



Terbit online pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Pohon Merbau Sebagai Bahan Substitusi Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar

Raihan Rabih Hujana^a, H. Gussyafri^{b*}, Azhari^c

^{a,b,c} Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Kampus Bina Widya KM. 12.5 Simpang Baru, Kec. Tampan, Pekanbaru, Riau

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 30 November 2024

Revisi Akhir: 30 Desember 2024

Diterbitkan Online: 31 Desember 2024

KATA KUNCI

Mortar, Abu Serbuk Kayu, Kuat Tekan

KORESPONDENSI

Telepon: -

E-mail: gussyafri@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Abu serbuk kayu berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam pembuatan mortar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap kuat tekan mortar. Sebelum membuat benda uji, dilakukan uji propertis terhadap agregat halus dan abu serbuk kayu di laboratorium dan merencanakan komposisi campuran mortar sesuai dengan SNI 03-6882-2002. Benda uji berbentuk kubus bersisi 5 cm dengan jumlah sampel 5 buah untuk setiap variasi, dan diuji pada umur 28 hari. Variasi benda uji dilakukan pada perbandingan jumlah semen terhadap pasir yaitu 1 : 4, 1 : 5, & 1 : 6 serta variasi substitusi semen dengan abu serbuk kayu terhadap berat semen yaitu sebanyak 0%, 15%, 25%, 35% dan 45%. Dari hasil pengujian kuat tekan mortar pada 28 hari, didapat kuat tekan maksimum sebesar 11,06 MPa pada mortar normal dengan variasi 1 semen : 4 pasir. Sedangkan mortar dengan campuran abu serbuk kayu didapat kuat tekan maksimum sebesar 10,48 MPa yaitu pada mortar dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir dengan campuran 15% abu serbuk kayu. Untuk nilai kuat tekan pada perbandingan 1 semen : 5 pasir dan 1 semen : 6 pasir mengalami kenaikan kuat tekan pada campuran abu serbuk kayu sebanyak 15% dengan nilai kuat tekan yaitu 8,8 MPa dan 5,12 MPa. Dari hasil kuat tekan mortar yang didapat mortar tergolong mortar jenis N atau O.

1. PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu hasil hutan yang paling banyak digunakan di masyarakat didalam bidang konstruksi. Tidak hanya itu kayu juga digunakan sebagai bahan dasar pembuatan mebel. Kebutuhan mebel yang tinggi menjadi faktor banyaknya pengrajin mebel yang tersebar di daerah-daerah termasuk di Riau. Hal ini menghasilkan banyaknya limbah serbuk kayu sisa gergajian. Pemanfaatannya pun masih kurang yang pada akhirnya dilakukan pembakaran untuk mengurangi jumlah limbah serbuk kayu tersebut.

Salah satu hasil dari limbah pengrajin kayu adalah abu dari pembakaran serbuk kayu. Abdullahi (2006)

melakukan penelitian kandungan abu serbuk kayu dimana kandungan kimia abu serbuk kayu tersebut memiliki komposisi $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ sebesar 62,14% dimana nilai tersebut lebih rendah dari yang disyaratkan ASTM C-618 yaitu sebesar 70%, sehingga abu serbuk kayu dapat dipakai dalam pembuatan mortar.

Mortar merupakan campuran dari semen, pasir, dan air, yang merupakan perekat utama dalam campuran beton. Pada umumnya mortar masih menggunakan semen portland komposit sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Semen PCC mengandung kapur 60-65%, silika 20-25%, alumina 7-12%, dan unsur minor lainnya (Mulyono, T., 2005). Oleh karena itu diperlukan bahan pengikat tambahan yang memiliki harga lebih murah, dapat meningkatkan kekuatan atau ketahanan

