

LAPORAN PENELITIAN

PENERAPAN *REUSE* MATERIAL BEKAS SEBAGAI BAHAN MATERIAL PADA BANGUNAN



TIM PELAKSANA :

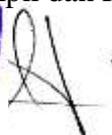
1. **Ksatria Dwithama, S.T,M.Ars NIDN 0305129202**
2. **Nur Hidayat NIM 19273125001**

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
JAKARTA
TAHUN 2019**

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**

1. Judul Kegiatan : **Penerapan *Reuse* Material Bekas Sebagai Bahan Material Pada Bangunan**
2. Program : ~~Fakultas / Laboratorium~~ / **Prodi** / ~~Mandiri~~
3. Ketua Pelaksana :
Nama : Ksatria Dwithama, S.T,M.Ars
NIDN : 0305129202
Program Studi : Arsitektur
4. Anggota :
1) Nama : Nur Hidayat
NIM : 19273125001
Program Studi : Arsitektur
5. Lokasi : Jakarta
6. Lama Pelaksanaan : 6 Bulan.
7. Tanggal/Tahun : Maret s/d Agustus 2019
8. Biaya : Rp 3.500.000 -,

Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan



(Dr. Suryadi, S.T, M.T)
NIDN : 0302046907

Jakarta, Agustus 2019
Menyetujui,
Kepala LPPM,



(Sigit Wibisono, S.Kom, M.T)
NIDN : 0314116301

Kepada
Yth. **Kepala LPPM ITBU**
Di Jakarta

Dengan hormat,

Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Genap TA. 2018-2019:

- a. Judul : **Penerapan Reuse Material Bekas Sebagai Bahan Material Pada Bangunan**
- b. Tim Peneliti:
1. Ketua
Nama : Ksatria Dwithama, S.T,M.Ars
NIDN : 0305129202
Prodi : Arsitektur
 2. Anggota
Nama : Nur Hidayat
NIM : 19273125001
Prodi : Arsitektur
- c. Lokasi : Jakarta
- d. Lama Pelaksanaan : 6 bulan
- e. Tanggal/Tahun : Maret s/d Agustus 2019
- f. Biaya : Rp 3.500.000 -,

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.



Menyetujui,
Kaprodik Arsitektur,

(Udien Yulianto, S.T, M.Tech)
NIDN: 0310077002

Jakarta, Maret 2019
Yang mengajukan,

(Ksatria Dwithama, S.T,M.Ars)
NIDN: 0305129202

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan Berkah, Rahmat, Karunia dan Ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Hasil Penelitian yang berjudul: **“PENERAPAN *REUSE* MATERIAL BEKAS SEBAGAI BAHAN MATERIAL PADA BANGUNAN”**

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung terlaksananya penelitian dan penyusunan laporan ini sehingga bisa terselesaikan.

Peneliti menyadari pula bahwa Laporan Hasil Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari para pembaca sangat diharapkan, guna perbaikan dan penyempurnaan Laporan Hasil Penelitian ini. Peneliti tak lupa menyampaikan permohonan maaf jika dalam penulisan Laporan Hasil Penelitian ini terdapat kekeliruan dan kekurangan. Demikian, dan terima kasih.

Jakarta, Agustus 2019
Peneliti

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Surat Pengajuan Penelitian	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB III METODE PENELITIAN	6
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	7
BAB V PENUTUP	11
DAFTAR PUSTAKA	12

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komparasi Sistem Pasokan Material Bekas.....	5
Tabel 2. Studi Kasus Penerapan Reuse Material Bekas sebagai Bahan Material pada Bangunan.....	8

BAB I

PENDAHULUAN

Proyek pembangunan menghasilkan limbah konstruksi yang berpengaruh terhadap kerusakan lingkungan. Sementara material bekas sebagai bagian dari limbah konstruksi dapat dimanfaatkan kembali (*reuse*) pada bangunan sebagai gerakan *sustainable construction*, yakni pembangunan yang memperhatikan daya dukung lingkungan. Fenomena tersebut menarik untuk dibahas khususnya terkait dengan material bekas pakai yang dapat digunakan kembali pada konstruksi bangunan lain. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dibahas beberapa hal sebagai berikut:

1. Konsep *reuse* material bekas yang diterapkan pada bangunan,
2. Elemen material bekas yang dapat diaplikasikan pada bangunan,
3. Studi komparasi diantara bangunan yang menerapkan *reuse* material sebagai bahan material pada bangunannya,
4. Potensi yang diperoleh dalam *reuse* material bekas.

Masalah yang akan diteliti yaitu: Bagaimana penerapan elemen-elemen material bekas dari sudut pandang desain bangunan?

Teori utama yang digunakan adalah Teori Hierarkial Daur Ulang berdasarkan buku *The Ecology of Building Materials* (Berge, 2000) yang mengklasifikasikan konsep daur ulang sesuai dengan manfaat yang diperoleh, yakni (1)*Reuse*, (2)*Recycle*, (3)*Energy recovery*. Adapun *reuse* merupakan tingkatan tertinggi dalam sistem daur ulang karena tidak memerlukan energi untuk merubah bentuknya atau mengolahnya menjadi bahan layak pakai.

Penerapan material bekas dengan metode *reuse* sebagai bahan material pada bangunan adalah salah satu langkah alternatif untuk menyelamatkan alam akibat kerusakan limbah konstruksi serta merupakan satu langkah efisien dibandingkan dengan metode daur ulang yang lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Material Bekas

Menurut Ervianto (2012) material bekas merupakan sisa material konstruksi dan sampah lain yang bersumber dari aktivitas konstruksi, pembongkaran, dan pembersihan lahan di awal pelaksanaan proyek. Sebagai upaya mengantisipasi pengaruh aktivitas konstruksi terhadap lingkungan dapat diterapkan prinsip daur ulang material bekas. Efek jangka pendek dari material bekas dapat menghemat biaya pembangunan, sementara efek jangka panjang yakni dapat membantu program pelestarian lingkungan yang hemat energi.

Menurut Mediastika (2013) dalam bukunya yang berjudul Hemat Energi & Lestari Lingkungan Melalui Bangunan, penggunaan material bekas untuk konstruksi bangunan dan pengolahan lahan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

Material bekas bangunan atau sisa-sisa material bangunan untuk material bangunan.

Material bekas selain dari bangunan untuk material bangunan.

Beberapa pakar Sustainable Construction di Indonesia, seperti Ahmad Tardiyana, Adi Purnomo, dan Eko Prawoto menyatakan bahwa penggunaan material bekas merupakan salah satu gerakan sustainable karena memanfaatkan kembali barang bekas merupakan upaya untuk meminimalisasi kerusakan lingkungan.

Hierarkial Daur Ulang

Sustainable construction didefinisikan sebagai konstruksi yang memperhatikan aspek keberlanjutan, yaitu penggunaan sumberdaya alam yang memperhatikan daya dukung lingkungan untuk menghindari terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Banyak faktor yang menjadi penyebabnya, salah satunya adalah tidak efisiennya proses konstruksi. Sebagai upaya dalam mengantisipasi pengaruh aktivitas konstruksi terhadap lingkungan dapat diterapkan konsep daur ulang pada material bangunan. Menurut Berge dalam bukunya *The Ecology of Building Materials* (2000), ada tiga tingkatan hierarkial daur ulang sesuai dengan manfaat yang diperoleh, yaitu:

Re-use

Re-use atau penggunaan kembali ialah tingkatan tertinggi dalam daur ulang, yaitu menggunakan kembali barang yang sudah dipakai namun masih memiliki sisa umur.

Recycle

Recycle memerlukan energi dan proses untuk menjadikan material bekas pakai menjadi material yang layak pakai.

Energy recovery

Energy recovery merupakan jenjang terendah dalam daur ulang. Semua material yang sudah tidak mungkin dipakai dibakar untuk memperoleh energi potensial yang masih terdapat dalam material melalui proses pembakarannya. Inti dari tujuan daur ulang ialah untuk memperpanjang usia guna suatu benda atau material. Semakin lama masa penggunaan bahan bangunan atau kemungkinan untuk digunakan kembali, semakin kecil pula kemungkinan bahan bangunan tersebut menimbulkan sampah dan puing yang mencemari lingkungan.

Konsep Reuse

Reuse memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan metode recycle (Smith, 2004). Reuse tidak membutuhkan teknologi seperti yang dibutuhkan untuk melakukan proses recycle yang memerlukan teknik khusus. Pelaksanaannya juga bisa dilakukan tidak peduli jumlah material bekas yang didapat sedikit atau banyak. Hal ini berbeda dengan metode recycle yang seringkali harus memenuhi kuota tertentu agar efisien produksinya. Hal yang paling membedakan ialah reuse tidak memerlukan pabrikasi seperti metode recycle yang melibatkan proses fisika dan kimia sehingga biaya yang diperlukan juga relatif lebih kecil.

Menurut Ervianto (2012) dalam bukunya yang berjudul *Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau*, reuse adalah menggunakan kembali berbagai material dengan cara: (1) Dekonstruksi, material digunakan kembali dalam bentuk yang sama, (2) Limbah material yang tetap digunakan sama dengan fungsi sebelumnya. Menurut Saleh (2009) dalam Ervianto dkk (2012) reuse dapat dibedakan menjadi tiga, yakni: (a) building reuse, (b) component reuse, (c) material reuse. Reuse sebuah bangunan (building reuse) dapat terjadi manakala seluruh bangunan dapat diselamatkan tanpa proses penghancuran melainkan melalui proses relokasi dan renovasi. Reuse sebuah bangunan harus berurusan dengan perencanaan dan desain yang kompleks untuk mendapatkan manfaat maksimal dari aspek lingkungan dan ekonomi. Hal ini dapat

menghemat pemakaian sumberdaya alam termasuk didalamnya bahan baku, energi, dan air. Selain itu, reuse bangunan mampu mencegah timbulnya polusi yang disebabkan oleh pengambilan material, produksi, transportasi dan mencegah timbulnya limbah padat yang berakhir di tempat pembuangan.

Reuse komponen bangunan (*component reuse*) diutamakan untuk bagian interior non struktur, seperti dinding interior, pintu, lantai, plafon yang akan digunakan untuk hal yang sama atau untuk hal lain sampai habis umur pakai komponen tersebut. Agar komponen dapat digunakan kembali perencana dan arsitek ikut berperan untuk menciptakan desain inovatif yang memungkinkan untuk dipasang dan dibongkar tnpa mengalami kerusakan agar dapat dipasang pada bangunan lain.

Reuse material hasil dekonstruksi struktur bangunan dalam bangunan baru (*material reuse*) sangat dianjurkan guna mempertahankan nilai ekonomis, mengurangi energi yang dibutuhkan dalam proses daur ulang, dan meminimalkan kebutuhan cetakan dan sumberdaya alam terutama pengurangan terjadinya CO₂. Menurut Chini, dkk (2012) dalam Ervianto (2012) menggunakan material sampai habis umur pakainya menjadi prioritas utama bagi arsitek dan perencana dalam memilih jenis material yang akan digunakan.

Pengolahan Material *Reuse*

Komponen utama dalam industri daur ulang ialah bahan baku yang berupa barang bekas. Apabila bahan baku tidak tersedia maka aktivitas produksi akan terhenti. Bahan baku dapat diperoleh melalui mekanisme yang terbentuk secara alamiah di masyarakat mana pemulung merupakan ujung tombaknya (Ervianto dkk, 2012).

Pengolahan bentuk material habis pakai dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yakni:

Material akan diolah di tempat pengepul untuk tahap penyeleksian dan perbaikan material (sesuai kriteria).

Material akan diolah di lapangan dimana pengolahan material seperti yang dilakukan pada material-material baru untuk diterapkan pada bangunan.

Pengepul dapat dibedakan menjadi pengepul lokal, pengepul wilayah dan pengepul yang mempunyai akses ke industri. Pengepul adalah pengumpul material bekas yang dihasilkan oleh pemulung. Tingkatan tertinggi dari pengepul ini apabila pengepul tersebut mempunyai akses untuk memasok material bekasnya ke industri yang membutuhkan. Pengepul pada

tingkatan ini mempunyai pendapatan yang lebih besar bila dibandingkan dengan pengepul-pengepul yang memasoknya (Ervianto dkk, 2012). Berdasarkan wawancara yang dilakukan Ervianto (2012) terhadap beberapa pengepul, untuk memperoleh pasokan material bekas, pengepul dapat memperoleh melalui beberapa cara sebagai berikut: (a) mendapatkan pasokan dari pemulung, (b) lelang pembongkaran bangunan, (c) membeli bongkaran bangunan. Dari ketiga cara tersebut mempunyai aspek positif dan negatif masing-masing.

Tabel 1. Komparasi Sistem Pasokan Material Bekas

Aspek Dipertimbangkan	Dipasok Pemulung	Lelang Bongkaran	Beli Bongkaran
Legalitas perusahaan	Tidak diperlukan	Diperlukan	Tidak diperlukan
Harga material bekas	Relatif lebih murah	Tidak tentu	Tidak tentu
Kualitas material bekas	Tergantung tersedianya material dari pemulung	Relatif lebih baik	Relatif lebih baik
Kemudahan mendapatkan material bekas	Lebih mudah	Relatif	Relatif
Kontinuitas	Relatif konstan untuk material tertentu	Tidak tentu	Tidak tentu

Sumber : Penelitian Mandiri

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif-deskriptif. Penelitian dilakukan dengan cara menghubungkan hasil temuan yang didapat dari literatur berdasarkan studi kasus dengan elemen material bekas dan metode *reuse* yang diterapkan pada bangunan.

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah *literature-based method* (metode berbasis literatur). Data diperoleh dari studi literatur dan studi penelitian sejenis untuk dijadikan perbandingan dan acuan dalam penelitian.

Adapun variabel yang diteliti adalah: (1)material bekas dari bangunan, (2)material bekas selain dari bangunan, dan (3)metode *reuse* sebagai konsep daur ulang, dan (4)jenis pengolahan material daur ulang.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Penerapan material bekas dengan metode *reuse* sebagai bahan material pada bangunan merupakan salah satu langkah alternatif untuk menyelamatkan alam akibat kerusakan limbah konstruksi serta merupakan satu langkah efisien dibandingkan dengan metode daur ulang yang lainnya. Selain itu, penerapan material bekas dapat menambah nilai estetika suatu bangunan melalui ide-ide kreatif dalam mendesain, sehingga material yang tidak terpakai lagi dapat dimanfaatkan kembali menjadi sesuatu yang layak pakai. Desain yang kreatif akan memberikan kesan unik pada penerapan kembali material bekas sebagai elemen dalam mendesain bangunan.

Berikut adalah contoh bangunan yang menerapkan material bekas sebagai bahan material pada bangunan, di antara lain: (1) Rumah Heinz Frick, (2) Rumah Butet Kertaradjasa, (3) Mason's Bend *Community Center*, (4) Yancey Chapel.

Kasus rumah Dr. Heinz Frick memanfaatkan material bekas menjadi solusi yang tepat untuk memenuhi konsep desain yang ramah lingkungan sekaligus tetap terjangkau. Desain rumah menggunakan tenaga lokal dan material lokal. Hal ini menunjukkan bahwa material yang digunakan juga berkelanjutan yang sesuai dengan sub-aspek material bangunan yang berkelanjutan.

Aplikasi material bekas pada kasus kedua yaitu rumah seniman Butet Kertaradjasa yang didesain oleh Eko Prawoto. Elemen *reuse* material bekas ternyata dapat dipadukan dalam sebuah desain yang menarik berlandaskan pada kreativitas *owner* maupun arsitek.

Mason's Bend *Community Center* dan Yancey Chapel adalah dua karya dari Rural Studio

Tabel 2. Studi Kasus Penerapan *Reuse* Material Bekas sebagai Bahan Material pada Bangunan

No	Studi Kasus Penelitian	Sumber Literatur	<i>Reuse</i> Material Bekas	Gambar
1.	<p data-bbox="316 315 560 344"><u>Rumah Dr.HeinzFrick</u></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="277 607 592 824">- Rumah karya Dr. Heinz Frick yang terletak di Jalan Srinindito, Simongan, Semarang menerapkan prinsip desain ramah lingkungan sekaligus tetap terjangkau. <li data-bbox="277 853 592 981">- Adapun pemilihan material bangunan pada rumah ini mengusung konsep <i>sustainable</i>. <li data-bbox="277 1010 592 1346">- Desain rumah menggunakan tenaga lokal dan material lokal seperti material batako, batu alam, kayu daur ulang, atap genteng serta baja. Selain itu, limbah daur ulang berupa ubin bekas, limbah kertas, limbah kayu, dan besi beton juga digunakan. 	<p data-bbox="611 315 799 741">Tanuwidjaja, Gunawan dkk. (2012). <i>Desain Rumah Heinz Frick yang Ramah Lingkungan dan Terjangkau</i>. Surabaya: <i>Jurnal Tesa Arsitektur</i>, Vol.11, No.1. pp. 44-63. ISSN 1410-6094</p>	<p data-bbox="818 315 1091 517">Pecahan keramik dari UNIKA digunakan ulang secara kreatif untuk <i>finishing</i> dinding dan lantai kamar mandi tamu.</p> <p data-bbox="818 539 1091 719">Papan-papan akustik dari vermikulit (kepingan mika) dipasang di dapur, teras tempat makan, dan ruang keluarga</p> <p data-bbox="818 763 1091 864">Papan bekas peti kemas yang digunakan untuk langit-langit selasar</p> <p data-bbox="818 898 1091 1055">Tangga dengan <i>reuse</i> tiang listrik bekas sebagai balok tangga, lempengan besi sebagai anak tangganya.</p> <p data-bbox="818 1144 1091 1267">Semua pegangan pintu rumah ini digunakan kembali dari rumah yang lain dari Swiss.</p>	
2	<p data-bbox="293 1375 579 1404"><u>Rumah Butet Kertaradjasa</u></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="277 1659 592 1783">- Rumah Butet Kertaradjasa karya arsitek Eko Prawoto mengusung konsep yang ramah lingkungan terbukti 	<p data-bbox="611 1375 799 1615">Ariadina, Artha. (2009). <i>Bedah Rumah Orang Beken – Rancangan Eko Prawoto</i>. Jakarta: Kanisius</p>	<p data-bbox="818 1397 1091 1503">Kursi bekas dan tegel terakota bekas RS. Tentara Magelang.</p> <p data-bbox="818 1570 1091 1783">Pemanfaatan kembali lumpang tua sebagai anak tangga, lubang pada tangga sebagai <i>storage</i> dan railing tangga dari kayu bekas tangkai bajak.</p>	

	<p>pada penggunaan kembali material lokal yang berasal dari alam ataupun material-material bekas yang masih layak pakai.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daur ulang dengan memanfaatkan kembali (<i>reuse</i>) terlihat pada penerapan material bekas sebagai elemen bangunannya, seperti tangga kayu yang unik, pintu bekas, lantai dengan tegel terakota bekas dan pecahan keramik, serta perabotan lain. 		<p>Pemanfaatan kembali keramik bekas sebagai <i>finishing</i> salah satu lantai</p>	
			<p>Teras dengan panggung panggung kecil berlantai papan kayu yang berasal dari bantalan rel kereta api di Semarang.</p>	
<p>3.</p>	<p><u>Mason's Bend Community Center</u></p>  <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan ini merupakan suatu fasilitas sosial yang berada pada suatu kota kecil bernama Mason's Bend, Alabama, Amerika Serikat. - <i>Community center</i> ini dibangun berdasarkan kebutuhan masyarakat akan fasilitas serbaguna yang dapat digunakan untuk kegiatan-kegiatan pertemuan warga baik secara formal maupun informal dan kegiatan pelayanan keagamaan. - Material yang digunakan pada bangunan merupakan 95% material bekas 	<p>Dean, Andrea Oppenheimer. (2002). <i>Rural Studio</i>. New York: Princeton Architectural Press.</p>	<p>Kandungan material utama pada dinding adalah tanah liat (30%) dan pasir (70%) diperoleh langsung dari tapak.</p>	
			<p>Lantai dengan material sisa konstruksi dari bangunan yang tidak terpakai.</p>	
			<p>Kolom dan struktur sekunder pada bangunan ini terbuat dari baja bekas yang tidak terpakai kemudian di amplas dan di cat kembali.</p>	
			<p>Material kayu yang diperoleh dari <i>site</i> sebagai struktur utama atap dan perabot (bangku)</p>	
			<p>Dinding dan atap kaca pada bangunan ini berupa pemanfaatan kembali 80 buah kaca jendela mobil bekas yang dibeli dari tempat pembuangan di Chicago</p>	

4.	<p><u>Yancey Chapel</u></p> 	<p>Dean, Andrea Oppenheimer. (2002). <i>Rural Studio</i>. New York: Princeton Architectural Press</p>	<p>Dinding terbuat dari kurang lebih 1000 ban kendaraan bermotor bekas yang berasal dari sebuah perusahaan ban kemudian diisi tanah liat</p> 	
			<p>Lantai menggunakan material batu alam yang ditambang langsung di suatu lembah yang berada tidak jauh dari tapak sehingga energi yang dibutuhkan untuk transportasi material sangat kecil.</p> 	
			<p>Struktur penopang atap terbuat dari bahan kayu bekas yang diperoleh dari sebuah bangunan yang sudah tidak terpakai lagi. Kayu bekas diolah secara sederhana sehingga dapat digunakan sebagai kuda-kuda (struktur).</p>	
			<p>Perabotan seperti mimbar dan tempat penampungan air (untuk upacara agama) terbuat dari bahan baja bekas.</p>	

Sumber: Ningrum (2015)

Penerapan Material Bekas dan Manfaatnya

Berdasarkan analisa pada rumah Dr.Heinz Frick tampak sekali bahwa pemanfaatan material bekas menjadi solusi yang tepat untuk memenuhi konsep desain yang ramah lingkungan sekaligus tetap terjangkau. Pada kasus rumah Butet Kertaradjasa elemen *reuse* yang berbeda ternyata dapat dipadukan dalam sebuah desain yang menarik berlandaskan pada kreativitas *owner* maupun arsitek. Adapun dua bangunan karya Rural Studio yang menjadi penelitian yaitu Mason's Bend Community Center dan Yancey Chapel menerapkan 95% material bekas dan memanfaatkan potensi material lokal pada bangunannya sehingga memberikan keuntungan secara ekologis, yakni dengan mengurangi beban lingkungan akibat transportasi bahan dan biaya konstruksi pembangunan yang lebih terjangkau.

BAB V

PENUTUP

Melalui keempat studi kasus yang telah dianalisa, reuse material bekas merupakan satu langkah yang layak dipilih dalam merancang dan mendirikan bangunan. Berdasarkan analisa aplikasi material bekas dengan memanfaatkan kembali (reuse) pada empat studi kasus diatas memiliki karakteristik sebagai berikut ;

- (1) Tidak mengalami perubahan bentuk produk,
- (2) Proses tidak membutuhkan teknologi,
- (3) Relatif tidak membutuhkan energi,
- (4) Dapat dilakukan dalam skala kecil ataupun besar, namun tidak membutuhkan pabrikasi,
- (5) Membutuhkan modal yang sangat kecil,
- (6) Proses tidak melibatkan proses fisika maupun kimia.

Adapun dengan kreativitas yang dimiliki, daur ulang pada material bekas dapat memberikan kesan unik dan menambah nilai estetika pada bangunan.penggunaan *Green Material* dalam konsep bangunan ramah lingkungan / *Green Building*.

DAFTAR PUSTAKA

Ariadina, A. (2009). *Bedah Rumah Orang Beken – Rancangan Eko Prawoto*. Jakarta: Kanisius

Berge, B. (2000). *The Ecology of Building Materials*. Oxford: Architectural Press.

Dean, A. O. (2002). *Rural Studio*. New York: Princeton Architectural Press.

Ervianto, W. I., Soemardi, B. W., Abduh, M. (2012), Kajian Reuse Material Bangunan dalam Konsep Sustainable Construction di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 12, No.1.

Ervianto, W. (2012). *Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Majalah Rumah Ide. (2007). *Sustainable Construction*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.

Mediastika, C. (2013). *Hemat Energi & Lestari Lingkungan Melalui Bangunan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Smith, P. (2004). *Eco-Refurbishment: A Guide to Saving and Producing Energy in Home*. Amsetrdam: Architectural Press.

Tangga Kayu Bernuansa Etnik Khas Butet, 2013
(http://www.ideaonline.co.id/iDEA20_13/Interior/Ruang-Keluarga/Tangga-Kayu-Bernuansa-Etnik-Khas-Butet) diakses 30 April 2015

Tanuwidjaja, G., Mulyono, L. L. A., Silvanus, D. C. (2012). Desain Rumah Heinz Frick yang Ramah Lingkungan dan Terjangkau. Surabaya: *Jurnal Tesa Arsitektur*, Vol.11, No.1. pp. 44-63. ISSN 1410-6094.