

ABU TEBU LIMBAH PABRIK GULA, BATA EFISIEN ENERJI

V. Totok Noerwasito

Jurusan Arsitektur - Institut Teknologi Sepuluh Nopember
totoknoerwasito@yahoo.com

ABSTRAK

"Bata abu tebu" adalah bahan bangunan dinding berupa bata yang berbahan dasar tanah liat (clay) dan abu tebu dari pabrik gula, dicetak dengan pemadatan, pengeringan tanpa dibakar (non bakar), dipergunakan setelah berumur 28 hari. Proses pembuatan tidak tergantung pada cuaca dan mudah disesuaikan dengan disain arsitektural.

Aplikasi "bata abu tebu" adalah sebagai dinding pemikul atau sebagai dinding pengisi dan bata tempelan, yang dapat diekspos pada dinding rumah murah, rumah mewah atau pada kompleks perumahan real estate. "Bata abu tebu" mempunyai kuat tekan minimal 50 kg/cm², tahan air dan dapat diproduksi sesuai dengan kebutuhan disain arsitektural.

"Bata abu tebu" adalah bahan bangunan yang efisien energi, ramah lingkungan mempunyai thermal properties yang sesuai dengan iklim tropis lembab, dan merupakan bahan bangunan struktural maupun nonstruktural.

Kata Kunci : Ekspos, dinding pemikul, efisien energi, thermal properties, material struktural.

ABSTRACT

"Brick of sugar cane ash" is construction material of wall in the form of brick, which elementary materials are clay and sugar cane ash from sugar mill, molded with compacted. Dried without burned (non burning), earn used after have age 28 days. Production process is not depended at weather and easy to be adapted for to be designed architecture.

Application "brick of sugar cane ash" is as partition wall or as bearing wall and patching brick, which can to be exposed at cheap house wall, luxuriant house or at Complex of real estate. "Brick of sugar cane ash" having strength to minimize 50 kg/cm², waterproof and earn production as according to requirement of designed architecture.

"Brick of sugar cane ash" is construction material of energy efficient, environmental friendliness, having thermal properties which as according to tropical climate, and represent material of structure and non-structure.

Keywords: Exposed, bearing wall, energy efficient, thermal properties, structural material.

PENDAHULUAN

Abu Tebu merupakan limbah dari proses produksi gula di pabrik gula, limbah ini pada kenyataannya sulit untuk dibuang karena fungsi dari abu tebu ini kurang bermanfaat bagi perkebunan atau pertanian, bahkan oleh beberapa petani menganggap abu tebu sebagai perusak kesuburan tanah. Hal tersebut merupakan masalah tersendiri dari dalam hal pembuangannya bagi pabrik gula. Untuk mengatasi masalah tersebut, pihak pabrik menawarkan abu tebu tersebut kepada umum secara cuma-cuma, tetapi meskipun demikian limbah tersebut masih tetap banyak menumpuk di halaman pabrik. Pemanfaatan abu tebu ini oleh para peneliti sangat diharapkan oleh pihak

pabrik, apalagi dapat dipergunakan untuk kepentingan masyarakat banyak.

Penghematan energy dan efisien energy didunia internasional sering didengungkan dengan tujuan menjaga bumi ini dan menjaga kelangsungan hidup yang baik bagi generasi selanjutnya. Salah satu cara penghematan energi dalam bangunan adalah mempergunakan bahan bangunan yang hemat energy, atau dengan kata lain adalah bahan bangunan yang ber"energy" rendah dan mempergunakan bahan bangunan yang mempergunakan bahan bangunan "recycling", yang berat mempergunakan bahan limbah. Pemakaian bahan bangunan yang demikian akan membentuk arsitektur "Ecologist" (Ken Yeang, 1999). Penggunaan energi pada proses pembuatan bahan bangunan juga

merupakan pertimbangan, pemakaian energi pada bahan bangunan sangat berkaitan erat dengan pemakaian minyak dan kayu bakar pada proses pembuatan, semakin banyak bahan bakar dipergunakan semakin tinggi energi yang dipergunakan oleh bahan bangunan tersebut dalam proses produksinya. Kebutuhan energi untuk memproses bahan bangunan dari bahan mentah sampai menjadi bahan bangunan jadi, disebut dengan "Embodied energi bahan bangunan".

