



Tersedia Secara Online di
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

JURMATEKS

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

Penambahan Abu Jerami Dan Abu Sekam pada Beton Fc' 18,68 Mpa untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton

A. Hidayat ^{1*}, A. I. Candra ², S. Winarto ³, M. H. Nastotok ⁴

^{1*,2,3,4} Fakultas Teknik, Universitas Kadiri.

Email : ^{1*} alvinhdty5@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history :

Artikel masuk : 07 – 04 – 2021

Artikel revisi : 21 – 05 – 2021

Artikel diterima : 29 – 05 – 2021

Keywords :

Cement, Compressive Strength,
Rice Husk Ash, Rice Husk, Water
Content.

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

[24]

N. Van Tuan, G. Ye, K. Van Breugel, A. L. A. Fraaij, and D. D. Bui, "The study of using rice husk ash to produce ultra high performance concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 25, no. 4, pp. 2030–2035, 2011, doi:10.1016/j.conbuildmat.2010.11.04.

ABSTRACT

Concrete is a material that is widely used in the construction sector. The use of sustainable concrete constituent materials will result in the depletion of these materials. That is a need for innovation in the use of concrete materials. Husk ash and straw ash contain silica contained in cement material. Further research is needed on the use of these materials. This research was conducted to determine the optimum compressive strength, moisture content, and concrete density of a mixture of husk ash and straw ash in concrete k-225 (Fc '18.68 Mpa) with variations of 0%, 5%, 10%, and 15% of weight cement. The specimens used are 15x30cm cylindrical and the test is carried out at 28 days of concrete. The results showed that the optimum compressive strength value was obtained in the addition of 5% with a compressive strength value of fc'22.5 MPa. The least water content value is in the addition of 10% with a value of 0.033kg. The specific gravity test results show that the value of specific gravity has decreased for each variation. So it can be concluded that the addition of husk ash and straw ash to the concrete mixture affects the compressive strength value.

ABSTRAK

Beton menjadi material yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Penggunaan material penyusun beton yang berkelanjutan akan mengakibatkan menipisnya material tersebut. Sehingga perlu adanya inovasi dalam pemakain material penyusun beton. Abu sekam dan abu jerami memiliki kandungan silika yang terkandung dalam material semen. perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan material tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan optimum, kadar air dan berat jenis beton dari campuran abu sekam dan abu jerami pada beton k-225 (Fc' 18,68 Mpa) dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder 15x30cm dengan pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, nilai kuat tekan optimum didapat pada penambahan 5% dengan nilai kuat tekan fc'22,5 MPa. Nilai kadar air yg paling sedikit yaitu pada penambahan 10% dengan nilai 0,033kg. Hasil pengujian berat

jenis menunjukkan bahwa nilai berat jenis mengalami penurunan pada setiap variasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam dan abu jerami pada campuran beton mempengaruhi nilai kuat tekannya.

1. Pendahuluan

Bidang teknologi rekayasa struktur yang semakin berkembang membuat beton semakin banyak digunakan pada banyak pekerjaan struktur seperti jalan, jembatan, bendungan, gedung dan lainnya [1]. Penggunaan beton pada struktur tentunya membutuhkan kualitas beton yang kuat dan bagus [2], karena faktor utama pada sebuah struktur adalah nilai kekuatan.

Kekuatan beton menjadi parameter dalam penentuan kualitas beton, semakin bagus beton maka membutuhkan semen yang semakin banyak pula [3]. Namun, penggunaan material penyusun beton berupa semen yang terlalu banyak digunakan akan mengakibatkan menipisnya material tersebut di alam. Oleh karena itu perlu adanya inovasi - inovasi dalam penggunaan material penyusun beton untuk menciptakan beton yang baik dan ekonomis, serta dapat memanfaatkan benda-benda tak habis pakai (limbah) [4][5]. Salah satu inovasinya yaitu dengan memanfaatkan limbah pertanian dengan mengganti sebagian semen menggunakan abu dari sekam dan jerami padi [6].

