

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2012 sampai selesai di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya dan pabrik pembuatan *paving* dan batako di daerah Singosari Malang. Proses pembuatan *paving block* dilakukan di pabrik dan proses perawatan (*curing*), pengujian kuat tekan dan penyerapan air *paving block* dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

- Satu set saringan : 9.52 mm (3/8"); 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)
- Timbangan dengan ketelitian 0,1%.
- *Picnometer* kapasitas 500 ml
- Sekop
- Ember
- Mesin cetakan *paving block* merk *hes machine* berukuran $20 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$
- Mesin pengaduk pasir dan semen,
- Papan sebagai tempat untuk mengeringkan *paving block* setelah dicetak.
- Oven dengan kapasitas pengatur suhu (100 ± 5)°C.
- Mesin uji tekan dengan kapasitas 2000 kN

3.2.2 Bahan

- Semen portland pozzolan jenis IP-U produksi Semen Gresik
- Pasir yang digunakan adalah pasir Lumajang.
- Air bersih yang berasal dari air PDAM yang berada di pabrik pembuatan *paving block*.
- *Bottom ash* yang berasal dari PLTU di Rembang.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Batasan penelitian

- Ukuran butiran *bottom ash* yang digunakan merupakan butiran sebenarnya tanpa melalui proses analisa saringan.
- Penelitian ini membahas seputar penyerapan air dan kuat tekan *paving block* tanpa membahas reaksi kimia maupun analisis kimia dari *bottom ash* tersebut.
- *Paving block* yang dibuat hanya yang berbentuk persegi empat dengan ukuran 20 × 10 dengan tebal 6 cm.
- Dibuat *paving block* sebanyak 15 buah untuk uji tekan dan 10 buah untuk uji penyerapan air.

3.3.2 Rancangan penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui penyerapan air dan kuat tekan *paving block* dengan komposisi seperti pembuatan *paving block* normal, namun diberi bahan tambahan berupa *bottom ash* sebagai bahan pengganti semen dengan prosentase tertentu. Komposisi *paving block* normal dibuat dengan komposisi 1 pc : 3 pasir dan untuk variasi penambahan *bottom ash* komposisi semen tadi divariasikan lagi menjadi 9 jenis variasi, seperti tercantum pada Tabel 3.1. Pada penelitian ini setiap variasi penambahan *bottom ash* dibuat 10 benda uji untuk pengujian penyerapan air dan 15 benda uji untuk pengujian kuat tekan *paving block*, sehingga total keseluruhan benda uji adalah 225 buah.

Tabel 3.1 Kombinasi semen dengan *bottom ash*

Variasi	Semen (%)	<i>Bottom Ash</i> (%)
1	100	0
2	75	25
3	70	30
4	65	35
5	60	40
6	55	45
7	50	50
8	45	55
9	40	60

3.3.3 Variabel penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut :

- a. Variabel bebas adalah variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti semen.
- b. Variabel terikat adalah variabel yang perubahannya tidak bebas ditentukan oleh peneliti atau variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan dan penyerapan air *paving block*.
- c. Variabel kontrol adalah variabel yang sifatnya konstan dan dapat berfungsi sebagai pembanding variabel yang dikendalikan. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah *paving block* dengan 0% *bottom ash*.

3.4 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan mengamati benda uji pada waktu dilakukan uji penyerapan air dan uji kuat tekan, pengujian tersebut dilakukan ketika *paving block* telah berumur 28 hari dengan asumsi kuat tekannya telah maksimal.

3.5 Prosedur Pengujian

3.5.1 Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

1. Mengeringkan benda uji seberat 500 gram dalam oven pada suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian mendinginkannya pada suhu ruang lalu merendamnya dalam air selama 24 jam.
2. Setelah selesai merendam, kemudian mengeringkannya di udara panas sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh (*ssd*).
3. Memeriksa agregat dalam keadaan *saturated surface dry* dengan mengisi benda uji ke dalam cetakan kerucut terpancung sampai 1/3 bagian, 2/3 bagian dan penuh kemudian menumbuk permukaan pasir sebanyak 25 kali untuk setiap lapisan. Keadaan *saturated surface dry* tercapai bila benda uji runtuh (turun sepertiganya) tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Memasukkan agregat yang sudah dalam keadaan *saturated surface dry* sebanyak 500 gram ke dalam *picnometer* dan kemudian memasukkan air suling sampai 90% isi *picnometer*.
5. Merendam *picnometer* dalam air dan mengukur suhu air untuk penyesuaian hitungan pada suhu standar 25°C .

6. Menambahkan air mencapai tanda batas.
7. Menimbang *picnometer* berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (B_t).
8. Mengeluarkan benda uji dan mengeringkannya dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap, kemudian mendinginkannya dalam desikator. Setelah dingin, kemudian menimbang anda uji (B_k)
9. Menentukan berat *picnometer* beris air penuh dan mengukur air untuk penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

3.5.2 Gradasi agregat halus

1. Menimbang agregat seberat 1000 gram, kemudian memasukkannya ke dalam oven dengan suhu 110°C sampai berat tetap.
2. Mengeluarkan agregat dari oven kemudian mendinginkannya.
3. Mengayak agregat dengan susunan ayakan : 9.52 mm, 4.76 mm, 2.38 mm, 1.18 mm, 0.59 mm, 0.297 mm, 0.149 mm dan 0.075 mm selama 5 menit.
4. Menimbang agregat yang tertahan pada masing-masing agregat.

3.5.3 Penyerapan air *paving block*

1. Merendam benda uji yang tersedia (10 benda uji) dalam air selama 24 jam, kemudian menyekanya dengan kain lembab pada bagian permukaannya
2. Menimbang benda uji dan kemudian mencatat hasil.
3. Kemudian mengeringkannya pada suhu $\pm 105^\circ\text{C}$ selama ± 24 jam sampai beratnya pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% dari berat penimbangan terdahulu, kemudian mencatat hasilnya.

3.5.4 Kuat tekan *paving block*

1. Menimbang benda uji yang tersedia (15 benda uji).
2. Menekan benda uji yang telah ditimbang dengan menggunakan mesin uji tekan sampai benda uji hancur. Arah penekanan pada benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban dalam pemakaiannya.
3. Kemudian mencatat hasilnya berupa beban maksimum pada saat benda uji hancur.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Pengujian berat jenis pada agregat halus terdiri dari 3 macam, yaitu berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan dan berat jenis semu. Ketiga berat jenis ini dihitung dengan rumus (3-1), (3-2), (3-3) dan (3-4).

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{B_k}{(B + 500 - B_t)} \quad (3-1)$$

$$\text{Berat jenis jenuh kering permukaan} = \frac{500}{(B + 500 - B_t)} \quad (3-2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{(B + B_k - B_t)} \quad (3-3)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100 \% \quad (3-4)$$

Keterangan :

B_k = berat benda uji kering oven (gr)

B = berat piknometer berisi air (gr)

B_t = berat piknometer berisi air dan benda uji (gr)

500 = berat benda uji dalam keadaan jenuh kering permukaan (gr)

3.6.2 Gradasi agregat halus

Analisa gradasi agregat halus dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari agregat halus yang akan digunakan pada pembuatan *paving block*. Setelah pengujian akan didapatkan data agregat halus yang lolos dan tertinggal pada saringan, kemudian data – data tersebut diplot dalam grafik zone gradasi agregat halus agar diketahui karakteristik agregat halus yang digunakan.

3.6.3 Penyerapan air *paving block*

Penyerapan air yang terjadi akan dihitung berdasarkan persamaan (3-5) sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A - B}{B} \times 100 \% \quad (3-5)$$

Keterangan :

A = berat *paving block* basah (gr)

B = berat *paving block* kering (gr)

Penyerapan air rata-rata dari benda uji dihitung dari jumlah penyerapan air dibagi jumlah benda uji.

3.6.4 Kuat tekan *paving block*

Kuat tekan yang terjadi akan dihitung berdasarkan persamaan (3-6) sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

$$\text{Kuat tekan (fc')} = \frac{P}{A} \quad (3-6)$$

Keterangan :

P = beban tekan (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

fc = kuat tekan tekan yang dihasilkan (N/mm²)

3.6.5 Analisis regresi

Analisa regresi merupakan salah satu analisis yang berfungsi untuk mengetahui hubungan suatu variabel dengan variabel lainnya. Dalam analisa regresi apabila terdapat 1 variabel bebas dan 1 variabel terikat maka analisa regresi yang digunakan adalah analisa regresi sederhana, sedangkan bila terdapat variabel bebas lebih dari 1 maka analisa regresi yang digunakan adalah analisa regresi berganda.

Dalam penelitian ini terdapat 1 variabel bebas dan 2 variabel terikat, maka analisa regresi yang digunakan adalah analisa regresi sederhana. Analisis regresi sederhana dapat diselesaikan dengan rumus – rumus sebagai berikut :

$$Y = a + bx \quad (3-7)$$

Dengan,

Y = variabel terikat ; a = konstanta

x = variabel bebas ; b = koefisien regresi

n = jumlah data

Nilai a dan b didapat dengan menggunakan rumus (3-8) dan (3-9)

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3-8)$$

$$b = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n} \quad (3-9)$$

3.6.5 Analisis hipotesis

Untuk mengetahui adanya pengaruh pemanfaatan *bottom ash* sebagai pengganti semen dalam pembuatan *paving block* terhadap penyerapan air dan kuat tekan *paving block*, maka perlu diadakan uji hipotesis penelitian. Analisa hipotesis yang digunakan ialah analisis variansi satu arah (*one way -ANOVA*) dengan kontrol perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan stabilitas pada kondisi variasi campuran *bottom ash* pada setiap perlakuan.

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

Maka hipotesis dari kejadian tersebut dapat ditulis dengan :

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

$$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \text{dst}$$

Uji ANOVA yang dipergunakan untuk menguji hipotesis nol lazim juga disebut dengan uji F. Perumusan secara statistik dinyatakan sebagai berikut :

$$Z = \mu + \alpha_i + \xi_{ij}$$

Di mana:

μ : nilai rata-rata

α_i : pengaruh kadar *bottom ash* ke-i

ξ_{ij} : kesalahan

Hipotesis statistik yang diuji adalah

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i$$

H_1 : paling sedikit satu pasang μ_{ai} yang tidak sama

Di mana :

H_0 = Hipotesis nol, yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh faktor kadar *bottom ash* terhadap penyerapan air *paving block*.

H_1 = Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari faktor kadar *bottom ash* terhadap penyerapan air *paving block*.

Indikator diterima atau ditolaknya hipotesis yakni apabila $F_{hitung} > F_{Tabel}$ maka H_0 ditolak, begitu juga sebaliknya, apabila $F_{hitung} < F_{Tabel}$ maka H_0 diterima.

Setelah dilakukan masing – masing pengujian, selanjutnya data tersebut akan ditampilkan seperti Tabel 3.2 untuk proses pengujian hipotesis,

Tabel 3.2 Data hasil pengujian semua variasi

Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	Variasi 5	Variasi 6	Variasi 7	Variasi 8	Variasi 9
y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
y1n	y2n	y3n	y4n	y5n	y6n	y7n	y8n	y9n
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9

Kemudian menghitung jangkauan kuadrat total (JKT), jangkauan kuadrat alternative (JKA) dan jangkauan kuadrat galat (JKG) dengan rumus (3-10), (3-11) dan (3-12).

$$JKT = \sum_i^n y_{ii} - \frac{(\sum_i^n T_i)^2}{n} \quad (3-10)$$

$$JKA = \sum_i^n \frac{(T_i^2)}{k_i} - \frac{(\sum_i^n T_i)^2}{n} \quad (3-11)$$

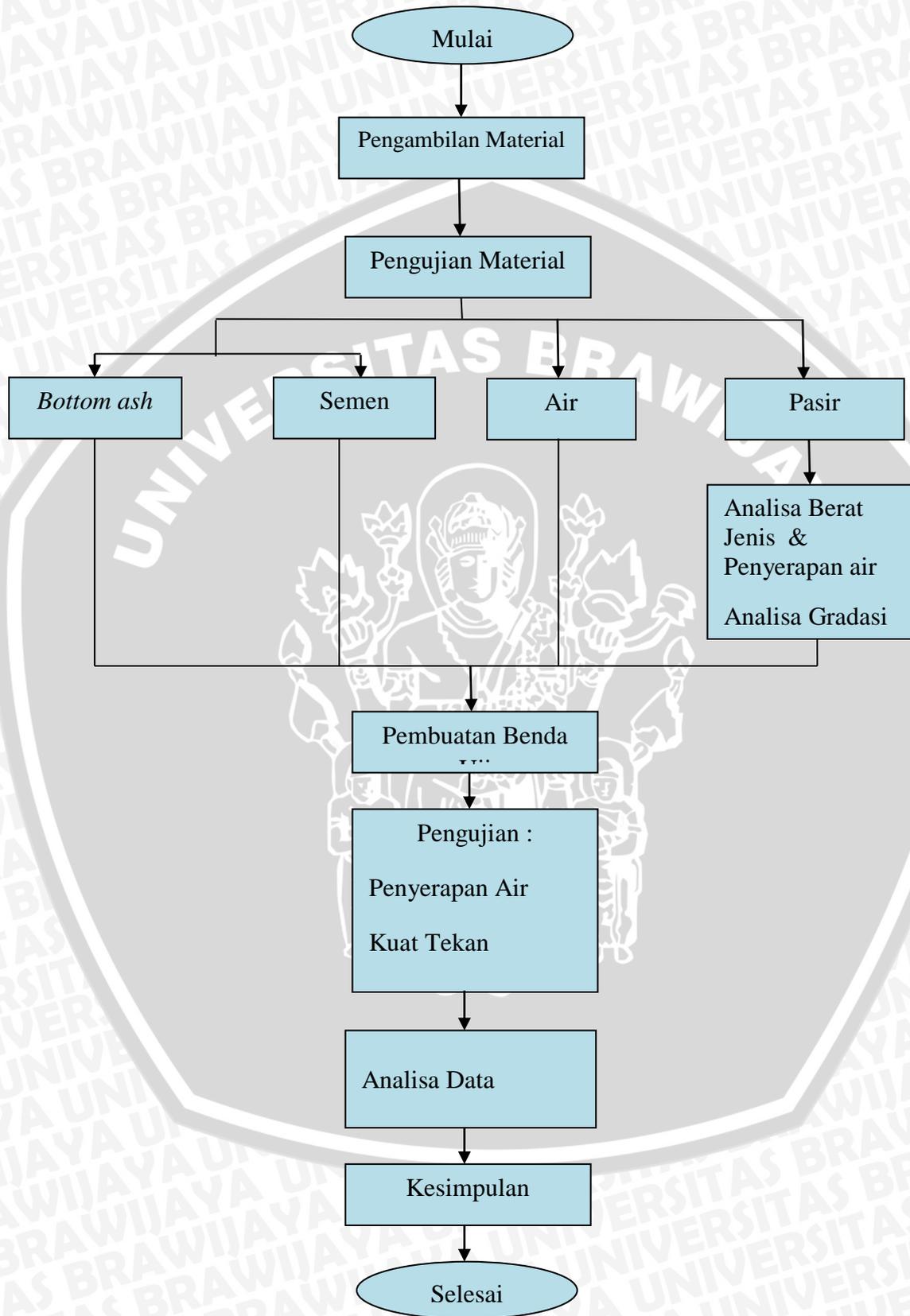
$$JKG = JKT - JKA \quad (3-12)$$

Selanjutnya hasil dari jangkauan kuadrat total (JKT), jangkauan kuadrat alternative (JKA) dan jangkauan kuadrat galat (JKG) dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Hasil analisis variansi

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F _{hitung}	F _{Tabel}
(1)	(2)	(3)	(4) = (2)/(3)	(5)	(6)
Kadar B.A		k-1		(a) ₍₄₎ /(b) ₍₄₎	
(a)					
Galat	(b)	K(n-1)			
(b)					
Total					

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian