



## Penggunaan kapur tohor dan abu vulkanik pada bata ringan terhadap berat jenis, daya serap air, dan kuat tekan

Hafizh Fachru Asy'ari<sup>a\*</sup>, Muhamad Iqbal Paundra<sup>b</sup>, Shifa Fauziyah<sup>c</sup>, Bambang Setiabudi<sup>d</sup>

<sup>a\*, b, c, d</sup> Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Corresponding author:

Email:

#### Article history:

Received : 23 November 2023

Revised : 12 January 2024

Accepted : 17 May 2024

Publish : 30 June 2024

#### Keywords:

Compressive Strength, Density, Light Brick, Substitute Material, Water Absorption

Light brick is a material commonly used in building walls besides red brick. Quick lime and volcanic ash were used in this research as substitute materials for making CLC lightweight bricks. This research aims to analyze using quicklime as a cement substitute and volcanic ash as a sand substitute to test density, water absorption capacity, and compressive strength. Light brick testing refers to the SNI standards for wall masonry. This research also compares the production costs of substitute lightweight bricks with conventional ones. The method used is quantitative experimentation and data analysis techniques using regression analysis. The influencing variable in this research is the independent variable, namely the use of volcanic ash: quicklime in variation A 0%: 0%, variation B 9%: 15%, variation C 9%: 30%, and variation D 9%: 45%. Based on the test results, it can be concluded that using volcanic ash affects increasing density and compressive strength and reduces the value of water absorption capacity. The optimum test results were in Variation D with an average density value of 956 kg/m<sup>3</sup>, water absorption value of 17%, and compressive strength value of 2.08 MPa.

Copyright © 2024 PILARS-UNDIP

## 1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan penduduk saat ini menyebabkan tingginya kebutuhan terhadap sarana tempat tinggal. Seiring berkembangnya kawasan hunian kebutuhan bahan bangunan meningkat lebih tinggi. Maka dari itu, bahan tersebut harus memenuhi kebutuhan yang ada untuk pembangunan saat ini. Bahan dari alam maupun buatan berkontribusi untuk memenuhi kebutuhan bahan bangunan yang ada. Terdapat banyak metode untuk memenuhi kebutuhan terhadap material salah satunya dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitar kita.

Keberadaan limestone di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar, persebarannya hingga ke penjuru nusantara. Di Indonesia proses peningkatan nilai tambah batu kapur sudah sejak lama diusahakan orang melalui penggalian atau penambangan (Muchtar Aziz, 2010). Kapur tohor merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari pembakaran bongkahan batu gamping. Menurut Leslie, dkk, 2015 dalam jurnal (Devy Kartika Ningrum, 2011) penambahan kapur dapat menghasilkan bata beton ringan lebih ringan yaitu berkisar 0.6–0.7 kg dibawah bata beton ringan tanpa kapur. Kapur dipilih karena memiliki sifat mengikat partikel-partikel yang cukup baik, pemilihan kapur sebagai pengganti sebagian semen. Kapur lebih murah dibandingkan dengan semen sehingga pemakaian kapur tohor akan lebih efisien dalam biaya pembuatan bata ringan. Indonesia memiliki julukan sebagai ring of fire, artinya Indonesia memiliki banyak gunung berapi aktif yang secara berkala yang mengeluarkan banyak material salah satunya abu vulkanik. Dari potensi tersebut penelitian ini dibuat dengan menggunakan bahan abu vulkanik sebagai bahan substitusi pada bata ringan ini. Material yang digunakan dalam pembuatan bata ringan kini semakin bervariasi seiring

dengan perkembangan zaman. Inovasi bata ringan di masa sekarang kian beragam seiring perkembangan ilmu pengetahuan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan nilai optimum dari pengujian massa jenis, daya serap air, dan kuat tekan. Serta membandingkan biaya produksi bata ringan substitusi dengan bata ringan konvensional.

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini agar dapat terfokus dan terarah pada tujuan yang ingin dicapai. Berikut merupakan Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Benda uji untuk mix design berupa kubus dengan ukuran 15x15x15 cm dan benda *prototipe* dengan ukuran 60 cm x 20 cm x 7,5 cm.
- 2) Semen yang digunakan adalah semen Portland.
- 3) Bahan substitusi berupa Abu Vulkanik berasal dari sisa letusan gunung berapi.
- 4) Kapur tohor yang digunakan berasal dari batu gamping yang dipanaskan dengan suhu 600°C - 900°C.
- 5) Presentase campuran kapur tohor 0% dan 9% dari berat semen.
- 6) Presentase campuran abu vulkanik sebesar 0%, 15%, 30%, dan 45% dari berat pasir.
- 7) Perbandingan semen dan pasir adalah 1: 4.
- 8) Perbandingan *foam agent* dan air adalah 1:20.
- 9) Pasir yang digunakan lolos ayakan ukuran 2,40 mm.
- 10) FAS (Faktor Air Semen) yang digunakan adalah 0,5.
- 11) Ukuran bahan pengganti semen yaitu kapur lolos ayakan 200.
- 12) Pengujian bata ringan yang dilakukan meliputi uji massa jenis, uji daya serap air, uji kuat tekan
- 13) Pengujian dan pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

## 2. Data dan metode

Kategori standar berat bata ringan sesuai dengan ketentuan SNI 8640-2018 seperti yang terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Berat Bata Ringan (SNI 8640-2018)

Kelas	Kategori Berat	Bata Struktural		Bata Nonstruktural	
		Terekspos Lingkungan ( <i>outdoor</i> )	Tidak Terekspos Lingkungan ( <i>Indoor</i> )	Terekspos Lingkungan ( <i>outdoor</i> )	Tidak Terekspos Lingkungan ( <i>Indoor</i> )
		IA	IB	IIA	IIB
	500			400 – 600	
Bobot isi	700		600 – 800	600 – 800	
kering oven	900	800 – 1000	800 – 1000	800 – 1000	
(Kg/m <sup>3</sup> )	1100	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200	
	1300	1200 - 1400	1200 - 1400	1200 - 1400	

Berdasarkan fungsi dan kondisi bata ringan, berikut syarat-syarat fisis bata ringan sesuai dengan SNI 8640-2018 pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Syarat Fisis Bata Ringan (SNI 8640-2018)

Syarat Fisis	Satuan	Bata Struktural		Bata Non Struktural	
		Terekspos Lingkungan ( <i>outdoor</i> )	Tidak Terekspos Lingkungan ( <i>indoor</i> )	Terekspos Lingkungan ( <i>outdoor</i> )	Tidak Terekspos Lingkungan ( <i>indoor</i> )
Kelas	-	IA	IB	IIA	IIB
Kuat tekan rata-rata, min. <sup>1</sup>	MPa	6	4		2
Kuat tekan individu, min.	MPa	5,4	3,6		1,8
Penyerapan air, maks. <sup>2</sup>	% <i>vol</i>		25		25
Tebal, min.	mm		98	98	73
Susut pengeringan, maks. <sup>3</sup>	%			0,2	

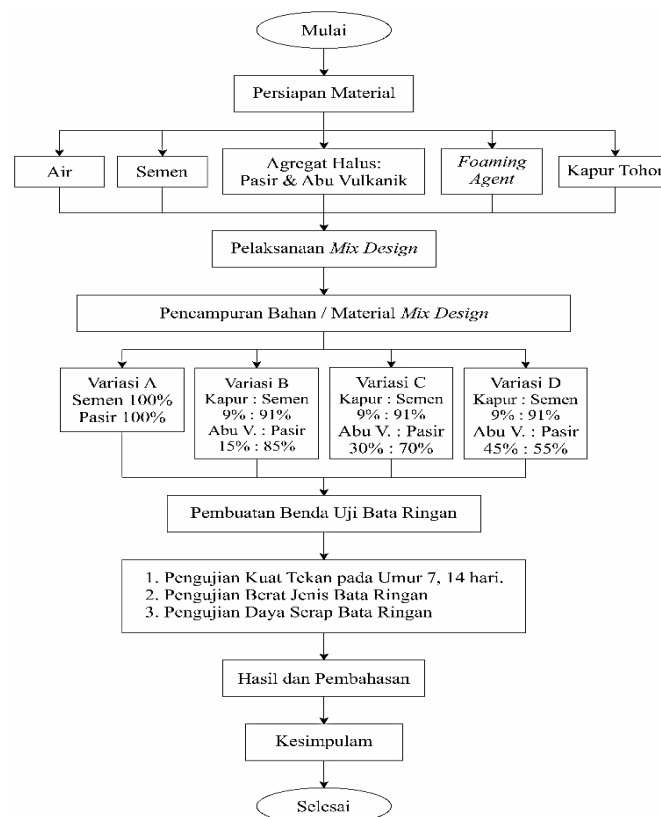
Pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode studi literatur melalui referensi jurnal terdahulu yang memiliki keterikatan dengan penelitian ini. Penelitian ini juga menggunakan metode eksperimen. Eksperimen yang dilakukan yaitu dengan membuat bata ringan dalam bentuk kubus berukuran 15x15x15 cm dengan 4 variasi yang masing-masing memiliki kadar campuran yang berbeda. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan komposisi semen dan pasir sebesar 1:4, dengan bahan substitusi abu vulkanik sebesar 0%, 15%, 30%, 45% dari berat pasir, dan kapur tohor sebesar 9% dari berat semen. Seluruh pelaksanaan pengujian kandungan bahan, proses pembuatan benda uji bata ringan, dan prototype bata ringan. Dilaksanakan di Laboratorium bahan dan konstruksi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Seluruh pelaksanaan pengujian kandungan bahan, proses pembuatan benda uji bata ringan, dan prototype bata ringan. Dilaksanakan di Laboratorium bahan dan konstruksi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Data hasil pemeriksaan bahan dan pengujian bata ringan dilakukan dengan penyusunan dalam penyajian tabel dan grafik. Sampel dalam penelitian ini merupakan variasi campuran bata ringan dengan menggunakan penambahan kapur tohor dan abu vulkanik. Total sampel yang digunakan berjumlah 20 benda uji dengan jumlah dari masing – masing sampel 5 benda uji per satu variasi. Adapun rincian sampel disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rincian Benda Uji

	Persentase Penggantian Abu Vulkanik dan Kapur Tohor				Jumlah Sampel
	Pasir	Abu Vulkanik	Semen	Kapur	
A	100%	0%	100%	0%	5 Buah
B	85%	15%	91%	9%	5 Buah
C	70%	30%	91%	9%	5 Buah
D	55%	45%	91%	9%	5 Buah

Adapun pada penelitian ini digunakan bagan alir penelitian seperti ilustrasi yang disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Bagan Alir Penelitian

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 persentase variasi penambahan abu vulkanik dan kapur tohor. Variabel terikat adalah variabel yang menjadi perhatian utama dalam sebuah pengamatan dimana besaran nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas atau variabel ini merupakan konsekwensi dari variabel bebas (Wesli, 2015). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji kuat tekan, berat jenis bata ringan, dan daya serap air. 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 komposisi bata ringan yang meliputi: semen, pasir, air, *foam agent*, kapur tohor, dan abu vulkanik. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm.

Alat yang digunakan dalam pembuatan dan pengujian meliputi: saringan, pan, *shieve shaker*, gelas ukur, timbangan digital, oven, kompor, ember, *mixer*, cetakan kubus 15x15x15 cm, cetakan bata ringan 60x20x7.5 cm, minyak, concrete mixer, cetok, palu, pita ukur, dan alat uji kuat tekan beton (*compressive test machine*). Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: semen, pasir, air, foam agent, kapur tohor, dan abu vulkanik. Benda uji yang dipakai pada penelitian ini berupa kubus berukuran 15x15x15 cm yang menggunakan komposisi bahan 1 (semen) : 4 (pasir), serta menggunakan kapur tohor sebagai bahan substitusi dari semen, abu vulkanik sebagai bahan substitusi dari pasir dan air sebanyak 0,5 FAS, serta campuran air dan foam agent adalah 20 (air) : 1 (*foam agent*). Adapun komposisi *job mix design* disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan *Mix Design* Bata Ringan

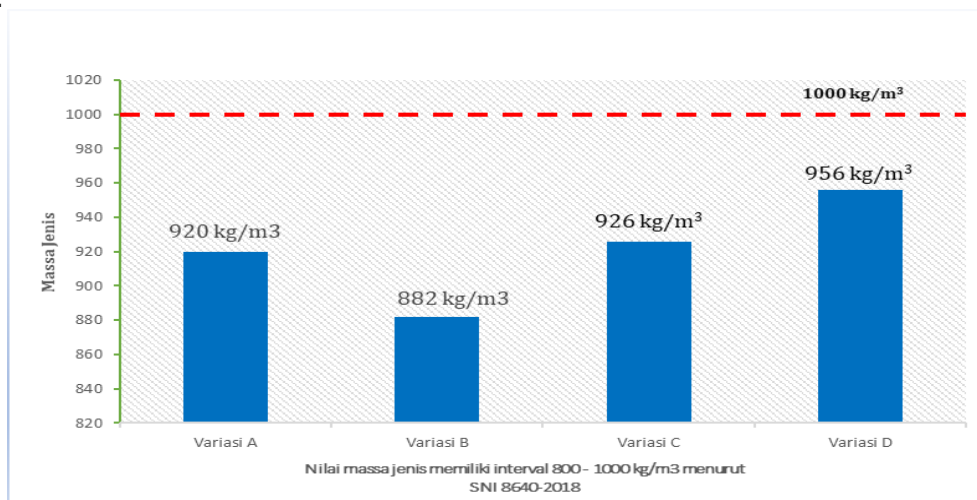
Material	Variasi			
	A	B	C	D
Semen	844 gr	768 gr	768 gr	768 gr
Pasir	4.320 gr	3.672 gr	3.024 gr	2.376 gr
Air	337,5 ml	337,5 ml	337,5 ml	337,5 ml
<i>Foam + Air</i>	1.350 ml	1.350 ml	1.350 ml	1.350 ml
Abu Vulkanik	0 gr	648 gr	1.296 gr	1.944 gr
Kapur	0 gr	76 gr	76 gr	76 gr

### 3. Hasil dan pembahasan

Untuk menghitung hasil pengujian densitas (massa jenis) adalah dengan menggunakan rumus yang disajikan pada Persamaan 1.

$$\text{Bobot isi nominal (B1)} = (BA/V) \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

Dengan: BA=(Berat awal benda uji); V= Volume (cm<sup>3</sup>). Adapun hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Pengujian Massa Jenis

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian densitas (massa jenis) ditunjukkan pada grafik 4. 1 diketahui bahwa hasil pengujian mengalami penurunan densitas dari variasi A dengan nilai densitas 920 kg/m<sup>3</sup> yang merupakan bata ringan konvensional menuju variasi B dengan nilai densitas 882 kg/m<sup>3</sup> yang merupakan bata ringan substitusi 9% kapur tohor dan abu vulkanik 15%. Hasil pengujian kembali mengalami kenaikan di variasi C dengan nilai densitas 926 kg/m<sup>3</sup> dan variasi D dengan nilai densitas 956 kg/m<sup>3</sup> karena pada kedua variasi ini mendapatkan persentase substitusi abu vulkanik yang lebih tinggi, yaitu 30% pada variasi C dan 45% pada variasi D, namun keduanya memiliki komposisi kapur tohor yang sama yaitu sebesar 9% dari penggunaan semen.

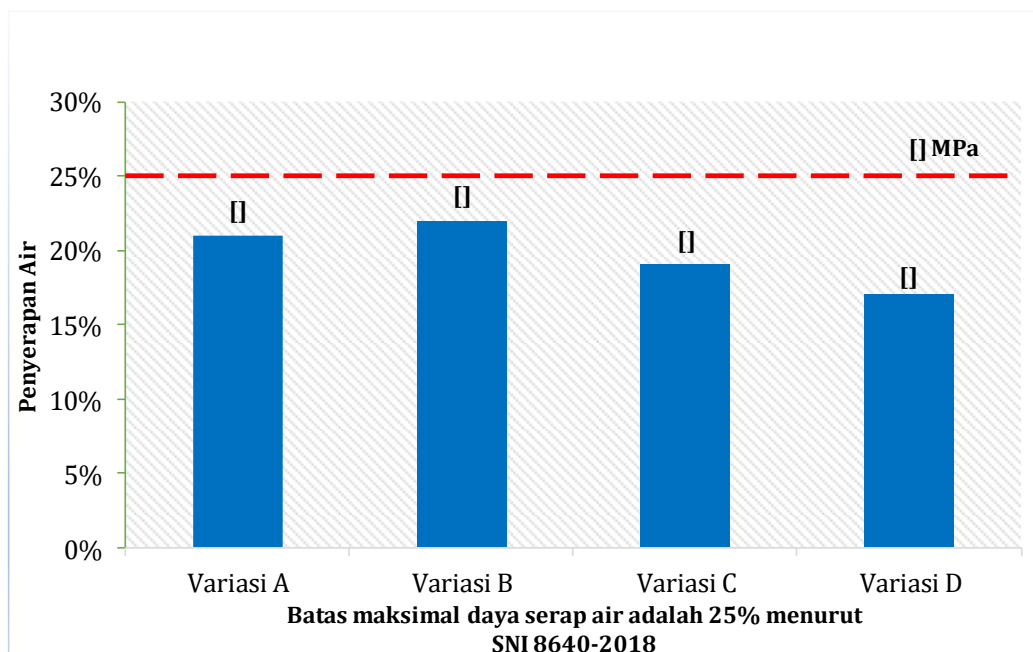
Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan kapur tohor bertujuan agar nilai densitas terhadap volume benda uji bata ringan tidak terlalu tinggi, karena kapur tohor memiliki massa jenis yang lebih rendah daripada massa jenis semen. Hasil pengujian variasi B mengalami penurunan nilai densitas karena pembuatannya telah menggunakan kapur tohor sebesar 9% dari kebutuhan semen jika sebelumnya pada variasi A yang masih menggunakan komposisi konvensional. Sedangkan semakin banyak penambahan abu vulkanik, maka bata ringan akan semakin berat, hal ini disebabkan massa jenis abu vulkanik lebih tinggi daripada massa jenis pasir. Variasi D menggunakan persentase abu vulkanik paling tinggi sebesar 45% dari kebutuhan pasir, serta memiliki kerapatan lebih kecil disebabkan oleh abu vulkanik memiliki butiran-butiran sangat halus sehingga mampu menutupi rongga - rongga pada bata ringan. Disimpulkan bahwa bata ringan dengan substitusi kapur tohor sebesar 9% dan abu vulkanik sebesar 15% memiliki massa jenis lebih baik dibandingkan dengan bata ringan konvensional, sementara bata ringan yang menggunakan substitusi kapur tohor 9% pada masing - masing variasi abu vulkanik 30% dan 45% memiliki massa jenis lebih tinggi dibandingkan dengan bata ringan konvensional.

Pengujian daya serap air dilakukan setelah benda uji berumur 14 hari berjumlah lima sampel dalam setiap satu variasi. Hasil yang didapatkan dari pengujian daya serap air kemudian dihitung dengan rumus yang disajikan pada Persamaan 2. Adapun hasil pengujian daya serap air ditunjukkan pada Gambar 3.

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = (\text{Bia}-\text{Bio})/\text{Bio} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

Bia (Bobot isi air) = Berat basah benda uji setelah direndam (gram)  
 Bio (Bobot isi kering oven) = Berat kering benda uji setelah di oven 24 jam (gram)



**Gambar 3.** Grafik Pengujian Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai pengujian daya serap air bata ringan tertinggi sebesar 22% terjadi pada variasi B dengan substitusi kapur tohor 9% dan abu

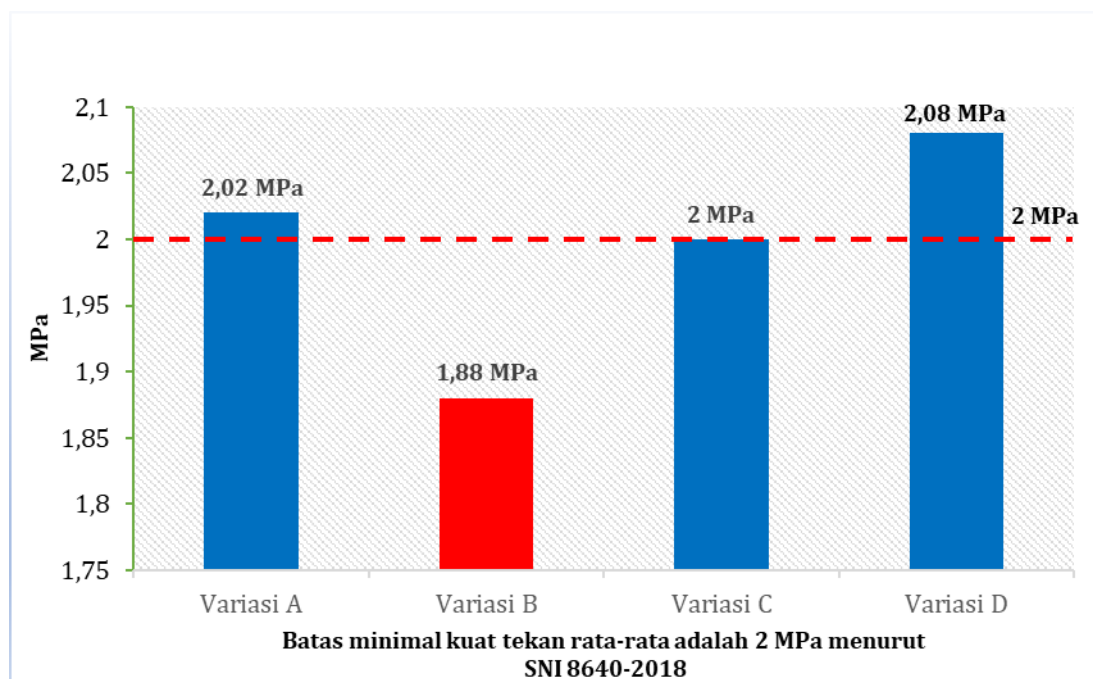
vulkanik 15%. Hasil pengujian mengalami penurunan pada variasi C dan D seiring dengan peningkatan persentase substitusi abu vulkanik yang digunakan pada bata ringan. Diketahui bahwa penurunan nilai daya serap air menjadi 19% terjadi pada variasi C dengan substitusi 9% kapur tohor dan 30% abu vulkanik, kembali mengalami penurunan nilai daya serap air menjadi 17% pada variasi D dengan substitusi 9% kapur tohor dan 45% abu vulkanik.

Hasil analisis pengujian daya serap air yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai pengujian daya serap air berbanding terbalik dengan nilai pengujian densitas, apabila semakin tinggi nilai densitas maka kemampuan daya serap air akan menurun. Pernyataan ini dibuktikan pada hasil pengujian daya serap air terendah berada pada variasi D sebesar 17%. Sedangkan pada variasi B memiliki nilai daya serap air tertinggi yaitu sebesar 22%. Dapat disimpulkan bahwa bata ringan dengan substitusi kapur tohor 9% pada masing – masing variasi abu vulkanik 30% dan 45% memiliki daya serap lebih rendah dibandingkan dengan bata ringan konvensional.

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji telah berumur 14 hari. Pada pengujian kuat tekan hasil umur bata ringan 14 hari dikonversi menjadi 28 hari. Pada Tabel 5 merupakan data konversi yang akan digunakan. Adapun hasil nilai pengujian kuat tekan pada bata ringan ditunjukkan pada Gambar 4.

**Tabel 5.** Data Konversi Umur Bata (PBI-1971)

Umur Beton (Hari)	Angka Konversi
3	0,46
7	0,70
14	0,88
21	0,96
28	1,00



**Gambar 4.** Grafik Pengujian Kuat Tekan Bata Ringan

Hasil pengujian kuat tekan ditunjukkan pada grafik 4. 3 diketahui bahwa pada variasi A atau bata ringan konvensional mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 2,02 Mpa. Namun mengalami penurunan nilai kuat tekan menjadi 1,88 MPa pada variasi B yang merupakan bata ringan substitusi 9% kapur tohor dan 15% abu vulkanik. Lalu mengalami kenaikan nilai kuat tekan menjadi 2,00 MPa pada variasi C dengan substitusi 9% kapur tohor dan 30% abu vulkanik. Kembali mengalami kenaikan nilai kuat tekan pada variasi D menjadi 2,08 MPa dengan substitusi 9% kapur tohor dan 45% abu vulkanik. Sesuai hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi D merupakan variasi dengan nilai

tertinggi dibandingkan dengan variasi lainnya.

Pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan abu vulkanik bertujuan untuk menaikkan nilai kuat tekan, karena massa jenis abu vulkanik lebih tinggi dibanding pasir, abu vulkanik juga memiliki butir-butir lebih halus dibandingkan pasir yang dapat mengisi rongga pada bata ringan serta berpengaruh pada nilai kuat tekan bata ringan tersebut. Dapat ditunjukkan pada hasil pengujian pada variasi D menggunakan substitusi abu vulkanik sebesar 45% mendapatkan hasil kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan variasi lainnya. Lalu pengujian kuat tekan pada variasi B dengan substitusi abu vulkanik 15% tidak memenuhi SNI 8640-2018 dimungkinkan pengaruh substitusi abu vulkanik kurang maksimal, karena faktor penggunaan kapur tohor 9% dari berat semen yang berakibat menurunnya nilai kuat tekan. Dapat disimpulkan bahwa pada pengujian kuat tekan bata ringan dengan penambahan kapur tohor 9% dan abu vulkanik 45% memiliki nilai kuat tekan lebih baik sebesar 0,06 MPa dibandingkan dengan bata ringan konvensional.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Penelitian dengan pemanfaatan kapur tohor dan abu vulkanik pada pembuatan bata ringan memperoleh hasil yang optimum pada variasi D dengan substitusi kapur tohor 9% dari kebutuhan semen dan abu vulkanik 45% dari kebutuhan. Memperoleh hasil pengujian densitas  $956 \text{ kg/m}^3$ , hasil pengujian daya serap air 17%, dan hasil pengujian kuat tekan 2,1 Mpa.
- 2) Hasil pengujian densitas pada seluruh variasi telah memenuhi SNI 8640-2018 dengan ketentuan berat sebesar  $800\text{-}1000 \text{ kg/m}^3$ . Pengujian densitas memperoleh nilai terendah pada variasi B sebesar  $882 \text{ kg/m}^3$  dan nilai tertinggi pada variasi D sebesar  $956 \text{ kg/m}^3$ . Kenaikan nilai densitas tersebut dipengaruhi oleh peningkatan persentase substitusi abu vulkanik di setiap variasi.
- 3) Hasil pengujian daya serap air pada seluruh variasi telah memenuhi SNI 8640-2018 dengan ketentuan penyerapan air  $\leq 25\%$ . Diperoleh hasil pengujian dengan nilai daya serap terendah pada variasi D sebesar 17%, sedangkan nilai daya serap tertinggi pada variasi B sebesar 22%. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa korelasi nilai daya serap air dan nilai densitas berbanding terbalik. Karena apabila bata ringan tersebut mempunyai densitas tinggi, maka akan memiliki kerapatan yang lebih baik.
- 4) Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa variasi A, C, D memenuhi SNI 8640-2018 yang memiliki nilai kuat tekan rata-rata minimum sebesar 2 MPa. Pada pengujian ini diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada variasi D sebesar 2,08 MPa, sedangkan variasi B memiliki nilai 1,88 MPa yang artinya variasi tersebut tidak memenuhi syarat SNI 8640-2018.

#### Referensi

- Badan Standarisasi Nasional. 2018. SNI 8640-2018 Spesifikasi Bata Ringan Untuk Pasangan Dinding. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. SNI 03-1968-1990 Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989 Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. Jakarta.
- Jusi, Ulfa. dkk. 2021. Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Sifat Mekanis Bata Ringan. Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru Riau.
- Ningrum, Devy K. Sofianto, Mochamad F. 2018. 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. Universitas Negeri Surabaya.
- Wibowo, J., Habsya, C., & Sumarni, S. 2015. Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Bata Beton Ringan Foam Ditinjau Dari Kuat Tekan, Berat Jenis Dan Hambat Panas. Fkip, Universitas Sebelas Maret. 4.