Sekam lebih sering dimanfaatkan untuk proses pembakaran bata merah dan genteng. Masyarakat biasanya sekam sebagai bahan perapian untuk memasak ataupun perapian untuk ternak. Abu sekam padi juga umumnya dimanfaatkan untuk abu gosok. Sekam padi mempunyai mineral dengan nilai kandungan yang kurang lebih sama dengan nilai kandungan yang terdapat di semen. Penelitian yang telah dilakukan mengenai Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton [7], menyimpulkan bahwa terjadi penurunan pada kuat tekan beton

Abu sekam padi (ASP) dan abu jerami padi (AJP) memiliki kandungan silika yang hampir sama dengan semen [8]. Hasil ekstraksi dari abu sekam memiliki kandungan sebesar 96,90% silika [9]. abu sekam padi mampu menjadi unsur yg mampu meningkatkan kekuatan beton karna mengandung pozzolan yang terdapat pada semen yaitu berupa bahan berbentuk halus yg mengandung senyawa silica alumina[10]. Dengan nilai silika yg hampir sama dengan yg terdapat pada semen maka perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan abu sekam (ASP) dan abu jerami (AJP) sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai dari kuat tekan optimum, nilai kadar air dan berat jenis beton yang dicapai dari campuran abu sekam dan abu jerami pada beton k-225.

2. Studi Literatur

Teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

2.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada struktur, beton berasal dari berbagai campuran, bahan campuran beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air dan semen[11][12]. Penggunaan beton untuk struktur umumnya cenderung berkualitas tinggi[13]. Kualitas beton sendiri ditentukan oleh mutu dan bahan campuran beton[14].

2.2 Material Penyusun Beton

Material penyusun beton terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Sesuai dengan uraian dibawah ini:

2.2.1 Semen

Semen portland adalah hasil dari gilingan antara terak semen[15], didalamnya mengandung kalsium silikat dan dengan kristal senyawa kalsium sulfat [16] Semen memiliki sifat utama yaitu mengikat dengan adanya air. Dengan sifat tersebut, semen dalam campuran beton berfungsi sebagai pengikat bahan-bahan agregat.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus merupakan butiran butiran yang berbentuk tajam dan keras, menurut SNI ukuran agregat halus adalah 0,15-5mm[17]. Salah satu jenis agregat halus yang banyak digunakan yaitu adalah pasir, pasir yang digunakan memiliki klasifikasi butiran sedang[18].

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan pecahan batuan, menurut SNI ukurannya harus melebihi 5mm, salah satu jenis agregat kasar yang sering digunakan adalah batu pecah, batu pecah memiliki ukuran butir antara 5-40mm [19][18][18][18][18][20].



Sumber : Dokumentasi Penelitian

Gambar 1. Batu Pecah

2.2.4 Air

Air merupakan larutan yang digunakan untuk membentuk beton[21], jumlah dari air yang digunakan harus diawasi agar mutu beton tetap sesuai dengan apa yang diharapkan[22]. Air yang digunakan adalah air bersih yang tidak tercampur kotoran atau bahan kimia lain.

2.3 Material Substitusi/Alternatif

Material alternatif merupakan material tambahan yang digunakan untuk menggantikan beberapa material utama dari campuran beton

2.3.1 Abu Jerami

Jerami adalah batang padi, sedangkan abu jerami merupakan abu yang didapatkan dari proses pembakaran jerami padi [23]. Nilai kandungan silika abu jerami sebesar 69,97% [8], nilai yang hampir sama dengan nilai silika pada semen, dan ini adalah alasan penggunaan abu jerami pada penelitian ini. Berikut adalah gambar abu jerami padi:



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 2. Abu Jerami

2.3.2 Abu Sekam

Sekam padi merupakan kulit dari butiran padi sedangkan abu sekam padi merupakan abu yang didapatkan dari proses pembakaran sekam padi. Sekam padi biasanya menjadi limbah buangan hasil dari penggilingan padi dan pemanfaatannya terasa kurang sekali, sekitar 75% dari berat sekam akan terbakar habis sedangkan 25% nya akan berubah menjadi abu[24].



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 3. Abu Sekam

2.4 Pengujian Beton

Pengujian beton merupakan proses pengetesan sampel benda uji, dimana pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan, kadar air dan berat jenis sesuai dengan uraian berikut:

2.4.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas yang mengakibatkan benda uji hancur dengan gaya tekan tertentu yang biasanya dihasilkan oleh mesin[25]. Nilai kuat tekan beton dapat dicari melalui persamaan berikut:

$$F_c = P/A$$

$$F_c' = \text{Kuat Tekan (Mpa)}$$

$$P = \text{Gaya Tekan (N)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (cm}^2\text{)}$$

2.4.2 Kadar Air

Kadar air merupakan kadar kandungan air yg terdapat pada beton. Besarnya kadar air pada beton diukur dengan benda uji silinder tanpa memberikan tekanan air pada benda uji tersebut dan di uji setelah dilakukan 24 jam perendaman[1]. nilai kadar air dapat dicari melalui persamaan berikut:

$$L = A - E$$

$$L = \text{Kadar air (Kg)}$$

$$A = \text{Berat benda 24 jam terendam (Kg)}$$

$$E = \text{Berat benda kering (Kg)}$$

2.4.3 Berat Jenis

Berat jenis beton merupakan berat benda uji dibagi dengan volume benda uji[1]. Nilai berat jenis beton dapat dicari melalui persamaan berikut:

$$B = W/V$$

$$B = \text{Berat jenis (kg)}$$

$$W = \text{Berat benda uji (m}^3\text{)}$$

$$V = \text{Volume benda uji (kg/m}^3\text{)}$$

3. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimental, dengan pembuatan benda uji berbentuk silinder 15x30cm dengan mutu awal K225. Variasi yang

digunakan merupakan penambahak abu sekam padi serta abu jerami. abu sekam padi dan abu jerami didapatkan dari pembakaran sekam padi dan jerami. Prosentase abu jerami dan abu sekam padi yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen. Pada setiap prosentase terdapat 3 benda uji sehingga terdapat 12 sampel yang diuji. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan, kadar air dan berat jenis, setelah beton berumur 28 hari. Proporsi campuran yang digunakan mengacu pada SNI

Pada **Tabel 1.** diuraian proporsi campuran material beton untuk kebutuhan 0,0636 m³

Tabel 1. Proporsi campuran

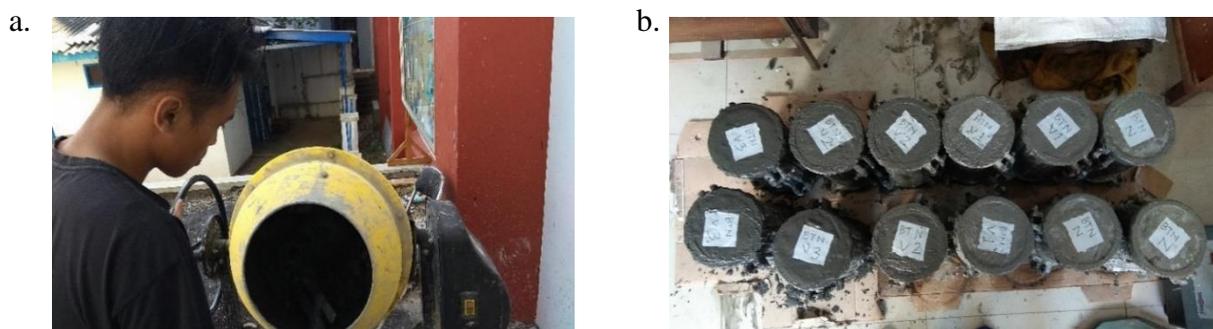
Variasi	Jumlah Sampel	Semen Kg	Pasir Kg	Kerikil Kg	Air L	Abu sekam Kg	Abu jerami Kg
0%	3	7,08	13,31	19,97	4,10		
ASP 2,5% + AJP 2,5%	3	6,72	13,31	19,97	4,10	0,18	0,18
ASP 2,5% + AJP 7,5%	3	6,37	13,31	19,97	4,10	0,18	0,53
ASP 2,5% + AJP 12,5%	3	6,02	13,31	19,97	4,10	0,18	0,88
Jumlah	12	26,18	53,26	79,89	16,40	0,53	1,59

Sumber : Data Diolah

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dari mempersiapkan bahan penyusun beton, kemudian dilakukan pengujian agregat, selanjutnya job mix dan pencetakan beton, lalu curing selama 28 hari, dilanjutkan dengan pengujian kadar air, berat jenis dan kuat tekan dan yang terakhir pengolahan data.

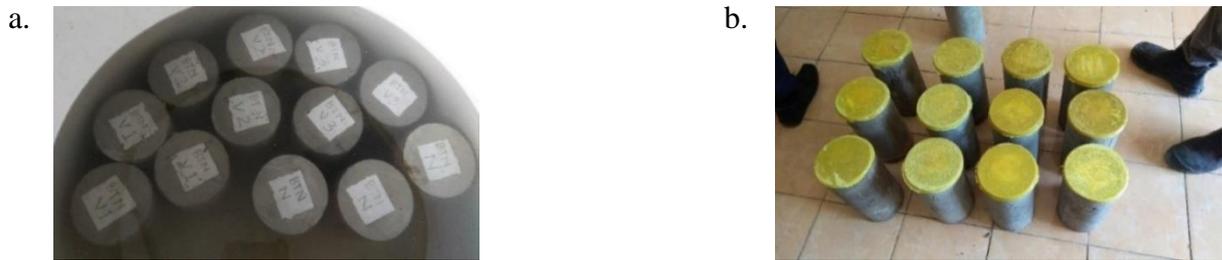
Proses pencampuran maerial beton dilakukan dengan menggunakan elektrik mixer dan dilakukan pencetakan menggunakan benda uji berbentuk silinder 15x30cm dengan jumlah 12 sampel.



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 5. (a) Proses Jobmix (b)Pencetakan Beton

Proses curing beton dilakukan untuk menjaga kualitas beton agar sesuai dengan mutu yang ingin dicapai dan proses Capping sampel dilakukan untuk meratakan permukaan benda uji.



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 6. Proses Curing dan Capping

4. Hasil dan Diskusi

Hasil diskusi mengenai pengujian karakteristik agregat dan pengujian beton dipaparkan dan diuraikan sebagai berikut .

4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Sebelum melakukan pembuatan benda uji, dilakukan terlebih dahulu pengujian terhadap bahan agar bisa mendapatkan material yg sesuai dengan SNI. Pengujian bahan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri.

4.1.1 Pengujian Agregat halus

Agregat halus yang digunakan untuk bahan campuran beton disini adalah berupa pasir Sungai Brantas Kediri, pengujian bahan ini meliputi pengujian kadar lumpur, kadar air, berat volume, modulus kehalusan, berat jenis dan penyerapan. Berikut adalah hasil dari pengujian yang disajikan dalam table dibawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Uji	Keterangan
1	Kadar Air	2% - 5%	2,67	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	Maks 5%	1,25	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Lepas	1.6 - 1.9 kg/liter	1,72	Memenuhi
	b. Padat	1.6 - 1.9 kg/liter	1,78	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 2%	1,83	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj Curah	1.6 - 3.3	2,65	Memenuhi
	b. Bj Kering Permukaan	1.6 - 3.4	2,70	Memenuhi
	c. Bj Semu	1.6 - 3.8	2,79	Memenuhi
6	Modulus Halus Butir	1.5 - 3.8	3,26	Memenuhi

Sumber : Data Diolah

Pengaruh Penambahan Abu Jerami Dan Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Beton

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

© 2021 JURMATEKS. Jurnal Manajemen & Teknik Sipil. All rights reserved.

Berdasarkan **Tabel 2**, data pengujian agregat halus menunjukkan hasil bahwa persentase kadar air sebesar 2,67% dan dinyatakan memenuhi syarat. Pengujian kadar lumpur juga memenuhi syarat dengan nilai 1,25% dari persyaratan maksimal 5%. Pengujian absorpsi, berat jenis dan modulus halus butir juga memenuhi persyaratan.

4.1.2 Pengujian agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk bahan campuran disini adalah batu pecah yang juga akan melewati pengujian kadar air, kadar lumpur, berat volume, berat jenis dan penyerapan air. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa bahan campuran yang akan digunakan telah sesuai dengan SNI. Berikut adalah hasil dari pengujian tersebut yang disajikan pada **Tabel 3**. di bawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Interval Spesifikasi	Hasil Uji	Keterangan
1	Kadar Air	0.5% - 2%	2,0	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0.2% - 1%	0,80	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Lepas	1.4 - 1.9 kg/liter	1,48	Memenuhi
	b. Padat	1.4 - 1.9 kg/liter	1,56	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 3%	1,01	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj Curah	1.6 - 3.3	2,75	Memenuhi
	b. Bj Kering Permukaan	1.6 - 3.3	2,78	Memenuhi
	c. Bj Semu	1.6 - 3.3	2,83	Memenuhi
6	Abrasi	Maks 40%	27,6	Memenuhi

Sumber : Data Diolah

Pada **Tabel 3**, diatas dapat dilihat hasil pengujian penyerapan air didapat persentase sebesar 1,01% dan dinyatakan memenuhi syarat.

4.2 Hasil Pengujian Beton

Pengujian beton dilakukan pada beton berumur 37 hari dengan hasil sebagai berikut:

4.2.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

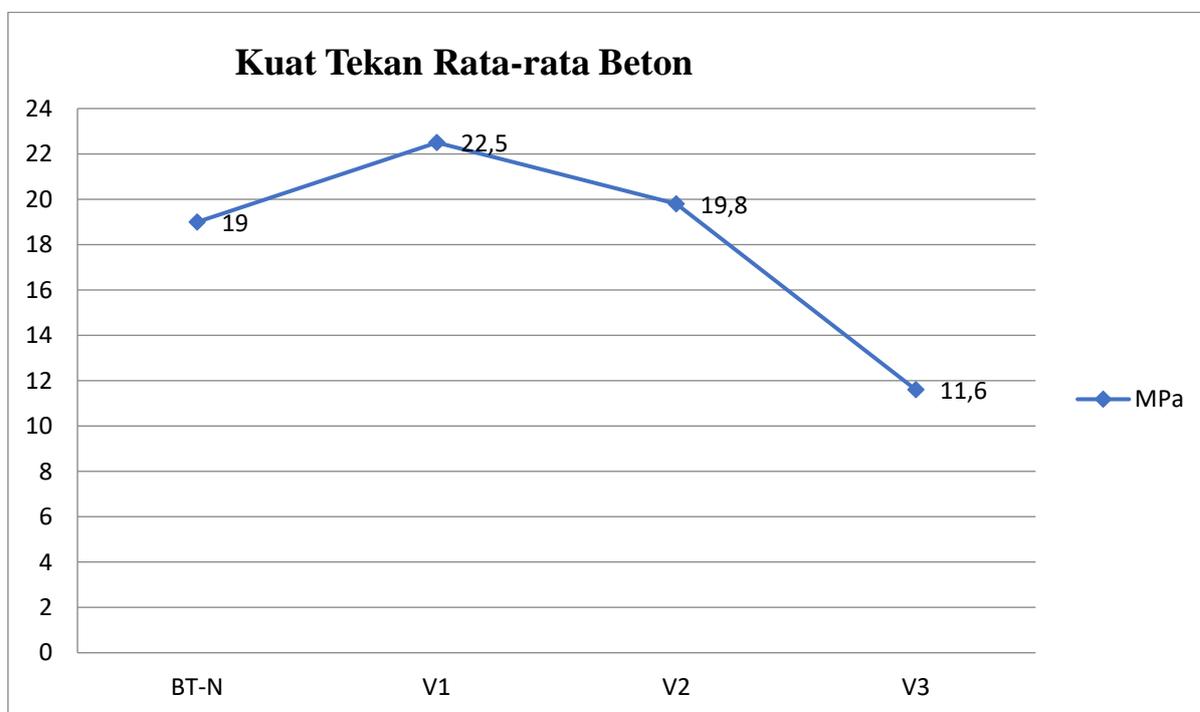
Pengujian kuat tekan beton dilakukan di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kec. Caruban Kab. Madiun. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30cm dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Beton

Kode benda uji	Variasi	Kuat Tekan Rata Rata (MPa)
BT-N	Beton Normal	19
V1	5%	22,5
V2	10%	19,8
V3	15%	11,6

Sumber : Data Diolah

Dari **Tabel 4.** hasil dari pengujian kuat tekan rata-rata beton dapat disajikan dalam gambar grafik sebagai berikut:

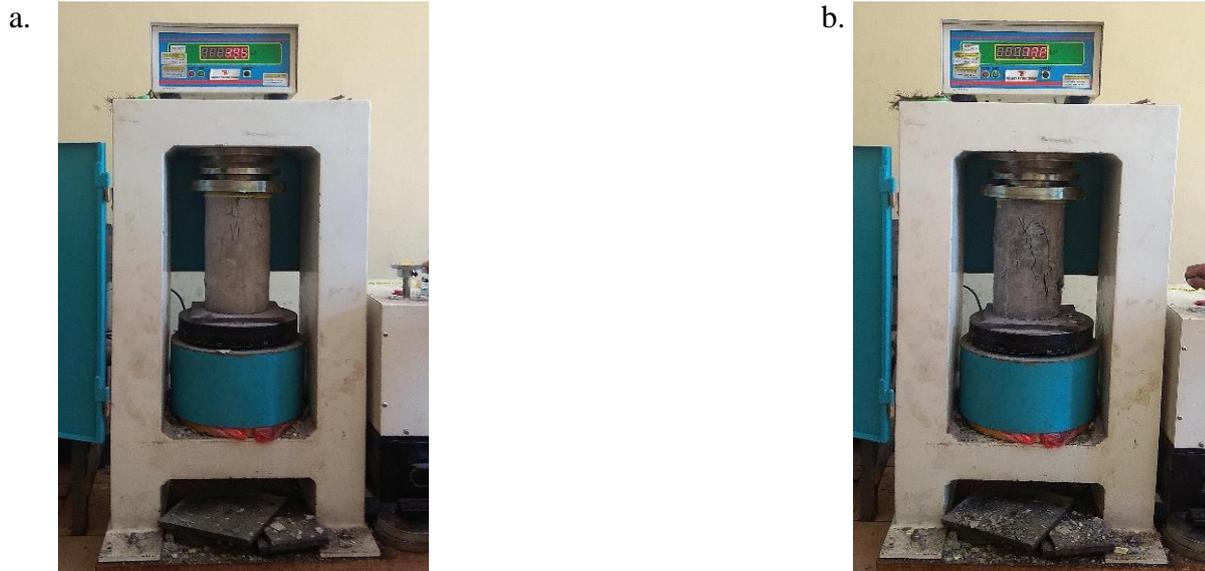


Sumber : Data Diolah

Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Beton

Keterangan : BT-N = Beton Normal, V1= 5%, V2= 10%, V3= 15%

Grafik pada **Gambar 7** menunjukkan hasil bahwa beton mengalami kenaikan pada variasi 1 dan variasi 2, lalu beton mengalami penurunan kuat tekan pada variasi 3. Sehingga bisa didapatkan nilai kuat tekan optimum pada variasi 1 dengan melakukan penambahan bahan sebesar 5% dari komposisi semen dengan nilai sebesar 22,5 Mpa. Dengan rata rata kenaikan kuat tekan sebesar 18,4% dari beton normal.



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 8. (a) Proses Tes Kuat Tekan (b) Benda Uji Hancur

4.2.2 Hasil Uji Kadar Air

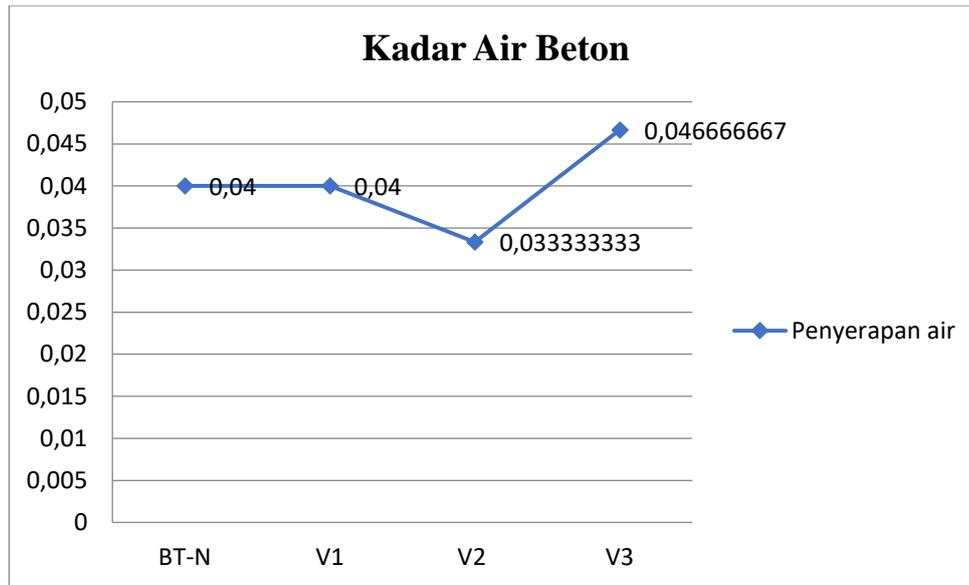
Pengujian kadar air dilakukan guna mengetahui berapa kandungan air yg terdapat pada beton. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian kadar air pada beton per variasi yang disajikan dalam **Tabel 5** dibawah ini:

Tabel 5. Tabel Hasil Pengujian Kadar Air Beton

Benda uji	Variasi	Berat beton		Kadar air (kg)
		Berat setelah 24 jam terendam (kg)	Berat kering (kg)	
BT-N		12,9733	12,933	0,04
V1	5%	12,82	12,78	0,04
V2	10%	12,7333	12,7	0,033333
V3	15%	12,6733	12,627	0,046667

Sumber : Data Diolah

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian kadar air pada beton yang disajikan dalam gambar grafik dibawah ini:



Sumber : Data Diolah

Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Kadar Air

Berdasarkan pada grafik **Gambar 9**, hasil pengujian kadar air didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,04kg pada beton normal, 0,04kg pada beton variasi satu, 0,033kg pada beton variasi dua dan 0,046kg pada beton variasi tiga. Sehingga nilai kadar air yang paling bagus yaitu pada variasi 2 dengan nilai 0,033kg.

4.2.2 Hasil Uji Berat Jenis

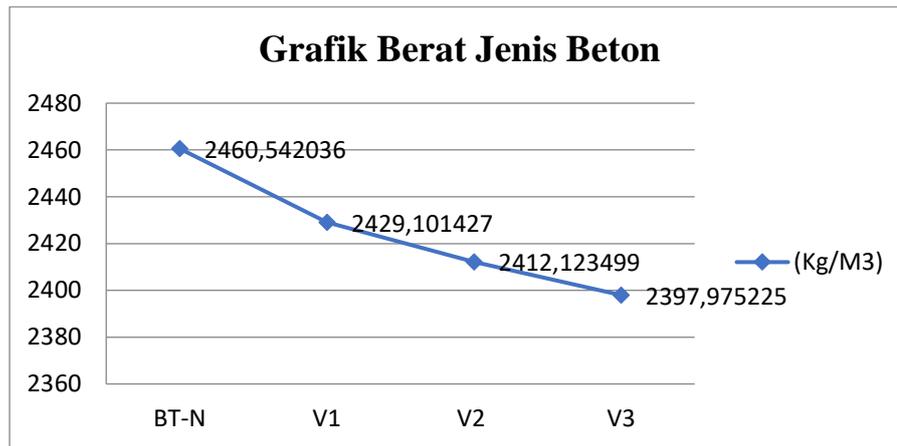
Pengujian berat jenis beton dilakukan guna mengetahui nilai dari berat jenis beton pada penelitian ini. Berikut adalah hasil pengujian berat jenis beton:

Tabel 6. Tabel Hasil Perhitungan Berat Jenis Beton

Benda uji	Variasi	Berat jenis (kg/m ³)
BT-N		2460,54
V1	5%	2429,1
V2	10%	2412,12
V3	15%	2397,98

Sumber : Data Diolah

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian berat jenis beton yang disajikan dalam gambar grafik dibawah ini:



Sumber : Data Diolah

Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis Beton

Berdasarkan grafik **Gambar 10**, hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis beton mengalami penurunan pada setiap penambahan bahan campuran abu sekam dan abu jerami.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan dan juga dari hasil analisa data yang berhasil didapatkan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Tes Kuat Tekan

Hasil dari pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan pada beton k-225 dengan penambahan abu sekam dan abu jerami padi mendapatkan hasil yang berbeda pada setiap variasinya, yaitu beton normal (BT-N) mendapatkan hasil 19 MPa lalu mengalami kenaikan pada beton variasi satu (V1) dengan nilai tekan sebesar 22,5 MPa dan pada beton variasi 2 (V2) sebesar 19,8 Mpa serta mengalami penurunan kuat tekan pada beton variasi 3 (V3) dengan nilai kuat tekan sebesar 11,6 MPa. Sehingga didapatkan nilai kuat tekan optimum penambahan abu sekam dan abu jerami padi pada variasi 1 dengan nilai sebesar 22,5 Mpa. Dengan rata rata kenaikan kuat tekan sebesar 18,4% dari beton normal.

2. Tes Kadar Air

Hasil pengujian penyerapan air didapatkan nilai rata-rata kadar air sebesar 0,04kg pada beton normal, 0,04kg pada beton variasi satu, 0,033kg pada beton variasi dua dan 0,046kg pada beton variasi tiga. Sehingga nilai kadar air yang paling bagus yaitu pada variasi 2 dengan nilai 0,033kg.

3. Tes Berat Jenis

Hasil dari pengujian berat jenis pada beton mendapatkan hasil bahwa nilai berat jenis beton normal sebesar 2460,54kg, variasi 1 sebesar 2429,1kg, variasi 2 sebesar 2412,12kg dan variasi 3 sebesar 2397,98kg. Berat jenis terus mengalami penurunan pada setiap penambahan abu sekam dan abu jerami.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini dan setelah mendapatkan kesimpulan, maka penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam melakukan penelitian lebih lanjut. Peneliti perlu melakukan penelitian terhadap variasi suhu pembakaran dari abu sekam dan abu jerami, untuk dapat menghasilkan abu sekam dan abu jerami yang bagus untuk bahan campuran beton, perlu diperhatikan juga pelaksanaan proses pencampuran karna dapat mempengaruhi nilai kuat tekan saat pencampuran tidak merata, diperhatikan juga pada proses pemadatan agar beton terhindar dari retak rambut dan beton berpori karna adanya udara yg masi terjebak didalam cetakan. Pemanfaatan Limbah Genteng Sebagai Campuran Semen Dan Penambahan Zat Additiv Master Ease Terhadap Beton K-200

Daftar Pustaka

- [1] S. Jefrianto, Winarto, "Pemanfaatan Limbah Genteng Sebagai Campuran Semen Dan Penambahan Zat Additiv Master Ease Terhadap Beton K-200," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 106–115, 2019.
- [2] P. Tamayo, J. Pacheco, C. Thomas, J. de Brito, and J. Rico, "Mechanical and durability properties of concrete with coarse recycled aggregate produced with electric arc furnace slag concrete," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.3390/app10010216.
- [3] A. I. Candra, E. Gardjito, Y. Cahyo, A. D. Cahyono, and Z. Bima, "Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori," *UKaRsT*, vol. 3, no. 1, pp. 76–85, 2019.
- [4] A. D. Krisna, S. Winarto, and A. Ridwan, "Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Dan Zat Additif Sikacim Bonding Adhesive," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2019.
- [5] M. Bahrudin, A. I. Candra, and S. Winarto, "Pemanfaatan Limbah Galvalum Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Jobmix Beton," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 332, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1152.
- [6] O. Febrianita, A. Ridwan, and Y. C. S. Poernomo, "Penelitian Beton dengan Penambahan Abu Sekam Padi dan Limbah Keramik sebagai Substitusi Semen," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 275, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1138.
- [7] S. Samsudin and S. D. Hartantyo, "Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Tek.*, vol. 9, no. 2, p. 8, 2017, doi: 10.30736/teknika.v9i2.58.
- [8] A. E. Sutrisno and D. Kartikasari, "Pengaruh Penambahan Abu Jerami Padi Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. CIVILA*, vol. 2, no. 2, p. 9, 2017, doi: 10.30736/cvl.v2i2.74.
- [9] Rini Sri Nofa, "Ekstraksi silika dari sekam dan jerami padi sebagai penyerap ion logam Cd(II)," *repository.um.ac.id*, 2012. .
- [10] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, "Varietas Padi Ciherang." .
- [11] A. I. Candra, A. Ridwan, S. Winarto, and Romadhon, "Correlation of Concrete Strength and Concrete Age K-300 Using Sikacim® Concrete Additive and Master Ease 5010," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/4/042032.
- [12] E. Agusri and F. Erfanda, "Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton K-300," *Bear. J. Penelit. dan Kaji. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 97–106, 2020.

- [13] F. O. Lomboan *et al.*, “Penguujian Kuat Tekan Mortar Dan Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen,” *J. Sipil Statik*, vol. 4, no. 4, pp. 271–278, 2016.
- [14] Y. Cahyo, A. I. Candra, E. Siswanto, and A. Gunarto, “The Effect of Stirring Time and Concrete Compaction on K-200 Concrete Press Strength,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 4, pp. 0–6, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/4/042033.
- [15] S. Wimaya, A. Ridwan, and S. Winarto, “Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 234, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1096.
- [16] T. Utomo, “Analisa Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Bahan Alternatif Abu Sekam Padi Dan Kapur Padam,” *Umpwr*, 2017.
- [17] A. Ridwan, A. I. Candra, E. Gardjito, and Suwarno, “Experimental Study Additional Brantas Sands of Clay Density,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/4/042030.
- [18] K. D. Kurniawan, A. Ridwan, Y. C. S. P, F. Teknik, and U. Kadiri, “Uji Kuat Tekan Dan Absorpsi Pada Beton Ringan Dengan Penambahan Limbah Bata Ringan Dan Bubuk Talek,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [19] E. Hunggurami, “Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656:2012,” *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 165–172, 2017.
- [20] S. Winarto, A. I. Candra, E. Siswanto, and R. Ajiono, “Analysis Causes Damage and Prevention of Concrete,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/4/042031.
- [21] R. P. Badorul Hisham Abu Bakar, C, and H. Abdulaziz, “Malaysian Rice Husk Ash – Improving the Durability and Corrosion Resistance of Concrete,” *EACEF-International Conf. Civ. Eng.*, vol. 1, 2011.
- [22] I. dan J. O. Godwin A. Akeke, Maurice E. Ephraim, Akobo, “Structural Properties Of Rice Husk Ash Concrete,” *Int. J. Eng.*, vol. 3, no. 3, 2013.
- [23] S. Malasyi, Wesli, and Fasdarsyah, “Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Jerami,” *Teras J.*, vol. 4, no. 2, pp. 41–49, 2014.
- [24] N. Van Tuan, G. Ye, K. Van Breugel, A. L. A. Fraaij, and D. D. Bui, “The study of using rice husk ash to produce ultra high performance concrete,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 25, no. 4, pp. 2030–2035, 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.11.046.
- [25] SNI1974-2011, “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,” *Badan Stand. Nas. Indones.*, p. 20, 2011.