

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 02	NOMER: 02	HALAMAN: 15-19	SURABAYA 2018	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Dr. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL	i
DAFTAR ISI	ii

- Vol. 02 Nomor 02/rekat/18 (2018)

ANALISIS PERSEDIAAN MATERIAL DENGAN METODE MATERIAL *REQUIREMENT PLANNING* (MRP) PADA PT. WASKITA BETON *PRECAST PLANT* SIDOARJO

<i>Indah Nurmelasari, Krisna Dwi Handayani,</i>	01 – 14
PEMANFAATAN BUBUR KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA PEMBUATAN PANEL <i>PAPERCRETE</i>	

<i>Aris Styawan Prayogi, Arie Wardhono,</i>	15 – 19
---	---------



PEMANFAATAN BUBUR KERTAS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PASIR PADA PEMBUATAN PANEL *PAPERCRETE*

Aris Styawan Prayogi

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: arisstyawanprayogi@gmail.com

Arie Wardhono

Dosen Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Dinding dapat menambah beban dalam konstruksi bangunan. Salah satu pemisah ruangan yang digunakan untuk memisahkan ruang selain dinding bata adalah panel dinding. Konsumsi kertas bagi mahasiswa merupakan hal yang kurang diperhatikan. Beberapa mahasiswa Teknik Sipil UNESA, rata-rata menimbun 16-24 kg kertas bekas tugas di tempat tinggalnya. Penelitian ini memanfaatkan kertas bekas tersebut untuk dijadikan panel *papercrete* sebagai alternatif material pembatas dinding dalam suatu bangunan.

Penelitian ini menggunakan bubur kertas yang dihancurkan hingga menyerupai pasir kemudian digunakan untuk substitusi pasir dalam pembuatan panel *papercrete*. Campuran yang digunakan adalah 1 semen : 2 pasir dengan faktor air semen 0,25, *fly ash* 10% dari berat semen untuk meningkatkan mutu panel *papercrete* serta *admixture* untuk meningkatkan ikatan antar material. Variasi substitusi bubur kertas dari berat pasir 4%, 8%, 12%, 16%, dan 24%. Pengujian panel mengacu pada SNI 03-6434-2000, dimensi benda uji 305 mm x 406 mm x 9 mm di uji pada umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel *papercrete* dengan substitusi bubur kertas dari berat sebesar 24% memiliki berat dan berat per volume paling ringan sebesar 1,217 kg, dan 1.091,39 kg/m³, namun masih lebih berat dari panel *gypsum*. Panel *papercrete* dengan substitusi bubur kertas dari berat pasir sebesar 4% memiliki kuat lentur tertinggi sebesar 80,18 N/mm², nilai ini lebih tinggi dari panel *gypsum*.

Kata Kunci: panel dinding, *papercrete*, kuat lentur.

Abstract

Walls can add weight to the building. One of the room separator used for room separation besides brick wall is wall panel. Paper consumption for university students gained less attention. For some UNESA's Civil Engineering students, on average, accumulate 16-24 kg of used papers at their residence. This research using those used papers as alternative material of room separator in a building.

This research uses pulp that is crushed to resemble sand and then used for sand substitution in papercrete panel making. The mixture used is 1 cement : 2 sand with water cement factor of 0.25, fly ash 10% of the weight of cement to improve the quality of the papercrete panel and the admixture branded Damdex to enhance the bond between materials. The variation of pulp substitution on sand weight are 4%, 8%, 12%, 16%, and 24%. The panel test refers to SNI 03-6434-2000, the dimensions of the specimen are 305 mm x 406 mm x 9 mm are tested at 28 days.

The results showed that papercrete panels with pulp substitution on sand's weight of 24%, yielded lowest weight and weight per volume, it is 1,217 kg and 1.091,39 kg/m³, still heavier than gypsum panel. Papercrete panel panels with pulp substitution on sand's weight of 4% yielded highest rupture strength, it is 80,18 N/mm², it is still higher than gypsum panel.

Keywords: wall panel, *papercrete*, rupture strength.

PENDAHULUAN

Dinding dapat menambah berat bangunan. Kegunaan dinding hanya untuk memberi batasan-batasan di tiap ruangan pada bangunan gedung. Salah satu pembatas ruangan yang digunakan untuk pembatas ruangan selain dinding bata adalah panel dinding.

