

Jurnal TEKNIK SIPIL

Aditya Kurnia,
Haryanto Yoso Wigroho

Steanly R.R Pattiselanno,
Nanse H Pattiasina

Wulfram I. Ervianto,
Biemo W. Soemardi,
Muhamad Abduh,
dan Surjamanto

Chairur Roziqin

Yohannes Lulie,
Y. Hendra Suryadharma

Theresita Herni Setiawan

S.S. Purwanto

Mamok Suprpto

Anastasia Yunika,
Mukand Singh Babel,
Satoshi Takizawa

Studi Kuat Tekan Kolom Baja
Profil C Ganda
Dengan Pengaku Pelat Arah Lateral

Analisa Kekuatan Tarik Besi Beton
Struktur Beton Jembatan Waihattu
(Perhitungan Manual-Minitab.13)

Kajian *Reuse* Material Bangunan
Dalam Konsep *Sustainable Construction*
Di Indonesia

Estimasi Matrik Informasi Lalu Lintas
Model *Gravity* Asal Tujuan Angkutan
Pribadi-Umum

Keamanan Utilitas Tiang Jalan Raya

Manajemen Pemeliharaan Pusat Belanja
(studi Kasus Cihampelas *Walk* Bandung)

Konstruksi Pondasi Sarang Laba-laba
Atas Tanah Daya Dukung Rendah
Bangunan Bertingkat Tanggung

Konsep Pengelolaan Sumber Daya Air
Berkelanjutan

*Watershed Hydrological Analysis
Of Jakarta Extreme Floods*

Jurnal **TEKNIK SIPIL**

Volume 12 Nomor 1, Oktober 2012

ISSN 1411-660X

Jurnal Teknik Sipil adalah wadah informasi bidang Teknik Sipil berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait. Terbit pertama kali Oktober tahun 2000 dengan frekuensi terbit dua kali setahun pada bulan Oktober, April. (ISSN 1411-660X)

Pemimpin Redaksi

Agatha Padma L, S.T., M.Eng

Anggota Redaksi

Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.

Ir. Pranawa Widagdo, M.T.

Ferianto Raharjo, S.T., M.T.

Mitra Bebestari

Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng

Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.

Ir. A. Koesmargono, MCM, Ph.D

Ir. Peter F. Kaming, M.Eng, Ph.D

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D

Tata Usaha

Hugo Priyo Nugroho

Alamat Redaksi dan Tata Usaha:

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 487711 (hunting) Fax (0274) 487748

Email : jurnalsipil@uajy.ac.id

Redaksi menerima sumbangan artikel terpilih di bidang Teknik Sipil pada Jurnal Teknik Sipil.
Naskah yang dibuat merupakan pandangan penulis dan tidak mewakili Redaksi

Jurnal Teknik Sipil diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pelindung: Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Penanggung Jawab: Ketua Program Studi Teknik Sipil Atma Jaya Yogyakarta

Jurnal TEKNIK SIPIL

Volume 12 Nomor 1, Oktober 2012

ISSN 1411-660X

Jurnal Teknik Sipil adalah wadah informasi bidang Teknik Sipil berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait.

DAFTAR ISI

STUDI KUAT TEKAN KOLOM BAJA PROFIL C GANDA DENGAN PENGAKU PELAT ARAH LATERAL <i>Aditya Kurnia, Haryanto Yoso Wigroho</i>	1-10
ANALISA KEKUATAN TARIK BESI BETON STRUKTUR BETON JEMBATAN WAIHATTU (PERHITUNGAN MANUAL-MINITAB.13) <i>Steanly R.R Pattiselanno, Nanse H Pattiasina</i>	11-17
KAJIAN REUSE MATERIAL BANGUNAN DALAM KONSEP <i>SUSTAINABLE CONSTRUCTION</i> DI INDONESIA <i>Wulfram I. Ervianto, Biemo W. Soemardi, Muhamad Abduh, dan Surjamanto</i>	18-27
ESTIMASI MATRIK INFORMASI LALU LINTAS MODEL <i>GRAVITY</i> ASAL TUJUAN ANGKUTAN PRIBADI- UMUM <i>Chairur Roziqin</i>	28-34
KEAMANAN UTILITAS TIANG JALAN RAYA <i>Yohannes Lulie, Y. Hendra Suryadharna</i>	35-39
MANAJEMEN PEMELIHARAAN PUSAT BELANJA (STUDI KASUS CIHAMPELAS WALK BANDUNG) <i>Theresita Herni Setiawan</i>	40-50
KONSTRUKSI PONDASI SARANG LABA-LABA ATAS TANAH DAYA DUKUNG RENDAH BANGUNAN BERTINGKAT TANGGUNG <i>S.S. Purwanto</i>	51-60
KONSEP PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR BERKELANJUTAN <i>Mamok Suprpto</i>	61-65
<i>WATERSHED HYDROLOGICAL ANALYSIS OF JAKARTA EXTREME FLOODS</i> <i>Anastasia Yunika, Mukand Singh Babel, Satoshi Takizawa</i>	66-74

KAJIAN *REUSE* MATERIAL BANGUNAN DALAM KONSEP *SUSTAINABLE CONSTRUCTION* DI INDONESIA

Wulfram I. Ervianto, Biemo W. Soemardi, Muhamad Abduh, dan Surjamanto

Kandidat Doktor Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.

email: wulframervianto@yahoo.com.

Abstract: Global warming caused by green house gas effect is closely related to the construction industry. Sustainable development is a concept to minimize effect from construction industry to environment. Therefore, the pattern of development that required a minimum impact on the environment which is then called the Environmentally Sustainable Development. Sustainable construction being a part of sustainable development and the one aspect is conservation of natural resources. On the other hand, new construction building generated waste approximately 19.5 kg/m² and result of building demolition is 757 kg/m². Reuse and recycle are activities to take advantage of construction waste. Data and information obtained through direct interview with salvage construction seller in several big cities in Java. Many types of salvage construction are reused material made of wood and iron by reason of the demolition of buildings suffered relatively small damage during demolition and can be reused through the process of repair or reproduction. The positive aspect of building materials bought at a salvage construction seller is to buy the goods in accordance with the needs and support the conservation of natural resources while the negative aspect is the continuity of availability of salvage construction is less reliable.

Keywords: sustainable construction, reuse, salvage construction

Abstrak: Fenomena pemanasan global yang disebabkan oleh efek gas rumah kaca erat kaitannya dengan aktivitas pembangunan. Oleh sebab itu diperlukan pola pembangunan yang sekecil mungkin pengaruhnya terhadap lingkungan yang kemudian disebut dengan Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan. Salah satu bagian dari pembangunan berkelanjutan adalah konstruksi berkelanjutan, salah satu aspeknya adalah melakukan konservasi terhadap penggunaan sumberdaya alam. Disisi lain, volume limbah yang dihasilkan mencapai 19,5 kg/m² akibat aktivitas pembangunan proyek baru sedangkan akibat pembongkaran bangunan adalah 757 kg/m². Oleh karenanya diperlukan tindakan nyata untuk memanfaatkan limbah tersebut dengan cara *reuse* dan *recycle*. Data dan informasi diperoleh melalui wawancara langsung terhadap pelaku usaha material bekas bangunan yang berada di beberapa kota besar di pulau Jawa. Hasil yang diperoleh adalah jenis material bekas yang banyak digunakan kembali adalah bahan yang terbuat dari kayu dan besi dengan alasan hasil bongkaran bangunan mengalami kerusakan relatif kecil pada saat pembongkaran dan dapat digunakan kembali melalui proses perbaikan dan atau reproduksi. Aspek positif membeli bahan bangunan di pasar loak adalah dapat membeli material sesuai dengan kebutuhan serta mendukung konservasi sumberdaya alam sedangkan aspek negatifnya adalah kontinuitas ketersediaan jenis material kurang terjamin.

Kata Kunci: konstruksi berkelanjutan, *reuse*, material bekas

LATAR BELAKANG

Fenomena pemanasan global yang disebabkan oleh efek gas rumah kaca di Bumi diyakini oleh para peneliti bahwa salah satu penyebabnya adalah kegiatan pembangunan. Sebuah gagasan yang dianggap berpotensi dapat mengurangi pemanasan global dengan cara menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan. Konsep ini mengandung tiga pilar utama yang saling terkait dan saling menunjang yakni pembangunan ekonomi, pembangunan sosial dan pelestarian

lingkungan hidup. Dalam Undang-Undang No. 23 Tahun 1997, pembangunan berkelanjutan didefinisikan upaya sadar dan terencana, yang memadukan lingkungan hidup, termasuk sumberdaya, ke dalam proses pembangunan untuk menjamin kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan. Untuk mencapai pembangunan berkelanjutan telah disepakati untuk melaksanakan suatu pola pembangunan baru yang diterapkan secara global yang dikenal dengan *Environmentally Sound and Sustainable*

Development (ESSD). Di Indonesia, ESSD dikenal dengan Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan (PBBL) yang didefinisikan sebagai pembangunan untuk memenuhi kebutuhan masa sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya. Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang dan sedang membangun, telah memiliki cetak biru bagi sektor konstruksi sebagai *grand design* dan *grand strategy* yang disebut dengan Konstruksi Indonesia 2030. Didalamnya dinyatakan bahwa konstruksi Indonesia mesti berorientasi untuk tidak menyumbangkan terhadap kerusakan lingkungan namun justru menjadi pelopor perbaikan dan peningkatan kualitas lingkungan seluruh habitat persada Indonesia, yang didiami oleh manusia dan seluruh makhluk lainnya secara bersimbiosis mutualisme (LPJKN, 2007). Salah satu agenda yang diusulkan adalah melakukan promosi *sustainable construction* untuk penghematan bahan dan pengurangan limbah (bahan sisa) serta kemudahan pemeliharaan bangunan pasca konstruksi (LPJKN, 2007).

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 dalam proses konstruksi. Terkait dengan terjadinya keterbatasan kuantitas sumberdaya alam maka perlu dilakukan usaha untuk menghemat sumberdaya alam dan bila perlu menggunakan material bekas yang masih layak digunakan tanpa mengurangi aspek kekuatan bangunan. Sampai dengan saat ini belum banyak informasi tentang potensi material bekas sebagai material dalam pembangunan proyek konstruksi.

KAJIAN PUSTAKA

Implementasi konsep konstruksi berkelanjutan berbeda di setiap negara bergantung dari kekuatan ekonomi di negara tersebut. Di negara maju, konstruksi berkelanjutan lebih difokuskan pada inovasi teknologi, sedangkan di negara yang sedang berkembang masih pada permasalahan sosial dan ekonomi. Konstruksi berkelanjutan didefinisikan sebagai *Creating*

and operating a healthy built environment based on resource efficiency and ecological design (Conceil International du Batiment, 1994). Tujuan dari konstruksi berkelanjutan adalah menciptakan bangunan berdasarkan disain yang memperhatikan ekologi, menggunakan sumberdaya alam secara efisien, dan ramah lingkungan selama operasional bangunan. Isu tentang menipisnya cadangan sumberdaya alam sebagai komponen utama dalam pembangunan proyek konstruksi perlu disikapi oleh berbagai pihak yang terkait.

Secara global, sektor konstruksi mengkonsumsi 50% sumber daya alam, 40% energi, dan 16% air. Mengingat besarnya konsumsi sumberdaya alam dalam aktivitas konstruksi maka diperlukan perencanaan yang baik dalam pengelolaannya agar tetap memperhatikan aspek keberlanjutannya (Widjanarko, 2009). Terkait dengan penyediaan kebutuhan manusia akan infrastruktur, seluruh aktivitas konstruksi perlu memperhatikan penghematan sumberdaya alam dan mengurangi jumlah limbah dari aktivitas konstruksi. Limbah di Amerika akibat pembangunan dan pembongkaran jumlahnya lebih dari 135 juta ton dimana 77 juta ton diantaranya dihasilkan dari aktivitas komersial (USEPA, 1998). Kurang lebih 40% limbah dihasilkan dari proses konstruksi dan pembongkaran bangunan. Karakteristik limbah yang dihasilkan adalah ukurannya besar, berat dan tidak mudah untuk dibuang baik dengan cara dibakar maupun ditimbun (Kulatunga, 2006). Di Asia, karakteristik limbah yang dihasilkan adalah berukuran besar dan berat, yaitu beton bertulang, aspal, kayu, metal, gipsum, dan penutup atap (Nitivattananon V. dan Borongan G., 2007). Besarnya limbah konstruksi setiap luasan bangunan adalah 19,5 kg/m² akibat aktivitas pembangunan proyek baru dan akibat pembongkaran bangunan adalah 757 kg/m² (USEPA, 1998). Di beberapa proyek, material yang dapat didaur ulang seperti kayu, beton, bata merah, metal mencapai 75% dari total limbah. Konstruksi berpengaruh secara signifikan terhadap lingkungan oleh karena itu perlu meminimalkan pengaruhnya terhadap lingkungan dengan cara mengimplementasikan manajemen lingkungan yang didasarkan pada komitmen dan tujuan yang terdefinisi secara spesifik (Hendrickson dan Horvath, 2000). Untuk mengantisipasi pengaruh aktivitas konstruksi terhadap

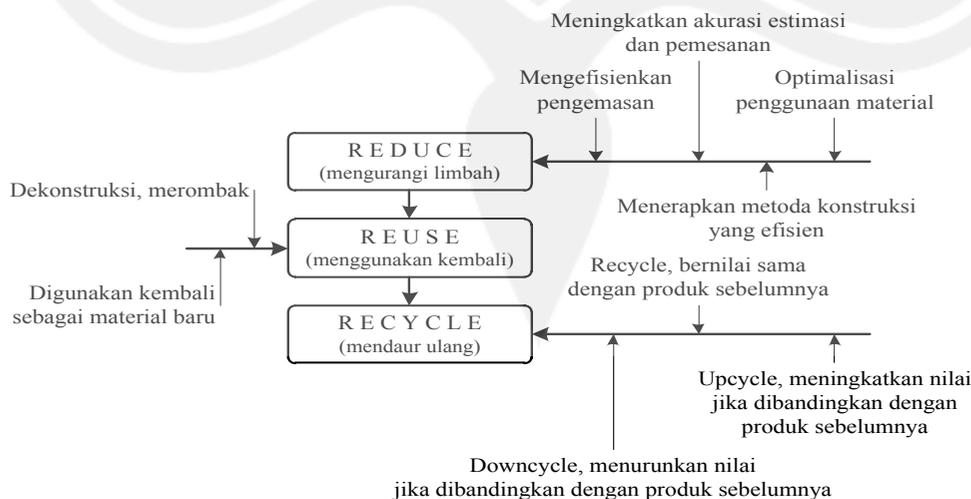
lingkungan dapat menerapkan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) (Gambar 1).

Reuse dapat dibedakan menjadi tiga: (a) *building reuse*, (b) *component reuse*, (c) *material reuse* (Saleh T.M., 2009). *Reuse* sebuah bangunan dapat terjadi manakala seluruh bangunan dapat diselamatkan tanpa proses penghancuran melainkan melalui proses relokasi dan renovasi. *Reuse* sebuah bangunan harus berurusan dengan perencanaan dan disain 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 (Saleh T.M., 2009). *Reuse* komponen bangunan 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 disain inovatif yang memungkinkan untuk dipasang dan dibongkar tanpa mengalami kerusakan agar dapat dipasang pada bangunan lain (McGraw-Hill Construction, 2007). *Reuse* material hasil dekonstruksi struktur bangunan dalam bangunan baru 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. Menggunakan material sampai habis umur pakainya menjadi prioritas utama bagi arsitek dan perencana dalam memilih jenis material yang akan digunakan. (Chini, A. R., 2007).

Regulasi Terkait Material Bekas

Regulasi yang berlaku dalam pengelolaan material bekas diatur secara regional oleh setiap pemerintah daerah berupa peraturan daerah, salah satunya di Makassar. Dalam Peraturan Daerah Kota Makassar, Nomor 2 Tahun 2006, tentang pengaturan perdagangan material bekas yang berasal dari luar kota Makassar. Dalam peraturan ini ditekankan dalam hal perizinan. Pemerintah daerah melaksanakan pengaturan dan pembinaan kepada pelaku usaha kecil menengah yang melakukan kegiatan usaha memperdagangkan material bekas yang berasal dari luar daerah. Pengendalian dan pengawasan yang bergerak dalam usaha ini harus mempunyai izin. Pemberian izin diberikan kepada orang atau badan hukum yang memperdagangkan material bekas yang berasal dari luar daerah. Selain itu, pengendalian dan pengawasan juga dilakukan terhadap material bekas yang dimasukkan atau didatangkan dari luar daerah harus sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Setiap orang atau badan usaha yang akan mendatangkan atau memasukkan material bekas layak pakai dari luar daerah harus terlebih dahulu mendapatkan



Gambar 1. Pengelolaan limbah konstruksi

atau memiliki izin dari walikota, kecuali material bekas dari luar daerah yang akan dipergunakan untuk keperluan sendiri dan beratnya tidak melebihi 20 kg (dua puluh kilogram). Besarnya tarif retribusi izin sebagaimana dimaksud dalam peraturan daerah ini adalah Rp. 200,-/kg (dua ratus rupiah perkilogram). Daerah lain yang mempunyai peraturan daerah tentang material bekas adalah Bangka Tengah yaitu Peraturan Daerah Nomor 18 Tahun 2008 tentang Retribusi Izin Pengumpulan dan/atau Pengiriman Logam Tua dan/atau Material Bekas (Lembaran Daerah Kabupaten Bangka Tengah Tahun 2008 Nomor 76).

DATA

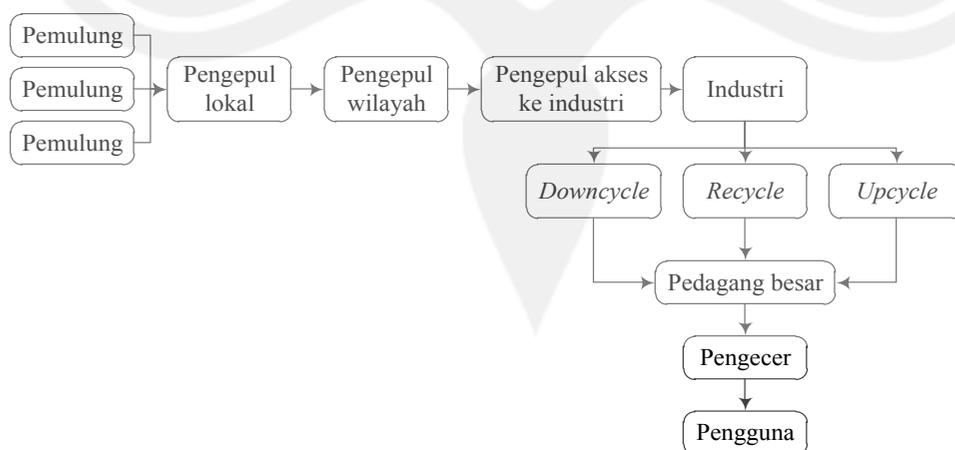
Data dan informasi diperoleh dari daerah Dupak Surabaya, Kokrosono dan Barito keduanya di Semarang, Kentingan Surakarta dan RingRoad Selatan Yogyakarta. Sumber informasi dalam kajian ini adalah para penjual material bekas yang telah bertahun-tahun menekuni bidang ini. Usaha penjualan material bekas ini timbul secara alamiah yang disebabkan oleh mendesaknya kebutuhan ekonomi. Minimnya pendidikan formal bagi sekelompok masyarakat tertentu memperkecil peluang untuk dapat bekerja sebagai pegawai di sektor formal baik di perusahaan maupun instansi pemerintah. Kelompok masyarakat ini disebut dengan masyarakat marginal. Kriteria kelompok marginal ditinjau dari aspek pendidikan adalah kelompok masyarakat yang tingkat buta

