

## PEMANFAATAN LIMBAH GERGAJI SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PASIR SABULAKOA TERHADAP CAMPURAN MORTAR

<sup>1</sup>La Ode Muhammad Irsan Boni, <sup>2</sup>Nasrul, <sup>3</sup>Romy Talanipa

<sup>1, 2, 3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo

Koresponden Author : [nasrul@uho.ac.id](mailto:nasrul@uho.ac.id)

### ABSTRAK

Di Indonesia banyak terdapat pabrik industri pengolahan kayu yang memiliki banyak limbah (serbuk kayu) yang belum optimal pemanfaatannya. Salah satu solusi pemanfaatan limbah serbuk kayu adalah memanfaatkannya sebagai bahan bangunan konstruksi. Pada penelitian ini, limbah industri kayu (serbuk kayu) dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pasir dalam campuran mortar.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh penambahan serbuk kayu pada mortar terhadap kuat tekan yang dihasilkan dan berat jenis mortar. Perbandingan komposisi campuran antara semen dan pasir yang digunakan adalah 1 : 2,75 dengan faktor air semen (FAS) 0,484 sesuai SNI 03-6825-2002. Sedangkan variasi serbuk kayu yang digunakan dalam campuran sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat semen dan berat pasir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian kuat tekan dan berat jenis mortar pada sampel mortar untuk komposisi 5% dan 10% berturut-turut sebesar 50,2 kg/cm<sup>3</sup> dan 25 kg/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk komposisi 15%, 20% dan 25% mengalami kegagalan. Dan penambahan serbuk kayu dalam campuran mortar cukup berpengaruh terhadap berat jenis mortar misalkan komposisi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% terjadi penurunan berturut-turut 5,2%, 13,1%, 16,5%, 23,7%, 27,0%. Ini berarti berat jenis serbuk kayu lebih ringan dari pada berat jenis pasir.

**Kata Kunci** : Serbuk Kayu, Kuat Tekan Mortar, Berat Jenis Mortar

### ABSTRACT

*In Indonesia, there are many wood processing industries that have a lot of waste (wood powder) that has not been used optimally. One solution to using wood powder waste is to use it as a construction building material. In this study, wood industry waste (wood powder) was used as sand substitution material in mortar mixes.*

*This study aims to study and determine the effect of adding wood powder on mortar to the resulting compressive strength and mortar specific gravity. Comparison of the composition of the mixture between cement and sand used is 1 : 2,75 with a cement water factor (FAS) of 0,484 according to SNI 03-6825-2002. While the variation of wood powder used in the mixture is 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% of the weight of cement and weight of sand.*

*The results showed that the compressive strength and specific gravity of the mortar in the mortar sample for the composition of 5% and 10% respectively were 50,2 kg/cm<sup>3</sup> and 25 kg/cm<sup>3</sup>, while for compositions 15%, 20% and 25% failed. And the addition of wood powder in the mortar mixture is quite influential on the specific gravity of the mortar, for example the composition of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% occurs a decrease of 5,2%, 13,1%, 16,5%, 23,7%, 27,0%. This means that the density of wood powder is lighter than the specific gravity of sand.*

**Keywords** : Wood Powder, Mortar Compressive Strength, Mortar Specific Gravity

### PENDAHULUAN

Mortar merupakan material utama untuk konstruksi yang banyak digunakan diseluruh dunia. Banyak upaya yang dilakukan dimulai dari penerapan teknologi ramah lingkungan (*Green Technology*), bangunan ramah lingkungan (*Green Building*) yang mengadopsi *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan ulang), *recycle* (daur ulang) untuk bangunan yang ramah lingkungan.

Mortar merupakan gabungan dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat

halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) yang membentuk massa padat. Sifat-sifat, karakteristik material penyusun mortar, nilai perbandingan bahan-bahan, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan mortar, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan akan mempengaruhi sifat, kekuatan dan keawetan dari mortar yang dibuat.

Serbuk kayu (*sawdust*) adalah limbah yang diperoleh dari hasil penggergajian kayu yang menggunakan mesin maupun manual. Pemanfaatan limbah kayu sekarang ini digunakan sebagai bahan pembuat lemari dan bercocok

tanam. Pada penelitian ini, limbah kayu dimanfaatkan untuk pengganti sebagian agregat halus yang digunakan pada campuran mortar. Di mana komposisi mortar normal seperti pasir dan kerikil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang akan habis jika diambil secara terus menerus.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat isi dan kuat tekan, yang menggunakan serbuk kayu dengan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai sumbangan informasi dan pengetahuan bagi semua pihak terutama yang berhubungan dengan penelitian mortar yang menggunakan serbuk kayu dan menemukan solusi agar mendapatkan penggunaan mortar yang lebih ramah lingkungan dan memenuhi kuat tekan rencana sebagai bahan rekomendasi tentang layak atau tidaknya serbuk kayu digunakan sebagai substitusi pasir dalam pembuatan mortar.

### 1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan berbagai pertimbangan di atas maka permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh substitusi serbuk kayu terhadap kuat tekan mortar?
2. Bagaimana pengaruh substitusi serbuk kayu terhadap berat jenis mortar?
3. Berapa besar pengaruh substitusi serbuk kayu terhadap biaya pembuatan mortar?

### 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh serbuk kayu terhadap kuat tekan mortar.
2. Untuk mengevaluasi pengaruh serbuk kayu terhadap berat jenis benda uji.
3. Untuk mengetahui berapa besar pengaruh substitusi serbuk kayu terhadap biaya pembuatan mortar.

### 1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini mempunyai arah yang jelas sesuai tujuan penelitian, batasan-batasan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah PCC tipe 1 merk tonasa.
2. Pasir yang di gunakan adalah pasir Sabulakoa.
3. Limbah pabrik yang digunakan adalah salah satu pabrik penggergajian kayu terdapat di kota Kendari.
4. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm, dengan variasi substitusi yang digunakan 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

5. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI 03-6825-2002 (metode pengujian kekuatan tekan mortar Semen Portland)

## 1.4. Manfaat Penelitian

1. Mampu memberikan nilai ekonomi terhadap limbah serbuk kayu.
2. Mengurangi jumlah limbah penggergajian kayu dan polusi udara akibat pembakaran limbah serbuk kayu.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bahan dan Material

#### 1. Semen Portland

Menurut SNI 03-6825-2002 Tentang Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar, faktor air semen (f.a.s) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen sehingga kuat tekan semakin tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kuat tekan semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu mortar menurun. Oleh sebab itu ada suatu faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk mortar normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2003).

#### 2. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah agregat yang semua butirnya lolos ayakan No. 4 (4,8 mm) dan tertahan di ayakan No. 100 (0,15 mm).

Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam campuran beton diperoleh dari *quarry* pasir Sabulakoa, Kabupaten Konawe Selatan. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap agregat halus meliputi:

- a. Analisa ayakan pasir;
- b. Pemeriksaan kadar air pasir;
- c. Pemeriksaan kadar lumpur (pencucian pasir lewat ayakan No. 200);
- d. Pemeriksaan kandungan organik (*colometric test*);
- e. Pemeriksaan kadar liat (*clay lump*);
- f. Pemeriksaan berat isi pasir;
- g. Berat jenis dan absorpsi pasir.

3. Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pembentukan pasta semen yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan ("*workability*"), kekuatan, susut dan keawetan mortarnya. Dalam pemakaian air untuk mortar, sebaiknya air memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih ~ 2 gram/liter;
- b. Tidak mengandung garam-garaman yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter;
- c. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter;
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter

Untuk perawatan, dapat digunakan pula air yang sarna untuk pengadukan, tetapi hams yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna pennukaan hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air lmnunnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna terutama jika perawatan cukup lama.

4. Serbuk Kayu

Bahan tambah ialah suatu bahan berupa serbuk kayu atau yang lainnya, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan mortar selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan mortar, dalam hal ini mengacu pada (SNI 03-6825-2002) Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil.

Serbuk gergajian kayu adalah salah satu jenis bahan limbah yang bersifat organik yang merupakan limbah yang terdapat pada lingkungan industri penggergajian kayu atau pengrajin furniture yang saat ini belum optimal pemanfaatannya. Serbuk gergaji kayu adalah serbuk kayu yang berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji. Serbuk yang akan digunakan memerlukan pengolahan yang disebut proses mineralisasi. Proses ini digunakan untuk mengurangi zat ekstraktifnya seperti gula, tanin dan asam-asam organik dari tumbuh-tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu. Pemeriksaan yang dilakukan pada serbuk kayu adalah pemeriksaan kadar air serbuk kayu awal (sebelum proses mineralisasi), pemeriksaan kadar air serbuk kayu akhir (setelah proses mineralisasi) dan pemeriksaan berat isi serbuk kayu dalam keadaan longgar. Serbuk gergaji kayu merupakan limbah industri kayu yang ternyata dapat digunakan sebagai zat penyerap.

METODE PENELITIAN

Perencanaan campuran mortar dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun mortar. Proporsi bahan-bahan penyusun mortar ini ditentukan melalui sebuah perancangan mortar (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis secara ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dalam penelitian ini digunakan metode Departemen Pekerjaan Umum yang berdasarkan pada SK SNI 03-6825-2002 tentang metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil.

Tabel 1. Mix Design Mortar K-50

No	Komposisi	Semen (gram)	Pasir (gram)	Air (ml)	Serbuk Kayu (gram)
1	0%	250	687,500	121	0,000
2	5%		653,125		34,375
3	10%		618,750		68,750
4	15%		584,375		103,125
5	20%		550,000		137,500
6	25%		515,625		171,875

Sumber : Hasil Penelitian

1. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji terdiri dari lima variasi campuran, yaitu campuran normal tanpa bahan tambahan, campuran dengan substitusi serbuk kayu 5%; 10%, 15%, 20%, 25%, dan 25% dari volume pasir. Benda uji berupa silinder Ø, 5 cm × 5 cm sebanyak 1 buah dengan rincian 3 sampel.

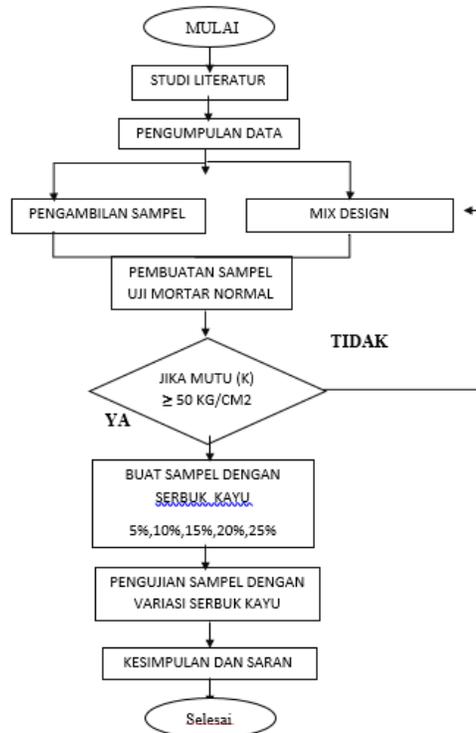
2. Perawatan Benda Uji

Perawatan (*curing*) dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, mortar akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan perlu untuk mengisi pori-pori kapiler dengan air, karena hidrasi terjadi di dalamnya dan untuk mendapatkan kekuatan tekan mortar yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan mortar, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji di dalam bak perendaman di laboratorium selama 28 hari.

3. Pengujian benda uji

Pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 03-6825-2002. Pengujian dilakukan pada umur mortar 28 hari untuk tiap variasi mortar sebanyak 3 buah. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan menggunakan mesin kompres elektrik berkapasitas 200 ton yang digerakkan secara manual.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel 2. Dipadatkan

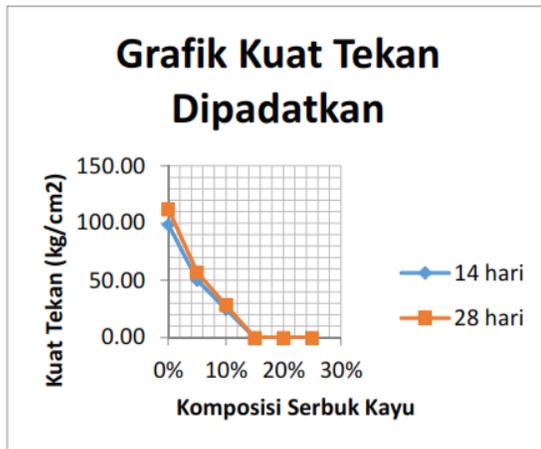
No	Komposisi Serbuk Kayu	Massa Benda Uji (gram)			Massa Rata2	Gaya Tekan (N)			Gaya Rata2	Luas Bidang Tekan (mm2)	Kuat Tekan (14 Hari)		Faktor Konversi	Kuat Tekan 28 hari (kg/cm2)
		1	2	3		1	2	3			Mpa	kg/cm2		
1	0%	228	225	225	226	20000	22000	21000	21000	2500	8	98.82	1.14	112
2	5%	215	213	215	214	12000	10000	10000	10667	2500	4	50.20	1.14	57
3	10%	198	196	195	196	7000	5000	4000	5333	2500	2	25.10	1.14	29
4	15%	185	191	190	189	0	0	0	0	2500	0	0	1.14	0
5	20%	172	175	170	172	0	0	0	0	2500	0	0	1.14	0
6	25%	168	162	165	165	0	0	0	0	2500	0	0	1.14	0

Sumber : Hasil Penelitian

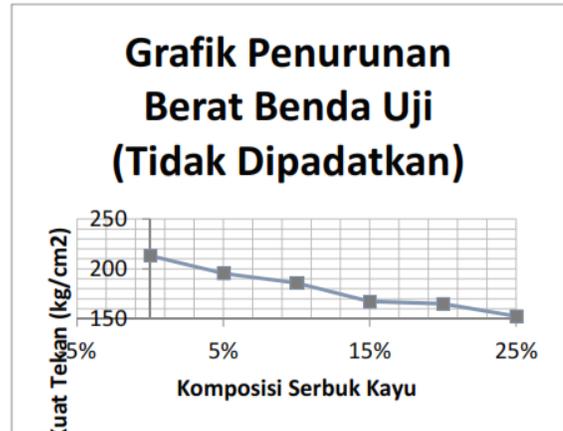
Tabel 3. Tidak Dipadatkan

No	Komposisi Serbuk Kayu	Massa Benda Uji (gram)			Massa Rata2	Gaya Tekan (N)			Gaya Rata2	Luas Bidang Tekan (mm2)	Kuat Tekan (14 Hari)		Faktor Konversi	Kuat Tekan 28 hari (kg/cm2)
		1	2	3		1	2	3			Mpa	kg/cm2		
1	0%	215	210	215	213	17500	17500	17000	17333	2500	7	81.57	1.14	93
2	5%	195	196	196	196	5000	4000	2000	3667	2500	1	17.25	1.14	20
3	10%	180	185	193	186	0	0	0	0	2500	0	0.00	1.14	0
4	15%	170	165	167	167	0	0	0	0	2500	0	0	1.14	0
5	20%	160	170	165	165	0	0	0	0	2500	0	0	1.14	0
6	25%	155	152	151	153	0	0	0	0	2500	0	0	1.14	0

Sumber : Hasil Penelitian



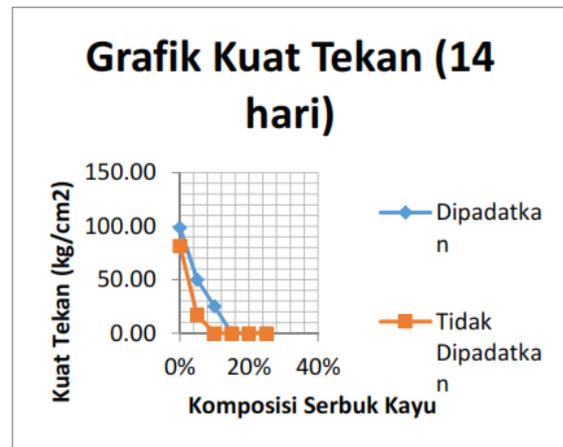
Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Dipadatkan  
Sumber : Hasil Penelitian



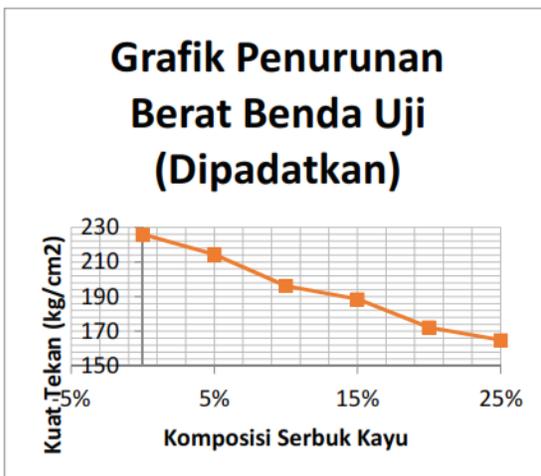
Gambar 5. Grafik Penurunan Berat Benda Uji (Tidak Dipadatkan)  
Sumber : Hasil Penelitian



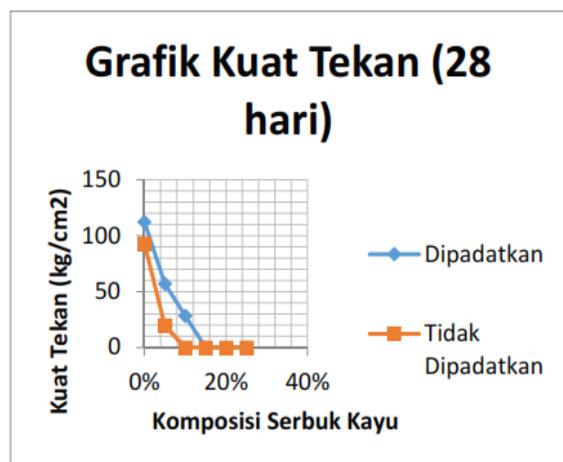
Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Tidak Dipadatkan  
Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 6. Grafik Kuat Tekan (14 Hari)  
Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4. Grafik Penurunan Berat Benda Uji (Dipadatkan)  
Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 7. Grafik Kuat Tekan (28 Hari)  
Sumber : Hasil Penelitian

## Pembahasan

Dari hasil uji kuat tekan diatas dapat kita lihat bahwa substitusi serbuk kayu terhadap pasir, untuk sampel yang dipadatkan terlihat bahwa untuk komposisi 0%, kuat tekan umur 28 hari sebesar 112 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan yang 5% dan 10% berturut-turut sebesar 57 kg/cm<sup>2</sup> dan 29 kg/cm<sup>2</sup>, turun sebesar 42% dan 71% dari mortar normal, ini menunjukkan bahwa substitusi serbuk kayu terhadap pasir ternyata melemahkan kuat tekan mortar itu sendiri, akan tetapi untuk komposisi 5% masih bisa mencapai atau melebihi K-50 atau 50 kg/cm<sup>2</sup>, lain halnya untuk sampel yang tidak dipadatkan.

Dari Hasil diatas pula, ada beberapa hal yang penting dan menarik untuk dibahas antara lain, dari hasil Uji Kuat Tekan Mortar pada umur 28 hari, ada perbedaan antara sampel yang dipadatkan dan yang tidak dipadatkan, yaitu untuk mortar normal pada sampel dipadatkan kuat tekannya mencapai 112 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan yang tidak dipadatkan memiliki kuat tekan 93 kg/cm<sup>2</sup>, begitupula dengan sampel komposisi 5% dan 10%, ini menunjukkan bahwa pemadatan berpengaruh pada peningkatan kuat tekan mortar itu sendiri, sedangkan pada sampel 15%, 20% dan 25% serta 10% tidak dipadatkan, kesemuanya mengalami kegagalan. Kalau kita melihat dari perbandingan menempati ruang serbuk kayu terhadap pasir yaitu pada komposisi 5% serbuk kayu menempati ruang dalam sampel sebesar 0,3 kalinya pasir, untuk 10%, serbuk kayu menempati 0,5 kalinya pasir, 15% sebesar 0,8 kalinya pasir, dan seterusnya. Dari hasil ini dapat kita lihat bahwa semakin besar volume serbuk kayu dalam menempati ruang maka kuat tekannya semakin lemah. Ini menandakan bahwa material serbuk kayu itu sendiri sangat lemah dalam membentuk ikatan dengan semen, disisi lain serbuk kayu juga memiliki sifat fisik yang lemah dan mudah termampatkan dan mengembang kembali sehingga kepadatan sampel pada mortar yang divariasikan dengan serbuk kayu sangat kurang sekali dibanding dengan yang normal.

Dari hasil diatas pula dapat kita lihat bahwa perlakuan substitusi serbuk kayu terhadap pasir dalam pembuatan mortar berpengaruh terhadap penurunan berat mortar, misalnya pada sampel dipadatkan untuk komposisi serbuk kayu 5%, 10%, 15%, 20%, 25% terjadi penurunan berat berturut-turut sebesar 5,2%, 13,1%, 16,5%, 23,7%, 27,0% dan pada sampel tidak dipadatkan untuk komposisi 5%, 10%, 15%, 20%, 25% terjadi penurunan berat berturut-turut sebesar 13,4%, 17,7%, 26,0%, 27,0%, 32,4%. Ini berarti bahwa berat jenis serbuk kayu lebih ringan dibanding dengan berat jenis pasir, sehingga berat mortar berkurang seiring

dengan besarnya substitusi serbuk kayu terhadap pasir.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Maka dari itu dapat di tarik kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian ini, peneliti menyimpulkan substitusi serbuk kayu yang bisa mencapai (K-50) adalah substitusi 5%.
2. Semakin banyak serbuk kayu yang di gunakan dalam campuran mortar akan mempengaruhi berat jenis mortar pada umumnya dalam hal ini *paving block* akan semakin ringan.
3. Semakin banyak persentase serbuk kayu yang digunakan akan mempengaruhi penurunan kuat tekan mortar.
4. Adanya penambahan serbuk kayu dalam campuran mortar berdampak sangat signifikan terhadap pasir sabulakoa.

### Saran

Adapun saran yang dapat dituliskan dan diberikan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Kepada peneliti berikutnya, diharapkan hasil penelitian ini bisa menjadi salah satu rujukan dalam melaksanakan penelitian serupa dengan lebih meningkatkan dan mengembangkan pada bidang yang lebih luas untuk memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Dalam penelitian ini sebaiknya pihak-pihak yang bersangkutan melengkapi peralatan yang dibutuhkan seperti alat uji kuat tekan mortar yang berukuran 5 x 5 x 5 cm untuk menunjang kreatifitas mahasiswa.
3. Dalam proses pembuatan *paving block* sebaiknya dilakukan pemadatan secara bertahap sehingga dapat memperoleh hasil yang lebih maksimal dan mempunyai mutu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Antono. 1985. *Teknologi Beton*. JTS Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta.
- Ahmad, Antono. 1985. *Diktat Bahan Konstruksi Teknik Sipil I*. Laboratorium BKT Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ahmad, Antono. 1988. *Diktat Pengantar Teknologi Beton*. Laboratorium BKT Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Arif. 2006. *Pengaruh Penambahan Fiber Serabut Kelapa Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang*. Tugas Akhir. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Andoyo. 2006. *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Mortar*. Universitas Negeri Semarang.
- Antoni dan Nugraha, P. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- ASTM Standards. 2004. *ASTM C 91 - 03a Standar Specification for Masonry Cement*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards. 2002. *ASTM C 109/C 109M Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50mm Cube Specimens)*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards. 2002. *ASTM C 305 - 99 Standard Practise For Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards. 2002. *ASTM C 1329 - 04 Standar Specification for Mortar Cement*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standards. 2002. *ASTM C 1384 - 06 Standard Specification for Admixtures*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Dumanauw, J.F. 1990. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Daryanto. 1994. *Pengetahuan Teknik Bangunan*. Penerbit: Rineka Cipta, Jakarta.
- Felix Yap, K.H., 1964. *Konstruksi Kayu*. Penerbit Binacipta, Bandung.
- Felix Yap, KH., 1964. *Konstruksi Kayu*. Penerbit Bina Cipta, Bandung.
- Gideon Kusuma, Ir. M.Eng., Takim Andrianto, Dr. Ir., 1996, *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*, Erlangga, Jakarta
- Gideon Kusuma, 1993, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNIT-15-1991-03*, Erlangga, Jakarta.
- Gideon Kusuma, Ir. M.Eng., W.C. Vis, Ir., 1993, *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.
- Gideon Kusuma, Ir. M.Eng., W.C. Vis, Ir., 1996, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.
- Ir. KardiyonoTjokrodumuljo, ME, 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Ir. KardiyonoTjokrodumuljo, ME, 1992, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Islamil Aldi, Monita Wibisono, Edy Saputra, 2015, *Sifat-sifat Fisik Mortar Geopolimer dengan Bahan Dasar Campuran Abu Terbang (Fly Ash) dan Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash)*. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Mulyono, T. 2003. *“Teknologi Beton”*. Andi. Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Murdock, L.J., Brook, K. M., dan Hindarko, S., 1991, *Bahan Dan Praktek Beton*, Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nugraha, P., dan Antoni, 2000, *Teknologi Beton dari Material Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Nurmawati, Ida. 2006, *Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Subtitusi Pembuatan Paving Block*. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- R. Sagel, P. Kole dan Gideon Kusumaa, 1993. *“Pedoman Pengerjaan Beton”*, Erlangga. 6(1):143-1157.
- Sumarno, Suryo. 2017. *“Pengaruh Penambahan Serat Ampas Tebu dan Paku Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Uji Laboratorium)”*. Fakultas Teknik, UHO, Sulawesi Tenggara.
- Soroushian, P., and Bayasi, Z., 1987, *Concept of Fiber Reinforced Concrete*, Proceeding of the International Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan, USA.
- Siswadi, Alfeatra Rapa, Dhian Puspitasari, 2007, *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Desak Beton*, Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- SNI 03-1968-1990. *“Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar”*.
- SNI-03-6882, 2002, *Spesifikasi Mortar Untuk Pasangan*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- SNI-15-2049, 2004, *Semen Portland*, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SNI-03-6825, 2002, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SNI-03-0349, 1989, *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SK.SNI, T 15-1990-03-02, “*Jenis semen Portland*”

SNI 03-6817 – 2002, “*Syarat penggunaan air*”

SK SNI 03-1971-1990, “*Kadar air dalam agregat*”

Tjokrodijuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS FT UGM.

Tjokrodijuljo, K. 1992. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.

Tjokrodijuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, PT Naviri, Yogyakarta.

Tjokrodijuljo, K, 1992, *Syarat gradasi butiran*. Yogyakarta.