cement in concrete mixtures (Ciptasari et al., 2017). The aim of this research is to analyze the effectiveness of adding rice husk ash to cement on the compressive strength of concrete. This experimental descriptive research was carried out at the Civil Engineering Study Program at the Muhammadiyah University of Jember. Researchers used 45 samples, each containing 3 concrete mix samples with rice husk ash substitute content of 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% with ages of 7 days, 14 days and 28 days. Each sample is tested for concrete compressive strength and then the average is determined to conclude the effectiveness results. This research concludes that the substitution of rice husk ash with cement is effective in increasing the compressive strength of concrete. The results of this research indicate that the addition of rice husk ash in making concrete can be an alternative cement mixture and is safe to apply in construction as proven by the increase in the compressive strength of the resulting concrete.*

**Keywords :** *Alternative Substitute for Cement, Compressive Strength of Concrete, Rice Husk Ash*

## 1. PENDAHULUAN

Beton tetap menjadi bahan konstruksi yang populer untuk proyek fisik karena harganya yang terjangkau dan kemudahan penggunaannya (Nurwidayati dkk., 2023). Proses ini melibatkan interaksi kimia antara semen dan air, yang menghasilkan pengikatan partikel agregat menjadi massa padat (Sandya dan Musalamah, 2019). Ahli material dapat memilih material yang tepat dan merancang komposisinya agar beton memenuhi spesifikasi yang diinginkan, termasuk kekuatan yang diperlukan oleh perancang dan persyaratan kemudahan perawatan. Selain memenuhi kekuatan yang direncanakan, beton juga harus tahan lama (durability), ekonomis (dalam hal biaya), dan tahan terhadap penggunaan yang intensif (SNI 03-2834-2000, 2000).

Semen adalah komponen material utama dalam beton dan memainkan peran penting dalam konstruksi modern. Fungsinya utama adalah mengikat bahan bangunan lain bersama-sama menjadi struktur yang kokoh (Ahmad, dkk., 2022). Pengembangan bahan pengganti dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan pada semen konvensional. Salah satu alternatif yang menarik adalah menggunakan abu sekam padi, limbah yang dihasilkan dari penggilingan padi, sebagai pengganti sebagian komponen semen. Langkah ini tidak hanya berpotensi mengurangi dampak lingkungan tetapi juga memanfaatkan limbah yang sebelumnya tidak dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi potensi penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti komponen semen dalam konstruksi.

Sekam padi memiliki kandungan pozzolan yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti semen dalam campuran beton (Ciptasari dkk., 2017). Sekam padi merupakan bahan yang mudah dijangkau oleh masyarakat karena dianggap limbah yang banyak dan harganya yang murah (Guci, dkk., 2020). Penggunaan bahan alternatif abu sekam padi perlu diketahui efektivitas terhadap kuat tekannya. Untuk itu

peneliti bermaksud melakukan penelitian untuk menguji kuat tekan beton menggunakan bahan campuran abu sekam padi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%.

## 2. KAJIAN LITERATUR

### A. Pengertian Beton

Beton adalah bahan dasar untuk penopang bangunan yang terdiri dari semen Portland, agregat halus, agregat kasar, dan air, tanpa adanya bahan tambahan lain yang membentuk massa padat (Arummingsih dkk., 2023). Campuran ini terdiri dari pengerasan semen, pasir, kerikil, dan air. Produksi beton yang berkualitas tinggi memerlukan pengendalian yang ketat terhadap kualitas materialnya. Beton segar yang diproduksi dengan memperhatikan parameter ini cenderung sangat kaku, sehingga sulit untuk dibentuk atau dikerjakan terutama saat proses pemadatan (SNI 03-2834-2000, 2000).

### B. Bahan Pembuatan Beton

Dalam memproduksi beton, penting untuk menggunakan bahan-bahan berkualitas tinggi yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi (Andri, dkk., 2023). Dalam pembuatan campuran beton, komponen utama yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Semen Portland
- 2) Agregat kasar meliputi kerikil
- 3) Agregat halus meliputi pasir
- 4) Air

Adapun tiap sampel agregat kasar dan halus harus melalui diantaranya pengujian kadar air, penyerapan air, kadar lumpur, berat jenis, dan berat volume. Bahan tambahan seperti abu sekam padi dapat ditambahkan sebagai pengganti sebagian semen, dengan proporsi yang tepat.

