

## PEMANFAATAN HASIL PENGELOLAAN SAMPAH SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BANGUNAN KONSTRUKSI

Dian Rifany Kurniaty\* dan Mohamad Rizal\*\*

### Abstract

*There are limitations to land that can be used as landfill because of the difficulty of obtaining an appropriate space and the distance is further away from downtown, and the need for substantial funds for the acquisition of the landfill, are external factors that also affect the solid waste problem. The above conditions to encourage efforts to better waste management and as much as possible to utilize the garbage back.*

*Technical Data collected through field visits and literature study. Site visits were conducted to obtain primary data. Studies conducted through literature search of information from reports, books of literature that is closely related to the research object, but it reports the results of research studies that have been done specifically on Building Materials Laboratory of Civil Engineering Department, Gadjah Mada University, Yogyakarta. Analysis technique by studying the technical aspects of stage Reduce, Reuse and Recycle (3R).*

*The result of waste management, such as styrofoam waste, rice husks, paper, plastic and sawdust can be used as alternative construction material, and has proven benefits, both physically and mechanically.*

**Key words :** waste, construction material, Reduce, Reuse and Recycle

### Abstrak

Adanya keterbatasan lahan yang dapat dipergunakan sebagai TPA karena semakin sulitnya memperoleh ruang yang pantas dan jaraknya semakin jauh dari pusat kota, serta diperlukannya dana yang besar untuk pembebasan lahan TPA, merupakan faktor eksternal yang turut mempengaruhi permasalahan persampahan tersebut. Kondisi di atas mendorong upaya pengelolaan sampah yang lebih baik dan sebanyak mungkin dapat mendayagunakan kembali sampah.

Teknis Pengumpulan Data dilakukan melalui kunjungan lapangan dan studi kepustakaan. Kunjungan lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer. Studi pustaka dilakukan melalui penelusuran informasi dari laporan, buku-buku literatur yang berhubungan erat dengan obyek penelitian, selain itu laporan hasil penelitian penelitian yang pernah dilakukan khususnya pada Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Teknik analisa dengan mempelajari tahap aspek teknis yaitu *Reduce, Reuse* dan *Recycle* (3R).

Hasil pengelolaan sampah, seperti sampah styrofoam, sekam padi, kertas, plastik dan serbuk kayu dapat dijadikan sebagai alternatif bahan bangunan, dan telah teruji kelebihannya, baik secara fisik maupun mekanik.

**Kata Kunci :** Sampah, material konstruksi, reduksi. Pemakaian kembali, daur ulang

### 1. Pendahuluan

Pesatnya pertumbuhan penduduk khususnya di kota-kota besar di Indonesia selain membawa

keuntungan dengan tumbuh dan berkembangnya kota-kota menjadi pusat kegiatan ekonomi, industri, sosial dan budaya juga membawa

\* Staf Peneliti pada Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu

\*\* Staf Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum Kab. Sigi Biromaru, Propinsi Sulawesi Tengah

konsekuensi terjadinya kemunduran kualitas lingkungan hidup perkotaan berupa kebisingan, kemacetan lalu lintas dan pencemaran air, udara serta tanah yang disebabkan oleh limbah atau sampah industri dan rumah tangga.

Filosofis pengelolaan sampah selama ini adalah dikumpulkan, ditampung di tempat pembuangan sementara (TPS) dan akhirnya dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA). Adanya keterbatasan lahan yang dapat dipergunakan sebagai TPA karena semakin sulitnya memperoleh ruang yang pantas dan jaraknya semakin jauh dari pusat kota, serta diperlukannya dana yang besar untuk pembebasan lahan TPA, merupakan faktor eksternal yang turut mempengaruhi permasalahan persampahan tersebut.

Kondisi di atas mendorong upaya pengelolaan sampah yang lebih baik dan sebanyak mungkin dapat mendayagunakan kembali sampah. Sampah sering dianggap sebagai benda yang tidak berguna, secara ekonomis merupakan komoditas yang bernilai negatif karena untuk menanganinya diperlukan biaya yang relatif besar, tetapi apabila usaha pengelolaan sampah dapat terlaksana dan hasilnya dapat dimanfaatkan dengan baik, disamping dapat mengatasi masalah keterbatasan lahan dan sumber dana pengelolaan sampah, usaha ini dapat pula memberi manfaat ekonomi bagi para pelakunya sehingga akan berdampak positif terhadap perekonomian wilayah secara menyeluruh.

Oleh karenanya tulisan ini diharapkan dapat memberikan petunjuk dan informasi, bahwa ada beberapa hasil pengelolaan sampah dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bangunan konstruksi.

