

PEMANFAATAN LIMBAH KORAN DAN ABU TERBANG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN DINDING PANEL DENGAN PERKUATAN WIRE MESH

Mochammad Nur Huda¹, Mochamad Teguh²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: mnhd93@gmail.com

² Guru Besar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: m.teguh@uii.ac.id

Abstract : *In general, Construction used a bricks, concrete bricks, or hebel as one of the wall materials. One another alternative is the panel wall. The panel wall is a unit of several concrete blocks and it arranged in such a way that it becomes a wall. The purpose of this study was to determine the strength of the wall panels made of papercrete. The wall panel of the papercrete can be obtained by mixing pulp, fly ash, and sand with cement paste as an adhesive material and then manually printed on a formwork with a sample in the form of cubes with a size $(5 \times 5 \times 5) \text{ cm}^3$ for concrete paper testing. Whereas in the wall sample, in the form of beam size $(50 \times 50 \times 5) \text{ cm}^3$ for the test of compressive strength, size $(100 \times 50 \times 5) \text{ cm}^3$ for flexural test, and size $(120 \times 120 \times 5) \text{ cm}^3$ for diagonal shear test. The composition used (Portland Cement : Sand : Paper : Fly ash) is $(1:3:0,25:0)$, $(1:3:0,25:0,2)$, $(1:3:0,5:0,2)$, $(1:3:0,5:0,4)$. Each wall sample was given reinforcement in the form of wire mesh with 2 types of placement, namely a single wire located in the middle of the span and two wires installed between the layer of the papercrete span. From the test results obtained an average volume weight ranged from 1,965 to 2,068 grams / cm^3 , with the highest papercrete compressive strength in the sample $(1:3:0,25:0,2)$ of 15,619 MPa. In wall testing, the highest compressive strength was found in samples with single wire mesh reinforcement with an average of 12,31 MPa. The highest flexural strength in the sample with double wire mesh reinforcement of 3,573 MPa. In the diagonal shear strength test the highest results were obtained in the sample with a double wire mesh reinforcement of 2,587 MPa.*

Keywords : *papercrete, wall panels, wire mesh*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya, pembangunan prasarana sipil tidak lepas dari penggunaan batu bata sebagai salah satu material pembentuk dinding bangunan. Batu bata diperoleh dengan cara membakar tanah liat menggunakan sekam padi atau kayu bakar yang dapat menimbulkan polusi udara melalui emisi CO_2 . Disamping itu bahan dasar bata merah biasanya diambil dari galian tanah sawah yang subur atau tanah liat, hal ini dapat merusak lingkungan

disebabkan karena pertambahan tanah liat secara berlebihan (Albazzar, 2013).

Di era sekarang ini, material penyusun dinding sudah tidak terpaku lagi pada penggunaan batu bata namun juga dapat berupa dinding panel beton. Dinding panel pracetak merupakan kesatuan dari beberapa blok beton yang terbuat dari campuran pasir, *portland* semen, dan air kemudian dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadikan sebuah dinding dengan kualitas yang lebih baik daripada dinding batu bata konvensional (Widjaja, 2008). Dengan

mengurangi atau mengganti sebagian agregat pada campuran dinding panel dengan bahan yang lebih ramah lingkungan diharapkan mendapatkan dinding panel yang bermutu baik serta *eco-friendly*.

Di dalam penelitian ini dilakukan inovasi dinding panel dengan campuran air, semen, pasir, dan kertas yang lazimnya disebut *papercrete* dengan penambahan *fly ash*. Bahan kertas koran digunakan karena memiliki beberapa kelebihan yaitu massa jenisnya yang ringan, mudah menyerap dan mengeluarkan panas ruangan serta mampu meredam kebisingan. Pemanfaatan limbah kertas koran dapat berkontribusi pada terciptanya lingkungan hidup yang lebih baik dengan mengurangi penggunaan serat kayu yang berasal dari pohon (Yun, 2011).

Pada dinding panel, ditambahkan material komposit sebagai perkuatan yang berupa kawat jaring (*wire mesh*). Kawat jaring sebagai salah satu alternatif perkuatan, memberikan pertambahan kekuatan pada dinding ketika diuji geser, lentur dan mengurangi sifat getas (Maya, 2014).

Pada penelitian ini yang akan dicari adalah nilai kuat tekan maksimum pada komposisi beton kertas yang nantinya akan digunakan sebagai bahan campuran pembuatan panel dinding. Kemudian Dinding tersebut akan dicari kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik diagonal (geser).

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Berapakah perbandingan campuran pasir, portland semen, air, kertas dan *fly ash* agar menghasilkan nilai kuat desak maksimum untuk memenuhi kriteria menurut SNI 03-3449-2002?
2. Berapakah perbandingan kuat tekan dinding panel *papercrete* dengan perkuatan *wire mesh* (tunggal dan rangkap)?
3. Berapakah perbandingan kuat lentur maksimum yang dapat ditahan oleh dinding panel *papercrete* dengan

perkuatan *wire mesh* (tunggal dan rangkap)?