### C. Sekam Padi

Sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan padi untuk menghasilkan beras (Hardiyati, dkk., 2023). Setelah proses penggilingan, bagian luar padi yang keras dan berserat disebut sekam padi. Sekam padi terdiri dari dua

bagian yang saling terkunci, yaitu lemma dan palea (Rochmah, dkk., 2022):

- 1) Lemma: Bagian luar dari sekam padi yang keras dan berkulit. Lemma melindungi bagian dalam beras atau biji padi selama pertumbuhan dan penggilingan.
- 2) Palea: Bagian dalam dari sekam padi yang juga berserat dan berfungsi melindungi biji padi bersama dengan lemma.

Kedua bagian ini membentuk lapisan luar yang kuat dan tahan terhadap lingkungan serta memberikan perlindungan bagi biji padi. Setelah proses penggilingan padi untuk menghasilkan beras, sekam padi dan dedak (bagian dalam beras yang juga merupakan limbah) dihasilkan sebagai sisa proses tersebut. (Bakri, 2009). Proses penggilingan padi menghasilkan limbah yang signifikan, di antaranya sekam padi dan dedak. Secara kuantitatif, biasanya hasilnya adalah sekitar 20-30% sekam padi dan 8-12% dedak dari total beras yang diolah. Pemanfaatan sekam padi dapat dijadikan bahan campuran semen dalam pembuatan beton. Penggunaannya dalam campuran beton membutuhkan penelitian dan pengujian yang cermat untuk memastikan bahwa campuran tetap memenuhi standar kekuatan dan kinerja yang diinginkan (Trimurtiningrum, 2021).

#### **D. Slump Test**

Pengujian slump merupakan langkah penting dalam memastikan kualitas beton segar sebelum dilakukan pengecoran. Nilai slump yang sesuai dengan rencana akan memastikan bahwa beton memiliki kemampuan kerja yang optimal untuk aplikasi konstruksi yang diinginkan. Penurunan (slump) adalah pengukuran yang penting dalam menilai kemampuan kerja (workability) campuran beton segar (Indriani, 2021). Berikut ini adalah tiga macam kemungkinan bentuk penurunan (slump) yang dapat terjadi saat pelaksanaan uji slump (Ajrina dan Muttaqin, 2021):

- 1) Slump ideal
- 2) Slump geser
- 3) Slump runtuh

#### **E. Perawatan Beton**

Tujuan dari pemeliharaan beton adalah untuk memastikan bahwa beton dapat mencapai kekuatan yang diinginkan dengan menghindari kehilangan air yang berlebihan pada saat penting proses hidrasi awal (Harsono, dkk., 2022). Pada saat awal hidrasi, beton membutuhkan kelembaban yang cukup untuk memungkinkan reaksi kimia antara semen dan air berlangsung dengan baik. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah kehilangan air yang berlebihan dan menjaga kelembaban beton pada saat awal ini adalah dengan cara menyiram, merendam, menutup dengan penutup (Intane dan Machmoed, 2023). Pada penelitian ini diperlukan dilakukan dengan cara perendaman selama 28 hari. Hidrasi semen dalam beton merupakan proses kimia yang penting untuk mencapai kekuatan yang diinginkan. Proses ini memerlukan kelembaban yang cukup agar reaksi hidrasi dapat berlangsung dengan optimal. Untuk menjaga kondisi hidrasi yang baik.

