

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Kegiatan dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, diawali dengan studi pustaka, penyiapan bahan, pengujian bahan, pembuatan benda uji, dan dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan benda uji yang dilakukan di Laboratorium PT. Trie Mukty Pertama Putra – *Asphalt Mixing Plant and Concrete Batching Plant (AMP & CBP)* yang berlokasi di Jalan Raya Mangkubumi-Indihiang (Mangin), Bungursari, Kec. Indihiang, Kota Tasikmalaya. Penelitian ini dimulai pada tanggal 9 Februari 2021.



**Gambar 3.1** Map Lokasi Penelitian



**Gambar 3.2** Laboratorium PT. Trie Mukty Pertama Putra



**Gambar 3.3** Ruang Laboratorium PT. Trie Mukty Pertama Putra

### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dan studi pustaka atau literatur. Tahap awal pada penelitian ini adalah dengan memahami sifat material atau bahan pembentuk beton. Selain itu, dengan cara studi pustaka untuk mendapatkan karakteristik bahan pembentuk beton, seperti pengujian berat isi agregat, berat jenis agregat, analisa saringan, kadar lumpur agregat, dan pengujian kadar air.

Tahap selanjutnya yaitu perencanaan campuran beton berdasarkan ketentuan Standar Pekerjaan Umum (SNI 03-2834-2018) dengan kuat tekan rencana sebesar 18 MPa. Pengganti dengan variasi sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% menggunakan pecahan genteng yang berbahan utama tanah liat dari berat agregat kasar. Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan berdasarkan umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

Pecahan genteng diambil dari sisa-sisa limbah pembongkaran bangunan yang sedang direnovasi atau diperbaiki di sekitar kampus Universitas Siliwangi Kota Tasikmalaya yang sudah tidak digunakan lagi. Genteng tersebut kemudian dihancurkan dengan cara ditumbuk secara manual menggunakan palu dan benda penumbuk lainnya. Pecahan genteng yang digunakan adalah material yang lolos saringan no. 1 dan tertahan di no. 4 yang sudah ditentukan sesuai dengan gradasi ideal.

Eksperimen ini merupakan percobaan di laboratorium untuk melakukan hasil pengujian yang prosenya meliputi:

1. Persiapan peralatan atau fasilitas di laboratorium,

2. Perispan dan pengadaan bahan pembentuk beton yang meliputi agregat kasar, agregat halus, semen tipe I merk Holcim,
3. Pengujian dan pemeriksaan bahan pembentuk beton,
4. Pembuatan benda uji beton berbentuk silinder ukuran 150 mm x 300 mm, dan
5. Pengujian kuat tekan beton.

### 3.3 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.4** Cawan



**Gambar 3.5** Timbangan Digital



**Gambar 3.6** Krucut Abrams



**Gambar 3.7** Concrete Mixer



**Gambar 3.8** Timbangan Digital



**Gambar 3.9** Cetakan Benda Uji



**Gambar 3.10** Mesin Kuat Tekan



**Gambar 3.11** Gelas Ukur



**Gambar 3.12** Piknometer



**Gambar 3.13** Oven



**Gambar 3.14** Selang



**Gambar 3.15** *Shive Shaker*



**Gambar 3.16** Saringan



**Gambar 3.17** Tramping Rod





**Gambar 3.18** Alat Pendukung Lainnya

### 3.4 Material yang Digunakan

Material yang digunakan dalam penelitian untuk sampel benda uji ini adalah:

#### 3.4.1 Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton. Pada penelitian ini, semen yang digunakan yaitu semen Portland tipe I merk Holcim.

#### 3.4.2 Agregat Kasar

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar yang berasal dari Gunung Galunggung dengan ukuran 2-3 cm.





**Gambar 3.19** Agregat Kasar

### **3.4.3 Agregat Halus**

Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari Gunung Galunggung yang lolos saringan no. 4 dan tertahan no. 200.



**Gambar 3.20** Agregat Halus

### **3.4.4 Air**

Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium PT. Trie Mukty Pertama Putra Kota Tasikmalaya yang secara visual air tampak jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau.

