

## PENGARUH PENAMBAHAN ABU JERAMI PADI SEBAGAI PENGURANGAN PENGUNAAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL (Abu Jerami dari Desa Rawang Pasar IV)

Satria Wibowo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Asahan  
e-mail : : <sup>1</sup>kisaransatri@gmail.com

**ABSTRAK.** Sangat diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan limbah-limbah beton. Salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali abu jerami padi untuk penggunaan beton baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah, persentase dari nilai kuat tekan beton, dan perbandingan dari kuat tekan betonnya. Penelitian ini merencanakan beton normal dengan kuat tekan yang ditargetkan adalah 20 MPa dan menggunakan slump 60 – 180 mm serta menggunakan *Portland tipe I* Penggunaan proporsi agregat limbah dalam penelitian ini adalah limbah abu jerami padi sebanyak 3%, 5% dan 7% dari berat total agregat alami dan semen dengan umur pengujian 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Untuk jumlah benda uji 36 buah dengan hasil kuat tekan beton. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengujian, penggunaan limbah abu jerami padi dengan proporsi 3% didapat pada 7 hari sebesar 22.04 MPa, 14 hari sebesar 21.11 Mpa dan 28 hari sebesar 21.07, berlanjut dengan abu jerami padi 5% didapat pada 7 hari sebesar 21.49 MPa, 14 hari sebesar 21.05 MPa dan 28 hari sebesar 20.89 MPa dan pada campuran abu jerami padi 7% pada umur 7 hari didapat sebesar 21.40 MPa, 14 hari sebesar 16.14 MPa, dan 28 hari sebesar 19.81MPa.

**Kata Kunci :** *Abu Jerami Padi, Kuat Tekan Beton, Limbah,*

### **ABSTRACT**

**ABSTRACT,** We need a construction technology that can reduce the exploitation of nature and can utilize concrete wastes. One example of an effort to reduce this impact is to reuse rice straw ash for the use of new concrete. This study aims to determine the effect of waste, the percentage of the value of the compressive strength of concrete, and the comparison of the compressive strength of the concrete. This study plans normal concrete with a targeted compressive strength of 20 MPa and uses a slump of 60 – 180 mm and uses Portland type I. The proportion of waste aggregate in this study is rice straw ash waste as much as 3%, 5% and 7% of the total weight of the aggregate. natural and cement with a test age of 7 days, 14 days and 28 days. For the number of test objects 36 pieces with the results of the compressive strength of concrete. The results of this study indicate that based on the test results, the use of rice straw ash waste with a proportion of 3% obtained at 7 days was 22.04 MPa, 14 days was 21.11 MPa and 28 days was 21.07, continued with 5% rice straw ash obtained at 7 days was 21.49 MPa, 21.05 MPa for 14 days and 20.89 MPa for 28 days and 7% rice straw ash mixture at the age of 7 days was 21.40 MPa, 16.14 MPa for 14 days, and 19.81 MPa for 28 days.

**Keywords :** *Rice Straw Ash, Concrete compressive strength, Waste*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman khususnya di bidang teknik sipil dalam hal teknologi konstruksi di Indonesia, penggunaan beton banyak digunakan pada pekerjaan konstruksi seperti pekerjaan bangunan gedung, jalan, jembatan, bendungan dll. Dimasa ini beton merupakan elemen konstruksi bangunan yang sangat penting dan sangat luas penggunaannya.

Semen portland didefinisikan sebagai semen hidraulik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama – sama dengan bahan utamanya [1].

Di Indonesia khususnya di Kabupaten Asahan di desa Rawang pasar IV, mayoritas masyarakatnya berkerja sebagai petani dan merupakan desa penghasil beras, untuk hal itu setelah siap masa panen banyak sekali jerami padi yang dibiarkan begitu saja oleh para petani atau dibakar yang dimana hanya menyebabkan polusi udara akibat pembakaran jerami padi oleh petani yang dilakukan siap masa panen, disini kurangnya pemanfaatan jerami oleh masyarakat sekitar dan hanya beberapa yang menggunakannya sebagai pakan ternak.

Fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan – bahan semen terdiri dari batu kapur (gamping) yang mengandung senyawa : Calsium Oksida ( $\text{CaO}$ ), lempung atau tanah liat (clay) adalah bahan alam yang mengandung seyawa: Silika Oksida ( $\text{SiO}_2$ ), Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ) [2]. Sudah diketahui bahwa jerami padi mengandung silika apabila dilakukan proses pembakaran yang hasil nantinya menjadi abu, maka pada masa sekarang pemanfaatan jerami padi di kembangkan dalam berbagai bidang khususnya di bidang konstruksi sebagai campuran beton untuk yang nantinya dapat mengurangi campuran penggunaan semen pada beton.