#### **F. Uji Kuat Tekan Beton**

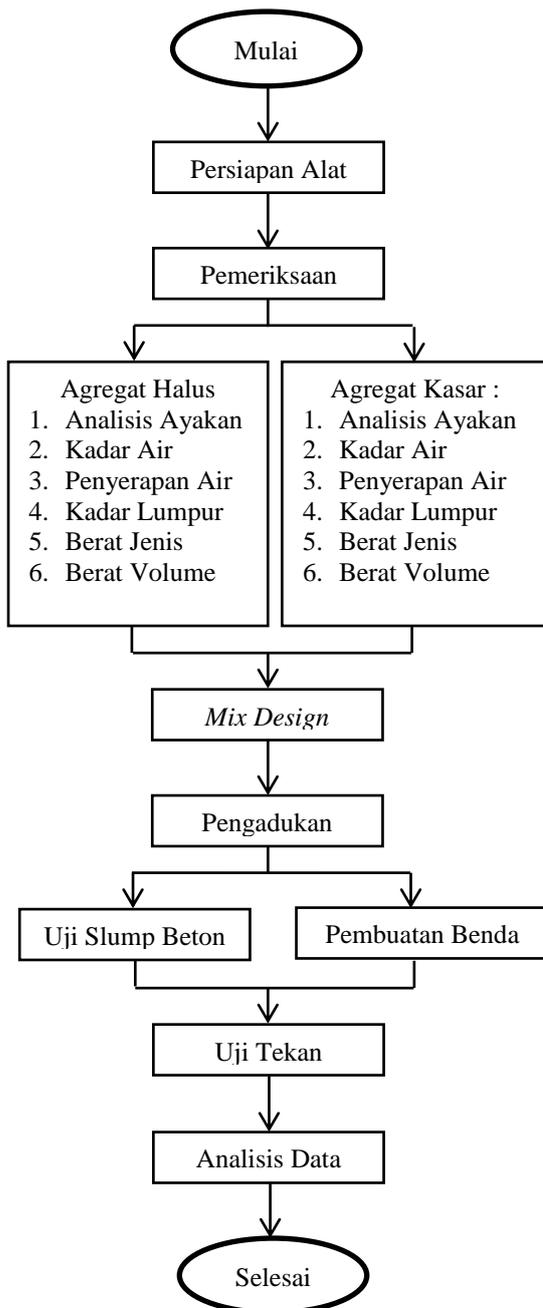
Dalam konteks kuat tekan beton, terdapat beberapa poin penting yang perlu diperhatikan terkait karakteristik dan penggunaannya. Kualitas dan properti semen sangat menentukan kuat tekan beton yang dihasilkan (Ahmad, dkk., 2022). Selain semen, penggunaan Agregat (pasir dan kerikil), air, dan bahan tambahan seperti aditif (misalnya fly ash, slag, atau superplastisizer) juga berperan penting dalam menentukan kuat tekan beton (Yulinda, dkk., 2024). Kekuatan tekan beton merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas beton.

Kuat tekan beton dapat dikorelasikan dengan sifat-sifat lainnya seperti kuat tarik dan modulus elastisitas (Fani, dkk., 2022). Ini membantu dalam mengevaluasi performa beton secara komprehensif dalam aplikasi struktural. Di Indonesia, kuat tekan beton diatur oleh standar nasional seperti PBI (Pembangunan Beton Indonesia) yang telah diubah menjadi SNI (Standar Nasional Indonesia). Pada umumnya, beton

diklasifikasikan berdasarkan kuat tekan 28 hari untuk berbagai aplikasi konstruksi.

### 3. METODE PENELITIAN

Pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan, dijelaskan pada gambar 1 berikut ini:



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian  
 Sumber: Data Penelitian, 2024

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan peralatan di Laboratorium Material Bahan Bangunan dan Kronstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember. Bahan material agregat kasar diperoleh dari Jl. Karimata, Kabupaten Jember dengan ukuran maksimum 20 mm, agregat halus berupa Pasir Lumajang, semen tipe K-225 dengan merk semen Gresik, abu sekam padi berasal dari wilayah Kecamatan Sumberjambe, Kabupaten Jember, dan air dari laboratorium yang memenuhi dengan syarat – syarat penggunaan air pada beton. Sampel beton menggunakan jenis silinder ukuran 15x30 cm mutu K-225 sejumlah 45 buah sampel dengan uraian pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Total sampel sesuai berdasarkan perhitungan proporsi penggunaan abu sekam padi

No	Perbandingan Campuran	Umur Beton			Jumlah Sampel
		7 hari	14 hari	28 hari	
1	0%	3	3	3	9
2	2,5%	3	3	3	9
3	5%	3	3	3	9
4	7,5%	3	3	3	9
5	10%	3	3	3	9
Total					45

Sumber: Data Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 1, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 3 sampel tiap prosentase abu sekam padi dan umur beton.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Uji Agregat Kasar

Dalam penelitian ini, agregat kasar melalui pengujian dimana hasil rerata dijelaskan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.** Hasil Uji Agregat Kasar

Parameter	Hasil
Kadar air	0,002 %
Penyerapan air	0,003%
Kadar lumpur	0,007 gr
Berat jenis	2,68 gr
Berat volume	1,43 gr/cm <sup>3</sup>

Sumber: Data Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 2, kadar air, penyerapan air, kadar lumpur, berat jenis,

dan berat volume agregat kasar telah memenuhi kriteria pembuatan beton.

### B. Uji Agregat Halus

Dalam penelitian ini, agregat halus melalui pengujian dimana hasil rerata dijelaskan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.** Hasil Uji Agregat Halus

Parameter	Hasil
Kadar air	0,040 %
Penyerapan air	0,042%
Kadar lumpur	0,045 gr
Berat jenis	2,77 gr
Berat volume	1,43 gr/cm <sup>3</sup>

Sumber: Data Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 3, kadar air, penyerapan air, kadar lumpur, berat jenis, dan berat volume agregat halus telah memenuhi kriteria pembuatan beton.

### C. Kadar Air Bebas

Kadar air bebas dalam penelitian ini terbagi dari besar ukuran maksimum kerikil (mm), jenis batuan, dan slump yang dijelaskan pada tabel dibawah:

**Tabel 4.** Kadar Air Bebas Campuran

Ukuran maks kerikil	Jenis batuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber: Data Penelitian, 2024

Kadar air bebas campuran agregat dihitung menggunakan rumus dibawah:

$$A = 0,67 Ah + 0.33 Ak$$

Penjelasan :

- Ah : Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya.
  - Ak : Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya.
  - A : Jumlah air yang dibutuhkan, liter/m<sup>3</sup>.
- Dari rumus tersebut didapatkan : A : 184,9

### D. Berat Jenis Campuran

Berat jenis campuran agregat kasar dan agregat halus penelitian ini dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$BJ = \frac{P}{100} x BJ Ag Halus + \frac{K}{100} x BJ Ah Kasar$$

Keterangan :

P = Presentase Agregat Halus Terhadap Campuran

K = Persentase Agregat Kasar Terhadap Campuran

Data Lab :

BJ Ag Halus = 2.77 gram

BJ Ag Kasar = 2.68 gram

P = 40.50

K = 59.5

Berdasarkan perhitungan berat jenis campuran menggunakan rumus diatas serta data lab, maka nilai Berat Jenis Campuran didapatkan sebesar 2.714 gram.

### E. Mix Design

Dalam proses pencampuran peneliti melakukan perhitungan job mix K-225 untuk menentukan jumlah nilai pasti pada setiap komponennya. Peralatan yang digunakan berupa mesin mix design. Volume cetakan silinder 15x30 cm yang digunakan sebesar 0,005. Melalui perhitungan job mix K-225, jumlah bahan tiap sampel cetakan slinder diuraikan pada tabel berikut:

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Job Mix K-225

Parameter	Hasil
Semen	1,8 kg
Pasir	4,1 kg
Kerikil	6,1 kg
Air	1,0 lt

Sumber: Data Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 5, perhitungan job mix K-225 menghasilkan perhitungan jumlah semen, pasir, kerikil, dan air telah memenuhi kriteria pembuatan beton 1 silinder.

### F. Perhitungan Abu Sekam Padi

Penambahan abu sekam padi dalam campuran beton memerlukan perhitungan. Kebutuhan semen 1 silinder sebanyak 1,78 kg, sedangkan untuk penentuan kebutuhan semen berdasarkan prosentase abu sekam padi dan lama pengerjaan dijelaskan pada tabel berikut:

**Tabel 6.** Kebutuhan Semen Berdasarkan Prosentase Abu Sekam Padi

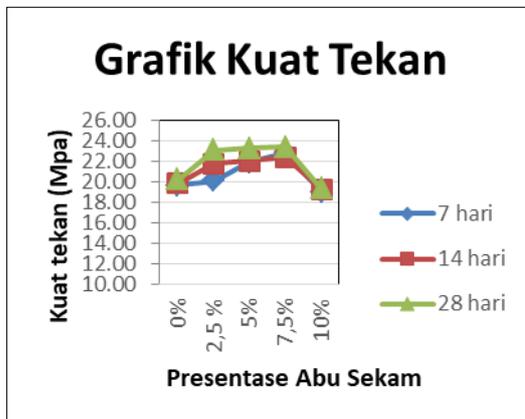
Abu Sekam Padi (%)	7 H	14 H	28 H	Total Sampel	Keb. Semen
2.5%	3	3	6	12	0.53
5%	3	3	6	12	1.07
7.5%	3	3	6	12	1.60
10%	3	3	6	12	2.14
<b>TOTAL =</b>				<b>5.35</b>	

Sumber: Data Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 6, perhitungan kebutuhan abu sekam padi dalam pembuatan beton tiap 1 silinder membutuhkan sebanyak 5,35.

### G. Uji Kuat Tekan Beton

Hasil uji kuat tekan beton murni dengan benda uji silinder dibandingkan dengan hasil uji kuat tekan beton disertai dengan campuran abu sekam padi dengan prosentase 2,5% 5%, 7,5%, 10% baik usia 7 hari, 14 hari, maupun 28 hari. Perbandingan rerata kuat tekan beton murni dengan campuran abu sekam padi digambarkan pada gambar 2 berikut:



**Gambar 2.** Grafik Kuat Tekan Beton Murni dengan Campuran Abu Sekam Padi

Sumber: Data Penelitian, 2024

Berdasarkan hasil grafik diatas menunjukkan bahwa pemberian abu sekam padi sebagai campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan beton. Melalui hasil gambaran pada grafik diatas, perbandingan kuat tekan beton murni dengan campuran abu sekam padi jelaskan lebih lanjut dalam tabel berikut:

**Tabel 7.** Perbandingan Kuat Tekan Beton Murni dengan Campuran Abu Sekam Padi

Kuat Tekan	7 H	14 H	28 H
0%	19.66	19.84	20.23
2,5 %	20.09	21.81	23.12
5%	21.92	22.02	23.29
7,5%	22.85	22.39	23.40
10%	19.05	19.26	19.36

Sumber: Data Penelitian, 2024

Hasil analisis perbandingan menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kuat tekan beton secara signifikan dibuktikan dengan kuat tekan rerata beton usia 7 hari dengan campuran abu sekam padi 2,5% meningkat sebanyak 0,43 Mpa, campuran abu sekam padi 5% meningkat sebanyak 2.26 Mpa, campuran abu sekam padi 7,5% meningkat sebanyak 3,19 Mpa, dan campuran abu sekam padi 10% meningkat sebanyak 3,74 Mpa. Sedangkan, kuat tekan beton usia 14 hari dengan campuran abu sekam padi 2,5% meningkat sebanyak 0,69 Mpa, campuran abu sekam padi 5% meningkat sebanyak 0,9 Mpa, campuran abu sekam padi 7,5% meningkat sebanyak 1,27 Mpa, dan campuran abu sekam padi 10% meningkat sebanyak 2,43 Mpa. Serta, kuat tekan beton usia 28 hari dengan campuran abu sekam padi 2,5% meningkat sebanyak 0,57 Mpa, campuran abu sekam padi 5% meningkat sebanyak 0,74 Mpa, campuran abu sekam padi 7,5% meningkat sebanyak 0,85 Mpa, dan campuran abu sekam padi 10% meningkat sebanyak 2,29 Mpa. Oleh karena itu, penggunaan campuran abu sekam padi sebanyak 2,5% 5%, 7,5%, 10% pada beton dinilai efektif terhadap meningkatkan nilai kuat tekan beton.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian kuat tekan beton menggunakan abu sekam padi sebagai bahan tambahan dengan agregat kasar koral ukuran 3mm – 4mm dan agregat halus penggunaan abu sekam padi berpengaruh pada uji kuat tekan pada beton, yang dimana hal tersebut ditunjukkan pada penambahan abu sekam dengan presentase 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% yang menunjukkan pada

grafik naik dari pada beton normal 0%. Prosentase penggunaan abu sekam padi pada campuran beton optimum pada 7,5% abu sekam. Hal ini ditunjukkan dengan kuat tekan lebih tinggi 22% dari kuat tekan beton normal.