hurufnya tinggi dan tidak sekolah. Sedangkan jika ditinjau dari aspek ekonomi yang termasuk dalam kelompok marginal adalah kelompok masyarakat/individu yang pendapatan perkapitanya rendah dan termasuk dalam kategori miskin dimana pendapatannya dibawah pendapatan minimum yang ditetapkan secara nasional dan tidak memiliki pekerjaan/menganggur. Dari 234 juta penduduk Indonesia, saat ini lebih dari 32 juta (13,68%) hidup di bawah garis kemiskinan dan sekitar setengah dari seluruh rumah tangga tetap berada di sekitar garis kemiskinan nasional yang ditetapkan sebesar Rp 200.262; per bulan (World Bank, 2010).

TEMUAN

Recycle

Usaha material bekas ini menjadi salah satu kontributor dalam mendukung *sustainable construction*, khususnya dalam aspek aktivitas daur ulang bahan bangunan bekas pakai. Dalam industri daur ulang, komponen penting yang harus ada adalah bahan baku berupa material bekas, apabila bahan baku ini tidak tersedia maka aktivitas produksinya secara otomatis akan terhenti. Bahan baku ini dapat diperoleh melalui mekanisme yang terbentuk secara alamiah di masyarakat dimana pemulung merupakan rantai pertama dalam proses daur ulang. Adapun mekanisme untuk mendapatkan bahan baku berupa material bekas sampai pada level industri dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme pengadaan bahan baku dalam proses daur ulang

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. Pengepul material bekas bangunan banyak dijumpai di beberapa kota besar diantaranya adalah Surabaya di daerah Dupak, Semarang di Jalan Kokrosono dan Barito, beberapa lokasi di Surakarta, di Yogyakarta dapat dijumpai di jalan lingkaran utara dan selatan. Berdasarkan wawancara terhadap beberapa pengepul material bekas, untuk membuka usaha ini syarat utamanya adalah tersedianya lahan yang cukup luas agar dapat menampung bongkaran bangunan sebanyak mungkin. Pertimbangan utamanya adalah agar dapat melayani pembeli secara maksimal sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Hal ini penting karena semakin luas lahan maka semakin mudah untuk memasang semua material bekas berupa komponen bangunan sehingga mudah ditemukan. Terkadang karena sempitnya lahan material yang dibutuhkan oleh pembeli tidak ditemukan padahal ada dan tertumpuk oleh material bekas lainnya dan hal ini mengakibatkan kerugian bagi pemilik material bekas. 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.

Pemulung

Orang yang memungut material bekas untuk dijual kembali guna memperoleh penghasilan, meskipun sebagian besar orang beranggapan bahwa profesi ini merupakan ancaman terhadap keamanan di kampung dimana penduduk tinggal. Oleh karena itu profesi ini sering dikawatirkan negatif. Pemulung dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: (a) kelompok pertama adalah pemulung lepas yaitu pemulung yang bekerja secara mandiri, (b) kelompok kedua adalah pemulung yang bekerja untuk seseorang. Dalam hal ini pemulung

diberikan pinjaman modal untuk digunakan sebagai biaya dalam menjalankan aktivitasnya. Setelah terkumpul material bekas sebagai hasil kerjanya maka pemulung ini diwajibkan menjual hasilnya kepada orang yang telah meminjamkan modal tersebut yang dibayar dengan cara memotong uang pinjamannya. Biasanya pemberi pinjaman tersebut juga memberikan fasilitas tempat pemondokan di lokasi penampungan material bekas bagi segenap pemulung yang bekerja kepadanya. Disadari atau tidak profesi pemulung ini adalah mata rantai pertama dalam industri daur ulang (*recycle*). Dalam industri daur ulang, komponen penting yang harus ada adalah bahan baku, apabila bahan baku ini tidak tersedia maka aktivitas produksinya secara otomatis akan terhenti. Bahan baku ini dapat diperoleh melalui mekanisme yang terbentuk secara alamiah di masyarakat dimana pemulung merupakan ujungnya. Dari beberapa wawancara dapat digambarkan pola/mekanisme bahan baku berupa material bekas ini dapat sampai pada level industri.

Lelang pembongkaran bangunan.

Aspek penting dalam proses lelang adalah adanya kompetisi antar peserta lelang, oleh sebab itu peserta lelang harus mempunyai batas atas nilai kontrak pembongkaran bangunan. Agar dapat mengikuti lelang diperlukan persyaratan tertentu sesuai dengan keinginan pemilik bangunan. Beberapa persyaratan lelang antara lain adalah: (a) ditetapkan waktu untuk melihat material; (b) peserta mengajukan penawaran lelang sesuai dengan blangko yang ditetapkan; (c) peserta wajib mengajukan penawaran secara tertulis dalam amplop tertutup minimal sesuai harga limit, jika tidak maka peserta akan dinyatakan gugur; (d) surat penawaran dilampiri foto kopi identitas dikirimkan kepada panitia lelang; (e) peserta lelang atau kuasanya wajib hadir saat pelaksanaan lelang; (f) pemenang lelang dikenakan bea lelang sebesar 1% sesuai dengan ketentuan yang berlaku; (g) pemenang lelang tidak diperkenankan mengalihkan hak, kewajiban dan tanggung jawab ke pihak lain tanpa persetujuan panitia lelang.

Selain persyaratan lelang seperti tersebut diatas, juga diatur beberapa hal sebagai berikut: (a) jangka waktu pembongkaran bangunan, (b)

adanya ketetapan untuk membuang seluruh bongkaran dari lokasi maksimal dalam jangka waktu tertentu, (c) ketentuan tidak menggunakan cara tertentu yang dapat membahayakan lingkungan sekitarnya, dan lain sebagainya sesuai dengan lokalitas setempat.

Untuk menghitung nilai bongkaran bangunan yang dilelangkan peserta lelang harus telah menghitung secara rinci nilai komponen material bekas yang dapat dimanfaatkan dengan cara melakukan kuantifikasi terhadap semua komponen bangunan, antara lain volume material kayu, perkiraan berat besi, jumlah kloset, jumlah *washtafel*, jumlah urinal, jumlah kran air, volume kaca, jumlah lampu, panjang kabel, dan material lain yang dapat dimanfaatkan. Dalam lelang bongkaran bangunan peserta lelang harus telah mengetahui dengan pasti material bekas bangunan tersebut akan digunakan dan apabila akan dijual maka harus diketahui dengan pasti harga satuan setiap material bekas bongkaran tersebut. Hal ini untuk menghindari terjadinya kerugian akibat tidak terdistribusinya seluruh material bekas tersebut.

Membeli bongkaran bangunan.

Berbeda dengan lelang, dalam membeli bongkaran bangunan tidak terjadi kompetisi. Pengepul biasanya mendapatkan tawaran secara personal dari pemilik bangunan yang akan dibongkar. Jika pengepul berminat dengan bongkaran bangunan tersebut akan dilanjutkan dengan melihat secara detil dan melakukan kuantifikasi terhadap berbagai jenis komponen bangunan yang masih dapat digunakan. Selanjutnya adalah melakukan tawar menawar harga bongkaran bangunan tersebut dan jika terjadi kesepakatan maka proses pembongkaran dapat

dilanjutkan. Komparasi dalam mendapatkan pasokan material bekas berdasarkan tiga cara tersebut diatas seperti dalam Tabel 1.

Reuse Dan Recycle Material Bekas

Setelah pengepul mendapatkan berbagai jenis material bekas selanjutnya dilakukan pemilahan setiap jenis material bekas bangunan untuk dikelola sesuai dengan fungsi material agar dapat dijual sesuai dengan rencana tahap awal Tabel 2.

PVC

Instalasi air bersih maupun air kotor umumnya digunakan material PVC selain besi. Cara membongkar pipa ini tidak banyak menemui hambatan mengingat cara pemasangannya hanya menggunakan klem. Di pasar material bekas material ini banyak ditemukan dengan kondisi yang bervariasi dalam ukuran panjangnya. Hal tersulit dalam membongkar pipa PC adalah jika sambungan antar pipa menggunakan lem kontak yang pada umumnya sangat kuat sehingga pipa harus dipotong. Oleh sebab itu jarang ditemui pipa PVC dalam ukuran panjang yang utuh sesuai dengan panjang aslinya.

Penutup Atap

Sebagai penutup atap bangunan, genteng baik yang terbuat dari beton maupun tanah liat pada umumnya masih dapat digunakan kembali. Hal ini disebabkan karena kemudahan dalam membongkar penutup atap tanpa mengalami kerusakan yang berarti. Harga di pasar material bekas adalah ± Rp. 600; per buah. Penutup atap lainnya adalah material asbes dan seng.

Tabel 1. Komparasi Sistem Pasokan

Aspek Dipertimbangkan	Dipasok Pemulung	Lelang Bongkaran	Beli Bongkaran
Aspek legalitas	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

Tabel 2. Jenis Material Bekas dan Potensi Pemanfaatannya

Jenis material bekas bangunan di pasaran		<i>Reuse</i>	<i>Recycle</i>	
PVC		<input checked="" type="checkbox"/>		
Penutup atap	Asbes gelombang	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Genteng	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Seng	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Sanitary fixtures</i>	Floor drain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Washtafel	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Urinal	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Kran air	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kloset	Reproduksi	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Cacat produk	<input checked="" type="checkbox"/>	
Kayu	Kusen bekas	Reproduksi	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Kolektor	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kusen antik	Makelar	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Penjual	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Balok kayu berbagai ukuran	<input checked="" type="checkbox"/>		
Multipleks	<input checked="" type="checkbox"/>			
Besi	Tulangan	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Pipa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Penutup lantai	Ubin	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Keramik	<input checked="" type="checkbox"/>		
Lain-lain	Handel pintu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engsel pintu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Gypsum	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kaca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Tandon air	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Stop kontak	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Saklar	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Kabel listrik	<input checked="" type="checkbox"/>		

Catatan: diolah dari berbagai sumber melalui wawancara

Sanitary Fixtures

Merupakan komponen yang termasuk dalam arsitektural sebuah bangunan, antara lain: kloset, *washtafel*, urinal, kran air, Di pasar material bekas komponen yang tersedia adalah kloset jongkok maupun duduk, *washtafel*, kran air. Kloset bekas pakai dapat diperoleh di pasar material bekas seperti yang berada di Jl. Kokrosono Semarang. Harga kloset jongkok bekas adalah ± Rp.90.000 sedangkan kloset duduk adalah ± Rp. 350.000. Selain material bekas juga tersedia kloset baru namun terdapat cacat dalam proses produksinya, untuk jenis ini harga per buahnya adalah ± Rp.100.000.

Kayu

Sebagai material penting dalam sebuah bangunan, kayu digunakan untuk: bagian atap berupa kuda-kuda, rangka penutup atap, rangka plafon, kusen, daun pintu dan jendela, lisplang. Besarnya anggaran pembelian kayu dalam sebuah bangunan berkisar antara 10% s/d 15% dari anggaran total bangunan. Terkait dengan pengadaan kayu ini khususnya yang tersedia di pasar material bekas adalah kusen pintu, kusen jendela, daun pintu, dan daun jendela.

Kusen-kusen bekas bongkaran bangunan berupa gawang pintu, jendela, daun pintu, daun jendela, angin-angin, dan lainnya dapat dipisahkan berdasarkan kusen antik dan kusen

yang tidak bernilai antik atau kusen biasa. Kusen-kusen biasa dibedakan menjadi kusen yang siap untuk dijual tanpa melakukan perbaikan dan kusen yang perlu direproduksi terlebih dahulu sebelum dijual atau untuk melayani pemesanan pelanggan.

Penyimpanan kusen-kusen bekas bongkaran bangunan tersebut diletakkan begitu saja di lapangan terbuka. Pada umumnya kayu kusen tersebut telah berumur cukup lama sehingga pengaruh kembang susut kayu tidak menjadi persoalan.

Kusen bekas dapat dikelola melalui dua cara, cara pertama, kusen tersebut dapat langsung dijual tanpa dilakukan perbaikan sedangkan cara kedua, kusen direproduksi terlebih dahulu disesuaikan dengan pesanan pembeli. Untuk kebutuhan kayu dalam aktivitas reproduksi dapat digunakan kayu bekas kusen lain yang masih dapat dimanfaatkan.

Kusen hasil reproduksi ini dijual berdasarkan perhitungan harga per meter panjang dengan ukuran tertentu. Untuk kusen kayu Jati bekas dengan ukuran 6/12 cm ($\approx 0,0072 \text{ m}^3$) yang telah direproduksi dapat dijual dengan harga \pm Rp. 125.000/ meter panjang (\approx Rp. 17.361.111/ m^3).

Jika dibandingkan dengan kusen baru dimana harga kayu Jati kelas terbaik adalah Rp.15.000.000/ m^3 maka harga kusen bekas masih lebih murah \pm 20%. Sedangkan untuk kayu kalimantan harga jualnya adalah \pm Rp. 65.000/ meter panjang (\approx Rp.9.027.777/ m^3). Berbeda untuk daun pintu jati panel dengan lebar 82 cm, tinggi 210 cm dan tebal \pm 4 cm harga per buahnya adalah \pm Rp. 1.500.000 (\approx Rp. 21.777.700/ m^3), sedangkan untuk kayu bangkirai dengan ukuran sama seharga \pm Rp. 800.000 (\approx Rp. 11.614.401/ m^3).

Untuk daun jendela kayu jati dengan ukuran 60 x 150 cm harga setiap daun jendela adalah Rp. 450.000; sedangkan selain kayu jati Rp. 300.000.

Besi

Komponen besi dalam bangunan terdiri dari besi untuk kebutuhan tulangan dalam beton bertulang, pipa besi untuk instalasi air bersih dan kotor, besi siku untuk keperluan penggantung dalam instalasi litrik dan keperluan lainnya. Kebutuhan besi dalam bangunan berkisar antara 0,5% s/d 1% dari anggaran total bangunan.

Besi yang tersedia di pasar material bekas adalah pipa besi dalam berbagai ukuran diameter maupun panjang dan besi untuk keperluan tulangan dalam membentuk komponen bangunan beton bertulang. Pada umumnya besi tulangan yang diperoleh dari hasil membongkar bangunan bervariasi dalam hal dimensi dan panjangnya, hal ini tergantung pada dimensi komponen beton bertulang yang dibongkar. Untuk pemanfaatan kembali besi tulangan ini, pertama dipisahkan antara besi dengan agregat betonnya selanjutnya besi tulangan yang sudah tidak lurus lagi ini diluruskan dengan cara dipukul menggunakan alat sederhana berupa palu besi secara perlahan sepanjang besi tulangan sampai pada tingkat kelurusan yang maksimal. Harga jual dari besi tulangan bekas ini \pm 70% dari harga besi tulangan baru.

Penutup Lantai

Penutup lantai yang terdapat di pasar material bekas adalah ubin sedangkan keramik jarang dijumpai dikarenakan tingkat kesulitan dalam membongkar secara utuh. Dalam membongkar ubinpun juga akan menemui kesulitan jika spesi yang digunakan untuk perekatnya menggunakan campuran semen dan pasir, namun jika menggunakan material kapur sebagai perekatnya kemungkinan untuk dilepas dalam keadaan utuh masih ada dan dapat digunakan kembali.

Komparasi Membeli Material Bekas dan Material Baru

Tabel 3. Komparasi pembelian material di material bekas dengan toko bangunan

Aspek Dipertimbangkan	Toko Material Bekas	Toko Bangunan
Konservasi sumberdaya alam	Mendukung konservasi	-
Ketersediaan material	Tidak terjamin selalu ada, tergantung hasil bongkaran bangunan	Lebih terjamin
Harga material	Relatif lebih murah karena material bekas	Relatif lebih mahal
Kualitas	Kualitas untuk material tertentu dapat lebih tinggi (misalnya reproduksi kusen kayu jati), sedangkan material yang tidak mengalami reproduksi lebih rendah.	Sesuai kualitas pabrik pembuatnya
Cara mendapatkan	Relatif lebih sulit mengingat penyimpanan di lokasi kurang terstruktur dan jumlah penjual material bekas relatif lebih sedikit	Mudah
Fleksibilitas	Dimungkinkan membeli material dalam ukuran/jumlah yang dibutuhkan (misalnya pipa besi 1 m panjang)	Harus membeli dalam satuan yang ditetapkan (misalnya pipa harus membeli 1 batang)
Keberlanjutan	Tergantung ada tidaknya bongkaran bangunan	Tergantung proses produksi oleh pabrik

KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari kajian ini adalah: (1) Sebagian besar material bekas bangunan masih mempunyai *value* (moneter dan lingkungan) setelah melalui proses perbaikan atau reproduksi. Harga di pasaran untuk sebuah kusen reproduksi yang terbuat dari kayu jati cenderung lebih murah dengan kualitas kayu yang lebih baik mengingat kayu yang digunakan adalah kayu yang cukup umur, (2) Komponen material bekas dari material besi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk proses daur ulang. Khusus untuk besi tulangan, selain sebagai bahan baku daur ulang dapat digunakan kembali (*reuse*), (3) Manfaat dari eksistensi pasar material bekas adalah: (a) mendukung konservasi sumberdaya alam; (b) harga material relatif lebih murah; (c) fleksibilitas dalam memenuhi kebutuhan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Chini, A. R., 2007, *General Issues of Construction Materials Recycling in the USA*, Conceil International du Batiment, 1994.
- Hendrickson, C dan Horvath, A 2000, Resource use and environmental emissions of U.S. construction sectors, *Journal Construction Engineering Management.*, 126 (1), hh. 38-44.
- Kulatanga, U., Amaratunga, D., Haigh, R. and Rameezden, R. 2006, Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka. *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Emerald Group Publishing Ltd., United Kingdom. Vol. 17, No. 1, pp. 57-72.
- McGraw-Hill Construction, 2007, Greening of Corporate America, *SmartMarket Report*.

- Nitivattananon, V. dan Borongan, G. 2007, *Construction and Demolition Waste Management: Current Practices in Asia*, *Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, 5 - 7 September 2007, Chennai, India*. pp.97-104.
- Peraturan Daerah Kota Makassar, Nomor 2 Tahun 2006, tentang Pengaturan Perdagangan Material Bekas Layak Pakai.
- Saleh T.M., 2009, *Building Green Via Design For Deconstruction And Adaptive Reuse*, University of Florida.
- Undang Undang Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- United States Environmental Protection Agency*, 1998.
- Widjanarko, A 2009, *Bangunan dan Konstruksi Hijau*, dokumen dipresentasikan di *Seminar Nasional Teknik Sipil V-2009, Surabaya, 11 Pebruari*.
- www.epa.gov
- www.worldbank.org