Konsumsi kertas bagi mahasiswa merupakan hal sepele yang tidak banyak diperhatikan. Kertas yang digunakan, seringkali tidak dimanfaatkan secara maksimal. Banyak kertas yang digunakan pada satu sisi

setelah selesai digunakan, ada yang langsung dibuang, atau disimpan sendiri oleh mahasiswa.

Beton kertas atau *papercrete*, dapat digunakan pada komponen bangunan non-struktural, seperti panel dinding, bata, batako, dan sebagainya. Pemanfaatan kertas sebagai bahan bangunan juga sebagai salah satu upaya penyelamatan lingkungan. Beberapa negara seperti Inggris telah memanfaatkan kertas sebagai bahan bangunan.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan analisa proporsi bubur kertas terhadap pasir terhadap kuat tekan

beton kertas dengan ditambah zat aditif *superplasticizer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton kertas tersebut dikategorikan sebagai beton ringan dengan kekuatan menengah (*moderate strength concrete*), (Bermansyah, dkk. 2011). Penelitian yang berkaitan dengan beton kertas dengan judul "Limbah Bubur Kertas untuk Papan Beton" oleh Widjaja (2008). Dengan memanfaatkan limbah bubur kertas dari pabrik percetakan koran, kemudian dijadikan papan beton. Dari penelitian tersebut didapat hasil bahwa kadar air beton kertas tersebut memenuhi SII-0797-83, namun berdasar kerapatan dan kuat lentur masih belum memenuhi SII-0797-83. Dan juga beberapa penelitian lainnya, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang beton kertas ini. Karena beton kertas ini sangat ramah lingkungan, karena memanfaatkan limbah yang ada di lingkungan sekitar dan mudah didapatkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Untuk mengetahui berat dan berat per volume panel dinding *papercrete* dengan variasi 4%, 8%, 12%, 16%, dan 24% dari berat pasir. (2) Mengetahui nilai kuat lentur panel dinding *papercrete* dengan variasi 4%, 8%, 12%, 16%, dan 24% dari berat pasir.

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Jenis kertas yang digunakan adalah kertas HVS bekas tugas mahasiswa. (2) Tinta yang tertinggal pada kertas diabaikan. (3) Bubur kertas direndam dalam air selama ±30-60 menit. (4) Benda uji berupa panel dengan dimensi 305 mm x 406 mm x 9 mm. (5) Benda uji diuji pada umur 28 hari. (6) Semen yang digunakan adalah semen Portland jenis I (PPC). (7) *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe C. (8) Perbandingan adukan yang digunakan adalah 1 pc : 2 agregat. (9) Nilai faktor air semen yang digunakan sebesar 0,25.

1. Beton Kertas (*papercrete*)

Beton kertas merupakan suatu material yang terbuat dari campuran kertas dengan semen Portland. Kertas yang digunakan adalah kertas bekas yang diolah menjadi bubur kertas dengan tujuan mempermudah proses pengadukan campuran, (Rahmadhon, 2009).

Beton kertas (*papercrete*) memiliki keistimewaan selain ringan, material ini dapat diproduksi sendiri tanpa perlu membeli di pabriknya. Bahkan material ini dapat dicetak atau dicor hingga disesuaikan kekuatannya sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Pihak yang menggunakannya memiliki alasan bahwa beton kertas adalah material yang ramah lingkungan, sedangkan di pihak lain mempertanyakan keselamatan bangunannya. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menemukan kelebihan dan kekurangan beton kertas sesuai percobaan yang dilakukan, (Cahyono, 2011).

2. Bubur kertas (*pulp*)

Bubur kertas memiliki beberapa senyawa oksida seperti Silikon Dioksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Magnesium Oksida (MgO), Kalsium Oksida (CaO), Ferri Oksida (Fe_2O_3), dimana oksida-oksida tersebut merupakan bahan dasar untuk membuat produk

klinker semen seperti *Tricalcium Silicate* = $\text{C}_3\text{S} \cdot (3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$ dan *Tetracalcium Aluminate Ferrit* = $\text{C}_4\text{AF} \cdot (4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$. Senyawa yang paling dominan di dalam bubur kertas adalah Kalsium Oksida (CaO) sebesar 56,38%, air (H_2O) 16,11%, Sulfur Trioksida (SO_3) 11,26%, serta beberapa unsur lain, (Ray, dkk, 2009 : 2).

3. Bahan tambah (*additive*)

a. *Fly ash*

Abu terbang merupakan limbah padat hasil dari proses pembakaran di dalam furnace pada PLTU yang kemudian terbawa keluar oleh sisa-sisa pembakaran serta di tangkap dengan menggunakan *electrostatic precipitator*. *Fly ash* merupakan residu mineral dalam butir halus yang dihasilkan dari pembakaran batu bara yang dihaluskan pada suatu pusat pembangkit listrik. *Fly ash* terdiri dari bahan inorganik yang terdapat di dalam batu bara yang telah mengalami fusi selama pembakarannya. Bahan ini memadat selama berada di dalam gas-gas buangan dan dikumpulkan menggunakan *electrostatic precipitator*. Karena partikel-partikel ini memadat selama tersuspensi di dalam gas-gas buangan, partikel-partikel *fly ash* umumnya berbentuk bulat. Partikel-partikel *fly ash* yang terkumpul pada *electrostatic precipitator* biasanya berukuran silt (0,074 – 0,005 mm). Bahan ini terutama terdiri dari silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3) dan besi oksida (Fe_2O_3).

ASTM C-618, mengklasifikasikan *fly ash* menjadi 3 tipe berdasarkan kandungan kimiawinya, yaitu tipe N, tipe F, dan tipe C. *Fly ash* tipe N adalah *pozzolan* alam/*pozzolan* yang telah di kalsinasi. Selain itu juga hasil berbagai pembakaran yang mempunyai sifat *pozzolan* yang baik. *Fly ash* tipe F adalah *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis *anthracite* atau bitumen. Abu batubara jenis ini memiliki sifat *pozzolanic*. *Fly ash* tipe C adalah *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis lignite atau sub bitumen.

b. *Admixture*

Bahan tambah, *additive* dan *admixture* adalah bahan selain semen, agregat dan air yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana. Penambahan *additive* atau *admixture* tersebut ke dalam campuran beton ternyata telah terbukti meningkatkan kinerja beton hampir disemua aspeknya, yaitu kekuatan, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kinerja-kinerja lainnya dalam memenuhi tuntutan teknologi konstruksi modern.

4. Kuat lentur

Benda uji kuat lentur berupa panel dinding dengan ukuran 305 x 406 mm x 9 mm. Perhitungan kuat lentur papan *papercrete* menggunakan rumus berikut:

$$\sigma_1 = \frac{PL}{bd^2}$$

Dimana :

σ_1 = kuat lentur (MPa)

P = beban maksimum (N)

L = panjang bentang balok uji (mm)

b = lebar rata-rata benda uji (mm)

d = tinggi rata-rata benda uji (mm)

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Kertas bekas diambil dari beberapa mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, yang kemudian dipilah. Kertas yang digunakan adalah kertas yang HVS putih, yang bebas dari selotip, *stapler*, dan lain-lain. Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap, diantaranya :

1. Studi literatur

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan referensi mengenai beton kertas (*papercrete*) atau hal-hal yang berkaitan.

2. Persiapan alat dan bahan

a. Persiapan alat

Mengecek dan mempersiapkan alat-alat baik yang tersedia di laboratorium, jika ada alat yang belum tersedia dalam penelitian ini, peneliti membuat sendiri alat yang dibutuhkan, seperti cetakan panel, mata bor untuk mengaduk bubuk kertas (*pulp*).

b. Persiapan bahan

Untuk agregat halus, dilakukan : (1) Pengujian kadar lumpur, (2) Pengujian zat organik, (3) Pengujian gradasi pasir, (4) Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir.

3. Pembuatan bubuk kertas

Kertas bekas yang telah terkumpul, kemudian dipilah dan dibersihkan dari *stapler*, lakban, isolasi, plastik mika, dan lain-lain. Kertas yang sudah bersih, kemudian direndam dalam air selama $\pm 30-60$ menit, lalu diaduk menggunakan bor dengan mata bor yang sudah dimodifikasi. Bubur kertas yang sudah diaduk kemudian dikeringkan dalam oven, untuk dihancurkan hingga menyerupai butiran-butiran pasir. Butiran-butiran bubuk kertas tersebut kemudian diayak menggunakan ayakan no. 16 supaya didapat butiran bubuk kertas yang lembut dan menyerupai butiran pasir.

4. Perhitungan kebutuhan material

Perencanaan komposisi campuran panel menggunakan nilai fas 0,25, perbandingan campuran adukan adalah 1 semen : 2 agregat (pasir dan bubuk kertas), dan menggunakan berat per m^2 sebesar $5,4 m^2$.

5. Pembuatan benda uji

- Penimbangan bahan yang akan digunakan untuk pengecoran sesuai dengan komposisi campuran rencana dan variasi.
- Pencampuran dan pengadukan bahan-bahan.
- Pengecoran campuran ke dalam cetakan.
- Cetakan di press, lalu benda uji dikeluarkan dari cetakan.
- Curing* tidak dilakukan selama 28 hari karena dikhawatirkan akan menyebabkan penyerapan air berlebihan pada panel *papercrete*.

6. Pengamatan fisik benda uji

Pengamatan fisik ini meliputi pengamatan pada kondisi sudut-sudut panel, kondisi tepi panel, dan kondisi permukaan panel. Pengamatan ini dilakukan pada benda uji yang sudah berumur 28 hari.

7. Pengujian kuat lentur

Seluruh benda uji dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran dan diangin-anginkan, lalu ditimbang untuk mengetahui beratnya. Pengujian kuat lentur mengacu pada SNI 03-6434-2000.

8. Pengolahan data dan pembahasan

Data-data didapat dari penimbangan berat dan pengujian kuat lentur panel yang sudah diuji.

9. Kesimpulan

Kesimpulan dibuat oleh peneliti berdasarkan pengamatan dan pengolahan data yang sudah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Material

Pasir yang digunakan dalam penelitian adalah pasir Lumajang. Dari hasil pengujian pasir tersebut, dipastikan bahwa pasir tersebut telah memenuhi syarat SNI sebagai agregat halus. Berikut adalah hasil pengujian pasir tersebut :

Tabel 1. Hasil pengujian pasir

No.	Uraian	Pasir Lumajang	Standard SNI
1.	Kadar lumpur	2,46 %	< 5%
2.	Analisa ayakan	Zona 2	-
3.	Berat per volume	2,63 gr/cm ³	2,0 – 3,0 gr/cm ³
4.	Penyerapan air	4,17%	< 5%

2. Hasil Pengujian Bubur Kertas (*pulp*)

Hasil pengujian kadar air bubuk kertas (*pulp*) adalah sebagai berikut :

Berat basah bubuk kertas (a) = 1.000 gr

Berat kering oven (b) = 235 gr

Berat air (c) = a – b = 1.000 – 235 = 765 gr

Kadar air = $\frac{c}{a} \times 100\% = \frac{765}{1.000} \times 100\% = 76,5\%$

3. Hasil Perhitungan Kebutuhan Material

Kebutuhan material yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan material per benda uji

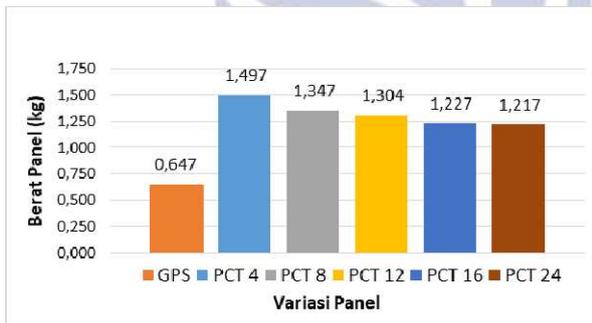
	Semen (kg)	Fly ash (kg)	Air (liter)	80% air (liter)	Pasir (kg)	Pulp (kg)	Admixture (kg)
PCT4	0,241	0,027	0,067	0,054	0,514	0,021	0,005
PCT8	0,241	0,027	0,067	0,054	0,492	0,043	0,005
PCT 12	0,241	0,027	0,067	0,054	0,471	0,064	0,005
PCT 16	0,241	0,027	0,067	0,054	0,449	0,086	0,005
PCT 24	0,241	0,027	0,067	0,054	0,407	0,128	0,005

80% air pada Tabel 2, digunakan untuk menambah kebutuhan air bubur kertas. Bubur kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubur kertas dalam kondisi kering oven. Diharapkan dengan ditambahkan 80% air dapat menjadikan bubur kertas dalam kondisi cukup air.

Hasil Pengujian Panel

1. Berat dan berat per volume panel

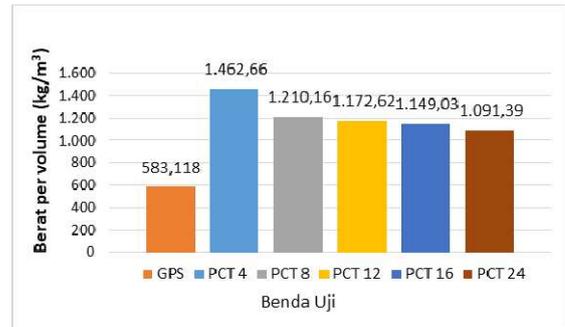
Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin banyak substitusi pasir menggunakan bubur kertas maka berat panel *papercrete* akan semakin turun. Berat panel *papercrete* masih lebih tinggi daripada berat panel *gypsum*. Perbedaan ini cukup signifikan karena dari material pembentuk sudah berbeda. Panel *gypsum* dengan bahan dasar *gypsum* lebih ringan dari pasir dan rongga udara yang cukup banyak, sehingga panel *gypsum* lebih ringan daripada panel *papercrete*.



Gambar 1. Grafik Berat Rata-rata pada Tiap Variasi Panel

Gambar 2 juga menunjukkan hal yang sama, dengan semakin banyak substitusi pasir maka berat per volume panel *papercrete* akan semakin turun.

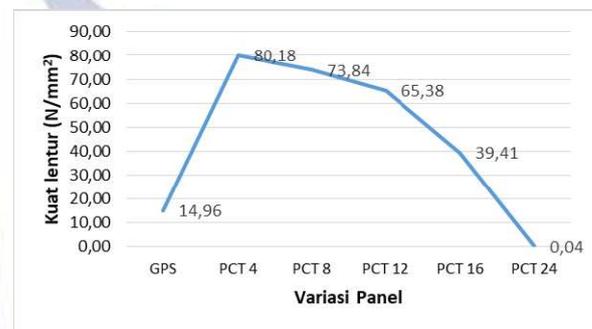
Penurunan ini disebabkan karena berat per volume bubur kertas yang lebih ringan daripada berat per volume pasir. Pengujian berat per volume kertas tidak dilakukan dalam penelitian ini, sehingga peneliti mencari referensi nilai berat per volume bubur kertas, dan didapat nilai yang bervariasi. Widjaja (2008) menyatakan bahwa berat per volume *sludge* bubur kertas sebesar 1,24 gr/cm³. Bermansyah (2011) menyatakan bahwa berat per volume bubur kertas HVS sebesar 1,194 gr/cm³.



Gambar 2. Grafik Berat per Volume Rata-rata Tiap Variasi Panel

2. Kuat lentur panel

Pengujian kuat lentur panel mengacu pada SNI 03-6434-2000. Hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat ada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Lentur Terhadap Variasi Panel

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak substitusi bubur kertas pada panel *papercrete*, nilai kuat lentur akan semakin turun. Nilai kuat lentur terendah dimiliki oleh variasi PCT 24 dengan substitusi pasir menggunakan bubur kertas sebanyak 24% dari berat pasir. Nilai ini sangat kecil, karena semua panel *papercrete* pada variasi ini hanya mampu menerima beban dari pipa galvalum yang digunakan untuk menyalurkan beban dari UTM ke benda uji.

Peningkatan penggunaan bubur kertas sebagai substitusi pasir semakin menurunkan kuat lentur *papercrete*. Ini terjadi karena air tambahan sebanyak 80% tidak bercampur ke dalam campuran, tapi diserap dulu oleh bubur kertas, sehingga pengikatan antar material tidak terjadi secara maksimal. Widjaja (2008) menyatakan kuat lentur panel *papercrete* sebesar 34,67 kg/cm² atau sebesar 3,43 MPa. Gunarto (2008) menyatakan bahwa kuat lentur tertinggi panel *papercrete* sebesar 8,36 MPa. Artinya nilai kuat lentur panel *papercrete* pada penelitian ini adalah yang tertinggi dibandingkan Widjaja (2008) dan Gunarto (2008).

Penurunan nilai kuat lentur secara signifikan disebabkan karena kurang tercampurnya bubur kertas dengan campuran panel. Air sebanyak 80% dari kebutuhan air normal dicampurkan saat seluruh material penyusun panel *papercrete* dicampur ke dalam mesin pengaduk (*mixer*). Diharapkan dengan tambahan air sebanyak 80%, kebutuhan air dalam bubur kertas teratasi,

namun itu tidak terjadi. Bubur kertas dalam adukan tersebut, belum tercampur rata dengan material lain. Ini terbukti dengan masih adanya butiran-butiran bubur kertas yang masih berwarna putih dan belum tercampur dengan material lainnya. Bubur kertas jika ditambahkan air hingga kenyang air sebelum dicampurkan, ada kemungkinan bahwa bubur kertas akan tidak berbentuk butiran lagi, tetapi akan bercampur seperti sebelum dikeringkan dan dihancurkan.

Nilai kuat lentur tertinggi panel *papercrete* masih lebih tinggi dibanding panel *gypsum*. Panel *papercrete* belum mampu menerima lendutan layaknya panel *gypsum*. Ini disebabkan karena adanya lapisan menyerupai kertas yang melapisi dua sisi panel *gypsum*, sehingga material isi panel *gypsum* tidak mudah hancur saat menerima beban.

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian tersebut antara lain: (1) Panel *papercrete* pada setiap penambahan bubur kertas sebesar 4%, 8%, 12%, 16%, dan 24% dari berat pasir, panel *papercrete* mengalami penurunan berat dan berat jenis. Berat panel *papercrete* terendah sebesar 1,217 kg pada panel dengan bubur kertas 24% dari berat pasir dan berat tertinggi sebesar 1,497 kg pada panel dengan bubur kertas 4%. Berat per volume panel terendah sebesar 1.091,39 kg/m³ pada panel dengan bubur kertas 24% dan berat per volume panel tertinggi sebesar 1.462,66 kg/m³ pada panel dengan bubur kertas 4% dari berat pasir. Berat dan berat jenis ini lebih berat daripada variasi kontrol yang merupakan panel *gypsum* dan memiliki rongga udara yang lebih banyak daripada panel *papercrete*. (2) Panel *papercrete* pada setiap penambahan bubur kertas sebesar 4%, 8%, 12%, 16%, dan 24% panel *papercrete* mengalami penurunan yang signifikan. Nilai kuat lentur tertinggi sebesar 80,18 N/mm², pada panel dengan bubur kertas 4% dan nilai kuat lentur terendah didapat pada variasi sebesar 0,04 N/mm² pada panel *papercrete* dengan bubur kertas 24%. Nilai kuat lentur ini sangat kecil karena panel hanya mampu menerima beban dari pipa yang digunakan untuk meneruskan beban ke tengah-tengah bentang kemudian panel runtuh. Nilai kuat lentur panel tertinggi pada penelitian ini lebih besar daripada kuat lentur variasi kontrol. Panel *papercrete* tidak mampu melendut seperti variasi kontrol, itu yang menjadi kekurangan panel *papercrete* pada penelitian ini.

Saran

Beberapa saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Perlu diperhatikan kondisi bubur kertas yang digunakan dalam campuran bubur kertas dalam kondisi kering, cukup air, atau kenyang air. (2) Perlu dilakukan pengujian berat per volume bubur kertas HVS. (3) Perlu dilakukan perendaman bubur kertas yang lebih lama agar bubur kertas dapat hancur lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM – C618-12a, 2014, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. Philadelphia-USA.
- ASTM – C31, 2009, *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, Philadelphia-USA.
- Bermansyah, Surya, dkk., 2011, *Analisis Proporsi Bubur Kertas dan Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton Kertas*, Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- Cahyono, Bagus, 2011, *Kajian Kuat Lentur Beton Kertas (Papercrete) dengan Bahan Tambah Serat Nylon*, Surakarta : Universitas Sebelas Maret. Skripsi Tidak Diterbitkan.
- Gunarto, Arief, dkk., 2008, *Pembuatan Limbah Kertas Koran Untuk Pembuatan Panel Papercrete*, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Lianasari, Angelina Eva, dkk., 2013, *Penggunaan Limbah Bubur Kertas dan Fly Ash Pada Batako*, Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Rahmadhon, Andri., 2009, *Susut Beton Kertas Pada Variasi Campuran*, Surabaya.
- Ray, Norman, dkk., 2009, *Alternatif Penggunaan Limbah Pabrik Kertas Sebagai Pengganti Semen (Cementitious) Dalam Pembuatan Beton*, Dinamika Teknik Sipil, Volume 9, Nomor 1, PP: 48–55, Januari 2009, Surabaya.
- SNI 03-6434, 2000, *Metode Pengujian Fisik Panel Gypsum dan Papan Gypsum*, Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- SNI 03-2834, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Widjaya, Andang, 2008, *Limbah Kertas Untuk Papan Beton*, Surabaya : Universitas Kristen Petra.
- Referensi website:
www.livinginpaper.com/mixes.htm, “*papercrete, fibercrete, fibrous concrete – Living in Paper*”. Diakses 20 Februari 2018.
<http://www.livinginpaper.com/>, “*2015 Papercrete Construction, DVDs, Classes, Mixes, Research*”. Diakses 20 Februari 2018.