

ANALISIS KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA BATU BATA RINGAN YANG TERBUAT DARI FLY ASH DAN ABU PENGGERGAJIAN BATU ANDESIT

Novia Al Adawiyah, Putra Pamungkas, Sugiharto, Dedi Budi Setyawan

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof H. Sudarto, S.H. Tembalang Semarang 50275
Email : noviaaladawiyah@gmail.com

Abstract

The research is do to analize the compressive strength and water absorption in the CLC lightweight brick made with a mix of fly ash and the ashes of andesit sawed stones and also to know if waste fly ash and the ashes of andesit sawed stones can be used as mixure of CLC lightweight bricks. The method used in this research that is by making light brick CLC with replacing sand material to the ashes of andesit sawed stones and fly ash substitution of 5%, 7%, 10%, 15%, 17% and 20% of the weight of the whole material. Lightweight brick that has been curing for 7, 14 and 28 days and then tested to obtain the compressive strength and water absorption from lightweight brick. Results of the research showed the largest compressive strength of CLC lightweight brick at the age of 7 days is 6 kg/cm² on the rate of fly ash 20%. At the age of 14 days, the largest compressive strength value of CLC is 12 kg/cm² on the rate of fly ash 20%, at the age of 28 days, the largest compressive strength value of CLC is 19.5 kg/cm² on the rate of fly ash 20%. Water absorption of CLC lightweight brick on average at the age of 14 days is 18.54 gr/dm²/min, average water absorption of CLC lightweight brick at the age of 28 days is 12.44 gr/dm²/min, still enter into terms that recommended with a maximum of 20 gr/dm²/min.

Kata kunci : *cellular lightweight concrete (CLC), compressive strength, water absorption, fly Ash*

PENDAHULUAN

Fly ash adalah salah satu produk pembakaran batubara dari pembakaran pembangkit listrik batu bara dan berisi sejumlah besar konstituen berpotensi berbahaya terhadap lingkungan. Hal ini diketahui bahwa hampir 600 juta ton fly ash diproduksi di dunia per tahun (Çiçek, 2015). Penggunaan batu bara sebagai sumber energi pada unit boiler pada industri akhir-akhir ini menjadi pilihan yang paling diminati oleh para pengusaha karena disamping

dapat menghemat biaya operasional juga ketersediaannya cukup melimpah di Indonesia. Tercatat pada tahun 2011 produksi batubara Indonesia sebesar 415 juta ton dari total cadangan yang diperkirakan sebesar 34 milyar ton. Keberadaan batubara yang melimpah berbanding lurus dengan banyaknya industri yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya, yang mana akan semakin terus berkembang. Akan tetapi industri yang menggunakan batu bara ini menghasilkan limbah

pembakaran batu bara yaitu fly ash. Limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan bangunan, bahkan limbah ini sempat mengganggu masyarakat sekitar (Kurniawan, 2013). Pemanfaatan abu terbang sebagai bahan tambah dalam campuran batu bata merupakan salah satu usaha untuk menanggulangi masalah lingkungan (Mashuri, 2009).

Peneliti telah berfikir tentang kemungkinan pembuatan batu bata dari limbah bottom ash, fly ash dan abu sekam padi untuk mengatasi masalah yang terkait dengan limbah industri (Naganathan dkk, 2015). Karena digunakan secara ekstensif dalam industri konstruksi, batu bata adalah bahan bangunan yang penting digunakan dalam berbagai proyek konstruksi (Hwang, 2015).

Saat ini teknologi bata ringan sedang berkembang dengan pesat seiring adanya kelemahan bata yang relatif berat sehingga bangunan yang berat akan menjadi lebih rentan terhadap bahaya gempa (Putra, 2010). Selain mengurangi risiko bencana gempa, penggunaan material ringan, misalnya bata ringan, juga dapat dipasang lebih cepat, ukurannya yang lebih lebar dan lebih tipis sehingga pekerjaannya dapat diselesaikan lebih cepat dibandingkan menggunakan material berat.

Beberapa produsen telah membuat bata ringan, misalnya Hebel dan Diamond dengan berat volume sekitar 600 kg/m³. Produk tersebut menyajikan keunggulan masing-masing, misalnya dalam hal kekuatan, tahan api, kedap suara, hemat energi,

kemudahan pelaksanaan, dan ketahanan terhadap rembesan air. Namun demikian, produk bata ringan tersebut menggunakan material pasir yang mengandung banyak silika, sehingga harga per buahnya relatif masih mahal dibandingkan dengan bata konvensional. Selain itu, bata ringan tersebut di atas masih menggunakan teknologi luar negeri dan menggunakan material khusus, sehingga harganya cenderung masih mahal. Sehubungan dengan adanya limbah abu pembakaran batu bara sebagai pengganti pasir, sumberdaya ini merupakan peluang tersendiri dalam rangka mengembangkan bata ringan. Kondisi idealnya, bata ringan dapat diproduksi di Semarang menggunakan material lokal sehingga dapat menekan harga produksinya sekaligus menggerakkan kegiatan ekonomi masyarakat sekitar. Secara lebih khusus, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bata ringan dari material pasir halus (abu hasil pembakaran batu bara) dan perbandingan harga bata ringan hasil penelitian dibandingkan dengan beton ringan Hebel dan Diamond.

Ada 2 macam jenis bata ringan (Aerated Lightweight Concrete /ALC) atau sering disebut juga (Autoclaved Aerated Concrete / AAC) dan CLC (Cellular Lightweight Concrete). Bata ringan AAC adalah beton selular dimana gelembung udara yang ada disebabkan oleh reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada proses pembuatan roti saat

penambahan ragi untuk mengembangkan adonan. Material pembuatan bata ringan AAC memakai pasir khusus yaitu silika ($> 95\% \text{SiO}_2$) dan harus digiling sampai ukuran mikro. Sama halnya seperti pada pembuatan roti pada AAC tingkat ekspansi adonan juga tidak bisa di kontrol secara tepat sehingga biasanya akan mengembang keluar dari cetakan. Oleh karena itu harus dipotong untuk mendapatkan dimensi yang dibutuhkan. Gelembung udara yang relatif banyak memungkinkan dihasilkannya AAC dengan kerapatan yang rendah yaitu sekitar $700 - 800 \text{ kg} / \text{m}^3$. (Karijanto, 2013).

Berbeda dengan bata *non aerated*, pada bata ini ditambahkan agregat ringan dalam pembuatannya seperti, serat sintesis dan alami, *slag* baja, perlite, dan lain-lain. Pembuatan bata ringan berpori jauh lebih mahal karena menggunakan bahan-bahan kimia tambahan dan mekanisme pengontrolan yang cukup sulit (Zulfikar Syaram, 2010). Menurut Tjokrodinuljo (2003) Pembuatan bata ringan berpori (bata aerasi) ini pada prinsipnya membuat rongga udara di dalam bata. Ada tiga macam cara membuat bata aerasi, yaitu :

- Yang paling sederhana yaitu dengan memberikan agregat/campuran isian bata ringan. Agregat itu bisa berupa batu apung

(pumice), *stereof foam*, batu alwa atau abu terbang yang dijadikan batu.

- Menghilangkan agregat halus (agregat halusnya disaring, contohnya debu/ abu terbangnya dibersihkan)
- Meniupkan atau mengisi gelembung udara di dalam bata.
- Dengan tidak memakai pasir agar bata banyak mengandung rongga sehingga bobotnya rendah/ringan.

Kelayakan bata beton sebagai pasangan dinding dilihat dari terpenuhinya karakteristik kuat tekan dan nilai porositas bata beton sesuai dengan SNI 03-0349-1989 tentang Bata beton untuk pasangan dinding. Bata beton yang diisyaratkan terdiri dari 2 macam yaitu :

1. Bata beton pejal

Yaitu bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.

2. Bata beton berlubang

Yaitu bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya.

Adapun beberapa syarat yang harus dipenuhi yaitu:

Tabel 1. Tabel persyaratan SNI 03-0349-1989

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata minimum	Mpa	10	7	4	2,5	7	5	3,5	2
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimum	Mpa	9	6,5	3,5	2,1	6,5	4,5	3	1,7
3. Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-	25	35	-	-

*Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah dibagi luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dan survei harga di lapangan. Proses eksperimental dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi, Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang. Objek penelitian adalah bata ringan yang menggunakan bahan dasar semen dari limbah pembakaran batu bara (*fly ash*). Beberapa bahan yang digunakan adalah fly ash, air Laboratorium Bahan Teknik Sipil Polines, pasir halus muntan, dan Additive Foaming Agent. Ukuran benda uji disamakan dengan ukuran bata ringan di lapangan, yaitu sebesar 60 cm x 20 cm x 10 cm. Sasaran pengujian adalah dihasilkannya bata ringan dengan berat volume sekitar 600 kg/m³ dan kekuatan tekan mencapai sekitar 30 kg/cm² pada umur 7 hari. Harga bata ringan dihitung dengan panduan perhitungan harga pokok produksi, yang meliputi biaya tempat, biaya depresiasi alat, biaya material, biaya upah-tenaga, biaya operasional, dan biaya lain-lain. Harga bata ringan

hasil penelitian akan dibandingkan dengan harga bata ringan di pasaran.

Benda uji dibuat dengan proses CLC (Cellular Lightweight Concrete), cetakan bata ringan ukuran 20 x 60 x 10 cm, 6 buah. 6 Buah benda uji masing masing mengandung fly ash dengan kadar yang berbeda (10%,20%,30%,40%,50%,60%).

Untuk proses pembuatan campuran, pertama-tama akan dilakukan pencampuran material fly ash(10%,20%,30%,40%,50%,60%), pasir, air. Material-material ini akan diaduk di dalam mixer kurang lebih selama 5 menit hingga tercampur secara merata. Lalu ditambahkan foam agent yang sebelumnya sudah diproses untuk menjadi foam ke dalam mixer yang berisi campuran material dan diaduk hingga merata.

Setelah proses pembuatan campuran selesai, campuran dicetak ke dalam cetakan bata ringan ukuran 20 x 60 x 10 cm. Cetakan disimpan selama 24 jam hingga campuran mengeras dan setelah mengeras dapat dikeluarkan dari cetakan. Bata ringan diuji kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28

hari. Kemudian selanjutnya diuji daya serap air (suction rate).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dijelaskan hasil pengujian serta analisa hasil dari percobaan-percobaan yang telah dilakukan untuk menjawab permasalahan mengenai pengaruh penambahan fly ash terhadap kekuatan tekan bata ringan serta persentase terbaik penambahan fly ash terhadap kekuatan tekan bata ringan. Pengujian kuat tekan dan suction rate dilakukan di laboratorium bahan dan bangunan Politeknik Negeri Semarang. Pengujian kuat tekan batu bata ringan menggunakan alat mesin tekan Marshall. Sedangkan pengujian suction rate menggunakan metode sesuai dalam buku bahan bangunan. Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik agar pengaruh dari perbedaan persentase fly ash pada penelitian yang dilakukan dapat terlihat dengan jelas dan akurat, sehingga dapat mempermudah dalam menganalisa data dan pengambilan keputusan.

Berat dan Kuat Tekan Bata Ringan

Dari Gambar 1. yang merupakan grafik hasil pengujian kuat tekan. Dapat dilihat dengan jelas bahwa batu bata ringan dengan kadar fly ash 20% memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi mencapai 6 kg/cm^2 pada umur 7 hari, 12 kg/cm^2 pada umur 14 hari, dan $19,50 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari. Sedangkan nilai kuat tekan terendah dihasilkan melalui kadar fly ash sebesar 5% yaitu 1 kg/cm^2 pada umur

7 hari, $4,9 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 14 hari, dan $9,4 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari.

Dibandingkan dengan bata ringan CLC normal dilapangan yang memiliki nilai rata-rata tekan yaitu $8,61 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 7 hari, $8,89 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 14 hari, dan $14,72 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari (Hunggurami,2014). Bata ringan dengan kadar 20% fly ash memiliki nilai tekan di atasnya. Hal ini menunjukkan bahwa batu bata ringan hasil penelitian kami lebih baik dari batu bata ringan di pasaran yang dibuat tanpa menggunakan campuran Fly Ash dan abu penggergajian batu andesit, limbah ini dapat meningkatkan kuat tekan batu bata ringan pada umur 28 hari sebesar 24,51%. Batu bata ringan dengan kadar fly ash 5% memiliki nilai kuat tekan yang paling rendah dengan nilai kuat tekan yaitu sebesar 1 kg/cm^2 pada umur 7 hari, $4,9 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 14 hari, dan $9,4 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari, hal ini disebabkan karena terlalu sedikit jumlah fly ash yang dapat mengisi rongga kosong diantara partikel yang lain, tekstur fly ash yang sangat kecil dan bulat dapat mengisi rongga yang ada di dalam adonan sehingga sample menjadi lebih padat, hal ini juga disebabkan karena fly ash memiliki kemampuan pozzolanik yang lebih rendah daripada semen.

Dari Gambar 5 yang merupakan persyaratan SNI untuk bata beton berlubang. Dapat diketahui bahwa batu bata dengan kadar fly ash 17% dan 20% yang memiliki nilai kuat tekan 17 kg/cm^2 dan $19,50 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari masuk dalam batu

bata ringan kualitas IV menurut SNI karena memiliki kuat tekan $\geq 17 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan batu bata ringan dengan kadar fly ash sebesar 5%, 7%, 10%, dan 15% yang memiliki

nilai kuat tekan $9,4 \text{ kg/cm}^2$, $10,6 \text{ kg/cm}^2$, $11,6 \text{ kg/cm}^2$ dan $14,9 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari tidak memenuhi persyaratan SNI karena memiliki kuat tekan $\leq 17 \text{ kg/cm}^2$.



(a)



(b)

Gambar 1. Berat (a) dan Kuat Tekan (b) Bata Ringan Umur 7 hari



(a)

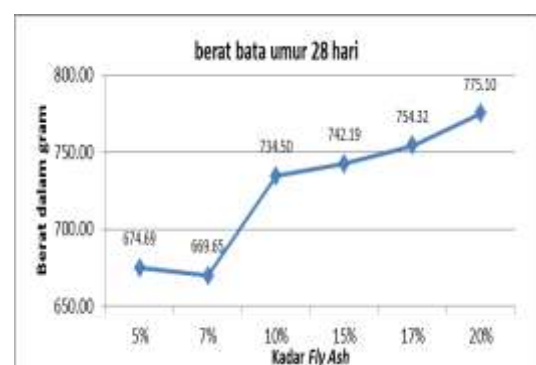


(b)

Gambar 2. Berat (a) dan Kuat Tekan (b) Bata Ringan Umur 14 hari

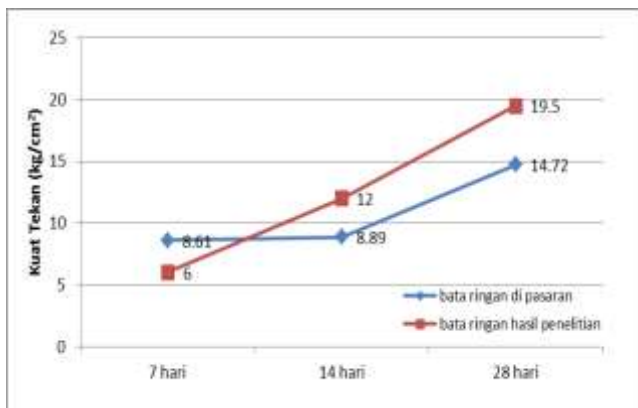


(a)



(b)

Gambar 3. Berat (a) dan Kuat Tekan (b) Bata Ringan Umur 28 hari



Gambar 4. Perbandingan Kuat Tekan Batu Bata Ringan di Pasaran dan Batu Bata Ringan Hasil Penelitian 28 Hari

Tabel 2. Persyaratan SNI untuk batu bata beton berlubang

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	II	IV	I	II	III	IV
1.Kuat tekan bruto* rata-rata min	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2.Kuat tekan bruto masing-masing benda uji	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17

Suction Rate (Daya Serap Air) Bata Ringan

Dari Hasil penelitian didapatkan *suction rate* rata-rata pada bata ringan umur 14 hari sebesar 18,54 gr/dm²/menit, besarnya *suction rate* batu bata yang dianjurkan 20 gr/dm²/menit, maka bata tersebut masuk dalam *suction rate* yang dianjurkan, dan tidak perlu direndam

air. Dari Hasil penelitian didapatkan *suction rate* rata-rata pada bata ringan umur 28 hari sebesar 12,44 gr/dm²/menit, Besarnya *suction rate* batu bata yang dianjurkan 20 gr/dm²/menit, maka bata tersebut masuk dalam *suction rate* yang dianjurkan, dan tidak perlu direndam air.



(a)



(b)

Gambar 6. Berat (a) dan Daya Serap Air (b) Bata Ringan Umur 14 hari



(a)



(b)

Gambar 7. Berat (a) dan Daya Serap Air (b) Bata Ringan Umur 28 hari

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar kadar *fly ash* ditambahkan dalam batu bata ringan maka semakin besar pula kuat tekan yang dihasilkan. Bata ringan dengan kadar *fly ash* 20% mempunyai kuat tekan $19,5 \text{ kg/cm}^2$ lebih baik dari pada bata ringan di pasaran yang mempunyai kuat tekan hanya $14,72 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 28 hari. Melalui penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil *Suction rate* menunjukkan bahwa bata ringan menyerap sedikit air yang mempunyai rata-rata $18,54 \text{ gr/dm}^2/\text{menit}$ untuk bata ringan umur 14 hari dan $12,44 \text{ gr/dm}^2/\text{menit}$ untuk bata ringan umur 28 hari dimana rata-rata tersebut kurang dari $20 \text{ gr/dm}^2/\text{menit}$, sehingga tidak perlu perendaman di air terlebih dahulu dan bagus untuk digunakan pada bangunan. Limbah *Fly ash* dan abu penggergajian batu andesit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang dapat menjadi solusi agar limbah ini tidak mencemari lingkungan, limbah *Fly Ash* yang termasuk limbah

B3 dapat ditanggulangi sesuai dengan peraturan pemerintah dengan cara di solidifikasi yaitu dengan dijadikan material dalam bata ringan atau beton sehingga tidak berbahaya lagi bagi kesehatan masyarakat. Penggunaan limbah ini sebagai bahan pengganti material pembuatan bata ringan juga lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada ketua Laboratorium Teknik Sipil atas ijin untuk menggunakan laboratorium bahan sebagai tempat untuk melaksanakan penelitian dan tim Laboratorium Bahan Teknik Sipil Polines atas bantuan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Hunggurami, E. 2014. Studi Eksperimental Kuat Tekan dan

- Serapan Air Bata Ringan *Cellular Lightweight Concrete* dengan Tanah Putih sebagai Agregat. Jurnal Teknik Sipil Undana. Volume III. No. 2.
- Kurniawan, P. 2013. Warga Weru Resah Adanya Limbah Pabrik Pengolahan dan Penggergajian Batu, <http://solorayaonline.com>, diakses 15 Desember 2015
- Putra, H.P. 2010. Studi Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Menggunakan Beton Ringan Citicon Dengan Beton Merah Pada Proyek Pembangunan Rumah Dua Lantai Perumahan Araya Kavling 43-45, Tugas Akhir, tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia
- Çiçek, T., Çinçin, Y. 2015. *Use of fly ash in production of lightweight building bricks*. Elsevire. Construction and Building Materials 94 (2015) 521–527.
- Winarno, S., Basyarah, G. 2011. Pembuatan Bata Ringan Menggunakan Limbah Penggergajian Batu Andesit. Jurnal Teknik Sipil UII. Page 405-412
- Mashuri., Adam, A., Rahman, R. 2009. Penggunaan Abu Terbang Batubara Pada Pembuatan Batako Di Kota Palu. Jurnal Teknik Sipil Universitas Tadulako. Page 85-92
- Nagathan, S., Mohamed, A., Mustapha, K. 2015. *Performance of bricks made using fly ash and bottom ash*. Elsevire. Construction and Building Materials 96 (2015) 576–580.
- Hwang, C., Huynh, T. 2015. *Investigation into the use of unground rice husk ash to produce eco-friendly construction bricks*. Elsevire. Construction and Building Materials 93 (2015) 335–341