

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Judul

Kajian arsitektural dengan judul “APLIKASI MATERIAL DAUR ULANG SAMPAH GELAS PLASTIK SEBAGAI BAHAN PENGISI KOMPONEN BANGUNAN PUSLIT SAMPAH” perlu dideskripsikan maksudnya agar pembaca dan penyusun berada dalam koridor pandangan yang sejalan. Penjelasan judul kajian dijabarkan sebagai berikut:

2.1.1 Aplikasi

Aplikasi yang dimaksud dalam kajian ini adalah penggunaan atau penerapan. Penggunaan/ penerapan bahan daur ulang sampah gelas plastik pada bangunan

2.1.2 Bahan/ material

Bahan atau material yang dimaksud dalam bahasan ini adalah bahan/ material yang biasa digunakan atau juga material yang berpotensi untuk digunakan dalam bangunan walaupun fungsi awal material tersebut tidak diperuntukkan sebagai material bangunan.

Supriyatna (2011) menyatakan bahwa bahan/ material bangunan biasa disebut material konstruksi yang berdefinisi seluruh bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan pada suatu proses konstruksi.

Sudjana (2011) menyatakan bahwa istilah lain dari bahan/ material untuk bangunan adalah bahan-bahan teknik yang didefinisikan bahan yang dapat digunakan baik secara langsung maupun melalui proses pengolahan dan berfungsi sebagai bahan baku suatu produk yang bermanfaat.

Bahan material berdasarkan pemakaiannya sebagai produk jadi maupun sebagai bahan baku dibedakan menjadi 2 yaitu bahan alam dan bahan tiruan/ sintetis.

Bahan/ material yang dimaksud dalam kajian ini adalah bahan sintetis yang diperoleh dari senyawa kimia, wujud bahan material yang dimaksud adalah plastik jenis 5 (PP/ Polypropylene).

2.1.3 Daur Ulang

Pemrosesan kembali bahan yang pernah dipakai, misal serat, kertas, dan air untuk mendapatkan produk baru (KBBI *Offline*, 2011). Daur ulang dalam kajian ini adalah memroses kembali sampah gelas plastik untuk mendapatkan produk baru dengan fungsi yang baru sebagai bahan pengisi komponen bangunan

2.1.4 Sampah

Sampah adalah material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya. Pada dasarnya, dalam proses alamiah sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanyalah produk-produk yang dihasilkan setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung (Wikipedia bahasa Indonesia-ensiklopedia bebas, 2011)

2.1.5 Gelas Plastik

Gelas plastik yang dimaksud dalam kajian ini adalah kemasan air minum 220 ml berbahan dasar PP/ *Polypropylene*

2.1.6 Bahan Pengisi

Bahan pengisi yang dimaksud dalam kajian ini adalah bahan penyusun panel. Panel-panel yang dihasilkan sebagai produk daur ulang berupa panel non-struktural. Panel berfungsi sebagai panel plafon, panel penutup lantai dan panel dinding.

Material yang digunakan sebagai bahan pengisi adalah sampah gelas plastik yang diolah terlebih dahulu. Pengolahan yang dilakukan untuk menghasilkan bahan pengisi adalah pemotongan, pencacahan dan pengepressan. Sampah gelas plastik yang telah diolah tersebut dicetak, ditata atau dibentuk dalam modul berukuran 30 x 30 cm yang bisa diaplikasikan lagi sebagai material pengganti batu bata, modul plafon, penutup lantai dan modul dinding partisi

2.1.7 Komponen bangunan

Komponen bangunan dikaji untuk diaplikasi sampah gelas plastik adalah plafon, dinding dan lantai. Fungsi lebih spesifik dari produk sampah gelas plastik adalah penutup plafon, bahan pengisi dinding dan penutup lantai

2.1.8 Pusat Penelitian

Wadah fungsional sebagai organisasi program yang melaksanakan dan mengelola penelitian atau riset sesuai dengan bidang-bidang yang diamatkan

2.1.9 Pusat Penelitian Sampah

Wadah fungsional sebagai organisasi program yang melaksanakan dan mengelola penelitian atau riset sesuai dengan bidang persampahan.

2.2 Tinjauan Arsitektural

2.2.1 Prinsip pokok *waste architecture*

Proses daur ulang sampah (*recyclicity*) dalam ranah arsitektur dan konstruksi mengutamakan pemanfaatan sampah dalam kondisi masih jelas bentuk fisiknya (tidak rusak akibat pembusukkan). *Recyclicity, whose focus is mainly on architecture and construction, are investigating using waste in its initial state* (Scholtus, 2007).

Pemanfaatan sampah pada fase ini menyebabkan berkurangnya energi untuk distribusi bahan konvensional karena sampah bisa menggantikan fungsi material konvensional serta mampu memicu inovasi dan kreatifitas dalam desain.

Berdasarkan uraian di atas, pengertian daur ulang sampah dalam dunia arsitektur untuk menghasilkan desain dari bahan daur ulang didasari konsep *recycled* yang memanfaatkan sampah dalam bentuk awalnya. Hal terpenting dalam upaya mengaplikasikan material sampah pada bangunan adalah energi pengolahan yang dihabiskan untuk mendaur ulang tidak lebih besar daripada material konvensional yang digantikan fungsinya. Selain itu desain harus kontekstual terhadap pasokan material dalam kawasan proyek agar energi pendistribusian pasokan material lebih hemat daripada pendistribusian pasokan material di pasaran.

Bahamón (2011) menyatakan bahwa hal terpenting dalam proses mendaur ulang (*recyclicity*) adalah penghematan energi untuk mencuci, distribusi pasokan material, pemanasan dan lain sebagainya. Hal-hal semacam itu membuat para desainer dan arsitek memikirkan cara peningkatan nilai fungsi sampah dalam fungsi barunya dengan konsumsi energi yang lebih sedikit daripada produk fabrikasi.