### **3.4.5 Genteng**

Pecahan genteng diambil dari sisa-sisa limbah pembangunan atau perbaikan bangunan di sekitar kampus Universitas Siliwangi Kota Tasikmalaya yang ditumbuk menggunakan palu dan alat penumbuk lainnya yang lolos saringan no.1 dan tertahan saringan no.4.



**Gambar 3.21** Pecahan Genteng

### 3.5 Jumlah Benda Uji

Ukuran benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda uji berbentuk silinder yang berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian setiap variasi persentase pada umur tertentu yaitu 7, 14, 21, dan 28 hari sebanyak 3 buah sampel sesuai dengan SNI 2847-2013, maka keseluruhan total sampel sebanyak 48 buah sampel termasuk beton normal. Jumlah keseluruhan benda uji disajikan dalam tabel berikut ini.

**Tabel 3.1.** Keterangan Jumlah Sampel

No	Persentase Pecahan Genteng	Jumlah Benda Uji Per Umur Tertentu (Hari)				Jumlah Benda Uji
		7	14	21	28	
1	0%	3	3	3	3	12
2	10%	3	3	3	3	12
3	20%	3	3	3	3	12
4	30%	3	3	3	3	12
Total Benda Uji						48

### **3.6 Pengujian Bahan-Bahan Penyusun Beton**

Pengujian terhadap bahan-bahan penyusun beton dilakukan untuk memahami sifat-sifat dan karakteristik bahan atau material penyusun beton, selain itu pengujian juga berfungsi untuk menganalisis dampak dari sifat dan karakteristik beton yang dihasilkan, baik pada kondisi beton segar maupun pada beton yang telah mengeras. Dari hasil pengujian bahan juga akan didapatkan mix design.

Pengujian bahan ini meliputi pengujian terhadap material penyusun beton seperti semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan pecahan genteng. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat yang tersedia di laboratorium dan disesuaikan dengan SNI 2847-2018. Berikut ini merupakan pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap material-material penyusun beton yang terdiri atas:

#### **3.6.1 Pengujian Berat Isi Agregat**

Pengujian terhadap agregat yaitu pengujian berat isi agregat yang meliputi berat isi lepas dan berat isi padat agregat. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan berat isi dan rongga udara dalam agregat. Berat isi adalah perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
2. Talam dengan kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
3. Tongkat pemadat diameter 15 mm dan panjang 60 cm dengan ujung bulat, sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
4. Mistar perata (*straight edge*).
5. Skop.
6. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang.

Pengujian berat isi agregat dibagi menjadi dua prosedur pengerjaan yaitu prosedur pengerjaan berat isi lepas dan prosedur pengerjaan berat isi padat.

##### **3.6.1.1.1 Prosedur Pengerjaan Berat Isi Lepas**

Prosedur berat isi lepas agregat adalah sebagai berikut:

1. Berat wadah dan berat wadah + air ditimbang dan dicatat ( $W_1$ ).
2. Agregat dimasukkan ke dalam wadah baja dengan ketinggian maksimum 5 cm dari atas wadah.
3. Permukaan benda uji (agregat) diratakan dengan mistar perata. Jika wadah belum terisi penuh, tambahkan lagi agregat, lalu ratakan.
4. Berat wadah beserta benda uji dicatat ( $W_2$ ).
5. Berat benda uji dihitung, ( $W_3 = W_2 - W_1$ ) (3.1)

#### **3.6.1.1.2 Prosedur Berat Isi Padat**

Prosedur berat isi padat agregat dengan cara penusukkan adalah sebagai berikut:

1. Timbang dan catat berat wadah dan berat wadah + air ( $W_1$ ).
2. Wadah diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata ke seluruh permukaan lapisan. Saat pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah lapisan.
3. Permukaan benda uji (agregat) diratakan dengan mistar perata
4. Benda uji ditimbang dan catat ( $W_2$ ).
5. Berat benda uji dihitung, ( $W_3 = W_2 - W_1$ ) (3.2)

#### **3.6.2 Pengujian Kadar Air**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air agregat dengan cara dikeringkan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat lapangan. Percobaan ini digunakan untuk menyesuaikan berat takaran beton apabila terjadi perubahan kadar kelembaban beton.

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
2. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.

3. Cawan logam tahan karat berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji.

Prosedur pelaksanaan pengujian kadar air agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. Berat cawan ditimbang dan dicatat ( $W_1$ ).
2. Benda uji dimasukkan ke dalam talam, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya ( $W_2$ ).
3. Berat benda uji dihitung, ( $W_3 = W_2 - W_1$ ) (3.3)
4. Contoh benda uji dikeringkan beserta talam dalam oven dengan suhu ( $110 \pm 5$ )°C.
5. Setelah kering, contoh benda uji beserta cawan ditimbang dan dicatat ( $W_4$ ).
6. Berat benda uji kering dihitung ( $W_5 = W_4 - W_1$ ) (3.4)

### 3.6.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat

Menentukan pembagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pengujian ini dimaksudkan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran, baik butiran agregat halus maupun agregat kasar.

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
2. Seperangkat saringan untuk analisis agregat halus dengan ukuran: 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (No. 4), 2,36 mm (No. 8), 1,18 mm (No. 10), 0,59 mm (No. 30), 0,297 mm (No.60), 0,149 mm (No.100), dan 0,0075 mm (No. 200).
3. Seperangkat saringan untuk analisis agregat kasar dengan ukuran: 50 mm (2"), 37,5 mm (1 1/2"), 25 mm (1"), 19,10 mm (3/4"), 12,5 mm (1/2"), dan 9,5 mm (3/8").
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
5. Alat pemisah contoh (*sample splitter*).
6. Kuat, sikat kawat, sendok, dan alat lainnya.

Prosedur pelaksanaan analisa saringan agregat adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dikeringkan didalam oven.
2. Contoh benda uji dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar diletakkan di paling atas. Perangkat saringan diguncang dengan tangan atau menggunakan mesin pengguncang selama 15 menit.
3. Berat agregat ditimbang berdasarkan masing-masing saringan.
4. Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji dihitung.

#### **3.6.4 Pengujian Abrasi**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan agregat tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no. 12 terhadap berat semula (dalam persen).

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Mesin abrasi Los Angeles yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 711 mm (28”), panjang dalam 508 mm (20”); silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar; silinder berlubang untuk memasukkan benda uji; penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu; dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 89 mm (3,5”).
2. Saringan no. 12 (1,7 mm) dan saringan-saringan lainnya.
3. Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
4. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1,84”) dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram.
5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi.

Prosedur pelaksanaan pengujian abras adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dibersihkan dan dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
2. Benda uji lolos saringan 19 mm dan tertahan 9,5 mm dan bola-bola baja sebanyak 12 buah dimasukkan kedalam mesin Los Angeles.

3. Mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai dengan 33 rpm dengan jumlah putaran gradasi sebanyak 500 putaran.
4. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian disaring menggunakan saringan no. 12 (1,7 mm). Butiran yang tertahan diatasnya dicuci hingga bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.

### **3.6.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenis, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat.

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Neraca timbang jenuh air dengan kepekaan 0,5 gram dan kapasitas minimum 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
2. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (no. 6) atau 2,63 mm (no. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
3. Oven dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu.
4. Alat pemisah contoh.
5. Handuk.
6. Saringan no. 4 (4,75 mm).

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. Benda dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Benda uji drendam pada suhu kamar selama 24 jam.
3. Benda uji dikeluarkan dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, tetapi harus masih tampak lembab (kondisi SSD). Untuk butiran yang besar, pengeringan dilakukan satu per satu.
4. Benda uji diletakkan pada keranjang dan direndam kembali dalam air dan ditimbang. Sebelum ditimbang, container diisi benda uji lalu digoyang-goyangkan dalam air untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan

beratnya didalam air ( $B_a$ ), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ )

5. Benda uji dikeringkan dalam oven, kemudian dinginkan, lalu ditimbang.
6. Kemudian dihitung:

$$\text{Berat jenis curah (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad (3.5)$$

$$\text{Berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad (3.6)$$

$$\text{Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (3.7)$$

$$\text{Presentasi Absorpsi} = \frac{B_j - B_k}{B_a} \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan:

$B_k$  = berat benda uji kering oven, dalam gram

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh, dalam gram

$B_a$  = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh didalam air, dalam gram

### 3.6.6 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat halus.

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Timbangan dengan kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
3. Cetakan kerucut pasir.
4. Tongkat pemadat (tamper) dari logam untuk cetakan kerucut pasir.
5. Oven dengan ukuran yang mencukupi dan dapat dipertahankan suhunya.

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus dibuat jenuh air dengan cara direndam selama 1 hari, kemudian dikeringkan sampai merata (*free flowing condition*).
2. Sebagian benda uji dimasukkan dalam *metal sand cone mold*, lalu dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tumbukkan. Kondisi SSD (*Surface*



*Dry Condition*) diperoleh jika cetakan diangkat agregat halus runtuh atau longsor.

3. Agregat halus dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram dimasukkan ke dalam piknometer dan diisi air sampai 90% kapasitas. Gelembung udara dihilangkan dengan cara menggoyang-goyangkan piknometer.
4. Rendam piknometer dalam air dengan ukuran suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25°C.
5. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
6. Timbang piknometer berisi air dan benda uji dengan ketelitian 0,1 gram (B).
7. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji.
8. Setelah benda uji dingin, kemudian timbang (B<sub>k</sub>).
9. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air dengan menggunakan penyesuaian suhu standar 25°C. Kemudian hitung:

$$\text{Berat jenis permukaan kering jenuh} = \frac{Ba}{B+Ba-Bt} \quad (3.9)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \quad (3.10)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Ba-Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.11)$$

Keterangan :

B<sub>k</sub> = berat benda uji kering oven, dalam gram

B = berat piknometer berisi air, dalam gram

B<sub>t</sub> = berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

B<sub>a</sub> = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

### 3.6.7 Pengujian Gumpalan Lempung

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh persen gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat halus maupun kasar, sehingga dapat digunakan oleh perencanaan dan pelaksanaan.

Peralatan dan benda uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Saringan yang terdiri dari no. 20 (0,85 mm), no. 16 (1,18 mm), no. 8 (2,36 mm), no. 4 (4,75 mm), 3/8" (9,50 mm), 3/4" (19,00 mm), dan 1 1/2" (38,10 mm).
2. Wadah tahan karat yang cukup untuk menebarkan benda uji, sehingga dapat menyebar tipis pada dasar wadah.
3. Timbangan untuk menentukan berat benda uji yang mempunyai ketelitian 0,1% dari berat benda uji.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
5. Benda uji agregat kasar adalah agregat yang dipisahkan dalam beberapa fraksi dengan menggunakan saringan no. 4, 3/8", 3/4", dan 1 1/2" dengan berat minimum sesuai tabel 3.2.
6. Benda uji agregat halus adalah agregat yang butirannya lolos saringan no. 4, dan tertahan no. 6.

Prosedur pelaksanaan pengujian gumpalan lempung adalah:

1. Timbang wadah tanpa benda uji.
2. Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah, lalu ratakan dalam bentuk tipis pada dasar wadah.
3. Masukkan air suling kedalam wadah, sehingga benda uji cukup terendam dan biarkan selama 24 jam.
4. Pecahkan butir-butir yang mudah dipecah dengan jari hingga menjadi halus. Cara memecahnya adalah dengan menekan butiran antara ibu jari dari jari telunjuk, kuku jari tidak digunakan untuk memecah butiran.
5. Pisahkan benda uji yang sudah pecah dari sisa benda uji yang masih utuh dengan penyaringan basah.

### **3.6.8 Pengujian Jumlah Bahan yang Lolos Saringan No. 200**

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm), sehingga berguna bagi perencanaan dan pelaksanaan.

Peralatan dan bedna uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Saringan terdiri dari dua ukuran yang bagian bawah dipasang saringan no. 200 (0,075 mm) dan di atasnya saringan no. 16 (1,18 mm).
2. Wadah untuk mencuci yang mempunyai kapasitas untuk menampung benda uji, sehingga pada waktu pengadukan (pencucian) benda uji dan air pencuci tidak mudah tumpah.
3. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
4. Timbangan dengan ketelitian maksimum 0,1% dari berat benda uji.
5. Benda uji adalah agregat dalam kondisi kering oven dengan berat tergantung pada ukuran maksimum agregat.

Prosedur pelaksanaan pengujian jumlah bahan yang lolos saringan no. 200 adalah:

1. Timbang wadah tanpa benda uji.
2. Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah.
3. Masukkan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam.
4. Aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan pemisahan sempurna antara butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya.
5. Tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan no. 16 (1,18 mm) yang dibawahnya dipasang saringan no. 200 (0,075 mm). Pada saat menuangkan air pencuci harus-hati agar bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
6. Ulangi langkah 3, 4, dan 5 sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
7. Kembalikan semua benda uji yang tertahan saringan no. 16 dan no. 200 ke dalam wadah, lalu keringkan dalam oven sampai mencapai berat tetap dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1% dari berat contoh.

### **3.6.9 Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir untuk Campuran Beton**

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka dengan petunjuk larutan standar atau standar warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda uji asir.

Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan pengendalian mutu agregat.

Ketentuan-ketentuannya adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan benda uji pasir harus lolos saringan no. 4 dengan berat minimum 500 gram dan dalam keadaan kering, bila perlu di keringkan di udara terbuka.
2. Botol gelas yang mempunyai skala, tidak berwarna, mempunyai tutup dari karet, gabus, atau lainnya yang tidak larut dalam larutan NaOH dengan isi sekitar 350 ml.
3. Larutan standar terdiri dari larutan 0,25 gram  $K_2Cr_2O_7$  didalam 100 ml  $H_2SO_4$  (kerapatan 1,84) atau menggunakan warna standar organik plate.

Urutan proses pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Masukkan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml.
2. Tambahkan larutan (3% NaOH + 97% air) dan dikocok sampai volume air mencapai 200 ml.
3. Tutup botol lalu kocok kuat-kuat, kemudian diamkan selama 24 jam.
4. Warna standar dapat menggunakan larutan standar atau organik place no. 3.
5. Jika warna larutan benda uji lebih gelap dari warna larutan standar atau menunjukkan warna standar lebih besar dari no. 3, maka kemungkinan mengandung bahan organik dan tidak diijinkan digunakan sebagai bahan campuran beton.

### **3.6.10 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Genteng**

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenis, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat.

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Neraca timbang jenuh air dengan kepekaan 0,5 gram dan kapasitas minimum 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
2. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (no. 6) atau 2,63 mm (no. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
3. Oven dengan ukuran yang mencukupi dan dapat mempertahankan suhu.

4. Alat pemisah contoh.
5. Handuk.
6. Saringan no. 4 (4,75 mm).

Prosedur pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. Benda uji ditumbuk terlebih dahulu sesuai dengan ukuran dan kebutuhan jumlah menurut gradasi ideal.
2. Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu atau bahan lain yang melekat pada permukaan.
3. Benda uji drendam pada suhu kamar selama 24 jam.
4. Benda uji dikeluarkan dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, tetapi harus masih tampak lembab (kondisi SSD). Untuk butiran yang besar, pengeringan dilakukan satu per satu.
5. Benda uji diletakkan pada keranjang dan direndam kembali dalam air dan ditimbang. Sebelum ditimbang, container diisi benda uji lalu digoyang-goyangkan dalam air untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air ( $B_a$ ), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25 °C)
6. Benda uji dikeringkan dalam oven, kemudian dinginkan, lalu ditimbang.
7. Kemudian dihitung

$$\text{Berat jenis curah (Bulk Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \quad (3.12)$$

$$\text{Berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \quad (3.13)$$

$$\text{Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \quad (3.14)$$

$$\text{Presentasi Absorpsi} = \frac{B_j - B_k}{B_a} \times 100\% \quad (3.15)$$

Keterangan:

$B_k$  = berat benda uji kering oven, dalam gram

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh, dalam gram

Ba = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh didalam air, dalam gram

### **3.7 Perhitungan Campuran Beton**

Perhitungan ini dimaksudkan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun campuran beton yang akan dibuat. Dari perhitungan ini akan diperoleh jumlah dari masing-masing komponen penyusun campuran beton yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan pecahan genteng. Perhitungan ini akan dilakukan setelah diketahui propertis dari bahan-bahan tersebut.

### **3.8 Pembuatan Benda Uji**

Sebelum pelaksanaan pembuatan beton dilaksanakan, hal-hal utama yang dilakukan adalah persiapan. Persiapan yang dilakukan adalah dengan membersihkan semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkatan beton, membersihkan cetakan benda uji dan melapisi cetakan tersebut dengan minyak mineral untuk memudahkan pembongkaran benda uji. Selain itu, persiapan pengumpulan bahan-bahan berupa semen, agregat kasar, agregat halus, air, pecahan genteng dan air tawar untuk rendaman benda uji. Setelah dilakukan persiapan dan didapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran di lapangan. Komposisinya disesuaikan dengan kapasitas alat aduk. Alat yang digunakan dalam pengadukan adalah molen. Tahapan pengadukan sampel dibagi menjadi 3 tahap yaitu pengadukan, pencetakan benda uji, dan perawatan.

#### **3.8.1 Pengadukan**

Tahap pengadukan bahan campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku disiapkan dan ditimbang sesuai dengan proporsi berat yang telah ditentukan pada masing-masing campuran.
2. Agregat kasar dan pasir seluruhnya dimasukkan ke dalam mesin pengaduk, lalu diaduk hingga merata.
3. Matikan mesin lalu masukkan semen yang sudah diberi campuran pecahan genteng dan  $\frac{2}{3}$  bagian air, kemudian nyalakan kembali mesin pengaduk. Mesin

dimatikan setelah 2 menit, lalu material yang berada didasar mesin pengaduk diaduk dengan sendok semen hingga teraduk dengan rata.

4. Mesin dinyalakan kembali setelah 2 menit sambil menuangkan sisa air dengan sedikit demi sedikit.

### **3.8.2 Pencetakan Sampel**

1. Siapkan cetakan benda uji yang sudah diberi pelumas pada bagian dinding dalam cetakan.
2. Adukan dimasukkan ke dalam cetakan dalam 3 lapisan. Setiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
3. Pada lapisan terakhir ditambahkan adukan beton sampai melebihi permukaan, sehingga tidak perlu penambahan kembali setelah beton dipadatkan.
4. Setelah cetakan terisi penuh dan pemadatan telah selesai dilakukan, bagian luar cetakan dipukul-pukul dengan palu ringan dengan tujuan untuk menutup lubang-lubang sisa pemadatan dan untuk melepas gelembung-gelembung udara yang ada.
5. Permukaan beton diratakan dan dapat ditambahkan lapisan tipis pasta semen untuk merapikan dan meratakan permukaan beton.
6. Kemudian benda uji didiamkan di udara terbuka kurang lebih 24 jam hingga mengeras dan hindari adanya hubungan langsung dengan air.

### **3.8.3 Perawatan**

Perawatan dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras dan dapat dibuka dari cetakan. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Tahapan perawatan beton adalah sebagai berikut:

1. Perawatan dilakukan dengan cara merendam benda uji dalam bak air sampai umur 6 hari untuk uji tekan 7 hari, 13 hari untuk uji tekan 14 hari, 20 hari untuk uji tekan 21 hari, dan 27 hari untuk uji tekan 28 hari.
2. Suhu air rata-rata pada saat perendaman berkisar 25-27° C

3. Berikan tanda atau kode pada benda uji untuk memudahkan identifikasi.

### **3.9 Pengujian Sampel Beton**

Apabila masa perawatan sudah sampai umur rencananya yang sudah ditentukan biasanya mulai dari umur rencana 7, 14, 21, dan 28 hari. Pengujian-pengujian sampel beton meliputi pengujian slump dan pengujian kua tekan beton.

#### **3.9.1 Pengujian Slump Beton**

Pengecekan slump beton dimaksudkan untuk mengukur kekentalan dari adukan beton yang dihasilkan pada setiap proses pengadukan. Kekentalan beton akan mempunyai pengaruh pada tingkat *workability* dari beton. Adukan beton untuk keperluan pengujian ini harus diambil langsung dari mesin pengaduk.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian slump adalah:

1. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm. Bagian bawah dan atas cetakan terbuka.
2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 mm dengan ujung dibulatkan dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
3. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh, rata, dan kedap air.
4. Sendok cekung.
5. Mistar ukur.

Proses pengujiannya meliputi:

1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan air.
2. Letakkan cetakan kerucut diatas pelat baja.
3. Isilah cetakan kerucut sampai penuh dengan beton dalam 3 lapis, tiap lapis berisi kira-kira  $\frac{1}{3}$  isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk samai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
4. Pada lapisan pertama penusukan bagian tepi, tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan.



5. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, kemudian tunggu selama setengah menit dan dalam angka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan.
6. Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
7. Baliklah cetakan kecurut dan letakkan disamping benda uji.
8. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

### **3.9.1.1 Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh alat uji tekan. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton meliputi:

1. Kondisi ujung benda uji,
2. Ukuran benda uji,
3. Rasio diameter benda uji terhadap ukuran maksimum agregat,
4. Rasio panjang terhadap diameter benda uji,
5. Kondisi kelembaban,
6. Suhu benda uji,
7. Arah pembebanan terhadap arah pengecoran,
8. Laju penambahan beban pada *compression testing machine*,
9. Bentuk geometri benda uji.

Adapun bahan dan peralatan yang digunakan adalah:

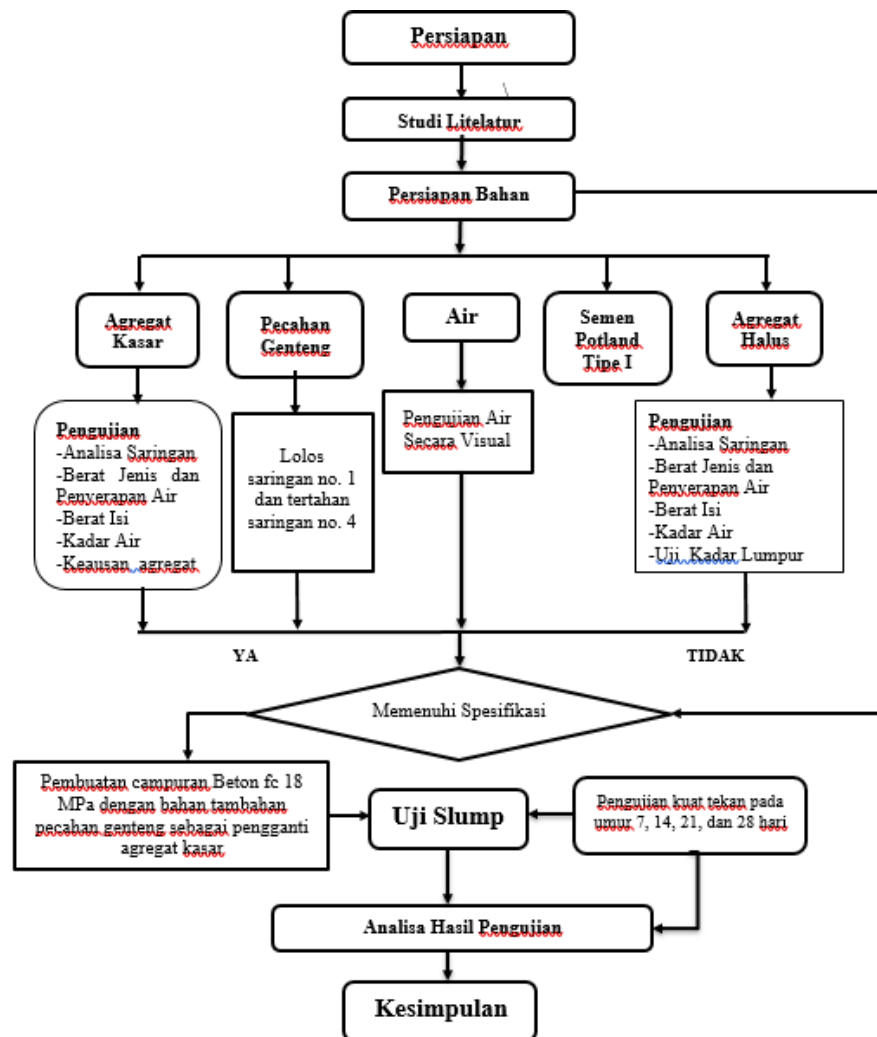
1. Mesin uji tekan (CTM),
2. Timbangan,

Prosedur pengujiannya adalah:

1. Ambil benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel menggunakan kain lembab.
2. Benda uji ditimbang menggunakan timbangan.
3. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.

4. Nyalakan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan.
5. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur.
6. Catatlah beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.

### 3.10 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.22 Alur Penelitian