

## HUBUNGAN ANTARA PENGGUNAAN AGREGAT BERBEDA UKURAN BUTIRAN DAN KERINGANAN BATA RINGAN CLC

Jusuf J. S. Pah<sup>1</sup> (yuserpbdaniel@yahoo.co.id)

Evita K. P. Hadjoh<sup>2</sup> (evitakartika2@gmail.com)

Tri M. W. Sir<sup>3</sup> (trimwsir@yahoo.com)

### ABSTRAK

Salah satu jenis bata ringan adalah CLC (*Cellular Lightweight Concrete*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat volume dan kuat tekan dari bata ringan, dengan menggunakan variasi ukuran butiran agregat. Variasi yang digunakan adalah variasi A dan variasi B dengan persentase berat agregat adalah 25% : 75%, 50% : 50%, dan 75% : 25%. Metode dalam penelitian ini adalah pengujian laboratorium dan menggunakan pasir takari yang telah diayak sesuai dengan komposisi variasi. Pengujian bata ringan terhadap berat volume dan kuat tekan pada umur perawatan 28 hari. Berat volume rata – rata maksimum pada variasi A dengan persentase berat agregat 25% : 75% adalah 1,316 gr/cm<sup>3</sup>, dan variasi B dengan persentase berat agregat 75% : 25% adalah 1,262 gr/cm<sup>3</sup>. Kuat tekan rata – rata maksimum pada variasi A dengan persentase berat agregat 25% : 75% adalah 1,935 MPa, dan variasi B dengan persentase berat agregat 75% : 25% adalah 1,833 MPa. Ukuran butiran agregat optimum untuk variasi A yaitu 2,265 dan pada variasi B yaitu 1,730.

**Kata Kunci:** Bata Ringan CLC, Berat Volume, Kuat Tekan, Ukuran Butiran Agregat Optimum

### ABSTRACT

*One type of lightweight brick is CLC (Cellular Lightweight Concrete). This research aims to determine the value of volume weight and compressive strength of lightweight bricks, using variations of the aggregate grain size. The variations used are variation A and variation B with the percentage of aggregate weight being 25% : 75%, 50% : 50%, and 75% : 25%. The method in this research is laboratory testing and uses Takari sand which has been sifted according to the composition of variations. Testing of lightweight brick on volume weight and compressive strength at 28 days of treatment. The maximum average volume weight in variation A with an aggregate weight percentage of 25% : 75% is 1,316 gr/cm<sup>3</sup>, and variation B with an aggregate weight percentage of 75% : 25% is 1,262 gr/cm<sup>3</sup>. The maximum average compressive strength in variation A with an aggregate weight percentage of 25% : 75% is 1,935 MPa, and variation B with an aggregate weight percentage of 75% : 25% is 1,833 MPa. The optimum aggregate grain size for variation A is 2,265 and for variation B is 1,730.*

**Key Words:** CLC Lightweight Brick, Volume Weight, Compressive Strength, Optimum Aggregate Grain Size

### PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk di Indonesia selalu mengalami peningkatan setiap tahun, hal ini tentu berpengaruh terhadap peningkatan pembangunan yang menyebabkan jumlah permintaan bahan bangunan semakin bertambah. Bahan bangunan yang digunakan dalam pekerjaan pasangan dinding adalah bata merah dan batako. Pada umumnya pembuatan bata merah dilakukan secara manual, sehingga menghasilkan bata merah dengan ukuran yang tidak seragam, sedangkan

<sup>1</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>3</sup> Prodi Teknik Sipil, FST Undana.

batako dalam pembuatannya diproduksi dengan mesin, sehingga menghasilkan batako dengan ukuran yang seragam, dan berat volume yang lebih besar dari bata merah. Salah satu bahan bangunan yang dikembangkan adalah bata ringan. Bata ringan terdiri atas 2 jenis yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Bata ringan yang diproduksi di pabrik, menghasilkan bata ringan dengan ukuran yang seragam dan berat volume yang kecil. Bahan yang digunakan dalam pembuatan bata ringan CLC adalah pasir, semen, air, dan *foam agent*, dimana *foam agent* sebagai bahan pengganti untuk agregat kasar. Di Kota Kupang, bata ringan CLC diproduksi oleh pabrik PT. BriKKoe Jaya Perkasa.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Eban, Utomo, & Simatupang, 2018) yang melakukan pengujian mengenai perbandingan kuat tekan bata ringan CLC yang menggunakan pasir Boleng dan pasir Takari, diperoleh hasil bahwa bata ringan yang menggunakan pasir takari menghasilkan nilai berat volume dan nilai kuat tekan yang besar. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Sehandi, Pah, & Bella, 2019) yang melakukan penelitian pada bata ringan CLC dengan menggunakan variasi ukuran butiran agregat terhadap kuat tekan bata ringan, diperoleh bahwa penggunaan ukuran butiran agregat kasar dan halus memberikan peluang untuk meningkatkan keringanan dari bata ringan CLC. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan dari hasil penelitian terdahulu (Sehandi, Pah, & Bella, 2019). Dalam penelitian ini, digunakan agregat berbeda ukuran butiran dengan variasi persentase berat agregat total. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat volume, nilai kuat tekan dari bata ringan CLC, dan mengetahui hubungan antara penggunaan agregat berbeda ukuran butiran dan keringanan bata ringan CLC terhadap mutu bata ringan CLC.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Bata Ringan**

Bata ringan merupakan salah satu bahan bangunan yang dikembangkan, untuk menghasilkan bata ringan dengan mutu yang bagus. Bata ringan yang beredar dipasaran, terdiri atas 2 jenis yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Dalam pembuatan bata ringan digunakan pasir, semen, air, dan bahan pembentuk gelembung udara.

Bahan yang digunakan untuk menghasilkan gelembung udara dibedakan menurut jenis bata ringannya, yaitu bata ringan AAC digunakan bubuk aluminium, sedangkan bata ringan CLC digunakan foam agent. Penggunaan bahan pembentuk gelembung udara sebagai bahan pengganti dalam penggunaan agregat kasar, sehingga dapat dihasilkan bata ringan dengan berat volume yang kecil.

### **Bata Ringan CLC (Cellular Lightweight Concrete)**

Bata ringan CLC merupakan beton ringan selular yang dalam pembuatannya menggunakan pasir, semen, *foam agent* dan air. Foam agent digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar. Bata ringan CLC mengalami proses pengeringan secara alami.

### **Bahan Penyusun Bata Ringan CLC**

Dalam pembuatan bata ringan CLC digunakan beberapa bahan seperti semen, agregat, air dan *foam agent*.

### **Agregat**

Agregat dibedakan berdasarkan ukuran yaitu agregat kasar, dan agregat halus. Agregat kasar merupakan kerikil hasil desintegrasi alami dari batu atau yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan ukuran butiran 5 mm – 40 mm (SNI, 03-2834-2000). Sedangkan agregat halus adalah pasir alam yang merupakan hasil desintegrasi alami dari batu atau pasir, yang diperoleh dari industri pemecah batu dengan ukuran butiran terbesar adalah 5 mm (SNI, 03-2834-2000).

## Foam Agent

*Foam agent* merupakan bahan tambahan. Bahan tambahan adalah bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton sebelum atau selama proses pencampuran, dimana untuk menghasilkan *foam* (SNI, 2496:2008). *Foam agent* merupakan larutan pekat yang terbuat dari bahan surfaktan, dan dalam penggunaannya perlu dilarutkan terlebih dahulu dengan air (Arita, 2017).

## Air

Air yang digunakan dalam pembuatan beton tidak boleh mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung yang dapat terlihat secara visual, sehingga air yang digunakan harus bersih (SNI, 03-2847-2002). Air yang kotor memberikan pengaruh terhadap beton yang dapat mengurangi kekuatan dan ketahanan dari beton (Nugraha dan Antoni, 2007).

## Semen

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling *klinker* semen portland, terutama yang terdiri atas kalsium silikat dan digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (SNI, 15-2049-2004). Komposisi semen portland serta senyawa kimia yang ada pada semen memberikan pengaruh terhadap sifat – sifat semen (Brook dan Murdock, 1991).

## Karakteristik Bata Ringan

### Berat Volume

Berat volume merupakan perbandingan antara massa benda uji dengan volume benda uji (Mulyono, 2004). Berat volume dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Berat Volume (BV)} = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dengan

$$\begin{aligned} \text{BV} &= \text{berat volume (gr/cm}^3\text{)} \\ m &= \text{massa benda uji (gr)} \\ v &= \text{volume benda uji (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

### Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI, 03-1974-1990). Kuat tekan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dengan

$$\begin{aligned} f_c &= \text{kuat tekan (N/mm}^2\text{)} \\ P &= \text{beban maksimum (N)} \\ A &= \text{luas penampang benda uji (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT BrikKoe Jaya Perkasa, dimana sebagai tempat pembuatan bata ringan CLC dengan benda uji berukuran (P x L x T ) 60 cm x 10 cm x 20 cm, dengan umur perawatan bata ringan adalah 28 hari. Penelitian yang dilakukan di Laboratorium berupa pengujian agregat, berat volume bata ringan dan kuat tekan bata ringan.

## Pelaksanaan Pengujian

Beberapa tahapan pelaksanaan pengujian yang perlu dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Pemeriksaan terhadap bahan – bahan penelitian.
2. Melakukan perencanaan komposisi campuran yang digunakan dalam pembuatan benda uji.
3. Pembuatan benda uji berukuran (P x L x T ) 60 cm x 10 cm x 20 cm.
4. Perawatan benda uji selama umur perawatan 28 hari.
5. Melakukan pengujian benda uji berupa pengujian berat volume dan kuat tekan.
6. Melakukan analisis data berdasarkan pada hasil pengujian berat volume dan kuat tekan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan terhadap bahan perlu dilakukan, sebelum bahan – bahan digunakan dalam pembuatan benda uji.

### Pemeriksaan Terhadap Air

Hasil pengamatan secara visual terhadap air, diperoleh bahwa air yang digunakan tidak terdapat minyak, lumpur dan lain – lain. Dengan air yang bersih ini, maka dapat digunakan untuk pembuatan benda uji.

### Pemeriksaan Terhadap Semen

Setelah melakukan pengamatan secara visual, diperoleh bahwa semen yang digunakan tidak terdapat gumpalan (semen bertekstur halus), sehingga semen dapat digunakan.

### Pemeriksaan Terhadap *Foam Agent*

*Foam agent* yang akan digunakan dalam kondisi bersih dan tidak berwarna (bening), sehingga *foam agent* ini dapat digunakan dalam pembuatan benda uji.

Tabel 1. Hasil Pengujian Variasi A

No	Jenis Pengujian	Syarat	Persentase Berat Agregat		
			25% : 75%	50% : 50%	75% : 25%
1.	Kadar Lumpur	< 5%	1,05 %	1,13 %	1,25 %
2.	Kadar Air	-	2,04 %	1,52 %	2,13 %
3.	Berat jenis dan penyerapan air agregat	2,50 – 2,70	2,62	2,58	2,61
4.	Analisa Saringan	Agregat halus : 1,5 – 3,8 Agregat Kasar : 6,0 – 7,1	5,50	5,00	4,50

### Pemeriksaan Terhadap Agregat

Agregat yang digunakan sumber agregatnya (*quarry*) dari Takari, Kabupaten Kupang. Pemeriksaan terhadap agregat meliputi kadar lumpur, kadar air, berat jenis dan penyerapan air agregat, dan analisa saringan. Penggunaan agregat dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu variasi A dan variasi B, dengan persentase berat agregat 25% : 75%, 50% : 50%, dan 75% :

25%. Variasi A merupakan gabungan agregat dengan ukuran butiran agregat berdiameter antara 1,18 mm sampai dengan 2,36 mm dan agregat dengan diameter antara 4,75 mm sampai dengan 9,50 mm. Sedangkan variasi B dengan ukuran butiran agregat berdiameter antara 0,60 mm sampai dengan 1,18 mm dan agregat dengan diameter antara 2,36 mm sampai dengan 4,75 mm. Hasil pemeriksaan terhadap agregat untuk variasi A dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil pemeriksaan terhadap agregat untuk variasi B dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Variasi B

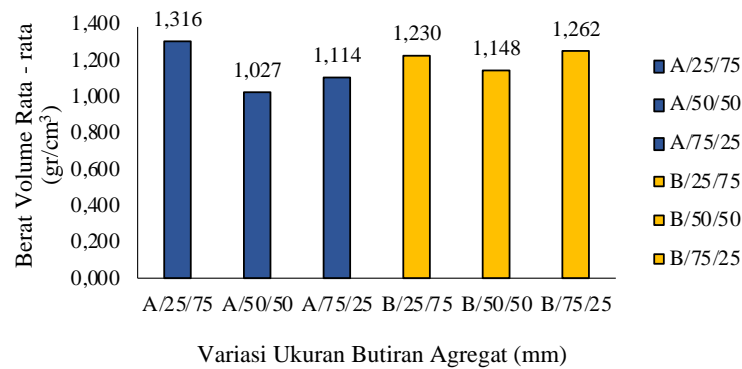
No	Jenis Pengujian	Syarat	Persentase Berat Agregat		
			25% : 75%	50% : 50%	75% : 25%
1.	Kadar Lumpur	< 5%	1,30%	1,65%	1,56%
2.	Kadar Air	-	1,33%	1,85%	2,02%
3.	Berat jenis dan penyerapan air agregat	2,50 – 2,70	2,63	2,61	2,65
4.	Analisa Saringan	Agregat halus : 1,5 – 3,8 Agregat Kasar : 6,0 – 7,1	4,50	4,00	3,50

### Berat Volume Bata Ringan Terhadap Variasi Ukuran Butiran Agregat

Hasil pengujian berat volume bata ringan CLC untuk variasi A dan variasi B pada umur perawatan 28 hari terlihat pada Tabel 3. Berdasarkan data hasil pengujian seperti pada Tabel 3 maka dapat dilihat nilai berat volume rata – rata terhadap variasi ukuran butiran seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Volume Bata Ringan CLC

No.	Variasi	Ukuran Butiran (mm)	Persentase Berat Agregat (%)	Berat Volume Rata - rata umur perawatan 28 hari (gr/cm <sup>3</sup> )
1.	A	1,18 mm < d mm ≤ 2,36 mm	25%	1,316
		4,75 mm < d mm ≤ 9,50 mm	75%	
2.	A	1,18 mm < d mm ≤ 2,36 mm	50%	1,027
		4,75 mm < d mm ≤ 9,50 mm	50%	
3.	A	1,18 mm < d mm ≤ 2,36 mm	75%	1,114
		4,75 mm < d mm ≤ 9,50 mm	25%	
4.	B	0,60 mm < d mm ≤ 1,18 mm	25%	1,230
		2,36 mm < d mm ≤ 4,75 mm	75%	
5.	B	0,60 mm < d mm ≤ 1,18 mm	50%	1,148
		2,36 mm < d mm ≤ 4,75 mm	50%	
6.	B	0,60 mm < d mm ≤ 1,18 mm	75%	1,262
		2,36 mm < d mm ≤ 4,75 mm	25%	



Gambar 1. Diagram Hasil Pengujian Berat Volume Bata Ringan CLC

Berdasarkan pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai berat volume dari variasi A (25% : 75%) ke variasi A (50% : 50%), dan kembali mengalami peningkatan nilai berat volume dari variasi A (50% : 50%) ke variasi A (75% : 25%). Hal yang serupa juga terjadi pada variasi B, dimana terjadi penurunan nilai berat volume dari variasi B (25% : 75%) ke variasi B (50% : 50%), dan kembali mengalami peningkatan nilai berat volume dari variasi B (50% : 50%) ke variasi B (75% : 25%). Berdasarkan pada Gambar 1 dapat dilihat untuk nilai berat volume rata – rata terbesar dihasilkan oleh variasi A (25% : 75%) yaitu 1,316 gr/cm<sup>3</sup>, dan nilai berat volume rata – rata terkecil dihasilkan oleh variasi A (50% : 50%) yaitu 1,027 gr/cm<sup>3</sup>. Pada variasi A dalam pembuatan bata ringan CLC menggunakan agregat kasar dan agregat halus, dengan persentase berat agregat kasar yang banyak, sehingga dari hasil pengujian diperoleh bahwa berat benda uji yang dihasilkan oleh variasi A (25% : 75%) lebih besar jika dibandingkan dengan variasi A yang lain, sehingga nilai berat volume yang dihasilkan juga lebih besar.

Sedangkan variasi B dalam pembuatan bata ringan CLC menggunakan agregat halus, dengan persentase berat agregat halus yang banyak maka diperoleh hasil bahwa sebagian besar berat benda uji yang dihasilkan oleh variasi B (75% : 25%) lebih besar jika dibandingkan dengan variasi B yang lain, sehingga nilai berat volume yang dihasilkan juga lebih besar.

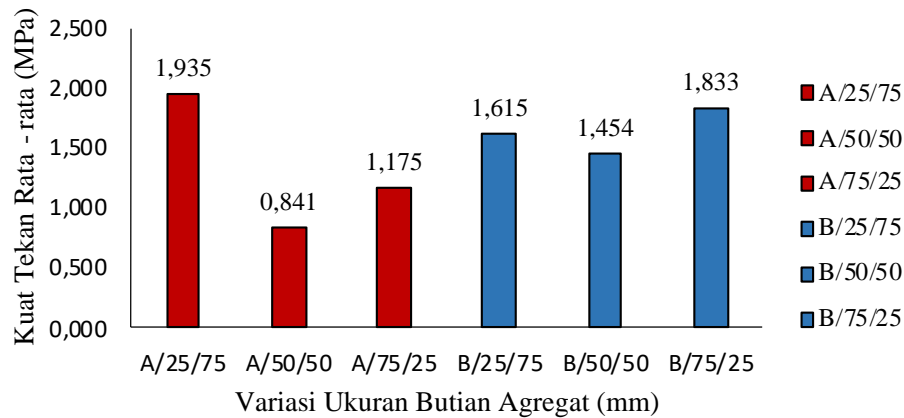
### Kuat Tekan Bata Ringan Terhadap Variasi Ukuran Butiran Agregat

Hasil pengujian kuat tekan bata ringan CLC untuk variasi A dan variasi B pada umur perawatan 28 hari terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata Ringan CLC

No.	Variasi	Ukuran Butiran (mm)	Persentase Berat Agregat (%)	Kuat Tekan Rata-rata umur perawatan 28 hari (MPa)
1.	A	1,18 mm < d mm ≤ 2,36 mm	25%	1,935
		4,75 mm < d mm ≤ 9,50 mm	75%	
2.	A	1,18 mm < d mm ≤ 2,36 mm	50%	0,841
		4,75 mm < d mm ≤ 9,50 mm	50%	
3.	A	1,18 mm < d mm ≤ 2,36 mm	75%	1,175
		4,75 mm < d mm ≤ 9,50 mm	25%	
4.	B	0,60 mm < d mm ≤ 1,18 mm	25%	1,615
		2,36 mm < d mm ≤ 4,75 mm	75%	
5.	B	0,60 mm < d mm ≤ 1,18 mm	50%	1,454
		2,36 mm < d mm ≤ 4,75 mm	50%	
6.	B	0,60 mm < d mm ≤ 1,18 mm	75%	1,833
		2,36 mm < d mm ≤ 4,75 mm	25%	

Berdasarkan data hasil pengujian seperti pada Tabel 4 maka dapat dilihat nilai kuat tekan rata – rata terhadap variasi ukuran butiran seperti yang terlihat pada Gambar 2.

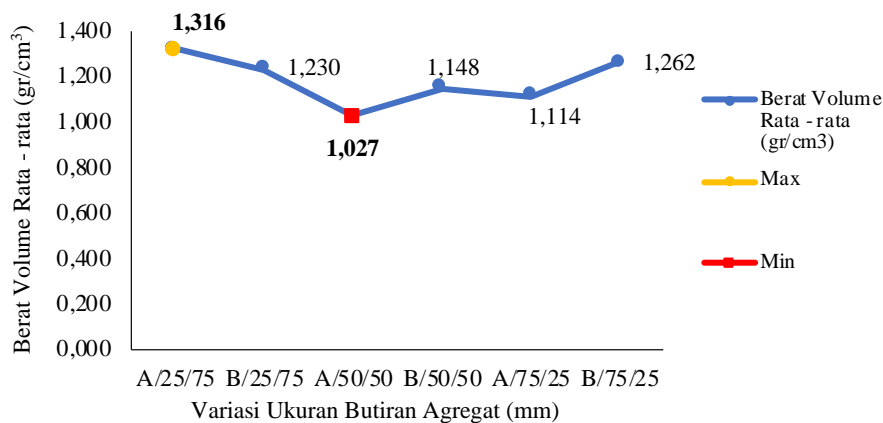


Gambar 2. Diagram Hasil Pengujian Kuat Tekan Bata Ringan CLC

Berdasarkan pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan dari variasi A (25% : 75%) ke variasi A (50% : 50%), dan kembali mengalami peningkatan nilai kuat tekan dari variasi A (50% : 50%) ke variasi A (75% : 25%). Sedangkan pada variasi B, dimana terjadi penurunan nilai kuat tekan dari variasi B (25% : 75%) ke variasi B (50% : 50%), dan kembali mengalami peningkatan nilai kuat tekan dari variasi B (50% : 50%) ke variasi B (75% : 25%). Berdasarkan pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan rata – rata terbesar dihasilkan oleh variasi A (25% : 75%) yaitu 1,935 MPa, sedangkan nilai kuat tekan rata – rata terkecil dihasilkan oleh variasi A (50% : 50%) yaitu 0,841 MPa.

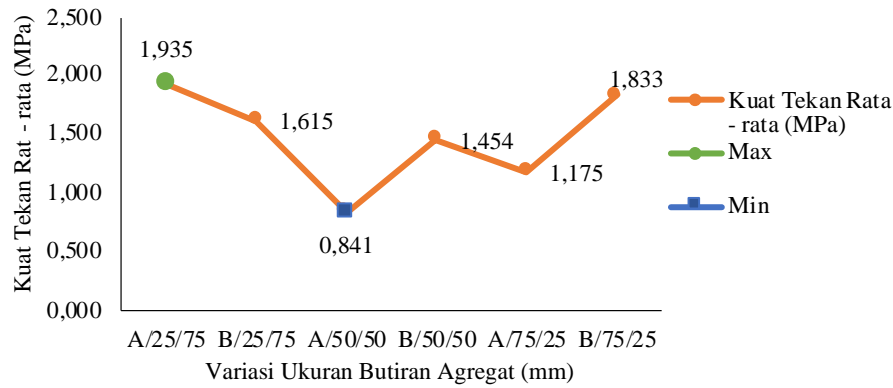
### Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Agregat Terhadap Persentase Berat Agregat

Dalam penelitian ini, nilai berat volume dan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh variasi ukuran butiran agregat dan persentase berat agregat. Berdasarkan data pada Tabel 3, maka dapat dilihat grafik berat volume variasi A dan variasi B seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Berat Volume Bata Ringan CLC

Berdasarkan data hasil pengujian seperti pada Tabel 4 maka dapat dilihat grafik kuat tekan variasi A dan variasi B seperti yang terlihat pada Gambar 4.



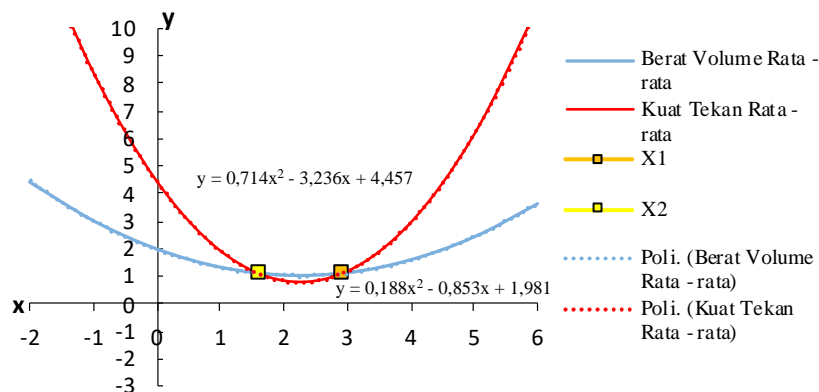
Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Bata Ringan CLC

Berdasarkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, dapat dilihat bahwa variasi A dan variasi B dengan penggunaan persentase berat agregat yang sama yaitu 25% : 75%, dimana variasi A menghasilkan bata ringan CLC dengan kuat tekan dan berat volume yang lebih besar dibandingkan dengan variasi B. Hal ini dipengaruhi oleh penggunaan persentase berat agregat pada variasi A, dimana agregat kasar yang digunakan lebih banyak. Pada variasi A dan variasi B dengan persentase berat agregat yang sama yaitu 50% : 50%, dimana variasi B menghasilkan bata ringan CLC dengan berat volume dan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan variasi A. Pada variasi A rongga udara pada bata ringan yang dihasilkan oleh foam dan agregat kasar akan terisi oleh agregat halus, akan tetapi tidak mengisi semua rongga udara. Sedangkan pada variasi B tidak menggunakan agregat kasar, sehingga rongga udara yang dihasilkan oleh foam terisi oleh agregat halus sehingga bata ringan dengan variasi B cenderung padat daripada variasi A. Pada variasi A dan variasi B dengan persentase berat agregat yang sama yaitu 75% : 25%, dimana variasi B menghasilkan bata ringan CLC dengan berat volume dan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan variasi A. Pada variasi B dengan penggunaan agregat halus dalam jumlah yang banyak, maka rongga udara pada bata ringan yang dihasilkan oleh foam akan terisi oleh agregat halus, sehingga bata ringan dengan variasi B cenderung lebih padat daripada variasi A.

### Variasi Ukuran Butiran Agregat Optimum Bata Ringan CLC

#### Penentuan Variasi Ukuran Butiran Agregat Optimum Berdasarkan Pada Titik Potong

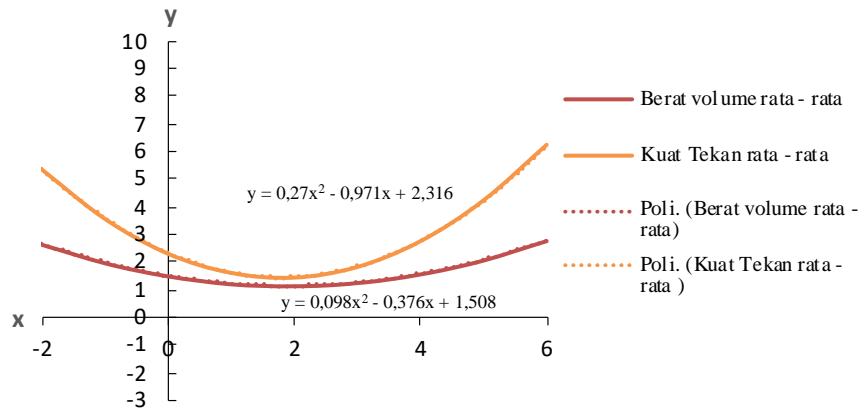
Pada variasi A seperti yang terlihat pada Gambar 5, dimana kedua persamaan polynomial orde 2 yaitu persamaan berat volume rata – rata  $y = 0,188x^2 - 0,853x + 1,981$  dan persamaan kuat tekan rata – rata  $y = 0,714x^2 - 3,236x + 4,457$ .



Gambar 5. Grafik Persamaan Kuadrat Variasi A



Berdasarkan pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa kedua kurva memotong pada 2 titik yaitu titik (1,614 , 1,094) dan titik (2,916 , 1,092), sehingga belum bisa ditentukan nilai titik optimum. Pada variasi B seperti yang terlihat pada Gambar 6, dimana kedua persamaan *polynomial orde 2* yaitu persamaan berat volume rata – rata  $y = 0,098x^2 - 0,376x + 1,508$  dan persamaan kuat tekan rata - rata  $y = 0,27x^2 - 0,971x + 2,316$ .

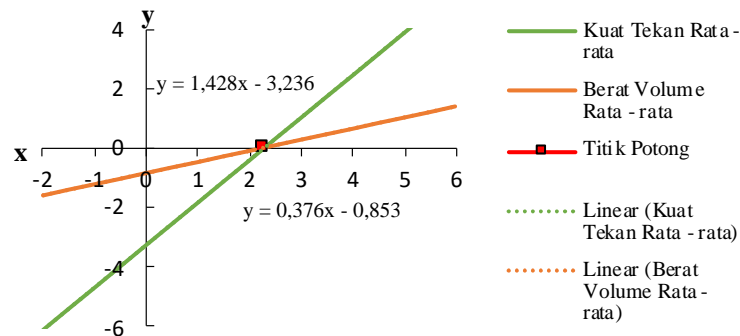


Gambar 6. Grafik Persamaan Kuadrat Variasi B

Berdasarkan pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa kedua kurva tidak saling memotong, sehingga belum dapat ditentukan titik optimum. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan berdasarkan pada perubahan gradien untuk variasi A dan variasi B.

**Penentuan Variasi Ukuran Butiran Agregat Optimum Berdasarkan Perubahan Gradien**

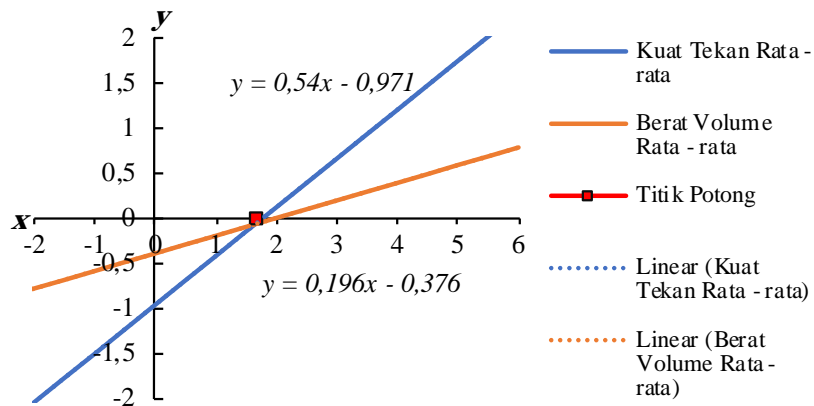
Penentuan variasi ukuran butiran optimum berdasarkan pada perubahan gradien, dimana pada variasi A seperti yang terlihat pada Gambar 7, kedua persamaan garis singgung yaitu persamaan berat volume rata – rata  $y = 0,376x - 0,853$  dan persamaan kuat tekan rata – rata  $y = 1,428x - 3,236$ .



Gambar 7. Persamaan Garis Singgung dari Variasi A

Pada variasi B seperti yang terlihat pada Gambar 8, dimana kedua persamaan garis singgung yaitu persamaan berat volume rata – rata  $y = 0,196x - 0,376$  dan persamaan kuat tekan rata – rata  $y = 0,54x - 0,971$ .

Berdasarkan pada Gambar 7 dan Gambar 8, kedua garis singgung saling memotong, maka diperoleh 1 titik potong, sehingga titik optimum untuk variasi A dan variasi B dapat ditentukan. Pada variasi A diperoleh titik optimum  $x = 2,265$ , dimana nilai 2,265 merupakan ukuran butiran agregat optimum. Sedangkan variasi B diperoleh titik optimum  $x = 1,730$ , dimana nilai 1,730 merupakan ukuran butiran agregat optimum.



Gambar 8. Persamaan Garis Singgung dari Variasi B

### Hasil Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pah, dkk (2019) terkait dengan penggunaan variasi ukuran butiran agregat terhadap kuat tekan bata ringan jenis CLC dengan persentase berat agregat yang digunakan dalam penelitian terdahulu adalah 50% : 50% diperoleh bahwa variasi A dan variasi B memiliki peluang untuk menghasilkan berat volume yang kecil. Dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa variasi A dan variasi B yang menggunakan persentase berat agregat 50% : 50% menghasilkan nilai berat volume dan kuat tekan yang kecil, dibandingkan dengan penggunaan persentase berat agregat 25% : 75% dan 75% : 25%. Pada variasi A dan variasi B dengan persentase berat agregat 25% : 75% dan 75% : 25%, cenderung menghasilkan bata ringan dengan nilai berat volume dan nilai kuat tekan yang besar.

### Hubungan antara Penggunaan Agregat Berbeda Ukuran Butiran dan Keringanan Bata Ringan CLC terhadap Mutu Bata Ringan

Dalam penelitian ini, bata ringan CLC yang dihasilkan memiliki nilai berat volume dan kuat tekan yang besar, dengan nilai berat volume yang besar berpengaruh terhadap keringanan dari bata ringan tersebut karena bata ringan semakin berat sehingga berpengaruh negatif terhadap mutu bata ringan. Sedangkan pada nilai kuat tekan yang besar memberikan pengaruh yang positif terhadap mutu bata ringan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil analisa data dari hasil pengujian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan bata ringan CLC yang menggunakan agregat kasar dan agregat halus yaitu variasi A dengan persentase berat agregat 25% : 75% menghasilkan nilai berat volume dan nilai kuat tekan yang terbesar yaitu 1,316 gr/cm<sup>3</sup> dan 1,935 MPa.
2. Pembuatan bata ringan CLC yang hanya menggunakan agregat halus yaitu variasi B dengan persentase berat agregat 75% : 25% menghasilkan nilai berat volume dan nilai kuat tekan yang terbesar yaitu 1,262 gr/cm<sup>3</sup> dan 1,833 MPa.
3. Variasi ukuran butiran agregat optimum untuk variasi A yaitu 2,265 , dan pada variasi B yaitu 1,730.
4. Hubungan antara penggunaan agregat berbeda ukuran butiran dan keringanan bata ringan terhadap mutu bata ringan, menunjukkan bahwa nilai berat volume yang besar memberikan pengaruh yang negatif terhadap mutu bata ringan, sedangkan nilai kuat tekan yang besar memberikan pengaruh yang positif terhadap mutu bata ringan.

## SARAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang dapat penulis sarankan adalah sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan bata ringan CLC yang memanfaatkan penggunaan agregat kasar dan agregat halus, disarankan untuk menggunakan persentase berat agregat 25% : 75%.
2. Dalam pembuatan bata ringan CLC yang hanya menggunakan agregat halus disarankan untuk menggunakan persentase berat agregat 75% : 25%.
3. Peraturan terkait dengan spesifikasi standar untuk bata ringan di Indonesia belum tersedia, maka perlu dilakukan penelitian khusus sehingga dapat dibuat SNI untuk bata ringan.

## Daftar Pustaka

- Arita, D., Kurniawandy, A., & Taufik, H. (2017). *Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Agent*. Jurnal Fakultas Teknik Riau, 17(1), 52-62.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)*. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2874-2002 (Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung)*. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *SNI 15-2049-2004 (Semen Portland)*. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 2496:2008 (Spesifikasi Bahan Tambahan Pembentuk Gelembung Udara untuk Beton)*. Jakarta : BSN
- Eban, Kornelis K., Utomo, Sudiyo, & Simatupang, Partogi H. (2018). *Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan CLC Menggunakan Pasir Gunung Boleng dan Pasir Takari*. Jurnal Teknik Sipil Undana, 7(2), 163-170.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M. (1991). *Bahan dan Praktek Beton*, ed. ke-5. Stephanus Hindarko, penerjemah. Jakarta : Erlangga.
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- Nugraha, Paul dan Antoni. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- Pah, Jusuf J. S., Sehandi, Krisogonus., & Bella, Rosmiyati A. (2019). *Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan Bata Ringan Jenis CLC*. Jurnal Teknik Sipil Undana, 8(1), 81-90.

