

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Tinjauan umum**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium. Metode ini dilakukan untuk mengetahui tentang bagaimana bahan tambah tetes tebu bereaksi terhadap beton. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada penelitian ini menggunakan sampel yaitu beton mutu normal yang dicampurkan dengan limbah tetes tebu dengan variasi 0%, 0,2%, 0,25%, 0,3%, 0,35%, 0,4%, 0,45%, 0,5% dan 0,55%. Benda uji pada penelitian ini kemudian diuji kuat tekan dan kuat tarik belahnya, setelah mendapatkan data hasil pengujian kemudian dilakukan analisis data sehingga dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

### **4.2 Bahan yang digunakan**

Bahan baku yang digunakan untuk campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

#### **1. Air**

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

#### **2. Semen Portland**

Semen yang digunakan yaitu semen PCC (Portland Composite Cement) merk Holcim dengan berat 40 kilogram.

#### **3. Agregat Kasar**

Agregat Kasar yang dipakai berasal dari Merapi, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan ukuran maksimum sebesar 40 mm.

#### **4. Agregat Halus**

Agregat Halus yang digunakan berasal dari Merapi, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

## 5. Bahan tambah

Bahan tambah yang digunakan yaitu limbah tetes tebu yang diambil dari pabrik gula Madukismo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### 4.3 Alat yang digunakan

Berikut adalah alat-alat yang digunakan untuk membuat sampel beton :

#### 1. Mesin pengaduk beton

Mesin pengaduk beton ini berfungsi sebagai pengaduk campuran yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah agar campuran tersebut dapat menjadi beton segar. Mesin pengaduk beton dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Mesin pengaduk beton**

#### 2. Vikat

Vikat adalah alat uji yang berguna untuk mengukur seberapa lama waktu ikat awal maupun waktu ikat akhir pada semen. Vikat dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Vikat**

### 3. Oven

Oven berfungsi sebagai alat pengering agregat halus maupun agregat kasar. Biasanya oven digunakan untuk pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar. Oven ini mampu melakukan pemanasan hingga  $200^{\circ}\text{C}$ , Oven dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Oven**

### 4. Piknometer

Piknometer adalah alat untuk menguji berat jenis agregat halus. Piknometer memiliki ukuran 500 ml. Piknometer dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Piknometer**

5. Ayakan agregat

Saringan atau ayakan adalah alat yang digunakan untuk memisahkan agregat sesuai dengan ukurannya. Dalam hal ini, saringan digunakan untuk pengujian modulus halus butir agregat. Ayakan agregat dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5 Ayakan agregat**

## 6. Kerucut Abrams

Kerucut abrams adalah alat yang berfungsi untuk *slump test*. Kerucut Abrams memiliki diameter 10 cm pada bagian atas, 20 cm pada bagian bawah dan memiliki tinggi 30 cm. Kerucut Abrams dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6 Kerucut abrams**

## 7. Cetok

Cetok terbuat dari lempengan logam yang berfungsi sebagai alat untuk mengisi silinder dengan beton segar. Cetok dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7 Cetok**

#### 8. Cetakan silinder

Cetakan silinder Beton alat yang terbuat dari besi yang berbentuk silinder dengan diameter dalam 15 cm dan tinggi 30 cm. Alat ini digunakan untuk membuat sampel beton. Cetakan silinder dapat dilihat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8 Silinder beton**

#### 9. Mesin kuat tekan dan kuat tarik belah beton

Mesin ini digunakan untuk menguji suatu sampel beton agar mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah sampel beton. Kecepatan pembebanan untuk sampel berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm berkisar antara 5 KN per detik. Mesin tekan dan tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 4.9



**Gambar 4.9 Mesin tekan dan tarik beton**

#### 4.4 Pengujian material

Pengujian material dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui material yang digunakan masuk ke dalam kriteria persyaratan atau tidak. Material yang diuji yaitu agregat kasar dan agregat halus. Pengujian ini meliputi pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dan agregat halus, pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan agregat halus, dan pemeriksaan berat volume agregat. Jika ada salah satu tidak memenuhi persyaratan, maka material harus diganti.

#### 4.5 Pengujian waktu ikat beton (vikat)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu ikat awal dan waktu ikat akhir dari beton. Untuk mengetahui waktu ikat awal dan waktu ikat akhir beton ditunjukkan pada jarak masuknya jarum kepada benda uji. Beton sudah dianggap memasuki waktu ikat awal ketika jarum vikat telah masuk ke dalam benda uji setinggi 2,5 cm dan beton sudah dianggap memasuki waktu ikat akhir ketika jarum vikat telah tidak dapat masuk ke dalam benda uji atau 0 cm. Proses pengujian ini dilakukan dengan menyiapkan pasta semen sesuai dengan rencana adukan (*mix design*), lalu memasukkan pasta semen ke dalam wadah vikat, setelah itu pasta semen diletakkan di bawah jarum vikat, lalu jarum vikat dilepaskan setiap 30 menit dengan posisi wadah yang berbeda.

#### 4.6 Pembuatan benda uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Membuat rencana campuran beton (*mix design*).
2. menyiapkan alat-alat dan material untuk pembuatan beton,
3. menimbang material-material yang akan digunakan sesuai dengan rencana campuran,
4. hidupkan mesin pengaduk beton,
5. masukkan agregat kasar dan agregat halus dengan kondisi kering permukaan kedalam mesin pengaduk beton (*mixer*), biarkan mesin pengaduk berputar hingga 2 menit sampai agregat kasar dan agregat halus tercampur rata,

6. masukkan semen yang telah ditimbang ke dalam mesin pengaduk beton, biarkan mesin pengaduk berputar hingga 2 menit sampai semen tercampur dengan agregat kasar dan agregat halus,
7. setelah semen, agregat halus, dan agregat kasar tercampur rata, masukkan air yang telah dicampurkan limbah tetes tebu kedalam mesin pengaduk beton sedikit demi sedikit, biarkan mesin pengaduk berputar hingga 2 menit sampai air bercampur dengan semen, agregat kasar dan agregat halus.
8. setelah beton segar tercampur rata, keluarkan beton segar ke wadah penampung dengan cara putar tuas mesin pengaduk beton kearah bawah, setelah itu persiapkan alat bantu untuk melakukan *slump test*,
9. basahi sedikit bagian dalam kerucut Abrams lalu letakan pada wadah penampung beton segar dengan posisi kerucut yang berdiameter kecil dibagian atas, injak pada bagian bawah kerucut Abrams, lalu tuangkan beton segar secara bertahap setiap 1/3 bagian kerucut Abrams. Setiap 1/3 lapisan adukan ditumbuk dengan besi diameter 16 mm sebanyak 25 kali dengan merata. Setelah kerucut Abrams penuh, ratakan bagian atas kerucut Abrams. Selanjutnya kerucut Abrams diangkat secara vertikal agar beton tidak runtuh. Setelah beton segar turun, lalu letakan kerucut Abrams di sebelah beton segar, lalu ukur perbedaan ketinggian beton segar terhadap kerucut Abrams, apabila nilai *slump* tidak sesuai dengan yang direncanakan, maka proses pengadukan harus diulang kembali dari awal,
10. jika nilai *slump* telah sesuai dengan rencana, masukkan adukan beton segar kedalam silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm setiap 1/3 bagian tinggi cetakan, setelah itu tumbuk sebanyak 25 kali secara merata sampai penuh. Sembari ditumbuk pukul bagian luar silinder dengan palu karet agar beton segar dalam silinder padat. Setelah penuh ratakan bagian atas silinder dengan sendok semen agar permukaan bagian atas menjadi rata,
11. setelah dilakukan dengan seluruh sampel, timbang sampel yang telah terisi beton segar satu persatu,
12. setelah 24 jam, cetakan dibuka dengan hati-hati dan diberi kode agar tidak tertukar dengan benda uji lain,

13. Benda uji dirawat dengan cara direndam dalam air selama 26 hari.

#### **4.7 Pengujian beton**

Setelah benda uji direndam selama 26 hari, kemudian angkat dari air rendaman dan dibersihkan permukaannya dari kotoran yang menempel. Lalu dilakukan pengujian kuat desak dan kuat tarik terhadap benda uji tersebut pada umur beton 28 hari.

##### **4.7.1 Kuat tekan beton**

Tujuan dari pengujian kuat tekan beton yaitu untuk mendapatkan hasil kuat tekan beton yang telah dibuat dan dirawat di laboratorium. Tahapan pengujian kuat tekan beton yaitu sebagai berikut.

1. Persiapkan peralatan dan benda uji yang akan digunakan,
2. ukur dimensi benda uji,
3. pasang *cap* pada bagian atas benda uji,
4. setelah itu letakan benda uji pada mesin kuat tekan secara sentris,
5. lalu jalankan mesin dengan penambahan beban konstan, sekitar 5 KN per detik,
6. setelah benda uji hancur, catat beban maksimum yang didapat pada pengujian dan analisa keretakan yang terjadi pada sampel beton.

##### **4.7.2 Kuat tarik belah beton**

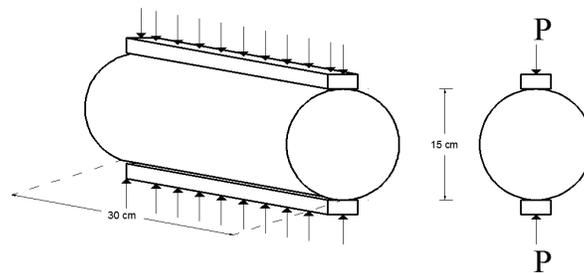
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tarik belah dari komponen struktur yang terbuat dari beton. Tahapan pengujian kuat tarik beton adalah sebagai berikut.

1. Peralatan dan benda uji yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu,
2. diameter dan tinggi benda uji diukur kemudian ditimbang beratnya,
3. setelah itu benda uji diberi tanda dengan cara ditarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai,

sehingga dapat dipastikan bahwa kedua garis tengah tersebut berada dalam bidang aksial yang sama,

4. sebuah bantalan bantu pembebanan diletakkan di atas meja tekan bagian bawah dari mesin uji tekan pada bagian tengah-tengahnya,
5. setelah bantalan diletakkan, kemudian benda uji diletakkan di atas bantalan sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah bantalan bantu pembebanan tersebut,
6. kemudian bantalan bantu pembebanan yang lain diletakkan di atas benda uji, sedemikian rupa hingga titik tengahnya selurusan dengan garis tengah benda uji yang ada pada ujung silinder,
7. posisi pengujian diatur hingga tercapai kondisi proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua ujung benda uji tepat selurusan dengan titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji,
8. kemudian mesin uji tekan dijalankan dengan pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakan dengan kecepatan pembebanan konstan sampai benda uji terbelah,
9. setelah benda uji terbelah, kemudian beban maksimum dicatat.

Peletakkan benda uji pada pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Peletakkan benda uji pada pengujian kuat tarik belah beton

#### 4.8 Tahapan penelitian

Tahap penelitian menunjukkan langkah-langkah yang dilaksanakan selama proses penelitian. Tahapan penelitian dibuat dengan tujuan untuk memudahkan

peneliti dalam melakukan penelitian. Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Tahap persiapan

Pada tahap tahap persiapan, bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian harus dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian yang akan dilakukan dapat berjalan dengan lancar

2. Tahap pemeriksaan bahan

Tahapan pemeriksaan bahan dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan-bahan yang digunakan apakah masuk ke dalam syarat atau tidak. Selain itu pemeriksaan bahan-bahan ini juga sebagai acuan untuk membuat rencana campuran (*mix design*). Berikut adalah pemeriksaan yang dilakukan:

a. Pemeriksaan bahan agregat halus meliputi:

- 1) Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus
- 2) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus,
- 3) Pemeriksaan butiran yang lolos ayakan no. 200 (uji kandungan lumpur dalam pasir),
- 4) Pemeriksaan berat isi gembur agregat halus,
- 5) Pemeriksaan berat isi padat agregat halus,
- 6) Modulus halus butir (MHB)/Analisa saringan agregat halus.

b. Pemeriksaan bahan agregat kasar meliputi:

- 1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar,
- 2) Pemeriksaan berat isi gembur agregat kasar,
- 3) Pemeriksaan berat isi padat agregat kasar,
- 4) Modulus halus butir (MHB)/Analisa saringan agregat kasar.

3. Tahap pembuatan benda uji beton

Tahap pembuatan benda uji beton meliputi perencanaan campuran beton (*mix design*) yang bertujuan untuk menentukan jumlah setiap bahan campuran dan bahan tambah yang akan dibuat. Setelah itu, campuran

benda uji dengan proporsi campuran beton dan bahan tambah sesuai yang telah direncanakan dengan cara mencampurkan seluruh bahan penyusun ke dalam mesin pengaduk beton. Setelah seluruh material tercampur, lakukan uji *slump*. Kemudian dilakukan pembuatan benda uji beton berupa silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

4. Tahap perawatan benda uji beton

Pada tahap perawatan benda uji ini dilakukan pada benda uji beton yang telah dicetak. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam silinder beton ke dalam air selama 26 hari agar reaksi hidrolis tetap berjalan dan mutu beton tidak berubah. Setelah beton berumur 26 hari diangkat dari bak air kemudian didiamkan selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian pada beton.

5. Tahap pengujian beton

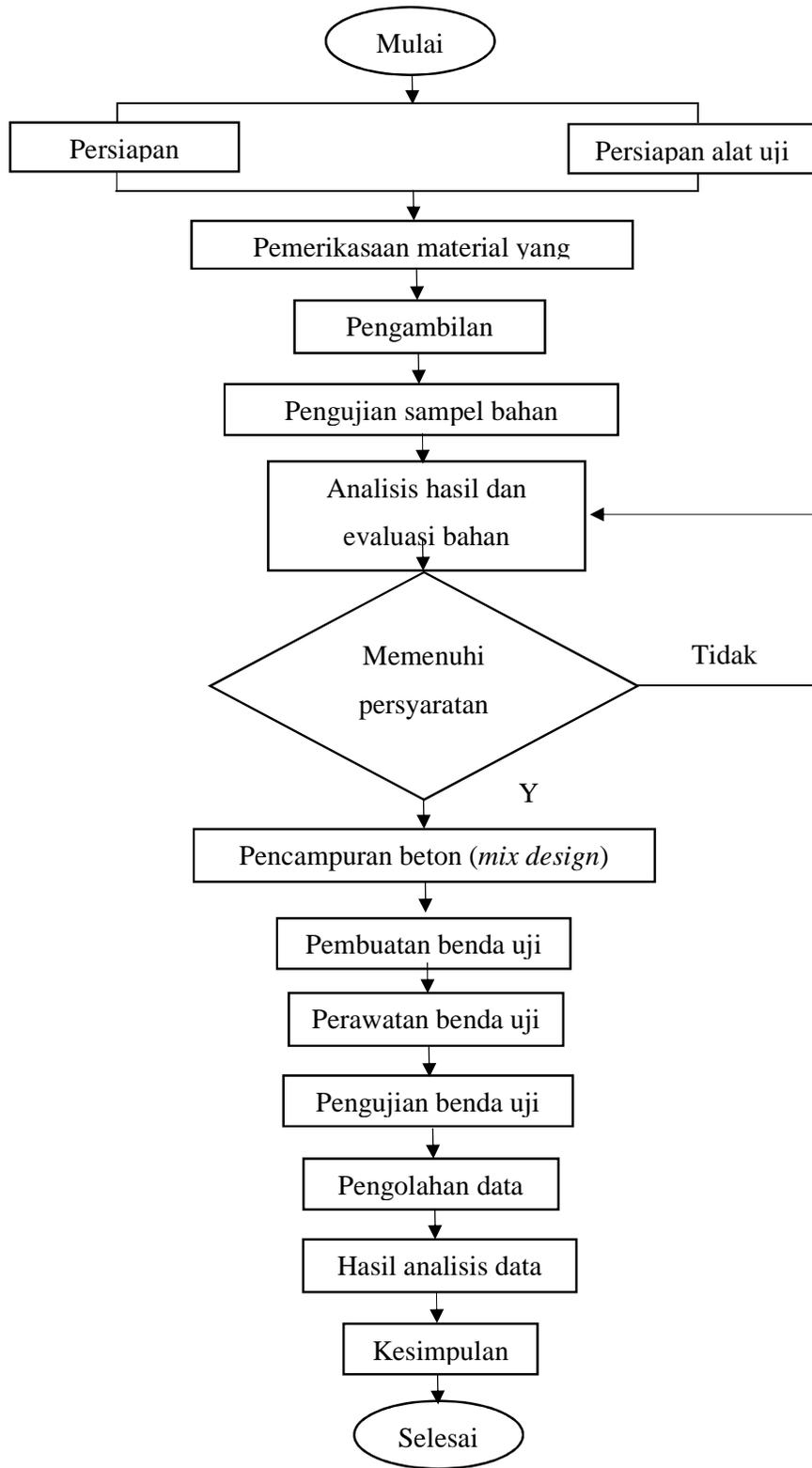
Tahap pengujian beton dilakukan ketika benda uji beton telah berumur 28 hari. Angkat benda uji beton dari rendaman air, lalu bersihkan bagian permukaan benda uji, untuk pengujian kuat tekan maka benda uji harus diberikan *cap* pada bagian atas benda uji. Setelah itu benda uji sudah dapat diuji dengan mesin uji kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

6. Tahap analisis data

Pada tahap analisis data, data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dianalisis dengan bantuan program *Microsoft Excel* untuk mendapatkan hubungan antara variabel yang diteliti dalam penelitian.

7. Tahap kesimpulan dan saran

Pada tahap ini, data yang telah dianalisis pada tahap sebelumnya dibuat kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.



**Gambar 4.10 Bagan alir penelitian**