

Pengaruh Berat Volume Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Bata Ringan CLC

Erwin Sutandar

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Indonesia

Email: erwin_sutandar@yahoo.com

ABSTRAK

Untuk keperluan konstruksi yang ringan di tanah lempung (lunak) dan gambut, maka diperlukan suatu inovasi dalam mengurangi berat suatu konstruksi. Terutama sekali adalah berat sendiri dari konstruksi tersebut. Salah satu untuk mengurangi berat konstruksi adalah dengan cara mengurangi berat dari dinding terutama sekali dinding yang terbuat dari bata merah yang mempunyai berat 1500 kg/m^3 s/d 2000 kg/m^3 dan batako semen yang mempunyai berat 950 kg/m^3 s/d 1000 kg/m^3 . Kemudian timbul inovasi untuk membuat bata beton ringan CLC, karena teknologinya sangat mudah untuk industri kecil dan menengah melakukannya, selain teknologi ini lebih ramah lingkungan dan bahan bakunya mudah didapat, *Cellular Lightweight Concrete (CLC)* ini dibuat dari pencampuran semen, pasir, air, dan bahan kimia dengan bahan pengisi udara yang berupa busa berukuran mikro (*micro bubble*) atau disebut juga dengan *foam agent*. Dari penelitian yang dilakukan dengan variasi volume foam yang digunakan mengakibatkan bata beton ringan tersebut beratnya hanya 400 kg/m^3 s/d 1200 kg/m^3 . Jika kita bandingkan dari beratnya maka bata beton ringan mempunyai berat yang lebih kecil yaitu hampir 50% dari berat bata merah maupun bata semen. Dengan menurunnya berat volume dari bata ringan tersebut mengakibatkan kuat tekannya mengalami penurunan. Dan sifat fisis dan mekanis dari bata ringan tersebut akan mengalami perubahan juga.

Kata Kunci: bata ringan CLC, berat volume, foam agent, kuat tekan, sifat fisis dan mekanis

ABSTRACT

To reduce the weight of a structure for the purposes of lightweight construction on clay (soft) and peat, an innovation is required. Priority one is the self-weight of the structure. A method for reducing the weight of construction is to reduce the weight of the wall, particularly the wall made of red brick, which weighs 1500 kg/m^3 s/d 2000 kg/m^3 , and cement brick, which weighs 950 kg/m^3 s/d 1000 kg/m^3 . Then came the innovation of CLC lightweight concrete bricks, as the technology is so simple that small to medium-sized businesses can produce them. In addition to comparatively accessible raw materials, this technology is also more environmentally benign (green technology). CLC (*Cellular Lightweight Concrete*) is produced by combining cement, sediment, water, chemical admixture, and infill material consisting of air-produced foam such as micro-sized detergent foam (*micro bubbles*) or foam agent. Based on the research conducted with varying amounts of foam, the lightweight concrete brick weighs only 400 kg/m^3 s/d 1200 kg/m^3 . When compared to red bricks and cement bricks, the weight of lightweight concrete bricks is nearly half that of red bricks and cement bricks. As a consequence of a decrease in the volume of the bata ringan's weight, the pressure has diminished. And the bata ringan's physical and mechanical properties will also change.

Key words: CLC lightweight brick, volume weight, foam agent, compressive strength, physical and mechanical properties.

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
25 Maret 2024	23 April 2024	06 Agustus 2024	07 Februari 2025

PENDAHULUAN

Salah satu untuk mengurangi berat konstruksi adalah dengan cara mengurangi berat dari dinding.) Dimana dinding yang terbuat dari bata merah yang mempunyai berat 1500 kg/m^3 s/d 2000 kg/m^3 dan batako semen yang mempunyai berat 950 kg/m^3 s/d 1000 kg/m^3 (Kumawat dkk, 2016). Jika kita bandingkan bata dan batako tersebut dengan bata beton ringan yang telah ada di pasaran ternyata beratnya hanya 400 kg/m^3 s/d 900 kg/m^3 (Siram, 2012), dari beratnya bata beton ringan mempunyai berat hampir 50% dari berat bata merah maupun bata semen.

Dalam perkembangan teknologi telah ditemukan gelembung udara mikroskopis yang dihasilkan dalam pasta semen menggunakan bahan kimia

sebagai bahan bakunya. Bahan yang digunakan adalah bahan pembusa. Bahan ini menghasilkan batu bata ringan yang komposisinya adalah: bahan pembuat bata/batako setengah dari yang seharusnya, karena zat ini menggandakan volumenya. Namun, kekuatan fisiknya tidak berkurang malah melebihi dari bata/batako konvensional (Prakash TM, 2013).

Bata beton ringan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*) ini diperoleh dengan mencampurkan semen, pasir, dan air dengan udara berisi, menghasilkan gelembung-gelembung yang menyerupai buih sabun berukuran mikro (*micro bubble*) atau disebut juga dengan *foam agent*. Dimana semua dalam kondisi normal, tanpa pemanasan, bahan baku dicampur

dalam *mixer*, dan campuran ini dapat langsung dimasukkan ke dalam cetakan hingga padat. Untuk menghasilkan bata beton CLC yang ringan dan memenuhi persyaratan maka diperlukan komposisi masing-masing bahan dasar yang optimal.

Untuk mengurangi bobot dari bata yang dihasilkan adalah dengan menambah *foam agent* ke dalam campuran bata. Dan dengan bertambahnya *foam* pada campuran bata tersebut, maka massa jenis bata ringan yang dihasilkan akan sama dengan berat volume bata ringan tersebut akan mengalami penurunan. Juga dengan penurunan berat bata ringan tersebut akan berdampak pada sifat fisis dan mekanis dari bata ringan tersebut.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan cara untuk mengetahui sesuatu dengan menggunakan prosedur yang sistematis untuk menguji hipotesa, yang membutuhkan pembuatan sejumlah benda uji dan pengujian, yang menghasilkan hasil akhir nanti dapat dipergunakan untuk pengujian hipotesa.

Metodologi penelitian dilakukan dalam dua tahap studi pustaka dan studi ekperimental yang akan dilakukan di laboratorium untuk menguji bata beton ringan yang dihasilkan.

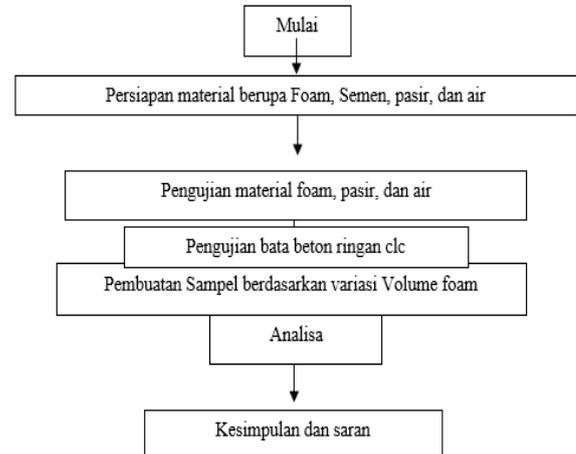
Studi pustaka pada beberapa literatur perpustakaan yang berkaitan dengan tujuan penelitian khususnya tentang bata beton ringan dengan metode CLC, dan beberapa peraturan yang dipergunakan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis.

Sedangkan studi ekperimental merupakan serangkaian pengujian di laboratorium untuk mengamati pengaruh sifat-sifat karakteristik bata beton ringan pada sifat-sifat fisis, mekanis bata beton ringan yang dihasilkan. Kemudian data-data yang didapatkan tersebut dianalisa dan dapat dipergunakan untuk menguji hipotesa secara teoritis untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

Seluruh pengujian ekperimental mengacu pada prosedur standart ASTM (*American System Testing Material*). Dan syarat untuk bata beton ringan dari Hebel dan PUBI.

Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah cara penelitian akan dilakukan:



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Analisis Bahan

Bahan untuk campuran bata beton ringan *foam* sebaiknya dilakukan analisis terlebih dahulu. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari bahan tersebut, seperti kadar air, berat jenis, berat volume dan bahan lainnya, yang dapat mempengaruhi pada waktu pengikatan, karena sifat-sifat ini dapat berpengaruh dalam perhitungan rancangan (*mix design*) bata beton ringan *foam* nantinya.

Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan - bahan sebagai berikut:

Semen

Pemeriksaan ini dilakukan dengan visual terhadap semen yang digunakan, yaitu semen PCC merk *holcim* yang memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI 15-7064-2004).

Agregat halus (Pasir)

Untuk pemeriksanan pasir meliputi :

1. Pemeriksaan kadar organik dalam agregat pasir
2. Pemeriksaan kadar lumpur agregat pasir
3. Pemeriksaan kadar air agregat pasir
4. Pemeriksaan gradasi agregat pasir
5. Berat jenis dan penyerapan air agregat pasir
6. Pemeriksaan berat volume agregat halus pasir

Air

Air yang digunakan dari PDAM pengambilan di Jalan Perdana no 257 tempat pembuatan bata beton ringan *foam*. Namun pada penelitian ini, untuk kandungan kimia pada air tidak diteliti.

Foam Agent

Pemeriksaan ini dilakukan dengan visual dan dengan kajian komposisi pada brosur *foam* yang direncanakan menggunakan jenis *Foaming Agent*

ADT buatan Jerman dengan komposisinya berdasarkan data sekunder.

Pengujian Bata beton ringan *foam*

Pengujian yang dilakukan untuk bata beton ringan *foam* ringan meliputi:

1. Pengujian tingkat keberhasilan bata beton ringan *foam*
2. Pengujian slump
3. Pengujian berat volume/isi
4. Pengujian susut dan kembang setiap umur pengujian
5. Pengujian porositas
6. Pengujian permeabilitas
7. Pengujian kuat tekan
8. Hambatan panas dan suara

Rencana Variasi Adukan

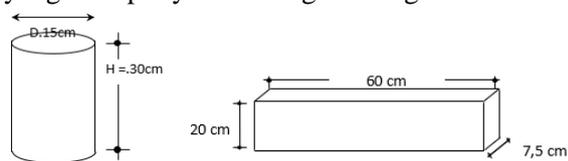
Pada tahap ini disiapkan rencana campuran yang akan digunakan untuk membuat sampel bata beton ringan *foam*. Rencana variasi campuran ini menunjukkan komposisi campuran yang siap dibuat nantinya. Adapun rencana variasi adukan yang akan dibuat disajikan pada **Tabel 1**:

Tabel 1. Komposisi Bahan Dasar Sampel

Kode Sampel	Komposisi Material (per m ³)			
	Foam (m ³)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)
V1	0,18	300	750	150
V2	0,31	300	750	150
V3	0,45	300	750	150
V4	0,58	300	750	150
V5	0,72	300	750	150

Populasi dan Sampel

Seluruh objek yang diteliti dalam penelitian ini dianggap sebagai populasi, dengan dua bangun datar seperti silinder dan persegi panjang yang mempunyai keterangan sebagai berikut:



a. Bentuk Silinder b. Bentuk Persegi Panjang

Gambar 2. Desain Bentuk Benda Uji Kubus

Tabel 2. Daftar Sampel Benda Uji

No	Sampel	Benda Uji Persegi Panjang					Benda Uji Silinder
		Jumlah Benda Uji					Porositas & Permeabilitas
		Hari Ke-					Hari Ke-
		3	7	14	21	28	28
1	V1	15	15	15	15	15	6
2	V2	15	15	15	15	15	6
3	V3	15	15	15	15	15	6
4	V4	15	15	15	15	15	6
5	V5	15	15	15	15	15	6
JUMLAH		375					30

Pengadukan Campuran

Campuran tersebut diaduk dengan *mixer* khusus yang dirancang untuk menghasilkan bata beton ringan aerasi.

Panduan pencampuran:

1. Masukkan air ke dalam *mixer* bata ringan.
2. Masukkan semen dan tunggu hingga air dan semen tercampur dengan baik.
3. Masukkan pasir ke dalam *mixer* dan biarkan mesin tercampur hingga semua bahan tercampur.
4. Isi tabung *foam generator* dengan bahan pembusa dan air. 5. Tekan busa (*foam*) dari tabung *foam generator* ke dalam campuran *mixer* sampai volume dan kapasitas kubus yang diinginkan.
5. Pertimbangkan penggunaan *foam* dan air sesuai jenis campuran. Aduk selama ± 2 menit hingga adonan tercampur rata sepenuhnya.
6. Masukkan adonan ke dalam ember lalu tuang sedikit demi sedikit ke dalam cetakan hingga benar-benar merata.
7. Ratakan permukaan adonan dengan sendok.
8. Buka formulir setelah 1 hari.

Perawatan Benda Uji

Perawatan terhadap sampel benda uji (bata beton ringan *foam* dan silinder) yang telah di cetak, dilakukan di dalam ruangan yang tetap terkena panas matahari. Namun pada saat awal setelah pencetakan, benda uji dijemur di luar ruangan. Tujuan dilakukannya perawatan ini untuk menjaga agar kondisi benda uji terlindung dari air ketika belum mengeras sempurna dan untuk mempercepat proses pengerasan.

Bata yang akan dihasilkan pada penelitian ini selanjutnya akan di tes sesuai umur rencana seperti halnya pada uji karakteristik beton (3,7, 14,21, dan 28 hari). Namun dalam masa perawatannya, bata beton ringan *foam* ini tidak perlu direndam seperti halnya beton.

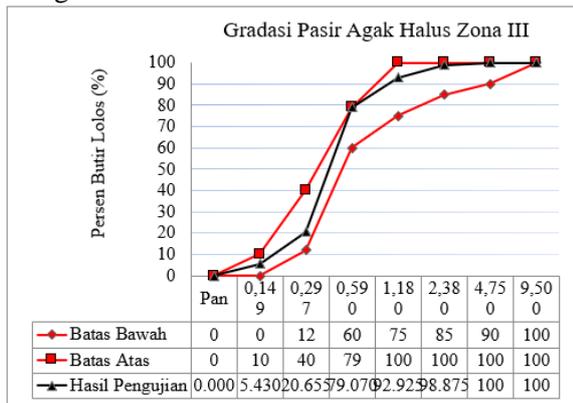
HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Pemeriksaan Bahan

Agregat Halus (Pasir)

Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan gradasi pasir dilaksanakan untuk memastikan bahwa gradasi pasir yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan atau tidak. Hasil pengujian akan menunjukkan apakah ukuran butiran pasir sesuai dengan standar gradasi yang digunakan di Indonesia saat ini.

Untuk agregat halus berbutir kasar zona III sebesar 3,030 dengan grafik gradasi butiran sebagai berikut :



Gambar 3. Gradasi Pasir Agak Halus

Hasil pemeriksaan gradasi pasir lengkap dapat ditemukan dalam lampiran A. Dari tabel di lampiran A dari hasil analisis bahan agregat halus berupa pasir mempunyai modulus kehalusan antara 3,030.

Berat Jenis dan Penyerapan Air

Agregat dapat dikelompokkan dalam dua kondisi, yaitu kondisi permukaan yang jenuh *Saturated Surface Dry* (SSD) dan kondisi benar-benar kering. Pengujian berat jenis juga dilakukan untuk mengukur densitas dan kadar air yang dapat diserap oleh agregat halus (pasir), yang dihitung dari berat agregat saat kering di dalam oven. Nilai penyerapan diukur dengan membandingkan berat agregat pada permukaan yang jenuh dengan berat agregat saat kering di dalam oven keringnya. Hasil pemeriksaan berat jenis pasir menunjukkan adanya tiga jenis berat jenis, yaitu berat jenis dalam keadaan kering, berat jenis dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD) dan berat jenis dalam keadaan basah. berikut ini tabel hasilnya seperti yang ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Data Berat Jenis dan Absorpsi Pasir

Data	Pasir Agak Halus
<i>Apparent specific gravity</i> (kg/liter)	2,6462
<i>Bulk specific gravity</i> kondisi kering (kg/liter)	2,5789
<i>Bulk specific gravity</i> kondisi SSD (kg/liter)	2,6042
Persentase absorpsi air (%)	0,99

Berat jenis ini termasuk ke dalam berat jenis agregat halus sehingga dapat dijadikan agregat halus dalam campuran bata beton ringan *foam*.

Hasil selengkapnya pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir dapat dilihat pada lampiran A.

Berat Volume Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan bobot pasir dilakukan dalam kondisi gembur dan kondisi padat. Hasil analisis bahan adalah berat volume gembur pasir seperti dibawah ini:

Tabel 4. Data Berat Volume/Isi Pasir

Berat Volume	Pasir Agak Halus
Kondisi Gembur (kg/liter)	1,319
Kondisi Padat (kg/liter)	1,504
Rata-rata (kg/liter)	1,4115

Hasil pemeriksaan lengkap tersedia dalam lampiran A.

Kadar Organik dalam Agregat Halus (Pasir)

Menentukan kandungan organik agregat halus (pasir) berbagai ukuran partikel dengan merendam pasir dalam cairan NaOH 3% selama 24 jam. Lalu bandingkan hasilnya dengan piring organik, dari observasi warna cairan setelah 24 jam, nomor warna standar No. 3. Artinya pasir mengandung bahan organik tidak melebihi toleransi (warna standar No. 3).

Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Untuk mengetahui berapa banyak lumpur yang ada di pasir, periksalah kandungan lumpur di pasir tersebut. Kandungan lumpur dapat menyebabkan ikatan pasta semen dan agregat tidak sempurna.

Tabel 5. Kadar Lumpur Pasir

No	Gradasi Pasir	Kadar Lumpur (%)
1	Agak Halus	0,9901

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa kandungan lumpur pada pasir kurang dari 5% sehingga bahkan jika digunakan pada campuran bata beton ringan *foam*, masih dapat digunakan. Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur tersebut dapat dilihat pada lampiran A.

Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan kadar air agregat ini dilakukan untuk mengetahui jumlah air pada pasir, atau agregat halus, yang akan digunakan dalam campuran bata beton ringan *foam*.

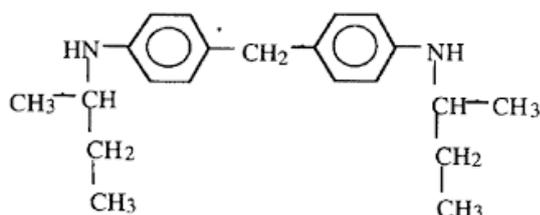
Tabel 6. Kadar Air Pasir Lapangan

No	Gradasi Pasir	Kadar Air Lapangan (%)
1	Agak Halus	5,7614

Hasil pemeriksaan kadar air pada pasir selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.

Foam Agent

Dari literatur yang didapatkan untuk *foam agent* mempunyai struktur ikatan ion dan komponen yang terkandung. Dari ikatan tersebut maka dapat dilihat bahwa ion carbon, natrium, oksigen dan hidrogen sangatlah berperan penting dalam pembuatan *foam agent* (Hardianto et al., 2018).



Gambar 4. Struktur ikatan ion *foam Agent*
 Sumber : (busa / *Foamku*, n.d.)

Tabel 7. Komponen dalam *Foam Agent*

Komponen	Berat Yang Terkandung
Polyol	100
Inorganic Filler	0 – 150
Water	1,5 – 5,5
Silicone Surfanctat	0,5 – 2,5
Amine Catalist	0,1 – 1,0
Tin Catalist	0,01 – 0,05
Additive	Variable
Auxiliary Blowing Agent	0 – 35
Isocyanate	25 -75

Dari tabel di atas maka didapatkan *Polyol*, jenis resin yang digunakan untuk pelapis dan cat *polyurethane*, adalah bagian terbesar dari *foam agent* (Hardianto et al., 2018).

Semen

Tabel berikut menunjukkan bahan-bahan dalam semen PCC merk *Dinamix* yang digunakan:

Tabel 8. Komposisi semen merk *Dinamix*

Unsur	(%)
Silikon Dioksida (SiO ₂)	23,04
Alumunium Oksida (Al ₂ O ₃)	7,40
Ferric Oksida (Fe ₂ O ₃)	3,36
Kalsium Oksida (CaO)	57,38

Unsur	(%)
Magnesium Oksida (MgO)	1,91
Sulfur Trioksida (SO ₃)	2,0
Hilang Pijar (LO ₁)	3,94
Kapur Bebas	0,56
Bagian Tidak Larut	10,96

Sumber : (Sutandar et al., 2022)

Dari tabel diatas didapatkan unsur yang terbesar adalah Kalsium Oksida (CaO) atau kapur. Kerena Kalsium Oksida (CaO) merupakan bahan utama dalam pembuatan semen. Sedangkan silikon Dioksida (SiO₂), Alumunium Oksida (Al₂O₃) dan Ferric Oksida (Fe₂O₃) sangat berguna untuk membuat semen tersebut menjadi kuat dan ikatannya akan sangat baik dalam meningkatkan mutu semen yang dihasilkan. Semen tipe III adalah semen *Portland* dengan kekuatan awal tinggi (*high-early-stregh-t-portland-cement*) (Sutandar et al., 2018). Jenis ini menjadi sangat kuat, sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki struktur beton yang harus segera digunakan atau acuannya dilepas.

Air

Air PDAM yang digunakan memiliki PH antara 6 dan 7 serta kondisi bersih. Karena itu, air ini dapat digunakan sebagai air minum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa air tersebut telah memenuhi standar dan dapat dipergunakan untuk campuran dalam pembuatan bata beton ringan *foam*.

Analisis Bata Beton Ringan *Foam*

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil test berdasarkan ASTM dan ACI (*Teknologi Beton - Google Books*, n.d.) dapat dilihat pada **Tabel 9.** Menunjukkan bahwa bata beton CLC yang ringan dari masing-masing variasi yang menghasilkan bata beton ringan CLC hanya variasi penggunaan *foam* sehingga mengakibatkan volume bata ringan CLC mengalami perubahan yaitu antar 400 s.d 1200. Untuk semua variasi dengan berat volume yang berbeda menghasilkan tingkat keberhasilan bata ringan yang dibuat untuk 1 hari 100%, dengan demikian kembang susut dari bata ringan tersebut kecil. Dan Menurut SNI 7064:2014, aliran uji gulung rata-rata berada di atas 40 cm. Ini menunjukkan bahwa campuran dengan variasi berat volume antara 400 dan 1200 sangat efektif. Karena itu, pembuatan bata beton ringan *foam* akan sangat mudah. Dengan mudah mengalirnya campuran dengan variasi berat volume dari 400 s/d 1200 ke dalam cetakan maka campuran tersebut sangatlah cocok untuk menjadi beton SCC (*Self Compacting Concrete*) dibandingkan dengan variasi lain. Variasi Berat volume 400 s.d 1200 cocok untuk menjadi bata

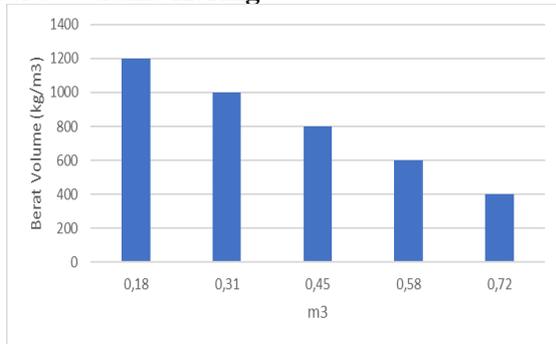
beton ringan CLC karena mengalami kembang maupun susut yang kecil.

Tabel 9. Perbandingan hasil jumlah semen dalam pembuatan bata beton ringan CLC:

No	Parameters	Foam 0.18m ³	Foam 0.31m ³	Foam 0.45m ³	Foam 0.58m ³	Foam 0.72m ³
1	Berat volume kering umur 28 (kg/m ³)	1.2	1	800	600	400
2	Tingkat Keberhasilan (%)	100	100	100	100	100
3	Slump flow (cm)	42	52	69	70	72
4	Susut dan kembang (%)	0.09-0.11	0.15-0.18	0.20-0.22	0.2-0.25	0.30-0.35
5	Porositas (%)	26.06	27.54	28.46	35.06	46.32
6	Ketahanan suara (%)	20.14	30.09	39.78	40.71	42.29
7	Daya Hantar Panas (W/Mk)	0.38-0.42	0.23-0.3	0.17-0.23	0.11	0.1
8	Permeabilitas (%)	6.23	8.89	9.36	9.92	10.79
9	Modulus elastisitas (GPa)	3.5-4.0	2.5-3.0	2.0-2.5	1.0-1.15	0.8-1.0
10	Kuat Tekan (Mpa)	4.5-5.5	2.5-3.0	1.5-2.0	1.0-1.5	0.5-1.0
11	Water absorption (%)	28.83	29.12	36.69	42.15	48.12

Dari tabel diatas dapatkan barcat untuk masing-masing parameter dengan variasi foam yang digunakan dalam campuran bataringan sebagai berikut:

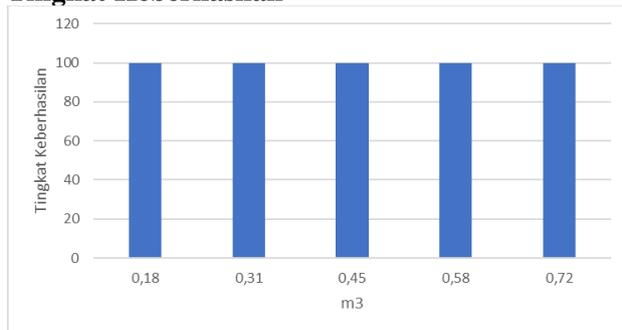
Berat Volume Kering



Gambar 5. Berat Volume vs Variasi Volume Foam

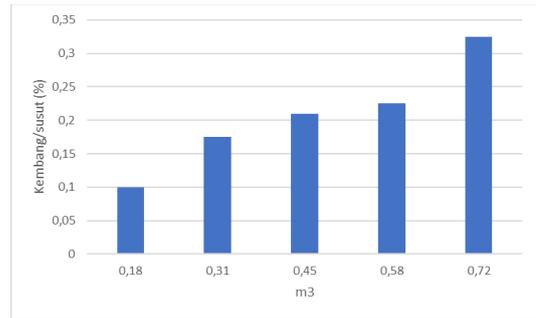
Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume foam yang digunakan dalam campuran bataringan mengakibatkan bataringan tersebut berat volumenya akan semakin ringan

Tingkat Keberhasilan



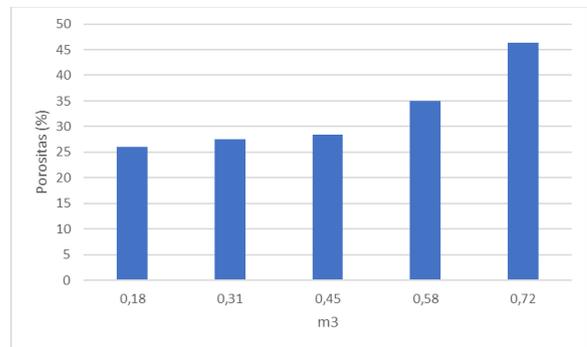
Gambar 6. Tingkat Keberhasilan vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan untuk semua variasi Foam dalam campuran bata ringan menghasilkan bataringan sesuai dengan aturan untuk susut dan kembangnya.



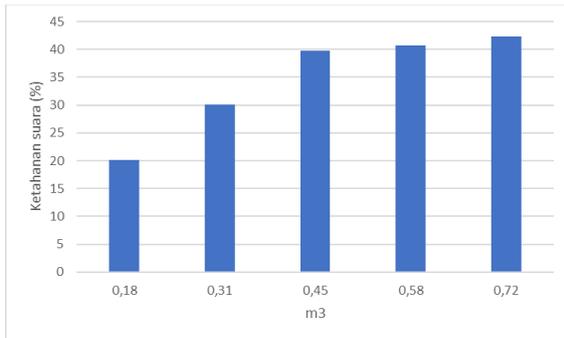
Gambar 7. Kembang/Susut vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume foam yang digunakan dalam campuran bata ringan mengakibatkan bata ringan tersebut kembang/susutnya semakin besar pula. Hanya masih di bawah toleransi sebesar 1%.



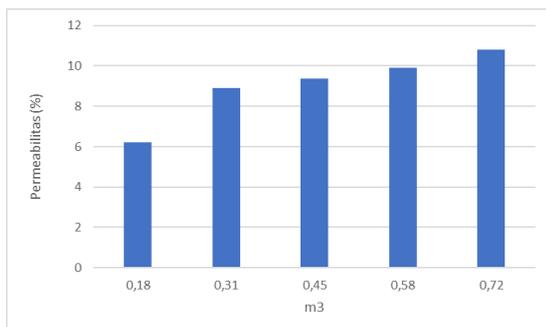
Gambar 8. Porositas vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume foam yang digunakan dalam campuran bata ringan mengakibatkan bata ringan tersebut porositasnya semakin besar. Setiap variasi balok beton ringan CLC menghasilkan rata-rata porositas sebesar 26,06 hingga 46,32%. Hal yang berlaku adalah: Semakin besar porositas suatu balok beton ringan CLC maka semakin ringan balok tersebut. Untuk memperkirakan rata-rata porositas, campuran beton ringan CLC yang optimal mempunyai variasi berat volumetrik sebesar 400 kg/m³.



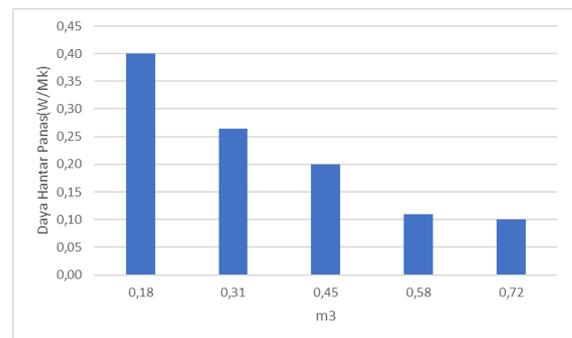
Gambar 9. Ketahanan Suara vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume *foam* yang digunakan dalam campuran bataringan mengakibatkan bata ringan tersebut ketahanan terhadap suara semakin besar atau semakin kedap terhadap suara. Insulasi suara rata-rata antara 20,14 dan 42,29%. Hal berikut ini berlaku: Semakin baik sifat insulasi suara balok beton ringan CLC maka semakin baik pula balok tersebut dalam meredam suara. Oleh karena itu, bata ringan CLC cocok untuk bangunan di kawasan bising. Dilihat dari rata-rata insulasi suara, campuran beton ringan CLC mempunyai insulasi suara paling tinggi, sehingga merupakan varian dengan kepadatan 400 kg/m³. Tingkat penyerapan rata-rata antara 28,83 dan 48,12%. Semakin besar daya serap balok beton ringan CLC maka balok tersebut akan semakin berat. Oleh karena itu, campuran balok beton ringan CLC dengan kepadatan 1200 kg/m³ paling cocok untuk mengevaluasi kapasitas penyerapan rata-rata. Rata-rata volume/berat isi balok beton ringan CLC berkisar antara 400 hingga 1200 kg/cm³, tergantung banyaknya busa yang digunakan. Semakin banyak busa yang digunakan dalam campuran, semakin sedikit bata ringan yang dihasilkan. Dengan demikian varasi yang memenuhi syarat untuk bata beton ringan CLC adalah di bawah 950 kg/cm³ dengan demikian variasi foam 0,45 m³ s.d 0,72 m³ bisa digunakan untuk pembuatan bata beton ringan CLC.



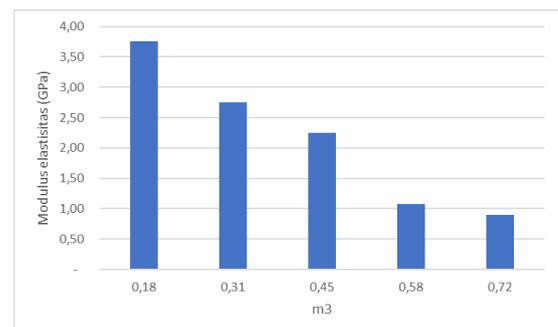
Gambar 10. Permeabilitas vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume *foam* yang digunakan dalam campuran bataringan mengakibatkan bataringan tersebut permeabilitas dari bataringan akan semakin besar pula. Dari kelima varian tersebut, versi busa merupakan yang paling ringan dengan ukuran 0,72 m³. Melihat perubahan berat volumetrik balok beton ringan CLC tergantung pada umur konstruksi, maka dapat dikatakan bahwa berat volumetrik balok beton ringan CLC pada umumnya semakin berkurang seiring bertambahnya usia bata. Rata-rata penularannya 6,23-10,79%. Semakin besar permeabilitas air pada balok beton ringan CLC maka semakin buruk pula permeabilitas air pada balok tersebut. Untuk mengevaluasi permeabilitas rata-rata, campuran beton ringan CLC dengan variasi berat volumetrik 1200 kg/m³ paling cocok karena permeabilitasnya yang rendah.



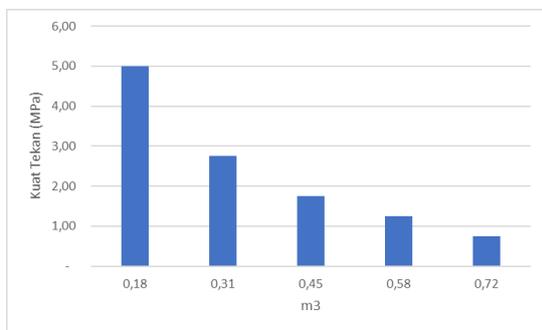
Gambar 11. Daya Hantar Panas vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume *foam* yang digunakan dalam campuran bata ringan mengakibatkan bata ringan tersebut daya hantar panasnya akan semakin kecil. Rata-rata daya hantar panas antara 0,38 s.d 0,1 W/mK. Dimana semakin kecil ketahanan panas bata sebaiknya dibuat dari balok beton ringan CLC. Untuk mengevaluasi rata-rata penurunan panas, variasi campuran beton ringan CLC adalah yang terbaik dengan berat volume 200 kg/m³ karena mempunyai ketahanan panas yang terkecil.



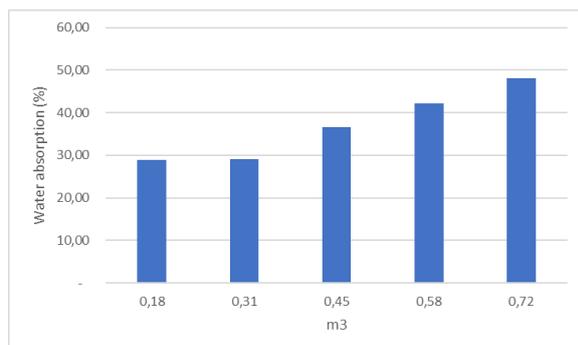
Gambar 12. Modulus Elastisitas vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume *foam* yang digunakan dalam campuran bataringan mengakibatkan bataringan tersebut modulus elastisitasnya semakin kecil. Setelah dilakukan pengujian modulus elastisitas didapatkan hasil 3,5 – 0,8 GPa, dimana semakin kecil modulus elastisitas maka bata ringan menjadi tidak bagus. Dengan demikian yang terbaik modulus elastisitas untuk adalah dengan berat volume 1200 kg/m³.



Gambar 13. Kuat Tekan vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar menggunakan *foam* dalam campuran bataringan mengakibatkan bataringan tersebut kuat tekannya akan semakin kecil. Dimana untuk bata ringan disyaratkan untuk kuat tekan minimal adalah 2 Mpa, dengan demikian untuk campuran 0,45-0,72 m³ tidak memenuhi kriteria untuk bata ringan.



Gambar 14. Water absorpsi vs Variasi Volume Foam

Dari gambar diatas didapatkan semakin besar volume *foam* yang digunakan dalam campuran bataringan mengakibatkan bataringan tersebut daya serap air semakin besar.

KESIMPULAN

Bata beton ringan CLC yang berhasil dibuat hanya variasi penggunaan *foam* sehingga menghasilkan berat volume bata ringan tersebut dari 400 s/d 1200. Dari berat volume yang berdasarkan peraturan dalam PUBI dan bata ringan hebel, dimana berat bata ringan harus ≤ 850 kg/m³. Dengan demikian untuk variasi 1000 s.d 1200 kg/m³ tidak dapat digunakan untuk campuran bata ringan.

Dan untuk kuat tekan disyaratkan dalam PUBI dan bata ringan hebel harus ≥ 2 MPa, sehingga yang memenuhi syarat adalah variasi dengan berat volume 800 kg/m³.

Berat volume bata ringan ternyata mengubah sifat mekanis dan fisis dari bata beton ringan CLC ini dapat dilihat pada tabel 2. Dimana dengan berkurangnya berat volume yang diakibatkan penggunaan *foam* dalam campuran bata ringan CLC ternyata tidak menghasilkan kuat tekan yang semakin kecil. Dan dengan mempertimbangkan sifat fisis dan mekanis yang didapatkan dapat, pilihan campuran yang paling cocok untuk pembuatan bata ringan adalah dengan berat volume 800 kg/m³ dengan jumlah *foam* yang dipakai sebanyak 0,45 m³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak Kalimantan Barat yang telah mendanai dan semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardyansyah, M. (2014). Study of the manufacture of lightweight brick CLC (cellular Lightweight Concrete) with high levels of coal fly ash as a partial substitution of cement, *thesis. Busa Foamku*. (n.d.). Retrieved from <https://foamku.wordpress.com/tag/busa/>
- Kayyali, A. and Haque, M. N. (1997). A New Generation of Structural Lightweight Concrete. in *Proceedings of the Third CANMET/ACI International Conference on Advances in Concrete Technology*, ed. alhotra, V.M. ACI SP 171, Aukaland, New Zealand, (American Concrete Institute) 569-588. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Generation-of-Structural-Lightweight-Concrete-Kayyali-Haque/59e136802315f298cadc96e36de52ecfc8c1dd7d>
- Kumawat, G., Maru, S., & Kumar Pandey, K. (2016). Cost comparison of RCC structure using heading CLC blocks with burnt clay bricks. *International Journal of Advanced Research*, 4(7). <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/1040>
- Kumawat, G., Maru, S. (2016). Analysis and Comparison of R.C.C. Structure Using CLC Block With Burnt Clay Bricks. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 4(3). <https://pnrsolution.org/Datacenter/Vol4/Issue3/65.pdf>

- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
<https://pu.go.id/pustaka/biblio/teknologi-beton/B3197>
- Murdock, U, And Brook, K.M.. (1999). *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi ke-4. Jakarta: Erlangga.
https://library.jgu.ac.id/index.php?p=show_detail&id=4490
- Nandi, S., Chatterjee, A., Samanta, P., & Hansda, T. (2016). Cellular concrete and its facets of application in civil engineering. *Int. J. Eng. Res*, 5(1), 37-43.
<http://dx.doi.org/10.17950/ijer/v5i1/009>
- Prakash, T. M. (2013). Properties of Aerated Concrete Blocks. *International journal of scientific and engineering research*, 4(1),
<https://www.ijser.org/researchpaper/properties-of-aerated-foamed-concrete-blocks.pdf>
- Hardianto, R., Sutandar, E., & Supriyadi, A. (2018). Studi Eksperimental Pembuatan Bata Ringan Foam Agent (Busa) dengan Variasi Pemakaian Air. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 5(1).
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/23914>
- Siram, K. K. B. (2012). Cellular Light-Weight Concrete Blocks as a Replacement of Burnt Clay Bricks. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 2(2),
<https://www.ijeat.org/portfolio-item/b0887112212/>
- Putra, W. A. P. (2015). Comparison of compressive strength and tensile stress brick lightweight concrete with the addition of natural mineral zeolite sieve retained no. 80 (0.180 mm) and held by sieve No. 200 (0.075 mm), *Thesis*, Technical University of Brawijaya.
Teknologi Beton - Google Books. (n.d.). Retrieved from
https://www.google.co.id/books/edition/Teknologi_Beton/4ZZaEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=%E2%80%9CTeknologi+Beton%E2%80%9D.+Penerbit+ANDI.+Yogyakarta&pg=PT63&printsec=frontcover
- SNI 7064:2014. (2014). *Semen Portland Komposit*, Badan Standarisasi Nasional.
https://wancik.wordpress.com/wp-content/uploads/2007/06/sni-15-7064-2004_semen-portland-komposit.pdf
- Sutandar, E., Supriyadi, A., & Andalan, C. P. (2018). Effect of Cement Variation on Properties of CLC Concrete Masonry Brick. *MATEC Web of Conferences*, 159, 01008.
https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/18/mateconf_ijaet-isampe2018_01008.pdf
- Sutandar, E. et al. (2021). Effect of Sand Gradient Variation on Properties of CLC Concrete Mansory Brick. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*. 10(3), 13-21.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9790/1813-1003021321>
- Sutandar, E., Supriyadi, A., & Ferry, J. (2022). Effect of Mineral Admixture on Physical and Mechanical Properties of CLC Concrete Masonry Brick. *International Journal Of Scientific Advances*. 3(1).
<https://www.ijscia.com/wp-content/uploads/2022/01/Volume3-Issue1-Jan-Feb-No.216-62-65.pdf>