

PENGARUH PENAMBAHAN *BOTTOM ASH* DAN SERBUK CANGKANG BEKICOT (*Achatina Fulica*) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PADA BATA RINGAN

Amatullah Amirul Aziz Rusdi¹⁾, M. Firmansyah S., S.T., M.T., M.Sc.²⁾

¹⁾ Mahasiswa S1 Teknik Sipil, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

amatullahr@mhs.unesa.ac.id, mochammadfirmansyah@unesa.ac.id

Abstrak

Cellular Lightweight Concrete (CLC) adalah beton ringan seluler (berpori) yang mengalami proses *curing* secara alamiah. Dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil, dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan (E, Hunggurami, 2014). Di dalam SNI 03-2847-2002 tertulis beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³. Pada penelitian ini, bahan-bahan untuk pembuatan bata beton ringan seluler yang digunakan adalah pasir, semen, air dan *foam agent*. Pada pembuatan bata beton ringan seluler ini menggunakan *bottom ash* dan serbuk cangkang bekicot dengan perbandingan campuran 1:0,6 untuk bahan pengganti semen. *Mix design* yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penelitian Hazim (2016) adalah semen:pasir 1:2 dengan FAS 0,5. Kadar penggunaan campuran *bottom ash* dan serbuk cangkang bekicot adalah sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Pengujian yang dilakukan adalah uji berat volume, uji kuat tekan dan uji penyerapan air. Hasil kuat tekan optimum dihasilkan pada benda uji dengan kadar substitusi 20% dari jumlah semen, yaitu 3,7 MPa, dengan berat volume sebesar 1,02 g/cm³ dan 26,2% penyerapan air. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 bata beton ringan seluler tersebut termasuk kedalam kelas mutu III.

Kata Kunci: Bata Beton Ringan Seluler Bata Ringan, Berat Volume, Bottom Ash, CLC, Kuat Tekan, Penyerapan, Serbuk Cangkang Bekicot.

Abstract

Cellular Lightweight Concrete (CLC) is lightweight concrete cellular (porous) which undergoes a natural curing process. In the process of making CLC is using very stable organic foam, and there is no chemical reaction when mixing the dough (E, Hunggurami, 2014). In SNI 03-2847-2002 written that light weight concrete containing light aggregates and has a unit weight of not more than 1900 kg/m³. The used materials for making cellular lightweight concrete in this study were sand, cement, water and foam agent. In making this cellular light weight concrete used bottom ash and snail shell powder with comparison of mixture of 1: 0.6 as replacement material for cement. The mix design used in this study is based on Hazim (2016) research with ratio cement:sand 1:2 and water ratio 0.5. The percentage of bottom ash and snail shell powder mixture are 5%, 10%, 15% and 20% for replacement material of cement. Tests carried out were volume weight test, test compressive strength and density. The optimum compressive strength results were produced from the test object substitution rate of 20% from the amount of cement, which was 3.7 MPa, volume weight of 1.02 g/cm³ and 26.2% density. Based on SNI 03-0349-1989 the lightweight concrete cellular included in the 3rd quality class.

Keywords: Absorption, Bottom Ash, Lightweight Brick, Cellular Lightweight Concrete Brick, CLC, Compressive Strength, Snail Shell Powder, Volume Weight.

Universitas Negeri Surabaya

A. PENDAHULUAN

Pada masa ini, pembangunan sangat diperlukan untuk menunjang perkembangan perekonomian di Indonesia. Pembangunan jalan dilakukan untuk menunjang distribusi barang dan pembangunan gedung dilakukan untuk wadah atau sarana dari berbagai kegiatan perekonomian. Pembangunan jalan dan gedung yang semakin banyak tentu disertai dengan penggunaan beton yang semakin banyak karena beton adalah salah satu elemen dari pembangunan struktur maupun non struktur yang banyak digunakan.

Beton digunakan dalam pembangunan gedung bertingkat, terutama pada masa sekarang dimana lahan pembangunan sangat terbatas sehingga banyak masyarakat memfungsikan lahan mereka dengan pembangunan secara vertikal. Beton dapat digunakan untuk pekerjaan struktural dan non-struktural. Beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu, dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, tahan terhadap temperatur tinggi, biaya pemeliharaan yang kecil dan kuat dalam menahan beban yang berat (Mulyono, Tri, 2005), karena itulah dalam pembangunan gedung bertingkat banyak menggunakan beton. Di dalam SNI-03-2847-2013 tertulis

beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidraulis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Seiring perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, terdapat berbagai macam penelitian tentang beton. Salah satunya adalah beton ringan yang ditujukan untuk mengurangi beban mati suatu struktur karena beban sendiri beton biasa relatif berat, yaitu 2400 kg/m³. Di dalam SNI 03-2847-2002 tertulis beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³. Kardiyanto Tjokrodinuljo (2007) mengatakan beton disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m³. Beton ringan terbagi menjadi dua jenis yaitu beton ringan seluler atau *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC).

CLC adalah beton ringan seluler (berpori) yang mengalami proses *curing* secara alamiah. Dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil, dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan (E, Hunggurami, 2014).

Penelitian tentang bahan tambah untuk membuat kualitas beton menjadi lebih baik banyak dilakukan. Apalagi dengan adanya isu pemanasan global pada masa ini yang membuat semakin meningkatnya minat konsumen terhadap beton yang ramah lingkungan atau menggunakan alternatif bahan tambah, yang tidak dapat merusak lingkungan juga keberadaan bahan tambah tersebut dapat diperbarui. Limbah menjadi salah satu bahan yang banyak digunakan sebagai bahan penelitian untuk dijadikan bahan tambah, karena limbah sendiri adalah sisa hasil dari suatu produksi yang tidak lagi dapat digunakan atau nilai fungsinya sedikit untuk dimanfaatkan. Beton dapat dikatakan baik adalah beton yang dapat mencapai nilai kekuatan yang direncanakan saat umur beton mencapai 28 hari. Beton harus mempunyai *workability* yang tinggi, memiliki sifat kohesi yang tinggi saat dalam kondisi plastis (belum mengeras), sehingga beton yang dihasilkan cukup kuat dan tahan lama (Ferdiana, Maria Dwi, 2014).

Bekicot atau *Achatina fulica* adalah salah satu hewan filum moluska dalam kelompok gastropoda. Bekicot berasal dari Afrika Timur yang menyebar ke hampir semua penjuru dunia. Hewan ini menjadi hama di perkebunan dan di beberapa tempat bahkan dikonsumsi, termasuk di Indonesia. Bekicot mempunyai cangkang di tubuhnya yang berfungsi sebagai alat pertahanan. Cangkang bekicot tumbuh seiring bertumbuhnya badan bekicot. Cangkang bekicot mengandung 98% kalsium karbonat (CaCO₃) (Cobbinah, 2008 dalam Neniati, Desty Wulan 2016).

Di Indonesia bekicot menjadi hama bagi perkebunan dan pertanian. Bekicot dapat dikonsumsi manusia, mulai dari bekicot kalengan hingga keripik bekicot. Tentunya proses

produksi pangan berbahan dasar bekicot ini menghasilkan limbah dari bekicot yang tidak dapat dikonsumsi manusia, yaitu cangkangnya.

Salah satu pengumpul limbah cangkang bekicot terdapat di desa Purwotengah kecamatan Papar kabupaten Kediri provinsi Jawa Timur. Pengumpul mendapatkan limbah cangkang bekicot dari berbagai pabrik untuk digiling dan sebagai salah satu bahan pakan ternak, karena cangkang bekicot mengandung kalsium.

Cangkang bekicot mengandung 98% kalsium karbonat, karena itu maka diharapkan penggunaan cangkang bekicot dapat berfungsi sebagai bahan tambah pada beton. Senyawa yang menempati 60-65% dari proporsi semen portland adalah kalsium karbonat (Tjokrodinuljo, K., 2007).

Bottom ash adalah abu yang dihasilkan pada proses pembakaran batubara sebagai sumber energi pada unit pembangkit uap (*boiler*) pada PLTU. *Bottom ash* berbentuk partikel halus dan bersifat *pozzolan* (Ristinah, 2012). *Bottom ash* menjadi salah satu limbah yang dapat digunakan untuk bahan pembuat beton karena sifatnya yang *pozzolan*.

Semen adalah salah satu dari bahan penting pembentuk beton sebagai perekat yang merekatkan agregat halus dan agregat kasar saat bereaksi dengan air dan mengisi ruang-ruang diantara agregat agar menjadi padat, maka semen berpengaruh pada kekuatan dan kualitas beton. Dalam pembuatan semen terdapat proses basah dan proses kering, dimana dalam kedua proses tersebut membutuhkan proses pembakaran yang membutuhkan bahan bakar dan air yang merupakan sumber daya alam yang tak dapat diperbarui dan harga bahan bakar relatif mahal, alasan tersebut membuat peneliti tertarik untuk mengambil judul Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) dan *Bottom Ash* Sebagai Pengganti Semen pada Beton Ringan yang diharapkan akan dapat menemukan alternatif dari bahan semen yang nantinya dapat mengurangi penggunaan semen, dan lebih ekonomis.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk cangkang bekicot (*Achatina fulica*) dan *bottom ash* sebagai bahan substitusi semen terhadap kuat tekan, penyerapan, dan berat volume pada beton ringan.

Uraian batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya adalah 1) bahan penelitian yang digunakan adalah limbah cangkang bekicot (*Achatina fulica*) yang didapat dari desa Purwotengah kecamatan Papar kabupaten Kediri provinsi Jawa Timur, 2) *bottom ash* yang digunakan didapat dari PLTU Paiton, kota Probolinggo, 3) *mix design* didapat dari penelitian terdahulu milik Hazim (2016), yaitu semen dibanding pasir 1:2 dan FAS 0,5, 4) semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk Semen

Gresik, 5) pasir dalam penelitian ini menggunakan pasir silika ex-Tuban, 6) *Foam Agent* yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk Banon, 7) Perlakuan pada variasi bahan pengganti untuk semen, 8) penelitian hanya meliputi pengaruh perlakuan terhadap kuat tekan, penyerapan dan berat volume pada beton ringan non-struktur.

B. LANDASAN TEORI

1. Beton

Beton merupakan salah satu bahan utama yang di gunakan dalam suatu konstruksi. Beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidraulis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) (SNI-03-2847-2013). Beton memiliki beberapa jenis, karakteristik dan sifat-sifat antara lain *workability*, kekuatan dan *durability* atau daya tahan. Beton juga memiliki beberapa tahapan kondisi yaitu tahap plastis, tahap *setting* dan tahap *hardening* atau pengerasan.

Terdapat berbagai macam jenis beton. Berikut jenis-jenis beton berdasarkan berat volumenya dan sifat yang dimilikinya, antara lain (Ferdiana, Maria Dwi, 2014) : 1) beton berat mempunyai berat volume lebih besar dari 2,8 ton/m³, digunakan untuk pelindung terhadap sinar gamma, 2) beton normal/biasa digunakan untuk konstruksi tempat tinggal biasa dengan berat volume 1,8-2,8 ton/m³, 3) beton ringan dengan berat volumenya antara 0,6-1,8 ton/m³, digunakan untuk bangunan pemikul beban ringan.

2. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³ (SNI 03-2847-2002). Kardiyono Tjokrodinuljo (2007) menulis bahwa beton disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m³. Maria Dwi Ferdiana (2014) berpendapat bahwa beton ringan memiliki berat volumenya antara 0,6-1,8 ton/m³.

Ada banyak pengaplikasian atau penggunaan beton ringan dalam konstruksi salah satunya adalah bata ringan. Bata ringan terdiri dari dua jenis yaitu bata ringan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Beton ringan AAC ini membutuhkan teknologi yang sangat canggih dan biaya investasi pabrik yang mahal (Hazim, 2016). Beton ringan seluler (CLC) adalah beton berpori yang mengalami proses *curing* secara alamiah. Komposisi CLC antara lain : pasir, semen, air dan *foaming agent* (penghasil busa). Dalam prosesnya, CLC menggunakan busa organik yang dihasilkan dari bahan tambahan *foam agent*. Busa ini berfungsi sebagai media pembungkus udara, sehingga menghasilkan pori dan membuat beton lebih ringan. (E, Hunggurami, 2014).

3. Kekuatan dan *Durability*

Beton yang baik terbuat dari material yang kuat dan tahan lama secara alami. Maksudnya, jika material pembentuk beton sudah kuat dan tahan, bisa dijamin beton yang dihasilkan juga lebih kuat. Ciri-ciri beton yang kuat dan memiliki daya tahan tinggi adalah padat, kedap air, tahan terhadap perubahan suhu, dan tahan terhadap kerusakan dan pelapukan.

Kekuatan dan daya tahan saling berhubungan. Semakin tinggi kekuatan (mutu) beton, semakin tinggi pula daya tahannya. Beton yang baik sangat penting untuk melindungi besi tulangan yang ada di dalam inti beton. Kekuatan beton biasanya diukur dengan uji kekuatan beton.

Beton, kekuatan tekan yang disyaratkan (*Concrete, specified compressive strength of*) (*f*'c) adalah kekuatan tekan beton yang digunakan dalam desain dan di evaluasi sesuai dengan ketentuan pasal %, dinyatakan dalam megapascal (MPa). Bilamana *f*'c dalam akar kuadrat, hanya nilai numeriknya yang dipakai, dan hasil akhirnya mempunyai satuan megapascal (MPa) (SNI-03-2847-2013).

Untuk beton ringan, karakteristik adalah memiliki berat volume ringan, yaitu antara 600-1900 kg/m³.

$$F_c = P/A \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

f'c : Kuat tekan, MPa. P : Beban tekan maksimum yang dapat ditahan, Newton. A : Luas penampang.

4. Bekicot

Bekicot atau *Achatina fulica* adalah salah satu hewan filum moluska dalam kelompok gastropoda. Bekicot berasal dari Afrika Timur yang menyebar ke hampir semua penjuru dunia. Hewan ini menjadi hama di perkebunan dan di beberapa tempat bahkan dikonsumsi, termasuk di Indonesia. Bekicot mempunyai cangkang di tubuhnya yang berfungsi sebagai alat pertahanan. Cangkang bekicot tumbuh seiring bertumbuhnya badan bekicot. Cangkang bekicot mengandung 98% kalsium karbonat (CaCO₃) (Cobbinah, 2008).

Kingdom : Animalia

Filum : Moluska

Kelas : Gastropoda

Ordo : Pulmonata

Famili : Achatinidae

Genus : Achatina

Species : Achatina fulica

(Campbell dkk, 2000. Dalam Penelitian Preparasi Dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*) Dari Desa Gunung Madu Sebagai Bahan Dasar Biokeramik).

5. Bottom Ash

Bottom ash adalah abu yang dihasilkan pada proses pembakaran batubara sebagai sumber energi pada unit pembangkit uap (*boiler*) pada PLTU. *Bottom ash* berbentuk partikel halus dan bersifat *pozzolan* (Ristinah, dkk, 2012). *Bottom ash* menjadi salah satu limbah yang dapat digunakan untuk bahan pembuat beton karena sifatnya yang *pozzolan*. Berikut adalah tabel sifat fisik *bottom ash* dan perbandingan kandungannya dengan semen dalam jurnal penelitian Jurnal Rekayasa Sipil “Pengaruh Penggunaan Bottom Ash sebagai Pengganti Semen pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako” oleh Ristinah, 2012 :

Tabel 1 Sifat Fisik Bottom Ash

Sifat fisik Bottom ash	Wet	Dry
Bentuk	Angular / bersiku	Berbutir kecil / granular
Warna	Hitam	Abu-abu gelap
Tampilan	Keras, mengkilap	Seperti pasir halus, sangat berpori
Ukuran (%lolos ayakan)	No.4 (90 – 100%)	1,5 s/d ¾ in (100%)
	No.10 (40 – 60%)	No.4 (50 – 90%)
	No.40 (10%)	No.10 (10 – 60%)
	No.200 (5%)	No.40 (0 – 10%)
Specific gravity	2,3 – 2,9	2,1 – 2,7
Dry Unit Weight	960 – 1440 kg/m ³	720 – 1600 kg/m ³

(sumber : Jurnal Rekayasa Sipil “Pengaruh Penggunaan Bottom Ash sebagai Pengganti Semen pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako”)

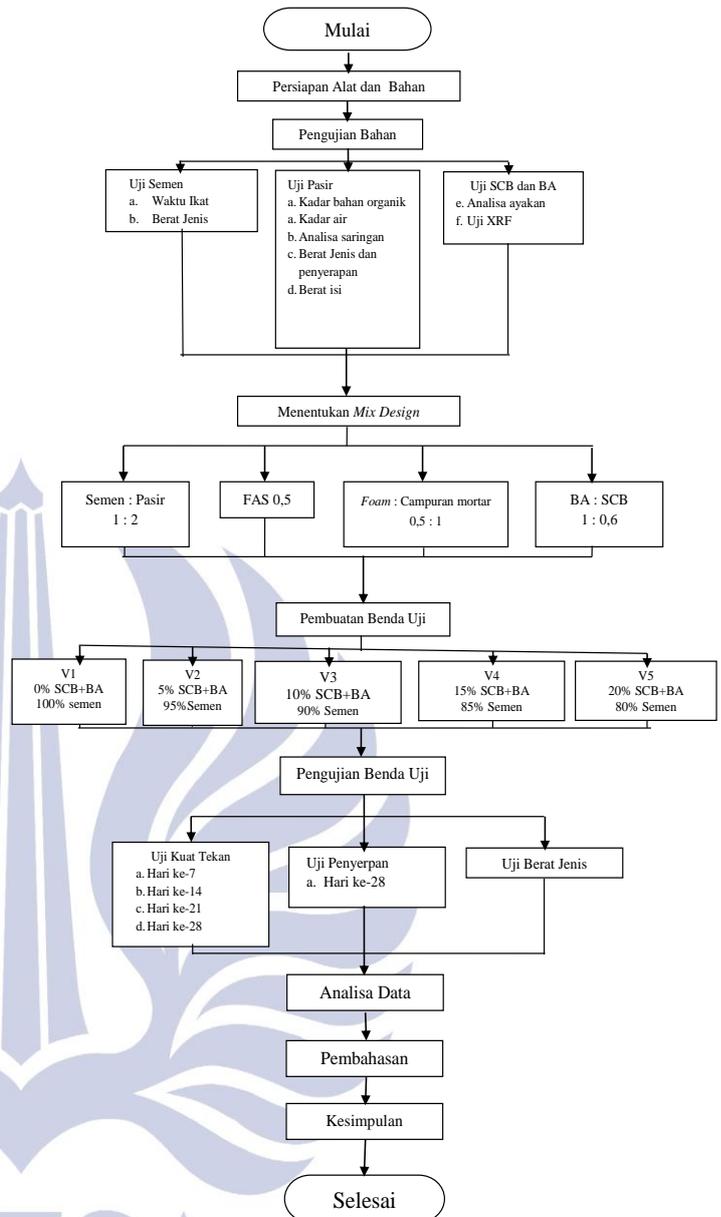
Tabel 2 Perbandingan Kandungan Semen dan Bottom Ash

Parameter	Bottom Ash	Fly Ash	Semen
Si	29.40±0.03	52.00	23.13
Al	0.2576±0.0001	31.86	8.76
Fe	0.0590.33±0.0000.89	4.89	4.62
Mg	1.17±0.00	4.66	0.9
Ca	14.55±6.13	2.68	58.66

(sumber : Jurnal Rekayasa Sipil “Pengaruh Penggunaan Bottom Ash sebagai Pengganti Semen pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako”)

METODE

Untuk tahapan penelitian, secara garis besar dapat digambarkan dalam diagram berikut :



Gambar 1 Flowchart Penelitian

1. Variabel Penelitian

Variabel ialah sesuatu yang berbeda atau bervariasi (Jonatan Sarwono, 2006). Ada berbagai macam variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

a. Variabel Bebas.

