

## **DINDING BANGUNAN TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN LIMBAH KERAJINAN BAMBU DENGAN TEKNOLOGI FRC**

Nafi Azmina Putri<sup>1</sup>, Supriyanta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: supriyanta@uii.ac.id

**ABSTRAK:** *Tingkat resiko kerusakan bangunan akibat gempa bumi di Indonesia sangat tinggi. Pada umumnya, rumah-rumah di Indonesia ber dinding batu bata. Bahan baku bata bersifat permanen dan beresiko besar saat terjadi gempa. Bambu sangat mudah ditemukan di Indonesia. Limbah kerajinan bambu berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai produk dinding alternatif dengan teknologi tepat guna yang mudah diaplikasikan dengan teknologi FRC (fiber reinforced concrete). Teknologi ini berbasis dari semen dan pasir yang diperkuat dengan serat. Dinding ini bersifat kuat dan tahan gempa serta mudah diaplikasikan masyarakat.*

*Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui apakah limbah kerajinan bambu dapat dibuat dinding bangunan tahan gempa berbasis teknologi FRC (fiber reinforced concrete).*

*Tujuan penelitian adalah mengetahui (a) komposisi yang tepat untuk pembuatan dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu dikompositkan dengan semen, pasir, air dan bahan additive (PV/ARE); (b) karakteristik mekanik (lentur dan tekan) dinding bangunan; (c) nilai estetika dari dinding bangunan dan (d) ketahanan dinding bangunan terhadap gempa.*

*Prosesnya adalah (a) pembuatan benda uji sebagai sampel meliputi menyiapkan bahan, membuat spesi dan menkompositkannya (limbah bambu, semen, pasir, air dan bahan additive) (b) proses pengujian (tekan, lentur dan uji gempa); (c) analisis data, menafsirkan, (d) penyimpulan hasil penelitian.*

**Kata kunci:** Dinding, Tahan Gempa, Limbah, Teknologi FRC.

### **PENDAHULUAN**

Tingkat resiko gempa bumi di Indonesia sangat tinggi. Dalam satu tahun terjadi sepuluh kali gempa lebih di seluruh daerah Indonesia. Diperlukan perlindungan untuk mengurangi kematian penduduk dan kerusakan pada bangunan rumah (Zulfikri, 2014).

Gempa bumi pada tahun 2006 di kabupaten Bantul merupakan salah fenomena yang perlu diperhatikan.

Rumah tinggal penduduk di Indonesia umumnya tidak memiliki konstruksi yang kuat. Sehingga, sangat mudah rubuh saat terjadi gempa bumi. Kondisi ekonomi penduduk yang rendah tidak memungkinkan untuk membangun bangunan tahan gempa yang bermaterial cukup mahal (Renra Saputra, 2013).

Kebutuhan rumah penduduk Indonesia mencapai 2.608.000 unit per tahun. Angka pertumbuhan penduduk sebesar 241 jiwa (1,3 %) per tahun. Kebutuhan rumah setiap tahunnya 728.604 unit. Dana untuk membangun rumah sangat besar (Teguh Satria, 2012). Kekurangan rumah di Indonesia mencapai 13,6 juta unit atau 70 persen (Kantor Berita Politik, 2011). Kondisi tersebut semakin membengkak karena daya beli masyarakat yang terbatas.

Pada umumnya, rumah-rumah di Indonesia berbahan dinding batu bata dan semen. Bahan tersebut membuat dinding beresiko saat terjadi gempa. Berbeda dengan dinding bambu yang memiliki massa ringan (Image Bali, 2014). Pemanfaatan bambu diharapkan dapat mendorong ekonomi masyarakat Indonesia dari mulai proses produksi sampai limbah yang dipandang sebagai sampah yang mengotori lingkungan (Charta Putra, 2014).

Kabupaten Sleman merupakan sentra kerajinan pengembangan komoditas bambu di Indonesia. Pada tahun 2013, populasi tanaman bambu di Sleman mencapai 733.545 batang dengan jumlah perajin bambu yang terus meningkat setiap tahunnya. Pada saat ini limbah bambu belum dimanfaatkan, umumnya hanya digunakan sebagai bahan bakar (Gerai Bisnis UKM, 2013). Limbah bambu mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai produk dinding alternatif dengan teknologi tepat guna yang mudah diaplikasikan.

Teknologi FRC (*fiber reinforced concrete*) telah berkembang pesat di berbagai negara. Menurut Kamariah dan Fajriyanto (2012) teknologi FRC ini merupakan teknologi tepat guna yang mudah diaplikasikan (sebagai dinding) oleh masyarakat, mudah dibongkar pasang. Teknologi ini berbasis dari semen dan pasir yang diperkuat dengan serat. Serat berfungsi seperti tulangan untuk memperkuat dari gaya tarik dan lentur.

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, penelitian ini akan difokuskan untuk mengetahui apakah limbah kerajinan bambu dapat dibuat dinding bangunan berbasis teknologi FRC (*fiber reinforced concrete*) untuk memenuhi kebutuhan rumah di Indonesia yang sangat tinggi. Adapun permasalahan khususnya dirumuskan sebagai berikut :

- a. Apakah dinding bangunan dapat dibuat dari limbah kerajinan bambu yang dicampur dengan semen, pasir dan air?
- b. Berapa komposisi yang tepat untuk pembuatan dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu?
- c. Bagaimana karakteristik mekanik (lentur dan tekan) dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu?
- d. Bagaimana nilai estetika dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu?
- e. Bagaimana kekuatan dinding dari limbah kerajinan bambu saat terkena gempa bumi?

Tujuan penelitian adalah mengetahui apakah limbah kerajinan bambu dapat dibuat dinding bangunan yang kuat dan tahan gempa berbasis teknologi FRC. Tujuan penelitian secara rinci adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui karakter dinding bangunan yang terbuat dari limbah kerajinan bambu yang dikompositkan dengan pasir dan semen.
- b. Mengetahui karakteristik mekanik (lentur dan tekan) dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu yang dikompositkan dengan pasir dan semen.
- c. Mengetahui komposisi yang tepat untuk pembuatan dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu.
- d. Mengetahui nilai estetika dari dinding bangunan dari limbah kerajinan bamboo
- e. Mengetahui kekuatan dinding bangunan dari limbah kerajinan bambu saat terjadi gempa bumi melalui uji kegempaan.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menciptakan bahan bangunan alternatif berupa dinding bangunan dari bahan baku limbah bambu yang murah, kuat, tahan gempa dan ramah lingkungan.
- b. Membantu memecahkan masalah limbah bambu yang menjadi problem lingkungan.
- c. Memberikan alternatif pengembangan desain arsitektur khususnya untuk dinding penutup ruang.
- d. Memberikan peluang pekerjaan bagi masyarakat Sleman apabila dinding ini di produksi untuk kebutuhan rumah tahan gempa.

## **STUDI PUSTAKA**

Membangun rumah dengan menggabungkan bambu dan semen adalah salah satu opsi yang menarik. Penggunaan konstruksi permanen dan semi permanen lebih efisien dan memiliki harga terjangkau. Bambu biasanya menjadi elemen pokok seperti dinding dan kolom. Pasca gempa, rumah dengan rangka batu bata atau beton banyak yang runtuh. Sementara bambu tetap berdiri utuh. Bambu adalah metrial bangunan masa depan (Property Today, 2013).

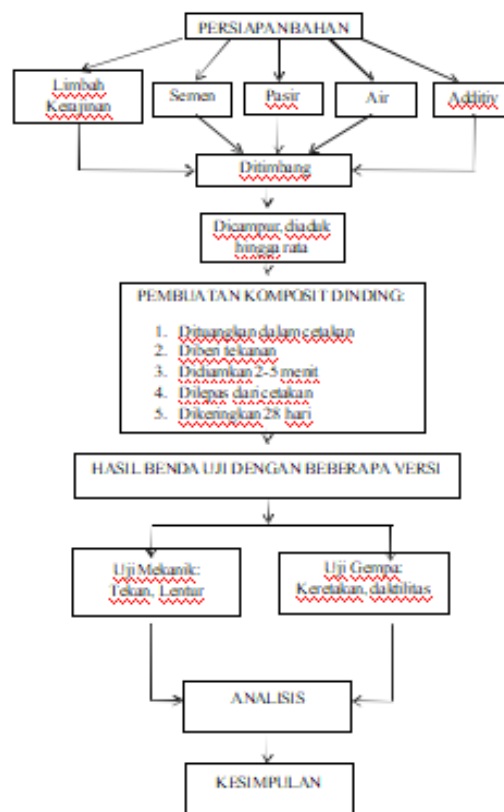
Pembuatan genteng beton oleh Randing, 1995, membuktikan bahwa penambahan serat sebesar 1-2% dari berat semen dapat mengatasi sifat regasnya serta meningkatkan kekuatan lentur sebesar 12-16%. Kekuatan lentur dari hasil penelitian tersebut memenuhi syarat mutu tingkat II SK SNI S04-1989-F spesifikasi bangunan A.

Pada dinding bangunan yang berbasis Fiber Reinforced Concrete (FRC) merupakan bahan bangunan beton yang dicampur serat. Terbukti bahwa Fiber Reinforced Concrete (FRC) lebih ringan, awet dan tidak mudah retak. Bentuknya seperti beton biasa hanya kerikil diganti dengan fiber atau serat. Apabila diberikan tekanan yang besar, beton ini tidak pecah (Kamariah dan Fajriyanto, 2010). Engineered Cementitious Composite (ECC) mengklaim bahwa Fiber Reinforced Concrete (FRC) 500 kali lebih tahan terhadap retak dan 40% lebih ringan dari beton tradisional. Bahan ini dapat mempertahankan regangan sampai dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal (Wikipedia, 2009). Bahan ini memiliki kekuatan lentur tinggi, dapat mempertahankan ketangguhan dalam campuran beton konvensional, memiliki kekuatan dalam jangka waktu panjang dan mudah dalam menangani proses pencampuran beton tersebut (Riddhi, 2012).

Menurut Agus (2002 dalam Kamariah, 2010) serat alam sangat potensial untuk dijadikan bahan bangunan karena renewable dan biodegradable untuk pembangunan. Amir meneliti serat bambu dapat digunakan sebagai dinding partisi berbasis semen. Kuat lentur optimal dicapai dalam prosentase komposisi serat alam dan semen (40:60) (Kamariah dan Fajriyanto, 2010). Proses pembuatan komposit melalui tiga tahap yaitu penyiapan bahan, blending (pencampuran), pencetakan dan pengeringan. Setelah itu komposit siap untuk diuji ((Kamariah dan Fajriyanto, 2010).

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dikerjakan dalam beberapa tempat yang didasarkan atas proses dan prosedur penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 1. Diagram Proses Pembuatan dan Pengujian

1. Proses produksi di laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Arsitektur FTSP UII Yogyakarta
2. Proses pengujian karakteristik mekanik di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Yogyakarta
3. Proses pengujian estetika di laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Arsitektur FTSP UII Yogyakarta

Bahan yang digunakan adalah limbah kerajinan bambu, pasir, semen dan air. Limbah bambu diperoleh dari lokasi pengrajin bambu di Sleman, Yogyakarta. Pasir dan air diperoleh dari sungai Krasak di Yogyakarta. Semen PC sebagai matriks diperoleh dari Toko Besi di Yogyakarta.

Alat yang digunakan adalah : Oven, Molding, Pengempa dan Cetakan Alumunium/logam, Timbangan elektrik, Alat uji mekanik Torsion/Tenso Lab (kuat tekan, tarik dan lentur), Uji gempap SWD 23.

Proses pembuatan sampel

a. Bambu :

- Memilah dan menyeragamkan limbah kerajinan bambu yang sesuai dengan kebutuhan.
- Mencuci limbah bambu.
- Mengeringkan limbah bambu.
- Menimbang limbah bambu dengan ukuran 2%, 4%, 6% dari berat pasir.

a. Membuat spesi :

- Menimbang semen dan pasir dengan perbandingan 1:2; 1:4 ; 1:6
- Mengaduk semen dan pasir dalam keadaan kering
- Mencampur semen, pasir dan serat bambu dengan air secukupnya
- Menambahkan PV/ARE sebagai additive (0,1%)
- Mengaduk hingga rata.

b. Mencetak komposit :

- Semen, pasir, air dan limbah bambu yang telah tercampur di masukkan kedalam cetakan yang telah disediakan.
- Meratakan dan memberikan tekanan untuk menghasilkan komposit yang rapat dan rata.
- Menyimpan hasil cetakan dalam suhu kamar sampai dengan usia 28 hari. Menyiram air secukupnya sehingga komposit tidak cepat kering yang dapat menyebabkan keretakan.

#### Proses Pengujian

##### a. Uji Tekan dan Lentur

- Komposit yang telah berusia 28 hari disiapkan
- Dilakukan pengujian mekanik (lentur dan tekan) melalui alat uji mekanik Torsee/Tenso Lab
- Mencatat hasil pengujian

##### b. Uji gempa

- Komposit yang telah berusia 28 hari disiapkan
- Dilakukan pengujian mekanik melalui alat uji gempa SWD 23. Sampel juga dilihat tingkat daktilitas. Semakin tinggi daktilitas maka semakin tahan terhadap gempa.
- Mencatat hasil pengujian

Analisis data, cara penafsiran, dan penyimpulan hasil penelitian.

Analisis dilakukan dengan metode diskriptif berbasis dari hasil pengujian. Dilakukan perhitungan kekuatan rata-rata tiap-tiap sampel.

Penafsiran data dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan antar sampel. Setelah itu dilakukan uji beda nyata antar beberapa kelompok sampel. Setelah itu dilakukan perbandingan dengan standar dinding bangunan batu bata atau lainnya serta hasil temuan dan teori yang ada.

Penyimpulan dilakukan dengan cara mencatat hasil uji rata-rata kuat lentur, tekan dan ketahanan gempa. Setelah itu dikomparasikan dengan hasil temuan dan teori yang sudah ada.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian pemanfaatan serat bambu sebagai panel dinding bangunan tahan gempa dan ramah lingkungan telah berhasil dilakukan. Hasil-hasil penelitian yang telah dicapai dikelompokkan kedalam tahapan preparasi, tahapan proses dan hasil produksi komposit serta tahapan pengujian.

##### Hasil Tahapan Preparasi

Tahapan preparasi mencakup tahap persiapan bahan baku dan persiapan peralatan pembuatan komposit dinding bangunan. Bahan baku komposit panel dinding meliputi serat bambu, semen, pasir, PVA dan air.

##### Persiapan Bahan

Persiapan bahan baku serat bambu dilakukan dengan cara memilah bambu menjadi serat tipis sehingga menjadi serat-serat mudah diaplikasikan. Serat-serat bambu ini yang berfungsi sebagai tulangan mikro yang berfungsi meningkatkan karakteristik mekanik sampel dinding. Semen yang digunakan merupakan semen jenis portland cement (PC) dengan merek Holcim yang diperoleh dari toko besi di Yogyakarta. Pasir yang digunakan merupakan pasir tambang yang diperoleh dari Sungai Krasak Yogyakarta. Pasir ini merupakan pasir yang berasal dari gunung Merapi yang berada di DIY. Air yang digunakan adalah air bersih yang tidak tercampur dengan kotoran dan memenuhi persyaratan untuk pembuatan komposit. Air diperoleh dari Laboratorium Bahan Bangunan UII. Compatibilizer berupa PVA diperoleh dari Laboratorium Bahan UII (Lihat Gambar 3) :



**Gambar 3** Bahan penelitian : Serat bambu, pasir, semen, PVA

Peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan produk sampel dipersiapkan, yang terdiri dari :

- Timbangan electric untuk menentukan komposisi bahan
- Pisau untuk memilah bambu
- Nampan untuk mewadahi bahan-bahan yang akan dicampurkan
- Gelas kaca untuk mengukur air
- Alat *blending* untuk mencampur bahan-bahan sampel (cetok)
- Ember untuk mencampur bahan bahan sampel
- *Casting* yang berfungsi untuk pencetak sampel hasil proses *blending*.
- Balok kayu untuk mengempa hasil cetakan

*Casting* berupa alat pengempa yang dibuat mempunyai ukuran pada. Alat ini merupakan rekayasa yang dilakukan peneliti sehingga menghasilkan sampel yang berkualitas. Lihat Gambar 4 dan 5.



**Gambar 4** Peralatan yang digunakan untuk penelitian



**Gambar 5** Alat Uji Torsee

Peralatan *casting*/cetakan sampel dipersiapkan. Adonan sampel dituangkan dalam casting secara bertahap. Serat bambu dengan berat 10 gram disusun secara berlapis sebanyak tiga lapisan dengan diselingi adonan sampel. Setelah itu dilakukan perataan dan penekanan dengan balok kayu secara manual sampai benar-benar rapat.

Hasil proses *casting* ini merupakan produk sampel, terlihat cukup solid, menyatu dan mempunyai ikatan yang cukup kuat. Hasil produksi sampel ini merupakan benda uji yang siap untuk dilakukan pengujian sifat mekanik dan ketahanan gempa (Lihat Gambar 6 dan 7) :



**Gambar 6** Proses Pembuatan Sampel



**Gambar 7** Benda Uji Komposit siap untuk dilakukan pengujian

Proses pengujian produk sampel dinding bangunan yang dihasilkan dilakukan secara komprehensif yang terbagi menjadi dua kategori pengujian.

Komposisi semen dan pasir dibuat variasi sedangkan variabel lain tetap, yaitu :

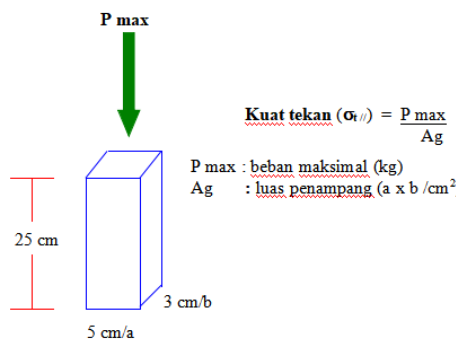
Komposisi I : 350 gram semen : 650 gram pasir

Komposisi II : 200 gram semen : 800 gram pasir

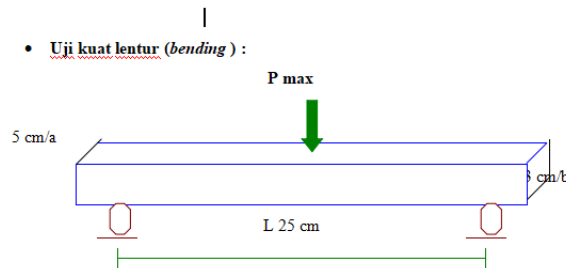
Komposisi III : 145 gram semen : 850 gram pasir

Uji dan analisis karakteristik mekanik (kuat desak dan kuat lentur) mengacu pada SNI 03-1727-1989 mengenai Tata Cara Oerencanaan Pembebanan untuk Bangunan Rumah dan Gedung

- Uji kuat desak (*pressure*) :



- Uji kuat lentur (*bending*) :



**Kuat lentur ( $\sigma_b$ ) =  $\frac{3 P_{max} L}{2 b a^2}$**

$P_{max}$  : beban maksimal ( $P_{max}$  / kg)

$L$  : panjang bentang (cm)

$a$  : luas papan sample (cm)

$b$  : tinggi papan sample (cm)



Komposisi I, hasil pengujian beban maskimal (Pmaks) dan perhitungan kuat lentur ( $\sigma_{lt}$ ) dan kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) seperti tersebut pada Tabel 4 dan 5. Berdasarkan Tabel 4 dan 5 dapat dilihat bahwa beban maksimal (Pmaks) komposit rata-rata adalah 267.67 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat lentur ( $\sigma_{lt}$ ) komposit rata-rata sebesar 48.18 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) komposit rata-rata sebesar 48.18 kg/cm<sup>2</sup>.

Komposisi II, hasil pengujian beban maskimal (Pmaks) dan perhitungan kuat lentur ( $\sigma_{lt}$ ) dan kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) seperti tersebut pada Tabel 4 dan 5. Berdasarkan Tabel 4 dan 5 dapat dilihat bahwa beban maksimal (Pmaks) komposit rata-rata adalah 127,45 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat lentur ( $\sigma_{lt}$ ) komposit rata-rata sebesar 22,94 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) komposit rata-rata sebesar 22.94 kg/cm<sup>2</sup>.

Komposisi III, beban maksimal (Pmaks) komposit rata-rata adalah 125,79 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat lentur ( $\sigma_{lt}$ ) komposit rata-rata sebesar 22.64 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) komposit rata-rata sebesar 22.64 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabel 1** Hasil pengujian kuat lentur komposit berdasarkan komposisinya

Komp Ke	Komposisi Semen : Lumpur	Uji ke	h	b	L	Kuat Lentur ( $\sigma_{lt}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata Kuat Lentur ( $\sigma_{lt}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1 : 2	1	3.0	5.0	15.0	2680	3140
		2	3.0	5.0	15.0	3600	
2	1 : 4	1	3.0	5.0	15.0	806	820
		2	3.0	5.0	15.0	834	
3	1 : 6	1	3.0	5.0	15.0	260	264
		2	3.0	5.0	15.0	268	

**Tabel 2** Hasil pengujian kuat tekan komposit berdasarkan komposisinya

Komp Ke	Komposisi Semen : Lumpur	Uji ke	h	b	L	Kuat kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) (kg)	Rata-rata kuat tekan ( $\sigma_{tk}$ ) (kg)
1	1 : 2	1	5.0	5.0	15.0	25.900	25.950
		2	5.0	5.0	15.0	26.000	
2	1 : 4	1	5.0	5.0	15.0	9.000	14200
		2	5.0	5.0	15.0	10.400	
3	1 : 6	1	5.0	5.0	15.0	3.000	4500
		2	5.0	5.0	15.0	6.000	

#### Karakteristik Ketahanan Gempa Produk Sampel Yang Dihasilkan

##### Berat Jenis Panel Dinding Bangunan

Berat jenis panel dinding bangunan yang dihasilkan diukur menggunakan perbandingan massa panel dinding bangunan dibagi dengan volume total panel dinding bangunan. Pengukuran berat jenis panel dinding bangunan diperlukan untuk mengetahui bobot panel dinding bangunan yang dipengaruhi komposisi kandungan lumpur. Penghitungan berat jenis ini diperlukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kandungan serat bambu dalam sampel terhadap berat jenis panel dinding. Selanjutnya dibandingkan dengan kekuatan mekaniknya, khususnya kuat lentur komposit dinding

bangunan. Komposit dinding bangunan yang berat jenisnya rendah tetapi mempunyai kuat lentur yang tinggi, menunjukkan komposit dinding bangunan tersebut lebih tahan gempa.

**Tabel 3.** Berat jenis panel dinding yang dipengaruhi kandungan lumpur

Komposisi Semen : Pasir	Kandungan Serat Bambu (gram)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )
1 : 2	10	
1 : 4	10	
1 : 6	10	

#### Uji Tahan Gempa Panel Dinding Bangunan

Pengujian dilakukan dengan mempersiapkan alat uji tahan gempa dan sampel tahan gempa. Kemudian sampel di pasang pada alat tahan uji gempa menggunakan profil besi L agar terpasang berdiri. Setelah terpasang kuat, ketiga sampel di uji selama 5 menit dengan kekuatan skala gempa rendah dan tinggi. Hasil sampel dinding setelah di uji gempa tidak retak, masih terlihat utuh dan kuat. Sehingga sampel dinding ini terbukti bahwa tahan gempa.

#### KESIMPULAN

Penelitian pemanfaatan serat bambu sebagai panel dinding bangunan tahan gempa telah berhasil dilakukan. Hasil-hasil penelitian tahun pertama disimpulkan sebagai berikut:

- a. Serat bambu dapat dibuat panel dinding bangunan dengan proses dikompositkan dengan semen (PC), pasir, air dan compatibilizer (PVA/RE) berbasis teknologi fiber reinforced concrete (FRC).
- b. Hasil uji dan analisis karakteristik komposit dinding bangunan adalah sebagai berikut:
  - Uji dan analisis karakteristik mekanik menunjukkan bahwa kuat mekanik (lentur dan tekan) sampel dipengaruhi oleh pembebanan saat casting, komposisi bahan, berat serat bambu dan volume air. Semakin tinggi berat sabut kelapa, kekuatan mekanik menurun dan berat sabut kelapa optimal adalah 2 % dari berat komposit. Volume air optimal adalah 28,5 % dari berat komposit. Komposisi bahan mempengaruhi kuat lentur dan tekan komposit. Penambahan pasir dapat meningkatkan kuat lentur komposit sebesar 15,6%, namun menurunkan kuat tekannya. Kuat lentur komposit dengan komposisi 1 semen : 3 lumpur sebesar 22.64 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat tekan 50.30. Komposisi 1 semen : 1: pasir 3 lumpur sebesar 18,86 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat tekan 40.96 kg/cm<sup>2</sup>.
  - Uji dan analisis karakteristik ketahanan terhadap gempa menunjukkan bahwa kandungan lumpur menentukan tingkat daktilitas komposit. Semakin tinggi kandungan lumpur dalam komposit, semakin tinggi tingkat daktilitas sehingga

lebih tahan gempa. Berdasarkan hasil pengujian berat jenisnya diketahui bahwa semakin tinggi kandungan lumpur maka semakin rendah berat jenis komposit. Komposit dinding bangunan yang berat jenisnya rendah tetapi mempunyai kuat lentur yang tinggi, menunjukkan komposit dinding bangunan tersebut lebih tahan gempa.

Berdasarkan hasil uji mekanik, ketahanan gempa maka dapat disimpulkan bahwa sampel berbahan baku serat bambu, semen, pasir, air dengan penambahan PVA layak untuk dimanfaatkan sebagai panel dinding bangunan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 2011.Indonesia Kekurangan 13,6 Juta Unit Rumah. Available at <http://www.rmol.co/>. Diakses 1 September 2015
- Anonim.2013.Penggunaan Bambu sebagaiBahan Bangunan. Availableat <http://propertytoday.co.id/penggunaan-bambu-sebagai-bahan-bangunan.html>. Diakses 3 September 2015
- Idham, Noor Cholis.2010.Mengapa Rumah Jawa Banyak Runtuh pada Tahun 2006.Available at <http://nooridham.blogspot.com/2010/11/mengapa-rumah-jawa-banyak-runtuh-pada.html>. Diakses 3 Agustus 2015
- Kamariah dan Fajriyanto.2012.Komposit Hybrid Lumpur Lapindo dan Serat Kenaf untuk Produksi Plafond Bangunan yang Kuat, Estetis, Murah dan Ramah Lingkungan.Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
- Saputra, Rendra.2013. Melirik konsep rumah tahan gempa.Available at <http://daerah.sindonews.com/>. Diakses 6 September 2015
- Satria, Teguh.2012.Wuih! Kebutuhan Rumah Capai 2,6 Juta Unit per Tahun.Available at <http://finance.detik.com/>. Diakses 4 September 2015
- Wikipedia.2009.Minggir,Sleman.Available at [http://id.wikipedia.org/wiki/Minggir,\\_Sleman](http://id.wikipedia.org/wiki/Minggir,_Sleman). Diakses 17 September 2015
- Zulfikri.2014.Konstruksi GedungTahan Gempa.Available at <https://sites.google.com/site/rkymulie/>. Diakses 13 Agustus 2015