2.2.2 Ruang transisi dan ruang pelatihan

1. Ruang (space)

Berdasarkan catatan Dr.Ir.Galih Widjil Pangarsa sebagai penutup tulisan dalam buku “RONG, Wacana Ruang Arsitektur Jawa (Prijetomo,2010); (Pangarsa,2010), ruang adalah pernaungan yang meneduhi secara batin dan meneduhi secara lahir. Meneduhi secara lahir terkait dengan batas, partisi, penghalang secara fisik sedangkan meneduhi secara batin terkait dengan interaksi yang tetap terjaga dalam suatu aktifitas walaupun batas secara fisiknya terlihat.

...Skema inilah menurut saya, yang menunjukkan esensi pernaungan: ya meneduhi secara lahir, ya ‘menaungi’ secara batin. Menurutku, yo iki wit/pohon sing wujud bangunan. Arsitektur Nusantara tumbuh dari pohon, sedangkan Barat tumbuh dari gua.... (Pangarsa: 2010).

2. Ruang pembelajaran (latar pembelajaran/ *learningscape*)

Betapa pun berandalnya seseorang anak-muda di jalan raya (misalnya dengan motor yang knalpotnya di-”plong” sehingga bersuara sangat keras), ketika masuk gang kampung, ia berubah menjadi santun. Seorang bocah kampung, sejak mulai bisa berjalan, akan ikut serta memakai gang di depan rumahnya sebagai tempat belajar bermasyarakat dan belajar menjaga keselamatannya sendiri; para ibu tetangganya pun ikut menjadi pengasuhnya (Pangarsa: 2011).

Latar pembelajaran yang dimaksud adalah kampung. *Learningscape* yang dimaksud adalah kenyataan. Kenyataan hidup dengan segala permasalahan, kehidupan sosial dan kemajemukan ada di kampung. Kampung disebut sebagai *learningscape* karena kemajemukannya holistik/ menyeluruh meliputi segala aspek kehidupan.

2.3 Tinjauan Objek Komparasi (Cara Pengelompokkan Material Daur Ulang dan Cara Penyajiannya)

2.3.1 *Marjan Teeuwen's destroyed houses*



Gambar 2.1 Dinding yang sengaja dilubangi untuk sirkulasi penghubung antar ruang
Sumber: Steph, 2011

Seniman Belanda Marjan Teeuwen merancang sebuah karya instalasi berjudul “Destroyed Houses” dengan reklamasi reruntuhan bangunan yang telah hancur dan ditinggalkan. Perancangan ulang dan pengembangan desain dilakukan di studio untuk mendesain efek estetika dan sisi artistik ruang dengan material bekas yang ukuran dan jenisnya berbeda-beda.



Gambar 2.2 Dinding dilubangi secara bebas, bagian mana yang dikehendaki untuk berlubang merupakan proses merancang yang hanya seniman itu sendiri yang memahami
Sumber: Steph, 2011



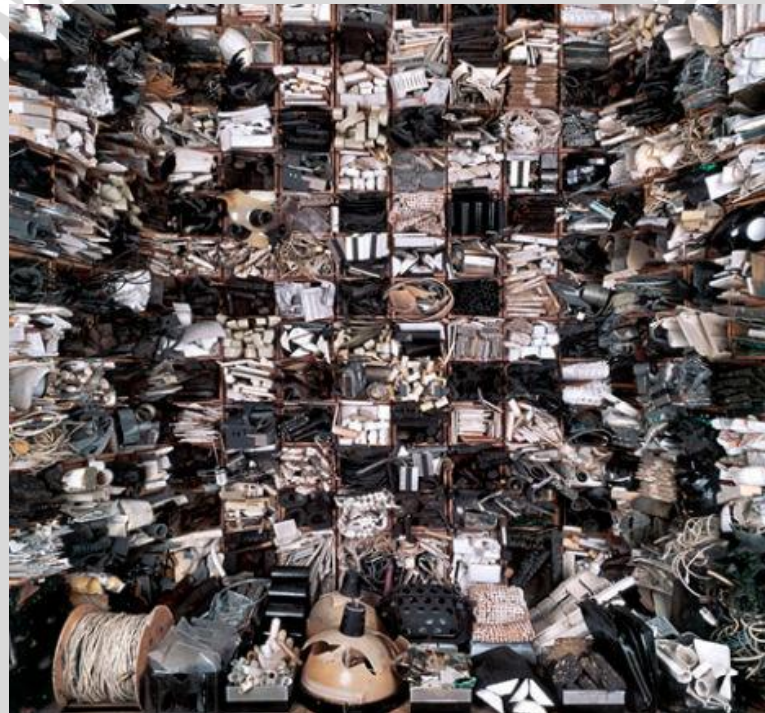
Gambar 2.3 Pengelompokan warna untuk menurunkan kontras antar jenis material yang berbeda
Sumber: Steph, 2011

Sisa-sisa bongkaran dan material bekas yang ditambahkan dalam desain dikategorikan menurut fungsi, tekstur dan warna. Cara kerja Marjan Teeuwen dalam mendesain “Marjan Teeuwen’s Destroyed Houses” dilakukan dengan mulai melubangi dinding dan lantai setiap ruang termasuk kamar tanpa mengindahkan apakah ruang tersebut dikenali fungsi awalnya atau tidak. Pendekatan desain yang dilakukan Marjan Teeuwen’s lebih kepada suasana ruang yang menggambarkan suatu ruang yang porak-poranda sejak ditinggalkan penghuninya daripada pendekatan fungsional seperti yang dipertimbangkan dalam penataan ruang secara arsitektural. Seni bangunannya condong pada seni instalasi yang mengedepankan sensasi dan rasa dalam ruang.

Dalam desain seni instalasinya, Teeuwen membongkar dinding dari sebuah blok apartemen pasca-perang di Amsterdam sekaligus memungut pintu-pintu bekas dari dalam blok apartemen tersebut untuk digunakan kembali. Pintu-pintu yang telah rusak tersebut digabung-gabung dan difungsikan sebagai partisi.



Gambar 2.4 Dinding yang sudah dilubangi sengaja tidak dirapikan kembali
Sumber: Steph, 2011



Gambar 2.5 Modul kotak-kotak digunakan untuk memperjelas pola penataan material
Sumber: Steph, 2011

Gambar salah satu dinding tersusun dari berbagai material yang berbeda bentuk namun dikelompokkan dan dipadukan melalui komposisi warna. Cara penyusunannya tidak dengan direkatkan satu sama lain namun hanya diletakkan saja dan ditata acak pada sebuah rak kayu kotak-kotak, hal yang diutamakan adalah tertutupnya ruang dengan partisi dinding yang dirancang.



Gambar 2.6 Pengelompokan warna, fungsi dan tekstur untuk menurunkan kontras jenis material yang berbeda
Sumber: Steph, 2011

Keterangan di atas menjelaskan bahwa rak kotak-kotak digunakan sebagai modul penataan untuk menjaga kerapian dan memperjelas pola penataan material-material yang pada dasarnya saling kontras dan sulit mencapai keserasian antar material. Pengelompokan warna yang sama sangat membantu menurunkan perbedaan mencolok dari bentuk, ukuran maupun jenis bahan barang-barang bekas tersebut. Modul penataan bisa disembunyikan atau ditampilkan secara jelas.



Gambar 2.7 Pengelompokan warna, fungsi dan tekstur untuk menurunkan kontras jenis material yang berbeda
Sumber: Steph, 2011

2.3.2 Shiny landscape from 65,000 discarded CDs



Gambar 2.8 Shiny landscape
Sumber: Naaz, 2011

Elise Morin seorang seniman dan rekannya seorang arsitek Clémence Eliard mendesain sebuah karya instalasi dari Cassete Disc (CD) bekas yang ditumpuk di atas kantong udara berbentuk gelembung di halaman sebuah gedung. Morin dan Eliard telah **menjahit bersama 65.000 CD bekas** untuk membentuk gelombang besar kepingan-kepingan CD. Enam puluh lima ribu kepingan CD dibutuhkan untuk membuat instalasi “Shiny landscape” yang mengkilapkan halaman Halle d'Aubervilliers of Centquatre di Paris dan menempati area seluas 500m².

Karya instalasi Morin dan Eliard menunjukkan bahwa bahan limbah dapat digunakan sebagai bahan baku kreatifitas sekaligus sangat menarik jika diolah secara cerdas. Di masa depan, kepingan-kepingan CD akan didaur ulang menjadi polikarbonat.

Hal yang dapat dipelajari dari karya Elise Morin adalah presentasi hasil karya dalam hal ini pameran karya seni. Cara memamerkan karya seni tidak selalu dikemas dalam etalase yang kaku namun bisa juga diletakkan dengan bebas agar pengunjung bisa menyentuh dan merasakan objek pameran sehingga merasa menjadi bagian dan ikut andil dalam karya tersebut.

Fungsi ruang pameran untuk turut menciptakan kesan, menggugah rasa, memancing kreatifitas dan meningkatkan kesadaran pengunjung akan pentingnya suatu tema karya seni yang dipertontonkan akan lebih efektif jika ruang pameran

tersebut tidak hanya memanjakan visual dari indera penglihatan saja namun juga perasaan dengan memainkan skala (besar, sangat besar, sangat tinggi, monumental dan sebagainya), indera pendengaran dengan suara-suara alam sekitar yang dibiarkan masuk ke dalam ruang pameran atau dengan sengaja menghadirkan suatu ruang pameran di ruang bebas, indera peraba dengan mengemas karya-karya seni yang dipamerkan sedekat mungkin dengan pengunjung dan memungkinkan pengunjung untuk menyentuhnya serta indera pengecap dengan merancang suatu ruang pameran yang nyaman untuk bercakap-cakap, berkomentar dan mengamati serta mengeluarkan kritik-saran seketika di tempat tanpa menimbulkan gema sehingga dalam ruang pameran tersebut pengunjung tidak harus diam. Bagaimanapun visi suatu karya butuh untuk disampaikan dan dipastikan benar-benar sampai kepada penikmatnya seutuh mungkin dan selengkap mungkin dengan berbagai cara dan mengoptimalkan potensi manusia yang menikmatinya.

2.4 Cara pengolahan sampah plastik

2.4.1 *Reuse* (dimanfaatkan kembali dalam wujud asli sampah plastik yang masih terlihat)

Sampah plastik yang biasa digunakan untuk kerajinan tangan, dijadikan komoditas seni instalasi, dirangkai, dan disusun begitu saja cukup dimanfaatkan kembali dengan mencucinya dan dikreasikan sesuai fungsi baru yang didesain.

2.4.2 *Recycled* dengan alat








Plastik dapat diolah terlebih dulu menjadi fungsi baru dengan tambahan bahan kimia atau diubah bentuk fisiknya dengan menggunakan alat. Plastik dibedakan menjadi 2 jenis sehingga cara pengolahannya berbeda.

Jenis-jenis plastik dan cara pengolahannya disajikan sebagai berikut:

1. Termoplastik (HDPE, PVC, PET, LDPE, PP, PS)

1) Sampah plastik disortir/dipilah-pilah dahulu. pengelompokan jenis dilakukan secara manual oleh petugas pemilah. selain dari jenis plastik, pengelompokan juga dilakukan berdasarkan warna, karena perbedaan warna biasanya menunjukkan jenis plastik yang berbeda. Alat yang digunakan untuk membantu pelaksanaan proses pemilahan agar lebih mudah dibutuhkan **conveyer feeder / conveyer pengumpanan dan conveyer pemilah**. Berikut simbol plastik sesuai jenisnya:

Tabel 2.1. Simbol Daur Ulang pada Botol Plastik

Simbol daur ulang	Jenis plastik	Sifat-sifat	Aplikasi kemasan
	Polietilen Tereftalat (PET, PETE)	Bening, kuat, tangguh non permeabel (gas dan uap air)	Minuman ringan, botol air, kemasan salad, kemasan keju, kemasan kacang
	High Density Polietilen	Kaku, kuat, tangguh, taha lembab	Kemasan susu, kemasan jus buah, kantong belanja
	Polivinil klorida (PVC)	Tangguh, kuat, mudah dicampur	Botol jus, pipa air, bungkus plastik
	Low Density Polietilen (LDPE)	Mudah diproses, kuat, tangguh, fleksibel, mudah disegel, tahan lembab	Kantong makanan beku, botol remas (kecap, saus, madu), bungkus plastik
	Polipropilen (PP)	Kuat, tangguh, tahan panas, tahan minyak, tahan bahan kimia, tahan lembab	Peralatan dapur, peralatan microwave, wadah yoghurt, piring dan mangkok sekali pakai
	Polistren (PS)	Mudah dibentuk dan diproses	Karton telur, sterofoam, mangkuk sekali pakai, barang-barang elektronik
	Plastik lain (Polikarbonat atau ABS)	Tergantung dari jenis polimernya	Botol minuman, botol susu bayi, barang-barang elektronik

Sumber: Google (2011)

- 2) Selanjutnya, plastik yang sudah dipilah tersebut dimasukkan ke dalam **mesin crusher plastik**, mesin dinyalakan terlebih dulu dengan mengaktifkan mesin motor diesel (atau motor listrik) yg dikaitkan dengan mesin penggilingnya. diperlukan petugas untuk memasukkan bahan plastik ke mesin. pada proses ini bagian atas mesin terdapat corong untuk memasukkan air + deterjen untuk mencuci plastik tahap pertama. selain terjadi proses pencucian, plastik mengalami pencacahan/penggilingan sehingga ukuran menjadi lebih kecil
- 3) di dalam mesin terdapat saringan, sehingga bila ukuran plastik yg hancur sudah sesuai lubang saringan akan keluar sbg hasil olah plastik (biji plastik)

- 4) lalu, biji plastik harus dicuci lagi untuk kedua kalinya agar lebih bersih dengan menggunakan **mesin pencuci bijih plastik**
- 5) pilah kembali serpihan plastik untuk membedakan tiap tipe plastik. Media yang digunakan adalah air atau minyak goreng. Plastik yang telah dibedakan tipenya (tenggelam dan mengapung), dipisahkan untuk diproses sesuai dengan tipenya (pada tahap *melting* dengan menggunakan **mesin pellet**). Berikut media pemilahan plastik:

Tabel 2.2. Media pemilahan plastik

No.	Tipe plastik	Media air	Media minyak
1	PET	Terapung	Terapung
2	HDPE	Terapung	Terapung
3	PVC	Tenggelam	Tenggelam
4	LDPE	Terapung	Terapung
5	PP	Tenggelam	Tenggelam
6	PS	Terapung	Terapung
7	Multilayer	Terapung	Terapung

Sumber : Pratiwi, I. H; *et al.* 2006

- 6) bijih plastik yang sudah dicuci dimasukkan ke dalam **mesin pengering** atau cukup dikeringkan dengan dijemur saja
- 7) di dalam **mesin pellet** terdapat element panas untuk ‘membakar’ plastik agar menjadi lebih cair/ berbentuk gel. Berikut tabel temperatur leleh plastik berdasarkan jenisnya :

Tabel 2.3. Tabel Temperatur Leleh Plastik Berdasarkan Jenisnya

No.	Tipe plastik	Temperatur leleh
1	PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	70 ⁰ C – 80 ⁰ C
2	HDPE (High Density Polyethylene)	70 ⁰ C – 80 ⁰ C
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	70 ⁰ C – 100 ⁰ C
4	LDPE (Low Density <i>Polyethylene</i>)	70 ⁰ C – 80 ⁰ C
5	PP (Polypropylene)	160 ⁰ C – 170 ⁰ C
6	PS (Polystyrene)	80 ⁰ C – 95 ⁰ C
7	Multilayer	Pengecoran

Sumber : Pratiwi, I. H; *et al.* 2006

- 8) perangkat sekr (screw) di dalam mesin pellet menjadikan plastik yg telah menjadi gel tersebut menjadi ‘mie’ plastik / *strand* (disebut ‘mie’ karena gel tadi sudah menjadi agak padat dan dicetak menjadi panjang-panjang). terjadi proses pembuatan ‘mie’ dalam 2 tahap yaitu yg plastiknya bersumber dari petugas dilanjutkan yg bersumber dari mesin (proses ini dilakukan agar menghasilkan output mie plastik yg stabil)

yang kemudian dilakukan pendinginan untuk dipotong dengan **mesin pemotong** sehingga dihasilkan pellet plastiknya sebesar beras

Secara singkat, proses pengolahan sampah plastik hingga menjadi pellet plastik melalui alat-alat sebagai berikut:

conveyer feeder / conveyer pengumpan → **conveyer pemilah** → **mesin crusher plastik (sambil dialiri air + detergen)** menghasilkan bijih plastik → **mesin pencuci bijih plastik** → (1 wadah yang diisi air + 1 wadah yang diisi minyak) untuk membedakan tiap tipe plastik berdasarkan beratnya → **mesin pengering atau dijemur saja dengan panas matahari** → **mesin pellet** → **wadah untuk mendinginkan** → **mesin pemotong pellet**.

Alat pengolahan plastik di industri plastik menggunakan mesin yang dipasang serangkaian dengan menggunakan sedikit tenaga manusia dan cukup dihubungkan dengan *conveyer*.

Tabel 2.4 Alat pengolahan plastik pada industri

TIPE	YDN- V 160
PRODUCTS	PP/ LDPE/ LLDPE/ EVA/ ABS/ PS
MAX. OUTPUT/HOUR	PP= 900 kg HDPE= 950 kg LDPE= 1000 kg
TOTAL POWER CONSUMPTION	526 kw
BARREL COOLING	AIR



Sumber: Zhangjiagang Fangsheng Machinery, 2011

2. Plastik multilayer

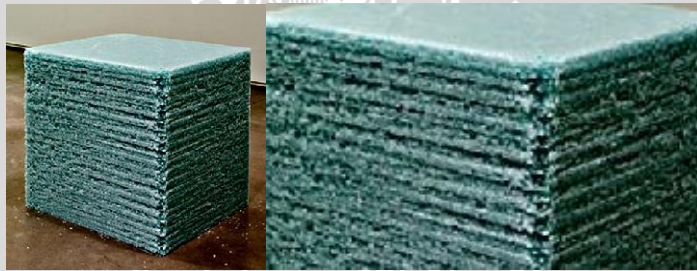
- 1) Cuci plastik multilayer dan bersihkan dari sisa kotoran yang masih melekat. Misalkan untuk sachet sampo bersihkan dari sisa sampo yang masih ada
- 2) Keringkan dengan cara dijemur

- 3) Setelah kering, bakar plastik multilayer sampai semua kandungan plastik leleh. Setelah kandungan plastik leleh, yang tersisa adalah kandungan aluminium (logam)
- 4) Kandungan logam yang tersisa akan dilelehkan dengan menggunakan tungku pemanas dengan temperatur 700°C untuk aluminium, 1500°C untuk besi, dan $> 1500^{\circ}\text{C}$ untuk baja. Hasil lelehan logam dicetak lalu dinginkan.

Secara singkat, proses pengolahan sampah plastik hingga menjadi pellet plastik melalui alat-alat sebagai berikut:

conveyer feeder / conveyer pengumpan → conveyer pemilah → wadah untuk menjemur → alat pembakaran hingga tersisa kandungan aluminiumnya (logam) → tungku pemanas untuk melelehkan logam → cetakan logam → wadah untuk mendinginkan

2.4.3 *Recycled* (dicacah dan dipres untuk membentuk fungsi baru)



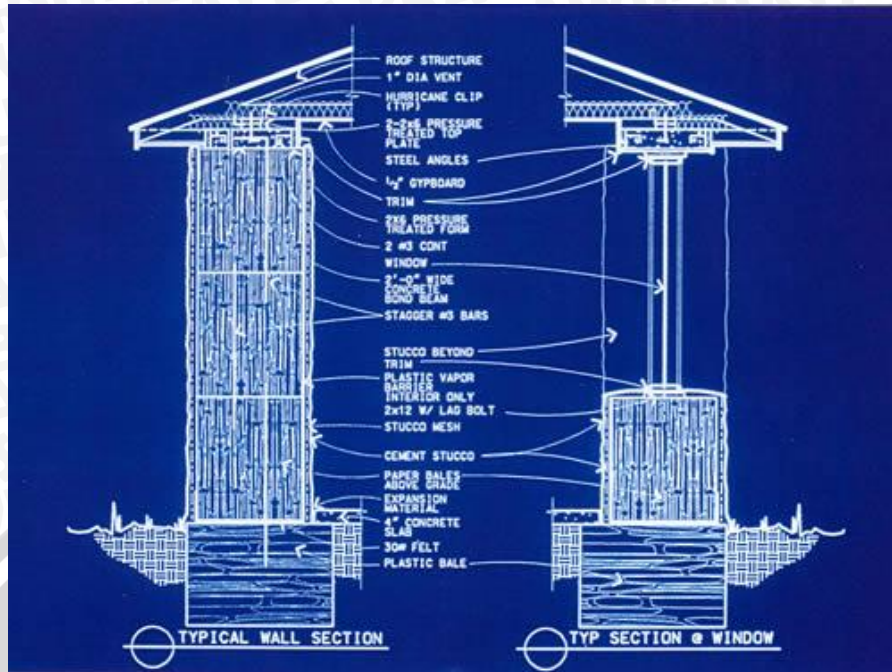
Gambar 2.9 plastik press yang dipres setelah dicacah terlebih dahulu
Sumber: www.berkshirefinearts.com, 2008

2.5 Sampah Plastik sebagai Material Bangunan dan Komponen bangunan

2.5.1 Struktur plastik karya Doug Eichelberger

Doug Eichelberger, seorang arsitek yang memiliki minat dalam bidang material melakukan riset tentang material alternatif untuk bangunan. Riset pertama tahun 1992 yang dilakukannya meneliti tentang konstruksi kertas dan plastik. Spesifikasi struktur:

1. Bal-bal sampah kertas dan bal-bal sampah plastik disusun dengan meletakkan bal sampah kertas di atas pondasi bangunan yang mengaplikasikan bal sampah plastik seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.10 Gambar kerja konstruksi bal sampah plastik dan bal sampah kertas
Sumber: Eichelberger, 2007



Gambar 2.11 Bal sampah kertas yang ditumpuk di atas pondasi bal sampah plastik
Sumber: Eichelberger, 2007

2. Berat masing-masing bal sampah kurang lebih 1800 lbs
3. Ukuran bal sampah : 4' x 3' x 3' (10cm x 8cm x 8cm)
4. Dirakit/dirangkai dengan konstruksi garpu sehingga saling kait-mengkait
(*assembly: forklift*)



Gambar 2.12 Proses konstruksi dan rumah yang telah terbangun berdasarkan penelitian pertama Eichelberger pada tahun 1992
Sumber: Eichelberger, 2007

Riset tentang sampah plastik dan konstruksinya pada bangunan dilanjutkan oleh Doug Eichelberger pada tahun 2005. Hal ini didasarkan pada pengalamannya melihat begitu banyak sampah plastik dibuang sembarangan di berbagai kota terutama pada negara berkembang. Sampah-sampah tersebut dikemas dalam bentuk bal-bal sampah seperti pada eksperimen pertamanya tahun 1992. Hanya saja, bal-bal sampah kali ini lebih kecil dan bisa dipindah dan diangkat dengan mudah oleh seorang saja. Eichelberger (2005) menyatakan “...*the bales can be moved and stacked by hand. The bales can be finished with an indigenous mud stucco*”.

Spesifikasi struktur:

1. sampah botol plastik seberat 5000 lbs
2. bal-bal sampah dapat dipak/ dikemas langsung di tapak/lahan pembangunan
3. setiap bal sampah seberat ± 40 lbs



Gambar 2.13 Bal-bal sampah yang dikemas di lokasi pembangunan dan proses penyusunannya sebelum diperkuat dengan kawat jaring-jaring seperti pada konstruksi tanggul
Sumber: Eichelberger, 2007



Gambar 2.14 Bal-bal sampah yang sudah disusun telah dilapisi dan diperkuat dengan kawat ayam. Setelah diperkuat seperti pada gambar, bal-bal sampah yang sudah disusun tersebut *difinishing* dengan semen seperti biasa atau yang disebut oleh Eichelberger dengan istilah *mud stucco* atau tanah liat

Sumber: Eichelberger, 2007

2.5.2 Bata plastik

Bata plastik juga dikembangkan oleh masyarakat yang mencoba mengkreasikan potensi alam termasuk potensi sampah di sekitar tempat tinggal sebagai material bangunan alternatif selain bata konvensional dan bata model baru hasil industri. Proses penemuannya dilakukan secara *trial and error* dan dilakukan bersama-sama sesama sehingga prospek inovasi ini menjadi komoditas ekonomi yang mampu menyerap banyak tenaga kerja (padat karya).

Pengembangan potensi sampah, khususnya sampah plastik sering dilakukan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan akan tempat tinggal dengan material yang ada di dekatnya agar murah sekaligus mengembangkannya sebagai pekerjaan tambahan. Efek samping dari kegiatan ini akhirnya berujung pada pelestarian lingkungan seperti halnya bata plastik yang dikembangkan oleh Pak Heri seorang warga asal Jombang.

Sebelum diolah menjadi batu bata limbah plastik dicampur tanah liat dengan perbandingan lima puluh persen. Hasil penyampuran tanah liat dengan plastik menghasilkan kualitas bata yang lebih baik dari bata konvensional.

2.5.3 Cacahan sampah gelas plastik *Polypropylene* (PP) sebagai agregat beton

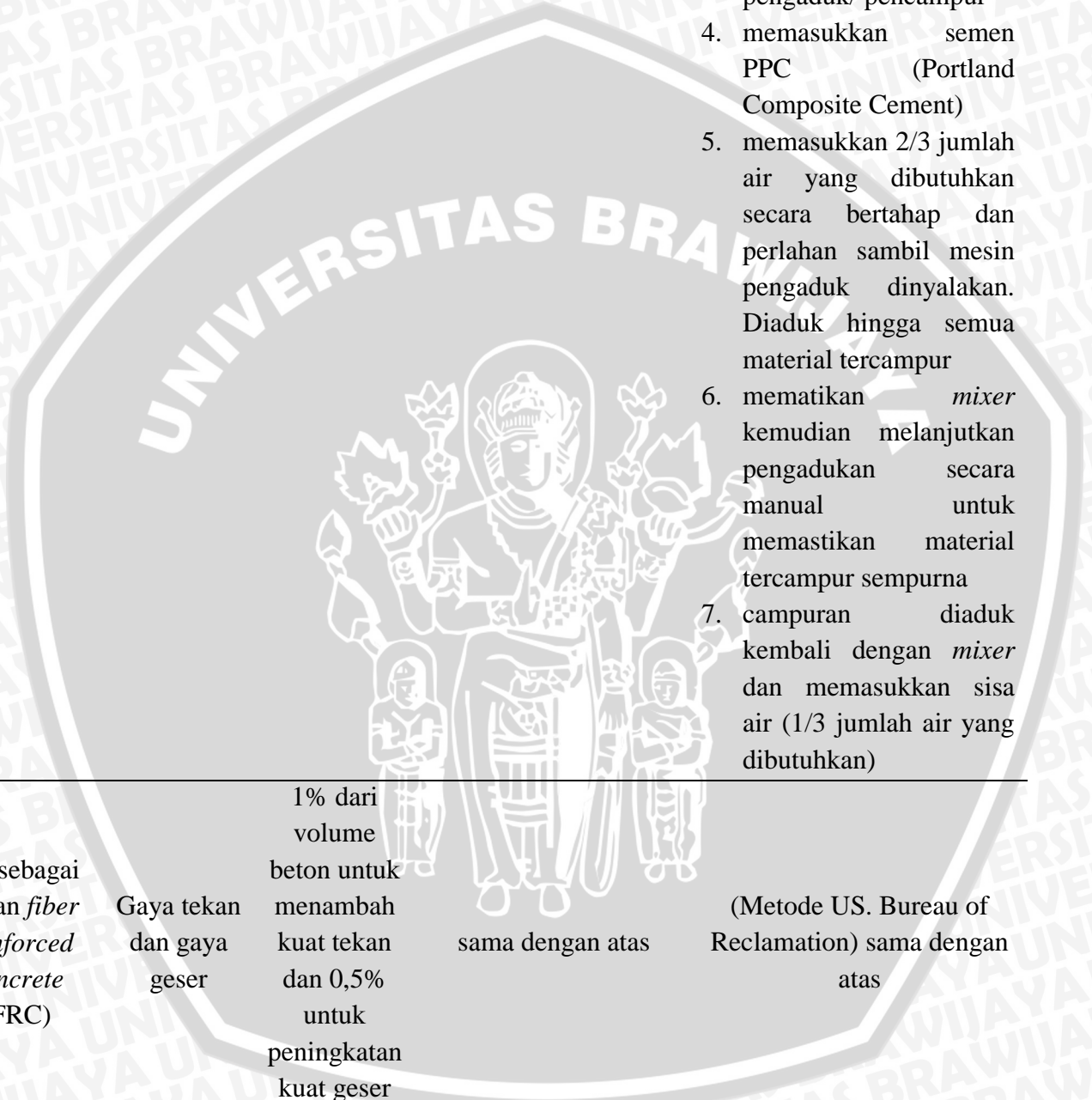
Beton telah lama digunakan sebagai bahan struktur bangunan karena kekuatan tekan yang tinggi, harga murah dan bahan penyusun agregat beton yang tersedia dimana-mana namun beton juga memiliki kelemahan seperti

terjadinya penyusutan, keretakan dan tidak tahan terhadap gaya tarik (jika tanpa besi tulangan baja).

Kelemahan beton tersebut telah diatasi dengan ditemukannya FRC (Fiber Reinforced Concrete) hasil penelitian berbagai ahli. Bahan plastik yang biasa digunakan sebagai FRC adalah nylon, PET dan PP (polypropylen) yang juga merupakan bahan dasar pembuatan gelas kemasan air mineral. Penggunaan bahan dasar pembuatan gelas plastik (PP/ Polypropylene) dan PET dalam beton berdasarkan berbagai penelitian ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.5 Penggunaan bahan dasar pembuatan gelas plastik (PP/ Polypropylene) dan PET dalam beton

Jenis plastik, produk	Gaya yang diteliti	Prosentase cacahan plastik	Komposisi agregat beton	Proses pencampuran material
PP, sebagai bahan <i>fiber reinforced concrete</i> (FRC)	Tegangan tarik lentur	0,3% dari volume beton	<ol style="list-style-type: none"> 1. agregat kasar (batu pecah dengan ukuran maksimum 20mm) 2. agregat halus (pasir alam/ pasir hitam berukuran 0,074mm – 4,75mm) 3. air 4. semen PC 5. serat tambahan (serat PP berukuran panjang 3 – 25mm) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan serat PP, dimulai dengan: <ol style="list-style-type: none"> a. mengumpulkan sampah gelas plastik b. membuang bagian gelas yang tidak diperlukan seperti plastik penutup dan tutup gelas yang keras (bibir gelas plastik) c. membersihkan gelas plastik dengan deterjen atau soda api selama 1 hari d. mencacah sampah PP dengan alat pencacah hingga menjadi serat PP berukuran 3 – 25mm e. cacahan PP dibersihkan lagi sebelum dicampurkan dalam adukan beton



2. memasukkan agregat halus dan serat PP lebih dulu dan diaduk sampai merata
3. memasukkan agregat kasar dan diaduk mesin pengaduk/ pencampur
4. memasukkan semen PPC (Portland Composite Cement)
5. memasukkan 2/3 jumlah air yang dibutuhkan secara bertahap dan perlahan sambil mesin pengaduk dinyalakan. Diaduk hingga semua material tercampur
6. mematikan *mixer* kemudian melanjutkan pengadukan secara manual untuk memastikan material tercampur sempurna
7. campuran diaduk kembali dengan *mixer* dan memasukkan sisa air (1/3 jumlah air yang dibutuhkan)

PP, sebagai bahan <i>fiber reinforced concrete</i> (FRC)	Gaya tekan dan gaya geser	1% dari volume beton untuk menambah kuat tekan dan 0,5% untuk peningkatan kuat geser	sama dengan atas	(Metode US. Bureau of Reclamation) sama dengan atas
--	---------------------------	--	------------------	---

PET, sebagai bahan agregat beton ringan	Tekan dan tarik	559kg PET/ m ³ dalam penggunaan 50ml <i>additive</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 263kg semen 2. 420kg pasir 3. 279lt/m³ air 4. 559kg PET 	1. Memanaskan, mendinginkan dan memecah limbah botol plastik PET untuk menghasilkan material pengganti agregat
---	-----------------	---	--	--



kasar/ batu apung pada beton normal

2. Pengadukan dimulai dengan memasukkan agregat pasir dan semen
3. Lima puluh persen air pertama dimasukkan ke dalam pengaduk/ *mixer* dan dilanjutkan dengan memasukkan 50% *additive* lalu diaduk selama 5 menit
4. Sisa air dan *additive* dimasukkan juga ke dalam *mixer* lalu diaduk selama 5 menit. Agregat PET dimasukkan terakhir sedikit demi sedikit

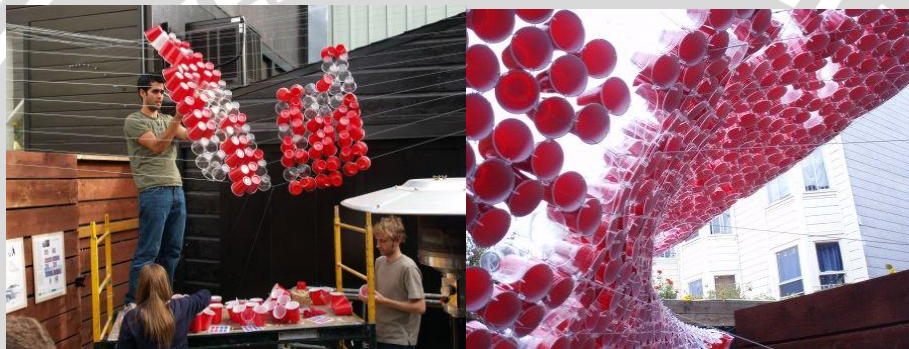
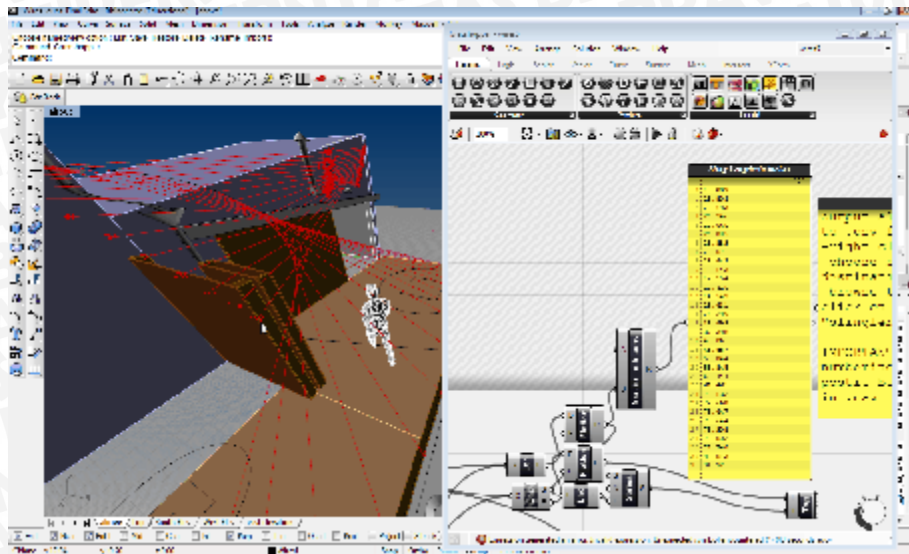
PP, sebagai bahan *fiber reinforced concrete Self Compacting Concrete (SCC)*

Kuat tekan, kuat tarik belah dan ketahanan kejut beton

Hingga maksimal 0,10% dari volume beton

1. serat propylene berukuran panjang 12mm dan berdiameter 18 mikrometer sebanyak 0,9 kg/m³
2. 212 lt/m³ air
3. 435 kg/m³ semen PC
4. 48 kg/m³ *silica fume*
5. 648 kg/m³ agregat kasar (batu pecah dengan ukuran maksimum 20mm)
6. 926 kg/m³ pasir
7. 4,8 lt/m³ *superplastikizer*

2.5.4 Gelas plastik sebagai kanopi



Gambar 2.15 skematik desain, pembuatan desain dengan bantuan software computer, pembuatan pola dan pengerjaan secara tim untuk membuat kanopi dari gelas plastik.

Gelas plastik dikaitkan satu demi satu dengan penjepit

Sumber: www.crookedbrains.net, 2011

: biosarch.wordpress.com, 2009

2.5.5 Gelas plastik sebagai dinding





Gambar 2.16 Aplikasi sampah gelas plastik pada dinding karya seniman Tara Donovan
Sumber: www.artcritical.com, 2006



Gambar 2.17 Aplikasi sampah gelas plastik pada dinding
Sumber: www.acegallery.net, 2007

Sampah gelas plastik pada gambar di atas ditempelkan pada dinding dengan melekatkan bagian bawah gelas plastik menggunakan lem dan ditata sebagai elemen dekoratif ruangan.

Gambar berikut adalah bentuk lain dari pemanfaatan gelas plastik sebagai dinding karya Chris Jordan asal Seattle. Pengerjaan dimulai dengan pembuatan pola dan menyusun gelas yang sedikit demi sedikit terkumpul sehingga pengerjaannya sambil memasok material.



Gambar 2.18 Foto *zoomed in* pekerjaan dinding karya Chris Jordan
Sumber: greenmormonarchitect.blogspot.com,2008

2.5.6 Gelas plastik sebagai plafond



Gambar 2.19 Aplikasi sampah gelas plastik pada plasfond karya Tara Donovan. Perangkaian gelas-gelas plastik dilakukan di lantai dan kemudian diangkat dan dipasang pada kerangka langit-langit seperti pada gambar di atas dalam posisi terbalik sehingga bentuk ombak-ombak menghadap ke bawah

Sumber: www.artcritical.com,2006
www.acegallery.net, 2007

Tabel 2.6 Rangkuman tinjauan pustaka dan referensi pengolahan sampah gelas plastik

Tinjauan pustaka pengolahan plastik	Referensi material alternatif gelas plastik
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dilelehkan menjadi <i>pellet</i> plastik pada suhu tertentu sesuai masing-masing titik leleh jenis plastik (titik leleh Polipropilen/ PP bahan dasar gelas plastik adalah 160⁰-170⁰) 2. Dicacah dan dipress 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gelas plastik sebagai kanopi dirangkai dengan menggunakan tali nilon dan antar gelas plastik dijepit 2. Sampah plastik sebagai dinding struktur dengan perkuatan kawat ayam lalu diplester. Terdapat pula bata plastik yang bisa digunakan sebagai komponen penyusun dinding dengan komposisi campuran dalam 1 bata adalah 50% tanah liat dan 50% cacahan plastik 3. Beton alternatif sekaligus lebih baik daripada beton normal dapat dicapai dengan pengaplikasian beton FRC (Fiber Reinforce Concrete) berserat plastik PET atau PP 4. Gelas plastik sebagai pelapis dinding disusun dengan cara ditumpuk dan ditempel pada dinding (dilem) 5. Gelas plastik sebagai plafon dengan cara ditumpuk dan dipasang terbalik pada rangka plafon

Cara pengelompokkan material daur ulang paling efektif adalah dengan mengelompokkan berdasarkan warna sampahnya. Penyajiannya disusun dalam modul rak-rak yang memberi kerangka pola penataan berbagai variasi sampah yang ada sedangkan penyajian dalam konteks galeri adalah pengaplikasian sampah daur ulang secara langsung tanpa adanya etalase kaca yang membatasi pengunjung untuk menyentuh, melihat dan merasakan teksturnya.