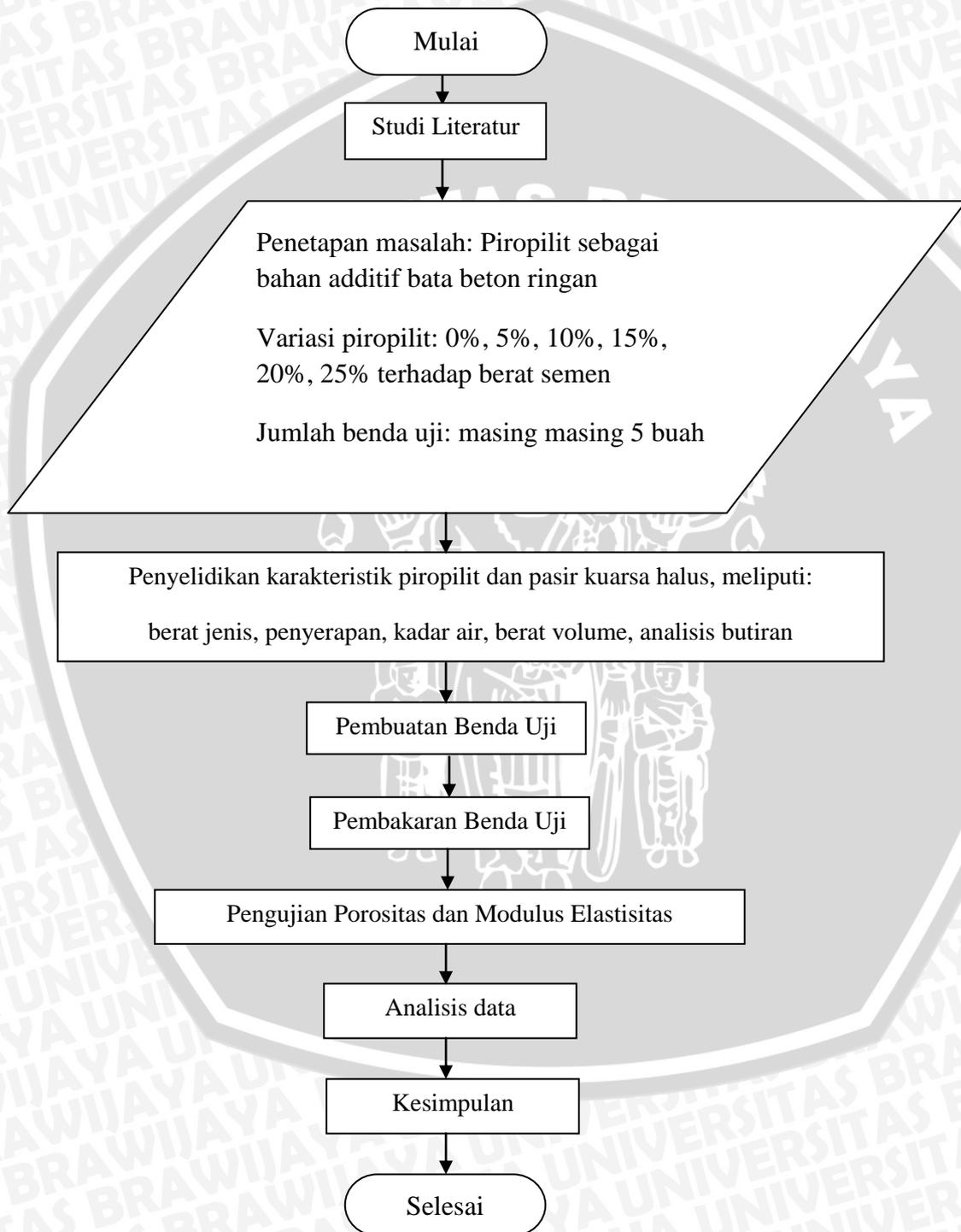


### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : Januari 2013 - Mei 2013.

Tempat : Pertambangan Piropilit di daerah Sumbermanjing, Malang Selatan, Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Universitas Brawijaya, dan PT. Banon Con Indonesia di Jalan Raya Semampir no. 94, Desa Sedati, Juanda, Sidoarjo.

### 3.3. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terukur adalah:

a. Variabel Bebas:

- Persentase campuran piropilit 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dari berat semen.

b. Variabel tak Bebas:

- Karakteristik bahan piropilit.
- Porositas hebel setelah pembakaran.
- Modulus elastisitas hebel setelah pembakaran (berdasarkan uji tegangan-regangan).
- Suhu pembakaran.
- Nilai optimum piropilit sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata beton ringan *pasca* pembakaran.

### 3.4. Identifikasi Benda Uji

Dalam penelitian ini akan dilakukan penambahan bahan piropilit ke dalam campuran bahan pembuat hebel sejumlah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Persentase tersebut berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai piropilit sebagai bahan tambah ke dalam beton, yang mampu meningkatkan kekuatan beton dengan penambahan piropilit sebesar 20%. (Prasetya, 2012)

Maka persentase penggunaan diambil seperti di atas dengan jumlah benda uji sebesar 5 buah berukuran  $60 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$  setiap persentase penggunaan tambahan bahan piropilit, dan variasi jumlah semen sejumlah yang sama. Maka total dari benda uji adalah sejumlah 30 buah.

**Tabel 3.1** Jumlah Benda Uji

Pengujian	Benda Uji	Jumlah Benda Uji untuk Tiap Persentase Piropilit sebagai Additif					
		0%	5%	10%	15%	20%	25%
Porositas setelah pembakaran	Hebel 60x20x10cm	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah

### 3.5. Analisis Bahan yang Digunakan

#### 1. Semen.

Jenis semen yang digunakan di dalam penelitian ini yakni Semen Gresik. Semen yang digunakan merupakan Semen Portland biasa yang merupakan semen tipe I.

#### 2. Pasir Lumajang.

Pasir Lumajang yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa yang berasal dari PT. Banon Con Indonesia.

#### 3. *Foaming Agent*.

*Foaming agent* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *foaming agent* yang berasal dari PT. Banon Con Indonesia.

#### 4. Piropilit.

Piropilit yang digunakan merupakan piropilit yang berasal dari penambangan batuan piropilit di daerah Sumbermanjing, Malang Selatan. Batuan piropilit ini akan digunakan sebagai *filler* pada campuran hebel tahan api, yakni bahan piropilit harus lolos saringan no. 200.

#### 5. Air.

Air yang digunakan merupakan air suling biasa yang memiliki PH normal, tidak terlalu asam dan tidak terlalu basa. Suhu air yang digunakan adalah suhu air normal.

### 3.6. Pengujian Bahan Dasar

Pengujian bahan dasar yang akan digunakan telah disesuaikan dengan SNI 03-2847-2002 dan pengujian bahan dasar meliputi pengujian Piropilit dan Pasir Kuarsa Halus.

#### 3.6.1 Pengujian piropilit

Pengujian material piropilit dilakukan di Laboratorium Struktur dan bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang yang meliputi pengujian mengenai karakteristik yang dimiliki bahan piropilit tersebut. Unsur-unsur pengujian meliputi: pengujian berat jenis, analisis butiran, berat volume, penyerapan dan kadar air.

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram.
  - Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
  - Kerucut terpancung dengan diameter atas  $(40 \pm 3)$  mm, diameter bawah  $(90 \pm 3)$  mm, dan tinggi  $(75 \pm 3)$  mm dibuat dari logam tebal  $\geq 0,8$  mm.
  - Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat  $(340 \pm 15)$  gram dan diameter  $(25 \pm 3)$  mm.
  - Saringan no. 200 (0,075 mm).
  - Oven Pengatur suhu kapasitas  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- b. Pengujian kadar air. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Talam besi untuk wadah bahan.
  - Oven Pengatur suhu kapasitas  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
  - Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram.
- c. Pengujian berat volume. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram.
  - Tongkat penusuk baja, panjang  $\pm 600$  mm dan diameter  $\pm 16$  mm.
  - Kotak takar.

### 3.6.2 Pengujian pasir

Pengujian material pasir kuarsa halus dilakukan di Laboratorium Struktur dan bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang yang meliputi pengujian mengenai karakteristik yang dimiliki oleh pasir kuarsa tersebut. Unsur-unsur pengujian meliputi: pengujian berat jenis, analisis butiran, berat volume, penyerapan dan kadar air.

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram.
  - Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
  - Kerucut terpancung dengan diameter atas  $(40 \pm 3)$  mm, diameter bawah  $(90 \pm 3)$  mm, dan tinggi  $(75 \pm 3)$  mm dibuat dari logam tebal  $\geq 0,8$  mm.
  - Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat  $(340 \pm 15)$  gram dan diameter  $(25 \pm 3)$  mm.
  - Saringan no. 200 (0,075 mm).
  - Oven Pengatur suhu kapasitas  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

- b. Pengujian kadar air. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Talam besi untuk wadah bahan.
  - Oven Pengatur suhu kapasitas  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
  - Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram.
- c. Pengujian berat volume. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram.
  - Tongkat penusuk baja, panjang 600 mm dan diameter 16 mm.
  - Kotak takar.
- d. Pengujian gradasi pasir Lumajang. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2% terhadap benda uji.
  - Satu set saringan: 4,75 mm (no. 4); 2,36 mm (no. 8); 1,18 mm (no. 16); 0,6 mm (no. 30); 0,3 mm (no. 50); 0,15 mm (no. 100); 0,075 mm (no. 200); pan.
  - Talam-talam.

### 3.7. Pembuatan Benda Uji

Merupakan proses pencampuran bahan-bahan seperti pasir, semen, *chemical*, dan air serta piropilit menjadi suatu adonan bahan pembuat bata beton ringan. Piropilit ditambahkan ke dalam campuran setelah menakar dan menimbang persen piropilit terhadap berat semen untuk satu benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan di PT. Banon Con Indonesia di Jalan Raya Semampir no. 94, Desa Sedati, Juanda, Sidoarjo dengan perbandingan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.2** Komposisi Benda Uji Bata Beton Ringan

Bahan	Komposisi per $\text{m}^3$
Semen	225 Kg
Pasir	562,5 Kg
Chemical	0,8 L
Air	150 kg

Sumber : Penelitian Pendahuluan

Proses pembuatan bata ringan:

1. Menyiapkan cetakan benda uji ukuran 60 x 20 x 10 cm.
2. Menyiapkan rancangan faktor air semen, digunakan faktor air semen adalah 0,4 (berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan).

3. Menyiapkan jumlah air yang akan digunakan yakni 150 kg untuk 1 m<sup>3</sup> dengan ditambahkan jumlah air untuk pengaktifan piropilit sebesar 19,38% dari jumlah piropilit yang digunakan.

Maka: *Jumlah air total = jumlah air awal + air untuk pengaktifan piropilit*

4. Memasukkan semen dan piropilit ke dalam mesin adukan.
5. Memasukkan pasir yang telah dipilah ke dalam mesin adukan.
6. Memasukkan *foaming agent* ke dalam mesin adukan.
7. Mencetak adonan di dalam cetakan dan menunggu sekitar 8 jam sampai adonan mengeras/kering.

### 3.8. Pengujian Pembakaran

Berdasarkan penelitian sebelumnya dikatakan bahwa pembakaran piropilit memiliki nilai kemampuan adsorpsi optimum piropilit dicapai pada temperatur 500<sup>o</sup> C selama 5 jam sebesar 80,81% dengan nilai kemampuan adsorpsi sebesar 121,2 mg/g, mengalami kenaikan sebesar 4,71% (Rintasari, 2011). Oleh karena itu akan digunakan suhu sebesar 800<sup>o</sup> C selama ± 5 jam untuk pengujian pembakaran.

#### 3.8.1. Tungku pembakaran

Tungku pembakar/ruang pembakar terbuat dari bata tahan api yang dilapisi besi pada bagian luarnya dengan ukuran bersih 2 x 1,5 x 1,5 m<sup>3</sup> dan dilengkapi dengan mesin pembakar (*burner machine*) yang mempunyai 4 sumber api yang terpasang di bagian bawah, dengan dua susunan di bagian depan dan 2 lagi di bagian belakang. Termokopel adalah sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik (voltase). Termokopel yang sederhana dapat dipasang, dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta dapat mengukur temperatur dalam jangkauan suhu yang cukup besar dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari 1<sup>o</sup>C ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)).

Untuk alat pengatur suhu digunakan termokopel yang biasa digunakan untuk mengubah perbedaan panas dalam benda yang diukur temperaturnya menjadi perubahan potensial/tegangan listrik. Alat ini yang sederhana dapat dipasang dengan batas kesalahan 1<sup>o</sup>C. Perlakuan pembakaran dilakukan sampai suhu 800<sup>o</sup>C selama ± 5 jam dengan peningkatan suhu secara bertahap dan dibaca setiap 10 menit.

### 3.8.2. Perlakuan pendinginan

Setelah benda uji dikeluarkan dari tungku pembakaran sesuai suhu yang diinginkan, maka kemudian benda uji didiamkan sampai dengan suhu ruang yakni 27°C. Benda uji baru dapat dipindahkan dari dalam tungku pembakaran apabila suhu telah mencapai < 300°C.

### 3.9 Pengujian Porositas Bata beton ringan

Adapun langkah-langkah pengujian porositas adalah sebagai berikut:

- i. Menyiapkan benda uji yang sebelumnya telah dipotong menjadi ukuran 15 x 20 x 10 cm, lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 24 jam.
- ii. Benda uji dikeluarkan dari oven dan diangin-anginkan pada suhu kamar (25°C) kemudian ditimbang sampai benar-benar nilai berat bata beton ringan tidak berubah-ubah sehingga didapatkan berat benda uji kondisi kering.
- iii. Setelah itu benda uji dimasukkan ke dalam bak yang berisi air sampai terendam seluruhnya. Perendaman benda uji dilakukan selama 24 jam. Setelah perendaman selama 24 jam kemudian ditimbang dalam air dan didapatkan berat benda uji.
- iv. Benda uji dikeluarkan dari air dan dilap permukaannya untuk mendapatkan kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) kemudian sampel ditimbang dan didapatkan berat benda uji kondisi SSD setelah perendaman.

Untuk mengetahui nilai porositas dapat diukur dengan perbandingan antara berat air dan udara yang berada dalam sampel yang sudah jenuh air dengan berat sampel yang sudah kering. Secara matematis hal tersebut adapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Porositas} = \frac{M_s - D}{V} \times 100\%$$

Dengan :  $V$  = Exterior Volume

$M_s$  = Massa Basah (*Saturated Mass*)

$D$  = Massa Kering (*Dry Mass*)

$V$  =  $M_s - S$

$S$  = Massa Tercelup (*Suspended Mass*)

### 3.10 Pengujian Modulus Elastisitas Bata Beton Ringan

Adapun langkah-langkah pengujian modulus elastisitas bata beton ringan sebagai berikut:

- i. Benda uji yang sudah di rawat sampai hari pengujian diambil dari tempat perawatan.
- ii. Benda uji masing-masing diberi tanda/nomor agar tidak saling tertukar.

- iii. Benda uji ditimbang dan dicatat.
- iv. Untuk benda uji yang tidak rata dilakukan *capping* terlebih dahulu.
- v. Pada benda uji dipasang alat compressometer, demikian pula alat extensometer harus sejajar dan tegak lurus dengan panjang benda uji, pastikan kedua alat ini memegang benda uji dengan kuat.
- vi. Sebelum diuji batang penyangga alat tersebut dilepaskan terlebih dahulu.
- vii. Atur dial pada alat compressometer dan extensometer dengan cara memutar dampai menunjukkan angka 0 (nol).
- viii. Lakukan penekanan dengan prosedur yang telah ditentukan.
- ix. Beban pada alat mesin tekan dicatat setiap kenaikan  $(\Delta L) = 5$  div. Jika sudah mencapai beban maksimum ( $P_{max}$ ), hentikan pembebanan.
- x. Dibuat grafik hubungan P dan  $\Delta L$ .

Rumus perhitungan modulus elastisitas adalah sebagai berikut:

$$\text{Modulus Elastisitas (E)} = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Regangan}} = \frac{s_2 - s_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

Dalam penelitian ini, untuk menentukan nilai modulus elastisitas menggunakan cara Modulus Tangent.

### 3.11 Metode Analisis

Setelah data-data tersebut diperoleh, maka dilanjutkan dengan analisa secara statistik yang bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh penambahan variasi piropilit terhadap porositas bata beton ringan tahan api. Adapun proses analisisnya adalah sebagai berikut.

#### a. Uji Hipotesa.

Analisis variansi (ANOVA) yang digunakan adalah analisis variansi satu arah (one way-ANOVA) dengan kontrol perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan porositas pada kondisi persentase piropilit pada campuran bahan pembuat hebel.

Bila kita menganggap perlakuan kedua sebagai perlakuan 1,2,3...dst dengan nilai rata-rata  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots$  dst sedangkan tanpa campuran asam dengan nilai rata-rata =  $\mu_0$  sebagai kontrol.

Maka hipotesis dapat ditulis sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3, \dots, \text{dst.}$$

$$H_1 : \mu_0 < \mu_1 < \mu_2 < \mu_3, \dots, \text{dst.}$$

Uji ANOVA yang dipergunakan untuk menguji hipotesis nol, lazim juga disebut dengan uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat anantara kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok.

Perumusan secara statistik dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Z = \mu + \beta_j + \beta_{ij} + \zeta_{ij}$$

Dimana :  $\mu$  : Nilai rata-rata  
 $\beta_j$  : Pengaruh kadar piropilit ke-i  
 $\beta_{ij}$  : Pengaruh varian  
 $\zeta_{ij}$  : Kesalahan

Hipotesis statistik yang diuji adalah:

$$H_0 : \mu\alpha_1 = \mu\alpha_2 = \dots = \mu\alpha_i$$

$H_1$  : Paling sedikit satu pasang  $\mu\alpha_i$  yang tidak sama  $\neq 0$

$$H_0 : \mu\beta_1 = \mu\beta_2 = \dots = \mu\beta_i$$

$H_1$  : Paling sedikit satu pasang  $\mu\beta_i$  yang tidak sama  $\neq 0$

Dimana :

$H_0$  : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh persentase piropilit terhadap parameter campuran pembuatan bata beton ringan tahan api.

$H_1$  : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari persentase piropilit terhadap parameter campuran pembuatan bata beton ringan tahan api.

Indikator diterima atau tidaknya hipotesis yakni apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, begitu pula sebaliknya, apabila  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima. Selain itu dapat dilihat dari taraf signifikansi datanya, apabila signifikansi<sub>hitung</sub> > 0.05 maka terima  $H_0$ . Berlaku pula sebaliknya apabila signifikansi<sub>hitung</sub> < 0.05 maka tolak  $H_0$ .

#### b. Analisis Regresi.

Analisis regresi digunakan terutama untuk tujuan peramalan, yaitu untuk mengetahui hubungan di antara kedua variabel numerik atau lebih. Dalam analisis regresi akan dikembangkan suatu persamaan regresi dengan mencari nilai variabel terikat dari variabel bebas yang diketahui. Dalam penelitian ini, variabel-

variabel penyusun persamaan regresi terdiri atas satu variabel terikat dan dua variabel bebas sehingga dipilih persamaan regresi berganda dengan rumus umum sebagai berikut :

$$Z_1 = b_0 + b_1x + b_2(x)^2$$

Dimana :

Z : Nilai-nilai yang diukur (variabel respon)

X : Variasi kadar piropilit (variabel penjelas)

$b_0, b_1, b_2$ , dan  $b_3$  : parameter yang dicari

