

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tinjauan Umum

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi persentase limbah padat (*sludge*) dalam agregat halus (10%, 20% , 30%) sementara variabel terikat dalam penelitian ini yaitu *air content*, berat jenis, kuat tekan dan kuat tarik pada beton, serta workabilitas. Sampel tiap variasi dalam penelitian ini adalah 9 benda uji silinder (6 untuk uji tekan ; 3 untuk uji tarik) (*ASTM C31*) dengan mutu K-300 dan diuji pada umur beton 28 hari. Hasil pengujian dibandingkan dengan beton normal (variasi *sludge* 0%).

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan yang menjadi objek penelitian ini adalah limbah padat (*sludge*) PT. Cerah Sempurna, Semarang. Bahan lain yang digunakan adalah semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air. Pada Gambar 3.1 dapat dilihat perbandingan visual dari limbah padat (*sludge*) dan agregat halus.



(a)



(b)

Gambar 3.1 (a) *Sludge*, (b) Agregat halus

3.2.2. Alat

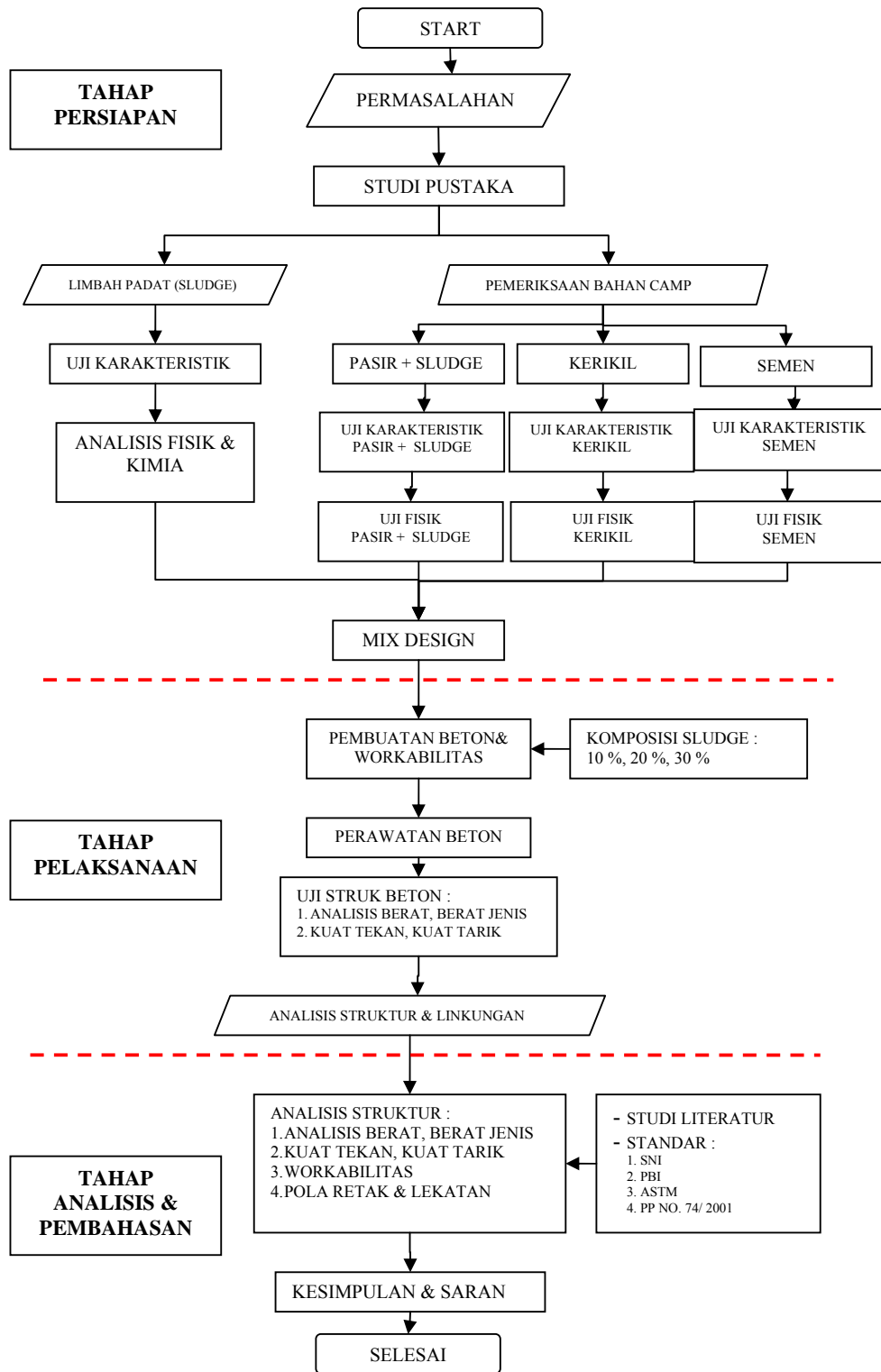
Peralatan yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

3.2.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret - Juli 2007. 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 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian

3.3.1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap limbah padat 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 PBI 1971 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 *sludge* dan pasir

Analisis yang dilakukan sesuai PBI 1971 yaitu analisa saringan, kadar air asli, kadar air *Saturated Surface Dry* (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD.

3. Analisis Semen *Portland*

Analisis yang dilakukan terhadap semen *portland* sesuai ASTM 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 lampiran.

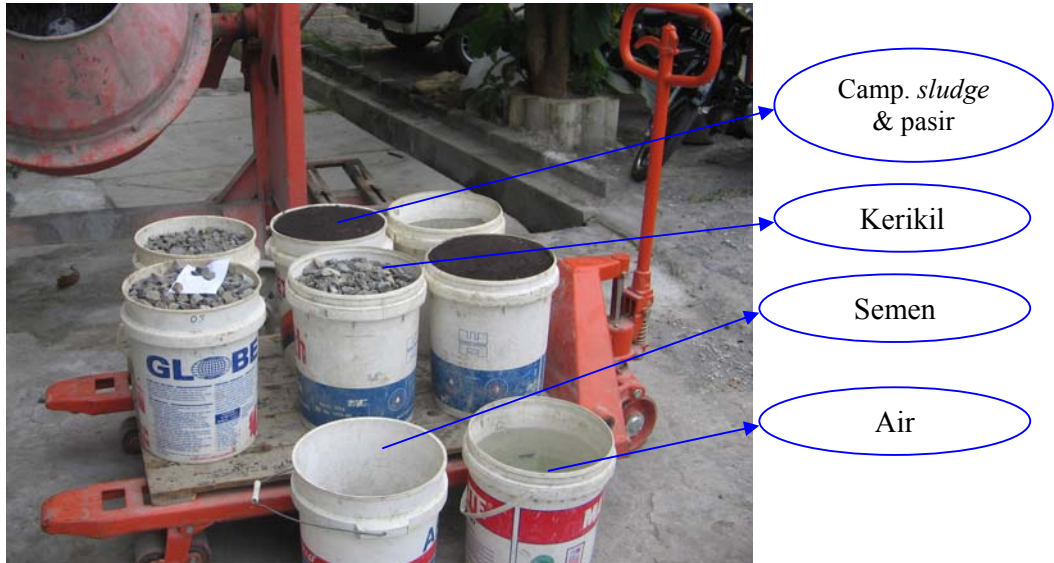
3.3.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan penelitian yaitu :

1. Pembuatan beton dan pengujian workabilitas

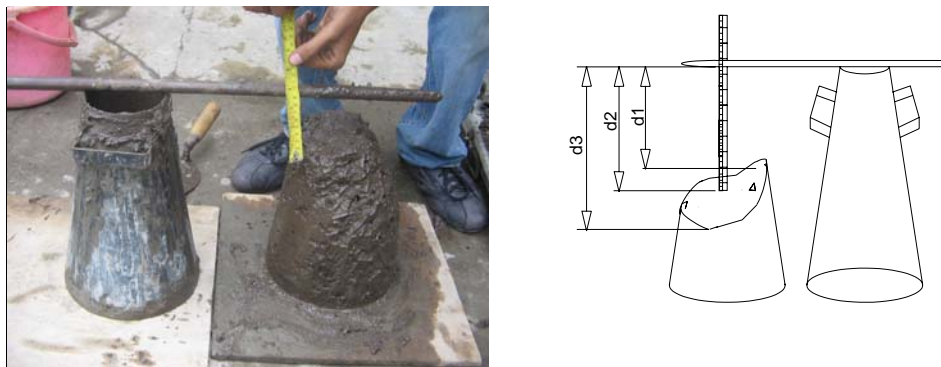
Pembuatan adukan beton dilakukan sesuai SK. SNI. T – 28 – 1991 – 03 dan harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, pasir, kerikil & *sludge* dan air sesuai dengan *mix design*, seperti pada Gambar 3.3.
- b. Pembuatan adukan harus memperhatikan waktu, karena suhu panas di siang hari dapat mempengaruhi hasil adukan.



Gambar 3.3 Persiapan material

Pengukuran nilai *slump* sesuai *ASTM C143*, ditunjukkan seperti pada Gambar 3.4.



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

Adapun cara pembuatan benda uji silinder ditunjukkan Gambar 3.5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.5 (a) Pemasukan adukan beton ke dalam cetakan, (b) Pematatan adukan dalam cetakan, (c) Adukan setelah diratakan

2. Perawatan (*curing*)

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara memakai terpal basah, seperti pada Gambar 3.6. 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 3.6 Perawatan benda uji

3. Pengujian Sampel Beton

- Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis beton dilakukan dengan cara sebagai berikut :



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.7 Pengujian berat jenis beton,

(a) Penimbangan sampel beton, (b) sampel beton dimasukkan ke dalam air raksa,

(c) Penimbangan 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)



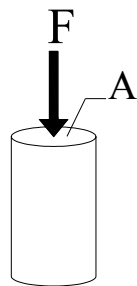
(c)



(d)

Gambar 3.8 (a) Proses *Capping*, (b) Penimbangan benda uji, (c) Sebelum pengujian kuat tekan, (d) Sesudah pengujian kuat tekan

Adapun rumusan perhitungan kuat tekan adalah sebagai berikut :



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

Gambar 3.9 Perhitungan kuat tekan

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 :

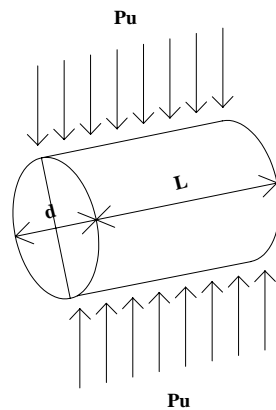


(a)

(b)

Gambar 3.9 (a) Pengujian kuat tarik beton,
(b) Benda uji sesudah pengujian

Adapun rumusan perhitungan kuat tarik adalah sebagai berikut :



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

Gambar 3.11 Perhitungan kuat tarik

Keterangan :

f_t : kuat tarik (MPa)

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

P_u : gaya (N) π : phi

3.3.3. Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap analisa dan pembahasan 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, workabilitas serta kandungan udara beton selanjutnya diolah menggunakan analisis statistik dengan program SPSS 14.0 . Uji statistik yang dilakukan adalah sebagai berikut :

➤ 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).

➤ Statistika Inferensia

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan kuat tekan, kuat tarik, *slump test* dan *air content* dengan parameter variasi persentase kadar limbah (*sludge*) dengan agregat halus (pasir) selanjutnya diolah menggunakan analisis statistik. Uji statistik dapat dilakukan sebagai berikut :

A. Uji Normalitas

Uji Normalitas menggunakan One-Sample 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 :

- a. $H_0 = F(x) = F_0(x)$, dengan $F(x)$ sebagai fungsi distribusi populasi yang diwakili oleh sampel, dan $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi suatu populasi terdistribusi normal dengan μ = rerata masing-masing kadar limbah (*sludge*) terhadap pasir dan σ = standar deviasinya.
- b. $H_1 = F(x) \neq F_0(x)$, atau distribusi populasi tidak normal.

Batasan pengambilan keputusan :

Jika probabilitas $> 0,05$: H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$: H_0 ditolak

B. Analisis Varian (Anova)

Analisis tersebut untuk memisahkan komponen-komponen variasi dalam suatu set hasil penelitian, yaitu digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata kuat tekan, kuat tarik, dan workabilitas beton yang signifikan dalam perlakuan variasi kadar limbah dalam agregat halus. Dengan uji ini diharapkan dapat mengetahui seberapa jauh nilai pengamatan di sekitar nilai rerata (Arif Pratisto, 2005).

Dalam analisis variansi digunakan uji F. Statistik F dicari menggunakan *software* SPSS dengan persamaan berikut :

$$F = \frac{MS_p}{MS_e} \quad (3-5)$$

Keterangan :

MS_p = *mean square* antar perlakuan

MS_e = *mean square error* (dalam perlakuan)

Untuk mencari *mean square* diperlukan *sumsquare*. Dalam desain randomisasi lengkap, *sumsquare total* (SS_t) *sumsquare* perlakuan (SS_p) dan *sumsquare error* (SS_e).

Hipotesis untuk kasus ini :

H_0 = semua rerata populasi identik

H_1 = semua rerata populasi adalah tidak identik

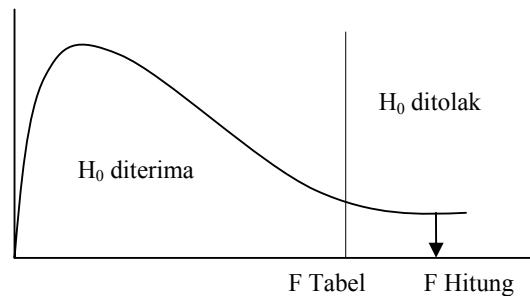
Dasar pengambilan keputusan adalah berdasar perbandingan F hitung dengan F tabel. Dasar pengambilan keputusan sama dengan uji F (ANOVA) :

- 1) Jika statistik hitung (angka F out) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak
- 2) Jika statistik hitung (angka F out) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima

Sedangkan statistik tabel bisa dihitung pada tabel F

- 1) Tingkat signifikansi (α) adalah 5 %
- 2) Numerator adalah ($df_1 = \text{jumlah variabel kadar limbah} - 1$)
- 3) Denominator adalah ($df_2 = \text{jumlah sampel} - \text{jumlah variabel kadar limbah}$)

Berdasarkan uji di atas dirumuskan kesimpulan, jika hipotesa diterima, berarti ada beda antara rata-rata dari populasi atau sering disebut perbedaan mean tidak signifikan. Jika hipotesa ditolak maka tidak terdapat perbedaan antara rata-rata dari populasi, yang digambarkan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 3.10 Kriteria Pengujian
Sumber : Sugiyono, 2006

C. Post Hoc Test

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan diantara variasi limbah yang dipakai, masalah yang akan dibahas adalah mana saja kelompok variasi limbah yang berbeda dan mana yang tidak berbeda. Masalah ini akan dibahas pada analisis Bonferroni -Tukey dan Tamhane dalam post hoc test.

a. Tukey Test -Bonferroni Test dan Tamhane's

Berdasarkan nilai probabilitas :

- 1) Jika probabilitas $> 0,05$; H_0 diterima
- 2) Jika probabilitas $< 0,05$; H_0 ditolak

Keputusan :

Jika nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau perbedaan rata-rata produktivitas variasi limbah benar-benar nyata. Jika nilai probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima atau perbedaan rerata produktivitas variasi limbah tidak nyata

b. Homogeni Subset

Homogeni subset bertujuan untuk mencari grup mana yang mempunyai perbedaan rerata yang tidak berbeda secara signifikan. Hasil uji Tukey dan Bonferroni dengan homogeni Subset selalu saling melengkapi (Arif Pratisto, 2005).

D. Koefisien Korelasi (r)

Koefisien korelasi yaitu nilai yang menyatakan kuat tidaknya hubungan antar variabel (Sugiyono, 2006). Nilai koefisien korelasi ini paling sedikit 0.00 dan paling besar 1.00, dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

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

E. 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).

F. Analisis Regresi

Untuk mengetahui persentase limbah dalam agregat kasar (kerikil) 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.

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.