

PERBANDINGAN PERSENTASE PENAMBAHAN *FLYASH* TERHADAP KUAT TEKAN BATA RINGAN JENIS CLC

Rosmiyati A. Bella¹ (qazebo@yahoo.com)
 Jusuf J. S. Pah² (yuserpbdaniel@yahoo.co.id)
 Ariansyah G. Ratu³ (ariansyah_jf@yahoo.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui densitas, kuat tekan dan serapan pada bata ringan dengan menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggantikan semen dengan *fly ash* dengan variasi penambahannya sebesar 10% hingga 90% dari berat semen dengan kenaikan 10%. Pengujian kuat tekan dan densitas dilakukan pada masa perawatan bata ringan berumur 7, 21, dan 28 hari sedangkan pengujian serapan air dilakukan pada umur 28 hari. Kuat tekan maksimum berada pada variasi *fly ash* 10%, selama masa perawatan berturut-turut sebesar 0,633 MPa, 0,781 MPa, 0,819 MPa dengan densitas selama masa perawatan berturut-turut sebesar 750,741 kg/m³, 664,444 kg/m³, 588,519 kg/m³ serta serapan air sebesar 26,256%. Untuk kuat tekan minimum bata ringan dihasilkan pada variasi *fly ash* 40% berturut-turut sebesar 0,485 MPa, 0,633 MPa, 0,670 MPa, dengan densitas selama masa perawatan berturut-turut sebesar 585,556 kg/m³, 566,296 kg/m³, 549,259 kg/m³ serta serapan air sebesar 38,184%. Variasi *fly ash* pengganti semen dengan kadar 50% ke atas mengalami gagal/pecah. Berdasarkan penelitian tersebut variasi *fly ash* sebesar 40% merupakan batas maksimum penambahan *fly ash* pada bata ringan CLC dikarenakan penambahan *fly ash* dapat berpengaruh terhadap kekuatan bata ringan itu sendiri akibat tidak adanya ikatan antar agregat.

Kata Kunci : *fly ash*; Bata ringan CLC; Kuat Tekan; Serapan Air

ABSTRACT

The objective of this research was to find out the density, compressive strength and absorption of lightweight brick by using fly ash as the substitute of cement. The method used in this research was experimental method by substituting cement with fly ash. The variations were 10% to 90% of cement weight with 10% increment. The compressive strength test was conducted when the lightweight brick was 7, 21 and 28 days for the water absorption. The maximum compressive strength was achieved in the 10% of fly ash variation, during the treatment of 0,633 MPa, 0,781 MPa, 0,819 MPa with the density of 750,741 kg/m³, 664,444 kg/m³, 588,519 kg/m³ and 26,256% of water absorption. Whereas, the variation of 50% fly ash as the substitution of cement was failed or cracked. This research indicated that the 40% variation of fly ash was the maximum limit to be added to the CLC lightweight brick for the reason that the addition of fly ash could affect the strength of the brick as the consequence of the non-existent aggregate bonds.

Key word: *fly ash*; lightweight brick CLC; compressive strength; water absorption

PENDAHULUAN

Penggunaan batubara sebagai sumber energi menjadi pilihan yang paling diminati oleh para pengusaha dengan alasan lebih menghemat biaya operasional dan ketersediaannya di Indonesia juga cukup melimpah. Saat ini di Kota Kupang telah beroperasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara, sehingga menghasilkan abu terbang (*fly ash*) sebagai limbahnya. Sisa hasil pembakaran batubara berupa abu terbang (*fly ash*) dapat dimanfaatkan

¹ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang;

² Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang;

³ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang.

untuk bahan konstruksi beton dan bata ringan lokal. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai penggunaan limbah abu terbang (*fly ash*) pada bata ringan. Pada penelitian Ardhyansyah (2014) digunakan *fly ash* sebagai pengganti semen pada bata ringan yang variasinya sebesar 60%-90% dengan persentase kenaikan 10%, namun dari penelitian tersebut belum mendapatkan hasil yang maksimal dikarenakan penggunaan alat pembuatan busa menggunakan peralatan manual. Berdasarkan penelitian tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai penggunaan *fly ash* yang dihasilkan PLTU Bolok sebagai substitusi parsial dari semen pada bata ringan dengan variasi *fly ash* yang akan digunakan sebesar 10%-90% dengan persentase kenaikannya sebesar 10% dan menggunakan peralatan berskala industri, dengan tujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, densitas dan serapan air pada bata ringan dengan penambahan limbah *fly ash*. Penelitian ini menggunakan cetakan dengan ukuran 60 x 20 x 7,5 cm untuk uji kuat tekan dan 15 x 15 x 15 cm untuk uji serapan air. Pengujian kuat tekan dan densitas dilakukan pada bata berumur 7, 21, dan 28 hari sedangkan untuk uji serapan air dilakukan pada umur 28 hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Bata Ringan