## 2. Metode Pendekatan

Teknis Pengumpulan Data dilakukan melalui kunjungan lapangan dan studi kepustakaan. Kunjungan lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer yaitu dengan cara pengamatan langsung ke TPA (tempat pembuangan akhir) sampah Piyungan Kabupaten Bantul, Yogyakarta dan Dusun Sukunan Kabupaten Sleman, Yogyakarta sebagai desa percontohan pengelolaan sampah swakelola. Studi pustaka dilakukan melalui penelusuran informasi dari laporan, buku-buku literatur yang berhubungan erat dengan obyek penelitian, selain itu laporan hasil penelitian penelitian yang pernah dilakukan khususnya pada Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Cara yang digunakan untuk menganalisa informasi yang diperoleh dengan :

- a. Mempelajari informasi-informasi yang didapat, berupa tahap aspek teknis yaitu melakukan pengurangan timbunan sampah dengan menerapkan *Reduce, Reuse* dan *Recycle* (3R), dengan harapan pada tahun 2025 tercapai "zero waste".
- b. Mempelajari dan menyimpulkan informasi-informasi yang didapat untuk dapat mengembangkan teknologi pemanfaatan hasil pengelolaan sampah sebagai alternatif bahan bangunan.

### 2.1 TPA Piyungan

TPA Piyungan merupakan tempat yang sangat berperan dalam penanganan sampah berasal dari tiga kabupaten/kota yaitu Kota Yogyakarta, Bantul dan Sleman dengan kapasitas sekitar 500 ton/hari. Sampah yang ditampung di TPA ini belum dikelola sama sekali, masih bercampur aduk antara sampah organik dan non organik. Ada pemulung sekitar 200

orang yang melakukan pemilahan untuk mengambil limbah yang masih layak/laku untuk dijual dan sapi milik penduduk/ pemulung yang berjumlah sekitar 700 ekor memakan sampah organik. Dengan peran pemulung dan sapi, sampah yang berkurang sekitar satu ton perhari. Tetapi dengan volume sampah yang demikian besar masih banyak yang belum terselesaikan. Penimbunan sampah yang dilakukan metode sanitary landfill, yaitu :

- Setelah timbunan sampah mencapai 2 - 3 m, sampah diratakan dengan alat berat, sampah ditimbun dengan tanah setebal kurang lebih 5 meter dan disiapkan untuk ditimbun dengan timbunan sampah berikutnya.
- Kemiringan timbunan sampah maksimal 20 - 30°.
- Sampah dipadatkan dengan alat berat 3 - 4 kali.

## 2.2 Dusun Sukunan

Sebagai salah satu contoh dalam pengelolaan sampah secara swakelola adalah Dusun Sukunan, Sleman dengan luas wilayah 42 ha dan jumlah penduduk sekitar 800 jiwa/(210) KK. Produksi sampah yang dihasilkan (2004) 16 - 20 m<sup>3</sup> per bulan. Dusun Sukunan telah melakukan sistem pengelolaan sampah secara sederhana, yang mana sistem ini sangat baik untuk diterapkan pada skala rumah tangga atau lebih luas lagi, dan sistem ini dapat menjadi contoh untuk daerah-daerah lainnya dalam pengelolaan sampah secara swakelola. Sistem pengolahan sampah di Dusun Sukunan adalah sampah dari rumah tangga yang dipilah menjadi dua kategori, sampah organik dan sampah anorganik.



Gambar 1. Tempat pemilahan sampah organik

**Sampah organik rumah tangga** adalah sampah yang mudah terurai, seperti sisa-sisa makanan dan sayuran. Cara pengolahan dimasukkan ke dalam tong plastik atau gentong tanah liat yang terlebih dahulu diberi alas (arang/koral/potongan genteng) dan dilapisi sekam padi. Di dalamnya ditambahkan *inokulen* yang berupa campuran bekatul, gula dan ragi serta ditambahkan kompos yang sudah jadi sebagai pemicu *composting*. Diisikan sekitar sepertiga tinggi gentong. Setiap memasukkan sampah harus diaduk agar proses aerasi terjadi dengan baik. Untuk skala rumah tangga (4 - 6 orang) 1 gentong dapat penuh 2 sampai dengan 4 bulan. Sedangkan kompos dapat dipanen setelah 2 minggu sampai 1 bulan. Sampah organik diluar rumah seperti dedaunan, rumput, sisa makanan ternak. Cara pengolahan, dibuatkan tempat yang terlindung,

pada prinsipnya pengolahannya sama dengan cara pengolahan sampah rumah tangga. Bagian dasar tempat diberi kotoran ternak dicampur dengan kompos yang sudah jadi, baru di atasnya ditimbun sampah. Setiap hari sampah harus dibolak balik dan disiram dengan air untuk menjaga kelembabannya. Kompos dapat dipanen sekitar dua bulan.

**Sampah anorganik** seperti sampah plastik, kaleng dan lainnya dimasukkan pada tiga wadah. Kemudian sampah yang telah terpilah itu disetor ke tong-tong yang tersedia yang diletakkan dilokasi strategis, seperti di persimpangan jalan atau di masjid.

Di setiap titik diperlukan tiga tong (untuk sampah organik, sampah plastik dan sampah keras lainnya) dengan daya tampung sekitar 200 liter per tong. Tong rata-rata penuh dalam tiga pekan.



Gambar 2. Tempat sampah organik dan Tempat pembuatan kompos



Gambar 3. Tempat pemilahan sampah anorganik di rumah tangga

### 3. Pembahasan

Sistem pengelolaan sampah adalah mencegah timbulan dan memanfaatkan sampah secara maksimal serta menekan dampak negatif sekecil-kecilnya dari aktifitas pengelolaan sampah. Pengelolaan sampah berdasarkan pada tahapan tahapan sebagai berikut:

#### 3.1 Pencegahan dan Pengurangan Sampah dari Sumber

Kegiatan pencegahan sampah dari sumber dimulai dengan kegiatan pemisahan sampah. Meskipun kegiatan ini tidak secara langsung mengurangi timbulan sampah, namun dapat membantu proses pengurangan sampah pada hierarki pengelolaan berikutnya. Pemisahan sampah merupakan bagian penting dalam hierarki pengelolaan sampah. Sampah organik selanjutnya akan dimanfaatkan untuk menjadi kompos dan sampah anorganik dapat dimanfaatkan/didaur ulang atau diolah lebih lanjut. Kegiatan pengurangan sampah pada sumbernya meliputi :

- Reduksi (*Reduce*)

Mereduksi timbulan sampah berarti mengurangi semaksimal mungkin kegiatan yang akan menghasilkan banyak sampah, seperti mengurangi konsumsi barang yang dikemas secara berlebihan. Kegiatan

mereduksi sampah tidak mungkin bisa menghilangkan sampah secara keseluruhan, tetapi secara teoritis aktifitas ini akan mampu mengurangi, sampah dalam jumlah yang nyata.

- Pemakaian Kembali (*Reuse*)

Disamping mengurangi sampah, kegiatan ini merupakan penghematan. Barang atau bahan yang telah digunakan dan masih bisa digunakan tidak dibuang menjadi sampah tetapi digunakan kembali, untuk itu biasanya dilakukan pemilihan penggunaan barang atau bahan yang dapat digunakan secara berulang-ulang dengan tanpa proses yang rumit.

- Daur Ulang (*Recycle*)

Daur ulang merupakan kegiatan pemanfaatan kembali suatu barang/produk namun masih perlu kegiatan/proses tambahan. Misalnya pemanfaatan kertas daur ulang yang berasal dari kertas-kertas bekas. Kertas-kertas bekas tersebut harus diproses terlebih dahulu menjadi bubur kertas sebelum akhirnya menghasilkan kertas daur ulang. Kegiatan daur ulang pun dapat dilakukan secara tidak langsung yaitu dengan memisahkan barang-barang bekas yang masih bias dimanfaatkan kembali seperti styrofoam, koran bekas, dan sebagainya.



Gambar 4. Sampah anorganik kertas dan palstik yang telah di kelompokkan



Gambar 5. Sampah anorganik (*styrofoam*) yang telah di kelompokkan

### 3.2 Teknologi Pemanfaatan Sampah

Sistem pengelolaan sampah dengan memilah antara sampah organik dan anorganik, hasil pemilahan tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai suatu bahan baru. Dengan suatu teknologi pembuatan, hasil pemanfaatan sampah secara ekonomi dapat memiliki nilai jual yang tinggi. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan beberapa mahasiswa Teknik Sipil, yang memanfaatkan beberapa sampah anorganik menjadi suatu bahan bangunan yang memiliki kekuatan yang tidak kalah dengan bahan bangunan yang bukan berbahan dari sampah anorganik.

Di bawah ini beberapa hasil pemanfaatan sampah anorganik menjadi suatu bahan bangunan yang sudah dilakukan penelitian:

- Bata Foam

Pengertian Batafoam adalah suatu bahan bangunan dalam bentuk bata yang terbuat dari Semen Putih, Styrofoam, Pasir dan Air, dibuat dengan menggunakan teknologi beton, dan mempunyai berat satuan sangat ringan yaitu sekitar 13 kg/m<sup>3</sup> sampai 15 kg/m<sup>3</sup>. [Satyarno, dkk (2004)]. Bahan Dasar Batafoam tersusun dari campuran air, semen putih, pasir dan Styrofoam. Bahan

*Styrofoam* atau *expanded polystyrene* dikenal sebagai gabus putih yang biasa digunakan untuk membungkus barang elektronik. *Polystyrene* merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah 100°C (Billmeyer , 1984). *Polystyrene* memiliki berat jenis 1050 kg/m<sup>3</sup>, kuat tarik 40 MN/m<sup>2</sup>, modulus lentur 3 GN/m<sup>2</sup>, modulus geser 0.99 GN/m<sup>2</sup>, angka poisson 0.33 (Crawford, 1998). Penggunaan Styrofoam dalam beton maupun bata akan membuat bobotnya menjadi ringan, dapat juga bekerja sebagai serat yang meningkatkan kemampuan kekuatan dan khususnya daktilitas beton maupun bata.

- a. Sifat-sifat teknis

Berat jenis BATAFOAM yang didapat dari penelitian untuk berbagai variasi campuran dapat dilihat pada Grafik dibawah ini dan dapat disimpulkan :

- Untuk penggunaan nonstruktur dengan berat jenis antara 240 - 800 kg/m<sup>3</sup> maka jumlah persentase Styrofoam yang dipakai harus lebih besar dari 80 %.
- Untuk penggunaan struktur ringan dengan berat jenis antara 800-1400 kg/m<sup>3</sup> maka jumlah



- presentase Styrofoam yang dipakai antara 40 - 80 %.
- Untuk penggunaan struktur dengan berat jenis antara 1400 - 1800 kg/m<sup>3</sup> sebagaimana beton

normal, maka jumlah presentase Styrofoam yang dipakai antara 20 - 40 %.

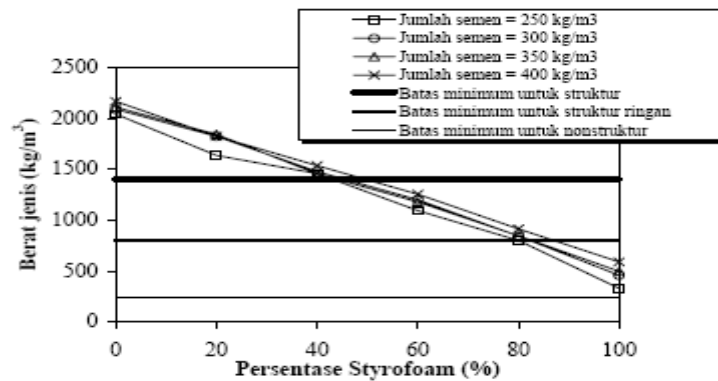
Hasil percobaan campuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan bahan BATAFOAM/m<sup>3</sup> untuk berbagai kandungan semen

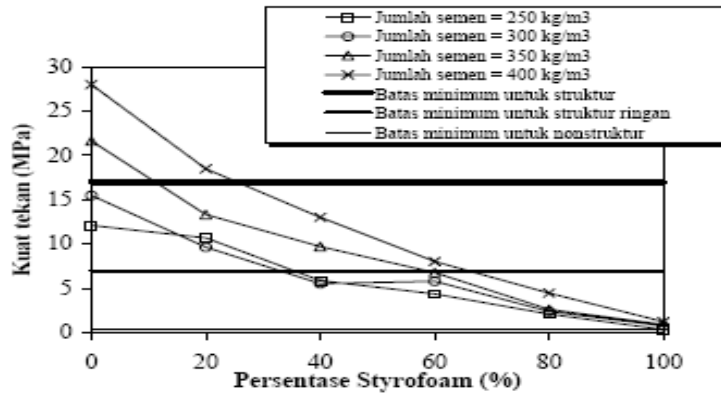
Kode	fas	Semen (kg)	Air (liter)	Styrofoam (m <sup>3</sup> )	Pasir (m <sup>3</sup> )
B-250-1.0-0.0	0.45	250	112.50	1.0	0.0
B-250-0.8-0.2	0.50	250	125.00	0.8	0.2
B-250-0.6-0.4	0.68	250	168.75	0.6	0.4
B-250-0.4-0.6	0.75	250	187.50	0.4	0.6
B-250-0.2-0.8	0.95	250	237.50	0.2	0.8
B-250-0.0-1.0	1.00	250	250.00	0.0	1.0
B-300-1.0-0.0	0.45	300	135.00	1.0	0.0
B-300-0.8-0.2	0.53	300	157.50	0.8	0.2
B-300-0.6-0.4	0.63	300	187.50	0.6	0.4
B-300-0.4-0.6	0.65	300	195.00	0.4	0.6
B-300-0.2-0.8	0.90	300	270.00	0.2	0.8
B-300-0.0-1.0	0.90	300	270.00	0.0	1.0
B-350-1.0-0.0	0.45	350	157.50	1.0	0.0
B-350-0.8-0.2	0.48	350	166.25	0.8	0.2
B-350-0.6-0.4	0.55	350	192.50	0.6	0.4
B-350-0.4-0.6	0.63	350	218.75	0.4	0.6
B-350-0.2-0.8	0.70	350	245.00	0.2	0.8
B-350-0.0-1.0	0.83	350	288.75	0.0	1.0
B-400-1.0-0.0	0.45	400	180.00	1.0	0.0
B-400-0.8-0.2	0.50	400	200.00	0.8	0.2
B-400-0.6-0.4	0.50	400	200.00	0.6	0.4
B-400-0.4-0.6	0.58	400	230.00	0.4	0.6
B-400-0.2-0.8	0.63	400	250.00	0.2	0.8
B-400-0.0-1.0	0.70	400	280.00	0.0	1.0

Catatan: fas (faktor air semen) = berat air : berat semen

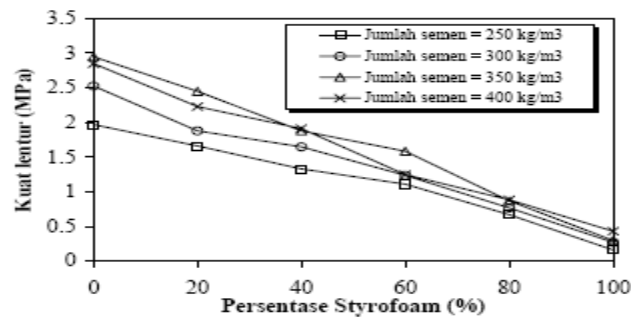
Sumber : Penggunaan Semen Putih untuk Beton Styrofoam Ringan (BATAFOAM), Satyarno, 2004



Gambar 6. Grafik hubungan antara Berat Jenis dan Prosentase penggunaan Styrofoam (Satyarno, 2004)



Gambar 7. Grafik hubungan antara Kuat Tekan dan Prosentase penggunaan Styrofoam (Satyarno, 2004)



Gambar 8. Grafik hubungan antara Kuat Lentur dan prosentase Styrofoam (Satyarno, 2004)

Kuat Tekan Batafoam yang didapat dari penelitian untuk berbagai variasi campuran pada grafik di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Untuk penggunaan nonstruktur dengan persyaratan kuat tekan 0.35 - 7 MPa maka jumlah presentase Styrofoam yang dipakai adalah 60 - 100 %.
- Untuk penggunaan struktur ringan dengan persyaratan kuat tekan 7 - 17 MPa jumlah presentase Styrofoam yang dipakai 0 - 60 % untuk kandungan semen 250 - 300 kg/m<sup>3</sup> dan 20 - 60 % untuk

kandungan semen 350 - 400 kg/m<sup>3</sup>.

- Untuk penggunaan struktur dengan persyaratan kuat tekan lebih besar dari 17 MPa maka jumlah presentase Styrofoam yang dipakai antara 0 - 20 % untuk kandungan semen 350 - 400 kg/m<sup>3</sup>.

Kuat Lentur Batafoam yang didapat dari penelitian untuk berbagai variasi campuran dapat dilihat pada Grafik dibawah ini. Sebagaimana pada kuat tekan, kuat lentur Batafoam juga menurun



sehubungan dengan penambahan Styrofoam yang dipakai. Namun berbeda dengan kuat tekan dan berat jenis, batasan kuat lentur untuk beton ringan belum ada ketentuannya. Untuk itu besarnya batasan persentase Styrofoam yang akan digunakan harus ditentukan saja dengan besarnya minimum kuat lentur yang diperlukan.

b. Aplikasi

Karena bobotnya yang ringan, maka Batafoam ini sangat cocok untuk diaplikasikan sebagai bahan pasangan konstruksi dinding. Keuntungan-keuntungan yang dapat didapat pada aplikasi konstruksi tersebut diatas adalah :

- Lebih mudah dalam hal pengangkutan dan pemasangan.
- Dapat lebih hemat pada biaya struktur seperti fondasi, kolom, dan balok.
- Sangat cocok digunakan pada daerah yang tidak terdapat pasir seperti di Kalimantan.

Karena berat struktur berkurang, maka beban gempa yang bekerja juga akan lebih kecil sehingga struktur diharapkan akan lebih aman dan sangat cocok untuk perumahan di daerah gempa.



Gambar 9. Batako dari styrofoam dan bata dari styrofoam produk Ds. Sukunan

- Batako sekam padi  
Pengertian Sekam biasanya merupakan bahan buangan, dan pembuangannya sering menjadi

masalah. Cara yang biasa dipergunakan untuk membuang sekam adalah dengan membakarnya di tempat terbuka. Pemanfaatan sekam padi dapat dilakukan untuk pembuatan bata beton dengan semen sebagai perekat dan pasir sebagai penguat. Sekam padi dalam hal ini berfungsi sebagai agregat kasar, mempunyai berat jenis sebesar 0,75 dan berat satuan sebesar 752 kg/m<sup>3</sup> (www.reade.com, 2007), sehingga apabila dijadikan beton maka berat jenis beton akan berkurang karena bobot agregat menjadi lebih ringan. Bahan dasar Sekam padi sebagai agregat kasar adalah limbah dari hasil penggilingan padi. Karena bentuk butirnya tidak begitu halus ( $\pm 3 - 4$  mm), dan bobotnya ringan, penyimpanan limbah ini memerlukan tempat yang luas. Beton ringan sekam padi hasil penelitian berdasarkan SK SNI S-04-1989-F yang paling ideal untuk klasifikasikan bata beton pejal mutu III adalah variasi campuran 40% sekam kandungan semen 300 kg/m<sup>3</sup> sedangkan untuk mutu IV adalah variasi campuran 60% sekam padi kandungan semen 350kg/m<sup>3</sup>. untuk klasifikasi bata beton berlubang mutu III adalah variasi campuran 40% sekam kandungan semen 300 kg/m<sup>3</sup> sedangkan untuk mutu IV adalah variasi campuran 80% sekam padi kandungan semen 300 kg/m<sup>3</sup>. menurut SNI 023-3449-3449-1994 dan Satyarno 2004 variasi campuran beton ringan yang paling ideal untuk struktur sangat ringan sebagai isolasi maupun untuk non struktur adalah campuran 80% sekam kandungan semen 250kg/m<sup>3</sup>. Penelitian mengenai beton ringan dengan campuran sekam padi telah dilakukan oleh Litbang Permukiman pada tahun 1999 dengan campuran semen dan sekam padi yang menghasilkan kuat tekan sebesar

