

PEMANFAATAN *FLY ASH* DAN SERBUK CANGKANG BEKICOT (*Achatina fullica*) SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN PADA PEMBUATAN BATA RINGAN SELULER

Alisa Yuanita Briliani

Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Alisabriliani@gmail.com

Mochamad Firmansyah S.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Mochamadfirmansyah@unesa.ac.id

Abstrak

Bata ringan seluler (CLC) merupakan inovasi bata yang menggunakan busa dalam proses pembuatannya. Busa dibuat dengan melarutkan *Foaming agent* bersama air dengan konsistensi tertentu. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah dengan mengganti material campuran bata ringan seluler. Material yang digunakan berasal dari mineral alam yang tidak terpakai atau limbah. Dampak penggunaan material tersebut adalah dapat merubah kualitas dari bata ringan seluler. Kualitas bata ringan seluler dapat dilihat dari nilai berat volume, kuat tekan dan penyerapan air bata sesuai dengan SNI 03-0349-1989.

Penelitian ini bertujuan menemukan formula baru dalam pembuatan bata ringan seluler dengan menggunakan material *fly ash* dan serbuk cangkang bekicot (SCB) sebagai pengganti/substitusi semen. Kadar bahan substitusi adalah sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Campuran *fly ash* dan serbuk cangkang bekicot (SCB) terlebih dahulu dibuat dengan perbandingan sebesar 1 : 0,349. Selanjutnya *fly ash* dan serbuk cangkang bekicot (SCB) dicampurkan dengan material lain seperti semen, pasir, air dan *foam agent*. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian berat volume, kuat tekan dan penyerapan air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula bahan pembuat bata ringan terbaik adalah substitusi 5% semen oleh *fly ash* dan SCB yang menghasilkan bata dengan berat volume 1,019 gr/cm³, kuat tekan 3,840 MPa dan penyerapan air 33%. Semakin tinggi penambahan kadar *fly ash* dan SCB akan menyebabkan penurunan berat volume, penurunan kuat tekan dan peningkatan nilai penyerapan air. Berdasarkan SNI-03-0349-1989, mutu bata ringan seluler yang dihasilkan adalah kategori IV.

Kata Kunci: Bata Ringan Seluler, CLC, *Fly Ash*, Serbuk Cangkang Bekicot, *Foam Agent*

Abstract

Cellular Lightweight Concrete (CLC) is brick innovation used foam in the making process. Foam is made by dissolving the Foaming agent within water and a certain consistency. In this study, the method used is to replace material of the mixed cellular lightweight concrete. The used materials are unused natural minerals or waste. The impact of using these materials is can be change the quality of cellular light concrete. The quality of cellular light concrete can be seen from the value of volume weight, compressive strength and density (water absorption) according to SNI 03-0349-1989.

This study has purpose to found a new formula in the making of cellular lightweight concrete used fly ash material and snail shell powder (SCB) as replacement / substitution for cement. The percentages of substitution material are 0%, 5%, 10%, 15% and 20% by weight of cement. A mixture of fly ash and snail shell powder (SCB) was a first-made with ratio 1 : 0.349. Furthermore, fly ash and snail shell powder (SCB) are mixed with other materials such as cement, sand, water and foam agent. The tests carried out were volume weight test, test compressive strength and density.

The results shown that the best material formula of making lightweight brick was rate 5% substitution of cement by fly ash and SCB which produced brick with a volume weight of 1.019 gr / cm³, compressive strength of 3,840 MPa and 33% density. The higher addition of fly ash and SCB percentages will cause a decrease in volume weight, decrease in compressive strength and increase in density. Based on SNI-03-0349-1989, the quality of cellular lightweight concrete has resulted is category IV.

Keywords: Cellular Lightweight Concrete, CLC, *Fly Ash*, Snail Shell Powder, *Foam Agent*

PENDAHULUAN

Bata ringan merupakan salah satu aplikasi dari beton ringan non struktur. Kelebihan penggunaan bata ringan adalah untuk mengurangi beban bata sendiri (*selfweight*) yang dikategorikan sebagai beban mati pada perhitungan

struktur. Bata ringan dapat direncanakan untuk memenuhi kekuatan yang sama dengan bata normal (Jos, Lukito 2011).

Bata ringan dibuat dengan memasukkan udara ke dalam campuran mortar. Bata jenis ini disebut dengan bata ringan seluler. Proses pembuatan bata ringan seluler

cukup sederhana dan dapat dilakukan tanpa menggunakan alat yang canggih. Bata ringan seluler membutuhkan bahan kimia (*foam agent*) dalam proses pembuatan campurannya. *Foam agent* yang selanjutnya disebut FA berfungsi mengurangi berat jenis dengan membentuk pori dalam bata ringan. Selain *foam agent*, bahan penyusun bata ringan seperti semen, agregat dan air sangat menentukan karakteristik bata ringan yang dihasilkan.

Berbagai inovasi bahan pembuatan bata ringan seluler terus dikembangkan. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan menambahkan atau mengganti bahan material campuran bata ringan seluler. Dampak penggunaan material tersebut sebagai bahan pembuatan tentu akan merubah kualitas dari bata ringan seluler. Sehingga diperlukan penelitian untuk menemukan pengaruh material tersebut terhadap kualitas bata. Kualitas bata ringan seluler dapat dilihat dari nilai berat volume, kuat tekan dan penyerapan air sesuai dengan SNI 03-0349-1989.

Material yang sering digunakan sebagai inovasi bahan dapat berasal dari mineral alam yang tidak terpakai atau disebut juga limbah. Salah satu contoh limbah sebagai bahan pengganti semen adalah *fly ash*. Menurut PP No. 85 tahun 1999, *fly ash* adalah bahan limbah dari pembakaran batu bara yang dikategorikan sebagai limbah B3. Produksi *fly ash* di dunia pada tahun 2000 berjumlah 349 milyar ton. Penyumbang produksi *fly ash* terbesar adalah sektor pembangkit listrik. Produksi *fly ash* dari pembangkit listrik di Indonesia terus meningkat, pada tahun 2000 jumlahnya mencapai 1,66 milyar ton dan mencapai 2 milyar ton pada tahun 2006 (Kartika, Ela Siska et al. 2009).

Menurut SNI 03-6414-2002, *fly ash berbentuk halus, bundar dan bersifat pozzolanik*. Secara umum, *fly ash* memiliki kandungan silika yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai bahan penelitian pengganti semen. Akan tetapi, kandungan kalsium/kapur di dalam *fly ash* rendah dan belum dapat menyamai kandungan semen. Oleh karena itu maka dibutuhkan material lain yang memiliki kandungan kalsium/kapur tinggi dan dapat digunakan bersama *fly ash* sebagai bahan pengganti semen.

Kapur merupakan salah satu unsur yang memiliki sifat pozzolan. Menurut Tjokrodinuljo (1995), kapur merupakan unsur kimia terbesar di dalam semen yaitu sekitar 60-65%. Unsur kapur ini berperan dalam meningkatkan kinerja material bata beton.

Menurut penelitian Safrin Zuraidah dan Budi Hastono (2017), penambahan serbuk kapur dapat menurunkan kuat tekan, meningkatkan serapan air, dan mengurangi berat jenis mortar. Penggunaan kapur tidak dapat direkomendasikan untuk mortar struktur tetapi substitusi 25% kapur dari berat semen masih dapat digunakan sebagai mortar non struktur seperti dinding dan atap bata beton.

Menurut Muhammad Fadhlurrahman Hazim, dkk (2016), pengaruh penambahan kapur adalah menambah gradasi warna putih, dapat mengurangi kuat tekan, mengurangi berat jenis, dan dapat mengurangi penyerapan air pada bata ringan seluler dengan kadar 10% dari berat semen. Sedangkan pada penelitian Leslie, dkk (2012), penambahan zat kapur dapat menghasilkan bata bata ringan lebih ringan yaitu berkisar 0.6 – 0.7 kg di bawah bata bata ringan tanpa kapur. Akan tetapi kuat tekan bata bata ringan tersebut mengalami penurunan kuat tekan sebesar 0.3 – 0.5 MPa.

Pada salah satu daerah di Kabupaten Kediri tepatnya di Desa Purwotengah Kecamatan Papar terdapat industri penggilingan cangkang bekicot (*Achatina Fulica*) menjadi serbuk. Industri ini dapat menggiling hingga 40 ton limbah cangkang bekicot setiap bulannya. Limbah cangkang bekicot ini berasal dari produsen aneka olahan bekicot seperti sate dan keripik bekicot. Pemanfaatan limbah cangkang bekicot ini masih sebatas digunakan untuk pakan ternak. Padahal cangkang bekicot memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) atau kapur yang tinggi. Menurut Qoniah, dkk (2010), kandungan kalsium karbonat atau kapur yang terdapat pada suatu cangkang bekicot berkisar antara 89-99%. Sehingga pada penelitian ini dimanfaatkan serbuk cangkang bekicot (SCB) sebagai substitusi sebagian dari semen.

Kedua bahan diatas, *fly ash* dan SCB akan digunakan secara bersama-sama sebagai bahan pengganti semen pada pembuatan bata ringan seluler. *Fly ash* memiliki kandungan silika yang tinggi, tetapi memiliki kandungan kalsium yang lebih rendah dari semen. Kekurangan kalsium pada *fly ash* ini diatasi dengan menambahkan SCB yang memiliki kandungan kalsium tinggi. Sehingga keberadaan *fly ash* dan SCB pada penelitian ini adalah saling melengkapi untuk memenuhi kebutuhan silika dan kalsium sebagai pengganti semen.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah 1) Bagaimana pengaruh penggunaan *fly ash* dan serbuk cangkang bekicot sebagai substitusi sebagian semen terhadap berat volume, kuat tekan dan penyerapan air bata ringan seluler?, 2) Bagaimana hubungan antara waktu pengeringan dengan berat volume dan kuat tekan bata ringan seluler?, 3) Bagaimana hubungan antara berat volume dan kuat tekan bata ringan seluler?, 4) Bagaimana hubungan antara berat volume dan penyerapan air bata ringan seluler?, 5) Bagaimana hubungan antara kuat tekan dan penyerapan air bata ringan seluler?

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat ditentukan tujuan penelitian. Tujuan pada penelitian ini adalah 1) Mengetahui peranan penggunaan *fly ash* dan serbuk cangkang bekicot sebagai substitusi sebagian semen terhadap berat volume, kuat tekan dan penyerapan air bata

ringan seluler, 2) Mengetahui hubungan antara waktu pengeringan dengan berat volume dan kuat tekan bata ringan seluler, 3) Mengetahui hubungan antara berat volume dan kuat tekan bata ringan seluler, 4) Mengetahui hubungan antara berat volume dan penyerapan air bata ringan seluler, 5) Mengetahui hubungan antara kuat tekan dan penyerapan air bata ringan seluler.

Penelitian ini juga memiliki beberapa manfaat yaitu memberikan inovasi bahan yang dapat digunakan sebagai campuran pembuatan bata ringan seluler khususnya kepada industri skala kecil dan meningkatkan pemanfaatan limbah sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

METODE

A. Jenis Penelitian

Metode penelitian ini merupakan penelitian uji laboratorium yang menguji mengenai bata ringan seluler. Bahan pembuatan bata ringan menggunakan bahan mineral yang meliputi campuran antara *fly ash* dan SCB sebagai bahan substitusi semen. Sehingga komposisi campurannya adalah semen, pasir, air, busa, *fly ash* dan SCB.

B. Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian *fly ash* dan SCB yaitu XRF yang dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral Dan Material Maju FMIPA Universitas Negeri Malang.
2. Pengujian bahan dan benda uji dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.
3. Pembuatan benda uji dilakukan di PT. Banon Con Sidoarjo

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase substitusi *fly ash* dan SCB dengan semen yaitu, 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

2. Variable Terikat

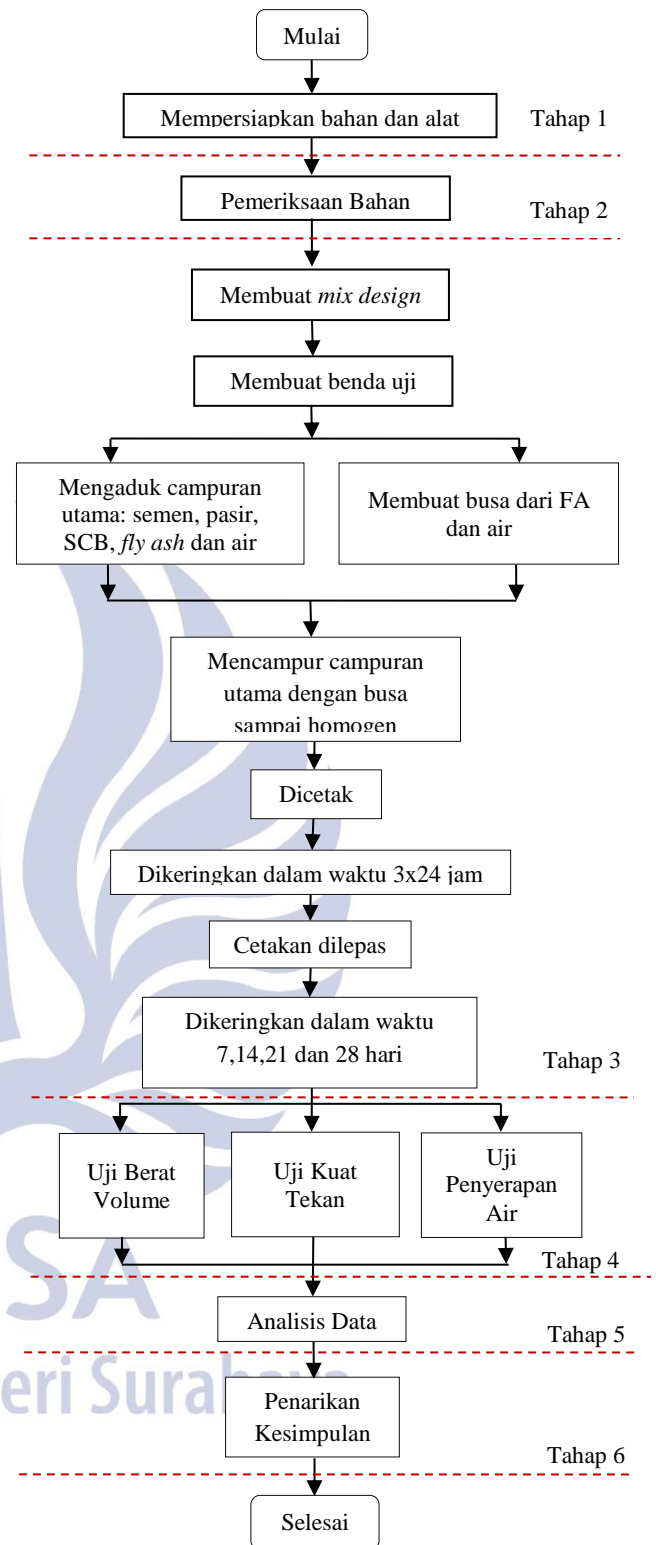
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah berat volume, kuat tekan bata dan penyerapan air bata ringan seluler.

3. Variable Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu pasir, air, FA dan alat-alat yang digunakan.

D. Prosedur Uji Laboratorium

Prosedur uji laboratorium digambarkan dengan menggunakan *flowchart*. *Flowchart* prosedur uji laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Uji Laboratorium

1. Bahan dan Peralatan

Langkah pertama dari suatu penelitian adalah mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *fly ash* tipe C, SCB lolos ayakan 200, semen PPC Gresik, pasir silika, air dan foam agent (FA) merk "banon". Sedangkan peralatan yang digunakan adalah tabung pembuat busa,

kompresor, *concrete mixer*, timbangan, bekisting, wadah, gelas ukur, satu set ayakan, alat uji kuat tekan, dan oven.

2. Pemeriksaan Bahan

a. Uji berat jenis semen

Daftar kandungan kimia yang terdapat di dalam semen diperoleh dari PT. Semen Gresik, Tbk. Berikut adalah kandungan kimia semen gresik PPC.

Tabel 1. Kandungan kimia semen gresik PPC

Komposisi Kimia	SNI 15-2049-04 (%)	Hasil Pengujian (%)	Keterangan
SiO ₂	-	23,13	-
Al ₂ O ₃	-	8,76	-
Fe ₂ O ₃	-	4,62	-
CaO	-	58,66	-
MgO	≤ 6,00	0,90	Memenuhi
SO ₃	≤ 3,50	2,18	Memenuhi
LOI	≤ 5,00	1,69	Memenuhi
Kapur Bebas	-	0,69	-
Bagian Tidak Larut	-	0,82	-

Sumber : Hasil Pengujian PT. Semen Gresik (Persero) Tbk

b. Pemeriksaan pasir

Seluruh data-data hasil pemeriksaan pasir dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan pasir

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Standar	Keterangan
Berat Jenis			
a. Berat jenis kering (gr/cm ³)	2,17	2,0-3,0	Memenuhi
b. Berat jenis semu (gr/cm ³)	2,56	2,0-3,0	Memenuhi
c. Berat jenis SSD (gr/cm ³)	2,29	2,0-3,0	Memenuhi
d. Absorption (%)	5,48	2 - 7	Memenuhi
<i>Fine Modulus</i>	2,402	1,5-3,8	Memenuhi
Berat Volume (gr/cm ³)	1,26	>1,2	Memenuhi
Kadar Lumpur (%)	6,16	<5	Tidak Memenuhi
Analisa Saringan	Zona 4	Zona 1-4	Memenuhi

Pasir yang digunakan memenuhi semua persyaratan, kecuali persyaratan mengenai kadar lumpur. Kadar lumpur pasir melebihi dari batas yang telah ditentukan. Sehingga untuk mengatasainya, maka pasir harus dicuci terlebih dahulu sebelum dicampurkan ke dalam adukan.

c. Uji XRF fly ash

Kandungan yang terdapat pada *fly ash* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil XRF fly ash

Komposisi Kimia	Persentase (%)
Al	9,7
Si	20,5
S	0,71
K	1,94
Ca	18,0
Ti	1,77
V	0,087
Cr	0,095
Fe	44,47
Ni	0,05
Cu	0,096
Sr	1,0
Ba	0,47
Eu	0,4
Yb	0,03
Re	0,42

Sumber : Hasil Pengujian Lab. Sentral UM

Berdasarkan tabel 3 diperoleh persentase kandungan Ca pada *fly ash* adalah sebesar 18%. Persentase ini telah memenuhi persyaratan SNI 03-64414-2002 yang menyatakan bahwa *fly ash* tipe C mengandung CaO di atas 10%

d. Uji XRF SCB

Kandungan yang terdapat pada SCB dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil XRF SCB

Komposisi Kimia	Persentase (%)
Ca	97,46
Ti	0,05
Mn	0,052
Fe	0,698
Ni	0,59
Sr	0,69
Ba	0,2
Yb	0,3

Sumber : Hasil Pengujian Lab. Sentral UM

Pada Tabel 4 diperoleh bahwa unsur kimia terbanyak pada SCB adalah Kalsium (Ca) yaitu sebesar 97,46%. Sedangkan Unsur kimia terendah adalah Titanium (Ti). Selain itu, SCB juga tidak memiliki silika (Si). Sehingga dalam penggunaannya sebagai bahan pengganti semen pada campuran bata ringan memerlukan tambahan bahan lain seperti *fly ash*.

3. Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini dibuat campuran utama yang terdiri dari semen, pasir, *fly ash*, SCB, busa dan air. Prosesnya dimulai dengan menimbang berat masing-masing material. Lalu semen, pasir, bahan substitusi dan busa dimasukkan ke dalam *mixer* sambil diaduk. Setelah tercampur, air ditambahkan ke dalam *mixer* sesuai dengan *mix design* yang direncanakan.

4. Pengujian Benda Uji

a. Uji Berat Volume

Benda uji dikeringkan dalam waktu 7, 14, 21 dan 28 hari. Kemudian benda uji diukur dan dihitung volumenya. Selanjutnya benda uji ditimbang dan kemudian dihitung berat volumenya. Rumus perhitungan berat volume adalah sebagai berikut.

$$\text{Berat Volume (Bv)} = \frac{W}{V} \quad (1)$$

Keterangan:

Bv = Berat volume benda uji (gram/cm³)
 m = Berat benda uji (gram)
 v = Volume benda uji (cm³)

b. Uji Kuat Tekan

Benda uji dikeringkan dalam waktu 7, 14, 21 dan 28 hari. Kemudian benda uji dilakukan penekanan menggunakan mesin tes kuat tekan. Hasil dari pengujian berupa beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji kemudian dicatat untuk dilakukan perhitungan kuat tekan. Rumus perhitungan kuat tekan adalah sebagai berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

$f'c$ = Kuat Tekan (N/mm²)
 P = Gaya tekan maksimum (N)
 A = Luas penampang benda uji (mm²)

c. Uji Penyerapan Air

Benda uji direndam selama 24 jam dan lalu dibersihkan permukaannya dengan kain lap untuk mencapai kering permukaan. Setelah kering, benda uji ditimbang untuk mengetahui berat jenuhnya. Selanjutnya benda uji dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 110°C selama 24 jam. Terakhir, benda uji dikeluarkan dari oven dan ditimbang beratnya untuk mendapatkan berat kering.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

W_1 = Berat kering setelah di oven 24 jam (gram)
 W_2 = Berat setelah direndam selama 24 jam (gram)

5. Analisis Data dan Kesimpulan

Data-data berat volume, kuat tekan dan penyerapan air yang terkumpul sesuai dengan instrumen penelitian dilakukan analisis dengan statistika sederhana untuk mendapatkan nilai rata-rata. Rumus yang digunakan menurut Sudjana (2005) untuk menentukan nilai rata-rata adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (4)$$

Keterangan:

\bar{X} = rata - rata

x_1 = nilai sampel ke - 1

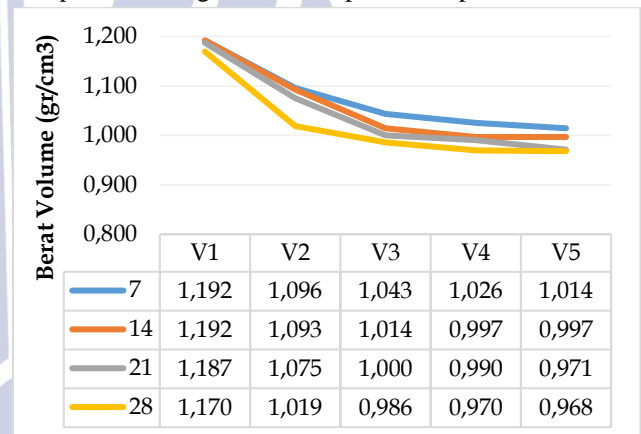
n = jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Benda Uji

1. Pengujian Berat Volume

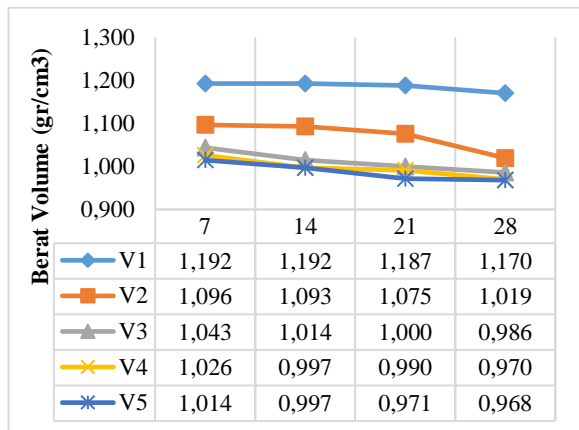
Grafik rekapitulasi hasil pengujian berat volume rata-rata pada bata ringan seluler dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Berat Volume Masing-Masing Variasi

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa Substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB menyebabkan berat volume bata semakin kecil. *Foaming agent* pada saat dicampur dengan kalsium hidroksida yang terdapat di dalam pasir, *fly ash*, SCB dan air akan membentuk hidrogen. Gas hidrogen ini membentuk gelembung-gelembung udara dalam campuran beton sehingga menjadikan volume beton menjadi dua kali lebih besar dari volume semula. Pada akhir proses pembusaan, hidrogen akan terlepas ke atmosfer dan menyebabkan bata memiliki rongga. Rongga tersebutlah yang membuat bata menjadi ringan.

Berat volume pada bata ringan seluler juga dipengaruhi oleh waktu/umur pengeringan. Waktu yang relatif singkat dan pengeringan yang tidak sempurna menyebabkan bata masih memiliki kandungan air di dalamnya sehingga membuat bata menjadi lebih berat. Pada penelitian ini digunakan umur 7, 14, 21 hingga 28 hari untuk mengetahui pengaruh umur bata dengan berat volume. Grafik hubungan berat volume bata terhadap waktu pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3.



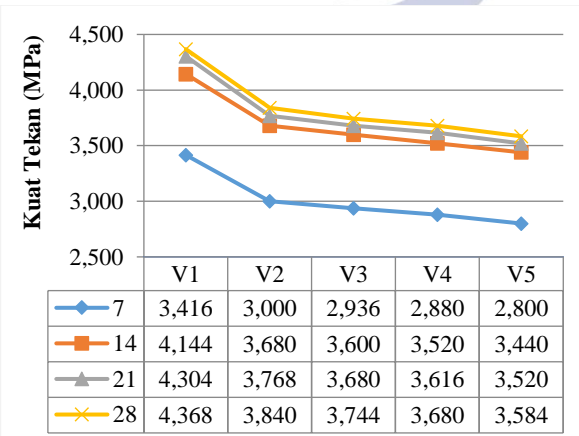
Gambar 3. Hubungan Berat Volume Terhadap Waktu Pengeringan

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama umur/waktu pengeringan, maka berat volume bata ringan seluler semakin kecil. Berat volume terkecil terjadi pada umur 28 hari, dimana V1 memiliki berat volume 1,170 gram/cm³, V2 memiliki berat volume 1,019 gram/cm³, V3 memiliki berat volume 0,986 gram/cm³, V4 memiliki berat volume 0,970 gram/cm³, dan V5 memiliki berat volume 0,968 gram/cm³.

Semua benda uji memiliki berat volume yang lebih kecil dibandingkan berat volume pasir (1,26 gr/cm³). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi reaksi antara *fly ash* dan SCB sebagai bahan pengikat di dalam campuran bahan pembuatan bata ringan seluler.

2. Pengujian Kuat Tekan

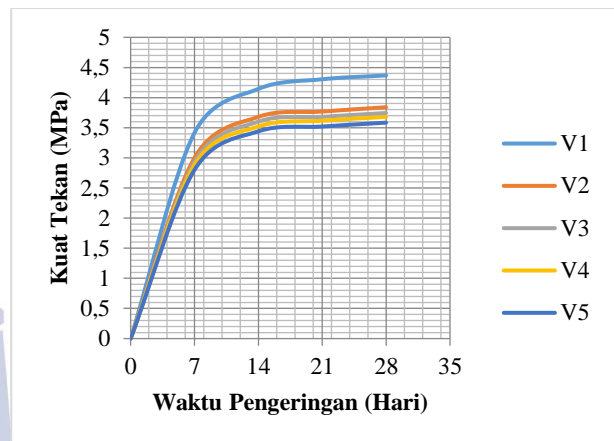
Substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB juga memengaruhi kuat tekan bata ringan seluler. Grafik rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan rata-rata pada bata ringan seluler dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kuat Tekan Masing-Masing Variasi

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB menyebabkan kuat tekan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena bahan pengikat yang terdapat pada campuran *fly ash* dan SCB belum mampu menyamai atau menandingi bahan pengikat pada semen. Sehingga jika semakin banyak

semen yang diambil untuk digantikan dengan bahan lain maka cenderung akan menghasilkan bata yang keropos dan memiliki kuat tekan rendah. Meskipun demikian, kuat tekan bata hasil variasi substitusi masih memenuhi kuat tekan standar bata beton mutu IV yaitu lebih dari 2,5 MPa.



Gambar 5. Hubungan Kuat Tekan dan Waktu Pengeringan

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pada hari ke-7, grafik kuat tekan V1 mulai stabil, hal ini juga terlihat pada grafik kuat tekan V2, V3, V4 dan V5. Nilai kuat tekan pada umur 7, 14, dan 21 hari kemudian dibandingkan dengan kuat tekan pada umur 28 hari.

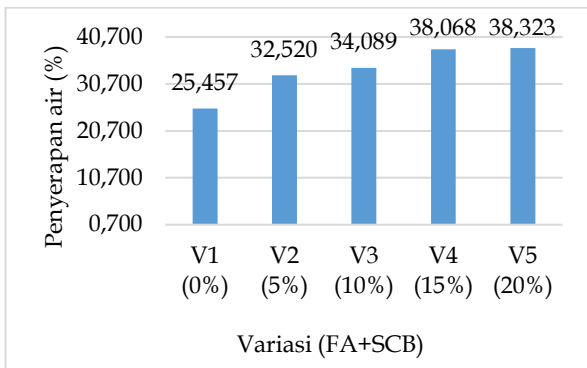
Umur bata ringan mempengaruhi berat volume maupun kuat tekannya. Mulai umur 7 hari hingga 28 hari terjadi kenaikan secara signifikan pada kuat tekan bata ringan seluler. Bata ringan pada umur 7 hari sudah memiliki kuat tekan sebesar 78% dari kuat tekan umur 28 hari. Hal ini disebabkan karena *foam agent* yang digunakan memiliki kandungan kimia yang dapat mempercepat proses pengeringan bata. Dalam dunia industri bata ringan seluler, hal ini bertujuan untuk mempercepat proses permintaan produksi bata yang cenderung tinggi sehingga dapat segera didistribusikan.

Berbagai macam tipe atau *merk foam agent* memiliki waktu proses pengeringan bata yang berbeda. *Foam agent* yang digunakan pada penelitian ini mampu mengeringkan bata lebih cepat yaitu pada umur 7 hari.

Bata ringan seluler yang dihasilkan dari substitusi sebagian semen dengan *fly ash* dan SCB memiliki kuat tekan rata-rata bruto sebesar 3,6 MPa. Sedangkan masing-masing benda uji memiliki kuat tekan rata-rata antara 3,32–3,84 MPa. Berdasarkan SNI-03-0349-1989, bata ringan yang dihasilkan dari variasi substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB tersebut masuk pada kategori bata mutu IV.

3. Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan pada bata yang berumur 28 hari. Hasil pengujian penyerapan air dapat dilihat pada Gambar 6.



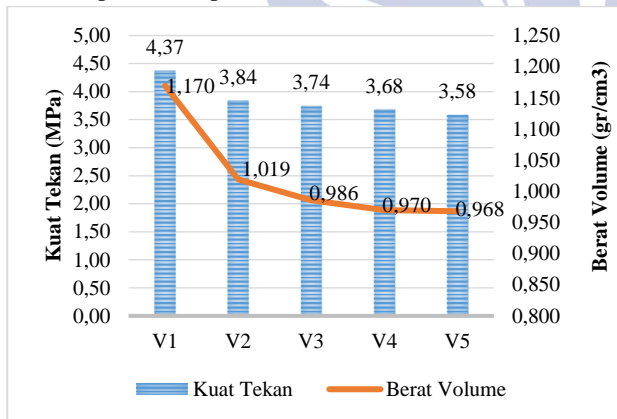
Gambar 6. Grafik Penyerapan Air Bata Ringan Seluler

Gambar 6 menunjukkan bahwa substitusi *fly ash* dan SCB dengan semen dapat meningkatkan penyerapan air bata ringan seluler. Semakin tinggi substitusi *fly ash* dan SCB yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai penyerapan airnya. Penyerapan air rata-rata terendah setelah dilakukan substitusi dengan semen adalah V2 yaitu sebesar 32,520% MPa sedangkan tertinggi adalah V5 yaitu sebesar 38,323%.

B. Analisa dan Pembahasan

1. Hubungan Berat Volume dan Kuat Tekan

Hubunga berat volume dan kuat tekan bata ringan seluler dapat dilihat pada Gambar 7.



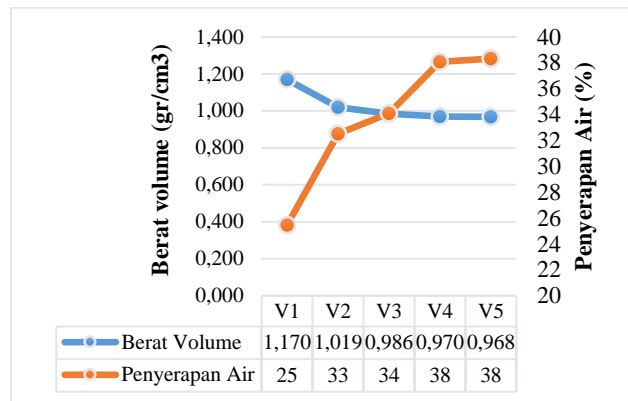
Gambar 7. Hubungan Berat Volume dan Kuat Tekan

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa berat volume dan kuat tekan saling mempengaruhi. Semakin tinggi berat volumenya maka kuat tekan juga akan semakin tinggi. Sebaliknya jika semakin rendah berat volumenya maka kuat tekan akan rendah juga.

Bata ringan seluler hasil substitusi dengan *fly ash* dan SCB memiliki berat yang lebih rendah dari pada bata ringan tanpa substitusi. Bata tersebut cenderung tidak padat dan keropos yang mengakibatkan kuat tekan bata menjadi rendah.

2. Hubungan Berat Volume dan Penyerapan Air

Hubunga berat volume dan penyerapan air bata ringan seluler dapat dilihat pada Gambar 8.

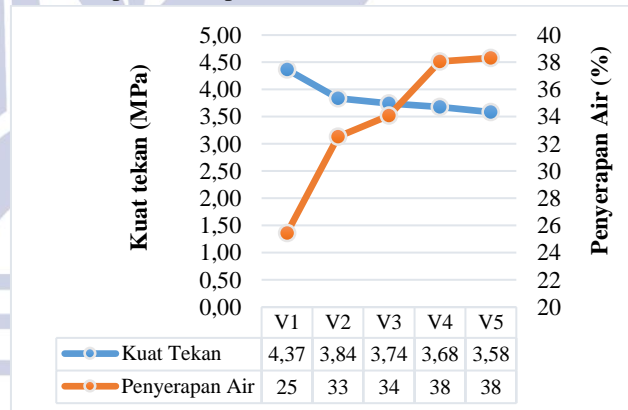


Gambar 8. Hubungan Berat Volume dan Penyerapan Air

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB menyebabkan berat volume bata ringan semakin menurun. Sebaliknya, seiring bertambahnya jumlah substitusi *fly ash* dan SCB nilai penyerapan air semakin meningkat. Pada awalnya, V1 memiliki penyerapan air sebesar 25% dan pada V2 mengalami kenaikan hingga sebesar 33% dan terus meningkat pada V3, V4 dan V5. Hal ini disebabkan karena semakin banyak substitusi yang dilakukan maka bata akan cenderung keropos dan memiliki banyak rongga yang mana dapat meningkatkan nilai penyerapan air.

3. Hubungan Kuat Tekan dan Penyerapan Air

Hubunga berat volume dan penyerapan air bata ringan seluler dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Hubungan Kuat Tekan dan Penyerapan Air

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB menyebabkan penurunan kuat tekan dan peningkatan penyerapan air. Pada bata ringan seluler hasil substitusi memiliki nilai penyerapan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan bata ringan seluler tanpa substitusi. Sedangkan nilai kuat tekan yang dimiliki oleh bata ringan seluler hasil substitusi lebih kecil dibandingkan bata ringan seluler tanpa substitusi. Hal ini disebabkan karena bata ringan yang memiliki kuat tekan rendah cenderung bersifat keropos dan memiliki banyak rongga yang mengakibatkan nilai penyerapan air menjadi tinggi

SIMPULAN

Simpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Formula bahan pembuat bata ringan terbaik yang didapatkan adalah pada substitusi 5% semen oleh *fly ash* dan SCB yang menghasilkan bata dengan berat volume 1,019 gr/cm³, kuat tekan 3,840 MPa dan penyerapan air 33%.
2. Secara keseluruhan, substitusi semen dengan *fly ash* dan SCB pada pembuatan bata ringan seluler memberikan pengaruh sebagai berikut :
 - a. Penambahan kadar *fly ash* dan SCB menyebabkan penurunan berat volume dan kuat tekan serta meningkatkan penyerapan air.
 - b. Berdasarkan SNI-03-0349-1989, Mutu bata ringan yang dihasilkan dari hasil substitusi sebagian semen dengan *fly ash* dan SCB adalah masuk kategori bata mutu IV SCB memiliki kuat tekan rata-rata bruto sebesar 3,6 MPa.
3. Hubungan antara berat volume maupun kuat tekan dengan waktu pengeringan adalah semakin lama waktu pengeringan maka berat volume bata ringan seluler akan menurun. Sedangkan Semakin lama waktu pengeringan maka kuat tekan bata ringan seluler akan meningkat.
4. Hubungan berat volume dengan kuat tekan adalah semakin tinggi berat volumenya maka kuat tekan juga akan semakin tinggi. Sebaliknya jika semakin rendah berat volumenya maka kuat tekan akan rendah juga.
5. Hubungan berat volume dengan penyerapan air adalah semakin tinggi berat volumenya maka penyerapan air semakin menurun. Sebaliknya jika semakin rendah berat volumenya maka penyerapan air akan semakin tinggi.
6. Hubungan kuat tekan dengan penyerapan air adalah semakin tinggi kuat tekannya maka penyerapan air juga akan semakin menurun. Sebaliknya jika semakin rendah kuat tekannya maka penyerapan air akan semakin tinggi

DAFTAR PUSTAKA

Abi, G., Susilo, B. 2008. *Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo Pada Pembuatan Bata Ringan Non-Struktural dengan Metode Cellular Lightweight Concrete (CLC)*. Unpublished Undergraduate Thesis. Universitas Kristen Petra. Surabaya

Anonim. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*, Depastemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

Anonim. 2000. *Budidaya bekicot (achanita spp.)*. Jakarta: kantor deputy menegristek bidang pendayagunaan dan pemasyarakatan iptek

Apsari, Debi N.P. 2017. *Pengaruh Penambahan Variasi Molaritas NaOH Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Mortar Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang Pada Aplikasi Spesi Bata Merah*. Rekayasa Teknik Sipil Vol. 02.

ASTM C 869-91. *Standard Specification For Foaming Agents Used In Making Performed Foam For Cellular Concrete*. American Standard For Testing Materials.

ASTM E 11-70. *Sieve Specification*. American Standard For Testing Materials.

Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989: *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-2847-2002: *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 06-6825-2002: *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 15-2049-2004: *Semen Portland*. Jakarta: BSN.

Bella, R.A., et al. 2017. *Perbandingan Persentase Penambahan Flyash Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan Jenis CLC*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. VI, No. 2

Hazim, dkk. 2016. *Studi Penggunaan Catalyst, Monomer Dan Kapur Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Seluler*. Rekayasa Teknik Sipil. Vol. 03 Nomor 03/rekat/16 hal 138-149.

Ilmiah, Rihnatul. 2017. *Pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer menggunakan alkali aktivator sodium silikat (Na₂SiO₃) serta Sodium Hidroksida (NaOH)*. Proyek Akhir Terapan – RC 146599. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Jitchaiyaphum, K., Sinsiri, T., Chindaprasirt, P. 2011. *Cellular Lightweight Concrete Containing Pozzolan Materials*. Procedia Engineering. 14 (2011) 1157-1164. Published By Elsevier Ltd, DOI : 10 1016/j.proeng.2011.07.145

Jos., Lukito. 2011. *Influence of Water Absorption on Properties Of AAC And CLC Lighweight Concrete Brick*. Prosiding Konferensi Teknik Sipil Asean Ke-4 Yogyakarta

Kartika, Ela Siska et al. 2009. *Modifikasi Limbah Fly Ash sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik Di Surakarta*. Proposal Lolos PKMP Dikti.

- Krisanti, N., Tansajaya, A. 2008. *Studi Pembuatan Cellular Lightweight Concrete (CLC) Dengan Menggunakan Beberapa Foaming Agent*. Tugas Akhir No. 11011592/SIP/2008. Unpublished Undergraduate Thesis. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Leslie, dkk. 2012. "Pengaruh Penggunaan Bahan Tambahan (Accelerator Admixture), Kapur Dan Pengaruh Curing Pada Pembuatan Bata Beton Ringan Sebagai Alternatif Pengganti Bata Merah". Perpustakaan Kampus USU Medan: Medan.
- Marthinus, Adrian Philip et al. 2015. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Universitas Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.11 (729-736) ISSN: 2337-6732.
- Mulyono, Tri. 2004. "Teknologi Beton". Yogyakarta: Andi
- Murtono, Amir. 2015. *Pemanfaatan Foam Agent dan Material Lokal dalam Pembuatan Bata Ringan*. Skripsi diterbitkan. Surakarta: PPs Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Neniaty, Desty Wulan. 2016. *Preparasi Dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Bekicot (Achatina Fulica) Dari Desa Gunung Madu Sebagai Bahan Dasar Biokeramik*. Skripsi. FMIPA. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. "Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi". Yogyakarta: Andi.
- PP No. 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- Poerwati, S. 2011. *Pemanfaatan Cangkang Bekicot dalam Pengelolaan Limbah Cair Hasil Pewarnaan Industri Tekstil*. Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes. Vol 2. No.2 Hal. 1-6.
- PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. *Brosur produk semen gresik*.
- Qoniah, I., Prasetyoko, D. 2010. *Penggunaan Cangkang Bekicot Sebagai Katalis Untuk Reaksi Transesterifikasi Refined Palm Oil*. Prosiding Skripsi Semester Genap 2010/2011. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Raheem, A.A., Soyingbe, A.A., Emenike, A.J. 2013. "Effect Of Curing Methods On Density And Compressive Strength Of Concrete". International Journal of Applied Science and Technology. Vol.3 No.4: 55-64
- Rahman, Fauzi. 2006. *Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Mortar*. Info Teknik. Vol 7 No.2 hal 55-56.
- Risdanareni, Sulton And Nastiti. 2016. *Lighweight Foamed Concrete For Prefabricated House*. AIP Conference Proceeding. Vol. 1778: hal. 030029-2-030029-5.
- Saputra, L., Noor R., Hapsari T.P., dan Sunardi. 2012. *Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Cangkang Bekicot (Achatina Fullica) Sebagai Katalis Heterogen*. Jurnal Prestasi. Vol 1. No 2. Hal 118-125.
- Supatmi. 2011. *Analisis Kualitas Genteng Beton dengan Bahan Tambah Serat Ijuk dan Pengurangan Pasir*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sugiyono. (2014) *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Tjokrodinuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. KMTS FT UGM. Yogyakarta
- Zuraidah, Safrin, 2006. *Penggunaan Batu Kapur Puger Sebagai Alternatif Agregat Kasar Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Beton*. Universitas DR. Soetomo. Vol.3 No.1