

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai pada bulan April 2012 sampai dengan juni 2012.

#### 3.2 Peralatan dan Bahan

Sebelum melakukan penelitian, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah persiapan alat dan bahan.

##### a) Persiapan alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- ✦ Alat vicat
- ✦ Jarum initial
- ✦ *Conocal Ring Mold*
- ✦ Timbangan ketelitian 0.01 gram
- ✦ Alat pengaduk
- ✦ Plat kaca
- ✦ Gelas ukur 100 mL
- ✦ *Stop watch*
- ✦ Sarung tangan karet
- ✦ Pisau Pemotong (*spatula*)

##### b) Bahan yang diperlukan adalah

- ✦ Semen Gresik tipe I,
- ✦ Bahan tambah (*additive*) *bottom ash* (abu dasar) dari PLTU , Tanjungjati Semarang Jawa Tengah.
- ✦ Air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kotamadya Malang.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Benda uji berupa pasta semen yang dimasukkan dalam *conical ring mold* dengan ukuran diameter bagian bagian atas  $60 \pm 3$  mm, diameter bagian bagian bawah  $70 \pm 3$  mm dan tinggi  $40 \pm 1$  mm. Benda uji terdiri dari delapan variasi prosentase kadar *bottom ash* (abu dasar) dan beberapa variasi waktu pengamatan. Variasi prosentase *bottom ash* yang ditambahkan dalam pasta semen yaitu sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% dan 0% sebagai kontrol. Sedangkan waktu pengamatan dilakukan setiap penambahan waktu 15 menit sampai waktu ikat akhir semen terjadi. Penelitian ini menggunakan benda uji yang akan dibuat adalah 42 buah. Pengujian untuk mendapatkan waktu ikat awal dan akhir semen ini dilakukan dalam satu rangkaian pengujian. Pada pengujian ini, masing-masing benda uji akan diamati penurunannya setiap penambahan waktu 15 menit sampai waktu ikat awal dan akhir semen didapatkan. Kadar air yang digunakan untuk pasta menggunakan kadar air dari hasil pengujian konsistensi normal campuran. Jumlah benda uji tiap variasi % *bottom ash* pengganti semen sebanyak 3 buah.

(SNI 15-2049-2004 halaman 88 dari 128)

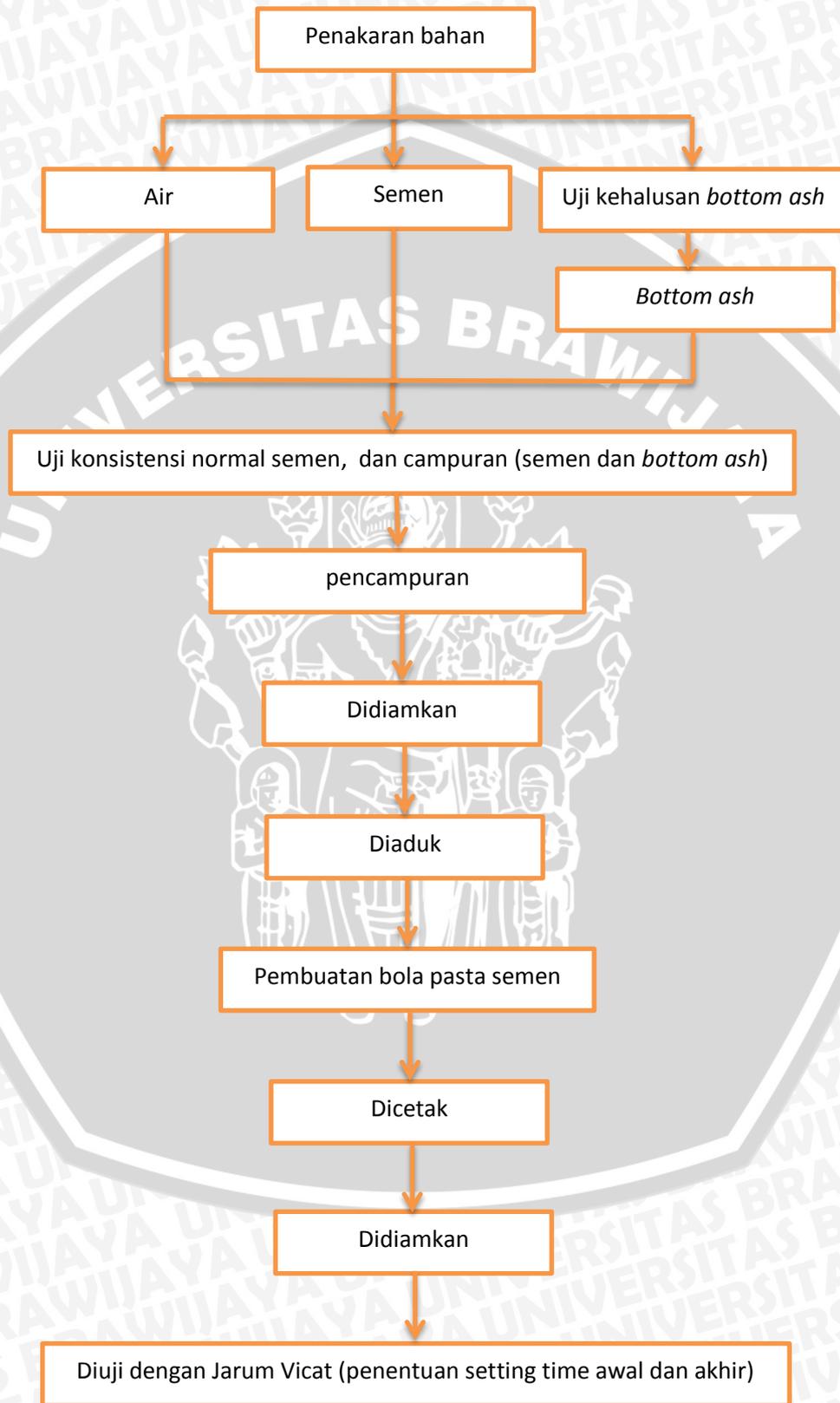
Rancangan pembuatan benda uji waktu ikat semen jika ditabelkan adalah sebagai berikut :

#### 3.1 Tabel Rancangan Pembuatan Benda Uji Konsistensi Normal

No	(%) <i>bottom ash</i> pengganti semen	Air (%)	Jumlah benda uji
1	0		3
2	10		3
3	15		3
4	20		3
5	25		3
6	30		3
7	35		3
8	40		3
	Jumlah		24

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

#### a. Prosedur Uji Kehalusan *Bottom Ash*

Prinsip perlakuan penelitian limbah batubara (*bottom ash*) disesuaikan dengan kehalusan semen karena merupakan pencarian waktu ikat pasta yang kehalusan *bottom ash*nya harus sama dengan semen. maka pengujiannya :

Untuk melakukan uji kehalusan semen dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

Percobaan *bottom ash* harus memenuhi syarat kehalusan semen, maka dilakukan upaya lain dengan prosedur sebagai berikut :

- Saringan disusun, tutup saringan pada posisi paling atas lalu saringan No 200, dan pada susunan paling bawah ditempatkan PAN.
- Saringan tersebut digoncangkan selama kurang lebih 10 menit dengan cara manual.
- *Bottom ash* yang ada pada PAN juga ditempatkan di wadah yang lain.
- Untuk penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti semen dalam pasta digunakan *bottom ash* yang lolos dari ayakan No 200.

#### b. Prosedur Uji Konsistensi Normal Semen dan Campuran (Semen dan *Bottom Ash*)

Metode uji ini meliputi pemeriksaan konsistensi normal dari semen hidrolis Dalam pengujian konsistensi normal dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

##### 1) Penyiapan pasta semen

Campur 300 gram semen dengan air yang telah diukur isinya, sesuai dengan prosedur yang telah dijelaskan pada Lampiran C. Letakkan pengaduk dan mangkuk kering dalam posisi mengaduk pada mesin pengaduk. Kemudian masukkanlah bahan-bahan ke dalam mangkuk dan campurlah dengan cara sebagai berikut:

Masukkan semua air campuran ke dalam mangkuk. Tambahkan semen ke dalam air dan tunggulah selama 30 detik agar air campuran terserap. Jalankan mesin pengaduk dan campurlah pada kecepatan rendah ( $140 \pm 5$ ) putaran per menit selama 30 detik. Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik dan selama waktu ini kumpulkan pasta yang menempel pada dinding mangkuk. Jalankan mesin pengaduk pada kecepatan sedang ( $285 \pm 10$ ) putaran per menit dan campurlah selama 1 menit.

## 2) Pencetakan benda uji

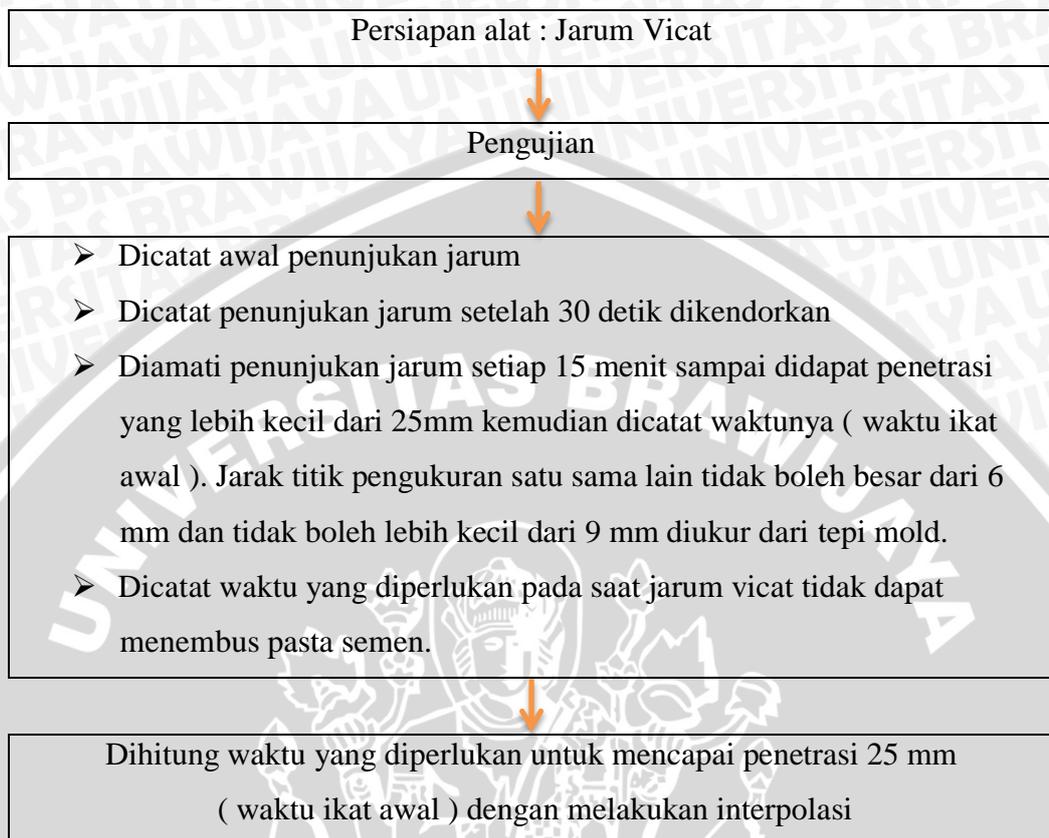
Segera bentuk pasta semen yang telah disiapkan sesuai dengan butir seperti diatas, menjadi bola dengan kedua tangan (memakai sarung tangan karet) dan lemparkan 6 kali dari tangan satu ke tangan yang lainnya dengan jarak kira-kira 15 cm. Tekan bola pasta yang terletak pada satu tangan ke dalam lubang yang besar dari cincin vikat, yang dipegang dengan tangan lainnya. Ambillah dengan sekali gerakan telapak tangan. Letakkan cincin dengan lubang yang besar ini pada pelat kaca, buang kelebihan pasta pada lubang cincin yang kecil dengan cara sekali gerakan menggunakan tepi pisau aduk segitiga, dengan gerakan sedikit miring terhadap puncak dari cincin, haluskan permukaannya, bila perlu diketuk-ketuk dengan ujung pisau pengaduk perlahan-lahan. Selama pengerjaan pemotongan dan penghalusan hindarkan penekanan pada pasta.

## 3) Penetapan konsistensi

Tepatkan tengah-tengah pasta dalam cincin di bawah batang peluncur B, tempelkan ujung batang peluncur C pada permukaan pasta dan kuncilah sekrup E. Kemudian tepatkan indikator F pada tanda nol dari skala, dan lepaskan batang peluncur paling lama 30 detik setelah selesai pembuatan pasta. Alat harus bebas dari getaran selama pengujian. Konsistensi normal pasta tercapai apabila batang peluncur menembus sampai batas  $(10 \pm 1)$  mm di bawah permukaan pasta dalam waktu 30 detik setelah dilepaskan. Kerjakanlah percobaan tersebut di atas dengan memakai persentase air yang berbeda-beda sehingga tercapai konsistensi normal. Gunakan semen baru pada setiap percobaan.

### c. Prosedur Pengujian Waktu Ikat Pasta Semen

Untuk lebih mudah memahami prosedur pengujian waktu ikat semen digambarkan pada diagram berikut :



Gambar 3.2 Bagan Pengujian Waktu Ikat Semen

Penentuan waktu pengikatan semen portland mengacu pada ASTM C 191-01a, *Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needles* dan ASTM C 266-99, *Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Gillmore Needles*.

#### Peralatan

##### 1) Timbangan

Timbangan dan batu timbangan harus sesuai spesifikasi

#### Persiapan pasta semen

Campuran 300 gram semen dengan persentase air pencampur yang diperlukan untuk konsistensi normal sesuai dengan prosedur yang dijelaskan pada Lampiran C. Pada pengujian dianjurkan menggunakan aquades tetapi pada pengujian *referee* dan pengujian bersama harus menggunakan aquades. Benda uji yang digunakan untuk

menentukan konsistensi normal bisa juga digunakan untuk penentuan waktu pengikatan dengan jarum vicat sesuai dengan prosedur yang dijelaskan pada proses konsistensi normal.

### **Pengujian waktu pengikatan dengan alat vicat manual**

Metoda ini dimaksudkan untuk penetapan waktu pengikatan semen hidrolis dengan menggunakan jarum vicat.

#### 1) Peralatan khusus

- (1) Alat vicat manual sesuai dengan Gambar 8

#### 2) Prosedur

- (1). Pencetakan benda uji

Pencetakan benda uji sesuai dengan prosedur pencetakan benda uji konsistensi normal. Segera setelah pencetakan, simpan benda uji di dalam ruang lembab dan biarkan sampai penetapan waktu pengikatan. Benda uji harus berada dalam cincin cetak beralaskan pelat kaca H selama waktu pengujian. Contoh untuk pengujian waktu pengikatan dan autoclave dapat dibuat dari contoh yang sama.

- (2). Penetapan waktu pengikatan

Biarkan benda uji dalam ruang lembab selama 30 menit setelah pencetakan, kemudian lakukan penetrasi dengan jarum diameter 1 mm dan setiap 15 menit berikutnya (untuk semen tipe III setiap 10 menit) sampai mencapai penetrasi  $(25 \pm 1)$  mm. Untuk pengujian penetrasi, turunkan jarum D sampai tepat menempel pada permukaan pasta semen. Kencangkan sekrup E, dan atur indikator F pada ujung atas skala. Tepatkan pada skala nol. Bebaskan batang dengan melonggarkan sekrup E secara cepat dan biarkan jarum turun selama 30 detik, kemudian baca skala untuk menentukan penetrasi (jika pasta kelihatan encer, pada pembacaan awal turunnya batang B dapat diperlambat untuk mencegah bengkoknya jarum 1 mm) Jarak antar titik penetrasi tidak kurang dari 9,5 mm terhadap dinding bagian dalam cetakan dan jarak diantara 2 titik penetrasi tidak kurang dari 6,4 mm. Catat hasil pengujian penetrasi. Dengan interpolasi tentukan waktu dimana penetrasi diperoleh 25 mm. Ini adalah waktu pengikatan awal. Sedangkan waktu pengikatan akhir adalah ketika jarum tidak nampak terbenam pada pasta.

Perhatian :

Selama pengujian penetrasi peralatan harus bebas getaran. Jaga agar jarum diameter 1 mm tetap lurus dan tetap bersih karena gumpalan-gumpalan semen yang menempel pada sisi jarum akan memperlambat penetrasi, bila semen menempel pada ujung jarum akan mempercepat penetrasi. Waktu pengikatan tidak hanya dipengaruhi oleh persentase suhu air yang dipakai, jumlah pasta yang diterima, tetapi juga disebabkan oleh suhu dan kelembaban udara.

Berdasarkan (SNI 15-2049-2004) menunjukkan bahwa pada tipe semen jenis I untuk penggunaan konstruksi yang tidak memerlukan persyaratan khusus pada berbagai bangunan adalah: waktu pengikatan awal terjadi pada rentang 49 – 207 menit. Sedangkan untuk waktu pengikatan akhir terjadi pada rentang 185 – 312 menit.

### 3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diuji adalah sebagai berikut :

- a) Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah pasta tanpa pengganti *bottom ash*.
- b) Variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah variasi % *bottom ash* sebagai pengganti semen dalam pasta semen.
- c) Variabel tak bebas / variabel terikat (*dependent variabel*) dalam penelitian ini adalah konsistensi normal semen, (semen + *bottom ash*), waktu ikat awal dan waktu ikat akhir pasta semen.

### 3.6 Metode Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan *bottom ash* (abu dasar) dalam pasta semen, maka dilakukan analisis data secara statistik untuk mencari bagaimana pengaruh penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti semen terhadap waktu ikat awal dan akhir pasta semen. Proses analisa datanya sebagai berikut :

### 3.6.1 Analisis Data Penelitian

Analisis datanya digunakan klasifikasi eka-arah (*one-way classification*). Yang dilakukan dengan tujuan mengetahui perbedaan kondisi variasi campuran *bottom ash* pada setiap perlakuan.

#### 3.2 Tabel kaidah pengambilan keputusan $H_0$

Keputusan	Keadaan sesungguhnya dalam populasi	
	$H_0$ Benar	$H_0$ Salah
Terima $H_0$	TEPAT	SALAH JENIS II ( $\beta$ )
Tolak $H_0$	SALAH JENIS I ( $\alpha$ )	TEPAT

Kesalahan Jenis I ( $\alpha$  : baca Alpha) merupakan kesalahan yang dibuat pada waktu pada waktu menguji hipotesis, dimana kita menolak  $H_0$  padahal sesungguhnya  $H_0$  itu benar. Dengan kata lain, salah jenis I ( $\alpha$ ) adalah peluang menolak  $H_0$  yang benar.

Kesalahan jenis II ( $\beta$  : baca Beta) merupakan kesalahan yang dibuat pada waktu menguji hipotesis, dimana kita menerima  $H_0$  padahal sesungguhnya  $H_0$  itu salah. Dengan kata lain, salah jenis II ( $\beta$ ) adalah peluang menerima  $H_0$  yang salah.

Didalam statistika, peluang salah jenis I ( $\alpha$ ) disebut dengan taraf nyata (*level of significance*) dari uji hipotesis itu, sedangkan peluang  $(1 - \alpha)$  disebut sebagai taraf kepercayaan (*level of confidence*).

Besarnya peluang  $(1 - \beta)$ , dalam buku-buku teks disebut sebagai kuasa uji (*power of test*).

Berdasarkan keadaan yang mungkin dihadapi dalam proses pengujian hipotesis, idealnya apabila kita dapat meminimumkan kesalahan jenis I ( $\alpha$ ) dan kesalahan jenis II ( $\beta$ ) secara bersama. Namun untuk ukuran contoh tertentu, kita tidak mungkin meminimumkan kedua jenis kesalahan itu secara simultan. Pendekatan klasik yang biasa dilakukan untuk masalah ini adalah berdasarkan cara kerja Neyman dan Pearson, yang mengasumsikan bahwa kesalahan jenis I akan berakibat lebih serius dalam praktek dibandingkan kesalahan jenis II. Oleh karena itu biasanya dalam praktek kita lebih memperhatikan untuk meminimumkan kesalahan jenis I, biasanya dipilih tingkat yang cukup rendah seperti  $\alpha = 0,01$  atau  $\alpha = 0,05$ . Didalam penelitian sosial, mengingat sifat fenomena sosial yang kompleks dan berubah ubah, maka batas toleransi kesalahan masih dapat diperbesar menjadi  $\alpha = 0,10$ .

### 3.6.2 Analisis Varian Satu Arah

(untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh prosentase *bottom ash*) dari hasil penelitian tersebut dapat dibuat langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

#### 1. Model :

Model yang sesuai untuk analisis ini adalah :

$$Y_{ij} = u + \tau_i + \epsilon_{ij}; i = 1, 2, \dots, 8 \\ j = 1, 2, 3$$

dimana :

- $Y_{ij}$  = kandungan *bottom ash* pada setiap campuran pasta ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i
- $u$  = nilai tengah umum (rata-rata populasi) variasi *bottom ash*
- $\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i
- $\epsilon_{ij}$  = pengaruh galat percobaan pada pasta ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i

#### 2. Asumsi :

Asusmsi yang digunakan dalam penelitian adalah :

- a. Komponen-komponen  $u$ ,  $\tau_i$ ,  $\epsilon_{ij}$ , bersifat aditif.
- b. Nilai-nilai  $\tau_i$  ( $1, 2, \dots, 8$ ) tetap,  $\sum_i \tau_i = 0$ ;  $E(\tau_i) = \tau_i$ .

#### 3. Hipotesis :

Hipotesis yang akan diuji pada analisis ini adalah :

$H_0$  :  $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_6 = 0$  (yang berarti tidak ada pengaruh perlakuan terhadap variasi penambahan *bottom ash* pada pasta).

$H_1$  : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$  ( $1, 2, \dots, 8$ ), artinya minimal ada satu perlakuan yang mempengaruhi hasil penambahan variasi *bottom ash* pada pasta.

#### 4. Perhitungan :

Proses perhitungan dapat mengikuti tahap-tahap berikut :

- a. Tentukan derajat bebas(db) untuk setiap sumber keragaman sebagai berikut :

$$\text{db total} = \text{total banyaknya pengamatan} - 1$$

$$\text{db perlakuan} = \text{total banyaknya perlakuan} - 1$$

$$\text{db galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan}$$

Galat dapat disebut juga error atau dalam keseharian dapat disebut sebagai kesalahan, kesalahan yang dimaksud disini adalah kesalahan dalam proses pengambilan data. Menurut buku karangan Suntoyo

Yitnosumarto, 1993, galat adalah keanekaragaman (variabilitas) yang disebabkan oleh ketidakmampuan materi percobaan atau obyek percobaan untuk berperilaku sama dalam percobaan tersebut. Galat atau error dapat pula didefinisikan sebagai selisih dari nilai atau hasil yang kita harapkan terjadi (expected value) dengan observasi atau kenyataan yang terjadi di lapangan. Galat dapat berfungsi untuk menunjukkan efisiensi dari satu jenis percobaan atau penelitian ke penelitian yang lain. Secara normal kita menginginkan galat yang bernilai kecil bahkan tidak terjadi galat. Namun ketiadaan galat juga dapat menyebabkan pertanyaan dalam penelitian kita. Terpenting dari galat ini adalah galat harus terjadi secara alami sehingga dapat menggambarkan obyek penelitian yang sesungguhnya. Cara yang paling efektif untuk menimbulkan kealamian galat adalah dengan menghomogenkan perlakuan terhadap obyek.

Jenis galat secara teoretis ada dua jenis, yaitu galat *sistematis* dan galat acak (random error). Galat sistematis adalah galat yang disebabkan oleh pengaruh pengukuran yang bias, yang terjadi secara teratur atau konstan. Misalkan pada alat ukur, alat hitung, alat timbang, dan lain sebagainya. Intinya galat ditimbulkan dari alat dan proses yang berlangsung secara konstan. Galat acak (random error) adalah galat yang timbul dari proses pengukuran namun terjadinya tidak konstan atau tidak sistematis. Terkadang terjadi karena proses yang berada diluar jangkauan kita sebagai peneliti.

- b. Dengan menggunakan notasi  $Y_{ij}$  sebagai hasil pengukuran pengaruh variasi *bottom ash* untuk masing-masing tanaman,  $t$  sebagai jumlah perlakuan, dan  $r$  jumlah ulangan, maka hitunglah jumlah kuadrat (JK) sebagai berikut :

Faktor Koreksi (FK)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Y^2 \dots}{rt} \\
 &= \frac{(\sum_{i,j} Y_{ij})^2}{rt} \\
 &= \frac{(\text{total general})^2}{\text{total banyaknya pengamatan}}
 \end{aligned}$$

Jumlah Kudrat Total (JKT)

$$= \left( \sum_{i,j} Y_{ij} \right)^2 - FK$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$= \frac{Y_1^2 + \dots + Y_t^2}{r} - FK$$

$$= \sum \frac{(\text{total perlakuan})^2}{r} - FK$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$= JKT - JKP$$

- c. Tentukan Kuadrat Tengah (KT) melalui pembagian setiap JK dengan derajat bebasnya sebagai berikut :

Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$= \frac{JK \text{ perlakuan}}{t-1}$$

Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$= \frac{JK \text{ Galat}}{t(r-1)}$$

- d. Tentukan nilai F-Hitung melalui :

$$F\text{-Hitung} = \frac{KT \text{ Perlakuan}}{KT \text{ Galat}}$$

- e. Tentukan koefisien keragaman (kk) melalui :

$$Kk = \frac{(KT \text{ Galat})^{1/2}}{\text{nilai tengah umum}} \times 100\%$$

### 3.2 Tabel Analisis Ragam Untuk Pengaruh Variasi *Bottom Ash*

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan				**/*/tn		
Galat						
Total						

Kaidah keputusan :

Jika  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$  pada taraf 1%, perbedaan diantara nilai tengah perlakuan (atau pengaruh perlakuan) dikatakan sangat nyata. (pada hasil  $F_{hitung}$  ditandai dua tanda \*\*).

Jika  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$  pada taraf 5%, tetapi lebih kecil daripada  $F_{tabel}$  pada taraf 1%, perbedaan diantara nilai tengah perlakuan dikatakan nyata. (pada hasil  $F_{hitung}$  ditandai satu tanda \*).

Jika  $F_{hitung}$  lebih kecil daripada  $F_{tabel}$  pada taraf 5%, perbedaan diantara perlakuan dikatakan tidak nyata. (pada hasil  $F_{hitung}$  ditandai dengan tanda tn).

### 3.6.3 Analisis Regresi

Analisis regresi (dilakukan untuk mengetahui hubungan antara prosentase *bottom ash* dengan waktu ikat awal dan akhir semen) terutama untuk tujuan peramalan, yaitu untuk mengetahui hubungan di antara dua 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 :

$$Z_i = b_0 + b_1x + b_2x^2$$

dengan :

Z = nilai-nilai yang diukur (variabel respon)

x = variasi kadar *bottom ash* (variabel penjelas)

$b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  = parameter yang dicari.