Saat ini bahan bangunan dinding didominasi oleh bata merah, yang berbahan dasar tanah liat dan proses pengeringannya memerlukan pembakaran dengan kayu bakar, juga pada saat ini pula bahan bangunan dinding tersebut mengalami kemunduran dalam hal kualitas, terutama masalah kuat tekannya, sebagai contoh bata merah yang ada di pasaran didaerah Jawa timur, umumnya mempunyai kuat tekan dibawah 30 kg/cm², padahal menurut standard minimal bata untuk dinding pengisi adalah 30 kg/m², sedangkan standard minimal untuk dinding struktural adalah 50 kg/cm². Proses pengeringan bata merah saat ini menjadi masalah didaerah produksinya, karena banyak membutuhkan kayu bakar yang berasal dari hutan yang merupakan penghijauan daerah tersebut, demikian juga dengan masalah jenis kayu yang dipergunakan tidak semua jenis kayu yang dapat dipergunakan untuk proses pembakaran tersebut, sehingga pengrusakan penghijauan terjadi didaerah sekitar produksi bata tersebut. Hal lain yang juga kurang mendukung adalah adanya asap tebal yang timbul akibat dari proses pembakaran tersebut, yang minimal mempunyai pengaruh negatif dari asap tersebut. Idealnya bata tidak perlu dibakar sehingga tidak menimbulkan masalah di atas, tetapi hal tersebut tidak mungkin, mengingat proses pembakaran merupakan salah satu penentu bata merah berkualitas baik. Bata merah termasuk jenis bahan bangunan yang ber-embodied energi menengah, karena proses produksi memerlukan pembakaran.

Penampilan bahan bangunan dinding saat ini jarang sekali yang diekspos (tanpa plesteran), hal tersebut tidak memungkinkan karena permukaan dari bahan bangunan tidak rata dan halus sehingga perlu diplester, disamping itu selera dari penghuni juga ikut berpengaruh, dimana kebanyakan penghuni menginginkan dinding harus diplester. Untuk bahan bangunan yang bertekstur (berpermukaan) rata dan halus hal tersebut tidak masalah, sehingga tampilan bahan bangunan pada dinding dapat ditonjolkan.

Demikian juga dengan system struktur, masih jarang sekali bahan bangunan dinding saat ini yang dipergunakan sebagai dinding pemikul, kebanyakan hanya dipergunakan sebagai dinding pengisi. Bahan bangunan untuk dinding pemikul harus mempunyai kuat tekan minimal 50 kg/cm².

Abu tebu limbah pabrik gula yang dipergunakan sebagai bata disebut "Bata Abu tebu" adalah salah satu bata alternatif untuk menyelesaikan masalah proses pembakaran seperti bata. Bata abu tebu dalam penggolongan bahan bangunan nonbakar adalah bahan bangunan tanah padat (*block compresse*) yang memerlukan pemadatan pada proses produksinya. Bata abu tebu berbahan dasar abu tebu dari limbah pabrik gula, tanah Clay dan semen, merupakan bahan bangunan tanpa mengalami proses pembakaran seperti bata merah, hanya dikeringkan dengan udara sekitar, sehingga bata ini merupakan bahan bangunan berembodied energi rendah. Dalam system struktur, bata abu tebu dapat dipergunakan sebagai "dinding pemikul" (*loading wall/bearing wall*). Permukaan "bata abu tebu" yang halus memungkinkan bata ini dapat dipergunakan sebagai dinding tanpa plesteran (dinding ekspos) yang akan berpengaruh pada tampilan arsitekturalnya. Demikian juga dengan warna bata memungkinkan untuk dipergunakan sebagai bata interior.

BATA ABU TEBU

Bata abu tebu termasuk bata padat (*block compresse*). adalah bata yang tidak mengalami pembakaran pada proses produksinya dan hanya dipadatkan dan dikeringkan dengan kondisi alam sekitar. Bata abu tebu merupakan bahan bangunan dinding exterior (dinding luar), tetapi dapat dipergunakan juga sebagai dinding interior.

