

PENGARUH SUBSTITUSI ABU SEKAM PADI PADA SEMEN
TERHADAP KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI

*THE INFLUENCE OF RICE HUSK ASH SUBSTITUTION ON CEMENT
REGARDING THE FLEXURAL STRENGTH OF HIGH-STRENGTH CONCRETE*

Murdiansyah, L.^{*1}, Archenita, D.², Afriyani, S.³, Effendi⁴, Eldiswari, Z.⁵, Sekta, M.J⁶

^{1,2}Dosen, D4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

³Dosen, D3 Teknologi Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

⁴Dosen, D3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

⁵Peneliti, Dinas Bina Marga, Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Sumatera Barat

⁶Mahasiswa, D4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang

Korespondensi: lukman@pnp.ac.id

ABSTRAK

Beton mutu tinggi merupakan material konstruksi yang sangat penting dalam pembangunan infrastruktur modern dengan menggantikan sebagian bahan baku konvensional dengan material alternatif yang ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas beton. Abu sekam padi (ASP) merupakan limbah pertanian yang mengandung bahan pozzolanik alami yang dapat meningkatkan sifat mekanik dan kekuatan beton. Penggunaan abu sekam padi (ASP) dalam campuran beton mutu tinggi memiliki potensi untuk mengurangi pemakaian semen, dan dapat meningkatkan ketahanan terhadap retakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi semen dengan abu sekam padi (ASP) dan penambahan *superplasticizer* terhadap mutu kuat lentur pada beton. Mutu beton yang direncanakan yaitu 4,50 MPa dengan variasi substitusi abu sekam padi sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. Penelitian ini memperoleh kuat lentur beton umur 28 hari yaitu pada variasi 5% sebesar 4,71 MPa, 10% sebesar 3,79 MPa, dan 15% sebesar 3,79 MPa.

Kata Kunci: abu sekam padi, beton mutu tinggi, material, kuat lentur beton

ABSTRACT

High-strength concrete is a crucial construction material in modern infrastructure development. It involves replacing some conventional raw materials with environmentally friendly alternatives to enhance concrete quality. Rice husk ash (RHA) is an agricultural waste that contains natural pozzolanic materials capable of improving the mechanical properties and strength of concrete. The use of rice husk ash (RHA) in high-strength concrete mixtures has the potential to reduce cement consumption and enhance crack resistance. The aim of this research is to investigate the effect of substituting cement with rice husk ash and the addition of superplasticizer on the flexural strength of concrete. The target concrete strength is 4.50 MPa, with rice husk ash substitution rates of 5%, 10%, and 15% of the cement weight. This study found the flexural strength of the

concrete at 28 days to be 4.71 MPa for the 5% substitution, and 3.79 MPa for both the 10% and 15% substitutions.

Keywords: rice husk ash, high-strength concrete, material, the flexural strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang mendukung upaya pembangunan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan apabila kita mampu memanfaatkan secara besar – besaran bahan yang merupakan limbah industri (Bilodeau and Malhotra, 1993). Bahan – bahan seperti *fly ash*, *silica fumes*, dan abu sekam (*rise husk ash*) merupakan bahan limbah industri yang dapat meningkatkan kinerja beton, meningkatkan kekuatan beton, serta menurunkan kadar semen dalam beton, sehingga sejalan dengan konsep pembangunan yang berkelanjutan (Solikin and Susilo, 2016).

Pemanfaatan limbah pada dasarnya merupakan bentuk upaya yang paling efektif dilakukan dalam mengurangi angka limbah yang semakin meningkat. Salah satu pemanfaatan limbah abu sekam padi yang dapat digunakan yaitu sebagai bahan pengganti sebagian semen. Abu sekam padi mengandung 90% silika amorf (SiO_2), 5% Karbon, dan 2% K_2O , sehingga dapat digunakan sebagai pozzolan dalam industri konstruksi (Singh, 2018). (Lianasari *et al.*, 2014) mengungkapkan bahwa sekam padi dan batang padi (jerami) bila dibakar dengan suhu tertentu menghasilkan silika amorf yang bersifat reaktif sehingga potensial untuk digunakan sebagai bahan mikrosilika. Pemanfaatan limbah untuk bahan konstruksi akan menunjang pengadaan bahan konstruksi, meningkatkan mutu bahan konstruksi, memberikan nilai tambah dan nilai guna limbah, menciptakan lapangan pekerjaan, dan mengurangi dampak negatif lingkungan.

Pada penelitian ini penulis akan mencoba pemakaian abu sekam padi terhadap campuran beton mutu tinggi dengan variasi persentase 5%, 10%, dan 15%, sehingga dapat diketahui persentase pemakaian abu sekam padi yang efektif terhadap campuran beton mutu tinggi agar dapat meningkatkan nilai kuat lentur pada beton. Diharapkan limbah abu sekam padi yang digunakan tidak hanya dapat menjadi solusi dalam pemanfaatan limbah abu sekam padi, namun juga dapat meningkatkan kualitas beton dari segi nilai kuat lentur pada beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2847-2002), beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$ dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah. Kualitas atau mutu dari suatu beton sangat bergantung kepada komponen penyusun atau bahan dasar beton, bahan tambahan, cara pembuatan dan alat yang digunakan.

Sedangkan beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal biasa. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) didefinisikan sebagai beton yang memiliki kuat tekan yang disyaratkan $f_c' \geq 41,4 \text{ MPa}$ (SNI 03-6468-2000).

Dalam penelitian ini, metoda yang dipakai sebagai acuan untuk merencanakan campuran beton (*Mix design*) adalah metoda *American Concrete Institute (ACI) 211.4R-93*. *American Concrete Institute (ACI)* mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan dan kekuatan beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan (*workability*). Dalam metoda ini terdapat tiga hal pokok yang harus diperhatikan diantaranya: penentuan prameter pekerjaan, sifat agregat, ukuran maksimum agregat, ukuran *slump*, FAS (faktor air semen), dan *admixture*; perhitungan berat total beton; penyesuaian berat total berdasarkan percobaan campuran yang telah dibuat (Subakti, 1991).

METODE

Material

Material yang digunakan dalam perencanaan campuran beton diantaranya yaitu air, semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*), dengan abu sekam padi dan *superplasticizer*. Pengujian material dimaksudkan untuk menguji karakteristik dari

material dasar yang digunakan dalam pembuatan beton, apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Kemudian data – data tersebut digunakan dalam perhitungan rencana campuran beton (*mix design*) berdasarkan (ACI Committee 211.4R, 1993) dengan variasi penggantian semen dengan abu sekam padi yang digunakan yaitu sebesar 5%, 10%, dan 15% dari berat semen.

Agregat Halus

Pada pengujian agregat halus terdapat beberapa item yang diuji diantaranya, yaitu berat jenis dan penyerapan, bobot isi agregat, kadar air serta kadar lumpur. Pada saat melakukan pengujian harus teliti dan lebih diperhatikan, karena gradasinya yang halus dan lebih kecil dari pada agregat kasar sehingga kemungkinan untuk material terbuang lebih besar. Pengujian tersebut mengacu pada American Standard Testing Material (ASTM).

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Nilai Standar
Bj semu	2.78	≥ 2.48
Bj SSD	2.66	≥ 2.48
Bj Kering	2.60	≥ 2.48
Penyerapan (%)	2.57	≥ 1.0
Bobot isi lepas (kg/lt)	1,33	≥ 1.20
Bobot isi padat (kg/lt)	1,56	≥ 1.20
Kadar air (%)	1.74	≤ 2.50
Kadar lumpur (%)	2.26	≤ 3.00

Agregat Kasar

Pada pengujian agregat kasar terdapat beberapa item yang diuji, yaitu berat jenis dan penyerapan, bobot isi agregat, kadar air dan kadar lumpur, serta keausan agregat. Pada pengujian agregat kasar nilai berat jenis agregat mempengaruhi kandungan pori yang berhubungan langsung dengan kebutuhan air dan semen pada campuran beton. Pengujian properties agregat kasar mengacu pada American Standard Testing Material (ASTM).

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Nilai Standar
Bj semu	2.68	≥ 2.1
Bj SSD	2.61	≥ 2.1

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Nilai Standar
Bj Kering	2.57	≥ 2.1
Penyerapan (%)	1.62	≤ 4.0
Bobot isi lepas (kg/lt)	1.49	≥ 1.2
Bobot isi padat (kg/lt)	1.65	≥ 1.2
Kadar air (%)	1.37	≤ 1.43
Kadar lumpur (%)	0.93	≤ 1.0
Keausan agregat (%)	34,4	≤ 50%

Sumber : Hasil Pengujian (2024)

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi disiapkan sebagai pozzolan dengan proses khusus sehingga produk akhir sesuai dengan persyaratan teknik dalam hal sifat fisik dan kimia, dan silika dalam bentuk amorf dengan sejumlah kecil karbon yang tidak terbakar. Hasil menunjukkan bahwa pozzolan tersebut dapat diproduksi dengan berbagai indeks aktivitas pozzolanik tergantung pada tingkat penggilingan dan suhu pembakaran (Safarizki et al, 2021).

Tabel 3. Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

Chemical	%
Silicon Dioxide (SiO ₃)	86.90 – 97.30
Pottasium Oxide (K ₂ O)	0.58 – 2.50
Sodium Oxide (Na ₂ O)	0.00 – 1.75
Calcium Oxide (CaO)	0.20 – 2.84
Magnesium Oxide (MgO)	0.12 – 1.96
Iron Oxide (Fe ₂ O ₃)	0.00 – 0.54
Phosphorus Pentoxide (P ₂ O ₅)	0.20 – 2.84
Sulphates (SO ₃)	0.10 – 1.13
Chloros (Cl)	0.00 – 0.42

Sumber : Houston (1972)

Rancangan Campuran Beton

Rancangan campuran beton dilakukan berdasarkan panduan standar yang telah ditentukan oleh ACI 211.4R-93. Jumlah kebutuhan bahan per 1 m³ dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rancangan Campuran Beton

Jenis Bahan	Satuan	Variasi		
		5%	10%	15%
Semen	Kg/m ³	411,9	390,3	368,6
Agregat Halus	Kg/m ³	478,4	441,8	405,3

Agregat Kasar (1-2)	Kg/m ³	1202,0	1202,0	1202,0
Air	Kg/m ³	180,7	179,9	179,0
Sika Viscocrete 1003	Kg/m ³	8,7	8,7	8,7
Abu Sekam Padi	Kg/m ³	21,7	43,4	65,0

Metode

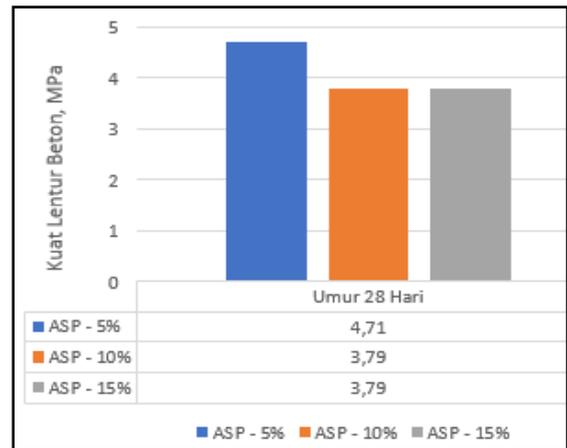
Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yakni dengan melakukan pengujian langsung di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian *properties* bahan dan pengujian kuat lentur pada beton. Setelah spesimen beton dicetak dalam cetakan baja berbentuk balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm. Setelah 24 jam spesimen dilepaskan dari cetakan dan segera dirawat dengan merendam dalam air tawar dengan lama perendaman yaitu 28 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat lentur beton dengan bahan substitusi abu sekam padi dan zat aditif berupa *superplasticizer* dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Kuat Lentur Beton pada Umur 28 Hari

Variasi Abu Sekam Padi (%)	Massa Sampel (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata – Rata (MPa)
5%	31,40	36,60	4,72	4,71
	32,50	38,40	4,92	
	33,00	34,50	4,48	
10%	31,90	31,60	4,16	3,79
	32,20	30,20	3,90	
	31,60	27,70	3,33	
15%	32,20	30,20	3,77	3,79
	31,40	30,30	3,88	
	31,60	28,40	3,71	



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Sumber : Hasil Pengujian, 2024)

Dari grafik dapat diketahui bahwa kadar optimum substitusi abu sekam padi yang digunakan adalah 5% dengan nilai kuat lentur 4,71 MPa pada umur beton 28 hari. Akan tetapi, pada substitusi abu sekam padi sebanyak 10% mengalami penurunan kuat lentur beton pada umur 28 hari yaitu 3,79 MPa dari pada substitusi abu sekam padi 5%. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya substitusi abu sekam padi mengakibatkan penggunaan semen semakin sedikit, karena abu sekam padi memiliki material yang sangat menyerap air, sehingga kinerja campuran menjadi kurang baik.

KESIMPULAN

Peran abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen karena abu sekam padi mengandung senyawa silika (SiO₂), sehingga dapat menjadi bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton, membuat kuat tekan beton meningkat, dan meningkatkan modulus elastisitas pada beton.

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan yaitu nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada sampel beton dengan abu sekam padi variasi 5% sebagai substitusi semen memiliki nilai kuat lentur 4,71 MPa dan memenuhi mutu rencana ($f_s' = 4,5$ MPa).

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211.4R.1993. *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Other Cementitious Materials*. American Concrete Institute: Detroit Michigan.
- Badan Standardisasi Nasional.2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu Terbang*. SNI 03-6468-

2000. Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional.2002.*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002*.Bandung: Badan Standardisasi Nasional. 251.
- Bilodeau, A. and Malhotra, V.M.1993.*High-Volume Fly Ash System: Concrete Solution for Sustainable Development*. ACI Materials Journal [Preprint].
- Houston, D.F. 1972.*Rice Bran and Polish*. Rice: Chemistry & Technology. 1st edn. Minnesota, USA: Assoc. Cereal Chem. Inc., pp. 272–671.
- Lianasari, A.E. *et al.*2014.*Pengaruh Penggunaan Solid Material Abu Terbang Dan Abu Sekam Pada Kuat Tekan Beton Geopolimer*.
- Safarizki, H.A., Marwahyudi, M. and Pamungkas, W.A.2021.*Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal*.Jurnal Riset Rekayasa Sipil, 4(2), p.63. Available at: <https://doi.org/10.20961/jrrs.v4i2.42978>.
- Singh, B.2018.*Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete : Characterisation, Properties, and Applications*.Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, pp. 417–460. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2016-0-04037-8>.
- Solikin, M. and Susilo.2016.*Pengaruh Pemakaian Abu Sekam Padi Sebagai Cementitious Terhadap Perkembangan Kuat Tekan Beton*.
- Subakti, A.1991.*Teknologi Beton dalam Praktek*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil - FTSP ITS.