Pembangunan menggunakan beton campuran abu sekam padi disarankan karena peningkatan nilai kuat tekan dibandingkan nilai kuat tekan beton murni. Penggunaan aplikatif abu sekam padi sebagai pengganti pasir dapat dilakukan karena selain murah dan mudah dijangkau, namun juga meningkatkan kuat tekan beton. Peneliti berharap pengujian kuat tekan beton dengan campuran inovasi pengganti dapat terus dilakukan untuk menemukan bahan alternatif yang betul layak secara fungsional pembangunan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. H., Yanuar, S. F., dan Hamduwibawa, R. B. 2022. Studi Pengaruh Jenis Semen pada Campuran Beton 1: 2: 3. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 7(2): 74-77.
- Andri, H., Muhtar., dan Dewi, I. C.2023. Pengaruh Proporsi Agregat Kasar Batu Skoria Terhadap Kinerja Beton Ringan. *Jurnal Smart Teknologi*. 4(3): 265-273.
- Ajrina, Saidi, S. G., T., dan Muttaqin, M. 2021. Pengaruh Agregat Kasar Ringan Buatan Dari Tanah Diatomae Pada Beton Ringan Struktural Terhadap Nilai Kuat Tarik Belah. *Journal of The Civil Engineering Student*. 1(2): 258-265.
- Arumningsih, Joko Priyanto, D., K., dan Nur Hidayah, F. 2023. Beton Self Compacting Concrete Ramah Lingkungan Yang Berkelanjutan Dengan Pemanfaatan Limbah Abu Marmar, Abu Sekam Padi dan Abu Batu. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*. 3(2): 67-73.
- Badan Standarisasi Nasional.2000. *SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta
- Bakri. 2009. *Komponen Kimia dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai SCM Untuk Pembuatan Komposit Semen*. Jakarta: Perennial.
- Ciptasari, D. K., Noor, F. A., dan Haryanto, B. 2017. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Korall Long Iram dan Agregat Halus Pasir Mahakam. *Jurnal Teknologi Sipil*. 1(2):50-56.
- Fani, Muhtar, M. N. A., dan Kuryanto, T. D. 2022. Pengaruh Penambahan Abu Baglog Terhadap Kuat Tekan, dan Modulus Elastisitas Beton. *Jurnal Smart Teknologi*. 4(1):106-114.
- Guci, Basirun, J. M., dan Farianti A. 2020. Analisis Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Portland Composite Cement (PCC). *Structure Jurnal Sipil*. 2(1):1-7.
- Hardiyati, Sudarman C., dan Charol Vincenthius Tethool Y.2023. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal di Kabupaten Manokwari Selatan. *Prosiding Semsina*. 4(01): 50-53.
- Harsono, Muhtar, dan Priyono, P. 2022. Studi Standarisasi Redesain Struktur Baja Menjadi Struktur Beton Tahan Gempa (Studi Kasus: Gedung Kuliah Kampus Unej Cabang Bondowoso). *Jurnal Smart Teknologi*. 3(2): 203-215.
- Indriani, L. dan A. ST. 2021. Analisis Komposisi Beton K175 Berdasarkan Variasi Ampuran Pembentuk Beton (Formula Menggunakan Software

Mirosoft Eel). *Jurnal Penelitian Jalan Dan Jembatan*. 12(3): 123-129.

Batu Bara Terhadap Kinerja Balok Beton Bertulang Tunggal. *Jurnal Rekayasa*. 17(2): 286-297.

Intane, V. L. dan Machmoed, S. P..2023. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Hotel Velins 10 Lantai di Kota Yogyakarta Dengan Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. 1(2): 23-32.

Nurjaman, A. P. 2019. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung Ekon 3 Lantai di Kota Waisai. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*. 3(4): 235-241.

Nurwidayati, Barkiah, R., I., Karim, A., Chairunnisa, N., Pratiwi, A. Y., Akbar, A. S., dan Alpindi, N. M.. 2023. Pelatihan Perancangan Campuran dan Pengujian Sifat Mekanik Beton Sesuai SNI Untuk Siswa SMK Negeri 2 Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*. 7(3): 147-152.

Rochmah, Sutriyono, N., B., Beatrix, M., dan Pertiwi, D. 2022. Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen Pada Kuat Tekan Flowing Concrete. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*. 2(4): 100-106.

Sandya, Y. dan Musalamah, S. 2019. Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*. 2(3): 67-71.

Trimurtiningrum, R. 2021. Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Workabiliitas, Resapan dan Kuat Tekan Beton. *Pawon: Jurnal Arsitektur*. 4(2): 72-79.

Yulinda, Muhtar, S., dan Ahmad, H. H. 2024. Dampak Penambahan Fly Ash