4. Berapakah perbandingan kuat tarik diagonal (geser) yang dapat ditahan oleh dinding panel *papercrete* dengan perkuatan *wire mesh* (tunggal dan rangkap)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui perbandingan campuran pasir, portland semen, air, kertas dan *fly ash* agar menghasilkan nilai kuat desak maksimum untuk memenuhi kriteria menurut SNI 03-3449-2002,
2. mengetahui perbandingan kuat tekan dinding panel *papercrete* dengan perkuatan *wire mesh* (tunggal dan rangkap),
3. mengetahui perbandingan kuat lentur maksimum yang dapat ditahan oleh dinding panel *papercrete* dengan perkuatan *wire mesh* (tunggal dan rangkap), dan
4. mengetahui perbandingan kuat tarik diagonal yang dapat ditahan oleh dinding panel *papercrete* dengan perkuatan *wire mesh* (tunggal dan rangkap).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

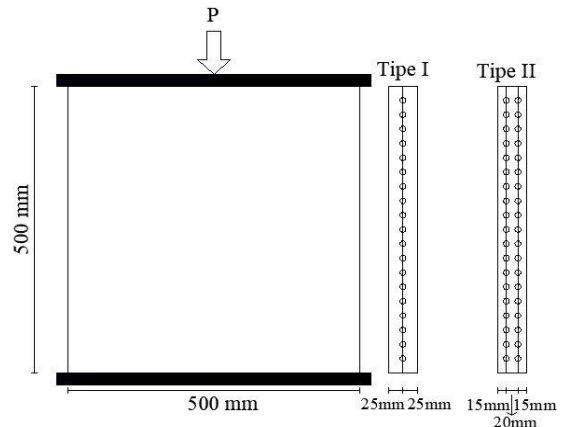
1. menentukan perbandingan campuran maksimum, yang dapat menghasilkan kualitas dinding yang kuat dan ringan,
2. mengembangkan pengetahuan tentang teknologi material dinding beton berbahan dasar *papercrete* dengan berbagai ragam komposisi campuran,
3. penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan di lapangan guna membantu masyarakat dalam membuat rumah/bangunan tahan gempa, dan
4. memudahkan masyarakat dalam membangun rumah yang aman serta ekonomis karena dinding ini dapat dibuat pracetak.

1.5 Batasan Masalah

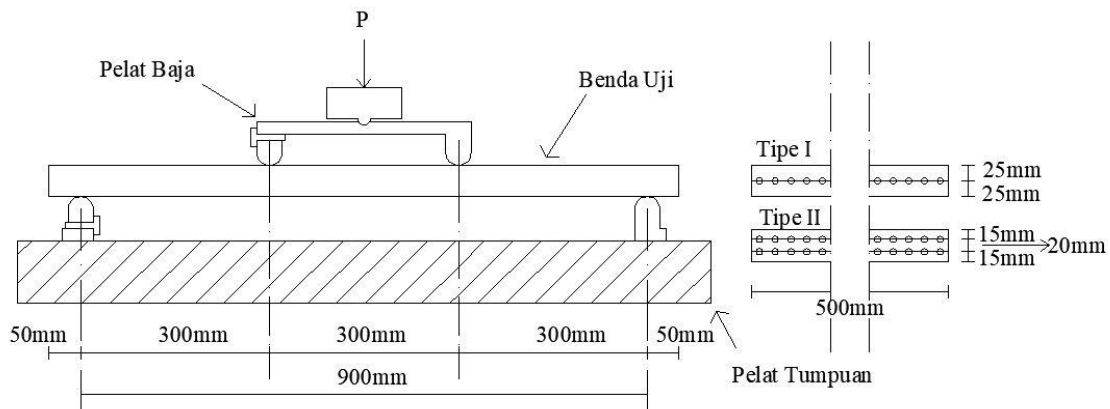
1. Perbandingan volume campuran beton (Semen : Pasir : Bubur Kertas : *Fly Ash*) yang digunakan sebagai berikut.
 - a. K1 = 1PC:3PS:0,25BK:0FA
 - b. K2 = 1PC:3PS:0,25BK:0,2FA
 - c. K3 = 1PC:3PS:0,50BK:0,2FA
 - d. K4 = 1PC:3PS:0,50BK:0,4FA
 Perbandingan digunakan dalam satuan volume (m^3).
2. Pada saat pencampuran bahan pasir dalam kondisi SSD dan kertas dalam kondisi kenyang air menjadi bubur kertas.
3. Semen yang digunakan adalah semen *Portland*, merk Holcim tipe I.
4. Faktor air semen (fas) yang digunakan 0,60.
5. Ukuran benda uji:
 - a. $(5 \times 5 \times 5) \text{ cm}^3$ berjumlah 48 buah,
 - b. $(120 \times 120 \times 5) \text{ cm}^3$ berjumlah 6 buah,
 - c. $(100 \times 50 \times 5) \text{ cm}^3$ berjumlah 6 buah,
 - d. $(50 \times 50 \times 5) \text{ cm}^3$ berjumlah 6 buah.
6. Pasir yang digunakan adalah pasir dari sungai Progo.
7. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari saluran air pada Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII.
8. Bubur kertas yang digunakan berasal dari limbah kertas koran yang direndam air selama 24 jam.

9. Pengaruh sisa tinta pada kertas koran dan jenis limbah kertas lain diabaikan.
10. Abu terbang atau *fly ash* berasal dari PLTU Paiton, Jawa Timur.
11. Digunakan kawat *wire mesh* sebagai tulangan dinding panel.
12. Kawat *wire mesh* berbentuk persegi dengan ukuran anyaman $12,7 \text{ mm} \times 12,7 \text{ mm}$ dengan diameter 1 mm.
13. Untuk pengujian komposisi campuran dilakukan pengujian kuat tekan.
14. Untuk pengujian dinding dilakukan pengujian kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik diagonal (geser).
15. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari dan 14 hari untuk sampel beton kertas.
16. Pengujian dinding dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.

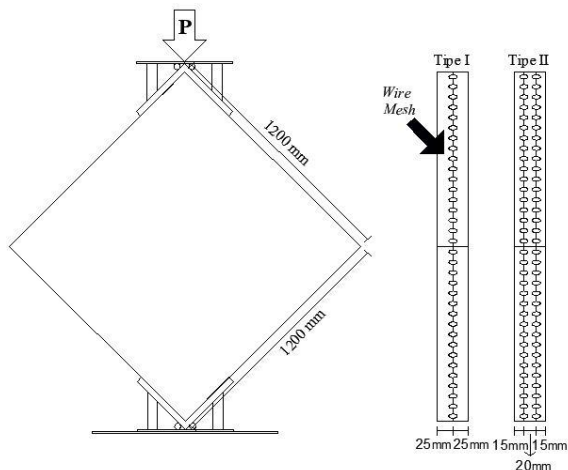
Gambar benda uji dapat dilihat sebagai berikut ini.



Gambar 1 Sampel Tekan Dinding



Gambar 2 Sampel Uji Lentur Dinding



Gambar 3 Sampel Uji Geser Dinding

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu.

Gunarto dkk. (2008) dalam penelitian ini mempunyai maksud untuk mengatasi permasalahan limbah dan sekaligus mengembangkan bahan bangunan alternatif. Hasil penelitian ini campuran optimum dicapai pada komposisi semen, bubuk kertas, gula dan air adalah 1 semen : 2 kertas dengan bahan tambah gula 0,2 %. Kuat tekan, kuat lentur, dan modulus elastisitas pada komposisi tersebut masing-masing sebesar, 8,36 MPa, 2,48 MPa, dan 6,46 MPa. Penelitian ini memenuhi persyaratan PUBI 1982, batako dengan mutu A2.

Lianasari dan Pading (2013) telah melakukan penelitian tentang penggunaan limbah bubuk kertas dan *fly ash* pada batako. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan inovasi beton ringan dengan cara mensubstitusi atau mencampur material penyusun batako dengan bahan yang ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batako limbah kertas dengan bahan tambah *fly ash* 10% masuk kedalam kategori batako ringan karena memiliki berat volume diantara 1000 – 2000 kg/m³.

Yun dkk. (2011) dalam penelitiannya mechanical properties of papercrete containing waste paper melakukan pengujian dengan 3 variabel pengujian

yaitu rasio kebutuhan air (A), rasio kebutuhan pasir (B) dan rasio penggantian semen dengan kertas (C). Hasil yang didapat dari penelitian tersebut yaitu penggantian bubuk kertas pada semen sebesar 5% didapatkan berat jenis mortar sebesar 1880 kg/m³ dan akan semakin menurun saat rasio pergantian kertas ditingkatkan.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Dinding

Pengertian dinding dalam kamus besar bahasa Indonesia adalah penutup sisi samping (penyekat) ruang, rumah, bilik, dan sebagainya (dibuat) dari papan, anyaman bambu, tembok.

3.2 Kertas

Menurut Delcasse (2017), Bahan kertas sudah dapat dipastikan ramah lingkungan, karena dapat mengurangi pembuangan sampah kertas dan juga meningkatkan kualitas dan kuantitas daur ulang kertas menjadi sebuah bahan dinding.

3.3 Abu Terbang (*Fly Ash*)

Menurut Yogaswara (1998), pada beton keras keuntungan penggunaan *fly ash* adalah mempertinggi daya tahan terhadap lingkungan yang bersifat agresif, meningkatkan kerapatan beton, mengurangi penyusutan, mengurangi pengembangan yang disebabkan oleh reaksi alkali agregat.

3.4 Beton Kertas (*Papercrete*)

Beton kertas (*papercrete*) adalah suatu material bangunan yang terbuat dari campuran bahan kertas daur ulang, semen portland dan pasir. Kertas yang dimaksud adalah limbah kertas koran yang sudah tidak terpakai dan memiliki tekstur kasar yang kemudian dihancurkan dengan cara dicampurkan air menjadi bubuk kertas kemudian diolah kembali agar dapat digunakan sebagai material bahan bangunan (Gunarto, 2008).

3.5 Kawat Jaring (*Wire Mesh*)

Menurut SNI 07-0663-1995, jaringan kawat baja las untuk tulangan adalah jaringan yang berbentuk segi empat dari kawat hasil

penarikan dingin yang dibuat dengan pengelasan titik, dimana dapat berbentuk bujur sangkar dan jaring empat persegi panjang. Kawat-kawat satu sama lain harus saling tegak lurus dan tidak boleh terdapat cacat-cacat yang dapat mengurangi kegunaannya.

3.6 Pengujian Kuat Tekan *Papercrete*

Pengujian kuat tekan adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (SNI 03-6825-2002), besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan Persamaan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{Pu}{A} \quad (1)$$

Dengan : $f'c$ = kuat tekan (MPa), P = beban desak maksimum (N), dan A = luas dari permukaan yang dibebani (mm^2).

3.7 Pengujian Kuat Tekan Dinding

Kuat tekan dinding adalah gaya yang bekerja pada panel dinding per satuan luas penampang dinding yang tertekan sedangkan. Nilai kuat tekan dinding dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$f'c = \frac{Pu + W}{B \times b} \quad (2)$$

dengan : $f'c$ = kuat tekan dinding panel (MPa), P_u = beban maksimum (N), B = lebar benda uji (mm), b = tebal benda uji (mm), W = berat alat bantu (N).

3.8 Pengujian Lentur Dinding

Pengujian kuat lentur beton adalah kemampuan benda uji untuk menahan gaya yang diletakkan pada dua perletakkan dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Nilai kuat lentur dinding dapat dihitung dengan persamaan pada SNI 03-4431-2011 berikut.

1. Bila akibat pengujian patahnya benda uji berada di daerah pusat 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik beton, maka dihitung menurut persamaan.

$$f_{it} = \frac{PL}{bh^2} \quad (3)$$

2. Bila akibat pengujian benda uji patah diluar pusat (diluar 1/3 jarak titik perletakan) dibagian tarik beton, dan jarak titik patah pada titik pusat (beban) kurang dari 5% jarak titik perletakan, maka kuat lentur beton dihitung dengan rumus:

$$f_{it} = \frac{Pa}{bh^2} \quad (4)$$

3. Untuk benda uji yang patahnya diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah) dan jarak titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak digunakan.

dengan : f_{it} = kuat lentur (MPa), P = beban maksimum (N), L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm), b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm), h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm), a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat.

3.9 Pengujian Kuat Geser Diagonal Dinding

Pengujian geser diagonal dinding adalah penentuan kuat tarik diagonal atau geser sepanjang sumbu diagonal dalam posisi vertikal, sehingga menyebabkan keruntuhan tarik diagonal yang sejajar terhadap arah pembebanan. Sesuai dengan ASTM E519-02 rumus kuat geser adalah sebagai berikut.

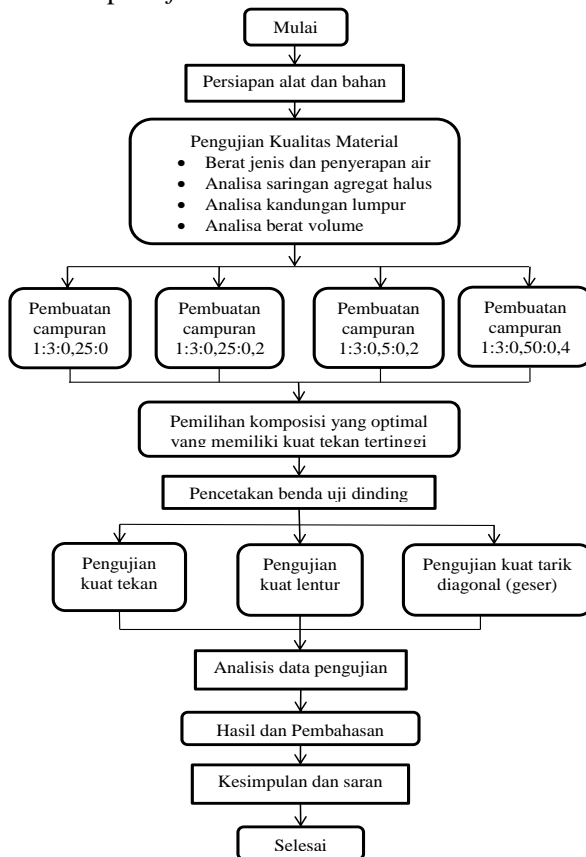
$$\tau = \frac{0,707 \times P}{An} \quad (5)$$

$$An = \frac{(w + h)}{2} \times t \times n \quad (6)$$

dengan : τ = kuat geser diagonal (MPa), P = beban maksimum (N), M = berat alat bantu (N), μ = koefisien friksi, w = lebar benda uji (mm), h = tinggi benda uji (mm), t = tebal benda uji (mm), n = persen daerah bruto yang padat, $n = 1$

4. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen untuk mendapatkan komposisi campuran dinding panel yang optimal. Setelah diperoleh komposisi campuran yang optimal, komposisi campuran tersebut digunakan untuk membuat dinding panel dengan variasi kawat *wire mesh* yang diletakkan pada lapisan *papercrete*, kemudian di uji kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik diagonal (geser). Dari pengujian tersebut akan dilihat mekanisme keruntuhan dari dinding panel tersebut serta sifat fisik yang terjadi. Proses penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* berikut.



Gambar 4 *Flowchart* proses penelitian

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 *Properties* Agregat

Pengujian Agregat diperlukan untuk mengetahui kualitas agregat yang digunakan dalam penelitian ini, apakah memenuhi spesifikasi atau tidak. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian *Properties* Agregat

No	Pengujian	Agregat Halus
1	Berat Jenis (SSD) (gr/cm ³)	2,606
2	Berat Isi Gembur (gr/cm ³)	1,567
3	Berat Isi Padat (gr/cm ³)	1,778
4	Modulus Halus Butir (%)	3,149
5	Kadar Lumpur (%)	1,461

Dari hasil pengujian *properties* agregat yang berasal dari sungai Progo dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

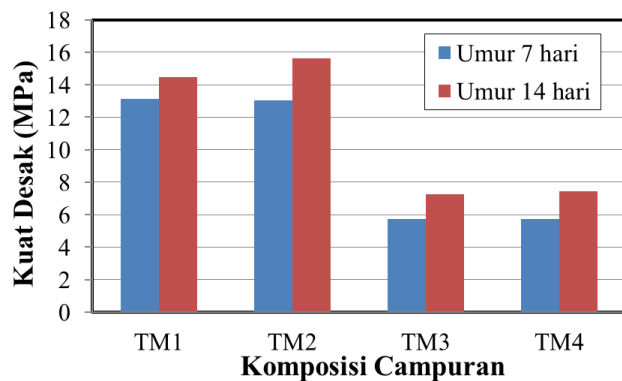
1. Berat jenis agregat halus memenuhi syarat berkisar antara 2,5-2,7 gr/cm³.
2. Berat isi gembur masuk dalam kriteria yaitu antara 1,2 sampai 1,6 gr/cm³.
3. Modulus Halus Butir agregat halus masuk dalam kriteria pasir kasar dengan MHB 2,90-3,20.
4. Kadar lumpur agregat tidak melebihi kriteria sebesar 5%.

5.2 Kuat Tekan *Papercrete*

Pada pengujian ini beton kertas digunakan sebagai bahan pengisi dinding panel, Hasil pengujian kuat tekan *papercrete* dari masing-masing komposisi dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Papercrete*

No	Sampel	Umur	Kuat Tekan (MPa)	Berat Volume (gram/cm ³)
1	TM1	7	13,128	2,069
		14	14,448	2,066
2	TM2	7	13,059	2,066
		14	15,619	2,060
3	TM3	7	5,719	1,971
		14	7,262	1,974
4	TM4	7	5,710	1,958
		14	7,451	1,972



Gambar 5 Perbandingan Kuat Tekan Masing-Masing Komposisi

Dari hasil pengujian menunjukkan pada umur 7 hari kuat tekan beton kertas terbesar pada komposisi K1 rerata sebesar 13,128 MPa, sedangkan pada umur 14 hari kuat tekan terbesar pada sampel K2 sebesar 15,619 MPa. Dari Hasil tersebut dipakai komposisi K2 untuk pengujian dinding panel. Pada penambahan *fly ash* 0,2 dengan komposisi sebanding kuat tekan *papercrete* mengalami penurunan pada umur 7 hari, berbeda dengan umur 14 hari kuat tekan mengalami pertambahan kuat desak. Ini menunjukkan bahwa banyaknya air pada bubuk kertas mengganggu proses hidrasi pada ikatan semen.

Dari tabel diatas terlihat bahwa dengan penambahan bubuk kertas pada campuran, beton kertas termasuk dalam kategori beton struktural ringan dengan kuat tekan antara 6,89-17,27 MPa menurut SNI 03-3449-2002 serta menghasilkan berat volume berkisar antara 1900-2100 kg/m³.

Pada pengujian ini dilakukan perawatan pada umur 7 hari dan 14 hari dimaksudkan untuk menentukan perkembangan kuat tekan yang terjadi pada sampel karena bahannya berupa bubuk kertas mengandung banyak air yang dapat mengganggu proses hidrasi semen.

5.3 Kuat Tekan Dinding Panel

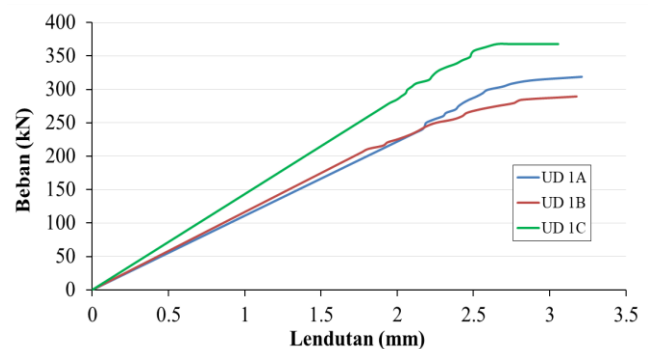
Pengujian kuat tekan dinding dilakukan pada umur 28 hari. Sampel berukuran (0,5x0,5x0,05) m³, kemudian dibuat masing-masing 3 sampel dengan variasi perletakan *wire mesh* yaitu Tipe I (tunggal)

dan Tipe II (rangkap). Hasil pengujian kuat tekan ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

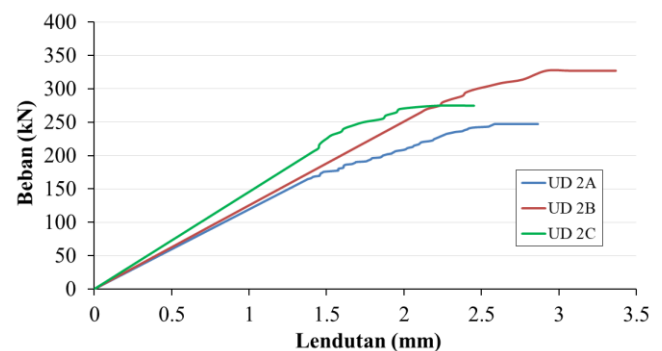
Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Dinding

Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)
UD 1A	12.44
UD 1B	10.90
UD 1C	13.61
UD 2A	10.80
UD 2B	12.47
UD 2C	10.20

Dari hasil pengujian menunjukkan rata-rata kuat desak dinding Tipe I (UD-1) sebesar 12,317 MPa lebih tinggi 10,397% dari pada dinding Tipe II (UD-2) sebesar 11,157 MPa. Grafik beban-lendutan Dinding Tipe I dan Tipe II dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 berikut.



Gambar 6 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Tekan Tipe I (UD-1)



Gambar 7 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Tekan Tipe II (UD-2)

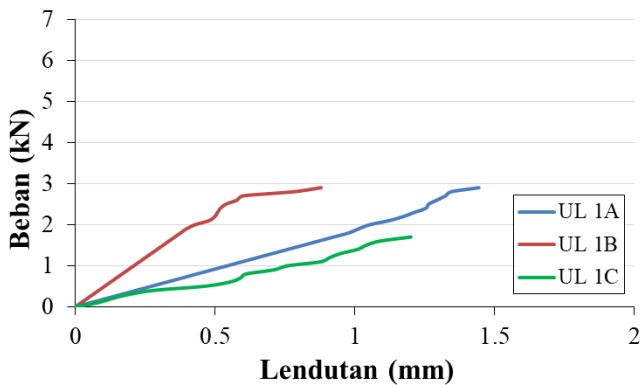
5.4 Kuat Lentur Dinding Panel

Pengujian kuat lentur dinding bertujuan untuk mengetahui kuat lentur maksimum dari panel dinding serta pengaruh

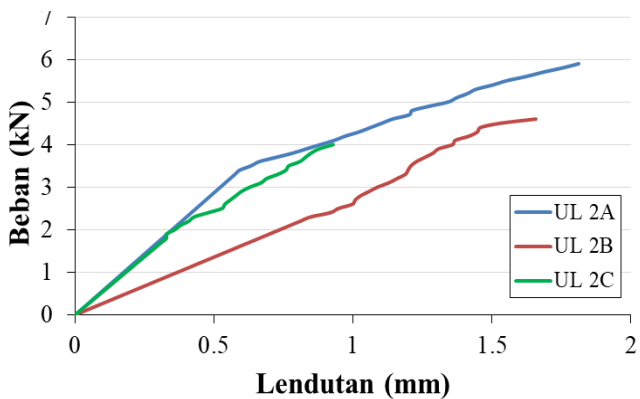
perletakan *wire mesh* terhadap penambahan kekuatannya. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan gambar berikut ini.

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Lentur Dinding

Benda Uji	Beban Maksimum (N)	Kuat Lentur (MPa)	Keterangan
UL 1A	6671	4,553	retak pusat
UL 1B	6897	1,550	retak luar
UL 1C	6970	1,527	retak luar
UL 2A	6310	3,806	retak pusat
UL 2B	6383	3,873	retak pusat
UL 2C	4769	3,040	retak pusat



Gambar 8 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Lentur Tipe I (UL-1)



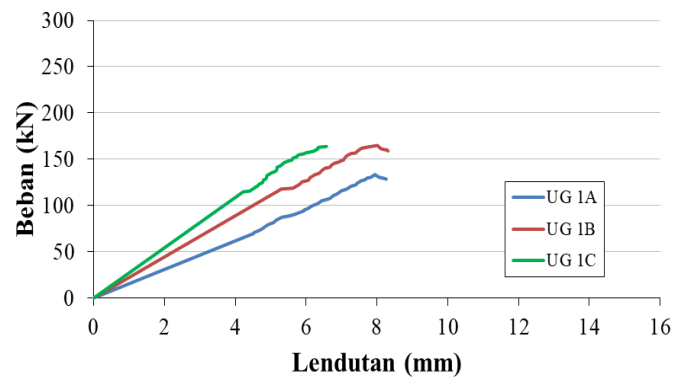
Gambar 9 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Lentur Tipe II (UL-2)

Dari hasil pengujian kuat lentur terlihat bahwa pada sampel dengan perletakan *wire mesh* Tipe I memiliki kuat lentur rerata sebesar 2,543 MPa dan pada dinding panel

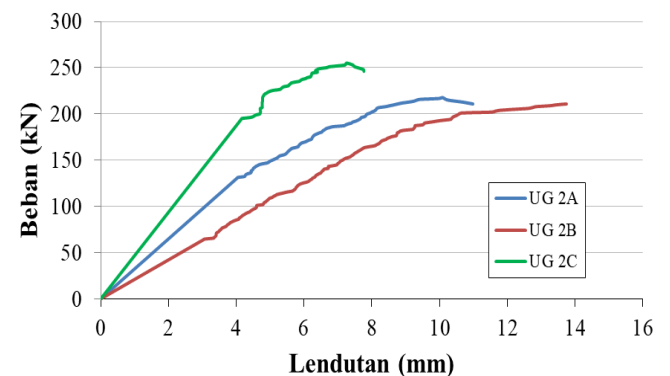
Tipe II menghasilkan kuat lentur rerata sebesar 3,573 MPa. Hal tersebut menunjukkan dengan perletakan *wire mesh* rangkap menghasilkan kuat lentur yang lebih tinggi dari perletakan *wire mesh* tunggal dan memiliki peningkatan kekuatan sebesar 40,5%. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan *wire mesh* rangkap menghasilkan dinding yang lebih daktail.

5.5 Kuat Geser Diagonal Dinding

Dari pengujian kuat geser diagonal didapatkan data berupa beban maksimum dan besar lendutan yang terjadi, kemudian data tersebut dapat dianalisis menggunakan rumus ASTM E519-02. Hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk grafik dan tabel berikut ini.



Gambar 10 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Geser Diagonal Tipe I (UG-1)

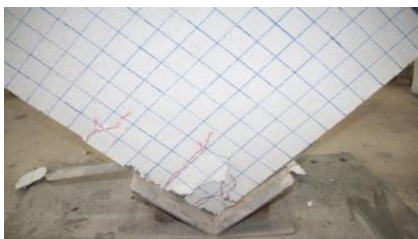


Gambar 11 Grafik Beban-Lendutan Benda Uji Geser Diagonal Tipe II (UG-2)

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Geser Diagonal Dinding

No.	Benda Uji	Dimensi			An (mm ²)	Beban Maksimum		Kuat Geser (MPa)	Kuat Geser Rerata (MPa)
		h (mm)	w (mm)	t (mm)		(kgf)	(N)		
1	UG 1A	1203	1205	50,65	60982,6	13660	134004,6	1,554	1,761
2	UG 1B	1203	1203	51	61353,0	16831	165112,11	1,903	
3	UG 1C	1202	1203,5	51,3	61701,075	16242	159334,02	1,826	
4	UG 2A	1202	1205	51,45	61920,075	22200	217782	2,487	2,587
5	UG 2B	1204,5	1204	51,85	62440,363	21500	210915	2,388	
6	UG 2C	1205	1204,5	51,85	62466,288	26000	255060	2,887	

Berdasarkan hasil pengujian kuat geser diagonal yang telah dilakukan, pada sampel Tipe I didapatkan nilai kuat geser diagonal rata-rata sebesar 1,761 MPa dan pada dinding panel Tipe II sebesar 2,587 MPa. Dari dua tipe perletakan *wire mesh* dapat diketahui bahwa pada perletakan *wire mesh* rangkap menghasilkan kuat geser diagonal lebih tinggi sebesar 46,905% dibandingkan dengan perletakan *wire mesh* tunggal. Setelah dilakukan pengujian, pada seluruh sampel Tipe I dan Tipe II didapatkan pola keretakan dinding panel *papercrete* terlihat hanya pada ujung bagian tekan saja dan tidak ada patahan diagonal yang terjadi. Hal tersebut terjadi karena tidak adanya pengapit pada pelat sepatu serta frame penahan pada sisi – sisi bidang runtuh benda uji sesuai yang di isyaratkan oleh ASTM E519-02, sehingga pada saat terjadi pembebanan benda uji bergeser mengakibatkan eksentrisitas yang nantinya dapat menyebabkan buckling, sehingga gaya tekan tidak tersalur merata pada sampel uji dan terjadi keruntuhan sebelum beban maksimum tercapai. Gambar pola keretakan sampel uji geser diagonal dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 12 Retak pada Bagian Bawah Sampel Uji Geser Diagonal



Gambar 13 Hasil Retakan pada Benda Uji Geser Diagonal

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan terhadap pengujian benda uji di laboratorium, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian sampel *papercrete*, didapatkan hasil kuat tekan rata-rata tertinggi pada komposisi campuran (1PC:3PS:0,25BK:0,2FA) dengan nilai kuat tekan rata-rata 15,619 MPa dan kuat tekan rata-rata minimum ada pada komposisi campuran (1PC:3PS:0,5BK:0,2FA) dengan nilai kuat tekan rata-rata 7,262 MPa.
2. Dari hasil pengujian panel dinding, didapatkan nilai kuat tekan maksimum pada sampel panel dinding Tipe I (*wire mesh* tunggal) sebesar 13,597 MPa. Sedangkan hasil pengujian sampel

- Tipe II (*wire mesh* rangkap) diperoleh kuat tekan maksimum 12,458 MPa.
3. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat lentur rata-rata pada sampel panel dinding Tipe I (*wire mesh* tunggal) sebesar 4,553 MPa dengan rata-rata 2,543 MPa. Sedangkan hasil pengujian sampel dinding panel Tipe II (*wire mesh* rangkap) diperoleh kuat lentur maksimum sebesar 3,874 MPa dengan rata-rata 3,573 MPa.
 4. Dari hasil pengujian, didapat nilai kuat tarik diagonal (kuat geser) maksimum pada sampel dinding Tipe I (*wire mesh* tunggal) sebesar 1,903 MPa. Sedangkan hasil pengujian sampel panel dinding Tipe II diperoleh kuat tarik diagonal (kuat geser) maksimum sebesar 2,887 MPa.

6.2 Saran

Berdasarkan dari kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut sebagai berikut.

1. Untuk pembuatan benda uji dapat diperluas lagi mengenai variasi pembedanya. Seperti variasi tebal panel dinding, spasi anyam dan diameter *wire mesh*, serta posisi perletakan kawatnya.
2. Dapat ditambah variasi pada komposisi campurannya. Seperti mengganti kertas koran dengan kertas HVS atau mengganti *fly ash* dengan sekam padi.
3. Diperlukan metode yang lebih praktis saat pemadatan pada cetakan dinding, sehingga didapatkan hasil yang lebih baik dan seragam.
4. Perlu dilakukan pengembangan mengenai pengujian dinding limbah koran dengan variasi perletakan *wire mesh* yang lebih bervariasi seperti uji pembakaran dan uji kekedapan suara.
5. Perlu dipersiapkan alat pengujian sesuai dengan kriteria yang diisyaratkan oleh standar teknis yang digunakan sehingga hasil pengujian lebih maksimal.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Albazzar, Muhammad. 2013. *Cara Pembuatan Bata Merah*. (Online). (<http://bazzarcivil.blogspot.co.id/2013/10/makalah-bata-merah.html>). Diakses 23 Juli 2017).
- Anonim. 2002. *Standart Test Method For Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages*. ASTM E519-02. United States.
- Arief Gunarto, et al. 2008. *Pemanfaatan Limbah Kertas Koran untuk Pembuatan Panel Papercrete*. DPUPK Kabupaten Boyolali. Boyolali.
- Delcasse, M.M. et al. 2017. "Papercrete Bricks an Alternative Sustainable Building Material". *International Journal of Engineering Research and Application*, Vol.7, ISSN 2248-9622. Dept. of Civil Engineering Maharaja Institute of Technology Mysore. Mandya.
- Lianasari, E.L. dan Paiding, S.D. 2013. "Penggunaan Limbah Bubur Kertas dan Fly Ash pada Batako". *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 24-26 Oktober.
- Maya, et al. 2016. "Studi Eksperimental tentang Kekuatan Dinding Bata dengan Penguatan". *Jurnal Spektra*. Pasca Sarjana Universitas Udayana. Denpasar.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.
- Widjaja, A. 2008. *Limbah Bubur Kertas untuk Papan Beton*. *Media Teknik Sipil*. Surabaya.
- Yogaswara, H. 1998. "Kuat Tekan Beton dengan Fly Ash dan Accelerator". *Laporan penelitian Universitas Gajah Mada*. Yogyakarta.
- Yun, H. et al. 2011. "Mechanical Properties of Papercrete Containing Waste Paper". *18th International Conference on Composite Materials*. Department of Sustainable Architectural Engineering. Hanyang University, Seoul, Korea.