



Analisis Kelayakan Dan Rekayasa Batu-Bata Tahan Gempa Menggunakan Teknologi No Firing

V. Sozi Karnefi

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia

Diterima 27 Nopember 2007, Disetujui 26 Desember 2007

Abstrak – Rancang bangun masa kini membutuhkan material yang kuat dan ringan dan tahan terhadap gempa. Untuk itu, penelitian ini bertujuan menciptakan material baru yaitu Batu-bata yang kuat dan ringan dan tahan terhadap goyangan gempa. Penelitian ini menghasilkan Batu-bata dengan kuat tekan 203,82 kg/ Cm², berat 1049,38 kg dengan kadar air 5,45 %. Berdasarkan data ini dapat disimpulkan bahwa material baru ini lebih kuat 115,92 % dari bata biasa dan lebih ringan 61,41 %.

Kata Kunci : Batu Bata, Gempa, Teknologi Firing

1. Pendahuluan

Gempa Bumi yang terjadi sesuai siklusnya dapat menyebabkan kemampuan penduduk secara ekonomis menjadi sangat lemah sehingga penduduk Bengkulu memerlukan program pemberdayaan perumahan sedangkan ketersediaan lahan dan limbah kertas sangat mendukung untuk tujuan produksi Batu-bata tahan gempa secara mandiri sehingga sangat meringankan beban penduduk merenovasi dan membangun perumahan. Lebih jauh lagi, produksi Batu-bata tahan gempa akan menjadi alternatif baru komoditas unggulan daerah Bengkulu karena direkayasa tidak hanya berdasarkan pertimbangan aspek teknis dan ekonomi tetapi berdasarkan pula kepada kebutuhan mendesak masyarakat Bengkulu untuk saat ini dan masa mendatang bahkan kepentingan lingkungan hidup itu sendiri.

Batu-bata tahan gempa dari hasil rekayasa bahan limbah kertas akan memiliki beberapa keunggulan dari segi teknis dan ekonomis bahkan sangat efisien karena menggunakan teknologi yang sangat sederhana dan mudah untuk dikerjakan dengan biaya lebih rendah, dapat dilakukan secara individu atau kelompok karena bahan bakunya dapat diperoleh secara mudah. Sedangkan teknik konvensional memerlukan waktu, tenaga, dan ongkos produksi yang lebih tinggi apalagi

proses pemanggangan menghasilkan bata yang pecah dan rusak hingga mencapai 35% (Tingkat kegagalan produksi) sehingga dibutuhkan kontrol kualitas yang ketat guna memilih dan memisahkan bata diantara yang pecah/patah dan tidak pecah/patah. Pemanfaatan *Teknologi No Firing* tidak membutuhkan tungku pemanggangan sehingga dapat menghemat penggunaan minyak tanah dan solar, kayu bakar serta bedeng pembakaran dan tenaga kerja. Tidak bergantung dengan kondisi cuaca. Pada teknologi konvensional pemanggangan memerlukan waktu 2– 3 hari, kegiatan produksi bata sangat bergantung dengan kondisi cuaca seperti hujan dan mendung. Keadaan cuaca yang buruk akan mengganggu kegiatan pengeringan dan pembakaran. Apalagi setelah pembakaran bata butuh pendinginan. Pemanfaatan *Teknologi No Firing* sangat bersahabat dengan lingkungan karena tidak mengeluarkan polusi asap beracun bahkan pemanfaatan limbah kertas yang berarti pula menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup. Sebagai perbandingan, daur ulang 24 ton kertas setara dengan menyelamatkan 34 batang pohon berdiameter 50 cm. Namun isu ini tidak pernah menjadi bagian yang mempengaruhi keputusan dalam pengelolaan lingkungan yang berkaitan dengan sampah. Daur ulang adalah salah satu alternatif penyelamatan lingkungan yang sudah populer pada Negara maju. Filsafat bumi sebagai warisan nenek moyang diganti dengan Bumi adalah pinjaman dari

anak cucu maka kita harus memikirkan kelangsungan hidup keturunan kita.

Pada sisi lain, tekanan penduduk Bengkulu yang begitu cepat disertai dengan gaya hidup yang konsumtif telah mengakibatkan pembuangan bahan sisa kertas meningkat pula. Diaksir peningkatan jumlah sampah kertas pada tahun 2008 akan mencapai tiga kali lipat. Keadaan ini akan menyulitkan pemerintah daerah Bengkulu karena luas lahan tempat pembuangan sampah tidak sesuai dengan volume sampah yang dibuang setiap hari sehingga lahan yang tersedia tidak mencukupi. Sedangkan harga tanah terus meningkat 10 tahun terakhir sampah tidak hanya menjadi masalah pada negara sedang berkembang tetapi juga pada Negara maju. Perbedaannya pada negara maju, pengelolaan sampah sangat baik dan penegakan hukumnya berjalan lancar sedangkan di Provinsi Bengkulu justru sebaliknya. Hal yang paling menarik di negara maju yang patut dijadikan contoh adalah aplikasi proses daur ulang dalam pengelolaan sampah. Daur ulang adalah pengelolaan kembali bahan-bahan bekas sehingga mempunyai bentuk seperti semula atau tidak. Daur ulang kertas bekas hasil aktivitas manusia meskipun bersumber dari industri seperti kardus, karton, kertas limbah di atas merupakan limbah non organik yang tidak dapat diproses secara alamiah, maka diperlukan *Teknologi No Firing* untuk memanfaatkan kertas menjadi Batu-bata tahan gempa.

Apalagi secara praktis telah teruji bagaimana kerapuhan Batu-bata dan Batako terhadap goyangan Gempa bahkan bagaimana kemampuan Batu-bata menahan beban dan ayunan berulang Gempa dalam membentuk struktur bangunan tidak memuaskan. Keadaan ini membutuhkan Batu-bata yang kuat dan ringan serta tahan terhadap goyangan Gempa.

Serat adalah benda yang menyerupai benang yang sangat halus yang digunakan untuk membuat kertas dan tekstil. Serat kertas mengandung selulosa. Bahan yang mengandung selulosa dapat dibuat kertas dengan cara memperkecil ukuran pohon-pohon tersebut hingga seratnya lepas, potongan-potongan kayu yang kecil ini lalu direbus dalam larutan campuran air dan abu kemudian dihaluskan dengan alu yang akan menjadi

bubur kertas (*pulp*), secara singkat disebut proses pembuburan. Pembuatan kertas dengan cara ini masih terdapat di Thailand dan China, bubur kayu yang lunak (*Coniferous*) digunakan untuk membuat kertas kardus dan kemasan karena serat-seratnya panjang. Bubur kayu yang panjang digunakan untuk membuat kertas tulis dan cetak, untuk itu terdapat tiga tipe bubur kayu yaitu tipe mekanis, sulfat dan sulfit [4].

Bubur mekanis dibuat dengan menggiling selulosa kayu kemudian dikelantang. Kertas yang dibuat dari bubur tipe ini memiliki daya serap yang tinggi sehingga kertas ini sangat rapuh dan mudah hancur kalau basah, karena itu bubur tipe ini sangat cocok untuk pembuatan kertas Koran karena mudah menyerap tinta. Lazimnya, kertas dibuat dari bubur ini mengandung partikel-partikel kecil kayu yang belum terurai sehingga tampak oleh mata telanjang. Bubur yang dibuat dengan bantuan zat kimia mudah rapuh dan kuat.

Caranya, kayu hancurkan menjadi serpihan kecil lalu dimasak dengan tekanan tinggi lalu dicampur bahan-bahan kimia yang mampu menguraikan serat-serat sehingga menjadi pulp. Bahan kimia untuk bubur sulfat yaitu Sodium Sulfat, Kaustik Soda kemudian dikelantang. Penggunaan bahan-bahan ini akan menghasilkan serat yang sangat kuat dan kasar yang dikenal sebagai kraft. Serat jenis ini cocok untuk pembuatan karung dan kardus. Bahan kimia untuk bubur sulfit yaitu Amonium sulfir dan Kalsium Sulfit, lalu diputihkan. Cara ini menghasilkan kertas halus yang cocok untuk kertas tulis dan cetak bermutu, indah serta mahal. Pada sisi lain, terdapat bubur yang dihasilkan dari kertas bekas yang disebut dengan bubur sekunder. Bubur sekunder ini memiliki sifat kualitas yang lebih rendah dari bubur primer [6].

Bahan baku pembuatan Batu-bata adalah bahan mentah langsung yang dipakai untuk produksi yaitu tanah liat, kayu bakar dengan bahan penolong pasir dan air. Semua bahan baku ini mudah diperoleh kecuali jika musim kemarau. Sedangkan tempat usaha sangat dipengaruhi dengan letak geografis tanah, jalan raya dan jarak tempuh antara lokasi usaha dengan tempat pembakaran. Lokasi industri bata sebaiknya dekat dengan jalan raya sebagai faktor pendukung

kemudahan transportasi dan distribusi kepada konsumen.

Tata letak peralatan produksi sangat mempengaruhi efisiensi dan produktivitas industri bata, untuk itu pengaturan dan penempatan peralatan, ruang kerja yang mendukung kegiatan produksi harus diprioritaskan. Guna menekan biaya pengangkutan dan penanganan, mempercepat dan memperlancar arus bahan-bahan, optimasi pemanfaatan ruangan baik untuk ruang kerja maupun ruang produksi. Industri Bata lebih cocok bila menggunakan tata letak, peralatan produksi yang segaris karena peralatan produksi dapat dioperasikan secara cepat untuk mempermudah pengskedulan, dispatching (perintah kerja dan pemeriksaan proses produksi). Kelemahan tata letak garis fasilitas satu tergantung dengan fasilitas yang lain, memerlukan perencanaan yang lebih matang sehingga pengawasan proses produksi harus teliti, jika terjadi kerusakan satu alat maka peralatan ini juga tidak dapat digunakan, penambahan peralatan produksi untuk kegiatan komersial harus satu set sehingga investasi baru memerlukan biaya tambahan yang besar.

Biaya produksi bata meliputi biaya beban dan biaya tetap, biaya variabel dan biaya overhead (*incremental*) difrensial dan marginal kos. Biaya bahan baku, upah tenaga kerja adalah biaya variabel. Biaya tenaga kerja ini tergantung dengan produksi tiap individu tenaga kerja dikalikan dengan nilai upah tiap buah Batu-bata. Pengendalian kualitas produk dengan harga bersaing guna menjaga kepercayaan konsumen adalah masalah yang penting selain masalah keuangan dan distribusi serta pemasaran. Kelancaran produksi bata perlu pula ditunjang oleh keorganisasian dan manajemen perusahaan seperti Kepala Produksi/Tenaga Teknis, Sekretaris merangkap Bendahara, tenaga distributor. Keorganisasian merupakan proses menciptakan hubungan diantara pekerja dan pekerjaan yang harus dilakukan termasuk terhadap alat produksi yang akan digunakan untuk mencapai tujuan produksi. Pengawasan kegiatan produksi bertujuan agar kegiatan dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya, apakah produk sesuai dengan standar, mencegah penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada saat kegiatan produksi dan usaha.

Pembuatan Batu-bata cukup dengan teknologi sederhana dan mudah untuk dilaksanakan dengan biaya terjangkau, memerlukan langkah-langkah praktis sebagai berikut. Proses pembuatan bata dimulai dari pencangkulan tanah liat lalu dihancurkan, diaduk hingga berbentuk pasta lalu dinginkan selama 12 jam. Dicitak dengan ukuran komersial dengan panjang 21 cm, lebar 10 cm dan tinggi 5 cm. Batu-bata hasil cetakan dihampar dan disusun rapi kemudian dianginkan selama 4-5 hari. Batu-bata yang telah dianginkan akan mengandung kadar air 15-20% siap dimasukkan dalam tungku pemanggangan. Proses pemanggangan bata dilakukan selama 2-3 hari untuk 20.000 buah bata. Setelah bata dimasak dilakukan proses pemilihan/pemisahan diantara yang pecah/patah dan tidak pecah/patah [3].

Susunlah Batu-bata secara bertumpuk seolah-olah membentuk sebuah gunung. Sisi kanan dari kiri ditutup serta dilapisi dengan tanah kecuali lubang tungku tempat pemanggangan. Masukkan kayu bakar atau merang atau dapat pula digunakan Batu-bara ke dalam lubang/tungku pembakaran hingga api berwarna merah membara sampai bata terbakar semuanya selama 2-3 hari. Setelah bata terbakar sempurna tunggulah api hingga padam sendiri, setelah Bata mendingin keluarkan Batu-bata dari tempat pembakaran dan Bata siap digunakan untuk bahan bangunan. Kegiatan pengeringan dan pembakaran bata akan terganggu jika terjadi hujan, sedangkan kemarau akan menyebabkan produsen kesulitan mendapatkan air [5].

2. Metode Penelitian

Teknik Pembuatan Pulp Sebagai Bahan Pengisi/Campuran

a. Proses Perendaman kertas

Rendamlah 50 kg kertas HVS, Koran, majalah dalam bak selama 5 hari. Kertas tersebut disobek-sobek dan pastikan kertas tersebut benar-benar terendam oleh air. Setelah 3 hari kertas direndam, kertas dicabik-cabik kembali dengan posisi kertas tetap terendam dalam air. Kertas rendaman akan lebih mudah untuk disobek karena lebih lunak. Biasanya untuk 50 kg kertas dalam

keadaan kering (terendam) membutuhkan air lebih kurang 30 liter.

b. Proses Pemplenderan

Kertas lunak di atas siap diblender untuk dijadikan bubur kertas. Dalam proses pemplenderan gunakan gelas ukur untuk mengambil kertas yang sudah hancur itu. Masukkan kertas 1 gelas ke dalam Blender dan tambahkan air sebanyak 2 gelas. Atau tinggi air yang masuk di dalam gelas Blender bersama kertas tersebut 3 gelas. Kemudian pemplenderan dimulai selama 40 detik atau paling lama 1 menit dan kertas tersebut sudah tampak menjadi bubur atau pulp [4].

Teknik Pembuatan Batu-bata Tahan gempa [5]

1. Tanah Liat dicangkul dan dihancurkan.
2. Diaduk hingga berbentuk pasta.
3. Pulp disaring dan diperas.
4. Tanah liat dicampur dan diaduk rata dengan pasir laut dan pulp.
5. Dicetak dengan ukuran komersial dan komposisi Tanah Liat, Pasir dan Pulp 60% sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Tanah Liat, Pasir dan Pulp

No	% Tanah Liat	% Pasir	% Pulp
1	60	30	10
2	50	30	20
3	40	30	30
4	30	30	40
5	20	30	50
6	10	30	60

6. Batu-bata hasil cetakan diangin-anginkan, dihampar dan disusun rapi.
7. Terakhir beri larutan penguas.
8. Lalu diangin-anginkan dengan tidak terkena panas Matahari langsung.
9. Ulangi langkah 4-8 hingga 20 kali

c. Test Material

1. Menimbang sampel untuk mendapatkan berat basah kemudian dimasukkan ke dalam Oven untuk mendapatkan berat kering sampel.
2. Mencari nilai kadar air sampel.
3. Mengukur panjang, lebar dan tebal sampel.
4. Menempatkan sampel pada alat

5. Memberikan beban secara perlahan-lahan hingga sampel patah atau hancur.
6. Mencari harga terbaik sampel.

3. Hasil Dan Pembahasan

Data hasil pengamatan terhadap berbagai jenis dan komposisi batu bata dapat dilihat pada Tabel 2 dan untuk batu bata pejal biasa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data Batu-bata Tahan Gempa

No	Ukuran (Cm)			Komposisi (%)			Berat (Gram)	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)	Kadar Air (%)
	P	L	T	TL	PR	PP			
1	21	10	5	60	30	10	1536,76	224,38	6,58
2	21	10	5	50	30	20	1458,42	203,82	6,20
3	21	10	5	40	30	30	1349,59	212,59	5,80
4	21	10	5	30	30	40	1263,03	198,03	6,21
5	21	10	5	20	30	50	1069,26	195,54	5,46
6	21	10	5	10	30	60	1049,38	203,82	5,45

Harga di atas adalah harga rata-rata dari 120 buah sampel bata, dimana P = Panjang, L = Lebar, T = Tinggi, TL = Tanah Liat, PR = Pasir, PP = Pulp

Tabel 3. Data Batu-bata Pejal Biasa

No	Ukuran (Cm)			Berat (Gram)	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)	Kadar Air (%)
	P	L	T			
1	21	10	5	1708,73	175,82	3,14

Harga di atas adalah harga rata-rata dari 20 buah sampel bata

Dari tabel 2 di atas dapat disimak Bata dengan komposisi 60:30:10, berat 1536,76 Kg memiliki kuat tekan 224,38 Kg/Cm² dan mengandung kadar air 6,58%. Bata dengan komposisi 50:30:20, berat 1458,42 Kg memiliki kuat tekan 203,82 Kg/Cm² dan mengandung kadar air 6,20%. Bata dengan komposisi 40:30:30, berat 1349,59 Kg memiliki kuat tekan 212,59 Kg/Cm² dan mengandung kadar air 5,80%. Bata dengan komposisi 30:30:40, berat 1263,03 Kg memiliki kuat tekan 198,03 Kg/Cm² dan mengandung kadar air 6,21%. Bata dengan komposisi 20:30:50, berat 1069,26 Kg memiliki kuat tekan 195,54 Kg/Cm² dan mengandung kadar 5,46%. Bata dengan komposisi 10:30:60, berat 1049,38 Kg memiliki kuat tekan 203,82 Kg/Cm² dan mengandung kadar air 5,45%. Sedangkan bata pejal biasa untuk dimensi yang sama beratnya 1708,73 Kg dengan kuat tekan 175,82 Kg/Cm² dan mengandung kadar air 3,14%. Dari tabel 1 di atas Batu-bata Tahan Gempa (BBTG) yang terbaik adalah yang paling kuat dan paling ringan dengan kadar air paling rendah maka pilihan jatuh pada Bata dengan komposisi 10:30:60, berat 1049,38 Kg memiliki kuat tekan 203,82

Kg/Cm² dan mengandung kadar air 5,45%. Apabila bata ini dijemur kadar airnya masih bisa menurun menjadi lebih kecil sehingga bata tahan gempa lebih ringan lagi.

BBTG tidak membutuhkan bedeng pembakaran, tidak membutuhkan proses pendinginan, tidak membutuhkan minyak tanah atau solar, tidak membutuhkan tungku pemanggangan, tidak memerlukan kayu bakar, lebih ringan 61,41% dari Batu-bata biasa, memiliki daya rekat yang lebih tinggi, tahan api, lebih kuat 115,92% dari Bata biasa, ramah terhadap lingkungan karena tidak menimbulkan polusi asap. Pada proses pengerasan terjadi perubahan sifat fisik BBTG sehingga BBTG tidak dimakan rayap. Karena BBTG lebih ringan dan tidak mudah hancur jika terjadi keruntuhan tembok rumah akibat gempa maka resiko/bahaya yang ditimbulkan menjadi lebih kecil pula. Akibatnya, BBTG lebih tahan terhadap goyangan Gempa. Sedangkan bata pejal biasa jika terjadi gempa mudah pecah dan hancur sehingga bangunan mudah mengalami keruntuhan.

4. Kesimpulan Dan Saran

Batu-bata Tahan Gempa (BBTG) tidak membutuhkan bedeng pembakaran, tidak membutuhkan proses pendinginan, tidak membutuhkan minyak tanah dan solar, tidak membutuhkan tungku pemanggangan, tidak membutuhkan kayu bakar, lebih ringan 60% dari batu-bata biasa, memiliki daya rekat yang lebih tinggi dari batu-bata biasa, tahan api, lebih kuat 115,92% dari bata biasa.

Untuk menekan biaya produksi diperlukan penelitian lebih lanjut guna menemukan zat kimia substitusi.

Daftar Pustaka

- [1] Hunter, Dard, 1997, *Paper Making*, The History And Technique of an Ancient Craft, Dover Publication, New York.
- [2] Saddington, Marianne, 1998, *Papierkunst-Scopfen-Farhen-Gestalten*, Mosaik Verlag, Munchen.
- [3] Teguh, 1998, *Batu-bata Arvena*, Jurusan Manajemen, Fekon, UNIB, Bengkulu.
- [4] Vogler, Jon, 1999, *Work from Waste-Recycling Wastes to Create Employment*, Intermediate Technology Publication, London.
- [5] V. Sozi Karnefi, 2000, *Pelatihan Keterampilan Praktis Pembuatan Batu-bata di Desa Bentiring*, Laporan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat, LPPM, Unib, Bengkulu.
- [6] V. Sozi Karnefi, 2006, *Analisis Kelayakan Dan Rekayasa Batu-bata Tahan Gempa Dari Limbah Kertas Menggunakan Teknologi Tanpa Proses Pembakaran*, Laporan Penelitian Dosen Muda, FMIPA, Unib, Bengkulu.