

# ANALISIS KERAGAAN PANEL SANDWICH UNTUK RUMAH PRA-PABRIKASI

## (PERFORMANCE ANALYSIS OF BAMBOO SANDWICH PANEL FOR PRE-FABRICATION HOUSE)

Naresworo Nugroho<sup>1)</sup>, Effendi Tri Bahtiar<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

In the last five years, several earthquakes struck several places in Indonesia and thousands of people died caused of their masonry house. Therefore, the idea of bamboo utilization in the form of structural sandwich panel components for anti-seismic pre-fabrication house is one of appropriate way out. This research describes the performance and behavior of engineered structure wooden-bamboo sandwich panel in full sized test. The wall frame being use were meranti wood, this frame attached by plywood as face and back, then 5 cm bamboo cutting as core; the fastener used in this study were isocyanate resin and nails. This study carried out by experimental data of full scale structural tests on shear wall (ISO 22452). These result showed that the seismic reliability of the wall frame system made of bamboo sandwich panel was appropriate and will be useful for pre-fabrication houses as anti-seismic and environment friendly residential building.

**Keywords :** Bamboo sandwich panel, shear wall test, pre-fabrication house.

### ABSTRAK

Dalam lima tahun terakhir, beberapa peristiwa gempa bumi melanda berbagai tempat di Indonesia, sehingga menyebabkan jatuhnya korban meninggal maupun akibat rusaknya rumah tinggal mereka yang terbuat dari batu bata. Oleh sebab itu, pemanfaatan bambu dalam bentuk komponen *sandwich* panel struktural, menjadi salah satu solusi alternatif dalam pembuatan rumah pra-pabrikasi yang tahan gempa. Penelitian ini menjelaskan keragaan dan karakteristik dari produk rekayasa panel sandwich struktural yang terbuat dari bambu dalam ukuran skala pemakaian (*full sized*). Rangka dinding panel dibuat dari kayu Meranti, bagian penutup muka dan belakangnya dari kayu lapis, sedangkan bagian tengah disusun dari potongan bambu dengan ketebalan 5 cm; alat sambung menggunakan paku dan perekat isocyanat. Pengujian skala pemakaian dari contoh uji dinding geser pada produk *bamboo sandwich panel* dilakukan berdasarkan ISO 22452. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh contoh uji *bamboo sandwich panel* memiliki kemampuan dan keterandalan terhadap pengaruh gempa bumi, sehingga produk ini dapat digunakan sebagai komponen rumah pra-pabrikasi yang tahan gempa dan bersahabat dengan lingkungan.

**Kata kunci :** Bambu , pengujian dinding geser, rumah pra-pabrikasi, panel sandwich.

### PENDAHULUAN

Kebutuhan pembangunan rumah sederhana di Indonesia sangat tinggi 800 ribu unit/tahun mengingat besarnya penambahan jumlah penduduk dan akibat adanya bencana alam seperti tsunami, banjir, longsor, gunung berapi dan berbagai bencana alam lainnya (Puslitbangkim, 2006). Dilihat dari posisi geografis Indonesia, Indonesia juga rentan akan gempa bumi; kejadian gempa bumi yang terjadi 26 Mei 2006 di Daerah Istimewa Yogyakarta ternyata menimbulkan kerugian hingga Rp 29,2 triliun dan

400 ribu unit rumah hancur total (Yunita 2006). Untuk mengurangi besarnya kerugian yang diderita, tempat tinggal manusia haruslah dirancang agar tahan terhadap guncangan gempa.

Dalam keadaan normal diperlukan jumlah rumah yang besar apalagi ditambah berbagai kondisi bencana alam dan keadaan perekonomian kita yang belum kunjung membaik. Belum lagi sekian rumah yang ada sekarang sudah tua dan harus diganti dengan yang baru. Padahal kebutuhan rumah sangat mendesak karena merupakan salah satu kebutuhan pokok, sehingga diperlukan usaha percepatan pembangunan rumah yang layak, mudah dikerjakan, bahannya tersedia dan harganya terjangkau oleh mayoritas masyarakat kita.

<sup>1)</sup>Dep. Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

Rumah sebagai tempat tinggal harus memenuhi persyaratan antara lain : tahan cuaca, tahan organisme perusak, tahan gempa, mudah dibongkar pasang kembali, aman dan nyaman dihuni, estetis dan arsitektural, sehat, dan ramah lingkungan. Rumah pra-pabrikasi adalah rumah yang konstruksi pembangunannya cepat karena menggunakan modul hasil pabrikasi industri (pabrik). Komponen-komponennya dibuat dan sebagian dipasang oleh pabrik (*off site*). Setelah semuanya siap, kemudian diangkut ke lokasi, disusun kembali dengan cepat, sehingga tinggal melengkapi utilitas (*utility*) serta pengerjaan akhir (*finishing*). Salah satu komponen utama pada rumah tersebut berbentuk panel dinding yang terbuat dari kayu.

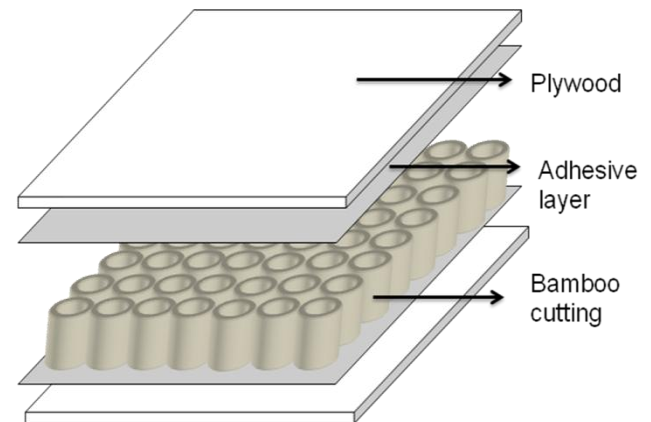
Penelitian dengan tema pengembangan produk panel sandwich dari bambu untuk komponen rumah pra-pabrikasi sudah dilaksanakan dua tahun terakhir. Nugroho *et al.*, (2009) telah mengembangkan teknologi untuk mengkorvesi bentuk bahan baku bambu dari bulat menjadi datar dalam bentuk lembaran panel bambu (*bamboo panel sandwich*) yang mempunyai karakteristik yang dapat diunggulkan. Panel sandwich ini dapat digunakan atau diaplikasikan untuk dinding bangunan, meja, pintu, plafon serta lantai kayu. Dengan mengubah penampilan bambu menjadi panel, diharapkan nilainya akan meningkat dan pemanfaatan bahan ini semakin berkembang sebagai bahan alternatif dalam rangka mengantisipasi kelangkaan kayu. Hasil pengujian skala laboratorium menunjukkan bahwa panel sandwich dari bambu memiliki prospek untuk dijadikan komponen dalam rumah pra-pabrikasi. Namun demikian hasil penelitian skala laboratorium tersebut perlu diuji keandalannya dalam skala pemakaian (*full-sized*) sehingga karakteristik untuk penggunaan panel dinding dapat diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaan dari panel bambu sandwich ukuran pemakaian (*full-sized*) dengan berbagai variasi perlakuan pemberian batang pengaku (*bracing*) agar dapat memenuhi standard kekuatan dan keamanan. Diharapkan dengan memanfaatkan sumberdaya bambu sebagai bahan bangunan yang memiliki potensi tinggi secara optimal dapat mengurangi tekanan terhadap penggunaan kayu dari hutan alam.

## BAHAN DAN METODE

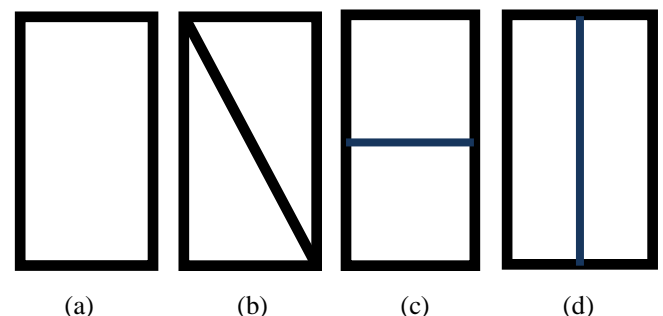
Bambu tali (*Gigantochloa apus*) yang berumur sekitar 3 tahun dan berdiameter sekitar 5-7 cm dikeringkan secara alami. Setelah mencapai kadar air kering udara, bambu dipotong dengan panjang 5 cm. Pemotongan bambu dilakukan secara teliti agar

didapatkan tinggi bambu yang seragam. Sebagai pelapis digunakan kayu lapis komersial dengan ketebalan 8 mm. Potongan bambu dan kayu lapis kemudian direkatkan menggunakan perekat isocyanate dengan berat labur  $175 \text{ g/m}^2$  (Gambar 1). Potongan bambu digunakan sebagai inti (*core*) dan kayu lapis sebagai lapisan atas dan bawah (*face dan back*).



Gambar 1. Peletakan potongan bambu pada struktur panel sandwich.

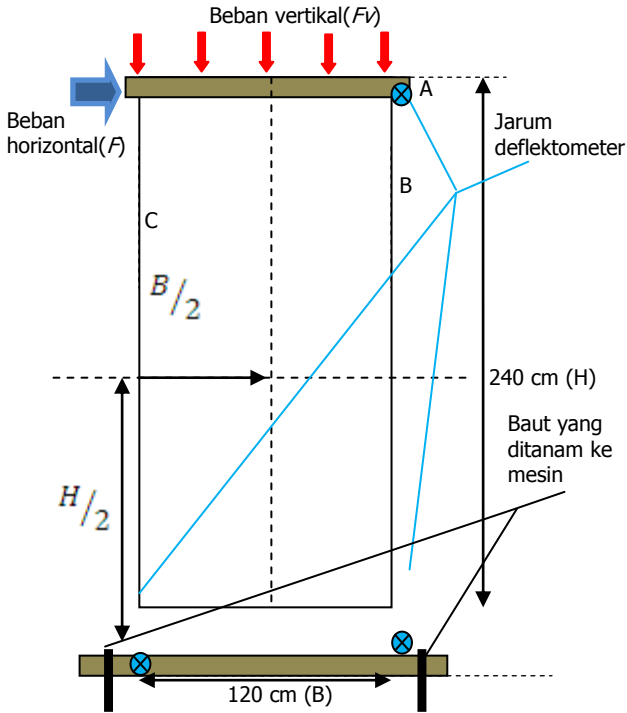
Pada bagian tepi panel sandwich digunakan *frame* (rangka tepi) dari kayu gergajian jenis meranti (*Shorea spp*). Ukuran panel dinding yang akan dibuat adalah  $240 \text{ cm} \times 120 \text{ cm} \times 7.4 \text{ cm}$ ; dan diproduksi dengan 4 (empat) jenis rangka seperti disajikan pada Gambar 2. Pembuatan rangka dinding dilakukan dengan alat sambung paku ukuran 15 cm, sedangkan untuk menyatukan rangka dengan kayu lapis digunakan alat sambung paku ukuran 4 cm.



Gambar 2. (a) Model rangka pada kontrol (tanpa *bracing*), (b) penguatan dengan diagonal *bracing* (c) *horizontal bracing*, dan (d) *vertical bracing*

Untuk mengetahui besarnya kemampuan bambu panel sandwich (*racking strength dan racking stiffness*) dilakukan pengujian berdasarkan Standar Internasional ISO 22452 tentang "*Timber structures – Structural panel wall – test methods*". Contoh uji kemudian diberikan

beban dari dua arah yaitu secara vertikal (beban vertikal) dan secara horizontal (beban horizontal) seperti disajikan pada Gambar 3. Pembebanan dihentikan jika telah melewati batas kekuatan struktur atau telah melewati batas layan struktur.



Gambar 3. Skema pengujian dinding geser pada produk Bambu Sandwich Panel

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dinding geser pada produk Bambu Sandwich panel memperlihatkan bahwa pemberian batang pengaku (*bracing*) dapat meningkatkan *racking stiffness* yang sangat nyata, dimana penggunaan *diagonal bracing* dapat meningkatkan kekakuan panel hingga 5 kali (Tabel 1). Demikian pula pemberian bracing dapat meningkatkan *racking strength* hingga 1.5 – 2 kali. *Bracing* berperan sebagai batang pengaku untuk menjaga kestabilan komponen struktur dalam menerima beban horizontal. Tabel tersebut juga memperlihatkan bahwa *diagonal bracing* mengalami deformasi terkecil dibandingkan *horizontal* dan *vertical bracing*.

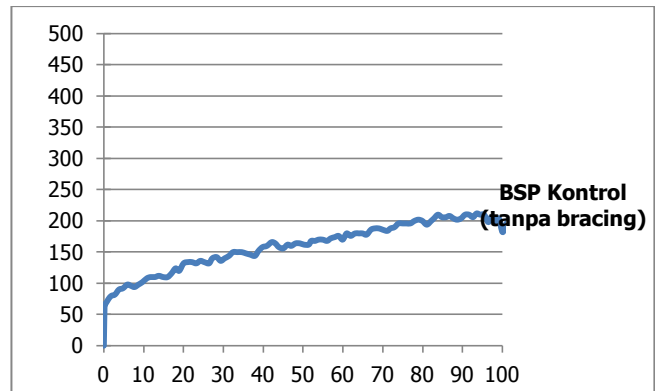
Pada grafik beban deformasi untuk bambu sandwich panel (BSP) kontrol terlihat bahwa beban maksimum yang dapat ditahan oleh contoh uji adalah sebesar 216 kg (Gambar 4a), sedang besar deformasi

horizontal maksimum adalah 107.58 mm. Hal ini menunjukkan bahwa BSP kontrol memiliki daktilitas yang tinggi sehingga lebih fleksibel, tetapi kemampuan untuk menahan gaya lateralnya yang agak rendah (216 kg). Rendahnya nilai tersebut karena BSP kontrol tidak menggunakan batang pengaku, sehingga kekuatannya hanya tergantung pada sambungan diujung frame (rangka kayu). Namun demikian berdasarkan peraturan SNI 1726-2002, panel dinding ini sudah cukup kuat menahan pengaruh gempa pada zona gempa kecil.

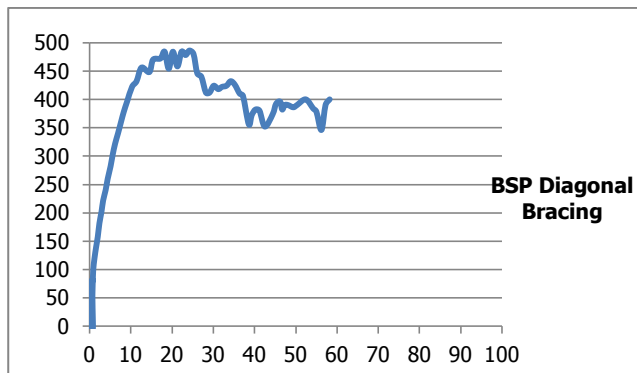
Tabel 1. Hasil Pengujian Dinding Geser Produk Bambu Sandwich Panel.

Contoh Uji Bambu Sandwich Panel	<i>Racking Stiffness</i> (kg/mm)	<i>Racking Strength</i> (kg)	Deformasi maks (mm)
Kontrol (tanpa <i>Bracing</i> )	41	216	107.58
<i>Diagonal Bracing</i>	225	486	58.34
<i>Horizontal Bracing</i>	140	356	80.28
<i>Vertical Bracing</i>	206	450	95.79

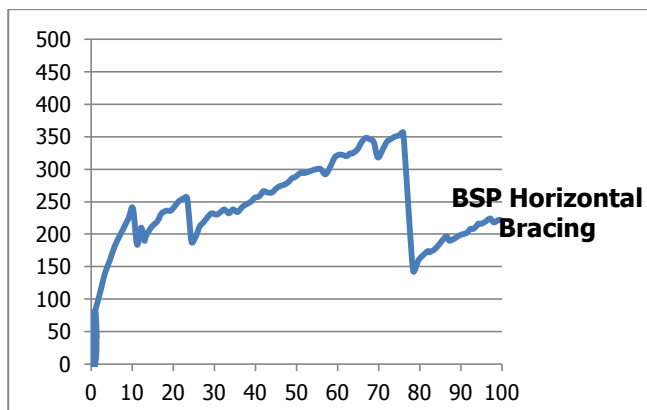
Gambar 4b memperlihatkan pengaruh penggunaan diagonal bracing dapat menahan beban lateral hingga 486 kg dengan deformasi sebesar 58.34 mm. Sesuai SNI 1726-2002, maka dengan kemampuan tersebut panel ini dapat diaplikasikan pada zona gempa sedang hingga besar. Kerusakan yang terjadi ada pada bagian sambungan ujung panel, dimana paku mengalami tekukan dan sedikit tercerabut dari rangka kayu sewaktu menahan beban lateral yang besar. Peranan bambu dibagian inti balok cukup besar karena dapat meningkatkan keterandalan panel, dimana perekat masih berfungsi dengan baik menghubungkan permukaan bambu dan kayu lapis.



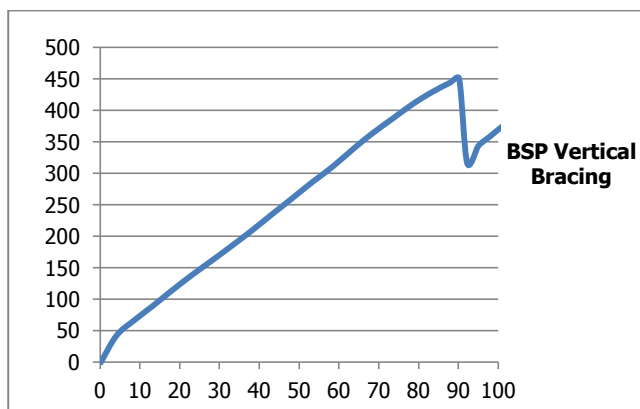
Gambar 4a. Grafik respon Beban-Deformasi pada Bambu Sandwich Panel Kontrol (tanpa *Bracing*)



Gambar 4b. Grafik respon Beban-Deformasi pada Bambo Sandwich Panel dengan Diagonal Bracing



Gambar 5. Grafik respon Beban-Deformasi pada Bambo Sandwich Panel dengan Horizontal Bracing



Gambar 6. Grafik respon Beban-Deformasi pada Bambo Sandwich Panel dengan Vertical Bracing

Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa penggunaan batang pengaku dalam posisi vertical dan horizontal juga dapat meningkatkan *racking stiffness* dan *racking strength* dari BSP. Dalam menahan gaya lateral, BSP dengan vertical bracing memiliki keragaan yang lebih baik (450 kg) dari horizontal bracing (356 kg). Batang pengaku dalam posisi vertical dan horizontal dapat berfungsi untuk meningkatkan keterandalan BSP, namun tidak sebaik *diagonal bracing*, sehingga sebagaimana beban ditahan oleh struktur sandwich. Kerusakan akibat delaminasi antara potongan bambu dan kayu lapis terjadi pada bagian ujung panel. Walaupun tidak sebesar diagonal bracing, berdasarkan kriteria SNI 1726-2002, BSP dengan vertical dan horizontal bracing dapat diaplikasikan pada zona gempa sedang

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dinding geser pada produk Bambo Sandwich Panel, maka penggunaan *diagonal bracing* memberikan hasil terbaik karena memiliki *racking stiffness* dan *racking strength* terbesar serta deformasi terkecil. Bambo Sandwich panel dapat menahan gaya lateral yang besar sehingga dapat diaplikasikan untuk bangunan pra-pabrikasi pada zona gempa kecil, sedang dan besar.

### DAFTAR PUSTAKA

Dransfield, S., dan E. A. Widjaja (Editor). 1995. Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) No.7 : Bamboos. Backhuys Publisher. Leyden.

Haris, CM. 1975. *Dictionary of Architecture and Contruction*. USA: Mc Graw Hill Book Co.

[ISO] International Organization for Standardization. 2009. Timber Structures – Structural Insulated Panel Wall – Test Methods. ISO 22452. International Organization for Standardization. Geneva.

Karlinasari, L., Nugroho N. 2006. Pembangunan Rumah Contoh Tahan Gempa untuk Daerah Bencana dengan system Pre-pabrikasi. Laporan Akhir KPM. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.

Nugroho, N., Jajang S, Febriani, Hady I. 2010. Pengembangan Produk Panel Sandwich Dari Bambu. <http://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/23/21>. [04 April 2010].

[SNI] Standar Nasional Indonesia. 2003. 03-1726: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (Beta Version). <http://websitesni.bsn.go.id/index.php>. [21 April 2010].

Yap, K.H. Felix. 1964. Kontruksi Kayu. Bandung: CV. Trimitra Mandiri.

Yunita ,NW. 2006. Kerugian Akibat Gempa Yogya dan Jawa Tengah Capai Rp 29,2 T. <http://www.detikNews.com>. [18 Oktober 2010].