

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan Pembuatan Beton

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji pengaruh suatu perlakuan terhadap objek penelitian. Benda uji dibuat dengan menambahkan *waste material* sebagai campuran adukan material beton. Masing-masing 30 buah sampel dan 10 variasi beton yang diuji kuat tekannya pada 28 hari untuk mendapatkan nilai kuat tekan dengan rencana 20-25 Mpa.

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari lima tahap, yaitu :

1. Pengumpulan data sekunder

Sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku maupun literatur, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum. Data ini digunakan sebagai data pendukung saat dilakukan kegiatan penelitian, baik saat pelaksanaan penelitian di lapangan maupun dalam hal mencari solusi dari masalah dalam penelitian ini. Dengan adanya data sekunder, maka dapat diketahui gambaran awal kondisi di lapangan.

2. Pengambilan *waste material* dan zeolit

Waste material diambil dari tanah galian yang berada di kampus ITERA dan zeolit sendiri diambil di daerah Lampung.

3. Pembuatan desain campuran (*mix design*)

Pembuatan desain campuran (*mix design*) mengacu kepada SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Campuran Untuk Beton Normal. Variabel bebas yang digunakan sebagai pengganti pasir.

4. Penelitian di Laboratorium

Penelitian yang dilakukan di laboratorium struktur mencakup pembuatan benda uji beton, pengujian kuat tekan benda uji beton, dan uji serap air. Pada pembuatan cetak dilakukan modifikasi dalam hal komposisi pengadukan material pembuat beton di dalam molen untuk dituang ke dalam cetakan.

Material yang dicampur dan diaduk di dalam molen untuk satu benda uji (cetakan silinder dan balok).

5. Analisis data dan kesimpulan

Semua yang dilakukan dan hasil yang terjadi selama dan setelah pembuatan benda uji dianalisis dan kemudian dibuat kesimpulan.

3.2 Perencanaan Pembuatan Beton

Perencanaan komposisi campuran beton (*mix design*) mengacu pada peraturan SNI 03-2834-2000 mengenai Tata Cara Pembuatan Campuran Untuk Beton Normal. Kuat tekan rencana adalah 20-25 Mpa dengan nilai slump rencana 30-60 mm. Ukuran agregat kasar (batu pecah) maksimum 20 mm. Penggunaan *waste material* dan zeolit yaitu dengan variasi 3,5%, 5,3%, 7,1%, dan 8,8%.

Langkah-langkah perencanaan campuran beton dengan metode SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kuat tekan rencana
2. Menetapkan konsistensi beton dengan slump rencana dari Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai Slump Untuk Berbagai Jenis Konstruksi

| Uraian | Slump (mm) | |
|--|------------|---------|
| | Maksimum | Minimum |
| Dinding, pelat pondasi, dan pondasi telapak bertulang. | 80 | 25 |
| Kaisan dan konstruksi di bawah tanah | 80 | 25 |
| Pelat, balok, kolom, dan dinding | 100 | 25 |
| Perkerasan Jalan | 80 | 25 |
| Pembetonan massal | 50 | 25 |

Sumber : SNI-03-2834-2000

3. Menentukan ukuran maksimum agregat kasar sesuai dengan kegunaan struktur, yaitu persyaratan dimensi penampang dan jarak tulangan.
4. Berdasarkan nilai slump dan ukuran agregat maksimum, maka ditentukan berat air yg dibutuhkan dalam 1m³. Penentuan berat air berdasarkan persentase udara yang terperangkap yaitu ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Berat Air Perlu Untuk Setiap m³ Beton Dan Udara Terperangkap Untuk Berbagai *Slump* Dan Ukuran Maksimum Agregat

| Slump (mm) | | 0-10 | 10-30 | 30-60 | 60-180 |
|-------------------------------------|----------------------|------|-------|-------|--------|
| Ukuran besar butir agregat maksimum | Jenis Agregat | - | - | - | |
| 10 | Batu tak dipercahkan | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Batu tak dipercahkan | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Batu tak dipercahkan | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

Sumber : SNI 03-2834-2000

- Menentukan faktor air semen (fas) berdasarkan pada SNI 03-2834-2000 dan disesuaikan dengan faktor air semen maksimum berdasarkan kondisi lingkungan.
- Menghitung berat semen dengan cara membagi berat air dengan faktor air semen (fas).
- Dengan besaran diameter maksimum agregat kasar dan nilai modulus kehalusan agregat halus, maka dapat ditentukan persentase volume agregat kasar per m³ dengan menggunakan Tabel 3.3

Tabel 3.3 Persentase Volume Agregat Kasar per m³ Beton

| Ukuran maksimum agregat kasar (mm) | Persentase volume agregat kasar dibandingkan dengan satuan volume beton untuk modulus kehalusan agregat tertentu | | | |
|------------------------------------|--|-----|-----|-----|
| | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 |
| 10 | 50 | 48 | 46 | 44 |
| 12,5 | 59 | 57 | 55 | 53 |
| 20,0 | 66 | 64 | 62 | 60 |
| 25,0 | 71 | 69 | 67 | 65 |
| 37,5 | 75 | 73 | 71 | 69 |
| 50,0 | 78 | 76 | 74 | 72 |
| 75,0 | 82 | 80 | 78 | 76 |
| 150,0 | 87 | 85 | 83 | 81 |

Sumber : Sugiyanto, dkk, 2000

- Berat agregat kasar yang digunakan diperoleh dari perkalian persentase volume agregat kasar dengan berat volume padat agregat kasar.

9. Menghitung volume agregat halus dari selisih volume total beton dengan volume (semen + agregat kasar + air + udara terperangkap). Masing-masing nilai volume pasir, *waste material* dan zeolit dihitung dengan cara mengkalikan persentase kandungan agregat tersebut dengan volume total agregat halus.
10. Menghitung berat *waste material* dan zeolit yang dibutuhkan dengan cara mengkalikan persentase *waste material* dan zeolit yang digunakan dengan berat semen dari perhitungan yang telah didapatkan.
11. Dengan adanya tambahan *waste material* dan zeolit dalam adukan beton maka perlu dihitung kembali volume dari agregat halus (pasir, *waste material* dan zeolit) dalam 1m^3 .

3.3 Prosedur Pembuatan Beton

3.3.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen
Semen *Portland* berfungsi sebagai perekat campuran mortar. Semen yang digunakan adalah semen Tipe I PCC (Portland Composite Cement) merek Semen Padang, didapatkan dari toko bangunan dalam kondisi baik dalam satuan 50 kg/sak.
2. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah dari Sumber Batu Berkah (SBB), Lampung Selatan. Diameter yang dipakai tidak lebih dari 20 mm.
3. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Gunung Sugih, Lampung Tengah.
4. Air
Air yang digunakan berasal dari instalasi air bersih Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Institut Teknologi Sumatera.
5. Zeolit
Zeolit yang digunakan berasal dari Lampung yang diperoleh dari daerah penambangan CV. Minamata Mineral Perdana.

6. *Waste Material*

Waste material yang digunakan berupa tanah galian yang berada di Kampus ITERA.

3.3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Satu Set Saringan

Alat ini digunakan untuk menentukan gradasi agregat, sehingga dapat ditentukan modulus kehalusan agregat. Saringan yang dipakai dengan diameter berturut-turut 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm yang dilengkapi dengan tutup (*pan*).

2. Timbangan

Timbangan yang digunakan yaitu timbangan digital dengan kapasitas maksimum 30 kg, ketelitian 0,1 gram dan timbangan merek Laju dengan kapasitas maksimum 150 kg, ketelitian 0,1 gram. Timbangan berfungsi menimbang berat masing-masing komposisi campuran beton, benda uji beton, dan pemeriksaan seluruh material.

3. Piknometer

Alat ini digunakan untuk pemeriksaan berat jenis SSD, berat jenis kering, berat jenis jenuh, dan penyerapan agregat halus.

4. Bejana Silinder

Bejana silinder beserta tongkat pemadat digunakan untuk pemeriksaan berat volume agregat kasar dan pasir.

5. Oven.

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan pada saat pengujian material yang dibutuhkan kondisi kering (kondisi SSD). Oven juga sebagai pendukung yang dipakai untuk pengujian daya serap beton.

6. Cetakan Beton.

Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm yang digunakan untuk mencetak benda uji kuat tekan dan porositas beton.

7. Mesin Pengaduk Beton (*Concrete Mixer*)
Concrete mixer yang digunakan memiliki kapasitas 0,125 m³ dengan kecepatan 20-30 putaran per menit yang digerakkan dengan menggunakan diesel. Alat ini digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton.
8. Kerucut Abrams
Kerucut Abrams beserta tilam pelat baja dan tongkat besi digunakan untuk mengukur kelacakan atau *workability* adukan dengan percobaan *slump test*.
9. Mesin Uji Tekan (*Compression Testing Machine*)
Alat ini digunakan untuk menguji kuat tekan beton. *Compression Testing Machine* berkapasitas beban maksimum 150 ton dengan ketelitian 0,5 ton. Kecepatan pembebanan sebesar 0,14 -0,34 Mpa/s.
10. Gelas Ukur
Gelas ukur kapasitas maksimum 1000 ml, untuk menakar volume air.
11. Alat Bantu
Alat bantu yang digunakan selama proses pembuatan benda uji diantaranya adalah sendok semen, mistar, tongkat pemadat, *container*, *panic*, alat keselamatan kerja, dan tungku pembakaran.

3.3.3 Langkah-langkah Pembuatan Beton

Langkah-langkah pembuatan beton, yaitu :

1. Penakaran (Penimbangan) Bahan-Bahan
Menimbang bahan-bahan untuk pembuatan beton, sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan dari hasil perhitungan *mix design*. Agregat kasar diayak terlebih dahulu dengan menggunakan ayakan diameter 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, sedangkan pasir menggunakan ayakan diameter 4,75 mm.
2. Persiapan *Waste Material* dan Zeolit
Pencucian *waste material* dengan cara dibilas 2-3 kali, setelah itu dilakukan penyaringan dengan no. 200 sedangkan zeolit menggunakan saringan no.10.

3. Pencampuran Beton

Bahan-bahan penyusun pembuatan beton berupa pasir, agregat kasar, *waste material* dan zeolit dicampur dalam keadaan SSD. Setelah itu dilanjutkan dengan penambahan air yang dibutuhkan. Pengadukan dilakukan sebanyak satu kali untuk setiap variasi campuran dan setiap pengadukan dilakukan pemeriksaan.

4. Pengujian Slump

Tujuan pengujian slump adalah untuk mengetahui konsistensi (kekentalan adukan beton) pada adukan beton yang masih segar. Cara kerja pengujian nilai slump adalah meletakkan kerucut abrams pada tilam pelat baja. Adukan beton dimasukan ke dalam kerucut dengan menggunakan sekop kecil sampai mengisi 1/3 dari tinggi kerucut lalu ditusuk-tusuk menggunakan tongkat besi sebanyak 25 kali. Kemudian dimasukan lagi adukan beton sampai mengisi 2/3 dari tinggi kerucut, ditusuk lagi menggunakan tongkat besi sebanyak 25 kali, dimasukan lagi adukan beton sampai mengisi penuh kerucut, ditusuk lagi menggunakan tongkat besi sebanyak 25 kali. Ratakan permukaan atas kerucut dengan sendok semen. Setelah 30 detik, kerucut diangkat ke atas secara perlahan. Setelah itu tentukan nilai slump dengan mengukur perbedaan tinggi antara kerucut dengan adukan beton.

5. Pencetakan Beton

Masukan adukan beton ke dalam cetakan silinder atau balok yang telah disiapkan. Proses memasukan campuran ke dalam cetakan dibagi ke dalam tiga lapisan masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan dengan dilakukan pemadatan berupa ditumbuk sebanyak 25 kali menggunakan tongkat besi untuk setiap lapisan.

6. Pemadatan Adukan Beton

a. Pemadatan dengan menggunakan alat internal vibrator berupa tongkat penggetar yang dimasukkan ke dalam adukan beton dalam beberapa waktu tanpa menyebabkan bleeding.

b. Pemadatan eksternal dengan cara mengetarkan cetakan beton secara manual, yaitu memukul sisi luar cetakan beton dengan palu karet. Setelah selesai dicetak dan dipadatkan beton dibiarkan selama ± 24 jam

dan cetakan dapat dibuka. Setelah itu beton diberi kode sampel, lalu diletakkan di area perawatan selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian.

3.4 Pengujian Pembuatan Beton

Sebelum dilakukan pengujian, campuran beton yang sudah diaduk kemudian dicetak di dalam cetakan berbentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm. Permukaan sampel bata bagian atas dan bawah harus rata. Masa *curing* dilakukan sampai dengan sehari sebelum dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Setelah itu bata dikeluarkan dari dalam cetakan.

a. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji silinder setelah berumur 28 hari. Benda uji dikeluarkan h-4 sebelum diuji. Sebelum pengujian kuat tekan dimulai, dilakukan penimbangan terhadap benda uji. Setelah itu, dilanjutkan dengan pelaksanaan *capping* menggunakan bahan belerang pada permukaan atas dan bawah silinder beton. *Capping* bertujuan untuk meratakan permukaan beton, agar saat dilakukan uji kuat tekan diperoleh hasil yang maksimal.

Pengujian kuat tekan beton terhadap benda uji menggunakan mesin uji kuat tekan *Compression Testing Machine (CTM)* sesuai dengan ASTM C 39/C 39M-01. Letakan benda uji pada mesin uji kuat tekan secara sentris, kemudian operasikan mesin uji dengan kecepatan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik. Lakukan pembacaan pembebanan saat kondisi beton hancur (dalam satuan ton atau kN). Hasil kuat tekan benda uji dicatat saat jarum penunjuk kuat tekan mencapai nilai tertinggi. Berikut rumus untuk mencari nilai kuat tekan beton :

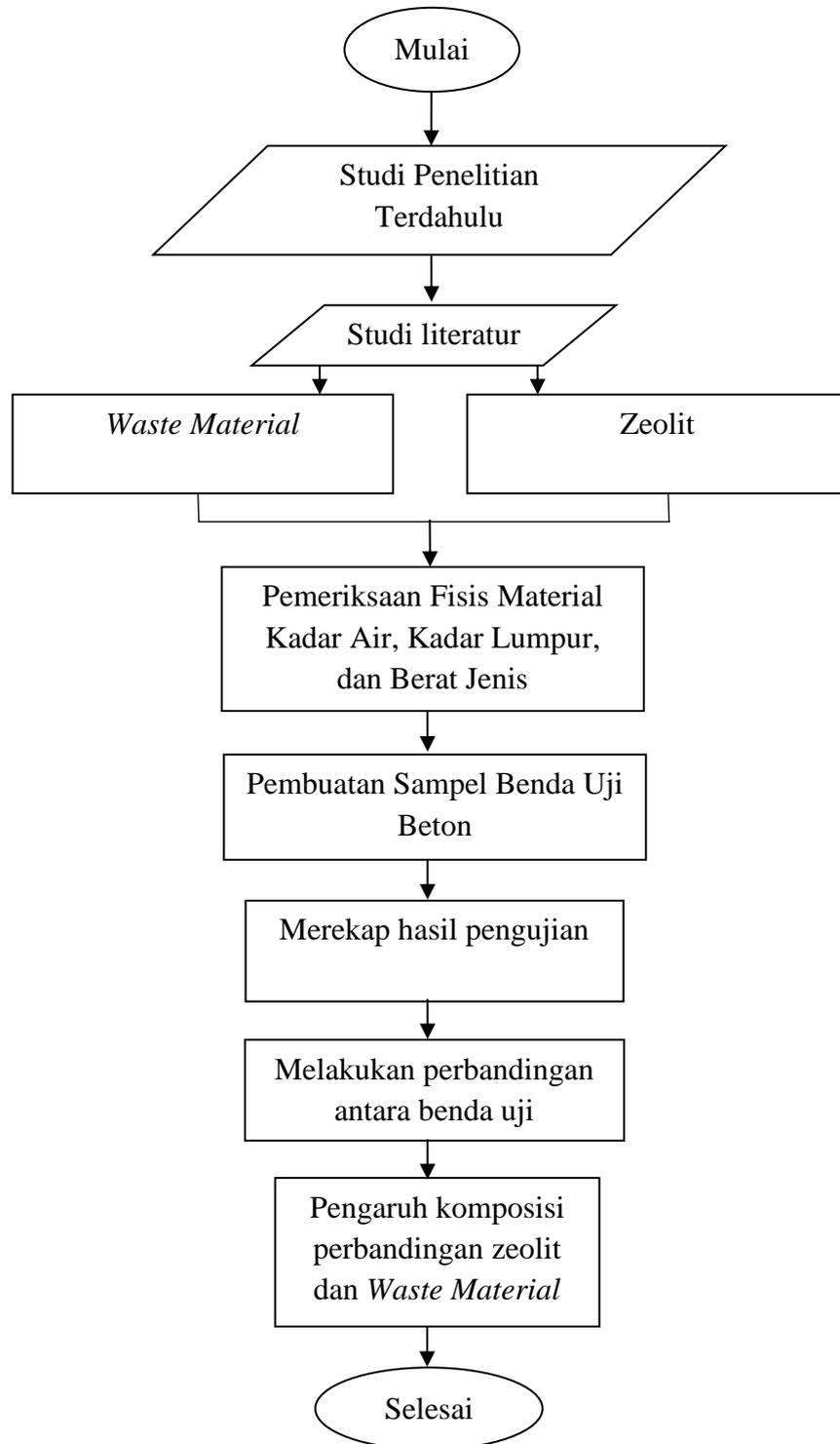
$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

f_c' = kuat tekan silinder beton (MPa atau kg/cm²)

P = beban maksimum sampai beton hancur (kg, N)

A = luas penampang silinder (cm², mm²)



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian