

STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS MATERIAL BAMBU DAN BATU BATA SEBAGAI KONSTRUKSI DINDING

¹Lilis Trianingsih, ²Retna Hidayah

¹Mahasiswa Pasca Sarjana Universitas Negeri Yogyakarta

²Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, FT-UNY

ABSTRACT

This paper aims to examine the effectiveness of bamboo and bricks, by conducting a comparative literature study of the two materials. The method used in the writing of this paper is to conduct a literature review related to bamboo and bricks as wall construction. There are 7 indicators were used as a comparative aspect to measure the level of effectiveness, include of: sustainability, nature of physical and mechanical properties, safety against earthquakes, thermal comfort, cost of construction, and durability. The result indicates the effectiveness comparison of bamboo and bricks.

Keywords: *sustainable building materials, wall construction, bamboo, bricks*

PENDAHULUAN

Berdasarkan data runtun statistik konstruksi di Indonesia pada tahun 1990 sampai dengan 2010 nilai konstruksi cenderung mengalami peningkatan, yang berarti bahwa pemakaian sumber daya alam akan semakin tinggi dan jumlah limbah konstruksi yang dibuang ke lingkungan semakin besar. Jika pembangunan tidak dikelola dengan baik maka akan berakibat terjadinya bencana lingkungan di masa mendatang, sehingga perlu adanya konsep pembangunan yang berkelanjutan.

Dalam dokumen Konstruksi Indonesia 2030, dinyatakan bahwa konstruksi Indonesia harus berorientasi untuk tidak menyumbangkan terhadap kerusakan lingkungan namun justru menjadi pelopor perbaikan dan peningkatan kualitas lingkungan melalui penerapan *sustainable construction* untuk penghematan bahan dan pengurangan limbah serta kemudahan pemeliharaan bangunan pasca konstruksi (LPJKN, 2007 dalam Wulfram I. E., et al., 2012: 20).

Bambu merupakan sumber daya terbarukan yang menjanjikan, karena tingkat pertumbuhan yang tinggi dan pengolahannya mudah. Pertumbuhan bambu hanya memerlukan waktu 3-5 tahun untuk dapat digunakan sebagai material konstruksi dibandingkan kayu yang harus menunggu 10-30 tahun untuk dapat dijadikan material konstruksi (Mustakim, et al., (2009: 4). Bambu memiliki sifat mekanik yang baik, memiliki biaya rendah dan banyak tersedia di negara-negara berkembang. Pertumbuhan yang cepat dan jaringan akar yang luas membuat bambu sebagai fixator karbon yang baik, mencegah terjadinya erosi dan konservasi air (Pablo van der lugt, et al., 2009: 11).

Dalam bidang konstruksi, dikarenakan bambu memiliki karakter yang lentur namun kuat serta mudah dibudidayakan, bambu dipandang sebagai material alternatif yang tepat untuk pengganti kayu yang persediaannya sudah semakin menipis dan teknologi bambu plester sebagai konstruksi dinding merupakan salah satu respons terhadap potensi ini. bambu plester adalah konstruksi dinding yang memakai bambu yang dikombinasikan dengan bahan *cement based*, yang diharapkan agar memiliki daya tahan yang lebih lama dari serangan jamur, serangga dan bubuk.

Dalam kenyataannya, batu bata adalah bahan bangunan yang digunakan untuk membuat dinding atau tembok. Sebagai bahan dasarnya adalah tanah liat atau tanah lempung yang kemudian dicetak dan dibakar pada suhu tertentu sehingga berubah sifat menjadi keras seperti batu serta tidak akan lunak kembali bila terkena air. Salah satu kelebihanannya adalah

kuat dan awet. Namun salah satu masalah yang dihadapi saat ini adalah penyediaan batu bata sebagai bahan pembuatan dinding/panel yang banyak diambil dari tanah persawahan produktif. Pengambilan tanah liat ini sangat mengganggu tingkat kesuburan sawah tersebut, di samping itu juga membuat permasalahan lingkungan yang cukup serius serta pada saat proses pembakaran menghasilkan emisi gas CO₂ yang menyebabkan suhu bumi meningkat dan polusi udara. Masalahnya manakah dari kedua material di antara keduanya yang paling efektif digunakan sebagai material konstruksi dinding? Untuk dapat menjawab permasalahan tersebut maka penulis melakukan review jurnal yang telah meneliti tentang material tersebut, dengan tujuan untuk menyajikan perbandingan efektivitas material bambu dan batu bata pada konstruksi dinding yang nantinya diharapkan mampu memberikan pilihan alternatif yang dijadikan pertimbangan dalam pemilihan material untuk konstruksi dinding yang aman, nyaman, ekonomis, sehat dan awet.

METODE

Metode yang digunakan pada penulisan paper ini adalah dengan cara melakukan review terhadap literatur yang terkait dengan material bambu apus (yang digunakan sebagai material bambu plester) dan batu bata sebagai konstruksi dinding. Ada 7 indikator yang dijadikan pembanding untuk mengukur tingkat efektivitas, yaitu: *sustainable building material*, sifat fisik dan mekanik, keamanan terhadap gempa, kenyamanan terhadap *thermal*, biaya konstruksi, dan keawetan.

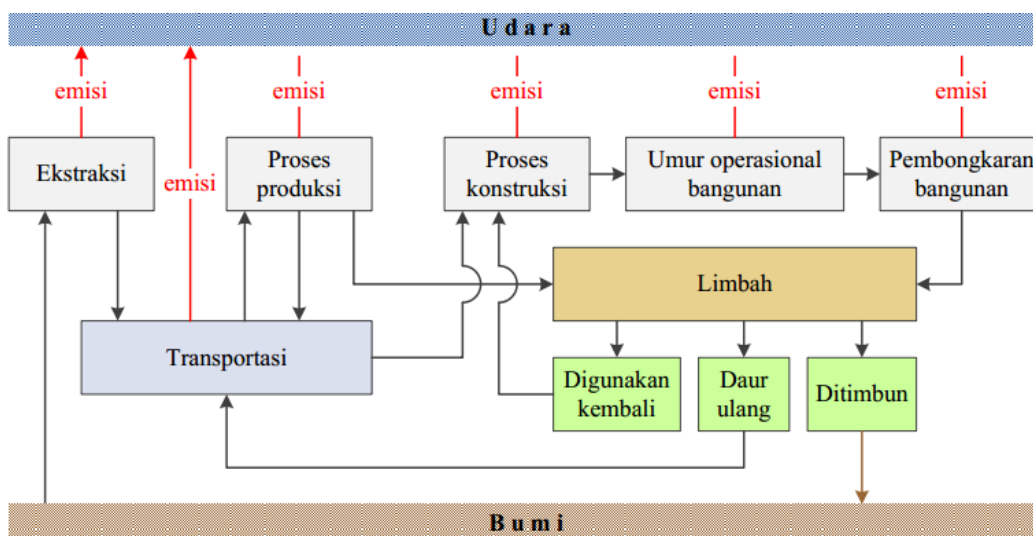
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil review yang dilakukan dikategori berdasar indikator yang ditetapkan mencakup: *sustainable building material*, sifat fisik dan mekanik, keamanan terhadap gempa, kenyamanan terhadap *thermal*, kesehatan, biaya konstruksi, dan keawetan. Masing-masing indikator di atas selanjutnya akan dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

A. Sustainable Building Material

Pada saat ini, perkembangan teknologi material konstruksi berkembang sangat cepat. Perubahan yang signifikan adalah menerapkan konsep *reuse* terhadap komponen/material bangunan dan *recycle* terhadap limbah konstruksi dan bongkaran bangunan (Augenbroe dan Pearce, 1998 dalam Wulfram I. E., et al., 2012: 21).

Siklus hidup suatu material bangunan adalah mulai dengan pengambilan dari bumi sampai dibuang kembali ke bumi (Gambar 1).



Gambar 1. Siklus Hidup Material Konstruksi (Sumber: Ervianto, 2012)

Beberapa hal penting dalam pemakaian material bangunan untuk menjaga keberlanjutannya adalah: ketersediaan material di alam, polusi yang ditimbulkan oleh proses produksi, penggunaan material daur ulang, konsumsi energi selama proses transportasi, potensi pengurangan limbah, dan penggunaan material alami (Wulfram, et al., 2012: 21). Dari hasil review diperoleh perbandingan karakteristik bambu plester dan batu bata sebagai bahan konstruksi dinding yang memenuhi "*Sustainable Building Material*" (Gunawan Tanuwidjaja, 2011: 8-9)

Tabel 1. Perbandingan karakter bahan berkelanjutan antara bambu dan batu bata

Sifat " <i>Sustainable Building Material</i> "	Bambu Plester	Batu bata
Sumber daya material dapat diperbaharui	Ya	-
Material dapat didaur ulang	-	Ya
Material dapat dipakai ulang	-	Ya
Energi yang dipakai untuk memproduksinya cukup efisien atau kecil	Ya	-
Dampak lingkungan saat diproduksi cukup atau kecil	Ya	-
Banyak air yang dipakai dalam produksi efisien atau kecil	Ya	-
Material dapat diuraikan oleh alam atau <i>biodegradable</i>	Ya	-
Material tersebut sebaiknya diproduksi secara lokal sehingga tidak memerlukan energi atau biaya yang besar untuk mengirim ke lokasi pembangunan	Ya	Ya
Dampak yang dihasilkan dalam berjalannya waktu/setelah bangunan dipakai	Ya	Ya
Tingkat kadar racun bagi manusia dan ekosistem yang dikandung cukup rendah atau tidak ada	Ya	Ya
Metode pemasangan dan konstruksi ramah lingkungan	Ya	Ya
Metodenya juga mudah dikerjakan oleh tukang dan penduduk setempat yang memerlukan pekerjaan	Ya	Ya
Tingkat ketahanan material cukup baik	Ya	Ya
Biaya dan kebutuhan perawatan bangunan sangat rendah	Ya	Ya
Kenyamanan termal ketika bangunan dipakai cukup baik sehingga mengurangi dampak konsumsi energi	Ya	Ya

Dilihat dari kriteria material yang berkelanjutan sebagaimana ditunjukkan pada tabel di atas, bambu plester dan batu bata hampir memenuhi kriteria tersebut, meskipun masing-masing mempunyai sisi kelebihan dan kekurangannya. Namun demikian secara umum dapat memenuhi kriteria tersebut, sehingga keduanya dapat diklasifikasikan sebagai material yang berkelanjutan.

Sifat Fisik dan Mekanik

Sifat fisik bambu apus berdasarkan hasil penelitian oleh Diana Ulfah (2006: 148) diperoleh nilai rata-rata kadar air segar sebesar 77,93%, kadar air kering udara sebesar 11,52%, berat jenis sebesar 0,57 dan penyusutan tebal dari kondisi segar ke kering udara sebesar 11,54% dan dari kondisi segar ke kering tanur sebesar 12,70%. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ginoga (1977) dalam Buyung H., et al., (2011: 2) bambu apus memiliki nilai kadar air segar 19,11% dan kadar air kering tanur 16,42%, berat jenis segar 0,69 dan berat jenis kering tanur 0,58.

Shyama Maricar, et al., (2012: 117-118) dalam penelitiannya tentang sifat mekanik bambu apus diperoleh nilai kuat tekan //sebesar 39,89 MPa, kuat tekan \perp sebesar 5,55 MPa, kuat geser sebesar 7,644 MPa, kuat tarik sebesar 207,523 MPa, dan kuat tekan rata-rata bambu panel 280.911 kg/cm³. Sejalan dengan penelitian oleh Suhendro Trinugroho dan Shafan Abdul Aziiz (2009: 62-63) pengujian kuat tarik bambu, pada bambu apus/tali diperoleh

sebesar 104,434 MPa. Kuat tekan yang diperoleh sebesar 9,407 MPa pada umur 14 hari atau setelah dikonversi pada umur 28 hari menjadi 10,690 MPa. Tegangan lentur dinding panel setelah dikombinasikan dengan tulangan berbentuk anyaman susun sebesar 619831,80 kg/m².

Sifat fisis batu bata adalah sifat yang ada pada batu bata tanpa adanya pemberian beban atau perlakuan apapun (Oscar, 2008: 3). Sifat fisis batu bata meliputi *densitas* (berat jenis) yang disyaratkan untuk digunakan adalah 1,60 gr/cm³ - 2,00 gr/cm³, warna yang distandarkan orange kecoklatan, dan dimensi yang disyaratkan harus memiliki ukuran panjang maksimal 16 in (40 cm), lebar berkisar antara 3 in – 12 in (7,50 cm – 30,0 cm) dan tebal berkisar antara 2 in – 8 in (5 cm – 20 cm) (Somayaji, 2001).

Penelitian yang dilakukan oleh Suhendra, et al., (2004: 1-4) di kota Jambi menemukan bahwa batu bata memiliki kuat tekan terhadap beban aksial pada jenis bata besar dan kecil diperoleh berturut-turut sebesar 51,60 kg/cm² dan 92,73 kg/cm². Sementara Moch. Tri Rochadi, (2007: 49-50) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa sifat fisik batu bata Banjir Kanal Timur mempunyai daya serap air bata relatif tinggi 111,605 gram/dm²/menit. Kuat tekan bata relatif kecil rata-rata 12,1343 kg/cm² berarti tidak masuk dalam kategori kelas kuat manapun karena untuk mutu Tingkat III berdasarkan kelas kuat tekan rata-rata 60-80 kg/cm² sedangkan berdasarkan kelas 25 juga tidak memenuhi karena kuat tekan minimum benda uji 25 kg/cm².

Prosentase penyerapan batu bata menunjukkan kurang padatnya komposisi batu bata sehingga air dapat mengisi rongga-rongga di dalamnya. Prosentase ini penyerapan berpengaruh pada kekuatan batu bata atau daya tahan batu bata pada saat cuaca buruk. Jika semakin kecil penyerapan, maka akan semakin besar daya tahan dari batu bata tersebut. Kuat tekan dari pasangan batu bata adalah beban maksimum yang dapat dipikul per satuan luas permukaannya. Kuat tekan tertinggi adalah pasangan batu bata daerah Batusangkar sebesar 2,87 Mpa. Pemeriksaan kegagalan ikatan pasangan batu bata didapat *modulus of rupture* tertinggi untuk pasangan batu bata adalah dari daerah padang panjang sebesar 6297,70 MPa. Kuat lentur dari pasangan batu bata yang tertinggi adalah pasangam batu bata daerah Batusangkar yaitu sebesar 5389,15 MPa. Kuat Geser yang tertinggi adalah pasanga batu bata daerah Padang Panjang yaitu sebesar 110,47 MPa.

Berdasarkan data sifat fisis dan mekanik dari kedua material, bambu unggul pada nilai berat jenis dan kekuatan tarik dan lentur dibandingkan batu bata. Batu bata unggul pada kekuatan tekan, namun dari beberapa hasil sampel penelitian di atas kuat tekan rata-rata tidak ada yang memenuhi standar NI-10 dan dari segi konsistensi dimensi, batu bata sering tidak presisi atau seragam.

Keamanan terhadap Gempa

Filosofi bangunan tahan gempa adalah apabila terjadi gempa ringan bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponaen non struktur maupun komponen strukturnya. Apabila terjadi gempa sedang bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non strukturnya tetapi pada komponen strukturnya tidak boleh rusak. Dan bila terjadi gempa yang kuat, struktur bangunan gedung dapat mengalami kerusakan struktural yang berat namun harus tetap dapat berdiri sehingga korban jiwa dapat dihindarkan (SNI 03-1726-2002).

Ditinjau dari keamanan terhadap gempa bumi material batu bata untuk konstruksi dinding lebih berisiko membahayakan pemakai bangunan karena beratnya sendiri yang berat dibandingkan bambu.. Namun dinding batu bata seringkali mengalami kerusakan dan runtuh pada saat terjadi bencana gempa bumi (Ade, 2012: 10). Oleh sebab itu perlu tambahan perlakuan untuk memperkuatnya.

Sedangkan material bambu plester untuk konstruksi dinding keamanan terhadap gempa lebih terjamin karena memiliki berat yang ringan sesuai digunakan di daerah yang rawan terjadi gempa bumi, dengan beratnya yang ringan maka dampak bahaya yang ditimbulkan lebih sedikit bagi penghuni bangunan. Bambu juga memiliki sifat mekanik yang baik, yang aman jika digunakan sebagai konstruksi dinding. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suhendra, et al., (2004: 4) yang menguji berat dinding panel bambu plester dengan ukuran 90 x 30 x 5 cm berkisar antara 28-30 kg, sehingga beratnya sebesar 100 – 120 kg/m². Apabila dibandingkan dengan pasangan batu bata yang memiliki berat 250 kg/m², jauh lebih ringan dinding panel dari pada pasangan batu bata. Sehingga dapat mengurangi beban pada struktur bangunan, dan berdampak tidak langsung terhadap efisiensi biaya pembangunan. Tegangan lentur bambu plester diperoleh sebesar 619831,80 kg/m² yang artinya dinding mampu menerima beban lentur maksimum 619831,80 kg/m² akibat gaya-gaya yang terjadi pada saat terjadi gempa bumi. Sedangkan kuat lentur batu bata sebesar 5389,15 Mpa dengan *modulus of rupture* untuk pasangan batu bata adalah sebesar 6297,70 MPa.

Alternatif material bambu memiliki prospek yang cukup baik sebagai bahan bangunan yang tahan terhadap gempa. Sifat mekaniknya yang baik yaitu keteguhan tarik yang nilainya hampir setara dengan besi baja berkualitas sedang (M. Taufik Hidayat 2011: 8). Disamping itu bambu mempunyai keunggulan secara teknis dibanding dengan kayu yaitu dalam hal elastisitas, kekuatan tarik dan lentur.

Berdasarkan penjelasan dari beberapa hasil penelitian, menjadikan material bambu lebih unggul terhadap gempa bumi dibandingkan material batu bata yang memiliki kuat lentur lebih besar dari pada kuat lentur batu bata. Artinya material bambu lebih kuat menahan gaya luar yang datang tegak lurus benda, sehingga apabila terjadi guncangan akibat gempa material bambu mampu menahan gaya-gaya lateral akibat gempa bumi. Sekanjutnya material batu bata memiliki berat yang lebih besar per m² dibandingkan material bambu yang tentunya jika struktur dinding patah akibat guncangan dahsyat oleh gempa akan sangat membahayakan bagi pemakai bangunan.

Kenyamanan terhadap *Thermal*

Suhu ruang yang memberikan rasa nyaman terhadap pemakai bangunan, dipengaruhi oleh jenis material dinding yang digunakan termasuk semua bagian yang menjadi elemen penyusun dinding tersebut. Angka kenyamanan ruang dalam bangunan dengan *thermal comfort* mendekati suhu nyaman optimal 22,8°C - 25,8°C dengan kelembaban 70%. Angka ini berada di bawah kondisi suhu udara di Indonesia yang dapat mencapai angka 35°C dengan kelembaban 80%. (Yayasan LPMB PU, 1993).

Penelitian tentang kinerja suhu pada rumah tinggal konstruksi dinding bambu plester yang dilakukan oleh Aulia, (2011: 5-15) menggunakan 2 model bangunan dengan material dinding bambu vertikal yang kemudian diplester dengan ketebalan 15 cm dan material dinding bambu anyaman yang kemudian diplester dengan ketebalan 7 cm. Secara keseluruhan, rata-rata kemampuan konstruksi bambu anyaman yang diplester setebal 7 cm mampu mengurangi suhu udara luar lebih banyak dari bambu vertikal. Bambu vertikal mampu mengurangi suhu

sebesar 2,5°C, sedangkan bambu anyaman mampu mengurangi suhu udara luar sebesar 2,6°C dengan kondisi jendela ditutup.

Sejalan dengan penelitian oleh FX Teddy Badai Samodra (2004: 74-76) hasil penelitiannya adalah optimasi kinerja termal dengan bantuan aplikasi Run Aiolos versi 1.0, terdeteksi untuk observasi bulan terpanas (oktober) di latitude 7.2 LS (Surabaya), orientasi Timur dan Barat memiliki ACH (*air change*) paling tinggi. Dinding bambu memiliki , *u-value* = 0.84 dan *tlag* = 0,2 jam atap sirap, *u value* = 5,77 dengan orientasi bangunan menghadap utara–selatan.

Penelitian tentang kenyamanan *thermal* dinding dengan material batu bata untuk konstruksi dinding di Surabaya dilakukan oleh V. Totok Noerwasito & Mas Santosa (2006: 150). Hasilnya temperatur dalam ruang ber dinding batu bata selama setahun berubah-ubah, dan tinggi temperatur puncaknya tergantung pada tinggi temperatur puncak luarnya. Secara umum temperatur dalam tertinggi adalah pada bulan Oktober sebesar 31.8°C dan temperatur puncak terendah pada bulan Juli sebesar 29.3°C. Batu bata memiliki nilai *u-value* 1.52, *admittance* 2,81, *decrement* 0.6, dan *timelag* 4.8 (Szokolay, 1987).

Material batu bata dengan nilai *u-value* sebesar 1.52 jauh lebih besar dibandingkan nilai *u-value* dinding bambu sebesar 0.84 yang berarti kemampuan isolasi panas bambu lebih tinggi dari pada batu bata. Bambu yang di anyam kemudian plester dengan ketebalan 7 cm jauh lebih efektif dalam mengurangi suhu udara luar, meskipun ketebalannya jauh lebih tipis dibanding ketebalan dinding batu bata dengan 15 cm. Hal ini juga akan jauh lebih menguntungkan pemakai bangunan karena tidak membebani komponen struktur yang secara tidak langsung menghemat biaya konstruksinya dengan berat dinding yang lebih ringan.

Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi menjadi salah satu pertimbangan yang cukup besar sebelum bangunan itu dibangun, tanpa terlepas dari pertimbangan waktu, mutu dan efektivitasnya untuk konstruksi dinding. Tentunya hal ini akan berdampak pada penentuan jenis material yang akan digunakan sebagai bahan konstruksi. Terlebih adanya kesenjangan antara kelompok masyarakat yang berpenghasilan rendah dan kelompok yang berpenghasilan tinggi. Namun, munculnya teknologi konstruksi bambu plester khususnya sangat membantu kelompok masyarakat yang berpenghasilan rendah untuk mendapatkan konstruksi bangunan yang layak dan nyaman.

Proses konstruksi bambu plester prefab akan tercapai dampak ekonomi secara langsung dengan menurunnya harga rumah bagi masyarakat menengah ke bawah. Sebagai perbandingan rumah bambu plester yang dihasilkan oleh Puslitbang Permukiman harganya juga mencapai Rp. 780.000,- /m² sementara harga pasaran dengan material batu bata saat itu mencapai Rp. 1.500.000,-/m².

Suhendro dan Aziiz (2012: 63) menyatakan bahwa apabila ditinjau dari segi ekonomis, dinding panel bernilai ekonomis yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan dinding yang terbuat dari batu bata. Untuk pembangunan dinding bata merah biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 67.875,00/m², sedangkan untuk dinding panel bambu hanya Rp. 51.724,00. Sehingga ditinjau dari biaya konstruksi material bambu lebih ekonomis dibandingkan batu bata.

Daya tahan

Bambu yang merupakan material biologis memiliki kelemahan yaitu mudah terkena jamur, serangga, dan bubuk. Upaya agar bambu menjadi awet maka bambu yang dipakai harus tidak mengandung pati atau kandungan patinya rendah, sehingga serangga, bubuk dan jamur tidak menyerang dan masuk kedalam bambu.

Pada prinsipnya ada 2 metode pengawetan yaitu metode menggunakan bahan kimia dan non kimia. Bodja Suwanto, (2008: 585) melakukan percobaan dengan cara pengawetan proses tekan oleh Bouchrie dengan memberikan bahan kimia, didapat bambu dapat di pakai samapai dengan 20-30 tahun jika pemakaiannya tetap terlindung dari hujan dan panas matahari.

Daya tahan bambu plester hingga 90 tahun, hal ini terbukti dari konstruksi rumah bambu plester peninggalan belanda (Widyowijatnoko, 2006). Sedangkan material bata merah keawetannya bertahan hingga umur pemakai bangunan, hal ini karena bata merah adalah material yang awet yang tidak mudah rusak oleh serangan jamur, serangga dan bubuk

Tabel 2. Perbandingan material bamboo plester dan batu bata

Indikator	Bambu Apus	Batu bata
<i>Sustainable Building Material</i>	<i>Renewable & biodegradable</i>	<i>Non Renewable, Reuse, & recycle</i>
Sifat Fisik dan Mekanik	<ul style="list-style-type: none"> o $K_a = 11,52\%$ o $\rho = 0,57$ o Kuat tekan // dan $\perp = 39,89$ MPa dan $5,55$ MPa o Kuat tarik = $207,523$ Mpa; o Kuat geser = $7,644$ MPa o Kuat lentur = $619831,80$ kg/m^2. 	<ul style="list-style-type: none"> o $K_a = 15,73\%$ o $\rho = 1,79$ o Kuat tekan = $12,1343$ kg/cm^2 < kuat tekan minimum benda uji 25 kg/cm^2. o Kuat geser = $110,47$ MPa. o <i>modulus of rupture</i> = $6297,70$ MPa. o Kuat lentur = $5389,15$ MPa.
Kemaman terhadap Gempa	<ul style="list-style-type: none"> o Beratnya sebesar $100-120$ kg/m^2. o Aman. 	<ul style="list-style-type: none"> o Berat 250 kg/m^2. o Aman dengan tambahan perkuatan.
Kenyamanan terhadap Thermal	<ul style="list-style-type: none"> o <i>u-value</i> = 0.84 dan <i>tlag</i> = $0,2$ jam o Bambu anyaman yang diplester mampu mengurangi suhu udara luar sebesar $2,7^\circ C$ dengan kondisi jendela terbuka o Bambu anyaman yang diplester mampu mengurangi suhu udara luar sebesar $2,6^\circ C$ dengan kondisi jendela ditutup. 	<ul style="list-style-type: none"> o <i>u-value</i> = 1.52 dan <i>timelage</i> = 4.8 o Temperatur minimal sebesar $26.5^\circ C$ pada bulan terpanas (oktober) < suhu nyaman optimal $22,8^\circ C - 25,8^\circ C$ o <i>Durasi comfort</i> yang terlama adalah pada ruang berdinding bata merah dibanding batako.
Biaya Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> o Rp. $67.875,00/ m^2$ o Rumah bambu plester yang dihasilkan oleh Puslitbang Permukiman harganya mencapai Rp. $780.000,- /m^2$. 	<ul style="list-style-type: none"> o Rp. $51.724,00/ m^2$ o Harga bangunan Rumah Sederhana saat ini sudah mencapai Rp. 1.5 Juta Rupiah.
Daya tahan	<ul style="list-style-type: none"> o 90 tahun. 	<ul style="list-style-type: none"> o Sesuai dengan umur pemakai bangunan.

SIMPULAN

Dengan membandingkan material bambu plester dengan batu bata untuk bahan kostruksi dinding dengan 7 indikator, diperoleh kesimpulan efektivitas kedua material tersebut. Bambu plester merupakan material penyusun dinding yang mempunyai kelebihan dibandingkan dengan batu bata pada aspek: a) sifat fisik dan mekanik terutama pada kekuatan lentur; b)

berat yang ringan sehingga memberikan keuntungan ketika gempa; c) memiliki u-value yang relatif lebih rendah sehingga menjadi isolator yang baik; d) lebih ekonomis dibanding dengan batu bata.

DAFTAR RUJUKAN

- [1]. Ade Indra. (2012). Kuat Tekan (*Compression Strength*) Komposit Lempung/Pasir pada Aplikasi Bata Merah Daerah Payakumbuh Sumbar. *Jurnal Teknik Mesin* Vol.1, No. 2, hal. 10-14. Institut Teknologi Padang.
- [2]. Aulia Fikriarini Muchlis. (2011). Kinerja Suhu pada Rumah Tinggal Konstruksi Dinding Bambu Plester. *Jurnal Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang*.
- [3]. Banik, D. R. (1995). *Selection Criteria And Population Enchancement of Priority Bamboo. Genetic Enchancement Of Bamboo and Rattan*. Hal. 99-110.
- [4]. Bodja Suwanto. (2008). Pengawetan Bambu.. *Jurnal*. Vol. 4 No. 3, hal 580-585. Politeknik Negeri Semarang.
- [5]. Buyung H., Lizda J M, & Doty D R. (2011). Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu akibat Pengaruh Musim Hujan dengan/tanpa Pelapisan. Paper, hal 1-8. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- [6]. Departemen Pekerjaan Umum. (1993). Standar: Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung. Bandung: Yayasan LPMB.
- [7]. Devi Ardiansyah. (2011). Uji Model Bresing pada Dinding Bambu *Sandwich* Panel untuk Rumah Tahan Gempa. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- [8]. Diana Ulfah.(2006). Analisis Sifat Fisika Bambu Apus (*Gigantochloa Apus Kurz*) Berdasarkan Posisi di Sepanjang Batang. *Jurnal Hutan Tropis Borneo* Volume 07 No. 19, hal. 144-149. Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru
- [9]. Ervianto, W.I., "Green Construction Sebuah Opsi Penyelamatan Lingkungan". *Majalah Konstruksi* No. 415 tahun XXXV Juli 2012.
- [10]. FX Teddy Badai Samodra. (2004). Optimasi Kinerja Termal Bangunan Rumah Tinggal Pedesaan Arsitektur Lingkungan. Prosiding, Seminar Nasional: Peran Teknologi dalam Transformasi Budaya Manusia hal 70-77. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11]. Gunawan Tanuwidjaja. (2011). Sosialisasi Desain Bambu Plester Kepada Warga Dusun Jatiwekas, Desa Kedawung, Kabupaten Kediri. Modul Universitas Kristen Petra Surabaya.
- [12]. M. Taufik Hidayat. (2011). Pengaruh Variasi Ukuran Tulangan Bambu terhadap Kuat Lentur Panel Lapis Sirip Bambu Dengan Takikan pada Permukaan Panel. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Volume 5, No.1 hal 8-18. Universitas Brawijaya Malang.
- [13]. Moch. Tri Rochadi dan F.X. Gunarsa Irianta. (2007). Kualitas Bata Merah dari Pemanfaatan Tanah Bantaran Sungai Banjir Kanal Timur. *Jurnal Wahana Teknik Sipil* Vol. 12, No. 1, hal. 42-50. Politeknik Negeri Semarang.
- [14]. Mustakim, Tanuwidjaja, Gunawan, Widyowijatnoko, Andry., & Faisal, Budi. (2009). Bambu sebagai Material yang Berkelanjutan dan *Affordable* untuk Perumahan. Paper Semnas, hal 1-9. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- [15]. Naresworo Nugroho & Effendi Tri Bahtiar. (2010). Analisis Keragaan Panel *Sandwich* Untuk Rumah Pra-Pabrikasi (*Performance Analysis Of Bamboo Sandwich Panel For Pre-Fabrication House*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, hlm. 158-162.
- [16]. NI-10,1978. Bata Merah sebagai Bahan Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum.
- [17]. Oscar Fithrah Nur. (2008). Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Batu Bata Berdasarkan Sumber Lokasi dan Posisi Batu Bata dalam Proses Pembakaran. *Jurnal* Vol. 4 No. 2, hal. 1-14. Universitas Andalas, Padang.

- [18]. Pablo van der Lugt, Joost Vogtlander, & Han Brezet. (2009). *Bamboo, a Sustainable Solution for Western Europe Design Cases, LCAs and Land-use*. INBAR Technical Report No. 30.
- [19]. Purwito. (2008). Standarisasi Bambu sebagai Bahan Bangunan Alternatif Pengganti Kayu. Prosiding PPI Standardisasi. Puslitbang Permukiman Pu.
- [20]. Rochhadi. (2007). Kualitas Bata Merah dari Pemanfaatan tanah bantaran Sungai Banjir Kanal Timur, *Jurnal Wahana Teknik Sipil* Vol.12 No.1, hal. 42-50.
- [21]. Shyama Maricar, Hajatni Hasan, & Kusnindar Abd. Chauf. (2012). Panel Beton Bertulangan Bambu sebagai Alternatif Bahan Konstruksi. *Jurnal "Mektek" Tahun XIV NO. 3*, hal. 116-123 Universitas Tadulako. Palu.
- [22]. SNI 03-1726-200. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung.
- [23]. Somayaji, Shan. (2001). *Civil Engineering Materials, 2nd ed.*, California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- [24]. Sri Handayani. (2007). Pengujian Sifat Mekanik Bambu (Metode Pengawetan Dengan Boraks). *Jurnal Nomor 1 Volume 9*, hal: 43 – 53. Universitas Negeri Semarang.
- [25]. Suhendra Trinugroho dan Shafan Abdul Aziiz. (2012). Tinjauan Kekuatan Dinding Panel Bertulangan Bambu dengan Bahan Tambah Abu Batu Bara (*Fly Ash*), *Gypsum* dan Lem Beton. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, Vol. 12, No. 1, Hal. 60-63. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [26]. Suhendra, Amsori M. Das & Padjerosnop, Ani Fauziah. (2004). Bata Merah sebagai Bahan Bangunan di Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, Vol. 4 No. 2 hal. 1-4.
- [27]. Sukawi. (2010). Bambu sebagai Alternatif Bahan Bangunan dan Konstruksi di Daerah Rawan Gempa. *Jurnal Teras Volume X No. 1*. Universitas Diponegoro Semarang.
- [28]. V. Totok Noerwasito dan Mas Santosa. (2006). *Pengaruh "Thermal Properties" Material Bata Merah dan Batako Sebagai Dinding, Terhadap Efisien Energi Dalam Ruang di Surabaya*. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 34, No. 2, hal. 147 – 153. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [29]. Widjaja, E. A. (1998). *Bamboo Generic Resources In Indonesia. Bamboo and Rattan Genetic Resources in Certain Asian Countries*. *Jurnal*. Hal. 63-102. Puslitbang Biology LIPI Bogor. Indonesia.
- [30]. Widjanarko, A. (2009). Bangunan dan Konstruksi Hijau. Prosiding, Seminar Nasional Teknik Sipil V. Surabaya.
- [31]. Widyatnoko, A., & Mustakim. (2014). Modul Pelatihan Dinding Bambu Plester. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [32]. Wulfram I. Ervianto. (2013). Kajian Green Construction Infrastruktur Jalan dalam Aspek Konservasi Sumberdaya Alam. Paper. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [33]. Wulfram I. Ervianto, Biemo W. Soemardi, Muhamad Abduh, & dan Surjamanto. (2012). Kajian Aspek Keberlanjutan Material Konstruksi Jembatan Selat Sunda. Seminar Nasional Teknik Sipil UMS. Hal. 19-28. Institut Teknologi