



# Journal of Applied Engineering Sciences

Volume 7, Issue 3, September 2024

P-ISSN 2615-4617

E-ISSN 2615-7152

Open Access at : <https://ft.ekasakti.org/index.php/JAES/index>

## PENGARUH CAMPURAN ABU BONGGOL JAGUNG DAN ABU JERAMI SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

*THE EFFECT OF CORNCOB ASH AND STRAW ASH AS CEMENT SUBSTITUTES ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE*

Desi Fuji Rahayu<sup>1</sup>, Melda Fajra<sup>2</sup>, Mangguara Parabang<sup>3</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang, Indonesia

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

### INFO ARTIKEL

#### Kata kunci

Beton, Kuat  
Tekan Beton, Abu  
Bonggol Jagung,  
Abu Jerami,  
Semen

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan semen dalam campuran dan meningkatkan kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dan dalam percobaannya terdapat 4 variasi campuran beton dengan masing-masing variasi memiliki 3 sampel. Hasil dalam penelitian menunjukkan kuat tekan beton pada variasi substitusi 5% dengan hasil 14,48MPA mengalami peningkatan dari variasi substitusi 0% dengan hasil kuat tekan yaitu 13,31 MPA. Sedangkan pada variasi substitusi 10% dan 15% mengalami penurunan dari substitusi 0% dengan hasil kuat tekan yaitu 13,26 MPA dan 12,07 MPA. Hasil substitusi optimum dalam penelitian ini adalah pada variasi 5% yang mengalami peningkatan hingga 8,79% dari variasi substitusi 0%

Copyright © 2024 JAES. All rights reserved.

---

## ARTICLE INFO

**Keywords:**

Concrete, Compressive Strength of Concrete, Corncob Ash, Straw Ash, Cement

## ABSTRACT

---

*This research aims to reduce the use of cement in the mixture and increase the compressive strength of concrete. This research uses experimental methods, and in the experiment there are 4 variations of concrete mixes with each variation having 3 samples. The results in the study showed the compressive strength of concrete in the 5% substitution variation with the result of 14.48MPA increased from the 0% substitution variation with the result of compressive strength of 13.31 MPa. Meanwhile, the 10% and 15% substitution variations decreased from 0% substitution with compressive strength results of 13.26 MPa and 12.07 MPa. The optimum substitution result in this research is in the 5% variation which has increased up to 8.79% from the 0% substitution variation.*

---

*Copyright © JAES. All rights reserved.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan sebuah material komposit yang terdiri dari kombinasi semen hidrolik (portland semen), agregat halus, agregat kasar dan air. Beton memiliki banyak kelebihan, termasuk kemampuan untuk dibentuk dengan mudah sesuai dengan kebutuhan konstruksi, ketahanan terhadap panas tinggi, biaya pemeliharaan yang rendah, dan kuat tekan yang tinggi tetapi lemah terhadap tarik.. Semen yang merupakan salah satu unsur pembentuk beton telah meninggalkan jejak karbon yang sangat besar. Berdasarkan hasil penelitian dari lembaga Chatham House, semen adalah sumber dari sekitar 8% emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dunia. Dikutip dari www.bbc.com jika industri semen adalah sebuah negara, dia akan menjadi penghasil emisi terbesar ketiga di dunia setelah Cina dan Amerika Serikat. Industri semen menghasilkan CO<sub>2</sub> lebih banyak daripada bahan bakar pesawat udara yaitu 2,5% dan tidak jauh setelah industri agrikultural global yaitunya 12%. Aprianti, dkk (2015) mengatakan bahwa untuk memproduksi 1 ton semen portland itu akan menghasilkan kurang lebih 1 ton gas CO<sub>2</sub> ke atmosfer, jika hal tersebut dilakukan berkelanjutan akan dapat merusak lingkungan.

Salah satu cara untuk mengurangi penggunaan semen adalah dengan menemukan bahan pengganti yang lebih ramah lingkungan. Material pengganti tersebut harus mempunyai sifat-sifat pozzolan serta mempunyai kandungan Silika (SiO<sub>2</sub>) dan Alumunium yang tinggi. Kandungan-kandungan tersebut dapat ditemukan pada limbah-limbah pertanian seperti abu sekam padi, abu bonggol jagung, abu jerami, dan lain sebagainya.

Indonesia adalah negara agraris yang menghasilkan berbagai jenis tanaman, termasuk tebu, padi, jagung, dan lainnya. Pada 2019, Kementerian Pertanian mencatat produksi jagung 28,71 juta ton dan limbah 12,3 juta ton. Dikutip dari agroindonesia.co.id petani Indonesia tiap tahun menghasilkan 100 juta ton limbah

jerami dan sekitar 60% limbah tersebut dibakar tanpa dimanfaatkan lagi seterusnya. Namun, menurut penelitian di jurnal Kartika Kimia (jkk.unjani.ac.id), abu bonggol jagung memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi, yaitu sekitar 64,12%, dan abu jerami padi memiliki 60% silika, serta sifat pozzolan lainnya, yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja beton dan mengurangi komposisi semen.

Berdasar latar belakang di atas kemudian dilakukan penelitian terhadap pengaruh substitusi abu bonggol jagung dan jerami sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akibat dari substitusi abu bonggol jagung dan jerami terhadap semen.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian dilakukan berdasarkan standar Diktat Praktikum Universitas Ekasakti Padang. Penelitian diawali dengan pemeriksaan terhadap material pembentuk beton, yaitu agregat halus, agregat kasar, abu bonggol jagung dan abu jerami. Kemudian dilakukan perhitungan Desain Mix Formula dan job mix Formula Campuran Beton hingga pencampuran dan pencetakan beton dilakukan. Setelah semua proses selesai, beton diuji kekuatan tekannya pada umur 28 hari.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "*Improvement, Characterization and Use Of Waste Corn Cob Ash In Cement-Based Materials*" menggunakan abu tongkol jagung sebagai substitusi semen di dalam penelitiannya. Abu tongkol jagung yang diberi perlakuan suhu 600°C selama 4 jam menunjukkan efektivitas yang sedikit lebih tinggi dalam meningkatkan kuat tarik belah dan kuat tekan beton jika dibandingkan dengan abu tongkol jagung yang tidak diberi perlakuan. Pada beton tanpa penambahan abu, mendapatkan nilai kuat tekan 38 MPa pada umur 28 harinya, namun pada penggantian semen sebanyak 10% kuat tekan meningkat menjadi 42 MPa atau 10,5% kenaikan jika dibandingkan dengan tanpa penggantian semen, dan terdapat kenaikan 20% pada umur 56 harinya. Penelitian yang berjudul "*Strength Evaluation of Corn cob ash in a blended Portland cement*" menggunakan abu tongkol jagung sebagai substitusi semen dalam beton, Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada *Corn Cob Ash* (CCA) 30% kuat tekannya sebesar 18,44N/mm. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian semen dengan CCA hingga 30% layak dilakukan.

Penelitian dengan judul "Pemanfaatan Limbah Abu Tongkol Jagung Dan Bottom Ash Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block". Limbah abu tongkol jagung yang digunakan dalam campuran bahan pembuatan paving block ialah 5% limbah ATJ dan variasi campuran bottom ash 0%, 10%, 20%, dan 30%. Kekuatan tekan tertinggi adalah pada substitusi semen sebanyak 10% menggunakan abu yaitu 23,25 MPa, dengan kenaikan sebanyak 5,25 MPa atau setara dengan 29,16% dari kuat tekan normal tanpa substitusi abu

Jurnal berjudul "*Utilization of Rice Straw Ash as A Mineral Admixture in Construction Work*" Tulisan ini berkaitan dengan praktik penggunaan abu jerami padi (RSA) dalam pekerjaan konstruksi. Dalam proyek ini, sebuah rumah kecil dibangun dan setengah bagian bangunannya digunakan abu jerami padi sebagai bahan pengganti semen. Uji destruktif dan non-destruktif dilakukan untuk mempelajari variasi

kekuatan dinding yang dibuat dengan dan tanpa RSA. Pemindaian mikrograf elektron dan analisis spektroskopi dispersif energi dilakukan untuk mempelajari berbagai sifat RSA. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kekuatan dinding OPC dan RSA setara baik pada bagian mortar maupun beton pada bangunan. Pada pengujian destruktif kuat tekan bagian beton dan mortar dengan 5% abu sebagai pengganti semen menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi dibanding beton dan mortar normal.

Penelitian dengan judul “*Use of Rice Straw Ash as Pozzolanic Material in Cement Mortar*” Dalam tulisan ini dilakukan studi eksperimental mengenai pengaruh penggunaan Rice Straw Ash (RSA) sebagai pengganti sebagian semen pada mortar. Spesimen kontrol dibuat dengan semen Portland biasa (OPC) dan pada spesimen lain semen diganti dengan RSA 5%, 10% dan 15% berat semen. Jerami padi yang tersedia secara lokal dibakar menjadi abu secara tidak terkendali di dalam oven tanah yang digunakan oleh masyarakat pedesaan untuk memasak, yang digunakan dalam penelitian ini. Waktu pengerasan dan kuat tekan campuran mortar menggunakan RSA pada persentase penggantian semen yang berbeda diselidiki dan dibandingkan dengan benda uji kontrol. Hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa setting time tertunda dengan bertambahnya jumlah penggantian semen dan adanya peningkatan kekuatan mortar dengan jumlah penggantian semen dengan RSA tertentu yang akan berdampak pada pengurangan biaya konstruksi. Kuat tekan pada usia 28 hari menunjukkan kuat tekan dengan tanpa penggantian semen lebih rendah dari penggantian semen 10% dengan abu jerami, dengan hasil berturut-turut yaitu 28 MPA dan 32 MPA. Kuat tekan dengan penambahan abu meningkat hingga 14,8% dari beton tanpa penggantian semen dengan abu.

Dari penelitian-penelitian di atas, kemudian dilakukan sebuah penelitian eksperimental guna menyelidiki pengaruh campuran dari abu bonggol jagung dan abu jerami sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang yang beralamat di Jalan Bandar Purus, No.11. Penelitian dilakukan selama 10 bulan terhitung dari seminar proposal hingga sidang skripsi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Beton dibuat menggunakan 5 variasi job mix formula, diantaranya adalah variasi 0% tanpa substitusi abu terhadap semen, 5 %, 10%, dan 15% substitusi abu terhadap semen. Abu bonggol jagung dan jerami dicampur dengan berat yang seimbang. Sampel beton dicetak dengan cetakan silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Masing-masing variasi dibuat 3 sampel dengan pengujian kuat tekan masing-masing pada umur 28 hari.

% campuran	Semen (Kg)	Abu Bonggol Jagung (Kg)	Abu Jerami (Kg)
0	1	0	0
5	0,95	0,025	0,025
10	0,90	0,050	0,050
15	0,85	0,075	0,075

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### a. Hasil Pemeriksaan Agregat

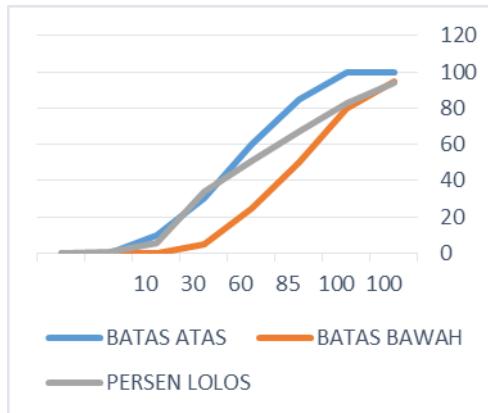
- Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

SPESIFIC GRAVITY AGREGAT HALUS			
A.	Berat Material Kondisi SSD	500	gram
B.	Berat Labu Ukur + air + sampel SSD	955	gram
C.	Berat Labu Ukur + air	652	gram
D.	Berat Material Kondisi Kering	473	gram
	Apparent Specific Gravity (D/(D+C-B))	2,782	
	Bulk Specific Gravity Kondisi Kering (D/(A+C-B))	2,401	
	Bulk Specific Gravity Kondisi SSD (A/(A+C-B))	2,538	
	Absorpsi (A-D)/D*100%	5,708	%

- Pemeriksaan berat dan jenis
- Penyerapan Agregat Kasar

SPESIFIC GRAVITY AGREGAT KASAR			
A.	Berat Material Kondisi SSD	2278,6	gram
B.	Berat Material dalam Air	1200	gram
C.	Berat Material Kondisi Kering	2223	gram
	Apparent Specific Gravity (C/(C-B))	2,17302	
	Bulk Specific Gravity Kondisi Kering (C/(A-B))	2,06101	
	Bulk Specific Gravity Kondisi SSD (A/(A-B))	2,11255	
	Absorpsi (A-C)/C*100%	2,50112	%

- Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus



- Pemeriksaan Gradasi Agregat kasar



- Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

<b>PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS DENGAN METODE PENGENDAPAN</b>			
	<b>Observasi I</b>		Satuan
A.	Tinggi Pasir	73	mm
B.	Tinggi Lumpur	2	mm
Kadar Lumpur Agregat Halus = $\{(B/(A+B)) \times 100\}$		2,667	%
	<b>Observasi II</b>		
A.	Tinggi Pasir	76	mm
B.	Tinggi Lumpur	2	mm
Kadar Lumpur Agregat Halus = $\{(B/(A+B)) \times 100\}$		2,564	%
<b>Kadar lumpur rata-rata</b>		<b>2,615</b>	<b>%</b>

- Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

<b>PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR DENGAN METODE PENCUCIAN</b>		
		Satuan
A.	Berat Material Kering	1898,2
B.	Berat Material Tertahan No. 16 dan 200	1896
<b>Kadar Lumpur Agregat Kasar = {(A-B)/A x 100%}</b>		<b>0,1158993</b>

- Pemeriksaan kadar air agregat halus

<b>PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS</b>		
<b>Observasi I</b>		Satuan
A.	Berat Material	150 gram
B.	Berat Kering Material	134 gram
<b>Kadar Air = {(A-B)/B x 100%}</b>		<b>11,9403 %</b>
<hr/>		
<b>Observasi II</b>		
A.	Berat Material	150 gram
B.	Berat Kering Material	133 gram
<b>Kadar Air = {(A-B)/B x 100%}</b>		<b>12,782 %</b>
<b>Kadar Air Rata-rata</b>		<b>12,3611 %</b>

- Pemeriksaan kadar air agregat kasar

<b>PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR</b>		
<b>Observasi I</b>		Satuan
A.	Berat Material	2500 gram
B.	Berat Kering Material	2491 gram
<b>Kadar Air = {(A-B)/B x 100%}</b>		<b>0,3613 %</b>
<hr/>		
<b>Observasi II</b>		
A.	Berat Material	2500 gram
B.	Berat Kering Material	2481,8 gram
<b>Kadar Air = {(A-B)/B x 100%}</b>		<b>0,73334 %</b>
<b>Kadar Air Rata-rata</b>		<b>0,54732 %</b>

- Berat Volume Agregat Kasar

<b>BERAT VOLUME AGREGAT KASAR METODE PENUSUKAN</b>			
	Isi Padat	Isi Lepas	Satuan
A. Volume dan Berat Mould	0,004062375	7,698	m <sup>3</sup>
B. Berat Material	6,181	5,81	kg
Berat Volume = B/A	1521,523739	1430,197852	kg/m <sup>3</sup>

b. Job Mix Formula

1)Job Mix Fomula Kondisi SSD

<b>Komposisi Campuran Beton K-160 Dengan Substitusi Abu Pada Kondisi SSD</b>						
Persentase Substitusi	Semen	Air	Pasir	Split	Abu Jerami	Abu Bonggol Jagung
0%	4,60196	3,68157	10,8136	19,8291	0	0
5%	4,37187	3,68157	10,8136	19,8291	0,1150491	0,1150491
10%	4,14177	3,68157	10,8136	19,8291	0,2300982	0,2300982
15%	3,91167	3,68157	10,8136	19,8291	0,3451473	0,3451473
Total	17,0273	14,7263	43,2543	79,3163	0,6902947	0,6902947

2)Job Mix Formula Kondisi lapangan

<b>Komposisi Campuran Beton K-160 Dengan Substitusi Abu Pada Kondisi Lapangan</b>						
Persentase Substitusi	Semen	Air	Pasir	Split	Abu Jerami	Abu Bonggol Jagung
0%	4,60196	3,30584	11,5789	19,4395	0	0
5%	4,37187	3,30584	11,5789	19,4395	0,1150491	0,1150491
10%	4,14177	3,30584	11,5789	19,4395	0,2300982	0,2300982
15%	3,91167	3,30584	11,5789	19,4395	0,3451473	0,3451473
Total	17,0273	13,2234	46,3154	77,7581	0,6902947	0,6902947

c. Hasil Pengujian Kuat Tekan

1) Pemeriksaan Kuat Tekan Subtitusi 0%

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BETON (SUBSTITUSI ABU 0%)									
No	Umur (hari)	Berat (Kg)	Luas Bidang Tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban P (KN)	Beban P (kg)	$\sigma' b \circ$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma' b \square$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma' bm$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$(\sigma' b - \sigma' bm)^2$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	11,779	176,625	233,9	23851	135,036	162,6943		1,21771
2	28	11,783	176,625	231,6	23616	133,708	161,0945	161,591	0,24633
3	28	11,919	176,625	231,44	23600	133,616	160,9836		0,36867
Jumlah =									1,8327
Standar Deviasi (S) =									0,95726
Kuat Tekan Beton Karakeristik ( $\sigma' bk$ )=									160,021

2) Pemeriksaan Kuat Tekan Subtitusi 5%

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BETON (SUBSTITUSI ABU 5%)									
No	Umur (hari)	Berat (Kg)	Luas Bidang Tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban P (KN)	Beban P (kg)	$\sigma' b \circ$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma' b \square$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma' bm$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$(\sigma' b - \sigma' bm)^2$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	11,653	176,625	309,3	31561	178,691	215,2899		74,8967
2	28	11,555	176,625	316,7	32316	182,966	220,4407	206,636	190,581
3	28	11,823	176,625	264,78	27000	152,866	184,1762		504,424
Jumlah =									769,901
Standar Deviasi (S) =									19,6202
Kuat Tekan Beton Karakeristik ( $\sigma' bk$ )=									174,459

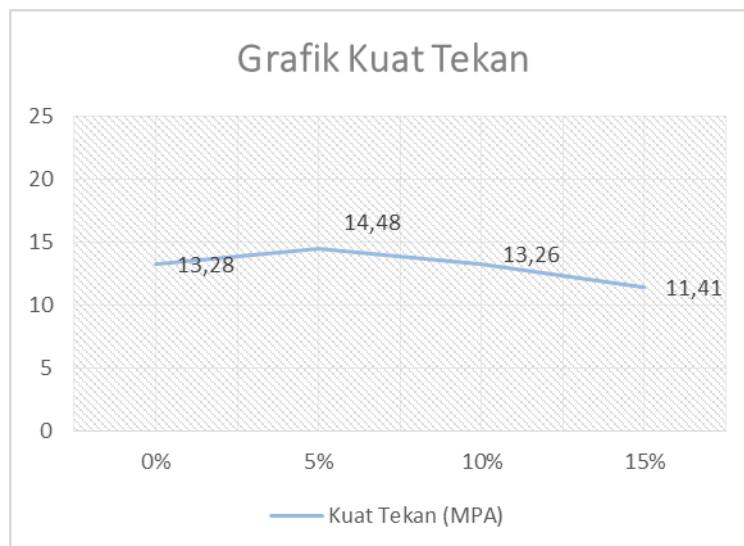
3) Pemeriksaan Kuat Tekan Subtitusi 10%

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BETON (SUBSTITUSI ABU 10%)									
No	Umur (hari)	Berat (Kg)	Luas Bidang Tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban P (KN)	Beban P (kg)	$\sigma' b \circ$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma' b \square$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma' bm$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$(\sigma' b - \sigma' bm)^2$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	11,59	176,625	235,36	24000	135,881	163,7122		66,5072
2	28	11,591	176,625	249,8	25472	144,216	173,7539	171,867	3,55905
3	28	11,878	176,625	256,1	26115	147,853	178,136		39,296
Jumlah =									109,362
Standar Deviasi (S) =									7,39467
Kuat Tekan Beton Karakeristik ( $\sigma' bk$ )=									159,74

4) Pemeriksaan Kuat Tekan Subtitusi 15%

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BETON (SUBSTITUSI ABU 15%)									
No	Umur (hari)	Berat (Kg)	Luas Bidang Tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban P (KN)	Beban P (kg)	$\sigma'_{b \circ}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{b \square}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{bm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$(\sigma'_{b} - \sigma'_{bm})^2$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	28	11,426	176,625	247,9	25278	143,119	172,4323		207,648
2	28	11,726	176,625	217,9	22219	125,799	151,5652	158,022	41,695
3	28	11,351	176,625	215,75	22000	124,558	150,0695		63,2475
Jumlah =									312,591
Standar Deviasi (S) =									12,5018
Kuat Tekan Beton Karakeristik ( $\sigma'_{bk}$ )=									137,519

5) Pemeriksaan Hasil Kuat Tekan Beton



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### a. Kesimpulan

- Dari hasil Job Mix Formula beton K-160 pada perlakuan beton tanpa substitusi campuran abu bonggol jagung dan jerami mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 160,34 kg/cm<sup>2</sup>.
- Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, variasi campuran 5%, 10%, dan 15% substitusi abu bonggol jagung dan jerami terhadap semen menghasilkan kuat tekan dengan hasil berturut-turut yaitu sebesar 174,46 kg/cm<sup>2</sup> (14,48 MPa) dan 159,74 kg/cm<sup>2</sup> (14,48 MPa) dan 137,52 kg/cm<sup>2</sup> (11,41 MPa)

- Subtitusi optimum abu boggol jagung dan jerami terhadap semen pada campuran beton adalah 5%, namun pada sustitusi 10% dapat digunakan karena nilai kuat tekan hampir mendekati
- b. Saran
  - Perlu ketelitian dalam proses pemeriksaan bahan sehingga dapat diperoleh data yang sesuai dan akurat.
  - Perlu ketelitian dalam perhitungan DMF sehingga mendapatkan kuat tekan yang direncanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970:2008), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, Cara Uji Slump Beton. (SNI 03-1972-2008), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. (SNI 1974-2011), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran, dan Kadar Udara Beton. (SNI 03-1973-2008), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI - 2847 - 2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional..
- Botahala, L., & Pasae, Y. 2020. *Kimia Semen : Suatu Kajian Literatur Ilmiah (1st ed.)*. Yogyakarta: Deepublish. Retrieved from <http://repo.untribkalabahi.ac.id/xmlui/handle/123456789/265>
- Bustomi, T. Dicky. 2019. "Pengaruh Penggunaan Abu Jerami Terhadap Kuat Tekan Beton Busa (Foam Concrete) Sebagai Komponen Beton Ringan Struktural". Skripsi Thesis, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung
- Edward G. Nawy .1998. *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Mendasar*. Bandung : Refika Elviyanti. 2021. *Diktat Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*. Padang : Universitas Ekasakti Padang
- Hardiputro, Achmad Eizco. (2021). *Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah dengan Variasi Suhu Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta
- Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Hidayat, Alvin (2020) *Pengaruh Penambahan Abu Jerami Dan Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi thesis, Universitas Kadiri.
- Husein, Umar. 2013. Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis. Jakarta: Rajawali
- Hutomo, H. D., Swastawati, F., dan Rianingsih, L. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Kualitas dan Kadar Kolesterol Belut (Monopterus albus) Asap*. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan

- Latipun. 2002. *Psikologi Eksperimen*. Malang: UMM Press
- Lucy Rodgers. *Perubahan iklim: Inilah penghasil emisi CO<sub>2</sub> terbesar yang mungkin tak Anda sadari*. Padang. Diakses tanggal 20 Oktober 2023.  
<https://www.bbc.com/indonesia/majalah-46591036>
- Maharani, Siti. (2021). *Pengaruh Penggunaan Abu Bonggol Jagung 5%, 7.5% Dan 10% Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton FC' 14.53 Mpa*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Malasyi, Syibral. (2014). *Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Jerami Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.
- Munshi et all. *Utilization of Rice Straw Ash as A Mineral Admixture in Construction Work*. Jurnal Teknik Sipil National Institute of Technology Agartala – India : ScienceDirect.
- Nandiyanto, A.B.D., Rahman, T., Fadhlulloh, M.A., Abdullah, A.G. Hamidah, I., dan Mulyanti, B. 2016. *Synthesis Of Silica Particles From Rice Straw Waste Using A Simple Extraction Method*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Okky Hendra Hermawan. 2006 . *Pengaruh Kadar Lumpur Pada Agregat Halus Dalam Pembuatan Mix Design Beton*.
- Oluborode et all. (2015). *Strength Evaluation of Corn cob ash in a blended Portland cement*. Jurnal Teknik Sipil Politeknik Liberal Polandia : IJEIT
- Rani et all. (2022). *Pemanfaatan Limbah Abu Tongkol Jagung Dan Bottom Ash Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block*. Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN
- Santos, M. B., Nader, G. A., Robinson, P. H., Kiran, D., Krishnamoorthy, U., Gomes, M. J. 2010. *Impact of Simulated Field Drying on in Vitro Gas Production and Voluntary Dry Matter Intake of Rice Straw*. Anim Feed Sci Technol 159 (3-4): 96-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.05.012>
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardi. 2003. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Prakteknya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Surakhmad, Winarno. 2012. *Pengantar Penelitian Ilmiah, Dasar, Metode dan Tehnik*. Bandung : Tarsito
- Suwanmaneechot et all. (2015). *Improvement, Characterization and Use Of Waste Corn Cob Ash In Cement-Based Materials*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Phayao Thailand.
- Tjokrodimuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro penerbit.
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.