

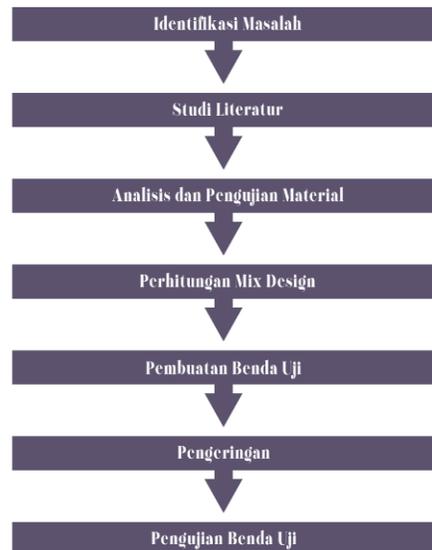
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode dari penelitian yang dilakukan dalam inovasi ini adalah metode eksperimen dengan mengurangi atau menambah persentase bahan yang akan menjadi variasi substitusi atau pengganti parsial semen dan agregat halus yang bertujuan agar setiap sampel sebanyak dengan menambahnya perubahan agregat ringan dalam beton. Percobaan dan penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan selama penelitian akan mengacu pada SNI 8640-2018.

#### 3.1 Diagram Alur

Alur pelaksanaan dalam pembuatan inovasi bata hebel ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 3. 1** Diagram Alur Penelitian

*Sumber : Dokument Pribadi*

### 3.2 Pemilihan Material dan Alat Pembuatan Benda Uji

1. Material bahan baku yang digunakan dalam pembuatan inovasi ini adalah sebagai berikut :

a. Semen

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



**Gambar 3. 2** Semen

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

b. Agregat halus (pasir)

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



**Gambar 3. 3** Agregat Halus (Pasir)

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

c. Air

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



**Gambar 3. 4** Air

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

d. Cacahan limbah plastik HDPE (*High Density Polyethelene*)

Cacahan plastik HDPE yang digunakan yaitu berupa bijih plastik berjenis HDPE berbentuk bulat pipih.



**Gambar 3. 5** Bijih Plastik HDPE

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

e. Limbah tulang ayam

Limbah tulang ayam yang digunakan merupakan tulang ayam yang telah melalui proses masak/ sudah menjadi limbah maupun tulang ayam dalam kondisi mentah. Tulang ayam yang digunakan bersih dari tulang rawan maupun daging yang masih menempel.



**Gambar 3. 6** Limbah Tulang Ayam

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

*f. Foaming agent*

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



**Gambar 3. 7** *Foaming Agent*

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

2. Alat pembuatan yang digunakan dalam pembuatan inovasi ini adalah sebagai berikut :

a. Mixer pengaduk/ pengaduk manual

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



**Gambar 3. 8** Mixer

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

b. Moulding

Cetakan bata berukuran 15x15x15 cm untuk cetakan benda uji dan untuk prototype bata ringan.



**Gambar 3. 9 Moulding**  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

3. Alat pengujian yang digunakan sebagai alat uji material adalah sebagai berikut:

a. Saringan

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



**Gambar 3. 10 Saringan**  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

b. Shieve shaker

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



**Gambar 3. 11 Shieve Shaker**  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

c. Pan

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



**Gambar 3. 12 Pan**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

d. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar pemakaian foam dan sebagai wadah pengujian zat organik pada pasir. Digunakan gelas ukur berkapasitas 250 ml dan 500 ml.



**Gambar 3. 13 Gelas Ukur**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

e. Timbangan Digital

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



**Gambar 3. 14 Timbangan Digital**

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

f. Oven

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



**Gambar 3. 15** Oven

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

g. Kompor

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



**Gambar 3. 16** Kompor

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

h. Cetok

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



**Gambar 3. 17** cetok

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

i. Palu

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



**Gambar 3. 18** Palu

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

j. Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur papan yang akan digunakan untuk cetakan bata ringan.



**Gambar 3. 19** Meteran

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

### **3.3 Metode Pembuatan Benda Uji**

#### **3.3.1 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. Persiapan material penyusun baya ringan, meliputi pemeriksaan :

### 3.3.2 Pemeriksaan Kualitas Pasir

Pemeriksaan material pasir meliputi pemeriksaan :

#### A. Pengecekan Kadar Air pada Agergat Halus

Pengecekan air pada agregat halus sesuai SNI 03-1971-1990 bertujuan untuk memperoleh nilai persentase kandungan air pada pasir dengan langkah sebagai berikut :

1. Menimbang cawan dan mencatat beratnya (W1)



**Gambar 3. 20** *Penimbangan Cawan*

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

2. Memasukkan pasir ke dalam cawan dan timbang (W2)
3. Menghitung berat pasir ( $W3 = W2 - W1$ )
4. Kemudian mengoven pasir selama 24 jam dengan suhu  $110^{\circ} \text{C}$ .



**Gambar 3. 21** *Pengovenan Pasir*

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

5. Menimbang cawan berisi pasir yang telah kering oven (W4)
6. Menghitung berat pasir kering ( $W5 = W4 - W1$ )
7. Menghitung kadar air agregat halus ( pasir).

$$\text{Kadar Air agregat} = (W3 - W5) / W5 \times 100\%$$

#### B. Pengecekan Gradasi Agregat Halus

Pengecekan gradasi pada agergat halus sesuai dengan SNI ASTM C136-2021 dengan tujuan untuk menentukan gradasi material dan mengklasifikasikan pasir menurut gradasi ukuran/ butirnya. Langkah yang dilakuakn sebagai berikut :

1. Mengambil sample pasir yang telah dioven seberat 1000 gr
2. Menyiapkan sieve yang telah disusun berdasarkan urutan diameternya, paling bawah adalah Pan dan paling atas sieve dengan diameter 4.75 mm.
3. Memasukan pasir pada saringan teratas kemudian tutup dan jepit susunan saringan tersebut lalu goncangkan dengan mesin sieve shaker selama 10 menit.
4. Mendingkan selama 5 menit untuk memberikan kesempatan debu-debu mengendap.



**Gambar 3. 22** Proses Shieve Shaker

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

5. Membuka saringan tersebut, kemudian timbang masing-masing saringan beserta isinya.
6. Menghitung berat agregat yang tertahan pada masing-masing saringan.

#### C. Pengecekan Kadar Organik Pasir

Pengecekan kadar organik dilakukan dengan menggunakan metode kocokan pasir dengan larutan NaOH 3% berdasarkan SNI S-04-1998-F. Berikut merupakan tahap pengecekan kadar organik pasir :

1. Memasukkan pasir lapangan lolos sieve no.4 kedalam botol organik sampai skala 150 ml.
2. Menuangkan larutan NaOH 3% kedalam botol organik sampai batas skala 300 ml, selanjutnya botol ditutup rapat.



**Gambar 3. 23** Menuang NaOH

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

3. Mengocok botol organik selama 15 menit.



**Gambar 3. 24** Kocok Botol Organik

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

4. Mendingkankan pada tempat yang tenang selama 24 jam.
5. Mengamati warna lautan yang ada diatas pasir, bandingkan dengan standard warna Hellige Tester.



**Gambar 3. 25** Amati Larutan Warna

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

#### D. Pengecekan Kadar Lumpur Pasir

Pengecekan kadar lumpur pasir dengan metode kocokan menggunakan pasir dan air berdasarkan SNI S-04-1998-F. Berikut merupakan langkah pengujian kadar lumpur pada pasir :

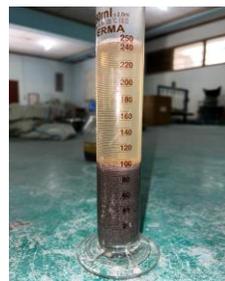
1. Memasukkan pasir yang sudah dioven dan lolos saringan no. 4 dalam gelas ukur 250 ml, sampai skala 100 ml dan diberi air sampai skala 250 ml, lalu ditutup dengan plastik.
2. Mengocok gelas ukur selama 15 menit dan didiamkan di tempat yang tenang selama 24 jam.



**Gambar 3. 26** Gelas ukur ditutup dengan Plastik

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

3. Kemudian, mengamati tinggi endapan lumpur = A ( gr) dan tinggi endapan pasir = B ( gr).



**Gambar 3. 27** Endapan Lumpur dalam gelas Ukur

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

4. Menghitung kadar lumpur pasir dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar lumpur} = (A-B) \times 100\%$$

A = skala lumpur dalam gelas ukur (ml)

$B =$  skala pasir dalam gelas ukur (ml)

#### E. Pengecekan Berat Jenis Pasir

Pengecekan berat jenis pasir berguna dalam mengetahui kekuatan pasir dalam mempengaruhi kualitas campuran bata atau mortar. Berikut merupakan tahap pengujian berat jenis pasir :

1. Mengambil sampel uji yang lolos saringan no. 4 seberat 300 gram.
2. Mengisi labu ukur dengan air suling sampai penuh lalu menimbang dan mengukur suhunya.



**Gambar 3. 28** Ukur Suhu Labu Ukur

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

3. Membuang air yang terdapat dalam labu tadi, kemudian masukkan pasir seberat 300 gram ke dalam labu ukur.
4. Menimbang labu ukur dan pasir, kemudian ukur suhunya.
5. Memasukkan air pada labu ukur berisi pasir tadi hingga mencapai garis batas pada leher labu ukur. Kemudian menutup labu ukur dan timbang.
6. Mendinginkan selama 24 jam pada suhu ruangan.



**Gambar 3. 29** Diamkan 24 Jam

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

7. Mengeluarkan pasir dan air dalam labu ukur ke dalam cawan dan

timbang



**Gambar 3. 30** Pengeluaran Pasir dalam Labu Ukur

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

8. Mengoven cawan berisi tadi selama 24 jam dengan suhu 110C
9. Mengeluarkan dan menimbang pasir setelah dioven tadi.



**Gambar 3. 31** Penimbangan Pasir setelah Dioven

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

10. Menghitung berat jenis pasir.

### **3.3.3 Pemeriksaan Kualitas Abu Tulang Ayam**

Persiapan bahan campuran tambahan abu tulang ayam, dengan proses :

1. Melakukan pembersihan limbah tulang ayam dengan cara merebus limbah tulang ayam agar tulang terlepas dari sisa daging yang masih menempel pada tulang.
2. Limbah tulang ayam yang telah bersih dari daging yang masih menempel tapi dikeringkan dengan cara dijemur atau dengan oven kemudian disangrai.
3. Menyangrai tulang ayam hingga menjadi abu.
4. Melakukan analisis butir dengan ketentuan lolos saringan nomor 200.

### **3.3.4 Pemeriksaan Kualitas Limbah Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*)**

Persiapan bahan campuran tambahan limbah plastik HDPE (*high density polyethylene*),

dengan proses :

1. Memilah limbah plastik HDPE yang masih layak digunakan.
2. Mencacah plastik HDPE
3. Pencacahan plastik dilakukan hingga sesuai syarat yaitu lolos saringan nomor
- 4.

### **3.3.4 Perencanaan Benda Uji dan *Mix Design***

Perencanaan *mix design* atau campuran dilakukan untuk dapat menentukan proporsi bahan yang digunakan dalam produksi bata hebel untuk menghasilkan bata hebel dengan kuat tekan yang diinginkan. Perhitungan komposisi pada *mix design* ini menggunakan referensi perhitungan dari jurnal yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap 30 Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Bata Beton Ringan Seluler Berbahan Dasar Bottom Ash”. Berdasarkan referensi, perbandingan semen dan pasir yang digunakan adalah 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 foaming agent.

Dalam penentuan variasi campuran parsial semen dengan abu tulang ayam menggunakan referensi dari jurnal sebelumnya yang berjudul “Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Abu Tulang Ayam sebagai Bahan Substitusi dari Berat Semen”. Dalam penelitian tersebut menyebutkan bahwa variasi penambahan abu tulang ayam dalam campuran parsial substitusi semen sebanyak 2.5% dan 5% meningkatkan kuat tekan pada beton. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan substitusi parsial semen dengan variasi campuran abu tulang sebanyak 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10% terhadap berat normal semen yang dibutuhkan.

Kemudian dalam penentuan variasi campuran parsial pasir dengan limbah plastik HDPE menggunakan beberapa referensi jurnal sebelumnya yang berjudul “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis Thermosetting terhadap Mutu Bata

Ringan (Hebel)”. Dalam penelitian tersebut menyebutkan bahwa variasi penambahan plastik dalam bata ringan setiap 1% sampai 10% menunjukkan kekuatan tekan rata-ratanya menurun dan optimal penggunaan campuran plastik pada hebel sebesar 1%. Sehingga, dalam penelitian ini menggunakan substitusi parsial pasir dengan variasi campuran plastik HDPE sebesar 0%, 0.4%, 0.8%, 1%, dan 1.2%.

Diharapkan dengan menggabungkan hasil optimum dari 2 jurnal sebelumnya mendapatkan nilai kuat tekan, daya serap air, dan massa jenis paling optimal sesuai SNI 8640-2018 dengan rekapitulasi sebagai berikut.

**Tabel 3. 1** Persentase Kandungan dalam Rancangan Jobmix Benda Uji

Sample Job Mix	Persentase Limbah Tulang Ayam dari semen	Persentase Limbah HDPE dari pasir
1	0	0
2	2.5	0.4
3	5	0.8
4	7.5	1
5	10	1.2

*Sumber : Penelitian terdahulu*

Rencana *mix design* pada penelitian ini adalah untuk pembuatan bata hebel dengan dimensi benda uji 15x15x15 cm berjumlah 15 buah dengan berat jenis yang direncanakan adalah 1300 kg/m<sup>3</sup> atau memiliki berat sekitar 3-4 kg perbata uji. Job mix design yang akan diuji berjumlah 5 jenis campuran sesuai Tabel 3.1 atau setiap campuran memiliki 3 sample yang komposisinya dijabarkan sebagai berikut.

Perhitungan *mix design* adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume benda uji} = 15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3$$

**1. Variasi 1 Normal :**

$$\begin{aligned} \text{- Semen} &= 1/5 \times \text{Volume wadah} \\ (\text{berat jenis } 1.25 \text{ gr/cm}^3) &= 1/5 \times 3375 \text{ cm}^3 \\ &= 675 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat semen yang digunakan} &= 675 \text{ cm}^3 \times 1.25 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 843.75 \text{ gr} \end{aligned}$$

- Abu Tulang Ayam = 0 gr
- Pasir =  $\frac{4}{5} \times \text{Volume wadah}$   
(berat jenis 1.6 gr/cm<sup>3</sup>) =  $\frac{4}{5} \times 3375 \text{ cm}^3$   
= 2700 cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir yang digunakan} &= 2700 \text{ cm}^3 \times 1.6 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 4320 \text{ gr} \end{aligned}$$

- Biji plastik HDPE = 0 gr

## 2. Variasi 2 :

- Semen = 843.75 – 21.0934 gr  
= 822.656 gr
- Abu tulang ayam = 2.5% x Kebutuhan semen normal  
= 2.5% x 843.75 gr  
= 21.084 gr
- Pasir = 4320 – 17.28 gr  
= 4302.72 gr
- Biji plastik HDPE = 0.4% x Kebutuhan pasir normal  
= 0.4% x 4320 gr  
= 17.28 gr

## 3. Variasi 3 :

- Semen = 843.75 – 42.1875  
= 801.56 gr
- Abu tulang ayam = 5% x Kebutuhan semen normal  
= 5% x 843.75 gr  
= 42.1875 gr
- Pasir = 4320 – 34.56 gr  
= 4285.44 gr
- Biji plastik HDPE = 0.8% x Kebutuhan pasir normal

$$= 0.8\% \times 4320 \text{ gr}$$

$$= 34.56 \text{ gr}$$

#### 4. Variasi 4 :

- Semen  $= 843.75 - 63.28 \text{ gr}$   
 $= 780.468 \text{ gr}$
- Abu tulang ayam  $= 7.5\% \times \text{Kebutuhan semen normal}$   
 $= 7.5\% \times 843.75 \text{ gr}$   
 $= 63.28 \text{ gr}$
- Pasir  $= 4320 - 43.2 \text{ gr}$   
 $= 4276.8 \text{ gr}$
- Biji plastik HDPE  $= 1\% \times \text{Kebutuhan pasir normal}$   
 $= 1\% \times 4320 \text{ gr}$   
 $= 43.2 \text{ gr}$

#### 5. Variasi 5 :

- Semen  $= 843.75 - 84.375$   
 $= 759.375 \text{ gr}$
- Abu tulang ayam  $= 10\% \times \text{Kebutuhan semen normal}$   
 $= 10\% \times 843.75 \text{ gr}$   
 $= 84.375 \text{ gr}$
- Pasir  $= 4320 - 51.84 \text{ gr}$   
 $= 4268.16 \text{ gr}$
- Biji plastik HDPE  $= 1.2\% \times \text{Kebutuhan pasir normal}$   
 $= 1.2\% \times 4320 \text{ gr}$   
 $= 51.84 \text{ gr}$

Rekapitulasi hasil perhitungan *mix design* setiap variasi terdapat dalam Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3. 2** Rencana Rancangan Job Mix Benda Uji

Variasi	Job Mix						Jumlah Sample (buah)
	Semen (gr)	Air (ml)	Pasir (gr)	Abu Tulang Ayam (gr)	Cacahan Plastik HDPE (gr)	Foaming Agent + Air (lt)	
1	843.75	337.5	4320	0	0	1350	3
2	822.65	337.5	4302.72	21.09	17.28	1350	3
3	801.56	337.5	4285.44	42.18	34.56	1350	3
4	780.468	337.5	4276.8	63.28	43.2	1350	3
5	759.375	337.5	4268.16	84.37	51.84	1350	3

*Sumber : Dokumen Pribadi*

Ketika kelima belas benda uji tadi mencapai umur 8 hari benda uji tadi akan diuji daya serap dan ketika berumur 14 hari benda uji akan diuji kekuatan tekannya masing masing sehingga akan mendapatkan daya serap rata-rata dan kuat tekan rata-ratanya.

### 3.3.5 Proses Pembuatan Benda Uji

1. Persiapan bahan penyusun bata ringan CLC (Cellular Lightweight Concrete).

Bahan material penyusun bata ringan (hebel) ini adalah pasir, semen, air, dan *foam agent* yang telah diuji kualitasnya sesuai dengan komposisi dan perhitungan yang telah ditentukan yaitu dengan perbandingan 1 semen : 4 pasir : 0,5 FAS : foam agent 40 % dari total volume benda uji. Selain itu, mempersiapkan bahan substitusi semen yaitu abu tulang ayam sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% dari berat semen normal dan substitusi pasir yaitu cacahan plastik HDPE sebesar 0%, 0.4%, 0.8%, 1%, dan 1.2% dari berat pasir normal.

- Melakukan persiapan pembersihan limbah tulang ayam dengan cara merebus limbah tulang ayam agar tulang terlepas dari sisa daging yang

masih menempel pada tulang. Limbah tulang ayam yang telah bersih dari daging yang masih menempel tapi dikeringkan dengan cara dijemur atau dengan oven kemudian disangrai.



**Gambar 3. 32** Proses Pengeringan Tulang Ayam  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Menyangrai dan menghancurkan tulang ayam hingga menjadi abu.



**Gambar 3. 33** Proses Sangrai dan Penghancuran Tulang  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Melakukan analisis butir dengan ketentuan lolos saringan nomor 200.



**Gambar 3. 34** Hasil Analisis Butir Abu  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Menyiapkan biji plastik HDPE dengan melakukan pengamatan visual dan lolos saringan nomor 4 (4.75 mm)



**Gambar 3. 35** Biji Plastik HDPE

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Menyiapkan pasir dilakukan dengan mengeringkan pasir dengan oven, dimasak, atau cahaya matahari.



**Gambar 3. 36** memasak pasir

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Mengayak pasir yang sudah dikeringkan hingga lolos ayakan nomor 16 (1.18 mm)



**Gambar 3. 37** mengayak pasir

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Menyiapkan semen dilakukan dengan pengamatan visual yaitu semen tidak menggumpal dan tidak basah.



**Gambar 3. 38** Persiapan Semen

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Menyiapkan *foaming agent* dilakukan dengan mengaduk rata foaming agent dengan air menggunakan mixer pengaduk hingga berbusa.



**Gambar 3. 39** Pengaktifan Foaming Agent

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Menimbang semua bahan-bahan tadi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.



**Gambar 3. 40** Bahan yang telah ditimbang

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

## 2. Pencampuran Bahan

Pencampuran bahan material yang sudah disiapkan menjadi adonan bata ringan dilakukan secara manual dengan menggunakan wadah dan spatula pengaduk.

- Memasukkan pasir, semen, abu tulang ayam, dan biji plastik HDPE ke

dalam wadah pencampuran.



**Gambar 3. 41** Pencampuran bahan yang telah ditimbang  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Memasukkan air secara bertahap dan mengaduk hingga adonan tercampur.



**Gambar 3. 42** Memasukkan air  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- Memasukkan *foam agent* ke dalam adonan dan mengaduk merata.



**Gambar 3. 43** Memasukkan foaming agent  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

### 3. Pencetakan Bata Ringan (Hebel)

Adonan yang telah tercampur tadi dituang ke dalam cetakan kubus berukuran 15x15x15 cm yang sebelumnya cetakan telah diolesi dengan oli. Setelah terisi

penuh, ketok bagian luar cetakan dengan palu untuk menghindari rongga yang tidak terisi oleh adonan bata ringan. Ratakan bagian atasnya dan beri keterangan pada masing-masing benda uji.



**Gambar 3. 44** Mencetak bata ringan

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

#### 4. Proses Pengeringan dan Pelepasan Cetakan

Pengeringan dilakukan dengan menggunakan cahaya matahari dan dilakukan pelepasan cetakan ketika bata ringan sudah berumur 1 hari/ 24 jam.



**Gambar 3. 45** pelepasan cetakan

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

#### 5. 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. Proses curing yang dilakukan terhadap bata ringan ini dengan cara menyemprotkan air pada setiap permukaan bata ringan secara teratur atau menutup bata dengan kain basah proses curing dilakukan selama minimal 3-7 hari.



**Gambar 3. 46** Curing  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

### 3.4 Metode Pengujian Benda Uji

Pada tahap ini diterapkan uji daya serap pada hari ke 8 dan uji kuat tekan bata hebel sesuai rencana pada umur mencapai 14 hari yang bertujuan untuk memperoleh angka kuat tekan, daya serap, dan mengetahui kemampuan sebuah bata ringan untuk mendapat gaya tekan di tiap permukaan luas. Berikut merupakan metode pengujian bata ringan atau bata hebel sesuai SNI 8640-2018

#### 1. Massa Jenis (Densitas)

- a. Menyiapkan 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.



**Gambar 3. 47** Sample Benda Uji  
*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- b. Melakukan penimbangan untuk mengetahui berat awal pada setiap benda uji.



**Gambar 3. 48** Penimbangan Benda Uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- c. Mengamati dan mencatat hasil dari pengujian densitas pada setiap variasi.

## 2. Daya Serap

Langkah-langkah dalam pengujian daya serap bata hebel dilakukan sebagai berikut :

- a. Membersihkan benda uji yang telah berumur 8 hari dari debu dan ditimbang beratnya.



**Gambar 3. 49** Penimbangan Benda Uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- b. Mengeringkan benda uji dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama minimal 24 jam sampai berat tetap. Berat tetap tercapai apabila selisih dua kali penimbangan dalam selang waktu 30 menit tidak lebih dari 0,05g.



**Gambar 3. 50** Benda Uji dalam Oven

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- c. Menimbang berat tetap benda uji.



**Gambar 3. 51** Penimbangan Benda Uji Setelah Oven

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- d. Mengukur kembali dimensi sebagai perhitungan volume benda uji.
- e. Merendam benda uji di dalam air selama 24 jam  $\pm$  30 menit. Seluruh benda uji harus terendam air. Bila benda uji terapung maka perlu diberikan beban agar benda uji tenggelam mencapai dasar.



**Gambar 3. 52** Perendaman Benda Uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- f. Mengeluarkan benda uji dari perendaman dan air yang berlebih dilap dengan kain basah.
- g. Menimbang benda uji tadi.



**Gambar 3. 53** Penimbangan Benda Uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- h. Menghitung menggunakan rumus penyerapan air sesuai SNI 8640-2018
- i. 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.

## 2. Daya Serap

Langkah-langkah dalam pengujian daya serap bata hebel dilakukan sebagai berikut :

- a. Membersihkan benda uji yang telah berumur 8 hari dari debu dan ditimbang beratnya.



**Gambar 3. 54** Timbang benda uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- b. Mengeringkan benda uji dalam oven pada temperatur  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama minimal 24 jam sampai berat tetap. Berat tetap tercapai apabila selisih dua kali penimbangan dalam selang waktu 30 menit tidak lebih dari 0,05g.



**Gambar 3. 55** Oven benda uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- c. Menimbang berat tetap benda uji.



**Gambar 3. 56** Timbang benda uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- d. Mengukur kembali dimensi sebagai perhitungan volume benda uji.
- e. Merendam benda uji di dalam air selama 24 jam  $\pm$  30 menit. Seluruh benda uji harus terendam air. Bila benda uji terapung maka perlu diberikan beban agar benda uji tenggelam mencapai dasar.



**Gambar 3. 57** rendam benda uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- f. Mengeluarkan benda uji dari perendaman dan air yang berlebih dilap dengan kain basah.
- g. Menimbang benda uji tadi.



**Gambar 3. 58** timbang benda uji

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- h. Menghitung menggunakan rumus penyerapan air sesuai SNI 8640-2018
- i. 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. Uji Kuat Tekan

Rumus nilai kuat tekan bisa diperoleh dengan melakukan proses beban maksimum pada saat benda uji hancur dibagi dengan luas penampang benda uji yang seperti disebutkan dalam (SNI 03-6825-2002). Berikut langkah-langkah dalam pengujian kuat tekan bata ringan :

- a. Mengukur kembali dimensi benda uji dengan ketelitian 1 mm.
- b. Menguji tekan dengan mesin penekan hidrolis. Arah penekan pada permukaan yang datar/ rata.



**Gambar 3. 59** Uji Kuat Tekan

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- c. Menekan secara bertahap dan pelan pelan dengan kecepatan pembebanan 0,1 MPa/detik hingga benda uji hancur.



**Gambar 3. 60** tekan hingga hancur

*Sumber : Dokumentasi Pribadi*

- d. Melakukan pada setiap benda uji hingga mendapatkan nilai rata-rata kuat tekan benda uji.
- e. Menghitung dan menganalisis sesuai dengan SNI 8640-2018

### 3.5 Output Rencana

Dalam penelitian ini diharapkan mampu memanfaatkan penggunaan abu tulang ayam dan plastik HDPE yang sangat melimpah di sekitar Semarang 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 abu tulang ayam dan abu vulkanik yang tercatat dalam Direktorat Jendral Kekayaan Intelektual Kementrian Hukum dan HAM.

2. *Prototype* Bata Ringan.

*Prototype* bata ringan dengan bahan campuran abu tulang ayam dan plastik HDPE dengan kualitas sesuai SNI 8640-2018. *Prototype* bata hebel dengan ukuran 15x15x15 cm berjumlah 15 dan 60x10x20 cm berjumlah 1 buah. Job mix design yang akan diuji berjumlah 5 jenis campuran atau setiap campuran memiliki 3 sample. *Prototype* bata hebel ini direncanakan dapat dikategorikan menjadi bata ringan kelas IB - IIB yang memiliki nilai kuat tekan antara 2-4 MPa sesuai dengan SNI 8640-2018.

3. Publikasi Jurnal Ilmiah Nasional dan Internasional.

Penelitian yang berisi inovasi tentang bata ringan dengan bahan substitusi abu tulang ayam dan plastik HDPE 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 abu tulang ayam dan plastik HDPE.