mortar, serta adanya alternatif pemanfaatan bahan-bahan lain dengan memanfaatkan potensi daerah setempat salah satunya adalah penggunaan abu serbuk kayu sebagai bahan pengikat alternatif. Beberapa peneliti terdahulu melakukan penelitian terkait pengaruh penambahan abu serbuk kayu atau fly ash pada sebagian semen dan yang kemudian menjadi dasar dan rujukan pada penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan abu serbuk kayu merbau yang dihasilkan oleh industri mebel yang cenderung bernilai ekonomis rendah untuk membuat mortar sebagai salah satu upaya pemanfaatan limbah. Limbah abu serbuk kayu dipilih karena alasan kondisi geografis wilayah Indonesia dimana Indonesia memiliki wilayah hutan yang sangat luas dan industri pengolahan kayu yang semakin meningkat. Beberapa peneliti terdahulu melakukan penelitian terkait pengaruh penambahan abu serbuk kayu pada sebagian semen dan yang kemudian menjadi dasar dan rujukan pada penelitian ini.

Penelitian ini mengkaji bagaimana pengaruh campuran abu serbuk kayu terhadap kuat tekan mortar dan melakukan klasifikasi mortar menurut kuat tekan yang didapat. Campuran mortar divariasikan perbandingan semen terhadap pasir dan divariasikan juga jumlah campuran abu serbuk kayu sebagai substitusi sebagian semen.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dahri Kabir dan kawan-kawan (2018) melakukan penelitian terhadap penambahan abu serbuk kayu sebagai bahan tambahan pada campuran semen untuk pembuatan mortar guna melihat karakteristik mortar pada uji kuat tekan dan kadar air, dengan perbandingan 1 PC: 4 PS. Variasi penambahan abu serbuk kayu sebagai substitusi semen yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dengan masing masing variasi terdiri dari 10 sampel. Hasil dari pengujian kuat tekan yang didapat adalah penambahan abu serbuk kayu sebagai bahan campuran semen meningkatkan kuat tekan mortar, dengan kuat tekan tertinggi terdapat di variasi campuran 50% dengan hasil 23,9 MPa.

Rachmi Yanita dan kawan-kawan (2015) melakukan penelitian terhadap penambahan abu serbuk kayu sebagai bahan tambahan pada campuran semen untuk pembuatan mortar guna melihat karakteristik mortar pada uji kuat tekan, dengan perbandingan 1 PC: 5 PS. Variasi penambahan abu serbuk kayu sebagai substitusi semen yaitu 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dengan masing masing 6 benda uji. Hasil dari penelitian kuat tekan yang didapat adalah penambahan abu terbang meningkatkan kuat tekan

pada mortar, dengan kuat tekan tertinggi di 10% yaitu 10,6 MPa.

Dahyunir Dahlan dan Sri Mulyati (2011) melakukan penelitian terhadap penambahan abu pembakaran serbuk kayu sebagai bahan tambahan pada campuran semen untuk pembuatan mortar guna melihat karakteristik mortar pada uji kuat tekan, dengan perbandingan 1 PC: 2,75 PS. Variasi penambahan abu terbang sebagai substitusi semen yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Hasil dari penelitian kuat tekan yang didapat adalah penambahan abu serbuk kayu meningkatkan kuat tekan pada mortar, dengan kuat tekan tertinggi di 10% yaitu 12,8 MPa

3. METODOLOGI

Kegiatan penelitian secara garis besar dimulai dengan persiapan alat dan bahan, pengujian bahan, perlakuan benda uji serta perencanaan campurannya, dan diakhiri dengan pembuatan benda uji serta pengujiannya. Pengujian bahan mortar serta pengujian mortarnya dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.

3.1. Bahan Standar Pengujian

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Abu serbuk kayu yang dipakai merupakan limbah dari proses pembakaran serbuk kayu gergajian yang lolos saringan no. 200.

Table 1. Bahan Penelitian

Bahan	Jenis	Sumber
Air	Air sumur	Sumur bor di Laboratorium Teknologi Bahan, FT, Universitas Riau
Semen	PCC	PT. Semen Padang
Agregat halus	Pasir sungai/alami	Sungai Kampar, Kampar, Riau
Abu serbuk kayu	Kayu Merbau	Pengrajin mebel, Jalan Budidaya, Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru, Riau.

Bahan yang diperiksa/diuji dalam penelitian ini adalah agregat halus dan abu serbuk kayu, sedangkan bahan lain dianggap telah memenuhi syarat sehingga tidak diuji lagi. Terhadap abu serbuk kayu dilakukan pemeriksaan berat jenis mengikuti standar pemeriksaan berat jenis tanah SNI

1964:2008. Adapun standar metode yang digunakan dalam pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

3.2. Perencanaan sampai Pengujian Benda Uji

Benda uji mortar berupa kubus bersisi 5 cm dengan variasi seperti pada Tabel 3. Setiap variasi rasio “semen : pasir” dibuat mortar normal (tanpa campuran serbuk kayu) sebagai pembanding.

Proses merencanakan adukan material mortar menggunakan metode SNI 03-6882-2002 dengan memvariasikan perbandingan jumlah semen terhadap pasir dan variasi substitusi semen dengan abu serbuk kayu terhadap berat semen.

Perawatan sampel dengan cara merendamnya di dalam air sampai umur 28 hari.

Table 2. Standar Metode Pengujian Agregat Halus

No	Nama Pengujian	Nilai Standar Spesifikasi	Standar digunakan	yang
1	Berat Jenis			
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,58 – 2,84		
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,58 – 2,84	SNI 1990	03-1970-
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,58 – 2,84		
	d. <i>Absorption (%)</i>	0,2 – 0,4		
2	Kadar Air (%)	3 – 5	SNI 1990	03-1971-
3	Modulus Kekhalusan	1,5 – 3,8	SNI 1990	03-1968-
4	Berat Volume (kg/liter)	>1,2 kg/liter	SNI 1998	03-4804-
	a. Kondisi Padat	>1,2 kg/liter		
	b. Kondisi Gembur			
5	Kadar Lumpur (%)	Maks. 5	SNI 1997	03-4428-
6	Kadar Organik	Maks. no. 3	ASTM C40	

Table 3. Variasi dan jumlah sampel, serta penamaannya

Rasio Semen : Pasir	Variasi Penggunaan Abu Serbuk Kayu	Jumlah Sampel	Penamaan Sampel
1:4	0%	5	MN 4
	15%	5	M4 15
	25%	5	M4 25
	35%	5	M4 35
	45%	5	M4 45
1:5	0%	5	MN 5
	15%	5	M5 15
	25%	5	M5 25
	35%	5	M5 35
	45%	5	M5 45
1:6	0%	5	MN 6
	15%	5	M6 15
	25%	5	M6 25

Rasio Semen : Pasir	Variasi Penggunaan Abu Serbuk Kayu	Jumlah Sampel	Penamaan Sampel
	35%	5	M6 35
	45%	5	M6 45
	Jumlah total	75	

Pengujian kuat tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari. Kuat tekan mortar dihitung dengan Persamaan (1)

$$f_c' = \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

f_c' : kuat tekan (MPa)

P : beban maksimal (N)

A : luas bidang permukaan (mm²)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

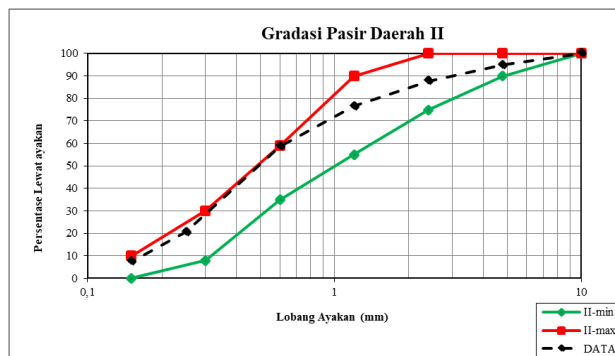
4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Dasar Mortar

Pengujian propertis agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4. Hasil Pengujian Propertis Agregat Halus

No	Nama Pengujian	Hasil Pengujian	Standar Spesifikasi	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	2,885	Maks. 5	Memenuhi
2	Berat Jenis			
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,62	2,58 – 2,83	Memenuhi
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,58	2,58 – 2,83	Memenuhi
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,60	2,58 – 2,83	Tidak Memenuhi
	d. Presentase Absorsi Air (%)	0,60	2 – 7	Memenuhi
3	Kadar Organik (%)	No. 2	Maks. No. 3	Memenuhi
4	Berat Volume (kg/liter)	1,64	>1,2 kg/liter	Memenuhi
	a. Kondisi Gembur	1,79	>1,2 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat			
5	Modulus Kekhalusan	2,54	1,5 – 3,8	Memenuhi
6	Kadar Air (%)	6 %	3 – 5	Tidak Memenuhi

Hasil uji gradasi agregat halus ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Gradasi Ukuran Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*) abu serbuk kayu diperoleh sebesar 1,320 g/cm³.

4.2 Hasil Perencanaan Komposisi Mortar

Hasil perencanaan campuran mortar untuk berbagai variasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Campuran Mortar Untuk

1m³

Kode	Variasi Campuran	Abu Serbuk kayu	Semen	Pasir	Air
	%	kg	kg	kg	kg
MN 4	0	-	426,6	1697,1	222,5
MN 5	0	-	366,8	1824,3	193,4
MN 6	0	-	321,8	1920,3	171,3
M4 15	15	26,8	362,6	1697,1	222,5
M4 25	25	44,7	319,9	1697,1	222,5
M4 35	35	62,6	277,3	1697,1	222,5
M4 45	45	80,4	234,6	1697,1	222,5
M5 15	15	23	311,8	1824,3	193,4
M5 25	25	38,4	275,1	1824,3	193,4
M5 35	35	53,8	238,5	1824,3	193,4
M5 45	45	69,2	201,8	1824,3	193,4
M6 15	15	20,2	273,5	1920,3	171,4
M6 25	25	33,7	241,4	1920,3	171,4
M6 35	35	47,2	209,2	1920,3	171,4
M6 45	45	60,7	177	1920,3	171,4

4.3 Hasil Pengujian Kuat Beton

Pengujian kuat tekan mortar dengan FAS 0,5 dilakukan pada umur mortar 28 hari. Benda uji mortar berbentuk kubus berukuran sisi 5 cm diuji menggunakan mesin uji tekan. Hasilnya disajikan pada Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar untuk variasi 1 Semen : 4 Pasir

Kode	No. Sampel	Berat	Rata-Rata Berat	Luas (A)	Bacaan Dial (P)	Kuat Tekan (fc')	Rata-Rata Kuat Tekan (fc')	Persentase Penurunan Kuat Tekan (%)
		(g)	(g)	mm ²	kN	MPa	MPa	
MN 4	1	271	284,2	250	28	11,2	11,06	0
	2	292		250	25	10		
	3	278		250	30	12		
	4	283		250	33	13,2		
	5	(Benda Uji No 5 Memiliki Data yang Cacat)						
M4 15	1	256	263,2	250	26	10,4	10,48	5,24
	2	270		250	20	8		
	3	270		250	23	9,2		
	4	258		250	30	12		
	5	262	250	20	12,8			
M4 25	1	260	258	250	20	10,8	9,04	18,26
	2	257		250	25	10		
	3	270		250	21	8,4		
	4	244		250	18	8		
	5	259	250	20	8			
M4 35	1	261	265,6	250	18	7,2	7,44	32,73
	2	267		250	20	8		
	3	261		250	16	6,4		
	4	264		250	13	7,2		
	5	275	250	17	8,4			
M4 45	1	254	269	250	16	6,4	5,12	53,7
	2	258		250	10	4		
	3	277		250	15	6		

Kode	No. Sampel	Berat (g)	Rata-Rata Berat (g)	Luas (A) mm ²	Bacaan Dial (P) kN	Kuat Tekan (fc') MPa	Rata-Rata Kuat Tekan (fc') MPa	Persentase Penurunan Kuat Tekan (%)
	4	279		250	12	4,8		
	5	277		250	11	4,4		

Tabel 7. Hasil Kuat Tekan Mortar Untuk Variasi 1 Semen : 5 Pasir

Kode	No. Sampel	Berat (g)	Rata-Rata Berat (g)	Luas (A) mm ²	Bacaan Dial (P) kN	Kuat Tekan (fc') MPa	Rata-Rata Kuat Tekan (fc') MPa	Persentase Penurunan Kuat Tekan (%)
MN 5	1	293	274,4	250	17	7,2	8,64	0
	2	267		250	13	8		
	3	271		250	23	9,2		
	4	268		250	23	9,2		
	5	273		250	24	9,6		
M5 15	1	262	264,8	250	20	7,6	8,8	-1,9
	2	261		250	17	8,8		
	3	264		250	23	9,2		
	4	267		250	25	10		
	5	270		250	21	8,4		
M5 25	1	247	247,6	250	15	8	8,16	5,55
	2	250		250	24	9,6		
	3	253		250	20	8		
	4	244		250	16	7,2		
	5	244		250	20	8		
M5 35	1	247	243,6	250	10	7,2	6,08	29,6
	2	248		250	13	5,2		
	3	241		250	9	6		
	4	236		250	11	5,2		
	5	246		250	15	6,8		
M5 45	1	254	257,8	250	9	3,6	4,32	50
	2	262		250	8	6		
	3	256		250	10	4		
	4	262		250	7	4,4		
	5	255		250	9	3,6		

Pada Tabel 6 dapat disimpulkan mortar mengalami penurunan kuat tekan dari mortar normal pada variasi semen dan pasir 1 : 4 dimana persentase penurunan tertinggi yaitu 53,70% pada mortar dengan campuran abu serbuk kayu 45% dan mortar dengan kuat tekan maksimum berasal dari mortar normal dengan nilai kuat tekan 11,06 MPa tanpa campuran abu serbuk kayu.

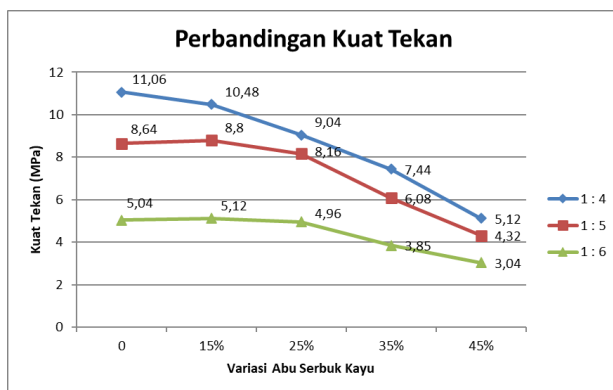
Pada Tabel 7 variasi semen dan pasir 1 : 5 mortar dengan kuat tekan maksimum berasal dari mortar dengan

campuran abu serbuk kayu sebanyak 15% dengan kuat tekan 8,8 MPa dimana memiliki 1,9% kenaikan kuat tekan dari mortar normal yang memiliki nilai kuat tekan yaitu 8,64 MPa dan mortar yang memiliki kuat tekan terendah pada campuran abu serbuk kayu 45% dengan nilai kuat tekan 4,32 MPa dengan persentase penurunan kuat tekan yaitu 50%.

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan Mortar Untuk Variasi 1 Semen : 6 Pasir

Kode	No. Sampel	Berat (g)	Rata-Rata Berat (g)	Luas (A) (mm ²)	Bacaan Dial (P) kN	Kuat Tekan (f _c ') MPa	Rata-Rata Kuat Tekan (f _c ') MPa	Persentase Penurunan Kuat Tekan (%)
MN 6	1	256	255,6	250	15	7,2	5,04	0
	2	258		250	10	4		
	3	249		250	15	6		
	4	257		250	13	5,2		
	5	258		250	10	4		
M6 15	1	263	260,4	250	17	6,8	5,12	-1,6
	2	255		250	15	6		
	3	263		250	13	5,2		
	4	268		250	10	4		
	5	253		250	9	3,6		
M6 25	1	262	251,8	250	14	5,6	4,96	1,6
	2	244		250	10	4		
	3	241		250	13	5,2		
	4	267		250	15	6		
	5	245		250	10	4		
M6 35	1	236	246,4	250	10	4	3,84	23,6
	2	251		250	11	4,4		
	3	251		250	10	4		
	4	245		250	9	3,6		
	5	249		250	8	3,2		
M6 45	1	250	243,6	250	7	2,8	3,04	39,7
	2	239		250	5	2		
	3	252		250	9	3,6		
	4	243		250	10	4		
	5	234		250	7	2,8		

Pada Tabel 8 mortar dengan variasi semen dan pasir 1 : 6 juga mengalami peningkatan kuat tekan mortar pada campuran abu serbuk kayu 15% dengan kuat tekan 5,12 MPa dimana memiliki 1,6% kenaikan kuat tekan dari mortar normal yang memiliki nilai kuat tekan 5,04 MPa dan kuat tekan terendah pada campuran abu serbuk kayu 45% dengan nilai kuat tekan yaitu 3,04 MPa dengan persentase penurunan kuat tekan yaitu 39,7%. Gabungan hasil uji kuat tekan mortar ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Mortar

Dari hasil penelitian kuat tekan mortar dengan campuran abu serbuk kayu yang didapat untuk mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1 : 4 dengan campuran abu serbuk kayu 0%, 15%, 25% dan 35% merupakan mortar jenis N sedangkan pada campuran 45% merupakan mortar jenis O. Untuk mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1 : 5 dengan campuran abu serbuk kayu 0%, 15%, 25% dan 35% merupakan jenis mortar N sedangkan pada campuran 45% merupakan mortar jenis O. Dan untuk mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1:6 dengan campuran abu serbuk kayu 0%, 15%, 25%, 35% dan 45% didapat kuat tekan mortar yang tergolong mortar jenis O.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Kuat tekan mortar maksimum sebesar 11,06 MPa pada mortar normal dengan variasi 1 semen : 4 pasir. Sedangkan mortar dengan campuran abu serbuk kayu didapat kuat tekan maksimum sebesar 10,48 MPa yaitu pada mortar dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir dengan campuran 15% abu serbuk kayu.
2. Penambahan abu serbuk kayu dengan persentase yang tinggi memiliki pengaruh kurang baik pada kuat

tekan mortar dimana hasil kuat tekan yang didapat menurun dari mortar normal ini.

3. Dengan mensubstitusi sebagian semen dengan abu serbuk kayu merbau berpengaruh pada berat mortar dimana mortar semakin ringan ketika semen disubstitusi sebagian dengan abu serbuk kayu.
4. Pengujian pada variasi perbandingan semen terhadap pasir 1 : 4 didapat nilai kuat tekan yang terus menurun sedangkan pada variasi 1 : 5 dan 1 : 6 didapat nilai kuat tekan yang naik dibandingkan dengan mortar normal pada campuran abu serbuk kayu 15% dimana pada variasi semen dan pasir 1 : 5 memiliki persentase kenaikan 1,9% dan pada variasi 1 : 6 memiliki persentase kenaikan kuat tekan 1,6%.
5. Dari hasil penelitian didapat klasifikasi seluruh mortar berada pada mortar jenis N atau O.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullahi, M. (2006). Characteristics of Wood ASH / OPC Concrete. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, 8, 9–16.
- [2] ASTM 150. Standard Specification for Portland Cement. ASTM Internasional.
- [3] ASTM C 618-93. (1991). "Standard Test Method for Fly Ash and Row or calcined Natural Pozzolan for Use as a mineral Admixture in Portland Cement Concrete," American Society for Testing of Concrete's.
- [4] ASTM C 29-91. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids Aggregate. Annual Books of ASTM Standart, United States.
- [5] Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum (2013). Semen Portland di Indonesia Untuk Aplikasi Pekerjaan Beton Tingkat Tinggi, Pusat Penelitian dan Pengembangan, Penerbit PU, Bandung.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI-03-1968-1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Badan Standarisasi Nasional.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI-03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standarisasi Nasional.
- [8] Badan Standarisasi Nasional. (1992). SNI-03-2816-1992. Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton. Badan Standarisasi Nasional.
- [9] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI-1970-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional.
- [10] Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI-03-2493-2011. Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional.
- [11] Badan Standarisasi Nasional. (1998). SNI-03-4804-1998. Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat. Badan Standarisasi Nasional.
- [12] Badan Standardisasi Nasional. (1989): SK SNI S-04-1989-F. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan bukan logam). Bandung.
- [13] Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 1964:2008). 2008. Cara Uji Berat Jenis Tanah.
- [14] Balaguru, N. P., and Shah. P. S., 1992, *Fiber Reinforced Cement Composite*, McGraw-Hill International Editions, New York.
- [15] Dahlan, D., dan Mulyati, S. (2011). Pengaruh Persen Hasil Pembakaran Serbuk Kayu dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisiknya *Jurnal Ilmu Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Sumatera Barat*.
- [16] Daryanto, 1994, *Pengetahuan Teknik Bangunan*, Rineka Cipta: Jakarta.
- [17] Kabir, D., Imran, Sultan, M, A. (2018). Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Tambah Pada Proses Pembuatan Mortar Dengan Bahan Dasar Pasir Apung, *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate*.
- [18] Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). Luas hutan di Indonesia, Madrid
- [19] Manullang, H., Supriani, F., dan Gunawan, A. (2019). Pengaruh Penambahan Arang Serbuk Kayu Gergaji Terhadap Kuat Tekan Mortar, *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Bengkulu, Bengkulu*
- [20] Maryoto, Agus (2008). Pengaruh Penamahan High Volume Fly Ash Pada Kuat Tekan Mortar, *Jurnal Program Studi Sipil Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman*.
- [21] Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [22] Khairat, Yelmida, dan Amri, A, (2009), Studi Pemanfaatan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Pembuatan Sodium Lignosulfonat dan Aplikasinya Untuk Meningkatkan Kekuatan Beton Mortar, *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru*.
- [23] Indra, M, J., dan Sugiharto, C, T, H. (2013). Pemanfaatan Abu Limbah Gergaji Kayu Sebagai Campuran Pembuatan Beton, *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Kristen petra*.
- [24] Simanullang, D. Y. (2014). Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai dan Pasir Apung dengan Bahan Tambah Fly ash dan Conplast dengan Perawatan (Curing.) (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- [25] Standar Nasional Indonesia 03-6825-2002. (2002). Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Badan Standar Nasional. pp: 1, 5-6.

- [26] Standar Nasional Indonesia 03-6882-2002. (2002). Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan. Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Bandung.
- [27] Tjokrodinuljo, K. (1996). Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [28] Widari, L, A., Fasdarsyah, dan Debrina, I. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Paving Block, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Aceh
- [29] Yanita, R., Sagab, A., dan Hansen (2015). Pemanfaatan Bahan Limbah Untuk Campuran Bahan Plasteran, Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia.
- [30] Zuraidah, S., & Hastono, B. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan. Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil, 1(1), 8-13.