Bata ringan merupakan bata beton yang memiliki densitas lebih ringan dari pada bata beton pada umumnya. Ada yang mendefinisikan sebagai bata yang memiliki densitas antara 2000 kg/m³ atau lebih rendah serta ditunjang dengan nilai serapan maksimum 25% (Suryani, 2015). Keunggulan utama bata ringan terdapat pada berat sendirinya yang kecil, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan mengurangi beban bangunan itu sendiri. Secara umum terdapat 2 macam jenis bata ringan yaitu *Aerated Lightweight Concrete* (ALC) atau juga sering disebut *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Celular Lightweight Concrete* (CLC). Bata ringan AAC adalah beton selular yang gelembung udaranya dihasilkan reaksi kimia, yaitu ketika bubuk aluminium atau aluminium pasta mengembang seperti pada proses pembuatan roti saat penambahan ragi untuk mengembangkan adonan. Sedangkan bata ringan CLC adalah bata selular yang mengalami proses perawatan secara alami. Dalam proses pengerjaan CLC digunakan busa organik yang sangat stabil dan ketika proses pencampuran adonan tidak ada reaksi kimia.

Syarat Fisis Bata Ringan

Merujuk pada sejumlah penelitian sebelumnya syarat-syarat fisis bata ringan masih mengacu pada syarat fisis bata normal/konvensional dan berat jenisnya tidak boleh melebihi 1900 kg/m³. Berdasarkan hal tersebut maka digunakan SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding sebagai syarat yang akan digunakan untuk bata ringan. Syarat fisis kelayakan bata pejal yang harus dipenuhi berdasarkan SNI 03-0349-1989 yang akan digunakan sebagai acuan bata ringan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Syarat-Syarat Fisis Beton Pejal (BSN, 1989)

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Beton			
		I	II	III	IV
Kuat tekan beton rata-rata minimum	kg/cm ²	100	70	40	25
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji	kg/cm ²	90	65	35	21
Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Klasifikasi Bata Ringan CLC

Berdasarkan Mustapure & Eramma (2014), klasifikasi bata ringan CLC berdasarkan densitas dibagi atas beberapa kelas di antaranya ; Kelas A, memiliki densitas pada kisaran 1200 kg/m³ –

1800 kg/m³. Kelas ini biasa digunakan sebagai bagian dari struktur utama. Kelas B, memiliki densitas pada kisaran 800 kg/m³ -1000 kg/m³. Kelas ini biasa digunakan untuk bukan untuk memikul beban struktur. Kelas C, memiliki densitas pada kisaran 400 kg/m³ – 600 kg/m³. Kelas ini biasa digunakan untuk menjaga panas pada bata ringan (konduktivitas termal).

Bahan Pembentuk Bata Ringan CLC

Untuk pembuatan bata ringan diperlukan bahan seperti semen, pasir, *fly ash*, air dan *foam agent*. Semen yang sering digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah semen *Portland Cement composit*) yang berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat.

Pasir merupakan salah satu bahan campuran yang penting dalam pembuatan bata ringan. Penggunaan pasir harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI), seperti kandungan lumpur pada pasir tidak boleh melebihi dari 5%.

Dalam pembuatan bata ringan air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan. Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat-syarat antara lain; Air harus bersih, Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya yang dapat dilihat secara visual.

Fly ash merupakan limbah sisa hasil pembakaran batubara. *Fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silika, alumina, fero oksida dan kalsium oksida, Spesifikasi *fly ash* sebagai bahan tambah campuran beton dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu; *Fly ash* jenis N, hasil kalsinasi dari pozzolan alam, misalnya tanah *diatomite*, *shole*, *tuft* dan batu apung, biasanya diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. *Fly ash* jenis F, mengandung CaO lebih kecil 10%, *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis *anthracite* pada suhu kurang lebih 15600°C. *Fly ash* ini memiliki sifat pozzolan. Kadar (SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃) >70 %. *Fly ash* jenis C, mengandung CaO di atas 10%, dan *fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran *lignit* atau batubara dengan kadar *carbon* ± 60% atau sub bitumen Kadar (SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃) >50 %.

Foam agent merupakan bahan pembentuk busa di mana busa tersebut dicampurkan pada adonan bata ringan. Penggunaan *foam agent* pada bata ringan bertujuan untuk menghasilkan banyak pori-pori pada bata ringan yang akan membuat bata tersebut menjadi lebih ringan.

Karakteristik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete (CLC)

Untuk mengetahui kemampuan dari bata maka perlu dilakukan pengujian karakteristik bata ringan CLC yang meliputi densitas, kuat tekan dan daya serap air. Untuk mengetahui densitas bata ringan dilakukan pengujian dengan menimbang benda uji dan dihitung menggunakan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

di mana:

ρ = Densitas (gr/cm³)

m = Massa benda uji (gr)

v = Volume benda uji (cm³)

Untuk mengetahui kekuatan bata ringan dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan alat uji kuat tekan, kemudian dihitung besarnya kuat tekan menggunakan persamaan :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

di mana :

f_c = Kuat tekan (N/mm²)

P = Beban maksimum (N).

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Pengukuran daya serap air merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering. Pengujian daya serap air ini bertujuan untuk menentukan besarnya persentase air yang terserap oleh benda uji yang direndam selama 24 jam, kemudian dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Serapan} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\% \quad (3)$$

di mana :

w_1 = Berat kering sampel setelah dioven 24 jam.

w_2 = Berat sampel setelah direndam 24 jam.

METODE PENELITIAN

Bahan.

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen PCC dengan merek Indocement. Untuk pasir diperoleh dari quari Takari. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa pasir mengandung kadar lumpur sebesar 3,9 %, memiliki kadar air 4,14%, dengan modulus kehalusan 2,25. Ditinjau dari gradasinya pasir ini termasuk dalam zona III (agak halus). *Foam* atau busa untuk beton ringan terbuat dari konsentrasi *foam agent* (*consentrated foaming agent*) dengan peralatan *foam* (*foam generator*). *Foam agent* yang digunakan diperoleh dari PT. Brikkoe Jaya Perkasa sedangkan *fly ash* diperoleh dari PLTU Bolok Kupang.

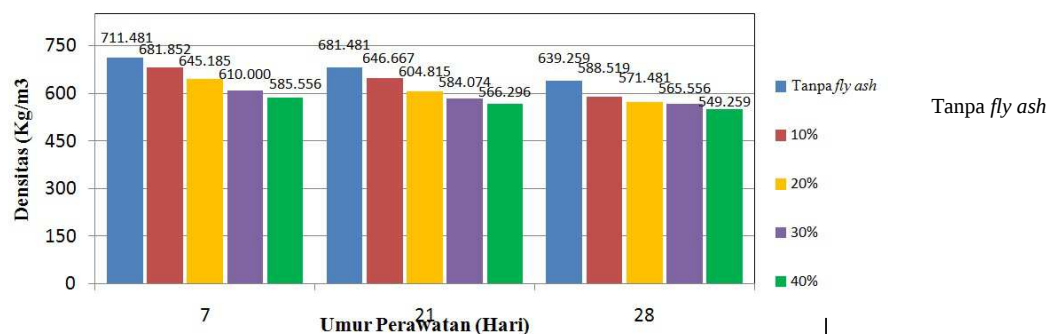
Pembuatan Benda Uji

Campuran bata beton ringan mengacu pada *Standard Operation Procedure* (SOP) PT. Brikkoe Jaya Perkasa. Komposisi yang dibuat berdasarkan prosedur perusahaan bata tersebut terdiri atas 360 kg pasir, 280 kg semen, 180 liter air dan 1 liter *foam agent* dicampur dengan air 40 liter air, selanjutnya *fly ash* menggantikan semen dengan kenaikan per 10% dari berat semen. Proses pembuatannya dimulai dengan mencampurkan semen, pasir, dan *fly ash*, selanjutnya menambahkan air sesuai dengan takaran lalu diaduk sampai homogen. Kemudian menambahkan *foam* yang terbuat dari campuran air dan *foam agent* dengan peralatan *foam generator*. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan adukan tersebut ke dalam cetakan bata ringan, selanjutnya campuran diratakan dengan sendok perata. Proses pelepasan cetakan dapat dilepas setelah 24 jam, setelah itu bata ringan diletakkan di tempat yang lembab dan terhindar dari cahaya matahari secara langsung hingga siap diuji.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

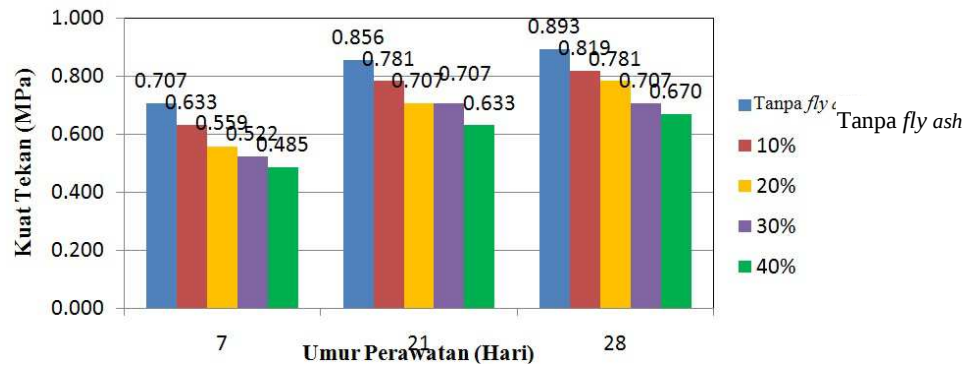
Hasil Pengujian Densitas, Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Bata Ringan CLC

Pengujian densitas dilakukan selama masa perawatan bata pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada diagram di bawah ini. Pada diagram menunjukkan densitas rata-rata dari bata ringan yang menggunakan *fly ash* sebagai substitusi parsial dari semen selama masa perawatan. Untuk variasi *fly ash* 50% ke atas mengalami kegagalan (pecah).



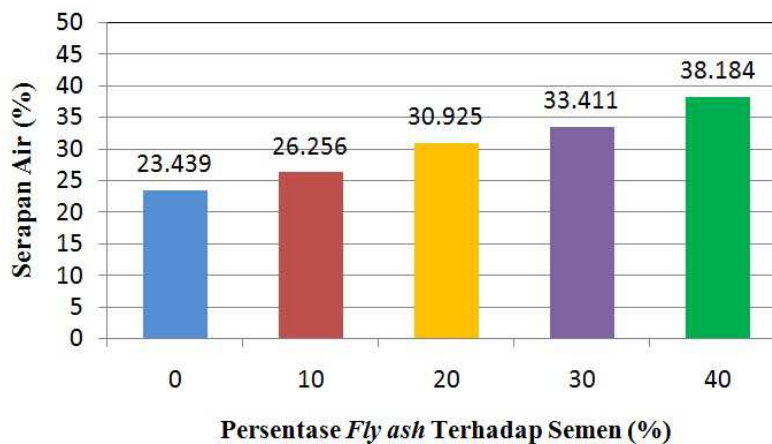
Gambar 1. Grafik Perbandingan Densitas Bata Ringan CLC Dengan Penambahan *Fly Ash* Sebagai Subtitusi Parsial Dari Semen

Pengujian kuat tekan bermaksud untuk mengetahui seberapa besar bata ringan CLC menerima beban. Pengujian dilakukan pada masa perawatan bata dengan umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari dengan menggunakan persamaan 2. Pada gambar 2 menunjukkan kuat tekan rata-rata dari bata ringan yang menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen selama masa perawatan. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan CLC Dengan Penambahan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Parsial Dari Semen

Pengujian serapan air dilakukan untuk mengetahui nilai serapan air pada bata ringan CLC dengan penambahan *fly ash* sebagai substitusi parsial dari semen. Pengujian dilakukan pada masa perawatan bata dengan umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari dengan menggunakan persamaan 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 3. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui nilai serapan air semakin meningkat seiring dengan peningkatan penggunaan *fly ash* sebagai substitusi parsial dari semen.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Serapan Air Pada Bata Ringan CLC Dengan Penambahan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Parsial Dari Semen

Pembahasan Hasil Penelitian

Dari hasil yang diperoleh menjelaskan bahwa semakin banyak *fly ash* yang ditambahkan sebagai pengganti semen densitas bata ringan pun semakin menurun. Hasil tersebut sama seperti Pada penelitian Suryani (2015) menyatakan penggunaan *fly ash* pada bata ringan dapat menurunkan densitas bata tersebut. Hal ini disebabkan karena massa jenis dari *fly ash* lebih ringan dibandingkan dengan massa jenis semen. Namun penambahan *fly ash* sebagai pengganti semen memiliki batasan. Berdasarkan hasil tersebut persentase *fly ash* sebesar 40% merupakan batas maksimum penambahan *fly ash* pada bata ringan jenis CLC. Pada persentase *fly ash* sebesar 50% hingga 90% sebagai pengganti semen bata ringan mengalami pecah/gagal. Penyebab dari kegagalan/pecah tersebut dipengaruhi dari berkurangnya penggunaan semen sehingga

berpengaruh pada kekuatan bata ringan itu sendiri yang menyebabkan tidak adanya ikatan antar agregat.

Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan menunjukkan kuat tekan bata ringan mengalami penurunan seiring dengan penambahan jumlah *fly ash* pada bata ringan sebagai pengganti semen. Kuat tekan bata ringan semakin meningkat seiring dengan peningkatan umur masa perawatan, hal tersebut sesuai dengan perilaku beton secara umum. Pada penelitian ini menunjukkan penambahan *fly ash* sebagai pengganti semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan bata ringan. Persentase *fly ash* sebesar 10% memperoleh nilai kuat tekan maksimum sedangkan bata ringan dengan variasi *fly ash* 40% merupakan kuat tekan minimum.

Hasil pengujian serapan air pada bata ringan pada umur 28 hari diketahui penyerapan rata-rata bata ringan tanpa *fly ash* lebih kecil dibandingkan dengan penambahan *fly ash* sebagai substitusi parsial dari semen. Semakin banyak persentase *fly ash* yang ditambahkan sebagai substitusi dari semen, semakin besar juga nilai serapan yang dihasilkan, hal ini dikarenakan *fly ash* lebih banyak menyerap air.

KESIMPULAN

1. Semakin banyak penambahan *fly ash* pada bata ringan mengakibatkan densitas bata tersebut semakin ringan, hal ini dipengaruhi oleh massa jenis semen lebih besar dengan massa jenis *fly ash*, akan tetapi kuat tekan pun semakin menurun, serta nilai serapan pada bata ringan juga semakin tinggi.
2. Penambahan *fly ash* sebesar 40% sebagai substitusi parsial dari semen merupakan batas maksimum penambahan *fly ash* pada bata ringan jenis CLC, karena dapat berpengaruh pada kekuatan bata ringan itu sendiri yang menyebabkan tidak adanya ikatan antar agregat yang disebabkan pengurangan jumlah semen.
3. Densitas bata ringan minimum berada pada variasi *fly ash* 40% pada umur 28 hari sebesar $549,259 \text{ kg/m}^3$, untuk kuat tekan paling besar berada pada variasi 10% *fly ash* sebesar 0,819 MPa dan serapan air minimum berada pada variasi 10% *fly ash* sebesar 26,256%.
4. Pada variasi *fly ash* sebesar 50% hingga 90% mengalami kegagalan/pecah dikarenakan tidak adanya ikatan antar agregat yang disebabkan pengurangan jumlah semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhyansyah, M. 2014. *Studi Pembuatan Bata Ringan CLC (Cellular Lightweight Concrete) Dengan Kadar Fly Ash Batu Bara Sebagai Substitusi Parsial Semen*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Haluoleo.
- Mustapure, N & Eramma, H. 2014. *Experimental Investigation On Cellular Lightweight Concrete Blocks For Varying Grades Of Density*. Internasional Journal Of Advanced Techonology In Engineering And Science.
- BSN, 1989. *SNI 03-0349-1989 Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. BSN, Jakarta
- Suryani, N. 2015. *Fabrikasi Bata Ringan Tipe Cellular Lightweight Concrete Dengan Bahan Dasar Pasir Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Pengganti Fly Ash*. Skripsi Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya.