

TINJAUAN KUAT TEKAN BATA RINGAN MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FOAMING AGENT

Deri Arita¹⁾, Alex Kurniawandy²⁾, Hendra Taufik²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : myderi1992@gmail.com

ABSTRACT

Lightweight bricks could be used as the substitute of conventional bricks for building wall materials. Lightweight brick has a weights between 600 to 1800 kg/m³. In this research, lightweight bricks were made by trial and errors made by adding combination of 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% and 1.5% of foam agent by cellular lightweight concrete (CLC) method. The optimum compressive strength was gain at 0.9% of foam agent. CLC lightweight brick is the type of bricks which is constructed by adding air bubbles/foam agent to mortar mixture. It is necessary for the air bubbles to retain their shapes during the curing process of the mortar without triggering chemical reaction. An airlock was in a mixture of mortar structure of the cells that produce material, which contains the cavity the air with the size of the between 0,1 to 1,0 mm thick and spread uneven so that makes the nature of concrete better to prevent heat and more voice The curing process was performed by storing the samples indoor, in which the room temperatur varies over time. The sample size was 60x20x7.5 cm, made to investigate the impact of foaming agent to the compressive strength of the lightweight bricks. The experiment method was carried out based on SNI 03-6825-2002. As a result, the compressive strength was 0.49 MPa at 7 days, 0.23 MPa at 14 days, and 0.67 MPa at 28 days. In addition, according to the furnace tests, the lightweight bricks resist for heat temperature of 500°C. Also, The acoustic test results also shows that the lightweight bricks absorb sound by 3%.

Keywords : brick light, foam agent, strong press, acoustic monitoring, furnace

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi terdapat berbagai hal yang dapat dikembangkan. Salah satunya adalah pengembangan material bata ringan. Bata ringan adalah batu bata yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada bata pada umumnya. Bata ringan juga dapat dibuat dengan menggunakan bahan aditif, seperti bubuk alumina yang memproduksi gas saat beton masih keadaan plastis atau dengan menggunakan agregat yang memiliki densitas kecil, misalnya batu apung, abu vulkanik, dan batuan diatomit yang merupakan agregat alam yang banyak digunakan. Selain itu juga dapat digunakan bahan-bahan sisa seperti fly-ash. Teknologi bata ringan ini sudah ada sejak tahun 1907 di Inggris. (A.Short & W.Kinniburgh,, 1978)

Pada umumnya berat bata ringan berkisar antara 600-1800 kg/m³, sehingga salah satu keunggulan dari bata ringan adalah beratnya yang lebih ringan dari bata normal (Tjokrodinuljo, 1996). Disisi lain kekuatan bata ini mempunyai kekuatan tekan antara 1 MPa sampai 15 MPa (Andres, 1989). Bata ringan digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara

signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Salah satu cara pembuatan bata ringan ialah dengan memasukkan butiran gelembung udara pada campuran mortar bata, dimana butiran udara tersebut mampu mempertahankan struktur gelembung tersebut selama periode pengerasan (*curing*) tanpa menyebabkan reaksi kimia. Bata ringan inilah yang disebut *Cellular Lightweight Concrete* (CLC).

Foaming Agent digunakan sebagai pengembang karena ketika dicampurkan dengan campuran yang lainnya menjadi bata ringan, *foaming agent* bereaksi dengan kalsium hidrosida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) atau kapur non aktif dengan air dan membentuk hidrogen. Gas hidrogen mengembang dan melipatkan volume campuran untuk bata ringan (menciptakan gelembung hingga diameter lebih dari 1/8 inchi) hingga dua kali lipat dan juga mempercepat pengembangan adonan bahan. Tabel 1 Menjelaskan kesimpulan mengenai bata ringan dan beton ringan dari Penelitian Terdahulu sebagai berikut :

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Kesimpulan
1.	Boby Dean Pehlevi tahun 2013	Lumpur sidoarjo bakar, fly ash sebagai substitusi semen dan kapur untuk campuran beton ringan dengan menggunakan bubuk alumunium sebagai bahan pengembang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lumpur sidoarjo dan fly ash dapat digunakan sebagai substitusi semen dalam pembuatan beton ringan. 2. Pasta ringan yang didapat dari hasil kuat tekan optimum yaitu 25,96 MPa. 3. Berat sampel yang di dapat yaitu 1013 kg/m³ dan 966 kg/m³.
2.	Bayu Prio Nugroho tahun 2013	Tinjauan kuat tekan dan kuat lentur balok tanpa tulangan beton ringan menggunakan batu apung sebagai agregat kasar dengan bahan tambah kapur dan alumunium pasta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai kuat tekan beton normal sebesar 8,205 MPa, sedangkan alumunium pasta 3,339 MPa. 2. Nilai kuat lentur beton normal sebesar 2,695 MPa, sedangkan alumunium pasta 1,145 MPa.
3.	Randy Factsha tahun 2013	Studi untuk bahan mortar mutu normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil penelitian nilai kuat tekan rerata umur 28 hari mortar normal dengan penambahan albumin yaitu 26,773 MPa, sedangkan kuat tekan mortar normal yaitu 30,323 MPa. 2. Berat mortar rerata yaitu 0,275 Kg, sedangkan memakai albumin beratnya yaitu 0,259 Kg.
4.	Nadia Krisanti dan Anita Tansajaya tahun 2008	Studi pembuatan <i>cellular lightweight concrete</i> (CLC) dengan menggunakan beberapa <i>foaming agent</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuat tekan CLC sangat dipengaruhi oleh densitasnya, semakin tinggi densitas maka kuat tekan akan semakin tinggi. Selain itu kuat tekan CLC juga meningkat seiring dengan pertambahan umur beton. 2. <i>Foaming agent</i> tipe SL 100 memiliki kestabilan bentuk gelumbang lebih baik dibandingkan tipe lainnya. <i>Foaming agent</i> tipe SLF 20 tidak sesuai digunakan dalam pembuatan CLC dengan densitas rencana 800 kg/m³ sebab hasil kuat tekan yang diperoleh sangat rendah.
5.	Lilik Sri Widodo tahun 2015	Pengaruh <i>foam agent</i> dan serbuk <i>gypsum</i> terhadap kualitas bata ringan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penambahan <i>foam agent</i> 0,7 lt/m³, 0,9 lt/m³, 1,1 lt/m³, dan serbuk <i>gypsum</i> 5% pada beton ringan hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur maksimal didapat pada penambahan <i>foam agent</i> 0,7 lt/m³ dan serbuk <i>gypsum</i> 5%. 2. Untuk bata beton normal kuat tekan dan kuat lentur lebih besar dari bata ringan fascon dan duracon, pada penambahan <i>foam agent</i> 0,7 lt/m³, 0,9 lt/m³, 1,1 lt/m³ dan serbuk <i>gypsum</i> 5% mengalami penurunan, tetapi kuat tekan dan kuat lentur bata beton ringan lebih besar dari bata ringan fascon dan duracon.

Sumber : dari berbagai jurnal

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kuat tekan bata ringan dengan campuran *foaming agent optimum* dalam pembuatan CLC.
2. Meneliti sifat fisik (ukuran gelembung) dan kimia dari CLC.
3. Menguji Akustik bata ringan.
4. Menguji ketahanan bata ringan terhadap temperatur tinggi.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan adalah semen *Portland Composite Cement* (PCC) produk Semen Padang.
2. Agregat yang dipakai adalah pasir halus sungai Kampar.
3. Kuat tekan rencana bata ringan 1 Mpa.
4. Bahan tambah *foaming agent* yang digunakan dari Pabrik Byru Bata Ringan CLC Pekanbaru.
5. Presentase variasi campuran *foam agent* adalah 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2% 1,5% dari berat pasir.
6. Benda uji untuk *trial mix* berupa kubus dengan ukuran 15x15x15 cm dan benda uji pembuatan sampel dengan ukuran 60x20x7,5 cm.
7. Umur pengujian 7, 14, dan 28 hari.
8. Pengujian yang dilakukan :
 - a. Uji kuat tekan
 - b. Uji akustik
 - c. Uji SEM dan EDX
 - d. Uji *Furnace*

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen *portland*, air dan agregat halus yang digunakan untuk pemasangan dinding. (SNI, 03-0349-1989)

a. Bahan Penyusun Bata

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bata ringan terdiri dari semen, agregat halus, *foaming agent* dan air.

b. Semen *Portland*

Semen *portland* adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis, dan bahan tambahan berupa gypsum (SNI, 15-2049-2004).

Jenis semen portland dibagi menjadi lima yaitu:

1. Jenis I yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

c. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir diartikan sebagai butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran lebih kecil dari 4,75 mm atau lolos saringan no. 4 standar (ASTM, C.33-03-2002).

d. Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air diperlukan 25% dari berat semen. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor (Tjokrodiluljo K. , 1996).

e. *Foaming Agent*

Foaming agent adalah suatu larutan pekat dari bahan sulfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara didalam bata.

Ada 2 macam *foaming agent* yaitu :

1. Bahan sintetis dengan kepadatan diatas 1000 kg/m^3
2. Bahan protein dengan kepadatan 400-1600 kg/m^3

Foaming agent berbahan dasar sintetis memiliki kepadatan sekitar 40 kg/m^3 dan dapat mengembang sekitar 25 kali. *Foaming agent* jenis ini sangat stabil untuk bata dengan kepadatan diatas 1000 kg/m^3 . *Foaming agent* ini dapat bertahan hingga 16 bulan dalam keadaan tertutup. Bentuk *foaming agent* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.5. Perbandingan konsentrasi *foaming agent* 1:19, contohnya 1 liter Noaite SA-1 + 19 liter air = 20 liter *foaming agent*. 20 liter *foaming agent* dapat mengembang menjadi sekitar 500 liter *foaming agent* yang stabil dengan berat sekitar 40 kg/m^3 .

Foaming agent berbahan dasar protein yang didapat dari bahan-bahan alami memiliki berat sekitar 80 kg/m^3 dan dapat mengembang sekitar 12,5 kali. *Foaming agent* ini relatif lebih stabil dan memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *foaming agent* sintetis. Tetapi *foaming agent* ini hanya dapat bertahan hingga 12 bulan dalam keadaan terbuka. Bentuk *foaming agent* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.6. Perbandingan konsentrasi *foaming agent* dapat berkisar antara 1:33 sampai 1:39, contohnya 1 liter Noraite PA-1 + 39 liter air = 40 liter *foaming agent*. 40 liter *foaming agent* dapat mengembang menjadi sekitar 500 liter *foaming agent* yang stabil dengan berat sekitar 80 kg/m^3 .

f. Bata Ringan CLC

Bata ringan CLC adalah salah satu tipe bata ringan yang diproduksi dengan memasukan butiran gelembung udara pada campuran mortar bata, dimana butiran udara tersebut harus mampu mempertahankan struktur gelembung tersebut selama periode pengerasan (*curing*) tanpa menyebabkan reaksi kimia.

Campuran dari CLC antara lain semen, pasir halus, air dan foam khusus begitu mengeras menghasilkan bata ringan yang kuat dengan kandungan jutaan sel atau gelembung udara halus dengan ukuran yang konsisten dan terdistribusi secara merata. CLC memiliki densitas antara 400 kg/m^3 hingga 1800 kg/m^3 .

Namun untuk pekerjaan struktur, densitas CLC yang baik untuk digunakan berkisar antara 1200 kg/m^3 hingga 1400 kg/m^3 .

Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan CLC antara lain :

- a. Memberikan insulasi panas dan suara yang baik. Sebagai contohnya dinding CLC 125 mm memberikan insulasi empat kali lebih baik daripada dinding bata 230 mm
- b. Bentuk stabil walaupun terkena air tambahan. Sedangkan pada bata ringan yang menggunakan bubuk alumina, bata akan mengembang lagi bila terkena air tambahan.
- c. Keuntungan untuk daerah terpencil karena hanya membutuhkan semen dalam pembuatannya. Berbeda dengan *aerated concrete* menggunakan bubuk alumina yang masih menggunakan pasir dalam pembuatannya.
- d. Lebih mudah dipompa saat pengecoran karena tidak ada agregat.

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pembuatan CLC antara lain :

- a. Tipe *foaming agent*
- b. *Foam generator* yang digunakan
- c. Komposisi campuran dan waktu pencampuran (*mixing time*)
- d. Tipe dan ukuran pasir
- e. Metode curing

Cellular Lighweight Concrete (CLC) dapat diproduksi dengan berbagai macam jenis kepadatan, yang berkisar antara 400 kg/m^3 sampai 1800 kg/m^3 yang disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya yaitu :

1. Kepadatan rendah ($400-600 \text{ kg/m}^3$) biasa digunakan untuk bahan isolasi, sebagai alternatif lain yang dapat digunakan untuk menggantikan *thermocole*, *glasswool*, *woodwool*, dan lain-lain.
2. Kepadatan sedang ($800-1000 \text{ kg/m}^3$) dapat digunakan untuk pembuatan *precast blocks* dengan dimensi $500 \times 250 \times 200/100 \text{ mm}$ yang digunakan sebagai dinding (pengganti batu bata).
3. Kepadatan tinggi ($1200-1800 \text{ kg/m}^3$) dengan kuat hancur (*crushing strength*) antara $65-250 \text{ kg/m}^3$, biasa dipakai sebagai struktur :

- a. *Load bearing walls* dan atap perumahan
- b. *Reinforced structural cladding* atau panel partisi
- c. *Pre-cast blocks* untuk dinding dari bangunan tingkat rendah

4. Mengoperasikan mesin hingga didapat pembebanan maksimum saat benda uji hancur,
5. Menghitung nilai kuat tekan bata ringan dengan membandingkan beban maksimum dan luas permukaan benda uji.

3. METEDOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pengujian dilanjutkan dengan *trial mix design* benda uji, benda uji dibuat berbentuk kubus 15x15x15 cm dengan campuran *foaming agent*. Setelah membuat sampel *trial mix* akan didapat perbandingan kuat tekan optimum yang dijadikan benda uji dengan satu variasi *mix*. Umur pengujian bata ringan adalah 7, 14, dan 28 hari dengan pengujian kuat tekan, SEM dan EDX, akustik, dan *furnace*.

a. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan proses *trial mix* untuk mendapatkan komposisi variasi yang akan dipakai pada pembuatan bata ringan. Pengerjaan *trial mix* dengan variasi foam sebesar 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%, 1,5% dengan kuat tekan rencana 1 Mpa. Dari proses *trial mix* menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 0,9% yang akan dijadikan variasi foam dalam pembuatan benda uji. Kuat tekan rencana pada bata ringan sebesar 1 Mpa.

b. Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian bata sesuai umur rencana 7, 14 dan 28 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan, muffle furnace, SEM dan EDX, dan akustik.

c. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan adalah kemampuan bata ringan untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji mengacu pada (SNI, 03-6825-2002) dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

1. Memotong benda uji dengan ukuran kubus 7,5x7,5x7,5 cm,
2. Menimbang benda uji,
3. Meletakkan benda uji pada mesin uji tekan dengan posisi mendatar,

d. Pengujian SEM dan EDX

Scanning Electronic Microscope (SEM) dan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) adalah instrumen yang menghasilkan gambar yang diperbesar dengan menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk membentuk sebuah gambar. Prinsip kerja SEM dan EDX adalah menembakkan permukaan benda dengan berkas elektron berenergi tinggi. Tujuan pengujian SEM dan EDX adalah untuk menganalisa dan memunculkan mikro dari benda uji suatu penelitian, dalam proses analisa karakteristik, struktur mikro suatu material seperti mineral, ukuran butiran, batas butiran dan penyemenan antar butir yang hanya bisa diindikasikan dengan perbesaran diatas 1000X. Pengujian ini dilakukan di Universitas Padang. Adapun prosedur pengujian SEM dan EDX sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan pengujian, sampel harus dalam keadaan kering dan dipecahkan dengan ukuran panjang 1 cm, lebar 1 cm, dan tinggi 1 cm.
2. Sampel disimpan pada spesimen holder dan diberi lem konduktif untuk penempatan benda uji sebelum dilakukan pemotretan pada alat SEM.
3. Sampel dibersihkan dengan *hand blower* agar bebas dari kotoran (debu), tidak berminyak dan lainnya sebelum penempatan pada specimen.
4. Sampel diberi lapisan tipis (*coating* dengan gold paladium – Pd AU) dengan mesin ion *sputter* JFC – 1100 yang spesifikasi alat tersebut antara lain dengan teganan 1,2 KV, arus listrik 6-7,5 mA, kevakuman 0,2 Torr, dan waktu 4 menit. Dengan spesifikasi tersebut akan didapatkan tebal lapisan 400 amstrong. *Coating* ini dimaksudkan agar benda uji yang akan dilakukan pemotretan menjadi penghantar listrik.
5. Sampel dimasukkan pada specimen *chamber* yang ada pada mesin SEM (JSM-35 : 6360 LA) yang selanjutnya dilakukan pemotretan pada benda uji.

e. Pengujian Furnace

Furnace / tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin *casting* atau untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya *rolling*/penggulungan, penempaan) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas). Pengujian *furnace* dilakukan di Laboratorium Material Anorganik, Geokimia dan Minerologi FMIPA Universitas Riau. Adapun prosedur pengujian *furnace* sebagai berikut :

1. Memotong sampel dengan ukuran 7,5x7,5x7,5 cm. Dengan suhu uji 250, 500 dan 750°C.
2. Menghidupkan alat *muffle furnace*. Membuka penutup *muffle furnace*, lalu masukkan sampel ke dalam *muffle furnace*.
3. Menutup kembali *muffle furnace*, menghidupkan tanur dengan menekan tombol power "ON".
4. Menyetel suhu sebesar 250°C dengan menekan tombol "SET". Setelah *muffle furnace* sampai ke suhu 250°C, stopwatch selama 1 jam.
5. Setelah 1 jam, menurunkan suhu *muffle furnace* ke 25°C (suhu ruang). Kemudian mematikan tanur dengan menekan tombol "OFF". Mengeluarkan sampel dari dalam *muffle furnace*, mengecek sampel tersebut.

f. Pengujian Akustik

Suara atau bunyi memiliki intensitas yang berbeda, contohnya jika berteriak suara lebih kuat daripada berbisik sehingga teriakan itu memiliki energi lebih besar untuk mencapai jarak yang lebih jauh. Unit mengukur intensitas bunyi adalah desibel (dB). Skala desibel merupakan skala yang bersifat logaritmik, penambahan tingkat desibel berarti kenaikan tingkat kebisingan yang cukup besar. Ada beberapa macam peralatan pengukuran kebisingan antara lain *sound survey meter*, *sound level meter*, *octave band analyzer*, *narrow band analyzer*, dan lain-lain. Dalam penelitian ini memakai alat *Sound Level Meter* (SLM).

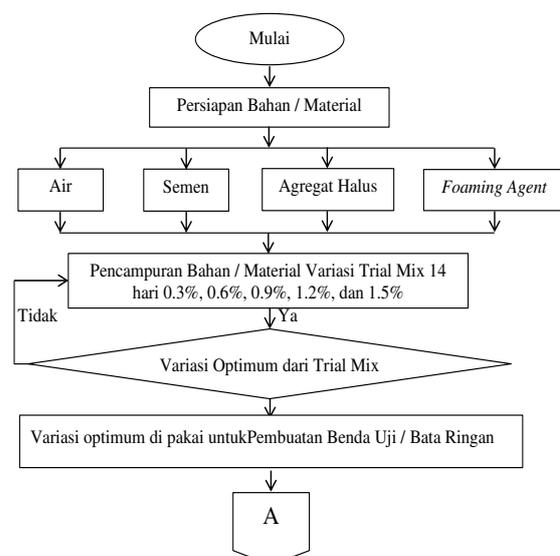
Sound Level Meter (SLM) adalah instrumen dasar yang digunakan dalam pengukuran kebisingan. SLM terdiri atas mikropon dan sebuah sirkuit elektronik termasuk attenuator, 3 jaringan perespon

frekuensi, skala indikator dan amplifier. Tiga jaringan tersebut distandarasi sesuai standar SLM. Tujuannya adalah untuk memberikan pendekatan yang terbaik dalam pengukuran tingkat kebisingan total. Respon manusia terhadap suara bermacam-macam sesuai dengan frekuensi dan intensitasnya.

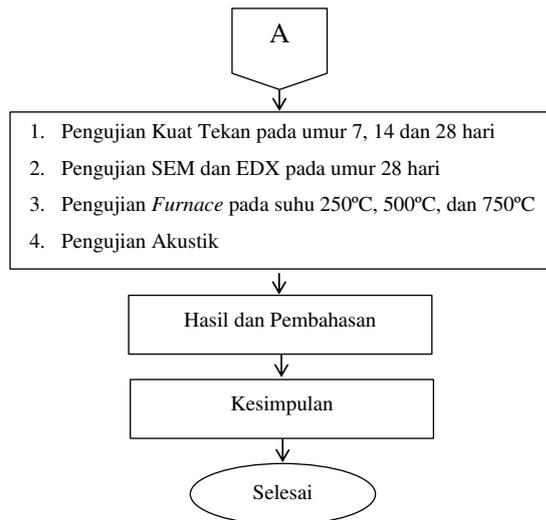
Pengujian kebisingan dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Riau. Adapun prosedur uji kebisingan sebagai berikut :

1. Mengambil bata ringan dengan ukuran 60x20x7,5 cm sebanyak 5 bata.
2. Mengaduk semen, pasir, dan air menjadi pasta semen.
3. Mengambil satu bata ringan dengan posisi bata rebah, dan meletakkan pasta semen ke sisi pingir bata tersebut. Setelah pasta sama rata, mengambil satu bata ringan dan meletakkan dengan tegak diatas pasta tersebut.
4. Melakukan sampai bata menjadi kotak. Mendinginkan bata 24 jam sampai semen menjadi kering.
5. Meletakkan alat kebisingan dan loudspeker kedalam bata. Menghidupkan alat kebisingan dan memberi sumber suara dari loudspeker, kemudian menutup bata tersebut.
6. Merekam suara selama 5 menit, setelah terekam menekan tombol Max/Min untuk membaca maksimal dan minimum suara yang terekam dengan satuan desibel (dB).

g. Bagan Alir



Gambar 1. Bagan Alir



4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini merupakan karakteristik material yang diperlukan saat perencanaan campuran bata (*mix design*) yang dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Seluruh pengujian karakteristik material pada penelitian ini telah dilaksanakan sesuai prosedur. Agregat memberikan konstribusi yang besar terhadap campuran bata, agregat yang disarankan untuk memenuhi syarat mutu yang sudah ditetapkan sehingga bata yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan.

a. Analisa Propertis Agregat Halus

Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat halus yaitu pasir yang berasal dari Kabupaten Kampar. Tabel 2 hasil pengujian karakteristik dasar material agregat halus

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Dasar Material Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Standar
		Pemeriksaan	Spesifikasi
1.	Kadar Lumpur (%)	2,73	< 5
2.	Berat Jenis (gr/cm^3)		
	a. <i>Apparent Specific Gravity</i>	2,67	2,58 – 2,83
	b. <i>Bulk Specific Gravity on Dry</i>	2,63	2,58 – 2,83
	c. <i>Bulk Specific Gravity on SSD</i>	2,65	2,58 – 2,83
	d. <i>Absorption (%)</i>	0,50	2,0 - 7,0
3.	Kadar Air (%)	4,016	3 - 5
4.	Berat Volume		
	a. Kondisi Padat	1618,79	1400 - 1900
	b. Kondisi Gembur	1507,27	1400 - 1900
5.	Kadar Organik	No. 3	Maks No. 3
6.	Modulus Kehalusan	3,64	1,5 - 3,8

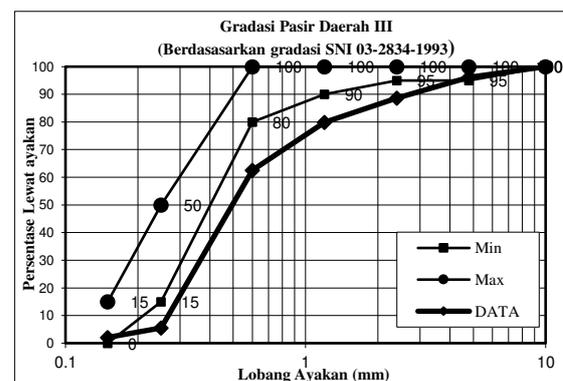
Sumber : dokumentasi, 2016

b. Berat Jenis Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus masing-masing sebesar $2,60 \text{ gr/cm}^3$. Nilai ini memenuhi kriteria persyaratan spesifikasi yaitu untuk berat jenis adalah $2,58 - 2,83 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan dari hasil pemeriksaan penyerapan agregat halus sebesar $0,30 \%$. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan yaitu $2\% - 7\%$.

c. Analisa Saringan Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan saringan agregat halus diperoleh modulus kehalusan sebesar 3,64. Nilai ini telah memenuhi persyaratan spesifikasi modulus kehalusan yaitu $1,5 - 3,8$. Gradasi butiran yang diperoleh memenuhi batasan gradasi pada zona III (pasir halus). Gambar 2 gradasi butiran zona III hasil analisa saringan agregat halus.



Gambar 2. Gradasi Butiran zona III

Sumber : dokumentasi, 2016

d. Kadar Air Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan dilihat kadar air agregat halus sebesar $4,016 \%$, nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat halus yaitu $3\% - 5\%$.

e. Kadar Organik Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah warna no.3 pada *organic plate*. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu tidak boleh lebih dari warna no.3 (ASTM C-40). Dari hasil tersebut agregat halus yang digunakan tidak mengandung organik yang tinggi sehingga bagus untuk campuran bata.

f. Berat Volume Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan berat volume agregat halus adalah sebesar $1514,03 \text{ kg/m}^3$

kondisi padat dan 1669,48 kg/m³ kondisi gembur. Nilai ini telah memenuhi kriteria persyaratan spesifikasi berat volume yaitu sebesar 1400 s/d 1900 kg/m³.

g. Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus sebesar 0,657 %. Nilai ini telah memenuhi kriteria dan persyaratan spesifikasi kadar lumpur agregat halus yaitu kecil dari 5% (ASTM C-142).

h. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan bata ringan dilakukan pada umur bata ringan 7, 14 dan 28 hari dimulai dari pengeringan bata ringan. Benda uji yang digunakan adalah benda uji yang dengan ukuran 60x20x7,5 cm, kemudian dipotong dengan ukuran kubus tinggi 7,5 cm; lebar 7,5 cm; dan panjang 7,5 cm setiap umur pengujian benda uji sebanyak empat (4). Hasil uji kuat tekan bata dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Kuat Tekan Bata Ringan

Presentase Foaming Agent (%)	Hari ke-	Berat (gr)	Kuat Tekan (KN)	Hasil Kuat	
				Tekan (MPa)	Rata-rata
9%	7	3,25	3	0,533	0,489
		3,01	2	0,356	
		3,20	3	0,533	
		3,54	3	0,533	
		2,05	3	0,533	
		3,41	3	0,533	
	14	2,45	3	0,533	0,231
		3,86	4	0,711	
		2,83	3	0,533	
		2,88	4	0,711	
		2,73	4	0,711	
		4,01	4	0,711	
28	28	2,88	4	0,711	0,667
		2,73	4	0,711	
		4,01	4	0,711	
		2,88	4	0,711	
		2,73	4	0,711	
		4,01	4	0,711	

Sumber : dokumentasi, 2016

Dari hasil yang didapat tidak sesuai dengan kuat tekan rencana yaitu 1 Mpa, sedangkan dari hasil penelitian di dapatkan rata-rata kuat tekan pada umur 7 hari yaitu 0,489 Mpa, 14 hari 0,231 Mpa, dan 28 hari yaitu 0,667 Mpa. Permasalahannya ketika diuji kuat tekan sampel cepat runtuh karena banyaknya gelembung udara yang terdapat di sampel bata ringan.

i. Pengujian Akustik

Pengujian dengan alat akustik *Sound Level Meter* DEI-534 dengan 3 kali pengujian didapatkan :

- a. Loudspeaker dan alat akustik didalam bata ringan diperoleh :
Maksimal : 112,6 dB
Minimal : 47,3 dB



Gambar 3. Loudspeaker dan alat akustik didalam bata ringan

- b. Loudspeaker didalam dan alat akustik diluar bata ringan diperoleh :
Maksimal : 109,6 dB
Minimal : 51,5 dB



Gambar 4. Loudspeaker didalam dan alat akustik diluar bata ringan

- c. Loudspeaker diluar dan alat akustik didalam bata ringan diperoleh :
Maksimal : 115,1 dB
Minimal : 42,5 dB



Gambar 5. Loudspeaker diluar dan alat akustik didalam bata ringan

Bata ringan meredam bunyi sebesar
= 112,6 - 109,6 dB
= 3 dB

j. Pengujian Furnace

Furnace / tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin *casting* atau untuk memanaskan bahan serta mengubah

bentuknya (misalnya *rolling*/penggulungan, penempaan) atau merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas). Bata ringan yang dimasukan dalam *furnace*, kemudian di diamkan selama 1 jam pada suhu 250°C tidak mengalami keretakan dapat dilihat pada Gambar 6, di suhu 500°C mengalami keretakan halus dapat dilihat pada Gambar 7, dan di suhu 750°C mengalami keretakan besar dapat dilihat pada Gambar 8. Dari hasil tersebut di simpulkan bata ringan bisa digunakan sampai suhu 500°C.



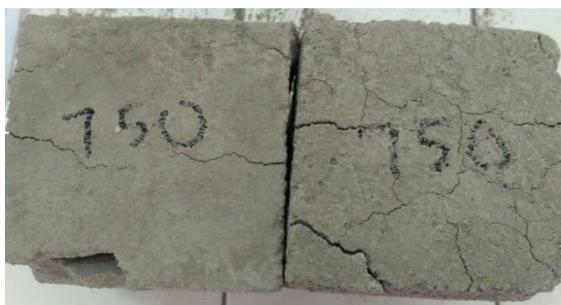
Gambar 6. Furnace dengan suhu 200°C

Sumber : dokumentasi, 2016



Gambar 7. Furnace dengan suhu 500°C

Sumber : dokumentasi, 2016



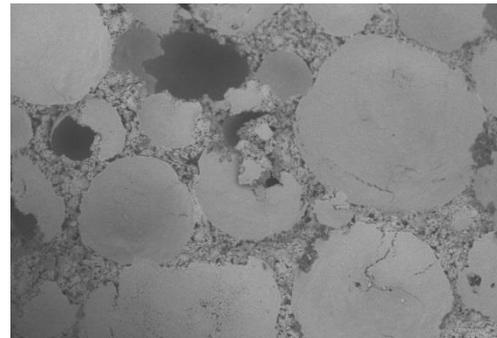
Gambar 8. Furnace dengan suhu 500°C

Sumber : dokumentasi, 2016

k. Pengujian SEM dan EDX

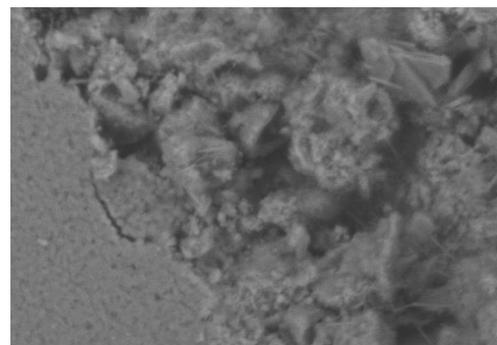
Scanning Electronic Microscope (SEM) dan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) adalah instrumen yang menghasilkan gambar yang diperbesar dengan menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk membentuk

sebuah gambar. Tujuan pengujian SEM dan EDX adalah untuk menganalisa dan memunculkan mikro dari benda uji suatu penelitian, dalam proses analisa karakteristik, struktur mikro suatu material seperti mineral, ukuran butiran, batas butiran dan penyemenan antar butir yang hanya bisa diidentifikasi dengan perbesaran diatas 1000X. Gambar 9 dan 10 hasil scanning perbesar SEM 100x dan 2500x. Tabel 4 merupakan komposisi kimiawi pengujian EDX



Gambar 9. Hasil Scanning perbesar 100x

Sumber : dokumentasi, 2016



Gambar 10. Hasil Scanning perbesar 2500x

Sumber : dokumentasi, 2016

Tabel 4. Komposisi Kimiawi Pengujian EDX

Element	Berat (%)	Atom (%)
(1)	(2)	(3)
C K	9.20	15.41
O K	49.53	62.26
Na K	0.07	0.06
Mg K	0.38	0.32
Al K	1.57	1.17
Si K	5.38	3.85
S K	1.20	0.75
Cl K	0.08	0.04
K K	0.23	0.12
Ca K	30.76	15.43
Fe L	1.60	0.57
Total	100	

Sumber : dokumentasi, 2016

Berdasarkan hasil uji EDX bahwa senyawa yang paling banyak adalah O K sebesar 49,53%, Ca K 30,76%.

5. KESIMPULAN

1. Nilai kuat tekan rata-rata pengujian dengan *compression machine* 0,667 Mpa atau sebesar 67% dari kuat tekan rencana 1Mpa.
2. Dari pengujian SEM dapat disimpulkan sifat fisik dari beton mempunyai rongga pori sebesar 36%, sedangkan dari EDX didapatkan OK dan CA K mempunyai proporsi terbesar.
3. Dari uji akustik terhadap bata ringan didapatkan bahwa bata ringan sanggup meredam bunyi sampai 3%.
4. Bata ringan yang dimasukan dalam *furnace*, kemudian di diamkan selama 1 jam pada suhu 250°C tidak mengalami keretakan, di suhu 500°C mengalami keretakan, dan di suhu 750°C mengalami keretakan. Dari hasil tersebut di simpulkan bata ringan bisa digunakan sampai suhu 500°C.

6. SARAN

- a. Untuk pembuatan sampel bata ringan sesuai spesifikasi yang telah direncanakan, diperlukan pemahaman yang baik dalam perencanaan bata ringan dan pelaksanaan yang baik dalam langkah-langkah pembuatan benda uji bata ringan.
- b. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dicoba *foam agent* dengan penambahan bahan lainnya. Seperti sebuk *gypsum*, serat *polypropylene*, serat seng dan lain-lain.
- c. Dalam pembuatan busa yang dihasilkan dari *foam agent* dengan adukan bata ringan harus merata, agar mendapatkan hasil yang maksimal. Sebaiknya menggunakan molen besar karna pengadukan cepat, sedangkan molen kecil pengadukannya lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Short & W.Kinniburgh,. (1978). *Lightweight Concrete*. London: Applied Science Publishers Ltd.
- Nadia dan Anita. (2008). Studi Pembuatan Cellular Lightweight Concrete (CLC)

Dengan Menggunakan Beberapa Foaming Agent.

- Andres, S. d. (1989). *Material of Construction Fourth Edition*. Singapore: McGraw-Hill.
- ASTM. (C.33-03-2002). *Standard Spesification For Concrete Aggregates*. USA: Annual Books Of ASTM Standards.
- ASTM. (C-142). *Pengujian Standar Kandungan Lumpur Agregat Halus*.
- ASTM C-40. (n.d.). *Standar Kandungan Zat Organik*.
- Factsha, R. (2013). Studi untuk bahan mortar mutu normal.
- Nugroho, B. P. (2013). Tinjauan kuat tekan dan kuat lentur balok tanpa tulangan beton ringan menggunakan batu apung sebagai agregat kasar dengan bahan tambah kapur dan alumunium pasta.
- Pehlevi, B. D. (2013). Lumpur sidoarjo bakar, fly ash sebagai substitusi semen dan kapur untuk campuran beton ringan dengan menggunakan bubuk alumunium sebagai bahan pengembang.
- SNI. (03-0349-1989). *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. ICS 91.100.30: Badan Standar Indonesia.
- SNI. (03-6825-2002). *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*. Bandung: Bandar Standar Indonesia.
- SNI. (15-2049-2004). *Semen Portland*. Bandung: Badan Standar Indonesia.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta: Nafiri.