Dalam penelitian ini, variabel bebasnya adalah kadar serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash* pada substitusi semen yaitu dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pengujian berat volume dan kuat tekan pada hari ke-7, 14, 21 dan 28, dan penyerapan pada hari ke-28.

c. Variabel Kontrol

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan sebagai variabel kontrol adalah semen, pasir, air, *foaming agent*

dengan *mix design* rencana dan alat-alat yang digunakan.

Benda uji yang dibuat berbentuk kubus dengan sisi masing-masing 5cm dengan variasi penelitian pada tiap pengujian ditabelkan pada tabel berikut :

Tabel 3 Rencana Penelitian

Pengujian	Umur Beton	Kadar Substitusi				
		0%	5%	10%	15%	20%
Kuat Tekan	7 hari	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
	14 hari	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
	21 hari	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
	28 hari	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
Penyerapan	28 hari	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji

2. Pengujian Material Beton Ringan

- Agregat halus (pasir silika ex-Tuban) meliputi : uji berat volume, uji kadar lumpur dan uji gradasi.
- Pengujian *X-ray Fluorescence (XRF)* terhadap serbuk cangkang bekicot (SCB) dan *bottom ash (BA)*.

3. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Mix Design berpedoman dari jurnal penelitian terdahulu milik Hazim (2016), yaitu semen : pasir 1 : 2 dengan FAS 0,5 dan *foam* : campuran mortar adalah 0,5 : 1, Perbandingan BA dan SCB adalah 1 : 0,6 berdasarkan perhitungan perbandingan kandungan Si dan Ca dalam tiap bahan yang paling mendekati kandungan Si dan Ca dalam semen. Berat volume rencananya adalah 1200 kg/m³.

Tabel 4 Jumlah Kebutuhan Bahan Penelitian

No	Varian	Jumlah	Semen	SCB+BA	Pasir	Air	Foam
1	V1 (kontrol)	15	642,86 gr	0,00 gr	1285,71 gr	321,43 gr	1875 cm ³
2	V2	15	610,71 gr	32,14 gr	1285,71 gr	321,43 gr	1875 cm ³
3	V3	15	578,57 gr	64,29 gr	1285,71 gr	321,43 gr	1875 cm ³
4	V4	15	546,43 gr	96,43 gr	1285,71 gr	321,43 gr	1875 cm ³
5	V5	15	514,29 gr	128,57 gr	1285,71 gr	321,43 gr	1875 cm ³
	TOTAL		2892,86 gr	321,43 gr	6428,6 gr	1607,14 gr	9375 cm ³

3. Pengujian Benda Uji

- Uji berat volume dilakukan pada umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari menggunakan timbangan *digital* dan jangka sorong.
- Uji kuat tekan dilakukan pada umur beton 7, 14, 21 dan 28 hari menggunakan *hydraulic universal testing machine* di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Uji penyerapan dilakukan pada umur beton hari 28 hari dengan merendam benda uji selama 24 jam dan dikeringkan menggunakan *oven* bersuhu 110° selama 24 jam sesuai dengan SNI 03-0349-1989 tentang uji penyerapan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Material Beton Ringan

a. Pengujian Agregat Halus

Penelitian ini menggunakan pasir silika ex-Tuban. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan :

Tabel 5 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Berat Volume	2170 kg/m ³
2	Kadar Lumpur	6,16%

Tabel 6 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

Ayakan	Tertinggal		Kumulatif	
	No	gram	%	Tertinggal
4	0	0	0	100
8	0	0	0	100
16	0	0	0	100
30	9	1,8	1,8	98,2
50	258	51,6	53,4	46,6
100	148	29,6	83	17
Pan	85	17	100	0
Jumlah	500	100	-	-

b. Pengujian *X-ray Fluorescence (XRF)*

Pengujian *XRF* SCB dan BA dilakukan di Laboratorium Universitas Malang. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan :

Tabel 7 Hasil Pengujian *X-ray Fluorescence* Serbuk Cangkang Bekicot

Kandungan	Hasil Uji
Al	0,9
Si	28,6
K	2,97
Ca	10,7
Ti	1,91
V	0,10
Cr	0,14
Mn	0,30
Fe	44,0
Ni	0,07
Cu	0,15
Rb	0,36
Sr	0,97
Ba	0,2
Eu	0,3
Yb	0,2

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa serbuk cangkang bekicot memiliki kandungan Ca yang mendominasi yaitu sebanyak 97,46% yang juga mendominasi kandungan dalam semen.

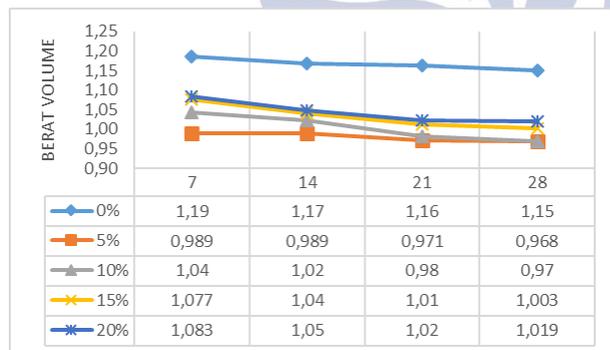
Tabel 7 Hasil Pengujian X-ray Fluorescence Bottom Ash

Kandungan	Hasil Uji
Ca	97.46 +/- 0.03 %
Ti	0.05 +/- 0.006 %
Mn	0.052 +/- 0.0007 %
Fe	0.698 +/- 0.008 %
Ni	0.59 +/- 0.002%
Sr	0.69 +/- 0.02 %

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa *bottom ash* memiliki kandungan Si sebanyak 28,6% dan Si juga terkandung di dalam semen.

2. Hasil Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume dilakukan untuk menentukan apakah beton yang dibuat telah sesuai rencana dan standar yang telah dilakukan. Pengujian berat volume dilakukan dengan membagi berat terhadap volume beton. Hasil berat volume yang didapat pada hari ke 7, 14, 21, 28 adalah sebagai berikut :

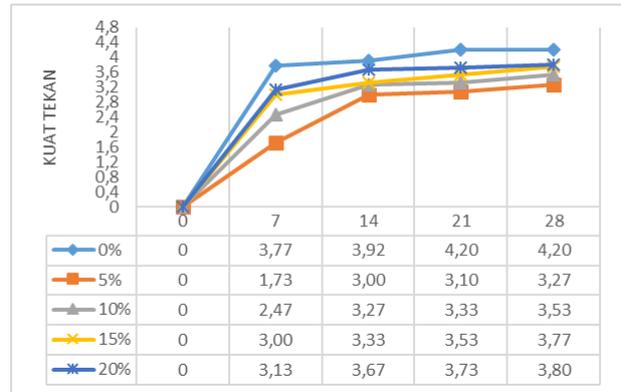


Gambar 2 Grafik Hubungan Berat Volume dan Umur

Berat volume yang dihasilkan dari beda uji dengan substitusi serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash* lebih rendah daripada benda uji tanpa serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash*, hal ini dikarenakan penambahan bahan serbuk cangkang bekicot yang berbahan dasar kapur (Ca) dapat mengurangi berat volume seperti yang sudah dinyatakan pada penelitian sebelumnya pada Hazim (2016) dan Leslie (2015).

3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada hari 7, 14, 21 dan 28 pada benda uji kubus berukuran 5cm x 5cm x 5cm menggunakan *Universal Testing Machine*. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 terhadap variasi benda uji :



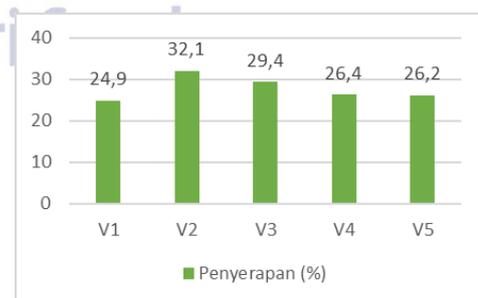
Gambar 3 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Umur

Kuat tekan benda uji tanpa serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash* pada hari ke-21 telah mencapai optimum karena dapat dilihat pada hari ke-28 dimana nilai kuat tekannya tidak jauh beda dengan hari ke-21, hal ini dikarenakan proses pengikatan reaksi campuran lebih cepat daripada presentase lainnya hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya milik Hazim (2016).

Kuat tekan yang dihasilkan oleh benda uji dengan substitusi serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash* lebih rendah daripada benda uji tanpa serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash*, hal ini karena semakin banyak jumlah semen yang disubstitusikan semakin turun nilai kuat tekannya hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu Made dan Wayan (2009) dan Ristinah (2012) serta sesuai dengan perkataan Paul Nugraha (2004).

3. Hasil Pengujian Penyerapan

Uji penyerapan dilakukan dengan membandingkan berat basah dan berat kering benda uji untuk diketahui presentase rongga pada benda uji. Uji penyerapan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa padat beton yang berpengaruh pada distribusi penyebaran gaya pada beton. Hasil uji penyerapan benda uji terhadap variasi adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik Hubungan Penyerapan dan Variasi

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa penambahan serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash* sebagai pengganti sebagian semen dapat menambah penyerapan, hal ini dikarenakan penambahan bahan serbuk cangkang

bekicot yang berbahan dasar kapur (Ca) dapat menambah penyerapan air seperti yang sudah dinyatakan pada penelitian sebelumnya pada Hazim (2016)

E. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penggunaan serbuk cangkang bekicot dan *bottom ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen pada pembuatan bata beton ringan disimpulkan sebagai berikut :

1. Berat volume optimum yang dihasilkan adalah pada variasi 20 % sebesar 1,02 g/cm³ dan minimum pada variasi 5% yaitu sebesar 0,97 g/cm³. Berat volume yang dihasilkan tidak melebihi berat volume rencana.
2. Kuat tekan optimum yang dihasilkan adalah pada variasi 20 % sebesar 3,7 MPa dan minimum pada variasi 5% yaitu sebesar 3,2 MPa. Menurut SNI 03-0348-1989 termasuk dalam kedalam kelas mutu III.
3. Penyerapan terbesar yang dihasilkan adalah pada variasi 5 % sebesar 32,1% dan minimum pada variasi 20% yaitu sebesar 26,4%. Penyerapan yang dihasilkan tidak lebih dari syarat SNI 03-0348-1989 yaitu 35% penyerapan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferdiana, Dwi Maria. (2014) “Pengenalan Dasar Konstruksi Beton Siku dan Pracetak”. Taka, Yogyakarta.
- Hazim, Muhammad Fadhlurrahman. (2016) “ Studi Penggunaan *Catalyst, Monomer* dan Kapur Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Seluler”. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Hunggurami, Elia. (2014) “Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan *Cellular Lightweight Concrete* dengan Tanah Putih Sebagai Agregat”. Udana.
- Mulyono, Tri. (2004) “Teknologi Beton”. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Neniati, Desty Wulan. (2016) ”Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial. Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) dari Desa Gunung Madu Sebagai Bahan Dasar Biokeramik”. Penerbit Universitas Lampung.
- Nugraha, Paul dan Antoni. (2004) “Teknologi Beton”. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ristinah. (2012) “Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* Sebagai Pengganti Semen pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako”. Universitas Brawijaya, Malang.
- Sarwono, Jonathan. (2006) “Metodo Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif”. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- SNI 03-0349-1989. (1989) “Bata Beton Untuk Pasangan Dinding”. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- SNI 03-2847-2013. (2013) “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung”. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-3976-1995. (1995) “Tata Cara Pengadukan Pengecoran Beton”. Pustran-Batlibang PU.
- SNI 1970:2008. (2008) “Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus”. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 3402:2008. (2008) “Cara Uji Berat Isi Beton Ringan Struktural”. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Sulistyowati, Nurul Aini. (2013) “Bata Beton Berlubang dari Abu Batubara (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*) yang Ramah Lingkungan. Puslitbang Pemukiman Balitbang PU, Bandung.
- Tamrin, A.G. (2008) “Teknik Konstruksi Bangunan Gedung Jilid 1”. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Tamrin, A.G. (2008) “Teknik Konstruksi Bangunan Gedung Jilid 2”. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Tjokrodimulyo, K. (2007) “Teknologi Beton”. Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.