Pengaruh penggunaan variasi proporsi abu sekam padi (ASP) dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan (Workbilty) dan kekuatan beton. Hal ini dapat disimpulkan bahwa abu sekam padi mampu digunakan sebagai bahan pengurangan sebagian semen Portland. dengan variasi proporsi tidak melebihi 5.5% penggunaannya dari jumlah berat semen pada beton normal [3].

Permasalahan dalam penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh persentase abu jerami padi bisa digunakan secara bersamaan dengan semen untuk mencapai kuat tekan yang direncanakan dan Seberapa besar kekuatan beton dengan komposisi campuran abu jerami pada 0%, 5%, 7%.

Tujuan penelitian ini ingin mengetahui Seberapa besar kuat tekan beton dengan menggunakan abu jerami padi sebagai bahan substitusi parsial semen dengan beton normal dan seberapa besar komposisi optimum abu jerami padi dalam campuran beton dengan kuat tekan rencana  $f'c$  20 Mpa dan abu jerami padi yang digunakan lolos saringan no. 200 mm. metode yang digunakan dengan membuat benda ujidengan campuran sesuai syarat yang ditentukan SNI.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton (*concrete*) merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) [4].

Semen portland adalah suatu semen hidrolis yang yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozzolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozzolan bersama – sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 6% sampai 40% masa semen portland pozzolan [5].

Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan, sehingga memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996) [6]. Bahan tambah juga dapat dimanfaatkan untuk megurangi pemakaian semen atau agregat sebagian. Pemanfaatan jerami padi menjadi bahan campuran beton menunjukkan beton dengan campuran jerami kuat tekan dan modulus elastisitas yang hampir sama dengan yang tidak dicampur dengan jerami. Adapun komposisi pada jerami padi dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi Jerami Padi

Kimia	Berat Dalam Persen
SiO <sub>2</sub>	65,92
AL <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20
CaO	2,4
MgO	3,11
SO <sub>4</sub>	0,69

Sumber: EL – Sayed (2006)[7]

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian pengaruh campuran tambahan jerami padi pada kuat tekan beton ini adalah termasuk dalam penelitian kualitatif karna penelitian ini melihat pengaruh tambahan jerami padi untuk kuat tekan beton apakah kualitas penambahan jerami padi berpengaruh untuk kuat tekan beton menjadi lebih baik atau tidak. Metode yang dilakukan adalah dengan cara

membandingkan mutu beton rencana  $F_c = 20$  Mpa atau setara dengan K 250 yang nantinya sebagai acuan kontrol dengan beton yang akan diuji. Setelah beton melalui proses eksperimen dan pengamatan diharapkan dapat mengetahui pengaruh dari penambahan jerami padi terhadap kuat tekan beton menggunakan rencana campuran beton (*mix design*) dengan persentase jerami padi yang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen adalah sebesar 0%, 3%, 5%, 7% dan benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm. yang nantinya beton akan melalui uji kuat tekan beton dan sebelumnya beton sudah mengalami proses perendaman dalam air selama 7, 14 sampai 28 hari.

Sebelum dilaksanakan *mix design* terlebih dahulu dipersiapkan material- material yang dicampur dalam campuran beton antara lain: Semen Portland tipe I (Semen Andalas Indonesia), agregat kasar yang berasal dari Kabupaten Asahan, agregat halus yang berasal dari Kabupaten Asahan, air yang berasal dari kampus Universitas Asahan dan bahan substitusi parsial semen (abu jerami padi) yang berasal dari Desa Rawang Pasar IV Kabupaten Asahan. Setelah semua material didapatkan kemudian dilakukan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Asahan.

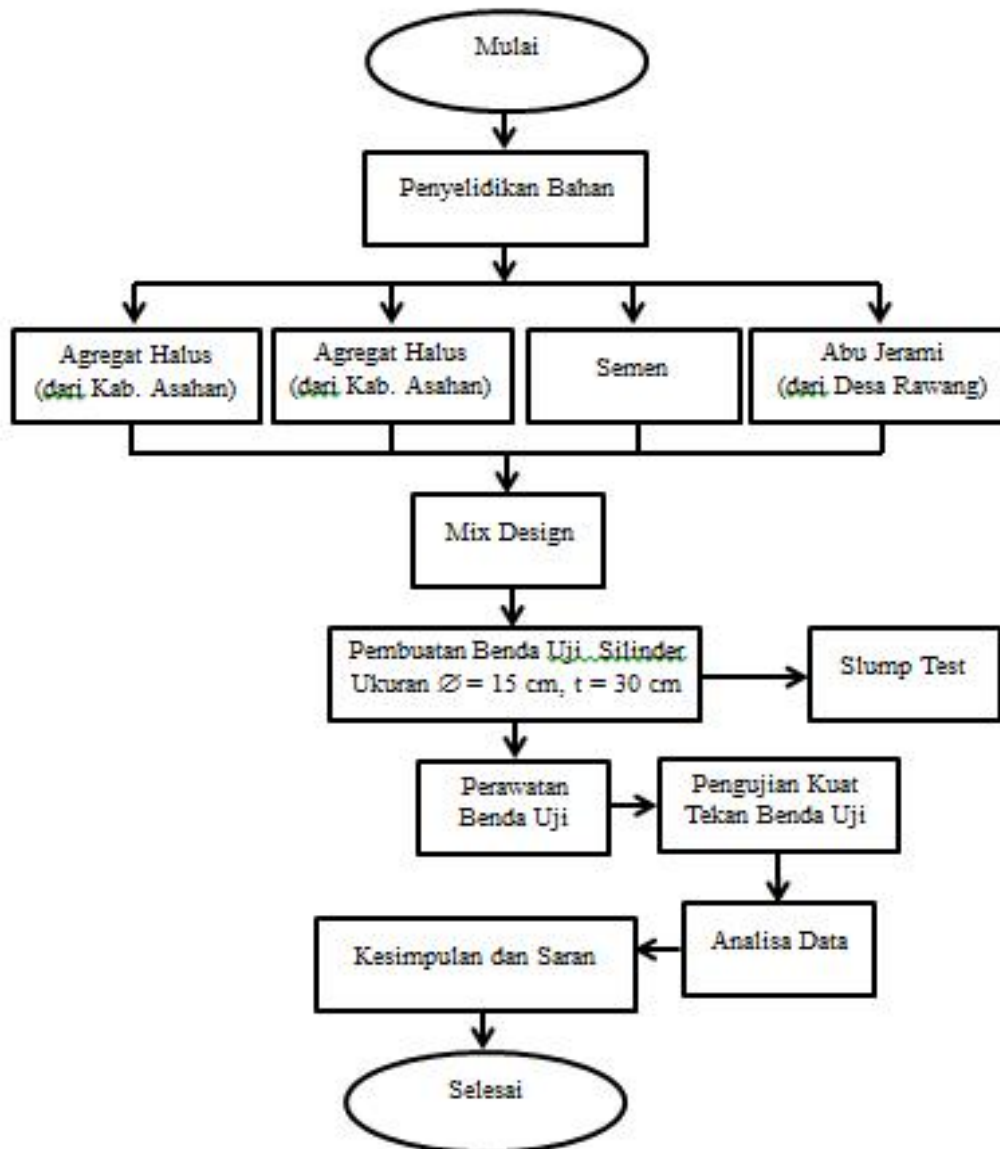
Adapun variable didalam penelitian ini yaitu cara perawatan dan umur benda uji , seperti terlihat pada tabel ini:

Tabel 2. Metode Perawatan dan Umur Benda Uji

Nama Sampel	Variasi Abu Jerami Padi	Jumlah Benda Uji Umur 7 hari	Jumlah Benda Uji Umur	
			14 hari	28 hari
BN	0%	3	3	3
B3	AJP 3%	3	3	3
B5	AJP 5%	3	3	3
B7	AJP 7%	3	3	3
Jumlah Sampel		12	12	12
<b>Total</b>			<b>36</b>	

Benda uji dibuat sebanyak 36 buah benda uji, yang berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji dibiarkan dalam cetakan silinder selama 1 hari (24jam), setelah dibuka dari cetakan benda uji langsung dibawa ke tempat perawatan/perendaman. Proses perawatan dilakukan dengan memasukkan benda uji kedalam bak yang berisi air. Benda uji

diletakkan didalam air hingga semua permukaannya terendam dengan sempurna. Perendaman ini dilakukan sesuai dengan umur perawatan yang telah direncanakan yaitu selama 7, 14 sampai 28 hari.



Gambar 1. Bagan Aliran

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Pengujian

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Tabel 3. Data – data dari hasil pengujian dasar

Nama Percobaan	Hasil
Kadar Air Agregat Halus	6,30 %.
Kadar Lumpur Agregat Halus	4,6 %
Berat Jenis Agregat Halus	2,40 gr/cm <sup>3</sup>
Berat Isi Agregat Halus	1,305 Kg/m <sup>3</sup>
FM Agregat Halus	2,66
Kadar Air Agregat Kasar	1,78%.
Kadar Lumpur Agregat Kasar	0,65%
Berat Isi Agregat Kasar	1,36 Kg/m <sup>3</sup> .

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 20 MPa yang menggunakan SNI-2834-2000 [8] sebagai acuan perencanaan campuran beton, maka dapat ditentukan kebutuhan total volume material yang dibutuhkan untuk pembuatan benda uji (sampel), dalam hal ini penelitian dan kebutuhan material untuk 3 silinder dengan volume 3 silinder yaitu  $0,0053 \times 3 = 0,0159 \text{ cm}^3$ .

Tabel 4. Volume Kebutuhan 3 Silinder 28 Hari

No.	Material	Kebutuhan 1 m <sup>3</sup> ( kg/m <sup>3</sup> )	Volume 3 Silinder	Kebutuhan 3 Silinder (kg/m <sup>3</sup> )	Tambah 15% untuk penyusutan	Hasil Akhir Kebutuhan 3 silinder ( kg/m <sup>3</sup> )
1	Semen Portland	330	0,0159	5,24	0,786	6,02
2	Air	185	0,0159	2,94	0,441	3,38
3	Agregat Halus	659	0,0159	10,47	1,570	12,04
4	Agregat Kasar ❖ Split 2-3 : 1166 kg/m <sup>3</sup>	1226	0,0159	19,43	2,914	22,34

Bahan tambah Abu Jerami Padi (AJP) untuk penggunaan bahan tambah abu jerami padi sebesar 3%, 5% dan 7% dari penggunaan semen.

- Abu Jerami Padi (AJP) yang di butukan sebesar 3% untuk 3 cetak silinder.

$$= \frac{3}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{3}{100} \times 6,02 \text{ kg}$$

$$= 0,1806 \text{ kg}$$

- Abu Jerami Padi (AJP) yang di butukan sebesar 5% untuk 3 cetak silinder.

$$= \frac{5}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{5}{100} \times 6,02 \text{ kg}$$

$$= 0,301 \text{ kg}$$

- Abu Jerami Padi (AJP) yang di butukan sebesar 7% untuk 3 cetak silinder.

$$= \frac{7}{100} \times \text{Berat Semen}$$

$$= \frac{7}{100} \times 6,02 \text{ kg}$$

$$= 0,421 \text{ kg}$$

Tabel 5. Jumlah Abu Jerami Padi terhadap berat semen 28 hari

No	Abu Jerami Padi	Jumlah AJP (Kg)	Jumlah Semen (Kg)
1	3%	0,180	5,83
2	5%	0,301	5,71
3	7%	0,421	5,59

Tabel 6. Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No	Tanggal Cetak Tes	Umur (Hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Tekan Hancur (kg)	Tegangan Hancur (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mutu fc' (Mpa)	Mutu fc' 7 hari (Mpa)	Ket (%)
1	2	3	4	5	6 (5*A)	7 ((5*A)/B/0,83)	8 (7 /C)	9 (8/0.7)	10 (9x100/20)
1.	BN	7	12.68	288	29,376	200,383	16,03	22,9	114,5
2.	BN	7	12.67	283	28,866	196,905	15,75	22,5	112,5
3.	BN	7	12.61	267	27,234	185,772	14,86	21,22	106,1
4.	B AJP 3%	7	12.51	272	27,744	189,251	16,03	22,9	114,5
5.	B AJP 3%	7	12.61	268	27,336	186,468	15,14	21,62	108,1
6.	B AJP 3%	7	12.44	268	27,336	186,468	15,14	21,62	108,1
7.	B AJP 5%	7	12.51	265	27,030	184,380	14,75	21,07	105,35
8.	B AJP 5%	7	12.32	278	28,356	193,425	15,47	22,1	110,5
9.	B AJP 5%	7	12.29	265	27,030	186,468	14,92	21,31	106,55
10.	B AJP 7%	7	12.40	272	27,744	189,251	15,14	21,62	108,1
11.	B AJP 7%	7	12.43	266	27,132	185,076	14,80	21,14	105,7
12.	B AJP 7%	7	12.51	270	27.540	187,859	15,02	21,45	107,25
<b>Rata-rata</b>			<b>12.49</b>	<b>271,8</b>	<b>25,434</b>	<b>189,309</b>	<b>15,255</b>	<b>21,787</b>	<b>108 %</b>

Keterangan:

A = 1 kN (102 kg)

B = Luas penampang Silinder  $\pi \cdot r^2$  ( 176.625 cm )

C = 1 Mpa ( 12.5 kg )

0.83 = Koefisien Silinder

0,7= Koefisien umur benda uji 7 hari

Dimana pada **Tabel 6** diatas diketahui kuat tekan beton umur 7 hari mencapai 21.78 Mpa. Acuan control yang direncanakan sebesar 20 Mpa, beton normal yang ditargetkan sudah mencapai 100% dengan nilai sebesar 108%.

Tabel 7. Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

No	Tanggal Cetak Tes	Umur (Hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Tekan Hancur (kg)	Tegangan Hancur (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mutu fc' (Mpa)	Mutu fc' 14 hari (Mpa)	Ket (%)
1	2	3	4	5	6 (5*A)	7 ((5*A)/B/0,83)	8 (7 /C)	9 (8/0.88)	10 (9x100/20)
1.	BN	14	12.91	338	34.476	235.172	18.81	21.37	106.8
2.	BN	14	12.70	330	33.660	229.606	18.36	20.86	104.3
3.	BN	14	12.47	335	34.170	233.085	18.64	21.18	105.9
4.	B AJP 3%	14	12.85	335	34.170	233.085	18.64	21.18	105.9
5.	B AJP 3%	14	12.51	329	33.558	228.910	18.31	20.80	104
6.	B AJP 3%	14	12.75	338	34.476	235.172	18.81	21.37	106.8
7.	B AJP 5%	14	12.48	331	33.762	230.302	18.42	20.93	104.6
8.	B AJP 5%	14	12.61	342	34.884	237.955	19.03	21.62	108.1
9.	B AJP 5%	14	12.69	326	33.252	226.823	18.14	20.61	103.05
10.	B AJP 7%	14	12.46	261	26.622	181.597	14.52	16.5	82.5
11.	B AJP 7%	14	12.48	292	29.784	203.166	16.25	18.46	92.3
12.	B AJP 7%	14	12.46	213	21.726	148.200	11.85	13.46	67.3
<b>Rata-rata</b>			<b>12.61</b>	<b>314</b>	<b>218.589</b>	<b>218.589</b>	<b>17.481</b>	<b>19.86</b>	<b>99 %</b>

Keterangan:

A = 1 kN (102 kg)

B = Luas penampang Silinder  $\pi \cdot r^2$  ( 176.625 cm )

C = 1 Mpa ( 12.5 kg )

0.83 = Koefisien Silinder

0,88 = Koefisien umur benda uji 7 hari

Dimana pada **Tabel 7** diatas diketahui kuat tekan beton umur 14 hari mencapai 19.86 Mpa. Acuan control yang direncanakan sebesar 20 Mpa, beton normal yang ditargetkan tidak mencapai 100% dengan nilai sebesar 99%, dikarenakan pada beton abu jerami padi dengan variasi 7% tidak mencapai kuat yang direncanaan.



Tabel 8. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Tanggal Cetak Tes	Umur (Hari)	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	Tekan Hancur (kg)	Tegangan Hancur (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mutu fc' (Mpa)	Mutu fc' 28 hari (Mpa)	Ket (%)
1	2	3	4	5	6 (5*A)	7 ((5*A)/B/0,83)	8 (7 /C)	9 (8/1)	10 (9x100/20)
1.	BN	28	12.50	389	39.678	270.657	21.65	21.65	108.3
2.	BN	28	12.78	388	39.576	269.961	21.59	21.59	107.9
3.	BN	28	12.61	386	39.372	268.569	21.48	21.48	107.4
4.	B AJP 3%	28	12.73	377	38.454	262.307	20.98	20.98	104.9
5.	B AJP 3%	28	12.84	385	39.270	267.874	21.42	21.42	107.1
6.	B AJP 3%	28	12.70	374	38.148	260.220	20.81	20.81	104.05
7.	B AJP 5%	28	12.55	387	39.474	269.265	21.54	21.54	107.7
8.	B AJP 5%	28	12.42	373	38.406	259.524	20.76	20.76	103.8
9.	B AJP 5%	28	12.63	366	37.332	254.654	20.37	20.37	101.8
10.	B AJP 7%	28	12.81	358	36.516	249.008	19.92	19.92	99.6
11.	B AJP 7%	28	12.73	356	36.312	247.696	19.81	19.81	99.05
12.	B AJP 7%	28	12.71	354	36.108	246.305	19.70	19.70	98.5
<b>Rata-rata</b>			<b>12.66</b>	<b>374</b>	<b>38.220</b>	<b>260.503</b>	<b>20.835</b>	<b>20.83</b>	<b>104%</b>

Keterangan:

A = 1 kN (102 kg)

B = Luas penampang Silinder  $\pi \cdot r^2$  ( 176.625 cm )

C = 1 Mpa ( 12.5 kg )

0.83 = Koefisien Silinder

1 = Koefisien umur benda uji 28 hari

Dimana pada **Tabel 8** diatas diketahui kuat tekan beton umur 28 hari mencapai 20.83 Mpa. Acuan control yang direncanakan sebesar 20 Mpa, beton normal yang ditargetkan mencapai 100% dengan nilai sebesar 104%, walaupun untuk kuat tekan pada variasi abu jerami pad 7% tidak mencapai target tapi dari variasi abu jerami 3% dan 5% dapat dapat mencapai target rencana.

### Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Beton

Penelitian ini merencanakan beton normal dengan kuat tekan yang ditargetkan adalah 20 MPa dan menggunakan slump 60 – 180 mm serta menggunakan *Portland tipe I* Penggunaan proporsi agregat limbah dalam penelitian ini adalah limbah abu jerami padi sebanyak 3%, 5% dan 7% dari berat total agregat alami dan semen dengan umur pengujian 7 hari , 14 hari dan 28

hari. Untuk jumlah benda uji 36 buah dengan hasil kuat tekan beton. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengujian, penggunaan limbah abu jerami padi dengan proporsi 3% didapat pada 7 hari sebesar 22.04 MPa, 14 hari sebesar 21.11 Mpa dan 28 hari sebesar 21.07, berlanjut dengan abu jerami padi 5% didapat pada 7 hari sebesar 21.49 MPa, 14 hari sebesar 21.05 MPa dan 28 hari sebesar 20.89 MPa dan pada campuran abu jerami padi 7% pada umur 7 hari didapat sebesar 21.40 MPa, 14 hari sebesar 16.14 MPa, dan 28 hari sebesar 19.81MPa.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan penambahan abu jerami padi sebagai pengurangan penggunaan semen portland terhadap kuat tekan beton, abu jerami padi sangat mempengaruhi kuat tekan beton karna untuk variasi lebih dari 5% kuat tekan beton menjadi menurun seperti campuran 7% yang terjadi pada umur 14 dan 28 hari.

### Saran

1. Untuk penelitian yang akan datang agar melakukan pengurangan persentase dengan nilai lebih kecil pada abu jerami padi persenan yang sama sehingga dihasilkan nilai kuat tekan yang lebih variatif.
2. Disarankan evaluasi lebih lanjut terhadap dan abu jerami agar lebih efisien dalam persen untuk pencampuran beton normal, serta keawetan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tri Mulyono, (2005). "Tekologi Beton", Penerbit Andi Yogyakarta.
- [2] Sagel, R ., Kolo, P., Kusuma, Gideon H, (1997), "Pedoman Pengerjaan Beton", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Irwansyah, M. (2021) "Pengaruh Pemakaian Abu Sekam Padi Menggunakan Agregat Lokal Terhadap Kekuatan Beton Normal (Agregat Kasar Desa Marjanji Aceh Kecamatan Aek Songsongan, Agregat Halus Desa Tanjung Alam Kecamatan Sei Dadap)", *JURNAL PIONIR*, Vol.7 No 2, 130-138.
- [4] SNI 2847 -2013. "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung", Jakarta.
- [5] SNI 15 – 2049 – 2004. "Semen Portland", Bandung Badan Standarisasi Nasional.
- [6] Tjokodimuljo, K., (1996), "Teknologi Beton", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gaja Mada, Yogyakarta.
- [7] El-Sayed, A. F. M., (2006). "Tilapia culture". CABI Publishing Series.
- [8] SNI 03 – 2834 -2000. "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal ", Jakarta.