

PENGARUH PENGGUNAAN KAPUR SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP BERAT VOLUME, KUAT TEKAN DAN PENYERAPAN AIR PADA BATA BETON RINGAN SELULER BERBAHAN DASAR *BOTTOM ASH*

Devy Kartika Ningrum

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

Mochamad Firmansyah S.

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

Abstrak

Bata beton ringan seluler (CLC) merupakan bata beton konvensional yang proses pembuatannya dengan memasukkan udara menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran, busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara (Goritman. DKK, 2011:2). Bata ringan menurut Ngabdurrochman (2009), adalah bata berpori yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada bata pada umumnya dengan berat jenis antara 600-1600 kg/m³.

Pada penelitian ini, material yang dibutuhkan dalam pembuatan bata beton ringan CLC adalah pasir, air semen dan *foam agent*. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian berat volume, kuat tekan dan penyerapan air. Dalam pembuatan bata beton ringan CLC berbahan dasar *bottom ash* bahan pengganti sebagian semen yang digunakan adalah kapur. Kadar penggunaan kapur adalah sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% dari berat semen. Sedangkan kadar *bottom ash* yang digunakan berdasarkan penelitian yang dilakukan Ristinah (2012) adalah sebesar 5% dari berat semen.

Hasil penelitian menunjukkan kadar optimum penggunaan kapur sebesar 9% dengan hasil kuat tekan rata-rata sebesar 3.53 MPa, dengan berat volume sebesar 1.080 gr/cm³, dan penyerapan air sebesar 24%. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 bata beton ringan CLC tersebut termasuk kedalam kelas mutu III.

Kata Kunci: Bata Beton Ringan CLC, Kapur, *Bottom Ash*, Kuat Tekan, Penyerapan Air, Berat Volume.

Abstract

Cellular lightweight concrete brick (CLC) is a conventional concrete brick which its manufacturing process by incorporating air using organic foam that is very stable and there is no chemical reaction in mixing, foam serves as a medium to wrap air (Goritman. DKK, 2011: 2). Lightweight brick according to Ngabdurrochman (2009), is a porous brick which has a lighter density than conventional brick with a density between 600-1600 kg/m³.

In this study, the material needed in making CLC lightweight concrete bricks are sand, cement water, and foam agent. Tests carried out include testing the density, compressive strength, and water absorption. In making CLC lightweight concrete bricks, with bottom ash used lime as a partial replacement material of cement. The variation of lime used are 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, and 15% of the cement weight. And the composition content of bottom ash in mix design used 5% from the weight of cement based on the previous research of Ristinah (2012).

The results shows that the optimum level of lime used is 9% with an average compressive strength of 3.53 MPa, with a density of 1,080 gram / cm³, and water absorption of 24%. Based on SNI 03-0349-1989, CLC lightweight concrete brick is included in the quality class III.

Key Words: CLC Light Brick, Lime, Bottom ash, compressive strength, water absorption, density

PENDAHULUAN

Dinding merupakan salah satu bagian penting dalam sebuah bangunan. Dinding adalah suatu komponen bangunan yang berbentuk vertikal yang berguna melingkungi, membagi, atau membatasi ruang dengan ruang lain. Dinding juga merupakan salah satu penyumbang cukup besar terhadap berat bangunan. Oleh karena itu, penggunaan bata ringan sebagai dinding menjadi pilihan yang tepat. Selain dapat mengurangi berat sendiri bangunan, penggunaan bata ringan dinilai

lebih kuat, memiliki presisi yang tinggi serta lebih efisien dibanding penggunaan bata konvensional dan bata beton ringan sebagai dinding.

Bata ringan menurut Ngabdurrochman (2009), adalah bata berpori yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada bata pada umumnya dengan berat jenis antara 600-1600 kg/m³. Bata ringan ada dua jenis yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Bata ringan CLC menggunakan teknologi dan alat yang lebih sederhana

daripada bata ringan AAC yaitu dengan menggunakan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan adalah *Foam Agent* yang berguna untuk mengurangi berat jenis dengan cara membuat pori dalam bata ringan (Jitchaiyapum: 2011).

Penggunaan limbah sebagai bahan alternatif pada beton ringan terus dikembangkan. Selain untuk mengurangi jumlah limbah yang terus bertambah yang menyebabkan pencemaran lingkungan, juga diharapkan penggunaan limbah mampu menurunkan biaya produksi dalam pembuatan bata beton ringan seluler (CLC).

Bottom Ash adalah limbah hasil pembakaran batu bara yang jumlahnya selalu bertambah setiap tahunnya. Selama ini penanganan limbah *bottom ash* dilakukan dengan cara menimbunnya di lahan kosong. Sehingga semakin bertambah volume limbah maka akan semakin luas pula area yang diperlukan untuk menimbunnya. Selain itu penanganan limbah dengan cara menimbun memiliki dampak yang tidak baik bagi lingkungan dan masyarakat sekitar seperti logam-logam dalam abu batu bara terekstrak dan terbawa ke perairan, abu batu bara yang tertiuap angin juga dapat mengganggu pernafasan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ristinah (2012) tentang *bottom ash* memiliki kandungan silika yang hampir sama seperti semen namun kadar kapur nya rendah. Sedangkan menurut Leslie, dkk (2015) penambahan kapur dapat menghasilkan bata beton ringan lebih ringan yaitu berkisar 0.6 – 0.7 kg dibawah bata beton ringan tanpa kapur. Sehingga diharapkan campuran antara kapur dan *bottom ash* dapat digunakan sebagai pengganti semen.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan kapur sebagai pengganti sebagian semen terhadap berat volume, kuat tekan dan penyerapan air pada bata beton ringan seluler (CLC) berbahan dasar *bottom ash*?
2. Berapakah prosentase optimum penggunaan kapur pada bata beton ringan seluler (CLC) berbahan dasar *bottom ash*?
3. Bagaimanakah pengaruh lama waktu pengeringan terhadap kuat tekan pada bata beton ringan seluler (CLC) berbahan dasar *bottom ash*?

Penelitian yang dilaksanakan memiliki tujuan:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur sebagai pengganti sebagian semen terhadap berat volume, kuat tekan dan penyerapan air pada bata beton ringan seluler (CLC) berbahan dasar *bottom ash*.
2. Untuk mengetahui prosentase optimum penggunaan kapur pada bata beton ringan seluler (CLC) berbahan dasar *bottom ash*.

3. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu pengeringan terhadap kuat tekan pada bata beton ringan seluler (CLC) berbahan dasar *bottom ash*.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada produsen beton ringan tentang manfaat dari penggunaan kapur sebagai bahan pengganti semen pada bata beton ringan seluler (CLC) *bottom ash*.
2. Sebagai upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat *bottom ash*.
3. Memberikan informasi tentang kadar optimum penggunaan kapur pada bata beton ringan seluler (CLC) *bottom ash*.

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Ukuran benda uji bata beton ringan seluler (CLC) yang digunakan berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm.
2. Campuran pengganti menggunakan *bottom ash* dan kapur.
3. *Bottom ash* yang dipakai adalah *bottom ash* dari PLTU Paiton
4. Kapur yang dipakai adalah kapur dari Toko Bangunan Ketintang.
5. Semen yang digunakan adalah Semen Gresik.
6. Kadar *bottom ash* yang digunakan sebesar 5% dari berat semen.
7. Kadar kapur yang digunakan sebesar 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% dari berat semen.
8. Perbandingan semen dan pasir 1:2.
9. Perbandingan *foam agent* dan air adalah 1:20
10. Fas yang digunakan adalah 0,5.
11. *Foam agent* yang digunakan adalah *foam agent* dari PT Banon Con Indonesia.
12. Pasir yang digunakan adalah pasir silika.
13. Pasir yang digunakan lolos ayakan 100.
14. Ukuran bahan pengganti semen (*bottom ash* dan kapur) lolos ayakan 200.
15. Uji yang dilakukan adalah berat volume, kuat tekan dan penyerapan air.
16. Pengujian kuat tekan bata beton ringan berumur 7, 14, 21 dan 28 hari.
17. Pengujian penyerapan air bata beton ringan berumur 28 hari.
18. Pembuatan benda uji dilakukan di PT Banon Con Indonesia.

METODE

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini mengenai penggunaan kapur sebagai bahan pengganti sebagian semen pada bata beton ringan berbahan dasar *bottom ash*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini

adalah metode eksperimen. Eksperimen yang dilakukan yaitu dengan membuat bata beton ringan dalam bentuk kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm dengan 5 variasi yang masing-masing berbeda kadarnya.

B. Lokasi Penelitian

Adapun yang menjadi tempat penelitian ini, yaitu:

1. Pengujian kandungan bahan *bottom ash* dilaksanakan di Balai Riset dan standardisasi Industri Surabaya dan Laboratorium Universitas Negeri Malang.
2. Pengujian kandungan kapur dilakukan di Laboratorium Universitas Negeri Malang.
3. Pengujian pasir dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
4. Pembuatan benda uji bata beton ringan seluler dilaksanakan di Pabrik Beton Ringan Banoncon Surabaya.
5. Pengujian kuat tekan bata beton ringan seluler dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
6. Pengujian daya serap air bata beton ringan seluler dan berat jenis dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi perubahan nilai pada variabel terikat dan mempunyai hubungan positif maupun negatif (Wesli, 2015). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi penambahan kapur.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi perhatian utama dalam sebuah pengamatan dimana besaran nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas atau variabel ini merupakan konsekuensi dari variabel bebas (Wesli, 2015). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil uji kuat tekan, daya serap air dan berat jenis beton ringan seluler

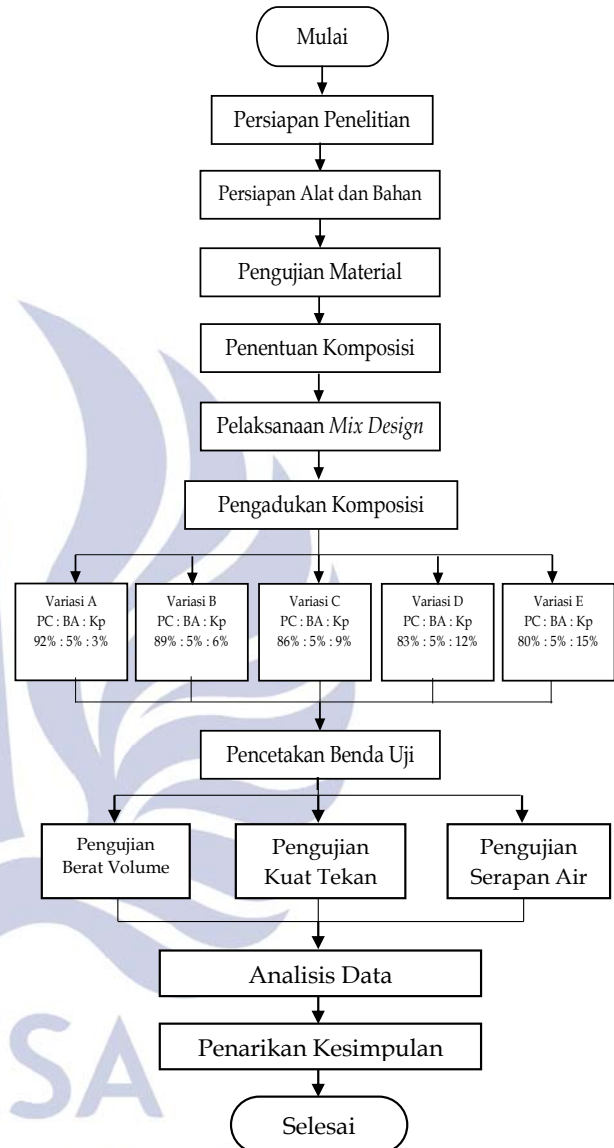
3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti (Sugiyono, 2013). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah *Foam*, semen, pasir,

air, *bottom ash*, tempat penelitian dan alat yang digunakan sama

D. Prosedur Penelitian

Berikut adalah *flowchart* penelitian:



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: timbangan digital, ayakan, mixer, gelas ukur, bekisting kubus ukuran 5x5x5 cm, bak plastik, oven, alat uji kuat tekan, *air compressor*, dan *foam generator*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah: pasir silika lolos ayakan No. 100, semen, air, *foam agent*, kapur dan *bottom ash* yang lolos ayakan No. 200.

2. Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji yang dilakukan adalah:

a. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini dilakukan untuk berat jenis benda uji yang telah dibuat. Berdasarkan SNI 2847-2002 rumus untuk mencari berat jenis adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

ρ = Massa Jenis (Kg/m³)

m = Masa (Kg)

v = Volume (m³)

Pengujian berat jenis dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Mengambil benda uji yang telah dikeringkan selama 28 hari.
- 2) Kemudian mengukur dan menghitung volume benda uji tersebut.
- 3) Menimbang berat benda uji tersebut.
- 4) Menghitung berat jenis benda uji sesuai dengan rumus diatas.

b. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan dari bata beton ringan. Pengujian ini dilakukan pada saat beton ringan berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Pada masing-masing umur ada 5 benda uji. Pengujian kuat tekan dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Meletakkan benda uji pada mesin tes tekan untuk melakukan pengujian kuat tekan dan melakukan penekanan.
- 3) Mencatat hasil pengujian sebagai data hasil kuat tekan.

c. Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air ini digunakan untuk mengetahui daya serap air pada bata beton ringan. Pengujian penyerapan air dapat dilakukan dengan cara:

- 1) Membersihkan permukaan benda uji menggunakan kain lap untuk mencapai kering permukaan.
- 2) Setelah mendapatkan kering permukaan maka benda uji tersebut ditimbang untuk mendapat berat jenuh.
- 3) Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 24 jam. Lalu ditimbang beratnya untuk mendapatkan berat kering.

3. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Menghitung berat volume, kuat tekan dan penyerapan air bata beton seluler dengan menggunakan rumus yang ada lalu dijadikan dalam bentuk tabel
- b. Menghitung ada tidaknya pengaruh dari variabel yang digunakan terhadap hubungan berat volume, kuat tekan dan penyerapan air dengan komposisi material kapur yang bervariasi dan disajikan dalam bentuk grafik.
- c. Mengetahui ada tidaknya pengaruh dari variabel yang digunakan terhadap hubungan antara perkembangan kekuatan bata beton ringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Material

1. Semen

Semen yang digunakan dalam pembuatan bata beton ringan adalah Semen Gresik tipe PPC.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kandungan Semen

Jenis Pengujian	Satuan	SNI Semen Portland	Hasil Uji
Komposisi Kimia			
Silikon Dioksida	%		23.13
Aluminium Oksida	%		8.76
Ferri Oksida	%		4.62
Kalsium Oksida	%		58.66
Magnesium Oksida	%	Max. 6.00	0.90
Sulfur Trioksida	%	Max. 3.50	2.18
Hilang Pijar	%	Max. 5.00	1.69
Kapur Bebas	%		0.69
Bagian Tidak Larut	%	Max. 3.00	0.82

Pengujian lain yang dilakukan adalah pengujian fisika, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Fisika Semen

Jenis Pengujian	Satuan	SNI Semen Portland	Hasil Uji
Pengujian Fisika			
Kehalusan:			
- Dengan Alat Blaine	m ² /kg	Min. 280	325
Waktu Pengikatan:			
- Awal	Menit	Min. 45	153
- Akhir	Menit	Max. 420	249
Kekekalan bentuk dgn muai:			
- Muai	%	Max. 0.80	0.043
Kekuatan Tekan:			
- 3 hari	kg/cm ²	Min. 125	226
- 7 hari	kg/cm ²	Min. 200	287
- 28 hari	kg/cm ²	Min. 250	396

2. Pasir

Pasir yang digunakan adalah Pasir Silika Ex Tuban yang dibeli di PT. BanonCon Indonesia

Tabel 3. Hasil Pengujian Pasir

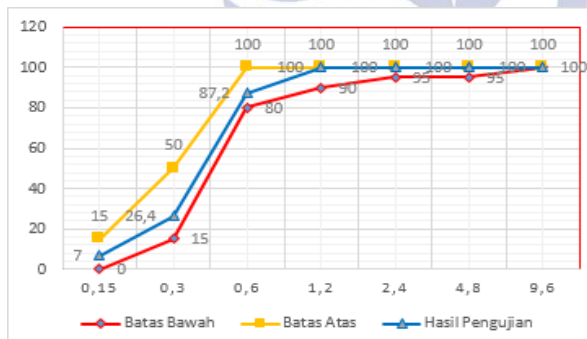
No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Berat volume	2170 kg/m ³
2.	Kadar Lumpur	6.16%

Karena kadar lumpur pasir lebih dari 5% maka sebelum digunakan pasir dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan lumpur. Pengujian gradasi pasir adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Gradasi Pasir

Lubang Ayakan	Berat Tertinggal		Berat Kumatif %	Berat Kumulatif Lolos Ayakan
	gr	%		
4.75	0	0	0	100
2.36	0	0	0	100
1.18	0	0	0	100
0.60	64	12.8	12.8	87.2
0.30	304	60.8	73.6	26.4
0.15	97	19.4	93	7
Sisa	35	7	100	0
Jumlah	500	100	279.4	420.6

Berdasarkan SNI 03-2834-2000, tabel gradasi diatas termasuk termasuk pada grafik gradasi pasir halus (Gradasi No. 4 – SNI 03-2834-2000) seperti yang terlihat pada grafik berikut ini:



Gambar 2. Gradasi Pasir

B. Hasil Pengujian Benda Uji

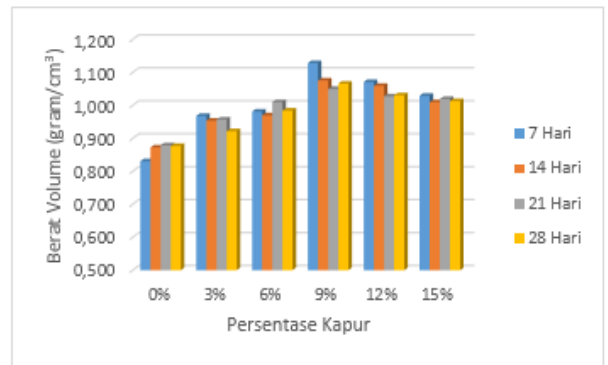
1. Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume dilakukan pada benda uji yang berumur 7, 14, 21 dan 28 hari pada masing-masing komposisi penambahan kapur yaitu sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Berikut adalah hasil pengujian berat volume:

Tabel 5. Berat Volume Rata-rata

Satuan: gram/cm³

No.	Hari Ke-	BERAT VOLUME PADA VARIASI					
		0%	3%	6%	9%	12%	15%
1	7	0.830	0.968	0.981	1.128	1.070	1.029
2	14	0.872	0.954	0.970	1.075	1.059	1.010
3	21	0.878	0.957	1.010	1.050	1.027	1.019
4	28	0.877	0.922	0.984	1.066	1.030	1.013



Gambar 3. Berat Volume Tiap Variasi Terhadap Umur

Berdasarkan Tabel 5. dan Gambar 3. dapat diketahui bahwa berat volume cenderung bertambah seiring bertambahnya umur dan juga bertambahnya persentase penambahan kapur hingga pada persentase penambahan kapur hingga pada persentase penambahan kapur 9%, dan setelah itu mengalami penurunan. Hal tersebut sesuai dengan yang disebutkan oleh Leslie (2015) bahwa semakin banyak kapur yang digunakan maka berat volume semakin berkurang.

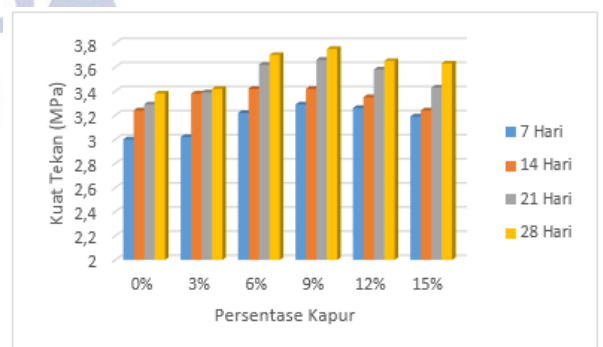
2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji yang berumur 7, 14, 21 dan 28 hari pada masing-masing komposisi penambahan kapur yaitu sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan:

Tabel 6. Kuat Tekan Rata-rata

Satuan: MPa

No.	Hari Ke-	KUAT TEKAN PADA VARIASI					
		0%	3%	6%	9%	12%	15%
1	7	3.00	3.02	3.22	3.29	3.26	3.24
2	14	3.24	3.38	3.42	3.42	3.35	3.19
3	21	3.29	3.39	3.62	3.66	3.58	3.43
4	28	3.38	3.42	3.70	3.75	3.65	3.63



Gambar 4. Kuat Tekan Tiap Variasi Terhadap Umur

Berdasarkan Tabel 6. dan Gambar 4. dapat diketahui bahwa kuat tekan mengalami kenaikan seiring bertambahnya umur benda uji. Serta juga terjadi peningkatan kuat tekan disetiap penambahan persentase kapur yang

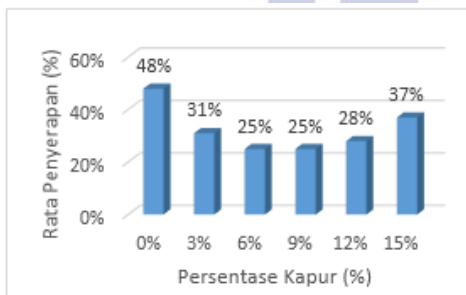
digunakan hingga pada persentase penambahan kapur sebesar 9% dan mengalami penurunan setelahnya.

3. Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan pada benda uji berumur 28 hari pada masing-masing komposisi penambahan kapur yaitu sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Berikut adalah hasil pengujian penyerapan air:

Tabel 7. Rata-rata Penyerapan Air

Variasi	Rata-rata Penyerapan
0%	48%
3%	31%
6%	25%
9%	25%
12%	28%
15%	37%



Gambar 5. Penyerapan Air Pada Tiap Variasi

Pada **Tabel 7.** dan **Gambar 5.** dapat diketahui bahwa rata-rata penyerapan air mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase kapur yang digunakan, namun setelah penambahan kapur sebesar 9% rata penyerapan air kembali mengalami kenaikan penyerapan air.

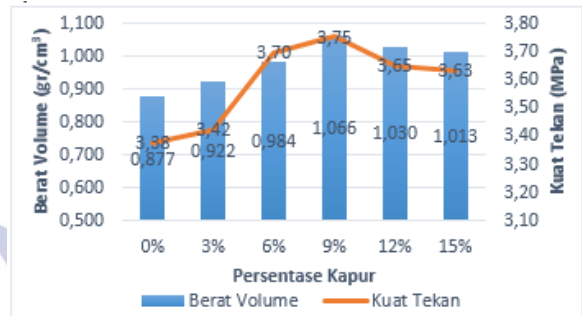
C. Analisis dan Pembahasan

1. Hubungan Berat Volume dengan Kuat Tekan

Pengujian berat volume bata ringan pada penelitian ini menghasilkan data yang beragam namun berat volume benda uji masih dibawah berat volume rencana yaitu $1,2 \text{ gr/cm}^3$, dimana berat volume tersebut masih dalam kategori bata beton ringan menurut jitchaiyaphum, dkk yaitu bata beton ringan memiliki berat volume antara $0,6-1,6 \text{ gr/cm}^3$.

Beberapa benda uji memiliki berat volume yang saling berhubungan dengan kuat tekan yaitu berat volume yang besar memiliki kuat tekan yang lebih tinggi juga. Namun ada juga beberapa yang tidak saling mempengaruhi yaitu berat volume memiliki nilai yang lebih kecil, tetapi kuat tekannya lebih besar dari yang

memiliki berat volume lebih besar. Hal tersebut diakibatkan oleh pengeringan yang belum sempurna sehingga ada beberapa berat volume lebih rendah yang memiliki kuat tekan lebih besar. Berikut adalah grafik hubungan kuat tekan dengan berat volume pada benda uji berumur 28 hari:



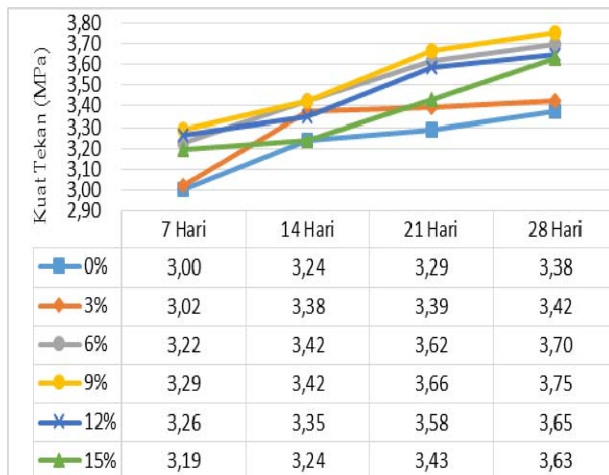
Gambar 6. Hubungan Kuat Tekan dengan Berat Volume pada Umur 28 Hari

Pada **Gambar 6.** dapat dilihat bahwa pada benda uji yang berumur 28 hari dengan persentase penambahan kapur sebesar 9% mempunyai berat volume yang lebih besar dibandingkan dengan persentase penambahan kapur sebesar 12% dan 15%. Hal tersebut diikuti oleh kuat tekan penambahan kapur 9% lebih besar daripada persentase 12% dan 15%. Pada penelitian ini juga menunjukkan adanya beberapa benda uji yang memiliki berat volume lebih rendah tapi memiliki kuat tekan melebihi benda uji yang memiliki berat volume lebih tinggi, sehingga antara berat volume dan kuat tekan tidak saling mempengaruhi. Ini terjadi pada persentase penambahan kapur sebesar 6% memiliki berat volume lebih kecil dibandingkan dengan persentase penambahan kapur sebesar 12% dan 15% tetapi kuat tekan yang dihasilkan menunjukkan bahwa penambahan kapur sebesar 6% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi atau lebih besar jika dibandingkan dengan persentase penambahan kapur sebesar 12% dan 15%.

2. Hubungan Kuat Tekan dengan Umur

Hubungan antara kuat tekan dengan waktu pengeringan saling mempengaruhi karena semakin bertambahnya umur atau lama waktu pengeringan maka semakin besar kuat tekannya.

Berikut adalah gambar hubungan kuat tekan dengan lama waktu pengeringan:



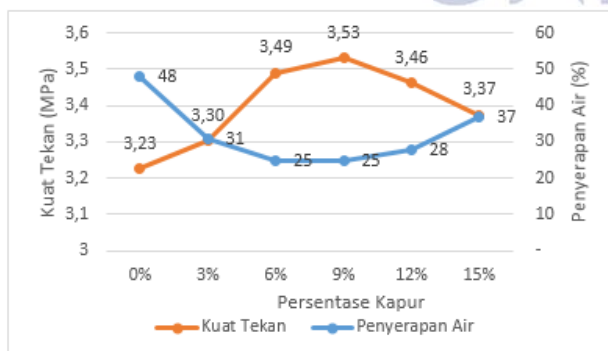
Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan dengan Umur

Pada **Gambar 7.** dapat diketahui bahwa pada masing-masing variasi menunjukkan bahwa pada kuat tekan benda uji mengalami kenaikan atau pertambahan nilai kuat tekan seiring dengan bertambahnya lama waktu pengeringan. Dalam gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi penambahan kapur sebesar 9%.

3. Persentase Optimum Penggunaan Kapur

Pada penelitian ini penggunaan bahan tambah berupa kapur bertujuan untuk menambah kualitas campuran bata beton ringan. Penggunaan kapur dalam penelitian ini terbukti dapat meningkatkan kualitas campuran beton ringan namun dalam kadar tertentu.

Berikut adalah grafik kuat tekan dan penyerapan air terhadap persentase kapur ketika benda uji berumur 28 hari:



Gambar 8. Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Terhadap Persentase Kapur Pada Umur 28 Hari

Pada **Gambar 8.** menunjukkan kadar penyerapan air terendah terdapat pada persentase kapur sebesar 6% dan 9% namun

pada persentase kapur 6% kuat tekan tidak berada pada titik puncak. Kuat tekan tertinggi terdapat pada persentase kapur sebesar 9%. Sehingga persentase kapur yang optimum dilihat dari kuat tekan dan daya serap air persentase kapur 9% termasuk pada mutu III sesuai SNI 03-0349-1989 tentang bata beton pejal dengan kuat tekan rata-rata min 35Kg/cm² atau 3.4 MPa dan penyerapan air dibawah 35%. Hal tersebut membuktikan bahwa penggunaan bahan tambah berupa kapur dapat meningkatkan kualitas, bata ringan yang dihasilkan masih dalam standart yang ada pada SNI 03-0349-1989 dan termasuk kedalam kelas mutu III.

Pada penelitian ini akhirnya dapat diketahui kondisi optimal penggunaan bahan tambah berupa kapur yaitu dengan persentase sebesar 9% dari berat semen. Pada benda uji berumur 28 hari dengan penggunaan persentase kapur sebesar 9% dapat menghasilkan berat volume sebesar 1.080 gr/cm³, kuat tekan sebesar 3.53 MPa, dan kadar serap air sebesar 25%.

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan kapur optimum terdapat pada penggunaan kapur sebesar 9% karena pada persentase 9% berat volume serta kuat tekan benda uji berada pada titik puncak dan kemudian mengalami penurunan. Penurunan berat volume pada penggunaan persentase kapur sebesar 12% dan 15% dikarenakan berdasarkan penelitian yang dilakukan Leslie, semakin besar persentase kapur yang digunakan akan mengurangi berat volume benda uji karena kapur yang bersifat keropos, karena benda uji keropos maka kuat tekan benda uji pun mengalami penurunan. Keropos atau banyaknya lubang yang terbentuk pada benda uji juga menyebabkan benda uji menyerap air lebih banyak. Sehingga dalam hal ini berat volume kuat tekan serta penyerapan air saling mempengaruhi.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan bata beton ringan CLC dengan penggunaan kapur dan *bottom ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh penggunaan kapur pada bata beton ringan CLC adalah semakin banyak kapur yang digunakan berat volume dan kuat tekan yang dihasilkan menurun, penyerapan air menjadi lebih besar. Namun pada kadar optimum, kuat tekan yang

- dihasilkan meningkat serta penyerapan air pun rendah.
2. Kadar optimum penggunaan kapur pada bata beton ringan CLC adalah 9%. Hal tersebut dilihat dari berat volume yang dihasilkan masih dibawah 1.6 gr/cm³ yaitu sebesar 1.080 gr/cm³, nilai kuat tekan tertinggi sebesar 3.53 Mpa serta penyerapan air paling rendah sebesar 25%. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 bata beton ringan CLC tersebut termasuk kedalam kelas mutu III.
 3. Hubungan antara kuat tekan dengan lama waktu pengeringan saling mempengaruhi. Seiring bertambahnya lama waktu pengeringan, kuat tekan yang dihasilkan semakin besar.

Wesli. 2015. *Metodologi Penelitian Teknik Sipil*. Pena. Banda Aceh

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UGM.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2002. *SNI Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*: Badan Standarisasi Nasional.

Goritman, B dan Robby Irwangsa. *Studi Kasus Perbandingan Berbagai Bata Ringan dari Segi Material, Biaya dan Produktivitas*. Jurnal Skripsi. Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya : Surabaya.

Hazim, Fadhlurrahman. 2016. *Studi Penggunaan Catalist, Monomer dan Kapur Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Seluler*. Jurnal Skripsi. Fakultas Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Jitchaiyapum, K., Simsiri, T., Chindaprasirt, P. 2011. *Cellular Lightweight Concrete Containing Pozzolan Materials*. *Procedia Engineering*. 14 (2011) 1157-1164. Published By Elsevier Ltd, DOI: 10.1016/j.proeg.2011.07.145

Leslie, dkk. 2015. *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambahan (Accelerator Admixture), Kapur dan Pengaruh Pada Pembuatan Bata Beton Ringan Sebagai Alternatif Pengganti Bata Merah*. Perpustakaan Kampus USU Medan: Medan.

Ngabdurrochman. 2009. *Teknologi Beton Ringan*. Diakses 14 Maret 2018 dari <http://gie713.blogspot.com>.

Ristinah. 2012. *Pengaruh penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako*. Jurnal Rekayasa Sipil Vol.6 No.3 : 264-271.

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif R&D*. Alfabeta. Bandung