4 – 5 MPa dan dimanfaatkan untuk panel dinding ukuran 240 x 50 x 2,5 cm. Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil penelitian Yulianto, I, 2005, Perilaku mekanik beton ringan sekam padi dengan kandungan semen portland.

a. Sifat-sifat teknis

Kemampuan untuk menahan kuat tekan terbesar dari beton ringan dengan campuran sekam padi di dapat pada perbandingan variasi campuran.

b. Aplikasi

Seperti halnya dengan Batafoam yang bobotnya yang ringan, Batako Sekam Padi dapat diaplikasikan sebagai bahan pasangan konstruksi dinding. Keuntungan-keuntungan yang dapat didapat pada aplikasi konstruksi tersebut diatas adalah :

- Lebih mudah dalam hal pengangkutan dan pemasangan.
- Dapat lebih hemat pada biaya struktur seperti fondasi, kolom, dan balok.
- Sangat cocok digunakan pada daerah pertanian yang mempunyai permasalahan limbah sekam padi sehingga sekaligus dapat mengatasi masalah limbah dengan memanfaatkannya sebagai bahan bangunan
- Karena berat struktur berkurang, maka beban gempa yang bekerja juga akan lebih kecil sehingga struktur diharapkan akan lebih aman dan sangat cocok untuk perumahan di daerah gempa.

Tabel 2. Variasi campuran beton sekam padi dan kuat tekan rerata

Variasi kandungan semen ( kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan volume bahan		Kuat tekan rerata ( MPa )	
	Pasir	Sekam	Direndam	Tdk direndam
250	100 %	0 %	6,75	6,03
	80 %	20 %	3,70	4,07
	60 %	40 %	2,17	2,66
	40%	60 %	1,56	1,63
	20 %	80 %	0,69	1,41
	0 %	100 %	1,99	2,20
300	100 %	0 %	11,88	11,07
	80 %	20 %	5,93	6,07
	60 %	40 %	4,59	4,87
	40%	60 %	2,34	2,45
	20 %	80 %	1,70	2,07
	0 %	100 %	1,87	1,95
350	100 %	0 %	15,70	12,76
	80 %	20 %	9,25	8,01
	60 %	40 %	5,77	6,28
	40%	60 %	3,07	3,18
	20 %	80 %	1,89	2,26
	0 %	100 %	1,82	1,82

Sumber : Yulianto, I, 2005, Perilaku mekanik beton ringan sekam padi dengan kandungan semen portland



Gambar. 10 Batako dari limbah sekam padi

Tabel 3. Variasi campuran serbuk kayu dengan berat beton dan kuat tekan beton serbuk kayu

Serbuk kayu	20%	40%	60%	80%	100%
Berat beton (Kg)	1785	1278	1051	918	712
Kuat tekan (MPa)	9,669	2,065	1,645	0,741	0,212

Sumber : Haryani, S, 2004

- Batako serbuk kayu

Pengertian serbuk gergaji kayu adalah potongan atau pecahan kayu berukuran kecil dari hasil cacahan atau hancuran kayu dengan menggunakan pencacah, penyerut, kilah penghancur dan lain-lain . Bahan dasar Serbuk kayu sebagai agregat kasar, menurut Joesoef (1979) dari yang dieksploitasi itu kira-kira hanya 50 % yang dapat dimanfaatkan dan diangkut ke tempat penggergajian, sedang yang 50 % berupa batang-batang bengkok atau bagian-bagian pecah yang pada umumnya ditinggalkan di hutan. Demikian pada berupa sisi (*afva*) yang pemanfaatannya masih sangat terbatas. Menurut Anwar (1986) rendemen penggergajian umumnya masih rendah yaitu 40 - 50 %, sedang pada industri plywood sudah mencapai 50 - 60 % dengan demikian sekitar 50 - 60 % pada industri penggergajian dan 40 - 50 % pada

industri plywood tentunya berupa limbah. Jenis limbah tersebut adalah serbuk gergajian, limbah vinir, potongan vinir, potongan ujung kayu dan lain-lain. Hasil penelitian Untuk variasi 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% serbuk kayu menunjukkan seperti tabel 3.

a. Sifat-sifat teknis

Upaya yang telah dilakukan dalam memanfaatkan serbuk gergaji pada industri bahan bangunan antara lain untuk pembuatan papan semen (*cementboard*), papan partikel (*particleboard*), dan mortar ringan. Menurut kurdi (1987) keuntungan yang diperoleh dengan memanfaatkan bahan tersebut adalah :

- Memiliki berat yang relatif ringan sehingga sangat cocok digunakan untuk bangunan bertingkat tinggi .
- Memiliki daya hantar panas dan listrik yang relatif rendah .

- Mempunyai sifat isolasi dan akustik yang baik sehingga bahan ini cocok untuk kedap suara .
  - Relatif lebih lama terhadap serangan rayap dan jamur dibandingkan dengan papan kayu, karena selain berfungsi sebagai perekat pasta semen juga berfungsi sebagai pelindung (isolator) dan pengawet serbuk gergaji dari pengaruh lingkungan yang merusak .
  - Mudah dipotong atau digergaji .
- b. Aplikasi sebagai bahan pasangan konstruksi dinding. Keuntungan-keuntungan yang dapat didapat pada aplikasi konstruksi tersebut diatas adalah sebagai berikut :
- Lebih mudah dalam hal pengangkutan dan pemasangan.
  - Dapat lebih hemat pada biaya struktur seperti fondasi, kolom, dan balok.
  - Sangat cocok digunakan pada daerah industri kehutanan dengan permasalahan limbah sisa penggergajian sehingga sekaligus dapat mengatasi masalah limbah dengan memanfaatkannya sebagai bahan bangunan
  - Karena berat struktur berkurang, maka beban gempa yang bekerja juga akan lebih kecil sehingga struktur diharapkan akan lebih aman dan sangat cocok untuk perumahan di daerah gempa.
- Plastik  
Tugas Akhir mahasiswa S1 Teknik Sipil UGM (Wasir Rahim, 2000) Pengaruh penggunaan limbah plastik keras sebagai campuran agregat kasar pada hot rolled asphalt (HRA) berdasarkan sifat-sifat marshall. Penelitian yang telah dilakukan oleh Departemen Pekerjaan Umum, Puslitbang jalan dan jembatan (Tjitjik Wasiah Suroso, 2005) tentang

pengembangan pemanfaatan limbah plastik dengan jenis LDPE (*Low Density Polyethylen*) seperti kantong plastik belanja, botol dan gelas air mineral, biji plastik hasil limbah, dll. untuk meningkatkan mutu aspal / campuran beraspal. Campuran beraspal yang ditambah dengan plastik ini termasuk aspal polymer jenis Plastomer (bersifat plastis). Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa baik penggunaan plastik mutu tinggi ataupun mutu rendah yang merupakan produk buangan (sisa) dari pabrik polimer telah dapat meningkatkan mutu aspal dan mutu campuran beraspal. Berdasarkan penelitian yang berjudul "*Meningkatkan Mutu Aspal/Campuran Beraspal Dengan Memanfaatkan Plastik Mutu Rendah*" menunjukkan bahwa dengan menambahkan 3% plastik mutu tinggi terhadap berat aspal per 60 dan sekitar 3 - 4% plastik dengan mutu yang rendah akan meningkatkan mutu aspal. Hal ini ditandai dengan naiknya nilai titik lembek aspal dari semula 49°C menjadi 57 - 59°C. Selain itu, dengan penambahan bahan plastik (polimer) kedalam aspal dapat menaikkan stabilitas dinamis dari 1050 lintasan/menit menjadi 2739-3937 lintasan/menit.

(Muhammad Irvan Nur Sidiq Z dan Yusrie Risnanda R, 2008), mahasiswa Politeknik Negeri Bandung, membuat Tugas Akhir dengan judul "*Pemanfaatan Limbah Plastik Yang Telah Digiling Sebagai Bahan Campuran Aspal Beton (LASTON)*". Jenis plastik yang digunakan sebagai bahan campuran aspal adalah plastik LDPE (*Low Density Polyethylen*) jenis plastomer yaitu kantong plastik yang sudah tidak terpakai (limbah) setelah melalui proses pembersihan dan pengeringan serta pemotongan menjadi ukuran yang lebih kecil. Hasil

yang diperoleh dengan penambahan 3% limbah plastik dapat meningkatkan nilai titik lembek, penetrasi aspal dan dapat meningkatkan stabilitas marshall, flow dan *Marshall Quotient*.

- *Papercrete* (beton dari kertas bekas) Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp. Untuk dapat diklasifikasikan sebagai kertas yang sebenarnya maka lembaran-lembaran tipis tersebut harus dibuat dari serat (*fiber*) yang masing-masing seratnya merupakan unit yang terpisah. Serat yang digunakan biasanya adalah alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. Campuran antara semen, pasir dan kertas daur ulang kertas dapat digunakan untuk membuat beton, dan dapat digunakan sebagai material untuk pembangunan gedung. Penelitian mengenai *papercrete* yang pernah dilakukan antara lain oleh Solberg (2002), melakukan penelitian terhadap *papercrete* dalam bentuk batu bata. Hasil pengujian kuat tekan pada penelitian ini mencapai 260 psi (1,79 MPa) dan berat beton masuk pada kategori beton ringan. Hasil penelitian

*papercrete* ini mempunyai kelebihan antara lain :

- Tidak berubah bentuk selama proses pengeringan dan tahan dalam berbagai tingkat temperatur.
- Tidak mudah pecah dan retak jika dipaku.
- Mempunyai nilai insulasi yang tinggi yaitu 2,5 per inci.
- Tidak mudah terbakar yang tergantung pada jumlah semen, yaitu semakin banyak semen semakin tahan terhadap api.
- Mudah dicetak, untuk pembuatan beton ringan.
- Tahan terhadap gangguan binatang pengerat dan serangga.

Kekurangan dari *papercrete* hasil penelitian ini adalah tingginya serapan air karena porositas yang tinggi dan akan lunak dan terjadi penurunan kualitas beton apabila berada didalam tanah dalam waktu yang cukup lama. Mujiyono (2004), telah melakukan penelitian terhadap perilaku mekanik *papercrete* dari semen, kertas koran dan pasir, dengan bahan dasar 1 semen : 2 bubur kertas.

Tabel 4 Hasil kuat tekan berbagai variasi volume campuran *papercrete* dengan komposisi dasar 1 semen : 2 kertas (Mujiyono 2004)

No.	Variasi Volume Campuran			Kuat Tekan (MPa)
	Semen	Bubur Kertas	Pasir	
1	1	2	0	2,66
2	1	2	1,5	3,72
3	1	2	3	3,83

#### 4. Kesimpulan

- Dalam meminimalkan timbunan sampah, pengelolaan sampah dimulai dari sumbernya dengan kegiatan pemisahan sampah.
- Sistem pengelolaan sampah swakelola seperti Dusun Sukunan dapat diterapkan untuk menanggulangi sampah rumah tangga.
- Sampah tidak akan merugikan jika dikelola dengan cara yang baik dan benar serta dapat menjadi sumber penghasilan.
- Dengan memanfaatkan Teknologi tepat guna, maka hasil pengelolaan sampah, seperti sampah styrofoam, sekam padi, kertas, plastik dan serbuk kayu dapat dijadikan sebagai alternatif bahan bangunan.
- Beberapa bahan bangunan yang terbuat dari hasil pengelolaan sampah, seperti sampah styrofoam, sekam padi, kertas, plastik dan serbuk kayu sudah teruji kelebihanannya, baik secara fisik maupun mekanik dari penelitian penelitian yang telah dilakukan oleh mahasiswa Universitas Gadjah Mada.

#### 5. Daftar Pustaka

- Gunarto. A., 2008, *Pemanfaatan Limbah Kertas Koran Untuk Pembuatan Panel Papercrete* Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lukito, 1999, *Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai Material Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mujiyono, 2004, *Perilaku Mekanik Papercrete Dari Semen, Kertas dan Pasir, Dengan Bahan Dasar 1 Semen : 2 Bubuk Kertas*, Tugas Akhir Jurusan

Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, tahun 2004

- Musana, 2006, *Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Dengan Semen PCC 250, 300, 350 kg/m<sup>3</sup>*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Satyarno. I, 2004, *Penggunaan Semen Putih untuk Beton Styrofoam Ringan (BATAFOAM)*, Penelitian Lab Bahan Konstruksi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Susi Hariyani, 2006, *Pemanfaatan Serbuk Gergajian Kayu Jati Untuk Kusen Beton*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Shomayaji, 1995, *Civil Engineering Materials*, Indian Institut Technology, New Jersey, USA
- Solberg, Gordon., 2004, *Building with Papercrete and Paper Adobe: A Revolutionary New Way to Build Your Own Home for Next to Nothing*, [www.papercrete.com](http://www.papercrete.com)
- Tjitjik Wasiah Suroso, *Pengembangan Pemanfaatan Limbah Plastik dengan jenis LDPE*, Departemen Pekerjaan Umum, Puslitbang jalan dan jembatan (2005)
- Tjokrodinuljo, K., 2004, "Teknologi Beton", Nafiri, Yogyakarta.
- Wibowo, A., Djajawinata, D.T., 2007, *Penanganan Sampah Perkotaan Terpadu*.
- Yulianto, I, 2005, *Perilaku mekanik beton ringan sekam padi dengan kandungan semen portland*, Tesis, Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada