

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tinjauan Umum

- Variabel bebas yaitu variasi prosentase *slag* 60%, 80% ,100% (data primer); 0%,20%,40% (data sekunder).
- Variabel terikat yaitu berat, berat jenis, kuat tekan dan kuat tarik pada beton, serta workabilitas.
- Mutu beton rencana yaitu $f'c$ 35 MPa dan diuji pada umur 28 hari.
- Sampel tiap variasi sejumlah 18 buah (15 untuk uji tekan ; 3 untuk uji tarik) (*ASTM C31*).
- *Slag* diambil dari lapangan secara acak (random).
- Metode pengolahan *slag* yang digunakan adalah solidifikasi (sementasi).

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan yang menjadi objek penelitian ini adalah *slag* PT. Inti General Yaja Steel, Semarang. Bahan lain yang digunakan adalah semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air.



(a)



(b)

Gambar 3.1 (a) *Slag*, (b) Agregat kasar 2/3'

3.2.2. Alat

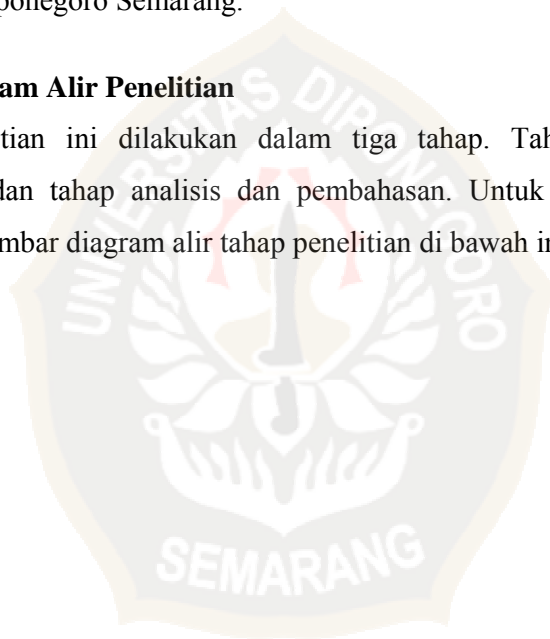
Peralatan yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

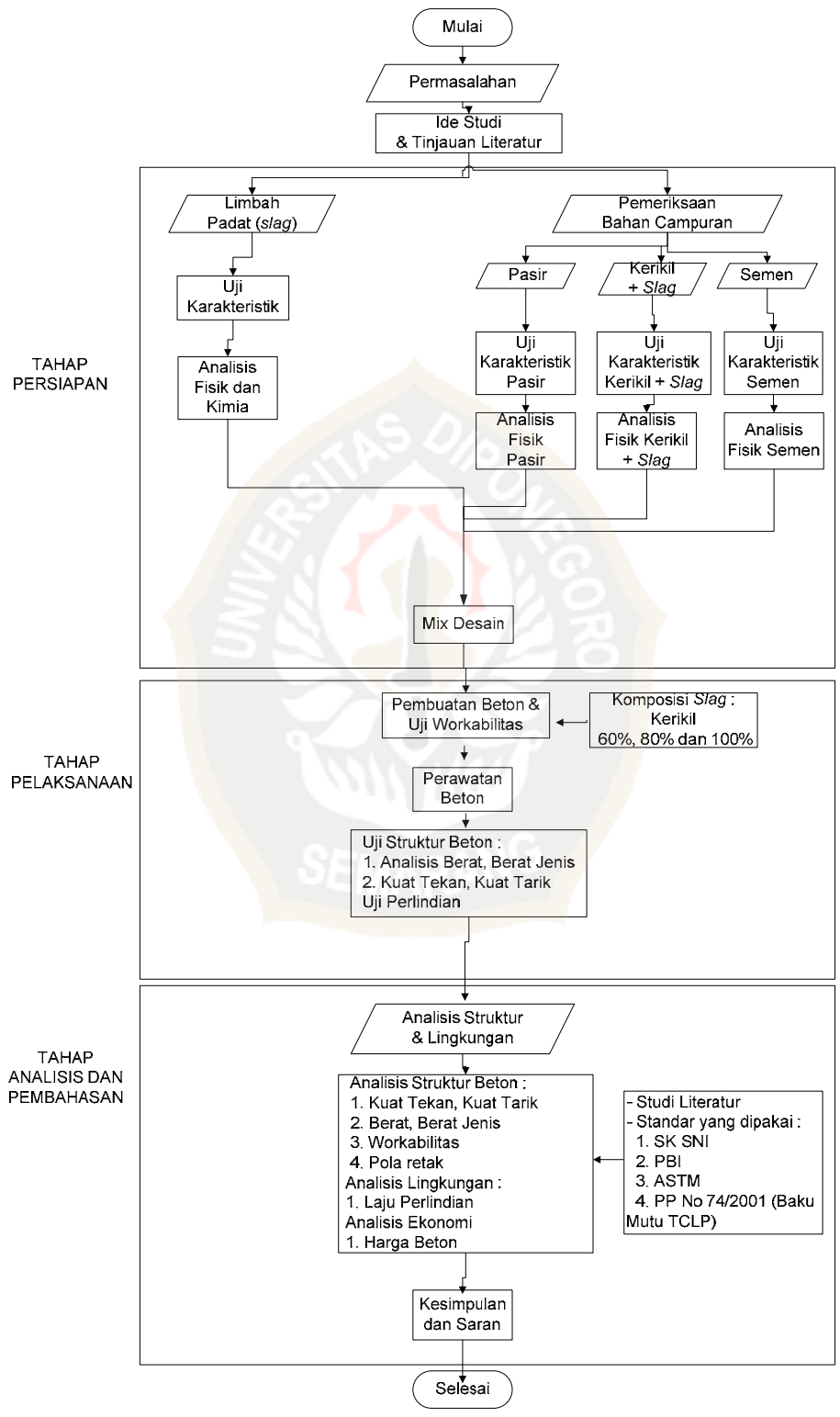
3.2.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret - Juli 2006. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

3.3. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis dan pembahasan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar diagram alir tahap penelitian di bawah ini.





Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian

3.3.1. Tahapan Penelitian

3.3.1.1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap *slag* yang meliputi pemeriksaan fisik dan kimia, serta pemeriksaan bahan campuran. Pemeriksaan bahan campuran yang dilakukan yaitu :

1. Analisis agregat halus (Pasir)

Analisis yang dilakukan pada pasir sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air asli, kadar air *Saturated Surface Dry* (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD.

2. Agregat campuran *slag* dan kerikil

Analisis yang dilakukan sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air asli, kadar air *Saturated Surface Dry* (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD, *Impact test*, analisa keausan.

3. Analisis semen portland

Analisis yang dilakukan terhadap semen portland sesuai SK SNI yaitu analisis berat jenis semen, konsistensi normal, dan pengikatan awal.

Pada Tahap ini juga dilakukan *mix design* dengan metode *DOE* setelah semua data yang diperlukan pada pemeriksaan bahan campuran diperoleh. Perhitungan *mix design* dapat dilihat pada lampiran.

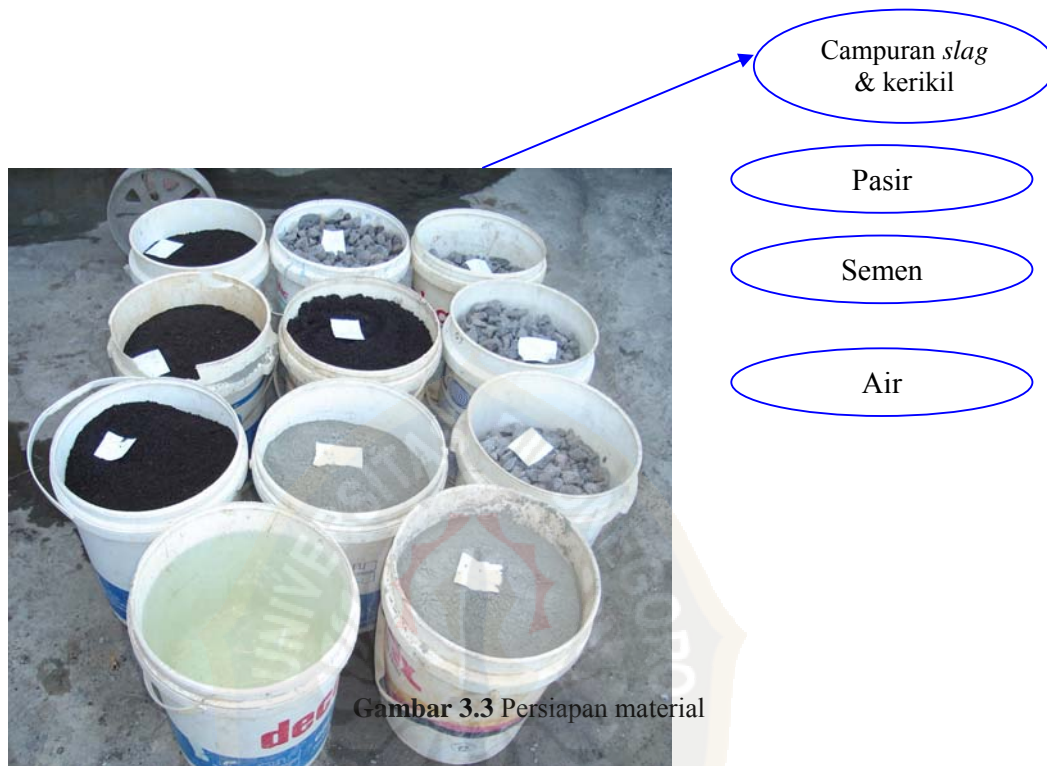
3.3.1.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan penelitian yaitu :

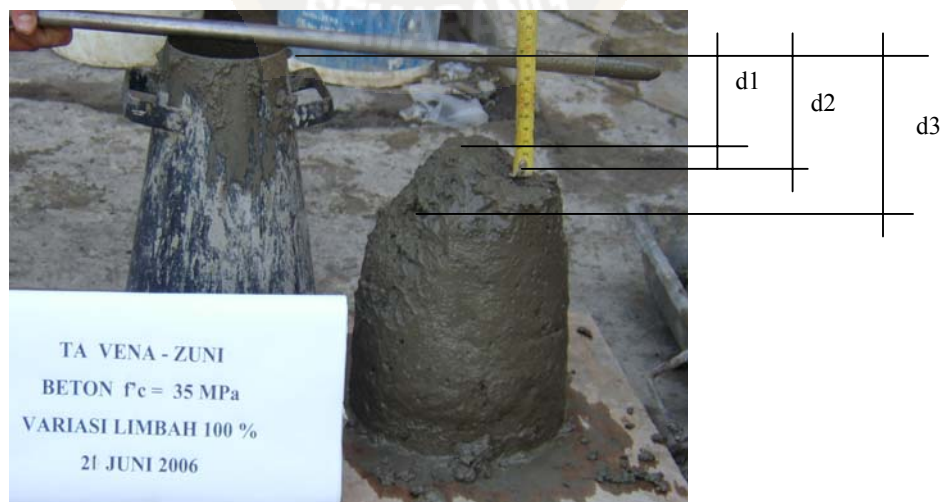
1. **Pembuatan beton dan pengujian workabilitas**

Pembuatan adukan beton dilakukan sesuai SK SNI T – 28 – 1991 – 03 dan harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, pasir, kerikil & *slag* dan air sesuai dengan *mix design*.
- b. Pembuatan adukan harus memperhatikan waktu, karena suhu panas di siang hari dapat mempengaruhi hasil adukan.



Pengukuran nilai *slump* sesuai ASTM C143, ditunjukkan seperti berikut :



Gambar 3.4 Pengukuran nilai *slump*

Pengukuran nilai *slump* merupakan nilai rata – rata tiga pengukuran yaitu d1, d2, d3 dirumuskan sebagai berikut :

$$d \text{ rata-rata} = (d1 + d2 + d3) / 3 \quad (3 - 1)$$

keterangan :

d rata-rata = nilai *slump* rata-rata

d1 = pengukuran *slump* titik pertama

d2 = pengukuran *slump* titik kedua

d3 = pengukuran *slump* titik ketiga

2. Perawatan (*curing*)

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman. Perawatan beton ini bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.



Gambar 3.5 Perendaman benda uji

3. Pengujian Sampel Beton

- Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis beton dilakukan dengan cara sebagai berikut :



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.6 Pengujian berat jenis beton,

(a) Menimbang sampel beton, (b) memasukkan sampel beton ke dalam air raksa,

(c) menimbang air raksa yang tumpah

Adapun perhitungannya dirumuskan sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{w_1}{\frac{w_2}{13.6}} \quad (3 - 2)$$

Keterangan :

- γ : berat jenis
- w_1 : berat sampel beton (gram)
- w_2 : berat air raksa (gram)
- 13.6 : berat jenis air raksa

- **Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada umur beton 28 hari, langkah-langkah pengujiannya ditunjukkan seperti gambar berikut :



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.7 (a) Proses *Capping*, (b) Penimbangan benda uji, (d) Sebelum pengujian kuat tekan, (e) Sesudah pengujian kuat tekan

Adapun rumusan perhitungan kuat tekan adalah sebagai berikut :

$$P = F / A \quad (3 - 3)$$

Keterangan :

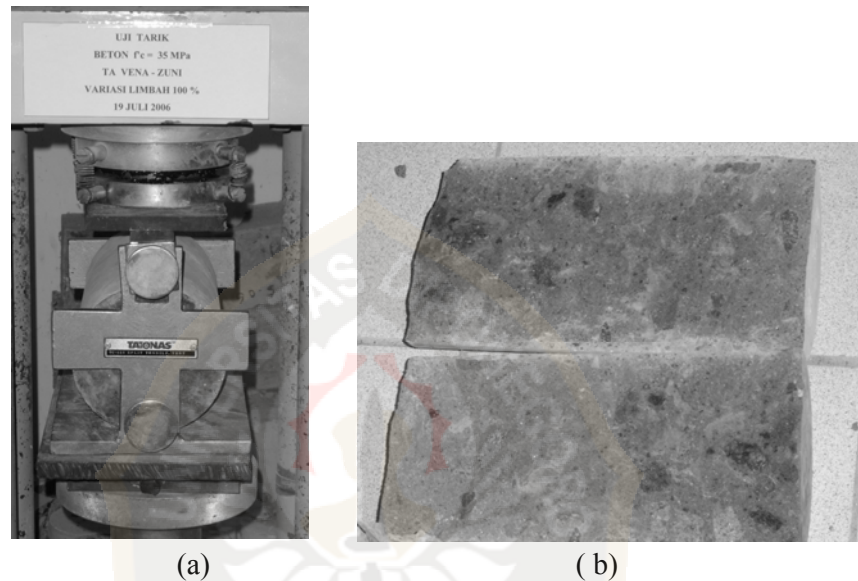
P : Kuat tekan (MPa)

F : Gaya tekan (N)

A : Luas (mm²)

- **Pengujian Kuat Tarik Beton**

Pengujian kuat tarik beton yang dilakukan pada umur beton 28 hari, langkah-langkah pengujiannya ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 3.8 (a) Pengujian kuat tarik beton, (b) Benda uji sesudah pengujian

Adapun rumusan perhitungan kuat tarik adalah sebagai berikut (Chu-Kia Wang dkk, 1986) :

The diagram shows a concrete specimen with a circular cross-section of diameter d and a length L . It is subjected to a tensile force P_u applied at both ends, labeled A and B. The force is represented by downward arrows at A and upward arrows at B.

$$f_t = \frac{2P_u}{\mu L d} \quad (3-4)$$

Gambar 3.9 Perhitungan kuat tarik

Keterangan :

f_t : kuat tarik (MPa)

L : tinggi benda uji (mm) d : diameter benda uji (mm)

P_u : gaya (N) μ : phi

- **Uji Perlindian**

Uji perlindian dilakukan dengan metode TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*). Hasil yang diperoleh dari uji lindi ini adalah rerata konsentrasi kandungan logam (Cr dan Zn) dan laju perlindian.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan laju perlindian pada uji lindi adalah (Indah, 2006) :

$$R = \frac{X_t \times W}{X_o \times S \times T} \quad (3 - 5)$$

Keterangan :

- X_t = Konsentrasi setelah pengolahan (ppm)
- X_o = Konsentrasi awal (ppm)
- W = Berat beton (gr)
- S = Luas permukaan beton yang terendam aquades (cm²)
- T = Waktu pengambilan cuplikan lindi (hari)
- R = Laju perlindian (gr/cm².hari)

3.3.1.3. Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini hal-hal yang dibahas yaitu :

1. Hasil dan analisis material
2. Hasil pengujian parameter
3. Pengolahan dan analisis data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik, berat, berat jenis, dan workabilitas beton selanjutnya diolah menggunakan analisis statistik dengan program SPSS 12.0 . Uji statistik yang dilakukan adalah sebagai berikut :

A. Statistika Deskripsi

Statistika deskripsi lebih berhubungan dengan pengumpulan dan peringkasan data, serta penyajian hasil peringkasan tersebut. Data-data statistik yang diperoleh dari sensus, survei, atau pengamatan lainnya umumnya masih acak, dan tidak terorganisir dengan baik. Data-data tersebut harus disusun dengan baik dan teratur, baik dalam bentuk tabel atau persentasi grafik sebagai dasar untuk berbagai pengambilan keputusan (Statistik Inferensia).

B. Statistika Inferensia

Statistika inferensia merupakan bagian statistika yang membicarakan cara-cara menganalisis data serta mengambil kesimpulan (yang pada dasarnya berkaitan dengan dua masalah utama yaitu estimasi parameter populasi dan pengujian hipotesis). Metode ini adalah metode tepat yang memungkinkan kita mengukur besarnya galat (*error*) dalam menarik kesimpulan atau memberikan taraf kepercayaan tertentu terhadap suatu pernyataan.

1. Metode Kolmogorov - Smirnov

Metode ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan untuk 1 sampel dari suatu populasi atau uji keselarasan data yang berskala minimal ordinal dan untuk mengetahui apakah data tersebut terdistribusi normal. Metode Kolmogorov - Smirnov diharapkan dapat menentukan metode pengambilan keputusan selanjutnya.

Hipotesis untuk kasus ini :

1. $H_0 = F(x) = F_0(x)$,

Keterangan :

$F(x)$ adalah fungsi distribusi populasi yang diwakili oleh sampel

$F_0(x)$ adalah fungsi distribusi suatu populasi berdistribusi normal dengan μ = rata-rata masing-masing variasi *slag* dan σ = standar deviasinya.

2. $H_1 = F(x) \neq F_0(x)$, atau distribusi populasi tidak normal

Batasan pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0.05 ; H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0.05 ; H_0 ditolak

2. Metode One Way Anova

Metode *Anova* digunakan untuk pengujian lebih dari dua sampel. Asumsi yang digunakan pada pengujian *Anova* :

- Populasi-populasi yang akan diuji terdistribusi normal
- Sampel tidak berhubungan satu dengan yang lain.

Dalam metode *Anova* nilai statistik tabel / nilai kritis biasanya dipengaruhi oleh :

1. Tingkat kepercayaan
untuk inferensia dilakukan pada tingkat kepercayaan (β) 95 % atau tingkat signifikan (α) = 5 %.
2. Derajat kebebasan (df)
derajat kebebasan (*degree of freedom*) digunakan numerator (df1) dan denominator (df2)

numerator : jumlah variasi *slag* – 1

denominator : jumlah sampel – jumlah variasi *slag*

3. Jumlah sampel yang digunakan.

a. Grup Statistik (*group statistics*)

Group statistik berfungsi untuk mendeskripsikan perilaku pengujian parameter seperti jumlah benda uji, nilai rata-rata, nilai minimum, maksimum, standar deviasi, standar *error*, batas atas dan batas bawah.

b. Uji Kesamaan Varians (*test of homogeneity of variances*)

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah variasi *slag* mempunyai *varians* yang sama.

Hipotesis untuk kasus ini :

H_0 = varians populasi adalah identik

H_1 = varians populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Jika probabilitas > 0.05 ; H_0 diterima

Jika probabilitas < 0.05 ; H_0 ditolak

c. Analisis varians (*Analysis of Variance*)

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah variasi *slag* mempunyai rata-rata (*mean*) yang sama.

Hipotesis untuk kasus ini :

H_0 = rata-rata populasi adalah identik

H_1 = rata-rata populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

Jika statistik hitung (angka F out) $>$ statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak

Jika statistik hitung (angka F out) $<$ statistik tabel (tabel F), H_0 diterima

d. Analisis Tukey and Bonferroni test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan kelompok variabel *slag*, masalah yang akan dibahas adalah mana saja kelompok variabel *slag* yang berbeda dan mana yang tidak berbeda.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0.05 ; H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0.05 ; H_0 ditolak

e. Analisis Kesamaan Kelompok (*Homogeneous subset*)

Jika *turkey test and bonferroni test* untuk menguji kelompok mana saja yang memiliki perbedaan nyata, maka dalam *Homogeneous subset* justru akan dicari grup / subset mana saja yang mempunyai perbedaan rata-rata yang tidak berbeda secara signifikan.

C. Analisis Regresi

Untuk mengetahui persentase *slag* dalam agregat kasar (split) efektif maka digunakan pendekatan secara analisis regresi, dimana persamaan ini menurut Sugiyono (2006) untuk menghitung suatu perkiraan atau persamaan regresi yang akan menjelaskan hubungan antara dua variabel.

D. Koefisien Determinasi (R^2)

Harga koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk menentukan besarnya kontribusi variabel bebas ($x_1; x_2$) terhadap naik turunnya nilai variabel tidak bebas (y). Harga koefisien determinasi merupakan nilai kuadrat dari koefisien korelasi (R^2). (Sugiyono, 2006).

E. Koefisien Korelasi (r)

Koefisien korelasi yaitu nilai yang menyatakan kuat tidaknya hubungan antar variabel (Singgih S, 2003).

Tabel 3.1 Interval koefisien korelasi

Interval koefisien	Tingkat hubungan
0.0 – 0.199	Sangat rendah
0.2 – 0.399	Rendah
0.4 – 0.599	Sedang
0.6 – 0.799	Kuat
0.8 – 1.00	Sangat kuat

4. Pengamatan Benda Uji

5. Penarikan Kesimpulan & saran

Tahap selanjutnya setelah analisis dan pembahasan maka dari keseluruhan penelitian ditarik kesimpulan serta saran yang dapat diberikan.