

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 (*slag*) dalam agregat (70%; 50%; 30%; 10%; dan 0%) sementara variabel terikat dalam penelitian ini yaitu agregat lainnya seperti semen, pasir, kerikil dan air. Sampel tiap variasi dalam penelitian ini adalah 8 benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian tekan dan 2 benda uji balok ukuran 15x15x60 cm untuk pengujian lentur dengan mutu beton $f'c$ 35 Mpa dan diuji pada umur beton 28 hari.

3.2. BAHAN DAN ALAT

3.2.1. Bahan

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



Gambar 3.1 Slag

3.2.2. Alat

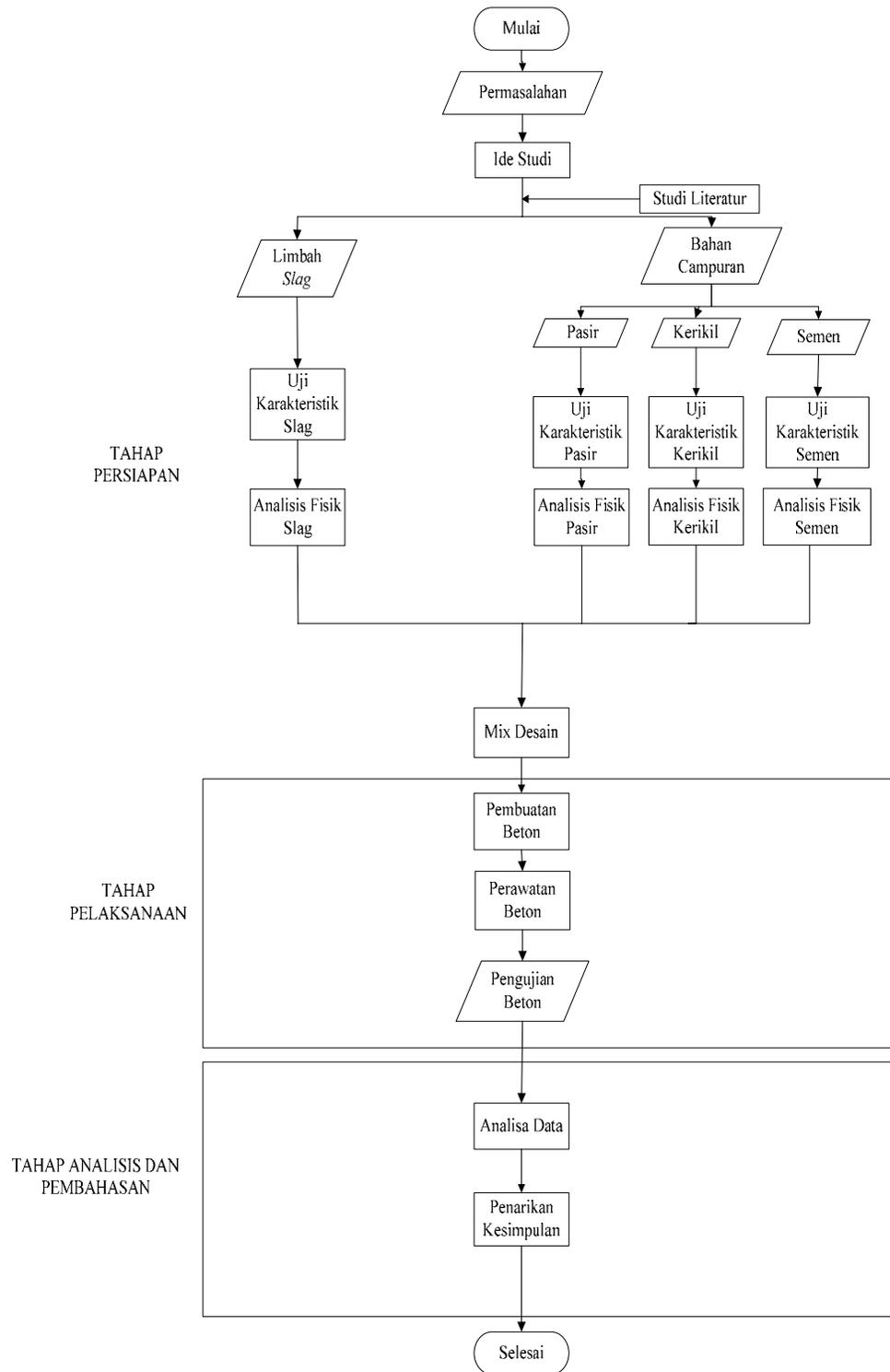
Peralatan yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

3.2.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September - Desember 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 Penelitian

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 *slag* dan kerikil

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, dan *Impact test*.

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* lihat lampiran.

3.3.1.2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan penelitian yaitu :

1. **Pembuatan beton & uji workabilitas**

Pembuatan beton dilakukan untuk 5 variasi selama 5 hari, dengan 1 hari 1 variasi, hal ini dilakukan karena keterbatasan alat cetak. Agar penelitian berjalan dengan baik, maka pembuatan adukan harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Memastikan apakah mesin untuk memutar molen dalam kondisi yang cukup baik dan sudah terisi cukup bahan bakar.

2. Pembuatan adukan beton dilakukan berdasarkan perhitungan *mix design* yang telah dilakukan. Proporsi takaran campuran beton agar seteliti mungkin dan dipisahkan antara air, agregat kasar, agregat halus dan semen.
3. Menyiapkan alat sesuai kebutuhan.
4. Pada saat penuangan bahan ke dalam molen dapat dibiasakan dengan urutan pasir, semen, campuran agregat kasar secara bergantian kemudian dapat dituang air sesuai dengan perhitungan *mix design*.
5. Untuk cetakan benda uji silinder dan cetakan benda uji balok, perlu diperhatikan kekencangan baut-bautnya dan harus diolesi dengan pelumas terlebih dahulu.

Langkah – langkah pembuatan adukan beton :

- **Persiapan Peralatan**

Peralatan yang diperlukan harus dalam keadaan bersih saat sebelum digunakan kemudian diatur dengan rapi sesuai dengan rencana posisinya.

Peralatan yang dibutuhkan antara lain :

- a. Ember penakar
- b. Timbangan
- c. *Stopwatch*
- d. Kabel rol
- e. Molen dan mesinnya
- f. Cetok 8 buah , sekop 1 buah
- g. Penggaris atau meteran
- h. Besi penumbuk
- i. Kerucut Abrams
- j. 8 buah cetakan silinder beton
- k. 2 buah cetakan balok beton untuk uji lentur beton
- l. 1 buah gerobak pengangkut
- m. Loyang pengaduk 3 buah
- n. Papan triplek berukuran 40 cm x 40 cm

- **Pembuatan adukan beton**

Langkah-langkah pembuatan campuran beton yaitu:

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, pasir, kerikil dan air sesuai dengan *mix design*.
- b. Memasukkan bahan – bahan tersebut kedalam molen dengan urutan sebagai berikut:
 - Memasukkan semen, pasir, agregat kasar secara bergantian.
 - Memutar molen hingga adukan terlihat homogen.
 - Memasukkan air sedikit demi sedikit ke dalam molen.
- c. Memutar molen selama 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, molen dibolak – balik dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen.
- d. Menuangkan campuran diatas loyang untuk pengujian nilai *slump*.
- e. Menuangkan sisa campuran ke dalam loyang untuk dicetak.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.3 (a) Persiapan material, (b) dan (c) Persiapan alat



Gambar 3.4. (a) , (b) Pencampuran material beton

- **Pengujian *Workability***

Pemeriksaan *workability* dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kerucut *Abrams*. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Campuran beton tersebut sesegera mungkin dimasukkan kedalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk dengan menjatuhkan secara bebas tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk tiap lapis.
2. Meratakan adukan pada bidang atas kerucut *Abrams* dan didiamkan selama 30 detik.
3. Mengangkat kerucut *Abrams* secara perlahan dengan arah vertikal keatas, diusahakan jangan sampai terjadi singgungan terhadap campuran beton.
4. Pengukuran *slump* dilakukan dengan membalikkan posisi kerucut *Abrams* di sebelah adukan. Kemudian dilakukan pengukuran ketinggian penurunan dihitung terhadap bagian atas kerucut *Abrams*. Dilakukan tiga kali pengukuran dengan mistar pengukur atau meteran, kemudian hasilnya dirata-rata.
5. Nilai rata – rata menunjukkan nilai *slump* dari campuran beton.



(a)

(b)

Gambar 3.5. (a), (b) Pengujian workabilitas dengan Kerucut *Abrams*



Gambar 3.6 Pengujian *Air Content*

- **Pembuatan Benda Uji Silinder**

Untuk setiap adukan beton dibuat 18 buah benda uji. Adapun cara pembuatan benda uji silinder adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan cetakan silinder yang telah diolesi dengan oli
- b. Memasukkan campuran beton tadi kedalam cetakan silinder dalam 3 lapis. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk.
- c. Meratakan bagian samping dengan cetok agar rata dan padat.
- d. Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok.
- e. Setiap sepertiga lapis telah ditumbuk dan dipadatkan kemudian digetarkan dengan mesin penggetar sambil dipukul – pukul dengan palu karet selama 30 detik.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.7. (a) Pemasukan adukan beton ke dalam cetakan
 (b) Pemadatan adukan dalam cetakan
 (c) & (d) Benda uji digetarkan selama 30 detik sambil dipukul pukul menggunakan palu karet

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.

Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut :

- Setelah 24 jam maka cetakan beton silinder dibuka, lalu dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.
- Perendaman dilakukan sampai umur beton 28 hari.
- Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaannya.



(a) (b)
Gambar 3.8. (a), (b) Perendaman benda uji

3. Pengujian Sampel Beton

- **Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada umur beton 28 hari, langkah-langkah pengujiannya adalah :

- Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan

- b. Menimbang dan mencatat berat sample beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan
- c. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
- d. Meletakkan sample beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sample beton
- e. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.
- f. Menghitung kuat tekan benda uji dengan rumus :

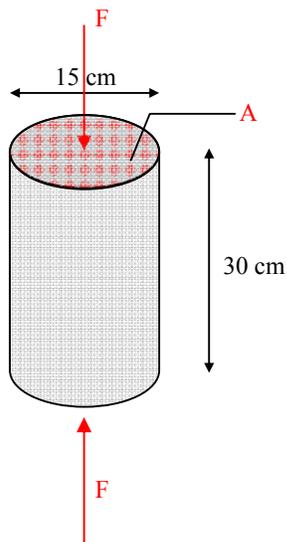
$$P = F / A \quad (3 - 1)$$

Keterangan :

P : Kuat tekan (MPa)

F : Gaya tekan (N)

A : Luas (mm²)





Gambar 3.9. Penimbangan Benda Uji Silinder



(a)



(b)

Gambar 3.10. (a) Sebelum pengujian kuat tekan, (b) Sesudah pengujian kuat tekan

- **Uji Lentur Balok Beton**

Uji lentur balok beton yang dilakukan pada umur beton 28 hari, langkah-langkah pengujiannya adalah :

- a. Balok untuk uji lentur diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan
- b. Balok untuk uji lentur diukur, dan diberi garis pada kedua tepinya sebesar 15 cm sebagai titik tumpuan
- c. Pengujian lentur dengan menggunakan mesin uji lentur balok beton.

- d. Meletakkan sample balok beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sample balok beton
- e. Mencatat hasil uji lentur balok beton untuk tiap sampelnya.
- f. Menghitung lentur balok beton (*Modulus of Rupture*) dengan rumus :

$$\sigma_{MR} = PL / b.h^2 \quad (3 - 2)$$

Keterangan :

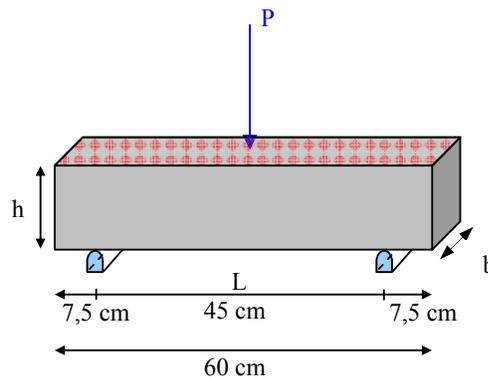
σ_{MR} : Kuat lentur (Kg/cm^2)

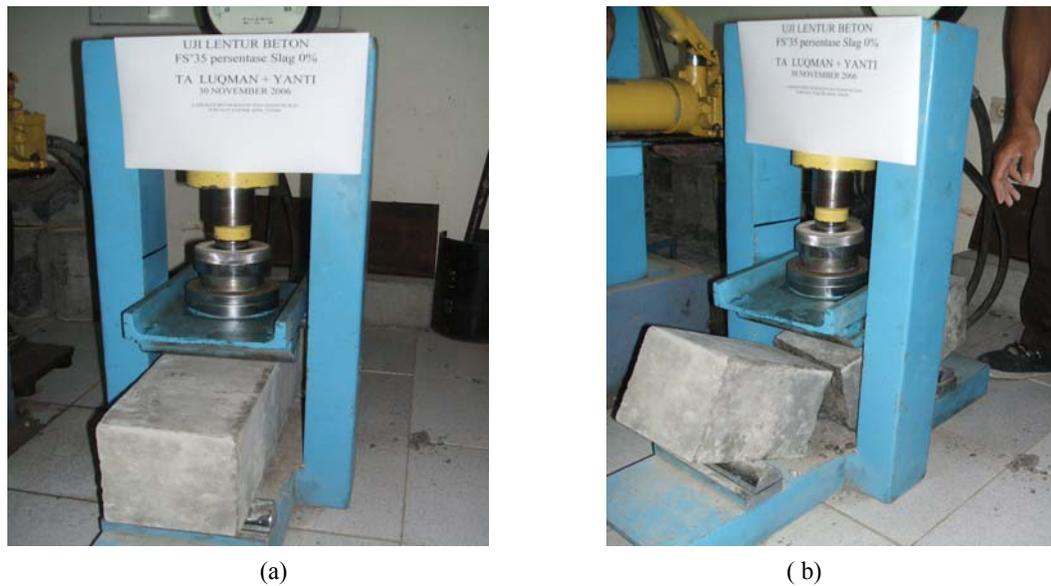
P : Gaya tekan (Kg)

L : Panjang bentang antar 2 tumpuan (cm)

b : Lebar balok (cm)

h : Tinggi balok (cm)





Gambar 3.11. (a) Benda uji sebelum diuji terhadap kuat lentur, (b) Benda uji setelah diuji terhadap kuat lentur

3.3.1.3. Tahap Analisis dan Pembahasan

1. Analisa data dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil pengujian & perhitungan kuat tekan, kuat lentur, workability serta air content selanjutnya dianalisa. Setelah semua data tersebut dianalisa maka dilakukan pembahasan terhadap hasil analisa.

2. Penarikan Kesimpulan & Saran

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