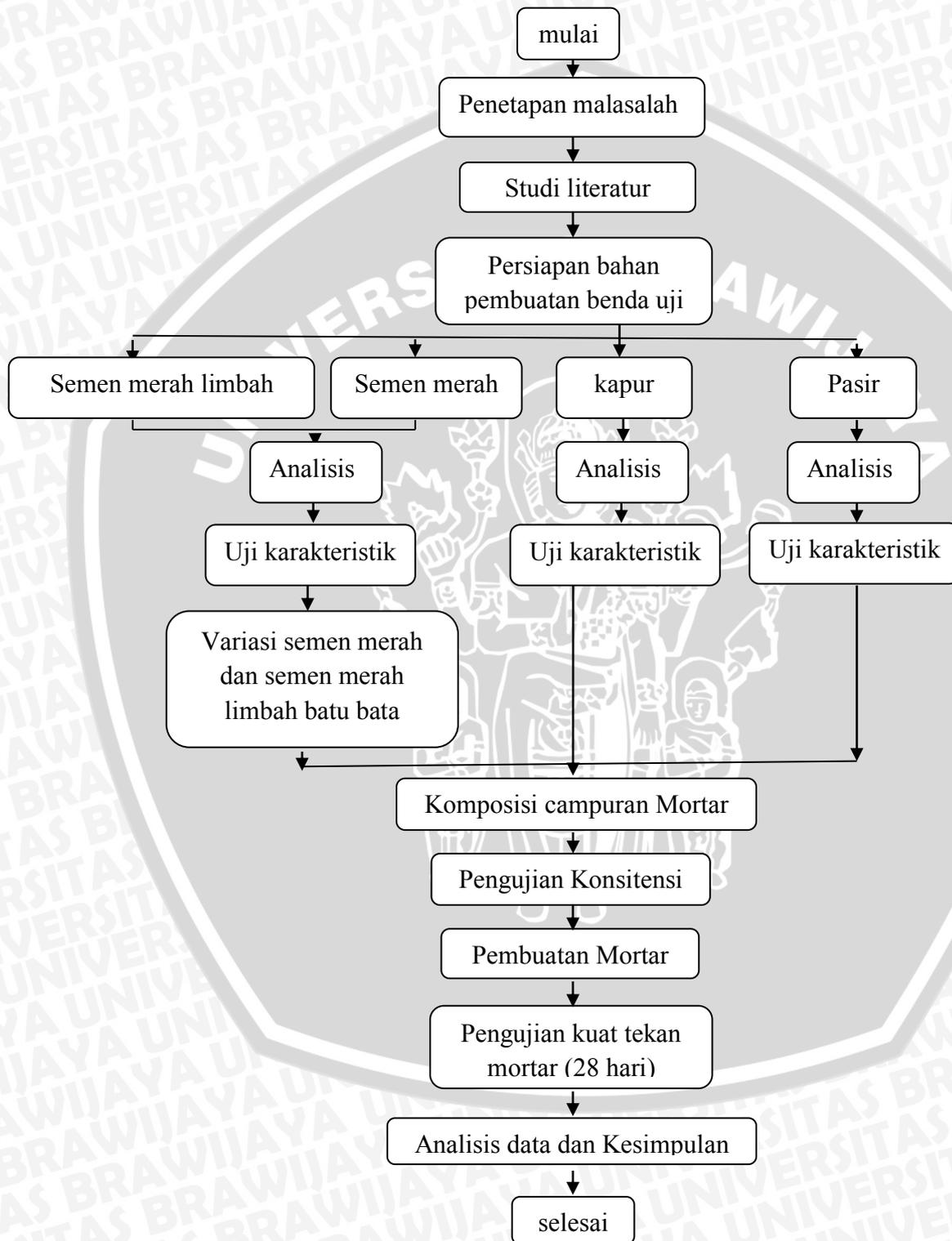


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1. Diagram Pengerjaan**



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian



### 3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : April 2013-Juni 2013

Tempat : Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

### 3.3. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terukur adalah :

Variabel Bebas : Variasi perbandingan semen merah batu bata baru dan semen merah limbah batu bata.

Variabel tak Bebas : Kuat tekan mortar

### 3.4. Identifikasi Benda Uji

Dalam penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan perbandingan semen merah batu bata baru dengan semen limbah batu bata dengan variasi mulai perbandingan 100 : 0 sampai dengan 0 : 100. Perencanaan mortar dengan variasi komposisi dan perbandingan semen merah limbah batu bata dan semen merah batu bata baru sebagai berikut :

**Tabel 3.1** Perencanaan Mortar dengan Variasi Perbandingan Semen Merah Bata Baru dan Semen Merah Limbah Batu Bata.

Perbandingan semen merah bata baru dan semen limbah batu bata					
100 : 0	80 : 20	60 : 40	40 : 60	20 : 80	0 : 100
5	5	5	5	5	5

Untuk penelitian kuat tekan mortar diambil dengan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  dengan faktor air bahan (FAB) sebesar 0,65 hal ini didasarkan pada penelitian sebelumnya. Benda uji mortar sebanyak 5 buah untuk setiap variasi perbandingan semen merah batu bata baru dengan semen merah limbah batu bata. Jadi total benda uji keseluruhan adalah 30 buah.

### 3.5. Analisa Bahan yang Digunakan

- kapur : Kapur yang sudah mengalami proses pembakaran dan perendaman didalam air atau kapur padam hidrolis yang berasal dari Kab. Gresik.
- Semen merah batu bata baru : Semen merah diperoleh dari penggilingan batu bata baru, batu bata berasal dari daerah Malang.
- Semen merah limbah batu bata : Semen merah diperoleh dari penggilingan daur ulang batu bata hasil pembongkaran/renovasi bangunan di daerah Malang.

Bahan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini harus memenuhi persyaratan-persyaratan untuk digunakan dalam pembuatan mortar baik itu untuk semen merah (batu bata baru maupun limbah batu bata), kapur dan pasir.

### 3.6. Pengujian Bahan Dasar

#### a) Pengujian kapur dan semen merah

Pengujian material kapur dan semen merah dilakukan di Laboratorium Struktur dan bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang yang meliputi pengujian mengenai karakteristik yang dimiliki bahan tersebut. Unsur-unsur pengujian meliputi : kadar air dan gradasi

#### i. 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

#### ii. Pengujian gradasi

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2 % terhadap benda uji.
- 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); pan.
- Talam-talam dan kuas

## b) Pengujian pasir

Pengujian agregat dilakukan di Laboratorium Struktur dan bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang yang meliputi pengujian mengenai karakteristik yang dimiliki oleh pasir tersebut. Unsur-unsur pengujian meliputi : pengujian gradasi, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar air

### i. 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  $(110 \pm 5)^{\circ}$

### ii. 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

### iii. Pengujian Gradasi

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2 % terhadap benda uji.
- 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); pan.
- Talam-talam dan kuas

### 3.7. Pengujian Konsistensi

Pada penelitian ini dilakukan pengujian konsistensi normal dengan *flow* tabel sesuai dengan ASTM C-305-82 yang digunakan untuk menentukan jumlah air yang digunakan untuk campuran mortar yang mudah dikerjakan. Mortar dengan bahan dan campuran yang berbeda akan membutuhkan jumlah air yang berlainann untuk mencapai sifat kelecakan (konsistensi mortar). Untuk mengetahui jumlah air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal dalam suatu mortar, perlu dilakukan suatu pengujian.

Di dalam suatu penelitian, pengujian konsistensi / kelecakan ini dilakukan dengan suatu alat tertentu, dimana mortar itu harus memiliki derajat kecairan (*flow*) tertentu. Penentuan *flow* dilakukan dengan cara yang manual, bahan bahan dicampur dan ditambahkan air dengan cara coba-coba. Setelah selesai pencampuran, mortar diisikan kedalam cetakan berbentuk kerucut sebanyak dua lapis, tiap lapis ditumbuk 20 kali dan permukaan mortar harus rata. Cetakan diangkat tegak lurus secara perlahan-lahan. Ketuk alas benda uji sebanyak 25 kali dalam waktu 15 detik, kemudian ukur pelebaran mortar dengan menggunakan jangka sorong ataupun penggaris sebanyak 4 sisi. Mortar yang sifat lacaknya baik memiliki derajat kecairan (*flow*) antara 105%-115%. Didalam praktek, biasanya flow dari mortar yang dipakai berkisar antara 120%-130%.

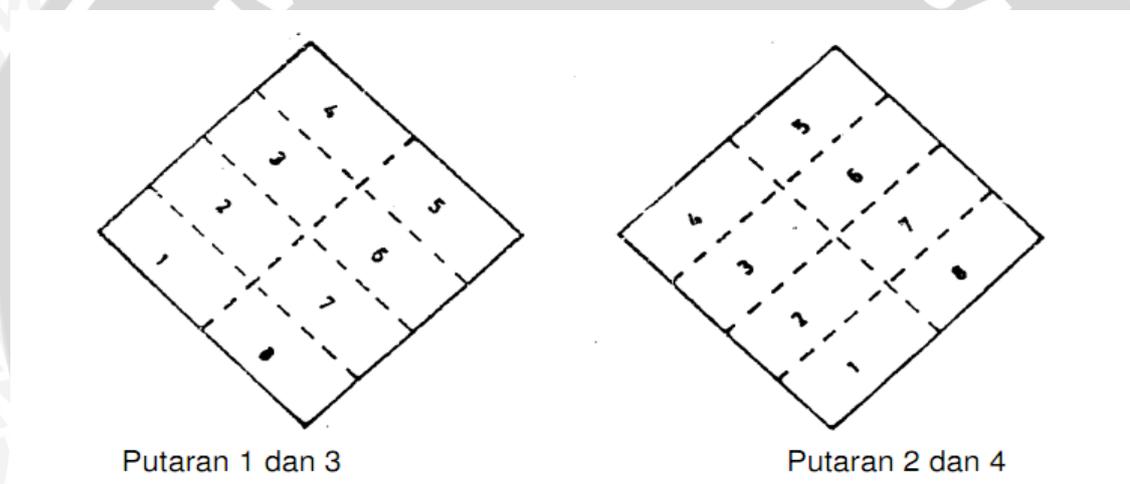
### 3.8. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji mortar dilakukan di lab Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Benda uji mortar dibuat dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm<sup>3</sup> dengan komposisi dari campuran yang telah ditentukan sebelumnya.



**Gambar 3.2** Cetakan Benda Uji Kuat Kekan Mortar

Pencampuran benda uji dilakukan manual tanpa mesin, bahan dicampur jadi satu baru ditambahkan air sedikit demi sedikit sesuai dengan faktor air bahan yang telah ditentukan. Apabila adukan diyakini sudah cukup homogen, adukan siap untuk dicetak. Adukan dimasukkan ke dalam cetakan dengan menggunakan cetok paling lambat 2,5 menit setelah selesai pengadukan. Adukan dituang setengah dari cetakan kemudian ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat untuk setiap lapis adukan mortar semen dilakukan sebanyak 32 kali dalam waktu kira-kira 10 detik, agar mortar kapur yang dihasilkan tidak keropos. Setelah dianggap cukup, adukan diratakan dengan tongkat perata sehingga permukaan atas adukan mortar rata dengan bagian atas cetakan serta dilakukan penekanan. Mortar diambil dari cetakannya dan diletakkan diatas meja yang rata setelah 24 jam.



**Gambar 3.3** Konfigurasi Tumbukan pada Benda Uji.

### 3.9. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

Pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 06-6825-2002. Benda uji ini berbentuk kubus ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  yang telah berumur 28 hari (dengan catatan benda uji tidak mengalami perawatan). Benda uji ditimbang, diukur luasannya dan dicatat, siapkan mesin dan atur jarum penunjuk sampai menunjukkan angka nol. Atur kecepatan mesin tekan dengan penambahan yang konstan Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai benda uji hancur diatur tidak kurang dari satu menit dan tidak lebih dari

dua menit. Setelah benda uji mengalami kehancuran lihat pola retak yang terjadi. Setelah dilakukan pembebanan sampai hancur lalu dicatat beban maksimum yang terjadi. Kuat tekan dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P \text{ kg}}{A \text{ cm}^2} \text{ atau } \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\Sigma f'c = \frac{P \text{ kg}}{A \text{ cm}^2} \text{ atau } \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Dengan

$f'c$	= Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
A	= Luas penampang benda uji yang akan ditekan (cm <sup>2</sup> )
P	= Beban maksimum (kg)



**Gambar 3.4** Alat Uji Kuat Tekan Mortar

### 3.9. Analisis data

Untuk menganalisa kuat tekan mortar tentunya kita harus mengetahui beban maksimum dan luas permukaan dari masing-masing benda uji. Selanjutnya dibuat tabel untuk mengetahui pengaruh kuat tekan mortar.

Variasi	No	Panjang	Lebar (cm)	Tinggi	Berat (gram)	P (kg)
0% SMLB - 100% SMBB	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
20% SMLB - 80% SMBB	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
40% SMLB - 60% SMBB	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
60% SMLB - 40% SMBB	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
80% SMLB - 20% SMBB	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
0% SMLB - 100% SMBB	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Variasi Mortar	No	Rekapitulasi Kuat Tekan Mortar		Standar Deviasi
		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata- Rata (kg/cm <sup>2</sup> )	
0% SMLB - 100% SMBB	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
20% SMLB - 80% SMBB	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
40% SMLB - 60% SMBB	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
60% SMLB - 40% SMBB	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
80% SMLB - 20% SMBB	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
0% SMLB - 100% SMBB	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

### 3.10. Metode Analisis Statistik

Setelah data-data tersebut diperoleh, maka dilanjutkan dengan analisa secara statistik yang bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh variasi penggunaan semen merah limbah batu bata sebagai semen terhadap kuat tekan mortar (semen merah, kapur dan pasir). Adapun proses analisisnya sebagai berikut :

#### 3.10.1. Analisis Variasi

Analisis variansi (ANOVA) yang digunakan adalah analisis variansi satu arah (one way-ANOVA) dengan kontrol perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kuat tekan pada kondisi perbandingan dari variasi.

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 dengan nilai rata-rata =  $\mu_0$  sebagai kontrol.

Maka hipotesis dapat ditulis sebagai berikut :

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

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

Uji ANOVA yang dipergunakan untuk menguji hipotesis nol lazim juga disebut dengan uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat antara 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 variabel bebas
- $\beta_{ij}$  : 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 dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

$H_1$  : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat.

**Tabel 3.2** Analisis Ragam

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung
Perlakuan	$JKP_A$	$db_{perlakuan}$	$KTP_A$	$\frac{KTP}{KTG}$
Galat	$JKG$	$db_{galat}$	$KTG$	
Total	$JKT$	$db_{total}$		

Keterangan tabel

$$db_{perlakuan} = m - 1$$

$$db_{total} = n - 1$$

$$db_{galat} = db_{total} - db_{perlakuan}$$

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$JKT = \sum Y^2 - FK$$

$$JKP_A = \left( \frac{(\sum T_1)^2}{x_1} + \frac{(\sum T_2)^2}{x_2} + \dots + \frac{(\sum T_i)^2}{x_i} \right)$$

$$JKG = JKT - JKP_A$$

$$KTP_A = \frac{JKP(A)}{m - 1}$$

$$KTG = \frac{JKG}{m(x - 1)}$$

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

Keterangan

$$F_{tabel} \alpha = 0,05$$

$T_i$  = jumlah masing-masing perlakuan

$T_i$  = rata-rata masing-masing perlakuan

$$Y = T_1 + T_2 + \dots + T_i$$

$m$  = total banyaknya perlakuan

$n$  = total banyaknya pengamatan

$x$  = banyaknya sampel tiap perlakuan

Kesimpulan :

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.

### 3.10.2. Analisis Uji Perbedaan

Untuk menilai apakah keragaman dari dua kelompok berbeda secara statistik satu sama lain. Analisis untuk membandingkan keragaman dari dua kelompok data digunakan uji-t. Pengujian hipotesis merupakan salah satu bagian terpenting dalam teknik pengambilan keputusan untuk mengetahui apakah suatu pertanyaan atau hipotesis suatu masalah diterima atau ditolak. Syarat jenis uji ini adalah: (a) data berdistribusi normal; (b) kedua kelompok data adalah dependen (saling berhubungan/berpasangan); dan (c) jenis data yang digunakan adalah numerik dan kategorik (dua kelompok).

Keputusan diambil dengan nilai signifikansi variabel bebas dengan taraf signifikansi atau  $\alpha = 5\%$  dengan pedoman :

- Nilai  $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima
- Nilai  $t_{hitung} < -t_{tabel}$  atau  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_1$  diterima

Dengan :

$H_0$  : Terdapat perbedaan yang tidak nyata antara kuat tekan mortar semen merah batu bata baru dengan kuat tekan mortar semen merah limbah batu bata.

$H_1$  : Terdapat perbedaan yang nyata antara kuat tekan mortar semen merah batu bata baru dengan kuat tekan mortar semen merah limbah batu bata.

**Tabel 3.3** Analisa Statistik Uji-t

$H_0$	Nilai Uji Statistik	$H_1$	Wilayah Kritis
4. $ \mu_1 - \mu_2  = d_0$ sampel -sampel kecil $n_1 < 30$ $n_2 < 30$	$t = \frac{ \bar{x}_1 - \bar{x}_2  - d_0}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}}$	$ \mu_1 - \mu_2  < d_0 \rightarrow$ $ \mu_1 - \mu_2  > d_0 \rightarrow$ $ \mu_1 - \mu_2  \neq d_0 \rightarrow$	$t < -t_\alpha$ $t > t_\alpha$ $t < -t_{(db, \alpha/2)}$ dan $t > t_{(db, \alpha/2)}$  $db = n_1 + n_2 - 2$

### 3.10.3. 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 :

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

Dimana :

Y : Nilai-nilai yang diukur (variabel respon)

x : Variasi komposisi dan penggunaan limbah batu bata pada mortar (Variabel penjelas)

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