BAHAN DASAR BATA ABU TEBU

Bahan dasar utama adalah abu tebu dari pabrik gula, yang merupakan proses akhir dari tebu dalam pabrik. Selain abu tebu bahan dasar yang kedua adalah tanah yang mempunyai kandungan Clay 40-50%, tanah ini diperoleh dari kedalaman 50 cm dari muka tanah. Selain bahan dasar terdapat bahan tambahan sebagai perekat yakni semen.

KOMPOSISI CAMPURAN

Komposisi pada tiap tempat tidak selalu sama, hal tersebut tergantung pada kandungan tanah liat, kondisi abu tebu dari pabrik dan merk semen yang dipergunakan. Sebagai batasan adalah komposisi semen tidak melebihi dari 10% dari berat kering bata abu tebu, sebab diatas prosentase tersebut harga bata tidak ekonomis lagi, kecuali untuk bata yang ditujukan untuk dipergunakan untuk estetika interior. Demikian pula dengan komposisi antara tanah Clay dengan abu tebu juga sangat tergantung pada kondisi tanah disekitar, bila tanah sekitar banyak mengandung puzzolanas prosentase tanah Clay agak besar dan demikian sebaliknya. Dalam campuran prosentase abu tebu merupakan prosentase yang terbanyak (maksimal 50%). Prosentase bahan dasar dan semen menentukan warna bata, semakin besar prosentase abu tebu semakin gelap warna dari bata tersebut, warna akan semakin gelap bila bata basah. Yang penting dalam menentukan komposisi didasari dua tujuan yakni: untuk menghasilkan bata yang mempunyai kuat tekan tinggi atau bata yang mempunyai warna yang menarik (sesuai selera arsitek). Kehalusan permukaan tidak tergantung pada komposisi melainkan pada besarnya pemadatan.

PROSES PEMBUATAN SAMPEL BATA ABU TEBU

Bata abu tebu pada proses pembuatannya tidak melalui pembakaran seperti bata merah, tetapi dikeringkan dengan kondisi alam sekitar. Untuk menentukan komposisi yang paling tepat perlu dibuat sampel-sampel, berikut proses pembuatan sampel bata abu tebu secara garis besar:

- Penyelidikan tanah
Untuk mengetahui kandungan tanah dapat dilakukan dengan cara laboratorium atau manual, pemilihan tersebut didasarkan pada kebutuhan produksi bata dan jenis kualitas yang ingin dihasilkannya. Untuk lokasi pembuatan bata abu tebu yang jauh dari tempat beradanya laboratorium, penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan cara manual sedimentasi.
- Pengayakan
Pengayakan dilakukan untuk mempermudah menghilangkan bagian tanah yang merugikan antara lain krikil, batu, akar-akar tanaman, sampah dan lain-lain yang akan berpengaruh

terhadap kualitas bata nantinya. Pengayakan hanya dilakukan pada tanah liat yang sudah kering dan sudah dihancurkan.

- Homogenisasi
Proses ini dilakukan mencampur tanah liat, abu tebu dengan semen dan diaduk hingga merata. Pada proses ini terdapat dua tahap yakni homogen kering dan homogen basah. Tujuan dari pentahapan tersebut untuk mendapatkan homogen campuran yang lebih baik.
- Pencetakan
Pencetakan dilakukan dengan pemadatan yakni dengan jalan memberi tekanan sehingga komposisi menjadi padat, ukuran kepadatan sampel densitas minimal 1.4 g/cm³ hingga 2 g/cm³. Besarnya densitas tergantung pada kegunaan bata abu tebu, bila dipergunakan sebagai dinding pengisi atau bata tempel pada bagian dalam (interior) cukup mempergunakan densitas 1.4 sampai 1.6 g/cm³, tetapi bila bata difungsikan sebagai dinding luar dan dinding pemikul harus dipadatkan dengan densitas 1.8 sampai 2 g/cm³.
- Pengeringan
Sampel yang sudah dicetak dilindungi dari sinar matahari langsung selama 3-6 hari dan dalam kondisi lembab tanpa angin. Tahap berikutnya sampel dikeluarkan dari kondisi lembab tersebut dan dapat menerima angin, tetapi tanpa sinar matahari langsung, hal tersebut berlangsung selama 7-10 hari. Sampel sudah siap ditest apabila sudah berumur 28 hari.
- Test
Test yang dilakukan adalah kuat tekan sampel dan ketahanannya terhadap air. Test kuat tekan dilakukan dengan cara penekanan hingga hancur atau dengan test "Essais Bressi-lien". Test ketahanan terhadap air dilakukan dengan peredaman sampel dalam air selama 1 minggu yang kemudian dilakukan test tekan. Untuk bata yang dipergunakan sebagai dinding luar atau dinding pemikul harus mempunyai kuat tekan minimal sebesar 50 kg/cm².
- Kontrol
Kontrol dilakukan pada berat sampel dan homogen warna campuran didalam sampel.

KARAKTER BATA ABU TEBU

- Kuat Tekan dapat didisain sesuai dengan kebutuhan arsitek atau pengguna bangunan, dengan cara "bermain" dengan komposisi

campuran. Sebagai standard minimal 50 kg/cm².

- Mempunyai densitas 1.4-2 g/cm³, sesuai dengan fungsi bata.
- Dimensi bata dapat didisain sesuai dengan disain yang dikehendaki, karena bentuk bata tergantung pada bentuk cetakan. Untuk ukuran standard adalah: 22 x 10.5 x 6 cm dan dipergunakan sebagai dinding pemikul.
- Berat tergantung pada dimensi dan densitas bata abu tebu.
- Kondisi permukaan: halus, memungkinkan untuk "exposed wall" (dinding tanpa plesteran)
- Warna: abu-abu gelap sampai hitam, warna dapat didisain sesuai dengan disain arsitektural.
- Tahan air, daya serap air maksimum: 25% dari volume bata
- Ketahanan terhadap air: harus dilindungi dari air yang berlebihan.
- Bata abu tebu termasuk bahan bangunan tanah dengan stabilisasi semen (*Cementstabilized earth blocks*) yang berembodied energi 0.3-0.8 MJ/kg (*UNCHS 1991 a,b.*)

KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN BATA ABU TEBU

Bahan dasar Abu tebu pabrik gula, mudah diperoleh dari pabrik gula karena merupakan limbah pabrik. Pemanfaatan limbah pabrik ini sangat berguna, karena selain limbah dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan juga banyak membantu pabrik gula dalam pembuangan limbahnya, dengan demikian membantu proses ekologi lingkungan yang stabil. Selain abu tebu, bahan dasar lain adalah tanah liat, juga mudah diperoleh terutama didaerah yang tidak subur. Sehingga dimasa mendatang produksi bata tidak lagi mengurangi luas tanah produktif melainkan mengoptimalkan pemanfaatan lahan yang tidak subur yang selama ini banyak yang tidak produktif dan hanya berupa padang rumput atau padang terbuka yang gundul. Proses produksi tidak tergantung pada cuaca, dapat dikerjakan dilokasi.

Merupakan lapangan kerja baru pada penduduk sekitar pabrik gula, karena bahan dasar abu tebu dan tanah liat mudah diperoleh disekitar pabrik, sedangkan bata abu tebu dapat dikerjakan dengan tenaga manusia atau mesin dan tanpa mempergunakan pembakaran seperti pada bata

merah. Dengan adanya lapangan kerja baru ini diharapkan bantuan juga dari pemda setempat dapat membantu untuk dapat membina para pengrajin bata abu tebu ini menjadi pengusaha usaha kecil dan menengah.

Proses produksi tidak memerlukan pembakaran seperti bata merah, tetapi dengan proses pemadatan dan pengeringan alami, sehingga tidak menimbulkan polusi dan tidak merusak penghijauan sekitar produksi bahan bangunan.

Dapat mengurangi pemakaian beton sebagai kolom dan ring balk, yakni tidak mempergunakan kolom beton pada dinding bangunan melainkan menggantinya dengan system dinding pemikul tanpa kolom beton.

Mempunyai kuat tekan lebih tinggi daripada sebagian besar bata yang ada dipasaran saat ini. Kuat tekan dari Bata abu tebu dapat didisain sesuai dengan kebutuhan disain arsitekturalnya dengan cara mengatur prosentase campuran.

Mampu berfungsi sebagai dinding ekspos (dinding tanpa plesteran), karena permukaan bata abu tebu yang halus dan rata, merupakan alternatif dinding yang berwarna, karena warna hitam yang dimilikinya, selama ini warna dinding natural adalah merah bata (warna bata) dan abu-abu (warna bataco).

Bentuk dan dimensi dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dan disain arsitektur dengan cara membuat disain cetakan, sehingga menantang arsitek untuk mendisain dinding lebih bebas sesuai dengan keinginannya.

Bata abu tebu termasuk bahan bangunan efisien energi bila dibandingkan dengan bata merah, karena tidak mempergunakan pembakaran pada proses produksinya, embodied energi bata abu tebu sesuai tabel adalah 0.3-0.8 MJ/kg, sedangkan untuk pemasangan dinding dan konstruksi bangunannya lebih rendah embodied energy dengan bata merah maupun bataco.

Terhadap "*thermal property*", bata abu tebu masih lebih baik dari bata merah, karena bata abu tebu mempunyai *specific heat* lebih tinggi dari bata merah, tetapi kelemahan hanya terhadap *absorptance* kurang baik, hal tersebut disebabkan oleh warnanya yang hitam.

Agar dinding bata abu tebu dapat bertahan lama harus dilindungi dari pengaruh buruk dari iklim, salah satu pengaruh buruk dari iklim pada dinding yang mempergunakan bata abu tebu yang diekspos adalah air hujan yang berlebihan dan air tanah. Untuk itu dinding harus dilindungi dengan "sorsoran" atap (*overhang*) lebar minimal 1.80 m, atau pada bagian dinding tertentu yang terbanyak mendapat terpaan air hujan dilindungi

dengan plesteran, sedangkan perlindungan terhadap air tanah dinding bangunan harus ditinggikan minimal 60 cm dari tanah asal, dan mengurangi air tergenang disekitar bangunan dengan membuat saluran air dibawah tanah sekeliling bangunan. Sosoran pada tepi bangunan selain berfungsi melindungi dinding dari air hujan, juga melindungi dinding dari sinar matahari langsung yang berpengaruh pada *thermal performance* didalam bangunan.

SASARAN PEMAKAIAN BATA ABU TEBU

- Rumah sederhana/murah
Mempergunakan system dinding pemikul, dinding ekspos pada sebagian dinding luarnya sedangkan dinding lainnya diplester dan sedikit mempergunakan kolom.
- Rumah mewah/menengah
Mempergunakan dinding dengan bata abu tebu yang lebih bagus kualitasnya, sebagai system dinding pemikul dan pengisi juga dinding merupakan dinding ekspos, dinding pemikul mempergunakan bata sebagai struktural sedangkan system dinding pengisi bata yang ekspos sebagai elemen estetika dengan menampilkan karakter naturalnya.
- Perumahan Real Estate
Bahan dasar tanah liat dapat diperoleh dari tanah setempat, sedangkan abu tebu didatangkan dari pabrik gula sekitar yang terdekat. Pemakaian kualitas dinding disesuaikan dengan konsumen dari perumahan tersebut.
- Sebagai bata tempel pada semua jenis bangunan/rumah, hal tersebut dipergunakan pada bangunan yang sudah lama berdiri tetapi membutuhkan tampilan lain. Pada jenis ini bata abu tebu merupakan jenis bata khusus.

BATA BATA ABU TEBU DIMASA MENDATANG

- Ikut membantu peningkatan kualitas bahan bangunan dinding. Selama ini bata merah merupakan bahan bangunan dinding yang dominan tetapi kualitasnya makin lama makin menurun, hal ini membuat kesan bahwa kualitas bahan bangunan dinding di Indonesia sangat jelek, dengan adanya bata abu tebu yang mempunyai kuat tekan minimal 50 kg/cm² dan segala karakteristiknya akan mengurangi kesan diatas.

- Menambah jumlah jenis bahan bangunan efisien energi.
Bata abu tebu merupakan bahan bangunan hemat energi, karena tidak dibakar pada proses pengerasannya, saat ini sudah banyak bahan bangunan yang proses pembuatannya hemat energi. dengan pemunculan bata abu tebu ini, akan menambah jumlah bahan bangunan yang hemat energi pada proses pembuatannya, yang kelak akan menggeser kedudukan bahan bangunan dinding yang tidak hemat energi.
- Pertumbuhan industri baru dibidang bahan bangunan.
Selama ini keberadaan industri bata merah hanya pada daerah yang memenuhi persyaratan tertentu, dengan adanya bata abu tebu yang bahan dasarnya mudah didapat dan tidak menghendaki persyaratan tertentu, akan merangsang pertumbuhan industri baru dibidang bahan bangunan disekitar pabrik gula atau ditempat lain yang memproduksi bata abu tebu yang berstandar.
- Bata abu tebu sebagai bahan bangunan recycling
Bata abu tebu yang sudah rusak kemungkinan akan dapat diproses kembali menjadi "bata abu tebu baru" dengan penambahan beberapa proses dan bahan tambahan. Pada proses ini bata abu tebu yang merupakan sampah merupakan bahan agregat yang masih perlu ditambahkan tanah liat lainnya.
- Bata abu tebu sebagai dinding isolasi panas.
Hal tersebut dinlungkinkan apabila melihat salah satu bahan dasarnya adalah tanah liat yang tidak dibakar dan ketebalan dindingnya apabila bata dipergunakan sebagai dinding pemikul.

KESIMPULAN

- "Bata abu tebu" merupakan bahan bangunan ekologis karena mempergunakan limbah pabrik gula.
- Bahan dasar "Bata abu tebu" mudah didapat dan tanpa proses pembakaran, disamping itu tempat produksi "Bata abu tebu" tidak menghendaki persyaratan khusus, dapat dikerjakan dengan tenaga manusia atau mesin.
- "Bata abu tebu" merupakan bahan yang fleksibel dan dapat mengikuti kemauan pemakai dan arsitek, bahkan untuk dinding bangunan "lama"

- Merupakan bahan bangunan struktural, dan sesuai dengan iklim tropis lembab.
- Bahan bangunan art, dengan tekstur, warna natural dan bentuk yang artistik Ramah lingkungan, dan hemat energi.



of Symposium" *Building Materials for Low-Income Housing*", Bangkok-Thailand. 1987.

Ken Yeang, *The Green Skyscrapers*, Prester, Munich, London, New York. 1999.

Kenneth Sandin, "Mortars for Masonary and Rendering Choice and Application", *Building issues*. LCHS, Lund Sweden. 1995.

Rigassi Vincent, *Blocs de terre comDrime Voll Manuel de Production*, CRA- Terre EAG, Grenoble, France. 1995.

Stulz Roland and Kiran Mukerji, *Appropriate Building Materials*, Third Revised Edition. SKAT Publication. Switzerland. 1993.

DAFTAR PUSTAKA

Baris Der Petrossian, Erik Johansson, "Construction and Environment improving energy efficiency", *Building issues No.2 vol 10, 2000*. LCHS Lund University, Lund Sweden. 2000.

Dennis Myriam, *Le Materiau terre. these le Grade de docteur INSA Lyon*, France. 1994.

Doat, Hays, Houben, *Construire en terre*. Gamma Paris, France. 1985.

Erik Johanson, "Woodwool slabs manufacture, properties and use". *Building*. Lund Center for Habitat Studies. Lund-Sweden. 1994.

ESCAP-United Nations, "Building Material and Construction Technology for low-cost housing in developing country", *Building technology series*. Bangkok-Thailand. 1989.

Goran Fagerlund, Economical Use of Cement in Concrete, *Building Issues*, Lund Center for Habitat Studies, Lund-Sweden. 1994.

Herbert mathissen, *Earth as a Construction Material for development Work*, Misereor, Aachen-Germany. 1995.

Jiang Ji Xin dan Yu Pin Lian, "Portland Blast Furnace Slag-Fly Ash Cement", *Proceeding*