

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan metode studi literatur melalui referensi jurnal terdahulu yang memiliki keterikatan dengan penelitian ini. Penelitian ini juga menggunakan metode eksperimen. Percobaan yang dilakukan yaitu dengan membuat bata ringan berbentuk kubus berukuran 15x15x15 cm dengan 4 variasi yang masing-masing memiliki kadar campuran yang berbeda. Pada 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.

3.1.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan kapur tohor sebagai bahan pengganti semen dan abu vulkanik sebagai bahan pengganti pasir. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan proses *trial mix* untuk mendapatkan komposisi variasi yang akan digunakan dalam produksi bata ringan. Pengerjaan *trial mix* bata ringan dengan menggunakan bahan antara lain: pasir, semen, air, kapur, *foaming agent*, abu kayu, dan abu vulkanik. Eksperimen yang dilakukan yaitu dengan membuat bata ringan dalam bentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan benda uji pembuatan sampel dengan ukuran 60 cm x 20 cm x 7,5 cm sebagai prototipe.

3.2 Desain Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

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.

3.2.2 Analisa Data Penelitian

Data hasil pemeriksaan bahan dan pengujian bata ringan dilakukan dengan penyusunan dalam penyajian tabel dan grafik.

3.2.3 Sampel dan Jumlah Benda Uji

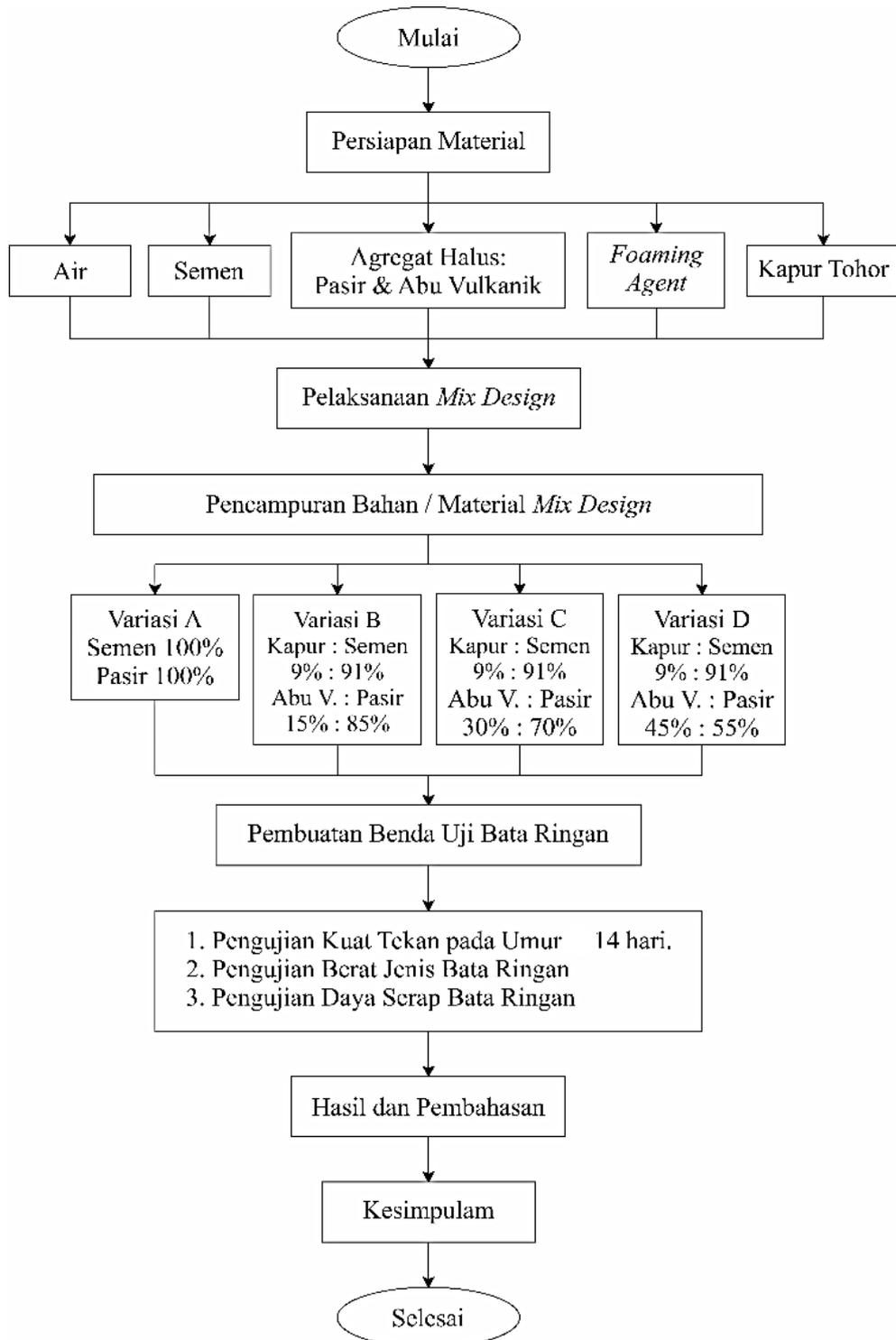
Sampel dalam penelitian ini merupakan variasi campuran bata ringan dengan menggunakan penambahan kapur tohor dan abu vulkanik. Total sampel yang digunakan berjumlah 20 benda uji dengan jumlah dari masing – masing sampel 5 benda uji per satu variasi. Adapun rincian sampel dapat dilihat pada tabel 3. 1 berikut ini.

Tabel 3. 1 Rincian Benda Uji

	Presentase 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
Total sampel					20 Buah

3.2.4 Alur Pengujian

Berikut adalah gambaran dari diagram alur penelitian :



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol. Pada Penelitian ini variabel bebas dapat mengakibatkan perubahan pada variabel terikat. Variabel terikat adalah variabel yang dapat dipengaruhi oleh variabel bebas. Sementara itu variabel terkontrol adalah variabel yang mengontrol agar hasil dari variabel bebas dengan variabel terikat tidak dapat dipengaruhi oleh faktor diluar penelitian.

3.3.1 Variabel Bebas

Penelitian ini menggunakan variasi abu vulkanik dan kapur tohor sebagai variabel bebas. Bahan tersebut menjadi substitusi agregat halus pengganti sebagian penggunaan pasir. Variasi penambahan abu vulkanik sebagai berikut:

- Abu vulkanik 0% dan kapur tohor 0%
- Abu vulkanik 15% dan kapur tohor 9%
- Abu vulkanik 30% dan kapur tohor 9%
- Abu vulkanik 45% dan kapur tohor 9%

3.3.2 Variabel Terikat

Penelitian ini menggunakan variabel terikat dengan beberapa jenis pengujian yang dilakukan pada bata ringan, pengujian tersebut antara lain:

- Pengujian berat jenis bata ringan.
- Pengujian daya serap air pada bata ringan.
- Pengujian kuat tekan bata ringan.

3.3.3 Variabel Terkontrol

- Bata ringan penelitian ini menggunakan komposisi semen, pasir, air, *foam agent*, kapur tohor, dan abu vulkanik.
- Komposisi perbandingan semen dan pasir sebesar 1:4
- Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm (SNI 8640-2018).

- Abu Vulkanik digunakan sebagai substitusi pasir, dicampur dengan kadar 15%, 30%, dan 45% dari berat pasir.
- Kapur tohor digunakan sebagai substitusi semen, dicampur dengan kadar 9% dari berat semen.
- Bahan yang digunakan dicampur secara manual.
- Proses pengeringan alami menggunakan sinar matahari hingga kering.

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Saringan

Saringan digunakan untuk memisahkan antar butir setiap ukuran agregat sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3. 2 Saringan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- *Shieve shaker*

Shieve shaker digunakan untuk menggetarkan saringan agar setiap butir agregat didalam saringan terpisah sesuai ukurannya.



Gambar 3. 3 Shieve saker
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Pan

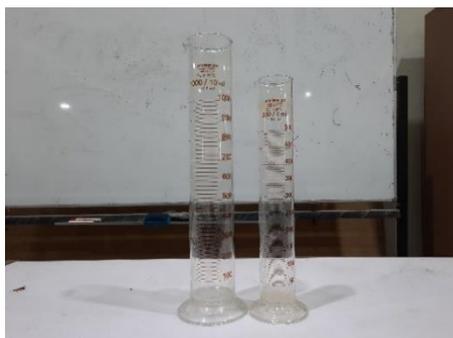
Pan digunakan untuk mewadahi agregat yang sudah bersih dan siap ditimbang.



Gambar 3. 4 Pan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar pemakaian foam dan sebagai wadah pengujian zat organik pada pasir.



Gambar 3. 5 Gelas Ukur
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Timbangan digital

Timbangan digunakan untuk menghitung berat pemakaian material dan menimbang berat benda uji.



Gambar 3. 6 Timbangan Digital
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan benda uji bata ringan dalam pengujian densitas dan daya serap air.



Gambar 3. 7 Oven
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Ember

Ember digunakan untuk menampung material sebelum dimasukkan kedalam *Concrete mixer* untuk diaduk menjadi adonan.



Gambar 3. 8 Ember
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- *Mixer*

Mixer digunakan untuk mengaduk foam agar membuat busa yang akan dicampurkan kedalam adonan bata ringan.



Gambar 3. 9 Mixer
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Cetakan kubus

Cetakan dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm dipakai untuk membentuk adonan bata ringan menjadi benda uji.



Gambar 3. 10 Cetakan Kubus
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Minyak

Minyak digunakan untuk melumasi dinding cetakan agar saat cetakan dilepas adonan tidak lengket dengan cetakan.



Gambar 3. 11 Minyak
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- *Concrete mixer*

Concrete mixer digunakan untuk mencampur seluruh material menjadi adonan bata ringan yang siap cetak



Gambar 3. 12 Concrete Mixer
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Cetok

Cetok digunakan untuk mengambil adonan bata ringan kedalam cetakan benda uji dan cetakan bata ringan.



Gambar 3. 13 Cetok
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Palu

Palu digunakan untuk mengetok cetakan agar adonan menjadi padat sehingga tidak ada rongga di dalam cetakan.



Gambar 3. 14 Palu
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Cetakan Bata Ringan

Cetakan digunakan untuk membuat benda prototip dengan dimensi 60 cm x 20 cm x 7,5 cm.



Gambar 3. 15 Cetakan Prototipe
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Pita ukur

Pita ukur digunakan untuk mengukur papan yang akan digunakan untuk cetakan bata ringan.



Gambar 3. 16 Pita Ukur
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Kompor

Kompor digunakan untuk memanaskan dalam pengeringan pasir dan abu vulkanik agar material tersebut kering sempurna.



Gambar 3. 17 Kompor
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen

Semen merupakan bahan pengikat yang ditujukan agar bahan campuran lainnya dapat mengeras menjadi bentuk yang keras dan permanen.



Gambar 3. 18 Semen

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Pasir

Pasir adalah material yang terdiri dari partikel batuan yang sudah terpecah secara halus. Pasir digunakan sebagai bahan penyusun dalam bata ringan.



Gambar 3. 19 Pasir

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Air

Air digunakan dalam pembuatan bata ringan agar terjadi proses pemadatan dengan semen sebagai pengikat serta mempermudah pengerjaannya.



Gambar 3. 20 Air

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- *Foam Agent*

Foam agent berfungsi sebagai pembuat busa dalam adonan bata ringan dan memiliki kualitas tinggi sebagai bahan material bata ringan CLC.



Gambar 3. 21 Foam Agent

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Kapur Tohor

Kapur tohor adalah pecahan dari batu gamping yang dipanaskan yang mempunyai daya rekat dan berfungsi sebagai bahan substitusi semen.



Gambar 3. 22 Kapur Tohor

(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Abu Vulkanik

Abu vulkanik merupakan bahan yang berasal dari aktivitas vulkanis dan mempunyai kandungan mikrosilika dan berfungsi sebagai bahan substitusi pasir.



Gambar 3. 23 Abu Vulkanik
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

3.5 Pembuatan Benda Uji

3.5.1 Persiapan Bahan Penyusun Bata ringan

Tujuan mempersiapkan bahan – bahan dalam penyusunan bata ringan adalah untuk meminimalisir kesalahan apabila terjadi kekurangan atau kesalahan pemakaian bahan material yang berisiko menurunkan kualitas bata ringan atau bahkan gagal dalam pembuatan bata ringan. Dalam persiapan bahan penyusun pada bata ringan ini meliputi menyediakan alat serta bahan material yang digunakan sesuai dengan kualitas yang sudah direncanakan.

3.5.2 Pemeriksaan Kualitas Kapur Tohor

Penggunaan kapur tohor dalam bahan substitusi pembuatan bata ringan bertujuan untuk mengetahui keadaan kapur tohor seperti kadar air sehingga tidak ada penggumpalan pada kapur tohor.

3.5.3 Pemeriksaan Kualitas Abu Vulkanik

Pemeriksaan terhadap abu vulkanik dilakukan untuk mengetahui kadar air, besaran butir agregat pada abu vulkanik.

3.5.4 Perencanaan *Mix Design* Benda Uji

Mix Design merupakan proses merancang bahan material dan menentukan komposisi yang tepat dalam pembuatan bata ringan. Perhitungan komposisi pada *mix design* ini menggunakan perhitungan dari jurnal sebelumnya yang berjudul “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”. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan semen dan pasir 1 : 4 dengan FAS (Faktor Air Semen) sebanyak 0,5 serta penggunaan *foam agent* sebanyak 40% dari volume benda uji. Dalam penggunaan *foam agent* menggunakan perbandingan sebesar 1 (*foam agent*) : 20 (air) yang sudah sesuai dengan anjuran pakai yang tertera dalam produk *foam agent*. Dalam penentuan variasi kapur tohor menggunakan referensi dari jurnal sebelumnya yang berjudul “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”. Dalam penelitian tersebut, variasi penambahan kapur tohor pada beton ringan adalah 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% terhadap berat semen. Dan didapatkan hasil bahwa penambahan kapur tohor dengan variasi sebesar 9% adalah hasil paling optimum terhadap pengujian kuat tekan serta daya serap air. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan variasi dari kapur tohor sebesar 9% dengan melihat hasil terhadap pengujian kuat tekan serta daya serap air yang didapatkan dari jurnal sebelumnya. Lalu dalam penentuan variasi abu vulkanik menggunakan referensi dari jurnal sebelumnya dengan judul “Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Bata Beton Ringan Foam Ditinjau Dari Kuat Tekan, Berat Jenis Dan Hambat Panas”. Dalam penelitian tersebut, variasi penambahan abu vulkanik sebesar 0%, 20%, 40%, dan 60% terhadap berat pasir. Dan didapatkan nilai kuat tekan maksimal dan berat jenis minimal terdapat pada variasi 60% yaitu variasi dengan campuran abu vulkanik paling tinggi dengan variasi lainnya. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan campuran abu vulkanik dengan interval 0%, 15%, 30%, dan 45%. Dan diharapkan dalam penelitian ini dengan menggabungkan hasil optimum dari 2 jurnal sebelumnya mendapatkan nilai kuat tekan, daya serap air, dan massa jenis paling optimal sesuai dengan ketentuan SNI 8640-2018.

Perhitungan *mix design* adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume benda uji} = 15 \times 15 \times 15 = 3.375 \text{ cm}^3$$

1. Variasi A

- Semen
(berat jenis 1,25 gr/ cm³)
Berat yang digunakan
- Kapur tohor
- Pasir
(berat jenis 1,6 gr/ cm³)

$$= 1/5 \times \text{Volume wadah}$$

$$= 1/5 \times 3.375 \text{ cm}^3$$

$$= 675 \text{ cm}^3$$

$$= 675 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 843,75 \text{ gr} \approx 844 \text{ gr}$$

$$= 0 \text{ gr}$$

$$= 4/5 \times \text{Volume wadah}$$

$$= 4/5 \times 3.375 \text{ cm}^3$$

$$= 2.700 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat yang digunakan} = 2.700 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 4.320 \text{ gr}$$

- Abu Vulkanik
- Air (0,5)
- *Foaming agent* + air

$$= 0 \text{ gr}$$

$$= 0,5 \times \text{semen}$$

$$= 0,5 \times 675$$

$$= 337,5 \text{ ml}$$

$$= \frac{40}{100} \times 3.375 = 1.350 \text{ ml}$$

$$\text{Perbandingan } \textit{foam} \text{ dan air} = 1 : 20$$

- *Foam*
- Air

$$= \frac{1}{21} \times 1.350 = 64,28 \approx 65 \text{ ml}$$

$$= \frac{20}{21} \times 1.350 = 1.285,71 \approx 1.285 \text{ ml}$$

2. Variasi B

- Semen
(berat jenis 1,25 gr/ cm³)
Berat yang digunakan
- Kapur tohor
- Pasir
(berat jenis 1,6 gr/ cm³)

$$= 1/5 \times \text{Volume wadah}$$

$$= 1/5 \times 3.375 \text{ cm}^3$$

$$= 675 \text{ cm}^3$$

$$= 675 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 843,75 \text{ gr} \approx 844 \text{ gr}$$

$$= 844 \text{ gr} \times \frac{91}{100} = 768,04 \text{ gr} \approx 768 \text{ gr}$$

$$= 844 \text{ gr} - 768 \text{ gr} = 76 \text{ gr}$$

$$= 4/5 \times \text{Volume wadah}$$

$$= 4/5 \times 3.375 \text{ cm}^3$$

$$= 2.700 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat yang digunakan} = 2.700 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3$$

$$\begin{aligned}
&= 4.320 \text{ gr} \\
&= 4.320 \times \frac{85}{100} = 3.672 \text{ gr} \\
- \text{ Abu Vulkanik} &= 4.320 \text{ gr} - 3.672 \text{ gr} = 648 \text{ gr} \\
- \text{ Air (0,5)} &= 0,5 \times \text{semen} \\
&= 0,5 \times 675 \\
&= 337,5 \text{ ml} \\
- \text{ Foaming agent + air} &= \frac{40}{100} \times 3.375 = 1.350 \text{ ml} \\
\text{Perbandingan foam dan air} &= 1 : 20 \\
- \text{ Foam} &= \frac{1}{21} \times 1.350 = 64,28 \approx 65 \text{ ml} \\
- \text{ Air} &= \frac{20}{21} \times 1.350 = 1.285,71 \approx 1.285 \text{ ml}
\end{aligned}$$

3. Variasi C

$$\begin{aligned}
- \text{ Semen} &= 1/5 \times \text{Volume wadah} \\
&\text{(berat jenis } 1,25 \text{ gr/ cm}^3\text{)} &= 1/5 \times 3.375 \text{ cm}^3 \\
&&= 675 \text{ cm}^3 \\
\text{Berat yang digunakan} &= 675 \text{ cm}^3 \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\
&= 843,75 \text{ gr} \approx 844 \text{ gr} \\
&= 844 \text{ gr} \times \frac{91}{100} = 768,04 \text{ gr} \approx 768 \text{ gr} \\
- \text{ Kapur tohor} &= 844 \text{ gr} - 768 \text{ gr} = 76 \text{ gr} \\
- \text{ Pasir} &= 4/5 \times \text{Volume wadah} \\
&\text{(berat jenis } 1,6 \text{ gr/ cm}^3\text{)} &= 4/5 \times 3.375 \text{ cm}^3 \\
&&= 2.700 \text{ cm}^3 \\
\text{Berat yang digunakan} &= 2.700 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3 \\
&= 4.320 \text{ gr} \\
&= 4.320 \times \frac{70}{100} = 3.024 \text{ gr} \\
- \text{ Abu Vulkanik} &= 4.320 \text{ gr} - 3.024 \text{ gr} = 1.296 \text{ gr} \\
- \text{ Air (0,5)} &= 0,5 \times \text{semen} \\
&= 0,5 \times 675 \\
&= 337,5 \text{ ml} \\
- \text{ Foaming agent + air} &= \frac{40}{100} \times 3.375 = 1.350 \text{ ml} \\
\text{Perbandingan foam dan air} &= 1 : 20 \\
- \text{ Foam} &= \frac{1}{21} \times 1.350 = 64,28 \approx 65 \text{ ml} \\
- \text{ Air} &= \frac{20}{21} \times 1.350 = 1.285,71 \approx 1.285 \text{ ml}
\end{aligned}$$

4. Variasi D

- Semen (berat jenis 1,25 gr/ cm³)
 - = 1/5 x Volume wadah
 - = 1/5 x 3.375 cm³
 - = 675 cm³
 - Berat yang digunakan = 675 cm³ x 1,25 gr/cm³
 - = 843,75 gr ≈ 844 gr
 - = 844 gr x $\frac{91}{100}$ = 768,04 gr ≈ 768 gr
- Kapur tohor = 844 gr – 768 gr = 76 gr
- Pasir (berat jenis 1,6 gr/ cm³)
 - = 4/5 x Volume wadah
 - = 4/5 x 3.375 cm³
 - = 2.700 cm³
 - Berat yang digunakan = 2.700 cm³ x 1,6 gr/cm³
 - = 4.320 gr
 - = 4.320 x $\frac{55}{100}$ = 2.376 gr
- Abu Vulkanik = 4.320 gr – 3.376 gr = 1.944 gr
- Air (0,5) = 0,5 x semen
- = 0,5 x 675
- = 337,5 ml
- *Foaming agent* + air = $\frac{40}{100}$ x 3.375 = 1.350 ml
- Perbandingan *foam* dan air = 1 : 20
- *Foam* = $\frac{1}{21}$ x 1.350 = 64,28 ≈ 65 ml
- Air = $\frac{20}{21}$ x 1.350 = 1.285,71 ≈ 1.285 ml

Rekapitulasi hasil perhitungan *mix design* setiap variasi terdapat dalam tabel 3. 2.

Tabel 3. 2 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</i> + Air	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

3.5.5 Perencanaan Jumlah Sampel Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan benda uji untuk menguji massa jenis, daya serap air, dan kuat tekan. Maka dari itu diperlukan beberapa sampel benda uji untuk pengujian tersebut. Terdapat 5 jumlah benda uji yang digunakan pada setiap variasi bata ringan dengan total sampel berjumlah 20 benda uji. Adapun rincian sampel benda uji yang disajikan pada tabel 3. 3 berikut.

Tabel 3. 3 Rincian Sampel Benda Uji

Variasi	Presentase 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
Total sampel					20 Buah

3.5.6 Proses Pembuatan Benda Uji

a. Persiapan bahan penyusun bata ringan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*)
Bahan material penyusun bata ringan CLC diantaranya adalah pasir, semen, air, dan *foam agent* sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan dengan perbandingan 1 (semen) : 4 (pasir) dengan FAS sebesar 0,5, bahan substitusi kapur tohor sebesar 9% terhadap berat semen dan abu vulkanik sebesar 0%, 15%, 30%, dan 45% terhadap berat pasir, serta penggunaan *foam agent* sebanyak 40% dari volume benda uji.

- Pengamatan kapur tohor secara visual.



Gambar 3. 24 Pengamatan Terhadap Kapur Tohor
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Penyaringan kapur tohor agar lolos ayakan 200 (0,075 mm).



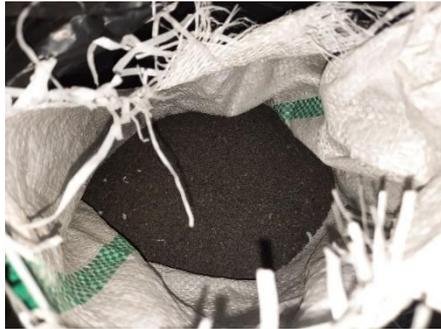
Gambar 3. 25 Pengayakan Kapur Tohor
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Menimbang dan menyiapkan kapur tohor yang telah lolos saringan 200 (0,075 mm) sesuai kebutuhan yang sudah dihitung pada perhitungan *mix design* untuk setiap variasinya



Gambar 3. 26 Menimbang Kapur Tohor
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Pencarian dan pengumpulan abu vulkanik.



Gambar 3. 27 Pencarian dan Pengumpulan Abu Vulkanik
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Pengeringan abu vulkanik dengan cara dipanaskan menggunakan kompor sampai air yang berada di dalam abu vulkanik menguap sepenuhnya.



Gambar 3. 28 Mengeringkan Abu Vulkanik dengan Kompor
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Penyaringan abu vulkanik agar lolos ayakan dengan ukuran 2,40 mm.



Gambar 3. 29 Pengayakan Abu Vulkanik dengan *Shieve Saker*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Menimbang serta menyiapkan abu vulkanik yang telah lolos saringan dengan ukuran 2,40 mm sesuai kebutuhan *mix design* setiap variasi.



Gambar 3. 30 Menimbang Abu Vulkanik
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Keringkan Pasir dengan menggunakan kompor sampai seluruh air didalamnya menguap.



Gambar 3. 31 Mengeringkan Pasir dengan Kompor
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Ayak pasir yang sudah dikeringkan hingga lolos ayakan ukuran 2,40 mm.



Gambar 3. 32 Proses Mengayak Pasir
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Timbang pasir sesuai kebutuhan setiap variasinya.



Gambar 3. 33 Proses menimbang Pasir sesuai kebutuhan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Timbang semen sesuai kebutuhan yang telah dihitung sebelumnya pada setiap variasi.



Gambar 3. 34 Proses menimbang Semen sesuai kebutuhan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Menyiapkan *foam agent* sesuai kebutuhan yang tertera pada perhitungan *mix design* untuk setiap variasinya.



Gambar 3. 35 Menyiapkan *Foam Agent*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Menyiapkan air sesuai kebutuhan setiap variasi.



Gambar 3. 36 Menyiapkan Air
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Mencampurkan air dengan foam agent lalu diaduk menggunakan *mixer*.



Gambar 3. 37 Pencampuran Air dengan Foam
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Aduk campuran air dan foam sampai busanya keluar.



Gambar 3. 38 Campuran Air dan *Foam Agent* yang sudah mengeluarkan busa
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

b. Pencampuran Bahan

Mencampurkan bahan material yang sudah disiapkan menjadi adonan bata ringan dengan menggunakan mesin *concrete mixer*.

- Memasukkan pasir yang sudah disiapkan ke dalam *concrete mixer*.



Gambar 3. 39 Memasukkan Pasir ke dalam *Concrete Mixer*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Masukkan semen yang sudah disiapkan ke dalam *concrete mixer*.



Gambar 3. 40 Memasukkan Semen ke dalam *Concrete Mixer*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Masukkan kapur tohor yang sudah disiapkan ke dalam *concrete mixer*.



Gambar 3. 41 Memasukkan Kapur Tohor ke dalam *Concrete Mixer*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Masukkan abu vulkanik yang sudah disiapkan ke dalam *concrete mixer*.



Gambar 3. 42 Memasukkan Abu Vulkanik ke dalam *Concrete Mixer*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Masukkan air yang telah disiapkan ke dalam *concrete mixer*.



Gambar 3. 43 Memasukkan Air ke dalam *Concrete mixer*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Tunggu beberapa saat sampai adonan bata ringan tercampur merata. Lalu, masukkan busa dari *foam agent* secara bertahap ke dalam *concrete mixer*.



Gambar 3. 44 Masukkan Busa ke dalam *Concrete Mixer*
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

- Tunggu adonan bata ringan sampai tercampur merata dan mengembang sempurna.



Gambar 3. 45 Mengaduk adonan Bata RIngan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

c. Pencetakan bata ringan

Adonan yang telah tercampur dan mengembang sepenuhnya lalu dituang ke dalam cetakan kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan cetakan bata ringan dengan ukuran 60 cm x 20 cm x 7,5 cm dengan menggunakan cetok lalu diketok sekeliling cetakan menggunakan palu untuk menghindari rongga yang tidak terisi adonan bata ringan di dalam cetakkannya. Lalu diratakan sampai merata pada bagian atasnya. Beri keterangan setiap sampel benda uji sesuai dengan variasinya masing – masing.



Gambar 3. 46 Proses Pencetakan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

d. Proses pengeringan bata ringan.

Pengeringan dilakukan dengan menjemur bata ringan dengan bantuan sinar matahari hingga kering.



Gambar 3. 47 Proses Pengeringan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

e. Pelepasan cetakan pada bata ringan

Pelepasan cetakan dapat dilakukan ketika bata ringan sudah berumur 1 hari. Pembongkaran cetakan dilakukan secara perlahan dan hati-hati agar tidak merusak bata ringan.



Gambar 3. 48 Pelepasan cetakan Bata Ringan
(Sumber : Dokumentasi Penulis)

f. Perawatan benda uji

Pembuatan bata ringan CLC (*Cellular Lightweight Concrete*) harus dilakukan perawatan dengan proses curing untuk menjaga kualitas mutu bata ringan tujuannya untuk menjaga kelembaban bata ringan CLC. Proses curing yang dilakukan terhadap bata ringan CLC ini dengan cara menyemprotkan air pada setiap permukaan bata ringan secara teratur atau menutup bata dengan kain basah proses curing dilakukan selama minimal 7 hari.

3.6 Pengujian Benda Uji Bata Ringan CLC

Pengujian dalam penelitian bata ringan ini dilakukan ketika bata ringan berumur 14 hari. Pada penelitian pengujian yang dilakukan adalah pengujian massa jenis (densitas), pengujian daya serap air (porotisitas), dan pengujian kuat tekan pada setiap variasi.

3.6.1 Pengujian Massa Jenis (Densitas)

Massa jenis (porotisitas) merupakan massa yang terdapat dalam satuan volume. Densitas biasa disebut berat jenis atau kerapatan bahan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung massa jenis menurut SNI 8640-2018 adalah :

- Bobot Isi Nominal (BI) $= (B_A/V) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Keterangan :

B_A = berat awal benda uji (gr)

V = Volume (cm^3)

Proses pengujian massa jenis dilakukan dengan cara berikut :

a. Persiapan Benda Uji

Siapkan sampel benda uji yang akan dilakukan pengujian. Pastikan benda uji dalam kondisi kering dan bersih bebas dari kotoran atau partikel yang dapat mempengaruhi proses pengujian massa jenis.

b. Pengukuran Benda Uji

Persiapkan benda uji lalu dilakukan pengukuran dari dimensi benda uji bata ringan meliputi panjang (P), lebar (L), dan tinggi (T) dengan menggunakan pita ukur. Pastikan pengukuran benda uji dilakukan dengan akurat serta dilakukan pencatatan setiap variasi.

c. Penimbangan Benda Uji

Lakukan penimbangan terhadap benda uji untuk mengetahui berat awal pada setiap benda uji.

d. Perhitungan Benda Uji

Hitung hasil pencatatan dari pengukuran dimensi benda uji bata ringan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

Keterangan :

P = Panjang (cm)

L = Lebar (cm)

T = Tinggi (cm)

e. Perhitungan Massa Jenis

Pada perhitungan massa jenis dilakukan dengan menggunakan rumus :

- Bobot Isi Nominal (BI) = $(B_A/V) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Keterangan :

B_A = berat awal benda uji (gr)

V = Volume (cm^3)

f. Hasil dan Analisis Pengujian

Pada saat pengujian harus dilakukan pencatatan agar terhindar dari kesalahan hasil tes masing – masing benda uji. Lalu, dilakukan identifikasi dengan membandingkan hasil tes pada penelitian ini dengan ketentuan SNI 8640-2018. Tujuannya untuk mengetahui apakah bata ringan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan kualitas SNI 8640-2018 atau tidak. Jika hasil pengujian pada bata ringan berada pada batas maksimum yang ditetapkan, maka kemungkinan bata ringan terlalu berat. Sedangkan, jika massa jenis terlalu rendah maka kemungkinan bata ringan tidak cukup kuat.

3.6.2 Pengujian Daya Serap Air (Porotisitas)

Pengujian daya serap air atau porotisitas merupakan pengujian yang ditujukan untuk mengetahui seberapa besar bata ringan mampu menyerap kandungan air. Dalam pengujian porotisitas pada bata ringan dalam penelitian ini memakai standar dari SNI 8640-2018. Pengujian daya serap air memiliki rumus sebagai berikut :

- Porotisitas (%) = $\frac{Bia - Bio}{Bio} \times 100\%$

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)

Proses pelaksanaan pengujian daya serap air dilakukan dengan cara berikut :

a. Persiapan Benda Uji

Siapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian daya serap air.

b. Pengeringan Benda Uji

Keringkan benda uji menggunakan oven yang diatur pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ dengan waktu minimal 24 jam sampai dapat berat tetap pada benda uji. Berat tetap dapat tercapai apabila dengan selisih waktu 30 menit berat benda uji antar penimbangan tidak lebih dari 0,05 gr. Kemudian baru didapat berat tetapnya.

c. Perendaman Benda Uji

Lakukan perendaman terhadap benda uji dan dipastikan semua permukaan benda uji terendam sempurna. Lalu, rendam benda uji di dalam air selama $24 \text{ jam} \pm 30$ menit.

d. Penimbangan Benda Uji Basah

Keluarkan benda uji dari wadah perendaman dan keringkan permukaan benda uji dengan menggunakan kain. Lalu, timbang benda uji tersebut dan dilakukan pencatatan.

e. Perhitungan Benda Uji

Lakukan perhitungan pengujian daya serap air terhadap benda uji dengan menggunakan rumus :

$$\bullet \text{ Porosisitas (\%)} = \frac{Bia - Bio}{Bio} \times 100\%$$

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)

f. Hasil dan Analisis Pengujian

Pada saat pengujian dilakukan pencatatan agar tidak terjadi kesalahan data. Lalu hitung hasil rata – rata pengujian daya serap air pada setiap variasi dengan ketentuan syarat SNI 8640-2018.

3.6.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan bertujuan untuk memahami gaya tekan yang bekerja pada satuan luas permukaan yang menyebabkan benda uji hancur bila mendapatkan tekanan dengan jumlah tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Perhitungan yang digunakan untuk menghitung kuat tekan pada bata ringan mengikuti syarat SNI 8640-2018 adalah :

- Kuat tekan = P / A (MPa)

Keterangan :

P = beban tekan maksimum (Kgf atau N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

Proses pelaksanaan pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara berikut :

a. Persiapan Benda Uji

Persiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian. Benda uji dengan bentuk kubus yang mempunyai ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Bersihkan benda uji dari kotoran atau partikel yang menempel di benda uji.

b. Penempatan Sampel Benda Uji

Beri tanda masing – masing sampel benda uji sesuai dengan variasinya agar tidak saling tertukar. Ukur dimensi pada setiap sampel benda uji dengan ketelitian 1 mm serta dilakukan pencatatan. Letakkan sampel benda uji yang akan dilakukan pengujian pada plat atas dan bawah mesin uji kuat tekan. Pastikan letak benda uji berada ditengah – Tengah dan berada tegak lurus terhadap permukaan plat.

c. Pengujian Benda Uji

Pengujian mulai dilakukan dengan memulai peningkatan tekanan secara perlahan pada sampel benda uji melalui mesin uji kuat tekan. Tekanan akan bertambah secara terus menerus hingga sampel menjadi patah atau hancur.

d. Pencatatan Data

Selama proses pengujian harus dilakukan pencatatan hasil pengujian sesuai dengan sampel benda uji.

e. Identifikasi Hasil Pengujian

Lakukan perhitungan kuat tekan pada bata ringan dengan rumus sebagai berikut :

- Kuat tekan = ρ / A (MPa)

Keterangan :

P = beban tekan maksimum (Kgf atau N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

Hitung nilai rata – rata kuat tekan kemudian lakukan analisis hasil dengan perhitungan yang sudah diperoleh dengan membandingkan hasil yang didapatkan menurut standar SNI 8640-2018. Lalu, dapat disimpulkan apakah bata ringan memenuhi persyaratan atau tidak.

3.7 Rencana Output Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan mampu memanfaatkan penggunaan abu vulkanik yang sangat melimpah di sekitar kaki gunung Merapi dengan menghasilkan bata ringan CLC (*cellular lightweight concrete*) sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan SNI 8640-2018 yang dapat diproduksi secara umum. Rencana output penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hak Kekayaan Intelektual/Paten.

Produk bata ringan dengan bahan campuran kapur tohor dan abu vulkanik yang tercatat dalam Direktorat Jendral Kekayaan Intelektual Kementrian Hukum dan HAM.

2. Prototipe Bata Ringan.

Prototipe bata ringan dengan bahan campuran kapur tohor dan abu vulkanik dengan kualitas sesuai SNI 8640-2018.

3. Publikasi Jurnal Ilmiah Nasional dan Internasional.

Penelitian yang berisi inovasi tentang bata ringan dengan bahan substitusi kapur tohor dan abu vulkanik akan dipublikasikan ke dalam jurnal nasional dan internasional.

4. Publikasi Ilmiah di Jurnal Teknik Sipil.

Penelitian ini akan dipublikasikan ke dalam jurnal teknik sipil yang berisi inovasi bata ringan dengan bahan substitusi kapur tohor dan abu vulkanik.