

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dan diuji pada Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

#### 3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder diameter 75 mm tinggi 150 mm. Metode eksperimental laboratorium adalah dimana suatu penelitian berusaha untuk mencari dan mengkaji pengaruh suatu variable tertentu terhadap variable yang lainnya dalam kondisi terkontrol dan ketat. Dalam penelitian ini terdapat beberapa jenis variasi sampel. Variasi bahan tambah dalam penelitian ini penggunaan bahan tambah (*admixture*) yaitu *Plastocrete RT06* dengan kadar 0,6%, dan *Sikament NN* dengan kadar 3% dari berat semen. Sedangkan variasi bahan yaitu substitusi agregat kasar 50%, dan 100%. Variasi beton *steel slag* masing-masing sebanyak 6 sampel benda uji, dan 6 benda uji beton normal *additive* sebagai perbandingan. Maka dengan total banyaknya benda uji pada semua sampel yaitu 18 benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 7, 21, dan 28 hari dengan 2 sampel pada tiap umur variasi.

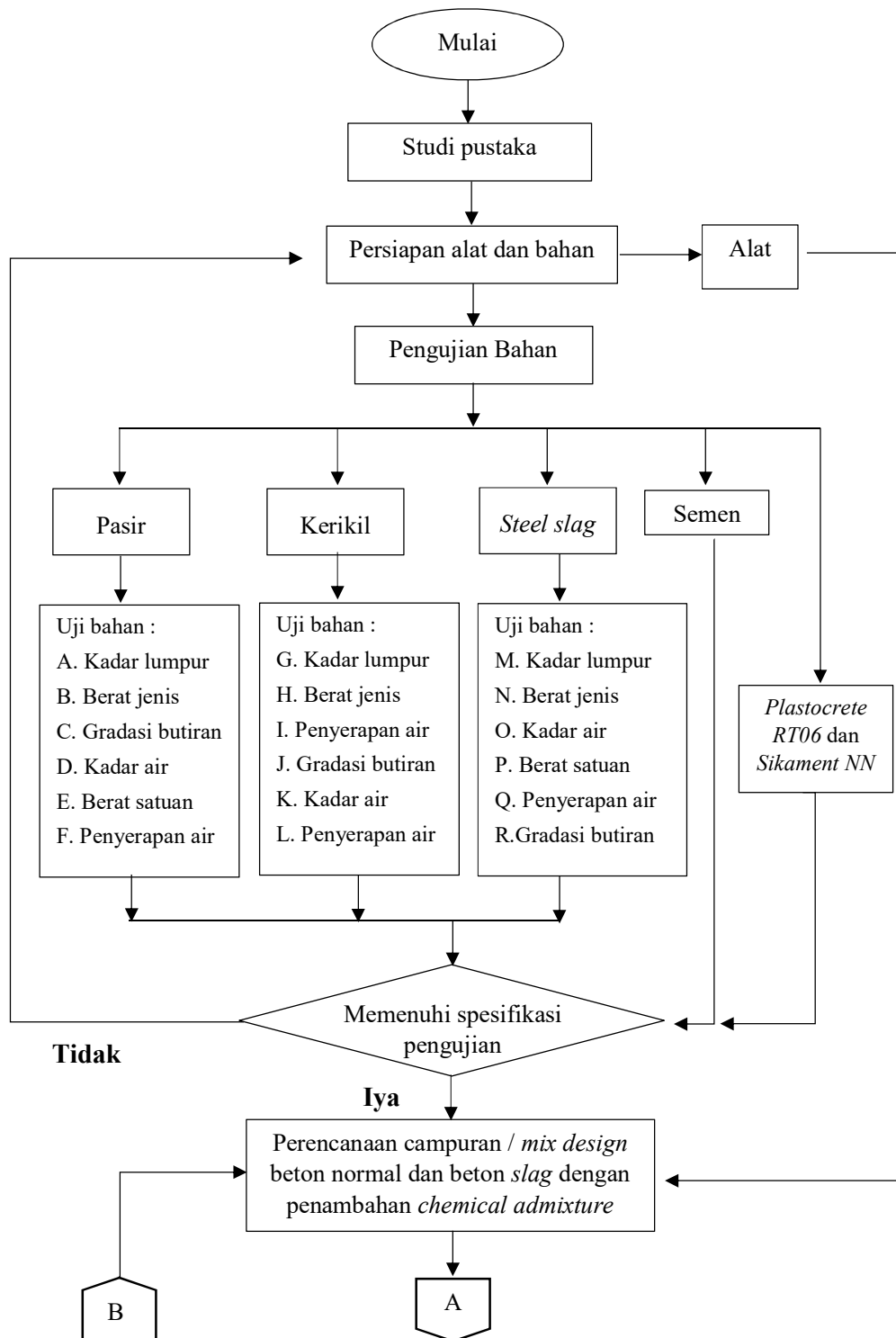
Tabel 3.1 Variasi Sampel Benda Uji

Umur	<i>Plastocrete RT06 0,6% dan Sikament NN 3%</i>		
	<i>Steel Slag 50%</i>	<i>Steel Slag 100%</i>	Beton normal
7 Hari	2	2	2
21 Hari	2	2	2
28 Hari	2	2	2
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

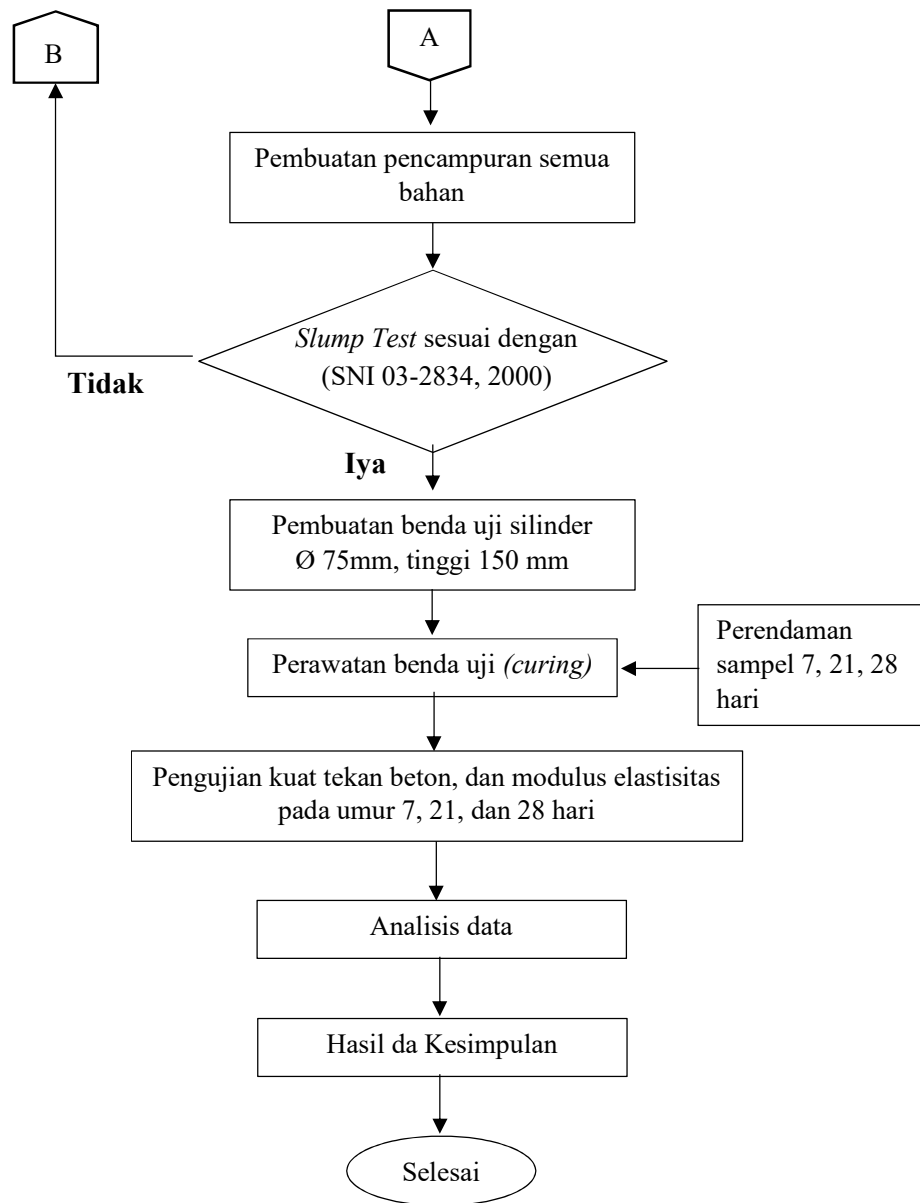
#### 3.3. Bagan Alir Penelitian

Pada pengujian ini akan dilakukan beberapa tahapan seperti persiapan, tahapan pengujian bahan, pembuatan *mix design*, pembuatan benda uji, perawatan

benda uji, analisis data, dan pengambilan kesimpulan. Untuk memperjelas tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian (Lanjutan)

### 3.4. Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa macam alat bantu dalam melaksanakan pengambilan contoh benda uji di lapangan maupun pengujian data di Laboratorium yaitu :

a. Timbangan digital

Timbangan digital memiliki ketelitian 5 gram dengan kapasitas maksimum 150 kg. Timbangan digital berfungsi sebagai menimbang bahan-bahan atau material benda uji. Selain berfungsi menimbang bahan-bahan, timbangan juga digunakan untuk menimbang benda uji sebelum dilakukan test uji tekan atau modulus elastisitas.



Gambar 3.2 Timbangan digital

b. Neraca *ohaus*

Neraca *ohaus* merupakan timbangan dengan kapasitas 20 kg dan memiliki ketelitian 0,05 gram, kegunaan timbangan ini sama halnya dengan timbangan digital.



Gambar 3.3 Neraca *ohaus*

c. Penggaris

Penggaris memiliki ketelitian 0,1 cm. Penggaris berguna untuk mengukur nilai *slump*.



Gambar 3.4 Penggaris

d. Kaliper

Kaliper memiliki ketelitian 0,05 mm, berfungsi sebagai mengukur benda uji, material, dll.



Gambar 3.5 Kaliper

e. Oven

Oven memiliki suhu maksimal yaitu 220°C, namun dalam penelitian ini oven diatur dengan suhu 110±5 °C. Fungsinya untuk mengeringkan agregat yang akan atau telah diuji.



Gambar 3.6 Oven pengujian

f. Mesin abrasi *Los Angles*

Mesin *Los Angles* berfungsi sebagai alat pengujian keausan agregat kasar. Mesin ini dilengkapi dengan bola-bola baja sebanyak 12 buah dan memiliki pengaturan yang dapat di set manual.



Gambar 3.7 Mesin abrasi *Los angles*

g. Mesin molen pengaduk (*mixer*)

Mesin *mixer* berfungsi untuk mengaduk atau mencampur agregat, semen, dan bahan-bahan yang dimasukkan. Mesin ini memiliki kapasitas 40 kg dan terbuat dari baja.



Gambar 3.8 Mesin *mixer*

h. Kerucut *Abhrams*

Alat ini berfungsi untuk mengetahui nilai *slump* pada beton segar. Alat ini memiliki bentuk seperti kerucut terpancung dengan diameter bagian atas 10 cm, diameter bagian bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.9 Kerucut *Abhrams*

i. Cetakan benda uji

Cetakan berbentuk silinder yang terbuat dari baja memiliki berbagai macam ukuran, salah satunya berdiameter 75 mm dan tinggi 150 mm. Cetakan berfungsi sebagai cetakan benda uji.



Gambar 3.10 Cetakan benda uji

j. Gelas ukur

Gelas ukur dengan ukuran 1000 ml digunakan untuk pengujian bahan dan mengukur kebutuhan bahan seperti air.



Gambar 3.11 Gelas ukur ukuran 1000 ml

k. Cetok/Sekop

Cetok atau Sekop terbuat dari baja, kegunaannya adalah untuk membantu mengambil material dan mengambil adukan beton segar.



Gambar 3.12 Cetok atau sekop

l. Saringan

Saringan berfungsi untuk mengetahui gradasi agregat halus dan gradasi agregat kasar. Saringan terbuat dari besi atau kuningan dengan berbagai macam ukuran.



Gambar 3.13 Saringan

m. *Electrick sieve shaker machine*

Alat ini digunakan untuk pengujian gradasi agregat. Alat ini dapat di atur dengan manual menggunakan daya listrik dalam penggunaannya.





Gambar 3.14 *Electrick sieve shaker machine*

n. Alat uji tekan *Concrete Compression Tester Machine*

Alat ini berfungsi untuk pengujian kuat tekan beton. Cara kerja alat ini dengan menginput data dimensi benda uji, kemudian alat secara otomatis akan memberikan tekanan terus menerus hingga batas putus (*ultimate*). Data yang diperoleh dari pengujian yaitu data kuat tekan dari benda uji dan kemudian diolah.



Gambar 3.15 Alat uji tekan *Concrete Compression Tester Machine*

o. Alat-alat tambahan yang diperlukan untuk membantu pengujian selain yang ada di atas adalah :

- 1) Ember untuk mengangkat bahan-bahan.
- 2) Cawan atau nampan untuk tempat material.
- 3) Stik besi untuk menumbuk dan memadatkan beton segar.
- 4) Selang untuk mencuci agregat.
- 5) *Picnometer* untuk pengujian berat jenis agregat halus.
- 6) Bak perendaman untuk perawatan benda uji.

### 3.5. Bahan Penelitian

#### a. Semen

Semen yang dipakai adalah semen berjenis PPC (*portlan pozzoland cement*). Semen ini memiliki keunggulan yaitu semen yang tahan terhadap sulfat sedang, panas hidrasi sedang, dan dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan beton (SNI 15-0302, 2004).



Gambar 3.16 Semen Gersik berjenis PPC

#### b. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yaitu berasal dari kali progo, pasir digunakan untuk pencampuran beton.



Gambar 3.17 Agregat halus (pasir kali progo)

#### c. Agregat kasar (*split*)

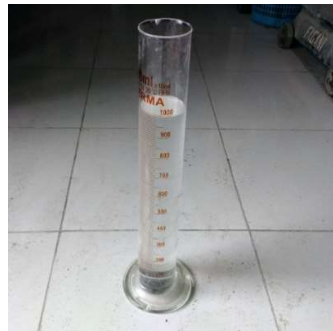
Agregat kasar yaitu batu pecah (*split*) digunakan untuk pencampuran beton. Batu pecah ini berasal dari Clereng Kulon Progo.



Gambar 3.18 Agregat kasar (*split*)

d. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.19 Air Laboratorium

e. Limbah baja (*Steel Slag*)

*Steel slag* berasal dari limbah baja yang di produksi oleh PT. Krakatau Steel (Persero).



Gambar 3.20 Limbah baja (*Steel slag*)

f. *Sikament NN*

*Sikament NN* adalah bahan tambah (*admixture*) yang berasal dari PT. Sika Indonesia.



Gambar 3.21 *Sikament NN*

g. *Plastocrete RT06*

*Plastocrete RT06* adalah bahan tambah (*admixture*) sesuai dengan ASTM C494 diproduksi oleh PT. Sika Indonesia.

### 3.6. **Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material**

Pengujian sifat fisik dan mekanik material bertujuan untuk mengetahui spesifikasi bahan pencampuran pada beton. pengujian ini juga berfungsi untuk menjadi patokan pembuatan *mix design*. Pengujian sifat fisik dan material meliputi pemeriksaan seperti agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*). Untuk pemeriksaan sifat fisik dan mekanik *steel slag* melakukan pengujian yang sama dengan pengujian pada agregat kasar.

a. Pemeriksaan agregat halus

- 1) Pengujian gradasi agregat halus dan modulus halus butiran berdasarkan SNI 03-2834, 2000, nilai Modulus Halus Butir (MHB) berkisar antara 1,5 – 3,8. Untuk mencari nilai Modulus Halus Butir menggunakan persamaan 2.1.
- 2) Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus berdasarkan SN-1970, 2008 batas berat jenis agregat halus yaitu 2,3 – 2,6. Pengujian berat jenis dan penyerapan air menggunakan persamaan 2.2, 2.3.

- 3) Pengujian kadar air agregat halus (pasir) berdasarkan SNI 03-1970, 2008. Pengujian kadar air agregat halus (pasir) menggunakan persamaan 2.4.
- 4) Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus berdasarkan SNI 04-1989-F, bahwa kadar lumpur maksimal 5% dari berat kering. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus menggunakan persamaan 2.5.
- 5) Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir) berdasarkan SNI 03-4804, 1998 Hitungan berat isi atau berat satuan agregat halus menggunakan persamaan 2.6.

b. Pemeriksaan agregat kasar (*split*) dan *steel slag*

- 1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar kerikil (*split/steel slag*) berdasarkan SNI 03-1969, 2008. berat jenis agregat kasar normal 2,5 – 2,7, agregat kasar berat >2,7, agregat ringan <2,7. Menggunakan persamaan 2.7, 2.8.
- 2) Pemeriksaan kadar air pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-1971, 1990 menggunakan persamaan 2.9.
- 3) Pengujian berat satuan pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-4804, 1998, menggunakan persamaan 2.10.
- 4) Pengujian kadar lumpur agregat kasar berdasarkan SNI 04-1989-F, kadar lumpur maksimal 1% dari berat kering menggunakan persamaan 2.11.

### 3.7. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Penelitian ini dilakukan berdasarkan (SNI 03-2834, 2000) tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Berdasarkan hasil dari pengujian material agregat yang telah dilakukan sebelumnya yaitu pengujian berat jenis agregat halus, berat jenis agregat kasar, dan daerah gradasi butiran sebagai dasar pembuatan campuran beton normal dan beton modifikasi *steel slag* sebagai beton mutu tinggi. Setelah didapatkan berat masing-masing material untuk pembuatan pencampuran beton, maka dilakukan pencetakan sampel benda uji pada  *mold* berbentuk silinder.

### 3.8. Penggunaan Bahan Tambah (*Admixture*)

Penelitian akan membandingkan pencampuran beton normal dengan beton menggunakan bahan tambah (*admixture*). Berdasarkan data teknis perusahaan

produksi bahan tambah dapat direncanakan komposisi penambahan bahan tambah tersebut. Variasi komposisi bahan tambah yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut :

- a. Beton Normal dengan bahan tambah *Plastocrete RT06* sebanyak 0,6%, dan *Sikament NN* sebanyak 3% dengan umur beton 7 hari, 21 hari, dan 28 hari.
- b. Beton substusi agregat kasar *Steel slag* 50% dengan menggunakan bahan tambah *Plastocrete RT06* sebanyak 0,6%, dan *Sikament NN* sebanyak 3% dengan umur beton 7 hari, 21 hari, dan 28 hari.
- c. Beton substusi agregat kasar *Steel slag* 100% dengan menggunakan bahan tambah *Plastocrete RT06* sebanyak 0,6%, dan *Sikament NN* sebanyak 3% dengan umur beton 7 hari, 21 hari, dan 28 hari.

### 3.9. Pembuatan Pencampuran Semua Bahan

Pada penelitian ini menggunakan 3 jenis variasi campuran, tiap variasi terdapat 6 sampel dengan total benda uji yang dibuat sebanyak 18 buah benda uji. Benda uji berupa silinder beton dengan ukuran 75 mm, dan tinggi 150 mm. Pengadukan beton dilakukan menggunakan mesin molen (mesin pengaduk), kemudian memasukan material agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan bahan tambah (*admixture*) ke dalam mesin pengaduk. Mesin pengaduk diputar sampai campuran beton tercampur merata semua (homogen). Pada saat pencetakan silinder beton, agregat diisi 1/3 dari volume kemudian dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali tumbukan, kemudian 1/2 dan diisi hingga penuh dengan perlakuan penumbukan yang sama. Setelah umur beton mencapai 1 hari, cetakan dilepas dan dilakukan perawatan yaitu merendam beton hingga pengujian tekan.

### 3.10. Pengujian *Slump* dan Perhitungan Waktu Ikat

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut *Abrams*. Tujuan pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton segar dan kekentalan adukannya (*workability*). Apabila pengujian *Slump* sesuai dengan rancangan, maka adukan beton segar dilanjutkan untuk pembuatan sampel.

Perhitungan waktu ikat (*setting time*) ditujukan untuk mengetahui lama pengikatan semen terhadap agregat. Pada saat adukan beton telah mulai mengikat, adukan ini tidak dapat dirubah kembali bentuk atau kedudukannya. Perhitungan

waktu ikat dilakukan dengan cara manual yaitu pada saat pencampuran semua material beton hingga tahap pengerasan beton sudah tidak dapat diubah lagi bentuknya.

### **3.11. Perawatan Benda Uji (*Curing*)**

Perawatan benda uji (*curing*) bertujuan untuk menjaga keadaan permukaan beton selalu lembab sehingga mencegah proses hidrasi beton berlebihan yang berakibat retakan atau berpori. Dalam menjaga kelembapan beton terdapat beberapa cara yang digunakan yaitu:

- a. Menjaga beton ditempat ruangan lembab.
- b. Perawatan beton dengan cara perendaman air.
- c. Membungkus permukaan beton dengan karung goni yang basah.
- d. Melakukan penyiraman yang teratur terhadap beton.

### **3.12. Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas**

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat umur beton telah mencapai umur yang di tentukan yaitu 7 hari, 21 hari, dan 28 hari. Sedangkan menentukan nilai modulus elastisitas beton pada saat kuat tekan beton umur 28 hari. Beton yang telah direndam akan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Beton yang akan diuji tekan akan diukur dimensi luas penampang, tingginya, dan berat satuannya. Pengujian kuat tekan menggunakan mesin *Concrete Compression Tester Machine* merek *Hung Ta* dengan kapasitas 2000 kN untuk mengetahui beban maksimal yang dapat di tahan oleh sampel beton silinder. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas menggunakan persamaan 2.12, 2.13.