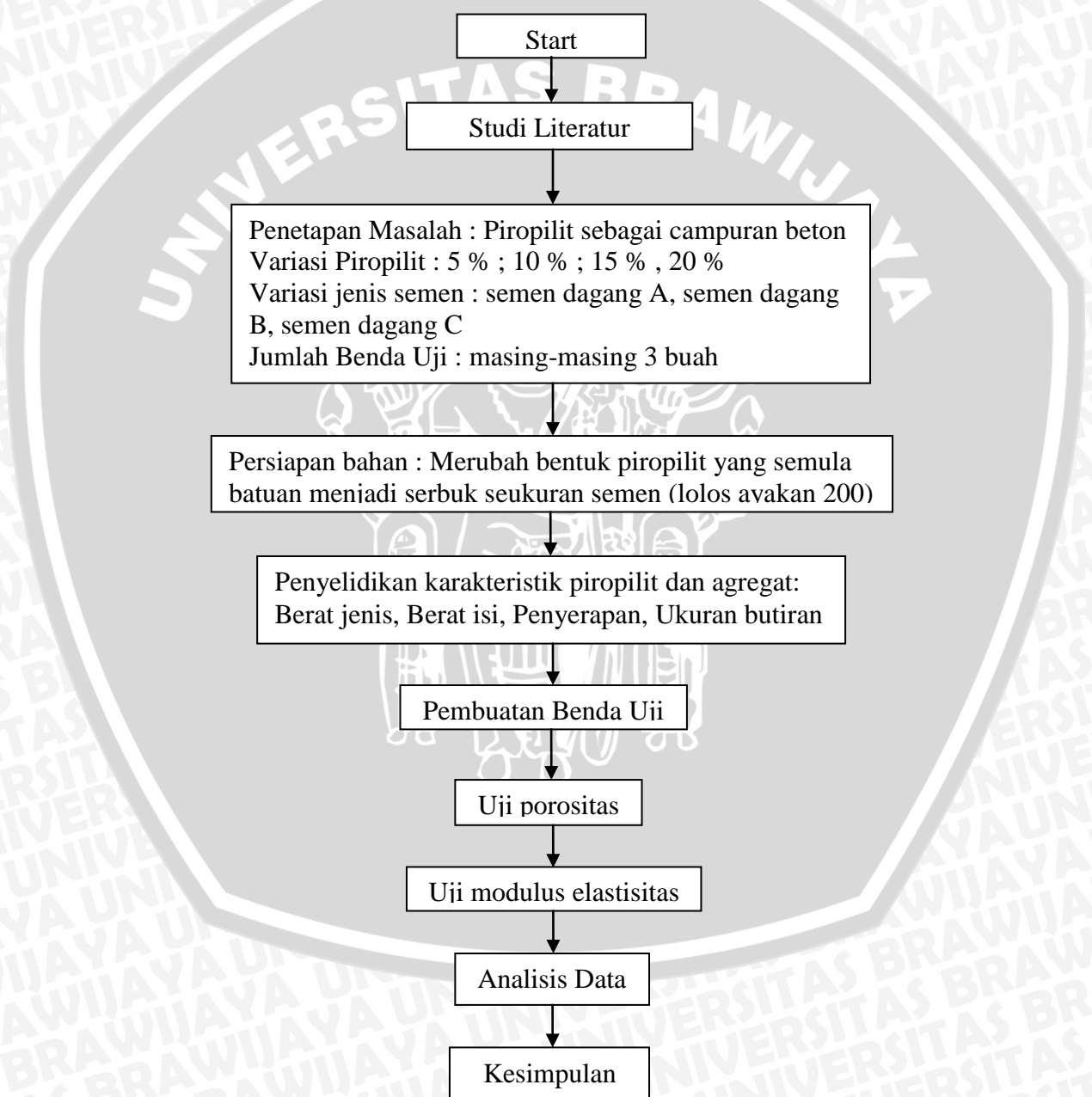


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada **Gambar 3.1** merupakan diagram alir rancangan penelitian tentang “Pengaruh Variasi Penggunaan Piropilit Dan Jenis Semen Terhadap Porositas Dan Modulus Elastisitas Beton”



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan oktober 2011 sampai dengan selesai. yang dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

- Pembuatan benda uji dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Curing air dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Pengujian porositas dan modulus elastisitas beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti. Ada 2 variabel dalam penelitian ini yaitu variabel bebas dan variabel tak bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah beton normal, variasi penambahan piropilit yaitu 5 %, 10 %, 15 %, 20 % serta variasi jenis semen yang digunakan yaitu semen dagang A, semen dagang B, dan semen dagang C. Sedangkan variabel tak bebas adalah porositas dan modulus elastisitas beton.

3.4. Identifikasi Benda Uji

Tabel 3.1 Jumlah Benda uji pengujian porositas

Jenis Semen	Umur Beton (hari)	Variasi piropilit				
		0%	5%	10%	15%	20%
A (8x16 cm)	28	3	3	3	3	3
B (8x16 cm)	28	3	3	3	3	3
C (8x16 cm)	28	3	3	3	3	3

Tabel 3.2 Jumlah benda uji pengujian modulus elastisitas kadar 0%

Jenis semen	Umur beton (hari)			
	7	14	28	56
A (15 x 30cm)	3	3	3	3
B (15 x 30cm)	3	3	3	3
C (15 x 30cm)	3	3	3	3

Tabel 3.3 Jumlah benda uji pengujian modulus elastisitas kadar 5% - 20%

Jenis semen	Umur beton (hari)	Variasi piropilit			
		5%	10%	15%	20%
A (15 x 30cm)	28	3	3	3	3
	56	3	3	3	3
B (15 x 30cm)	28	3	3	3	3
	56	3	3	3	3
C (15 x 30cm)	28	3	3	3	3
	56	3	3	3	3

3.5 Analisis Bahan Dasar Yang Digunakan

Piropilit : Piropilit Sumbermanjing, Malang Selatan

Piropilit awalnya berupa bongkahan batu besar maupun kecil, tetapi pada penelitian ini piropilit diubah ukurannya dari batuan menjadi lebih halus. Proses pengubahan ukuran piropilit ini diantaranya :

- Pengambilan piropilit dari tambang di Desa Argotirto, Sumber Manjing, Kab. Malang
- Penghancuran batu piropilit untuk memperoleh ukuran yang diinginkan, dalam penelitian ini digunakan piropilit seukuran serbuk semen
- Penyaringan serbuk piropilit untuk menyeleksi lebih detail hasil dari proses penghancuran. Pada tahap ini, piropilit yang digunakan adalah serbuk yang lolos ayakan 200'

3.6 Pengujian Bahan Dasar

Adapun pengujian bahan dasar yang akan dilakukan adalah :

1. Piropilit

Pengujian material piropilit dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Meliputi pengujian karakteristik yang dimiliki piropilit : unsur – unsur penyusun, ukuran butiran, berat jenis, berat volume dan penyerapan.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Piropilit

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0.1 gram
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml
- c. Kerucut terpancung dengan diameter atas (40 ± 3) mm, diameter bawah (90 ± 3) mm, dan tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam tebal ≥ 0.8 mm.
- d. Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram dan diameter (25 ± 3) mm.
- e. Saringan no.4 (4,75 mm)
- f. Oven pengatur suhu kapasitas (110 ± 5) $^{\circ}$ C

2. Pemeriksaan Berat Isi Piropilit

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0,1 g
- b. Tongkat tusuk baja panjang ± 600 mm dan diameter ± 16 mm
- c. Kotak takar

2. Agregat halus

Pengujian material agregat halus dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Meliputi pengujian karakteristik yang dimiliki agregat halus : pemeriksaan gradasi, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan berat isi, pemeriksaan berat jenis.

1. Pemeriksaan gradasi agregat halus

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Satu set ayakan : 4,75 mm (no.4), 2,38 mm (no.8), 1,19 mm (no.16), 0,59 mm (no.30), 0,297 mm (n0.50), 0,149 mm (no.100), 0,075 mm (no.200)
- c. Oven pengatur suhu kapasitas 110 °C
- d. Alat pemisah contoh
- e. Mesin pengguncang saringan
- f. Talam – talam dan kuas.

2. Pemeriksaan kadar air agregat halus

- a. Timbangan dengan ketelitian 0.1% berat benda uji.
- b. Oven pengatur suhu kapasitas (100-110)⁰ C
- c. Talam

3. Pemeriksaan berat isi agregat halus

- a. Timbangan dengan kapasitas > 1 kg dengan ketelitian 0,1 gr.
- b. Tongkat tumbuk baja panjang ± 600 mm dengan diameter ± 16 mm
- c. Kotak takaran atau ember.

4. Pemeriksaan berat jenis agregat halus

- a. Timbangan kapasitas > 1 kg dengan ketelitian 0.1 gram
- b. Picnometer kapasitas 500 ml
- c. Kerucut terpancung diameter atas (40 \pm 3) mm, diameter bawah (90 \pm 3) mm dan tinggi (75 \pm 3) mm dibuat dari logam
- d. Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat (340 \pm 15) gram dan diameter (25 \pm 3) mm
- e. Oven pengatur suhu kapasitas (110 \pm 5)⁰C

3. Agregat Kasar

Pengujian material agregat kasar dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang. Meliputi pengujian karakteristik yang dimiliki agregat kasar : pemeriksaan gradasi, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan berat isi, pemeriksaan berat jenis.

1. Pemeriksaan gradasi agregat kasar

Alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Satu set ayakan : 25,4 mm (1 “), 19,1 mm ($\frac{3}{4}$ ”), 12,71 mm ($\frac{1}{2}$ ”), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ”), 4,76 mm (no.4)
- c. Oven pengatur suhu kapasitas 110 °C
- d. Alat pemisah contoh
- e. Mesin pengguncang saringan
- f. Talam – talam dan kuas.

2. Pemeriksaan kadar air agregat kasar

- a. Timbangan dengan ketelitian 0.1% berat benda uji.
- b. Oven pengatur suhu kapasitas (100-110)⁰ C
- c. Talam

3. Pemeriksaan berat isi agregat kasar

- a. Timbangan dengan kapasitas > 1 kg dengan ketelitian 0,1 gr.
- b. Tongkat tumbuk baja panjang \pm 600 mm dengan diameter \pm 16 mm
- c. Kotak takaran atau ember.

4. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar

- a. Timbangan kapasitas 5000 gram dengan ketelitian 0.15 dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- b. Oven pengatur panas dengan kapasitas 110°C
- c. Saringan no. 4 (4,78 mm)
- d. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (no.6) atau 2,46 mm (no.8) dengan kapasitas \pm 5000 gram
- e. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan , tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.

3.7 Pembuatan Benda Uji

Merupakan proses pencetakan benda uji setelah mengetahui proporsi pencampuran piropilit sebagai bahan penambah pada campuran. Pembuatan benda uji dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

3.8 Perawatan (*curing*)

Proses perawatan (*curing*) pada benda uji dilakukan dengan cara perendaman terhadap benda uji kurang lebih selama 7 hari setelah beton di lepas dari cetakan. Perawatan ini dilakukan, agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Setelah di lakukan perendaman, beton di angkat dan di biarkan mengering selama berumur 28 hari untuk uji porositas dan berumur 7, 14, 28, dan 56 hari untuk uji modulus elastisitas.

3.9 Metode Pengujian

3.9.1 Porositas beton

Pengujian kuat tekan dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Tujuan : Mengetahui prosentase rongga udara benda uji.

Bahan : Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 8 cm dan tinggi 16 cm

Peralatan : Timbangan, oven pengatur suhu kapasitas, (110 ± 5)^oC, tempat perendaman.

1. Prosedur Pengujian :

- Ambil benda uji yang telah melalui proses *curing* (perawatan) selama 28 hari.
- Timbang massa benda uji awal.
- Keringkan benda uji ke dalam oven dengan suhu 100 sampai 110° C selama tidak kurang dari 24 jam.
- Timbang benda uji hingga berat benda uji konstan atau tidak mengalami pengurangan berat kembali.

- Nilai perbedaan penimbangan benda uji berurut-urut tidak boleh melebihi 0,5% dari nilai terendah, jika hal tersebut masih belum tercapai masukkan kembali benda uji ke dalam oven dengan penambahan 24 jam waktu pengeringan.
- Rendam benda uji selama tidak kurang dari 48 jam.
- Keringkan permukaan benda uji dengan handuk atau sejenisnya untuk menghilangkan kelembapan permukaan.
- Timbang benda uji hingga berat benda uji konstan atau tidak mengalami pengurangan berat kembali.
- Nilai perbedaan penimbangan benda uji berurut-urut tidak boleh melebihi 0,5% dari nilai terendah, jika hal tersebut masih belum tercapai masukkan kembali benda uji ke dalam tempat perendaman dengan penambahan 24 jam waktu pengeringan.

Presentase porositas dapat dihitung berdasarkan daya serap bahan terhadap air yaitu perbandingan volume air yang diserap dengan volume total sampel. Secara matematis hal tersebut dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Porositas} = \frac{W_b - W_k}{V_b} \times \frac{1}{\rho_{\text{air}}} \times 100\%$$

dengan :

V_b = volume benda uji (cm^3)

W_b = massa jenuh setelah perendaman (gr)

W_k = massa kering setelah di oven (gr)

ρ_{air} = massa jenis air (1 gr/cm^3)

3.9.2 Modulus Elastisitas beton

Pengujian kuat tekan dilakukan di Lab. Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Tujuan : untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas untuk keperluan perencanaan struktur beton.

Bahan : Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Peralatan :

- Mesin uji tekan yang dapat menghasilkan beban dengan kecepatan penambahan beban kontinu dalam satu gerakan tanpa menimbulkan efek kejut, dan mempunyai ketelitian pembacaan maksimum 10 kN.
- Kompresometer-ekstensiometer yang mampu mengukur sampai ketelitian 0,635 um, terdiri dari 2 elemen lingkaran yang dipasang dekat ujung bawah dan ujung atas benda uji yang jaraknya ditetapkan sesuai panjang indikator. Pemasangan elemen lingkaran harus simetris terhadap bidang lingkaran benda uji agar kedudukan batang alat pengukur deformasi tidak terjadi eksentrisitas.
- Timbangan dengan ketelitian maksimum 10 gram dan kapasitas minimum 35 kg.
- Jangka sorong.

Prosedur pengujian :

- Ukur diameter benda uji dengan jangka sorong pada 3 posisi ukur, ditengah dan di kedua ujung benda uji sampai ketelitian 0,05 mm dari hasil pembacaan rata-rata.
- Panjang benda uji termasuk kaping harus diukur sampai pembacaan 1 mm.
- Timbang benda uji dengan ketelitian timbangan 0,3%.
- Suhu dan kelembaban ruang uji selama pengujian dijaga konstan.
- Pasang alat kompresometer-ekstensometer pada benda uji dengan benar dan kokoh, kemudian pasang alat pengukur deformasi (*dial gauge*) pada posisi yang tepat.
- Letakkan benda uji yang telah diberi alat ukur deformasi (*dial gauge*) pada mesin uji tekan dengan kedudukan simetris.
- Jalankan mesin uji tekan dan berikan pembebanan secara teratur, dengan kecepatan pembebanan antara 207 s.d 275 kPa/detik sampai benda uji hancur atau sampai mesin uji tidak memberikan beban lagi.
- Catatlah regangan/deformasi setiap peningkatan beban 10 kN, dan catat beban tekan pada saat regangan tercapai 50.10^{-6} serta catat regangan yang dicapai pada saat pembebanan mencapai 40% beban maksimum.

✓ Modulus elastisitas dengan Kompresor Ekstensometer

Modulus elastisitas beton dapat diketahui dengan menggunakan Kompresor Ekstensometer, yaitu didapat dari 40% tegangan dan regangan maksimum. Rumus perhitungan modulus elastisitas berdasarkan SNI 03-4169-1996, yaitu :

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,000050)}$$

dengan :

E = Modulus elastisitas beton (N/mm²)

S_2 = Tegangan yang terjadi saat tegangan 40% P maksimum, $S_2 = P_2/A$

P_2 = Beban pada saat 40% P maksimum

S_1 = Tegangan yang terjadi saat tegangan *longitudinal* mencapai 0,000050, $S_1 = P_1/A$

P_1 = Beban pada saat tegangan *longitudinal* mencapai 0,000050

✓ Modulus elastisitas dengan pendekatan rumus empiris

Selain dengan Kompresor Ekstensometer, nilai modulus elastisitas sebuah beton juga dapat diketahui dengan pendekatan rumus empiris yang didapat dari SK SNI 03-2487-2002 sebagai berikut :

1. Untuk nilai w_c diantara 1500 kg/m³ dan 2500 kg/m³, nilai modulus elastisitas E_c dapat diambil sebesar $(w_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f'c}$ (dalam Mpa). Untuk beton normal E_c dapat diambil sebesar $4700 \sqrt{f'c}$.
2. Modulus elastisitas untuk tulangan non-prategang E_s boleh diambil sebesar 200.000
3. Modulus elastisitas untuk beton prategang E_s' ditentukan melalui pengujian atau dari data pabrik.



Gambar 3.1 Dial gauge

3.10 Metode Analisis

Setelah data-data tersebut diperoleh, maka dilanjutkan dengan analisa secara statistik yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan penambahan piropilit sebagai pengganti semen terhadap porositas beton dan modulus elastisitas beton. Adapun proses analisisnya adalah sebagai berikut:

a. Pengujian hipotesis

Merupakan bab yang penting, karena dari pengujian ini akan diketahui apakah suatu pernyataan mengenai populasi itu benar atau tidak. Salah satu teknik dalam mengestimasi hipotesa ini digunakan analisa varian (ANOVA), yaitu metode penganalisaan berdasarkan pada varian dari semua observasi, sehingga penyebab kesalahan akibat interaksi, masing-masing kelompok sampel dapat diperhitungkan variabilitasnya. Analisa varian pada penelitian ini menggunakan analisis varian dua arah (two way - ANOVA). Uji ANOVA yang digunakan untuk menguji hipotesa 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.

Analisa data hasil pengujian dilakukan dengan model analisis varian dua arah dan analisa regresi. Pernyataan ada tidaknya pengaruh variasi jenis semen dan piropilit yang digunakan terhadap porositas dan modulus elastisitas beton dinyatakan secara statistik sebagai berikut :

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha,\beta)_{ij} + \xi_{ij}$$

dengan :

- α = Pengaruh variasi jenis semen
- β = Pengaruh variasi piropilit yang digunakan
- $(\alpha \beta)$ = Pengaruh interaksi kedua faktor
- ξ_{ij} = Kesalahan

Ketiga hipotesis tersebut disusun menjadi :

1. $H_0^1 : \mu \alpha_1 = \mu \alpha_2 = \dots = \mu \alpha_i$
 $H_1^1 : \mu \alpha_1 \neq \mu \alpha_2 \neq \dots \neq \mu \alpha_i$
2. $H_0^2 : \mu \beta_1 = \mu \beta_2 = \dots = \mu \beta_i$
 $H_1^2 : \mu \beta_1 \neq \mu \beta_2 \neq \dots \neq \mu \beta_i$



$$3. H_0^3 : (\mu \alpha \beta)_{11} \neq (\mu \alpha \beta)_{12} = \dots \neq (\mu \alpha \beta)_{ij}$$

$$H_1^3 : (\mu \alpha \beta)_{11} \neq (\mu \alpha \beta)_{12} \neq \dots \neq (\mu \alpha \beta)_{ij}$$

dengan :

H_0 = Hipotesis yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh dari variasi jenis semen (H_0^1), variasi piropilit (H_0^2) atau interaksi keduanya (H_0^3)

H_1 = Hipotesis yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari variasi jenis semen (H_1^1), variasi piropilit (H_1^2) atau interaksi keduanya (H_1^3)

μ = Rerata nilai yang diukur dalam suatu kelompok perlakuan

Dari analisa statistik tersebut didapat harga F_{hitung} yang akan dibandingkan dengan F_{tabel} . Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$, berarti ada pengaruh variasi jenis semen dan variasi piropilit yang digunakan terhadap nilai porositas dan modulus elastisitas beton pada penelitian ini. Demikian juga apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka kesimpulan yang terjadi adalah sebaliknya.

a. Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan 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 :

$$Z_i = b_0 + b_1x + b_3(x)^2$$

dengan :

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