

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 RENCANA PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan gambaran mengenai jalannya pelaksanaan dari penelitian secara terstruktur serta penjelasan mengenai jalannya penelitian dan jadwal kegiatan yang akan dilakukan.

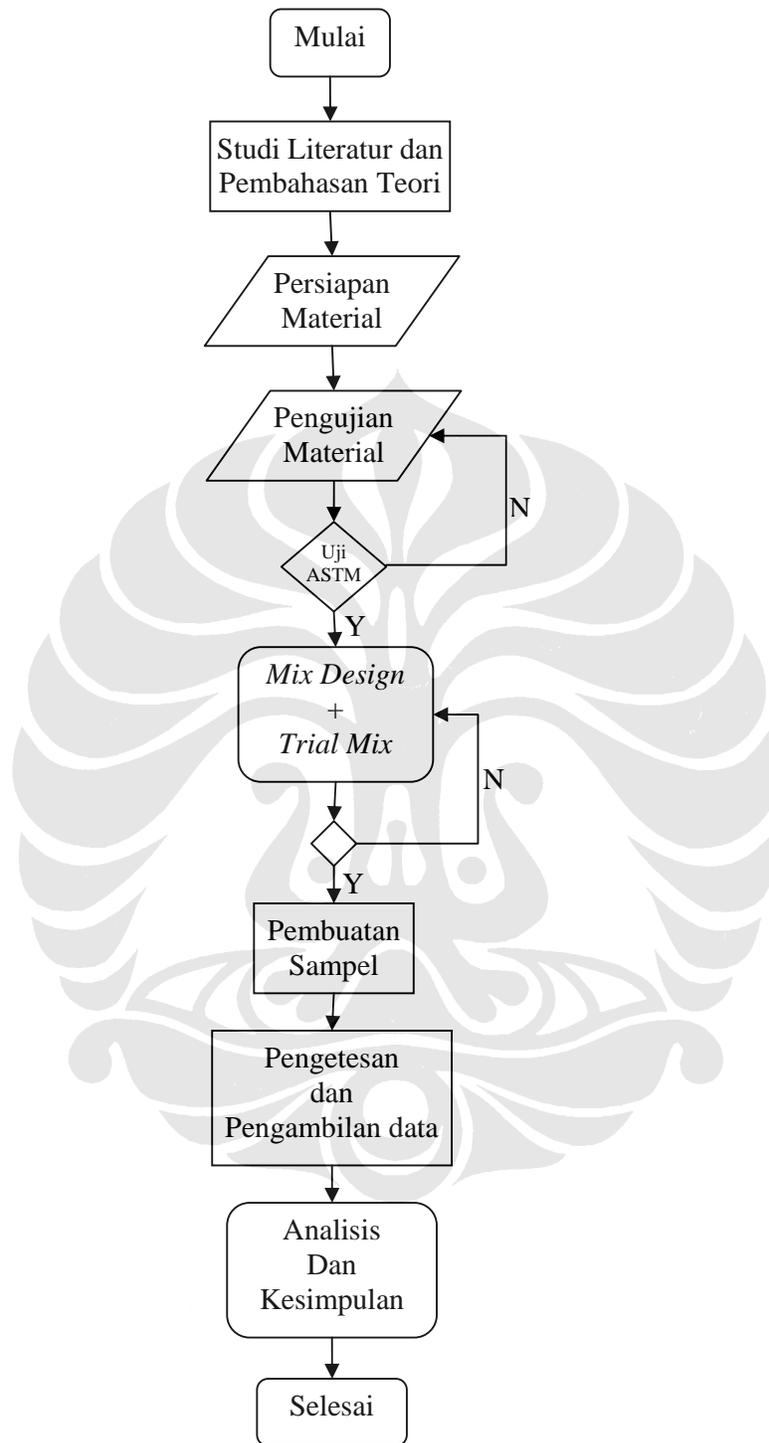
Penelitian akan dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu studi literatur, pelaksanaan praktikum di laboratorium, pengambilan data praktikum, dan analisis data hasil praktikum.

Penelitian di laboratorium akan didasarkan pada hasil karakteristik beton yang telah didesain dengan menggunakan semen PCC. Karakteristik yang dilihat terutama kekuatan lentur dari benda uji balok sederhana.

Secara garis besar penelitian ini melingkupi proses kerja sebagai berikut:

1. menyiapkan material beton seperti semen, agregat, dan air.
2. memeriksa *properties* dari material-material tersebut.
3. merencanakan komposisi material dalam campuran beton.
4. membuat benda uji berbentuk balok lentur (15 cm × 15 cm × 55 cm) dan balok susut (10 cm × 10 cm × 50 cm).
5. melakukan proses perawatan (*curing*) direndam dalam air selama 1 sampai 28 hari, serta 56 dan 84 hari.
6. melakukan uji kuat lentur pada benda uji dan pengamatan susut selama 60 hari.
7. mengolah dan menganalisis data hasil percobaan.
8. mengambil kesimpulan dari hasil percobaan tersebut

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

III.2 PENJELASAN PENELITIAN

III.2.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan kajian mengenai teori beton, semen PCC dan kandungan di dalamnya, metode *mix design* yang digunakan dan metode pengujian yang dilakukan.

III.2.2 Uji Material

Pada uji ini *standard test* yang digunakan adalah ASTM. Uji ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat material bahan yang digunakan dan untuk mendapatkan data untuk menentukan proporsi campuran beton (*mix design*). Material yang diuji adalah baja tulangan, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Uji material beton dilakukan di Laboratorium Bahan Departemen Sipil FTUI.

Pada agregat halus, pengujian yang dilakukan meliputi analisis berat jenis (*specific gravity*) dan absorpsi untuk menentukan *bulk*, *apparent specific-gravity* dan absorpsi pasir; analisis saringan (*sieve analysis*) untuk mengetahui gradasi dari agregat halus sehingga datanya dapat dipergunakan untuk menentukan nilai *Fines Modulus* pasir. Selain itu, juga dilakukan pengujian kadar lumpur dan kadar organik pada agregat halus.

Untuk uji agregat kasar dilakukan penentuan terhadap berat jenis (*specific gravity*) dan absorpsi dari kerikil dengan tujuan yang sama dengan uji terhadap agregat halus.

III.3 BAHAN PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton berbentuk balok 15 x 15 x 55 cm dengan $f_c' = 30$ MPa untuk uji kuat lentur dan balok Balok 10 x 10 x 55 cm. Benda uji menggunakan semen PCC Tiga Roda produksi PT. Indocement.

III. 4 PROSEDUR PENELITIAN

III.4.1 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian terhadap agregat kasar diantaranya:

a. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh angka berat jenis tersebut dan angka penyerapan. Peralatan yang digunakan antara lain keranjang kawat No.6 atau No.8, tempat air, timbangan, oven, saringan No.4.

Benda uji adalah agregat yang tertahan oleh saringan berdiameter 4,75 mm (saringan No.4), yang diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara penempatan, sebanyak kira-kira 5 kg. Berikut langkah-langkah pengerjaannya:

- Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar 25°C selama 24 jam.
- Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering), untuk butir yang besar pengeringan harus dilakukan satu persatu.
- Timbang benda uji dalam keadaan jenuh permukaan kering (BJ)
- Letakkan benda uji di dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan gelembung udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (BA). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu kamar 25°C.
- Masukkan benda uji ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (BK).
- Perhitungan

- Berat jenis = $B_k / B_j - B_a$
- Berat jenis SSD = $B_j / (B - B_a)$
- Berat jenis semu = $B_k / (B_k - B_a)$
- Penyerapan air = $100 (B_j - B_k) / B_k$

dimana:

Bk : berat benda uji kering oven;

B : berat benda uji kering oven permukaan jenuh;

Bj : berat benda uji kering oven permukaan jenuh di dalam air.

b. Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat

Berat isi agregat adalah berat agregat persatuan isi,. Rongga udara dalam satuan volume agregat adalah ruang di antara butir-butir agregat yang tidak diisi oleh partikel yang padat.

Peralatan yang digunakan yaitu timbangan kapasitas 2-20 kg; batang baja 016 mm dan panjang 610 mm, alat penakar kapasitas (2,8 Itr-100) Itr, sekop atau sendok, oven. Contoh uji ditentukan jumlahnya mendekati (125-200)% dari jumlah yang diuji. Perhitungan berat

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat. Pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat dapat dilakukan dalam dua kondisi, yaitu kondisi padat dan kondisi gembur.

Proses Pengujian untuk kondisi padat dilakukan dengan cara tusuk dan cara ketuk, yaitu :

1. Cara Tusuk

- Isi penakar 1/3 dari Volume penuh dan ratakan dengan batang perata.
- Tusuk lapisan agregat dengan 25 × tusukan batanf penusuk.
- Isi lagi sampai volume menjadi 2/3 penuh kemudian ratakan dan tusuk sebanyak 25× dengan batang penusuk.
- Isi penakar sampai berkebih dan tusuk lagi.
- Ratakan permukaan agregat dengan batang perata.
- Tentukan berat penakar dan isinya (G) dan berat penakar itu sendiri (T).
- Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg.
- Hitung berat isi agregat : $M = (G - T) / V$ atau $M = (G - T) \times F$
dimana :
 M = berat isi agregat kering oven (kg/m^3)
 G = berat agregat dan penakar (kg)
 T = berat penakar (kg)
 V = volume penakar (m^3)
 F = faktor penakar (m^3).
- Hitung kadar rongga udara : rongga Udara = $[(S \times W) - M] / (S \times W) \times 100\%$

dimana :

M = berat isi dalam kondisi kering oven dalam (kg/m^3)

S = berat jenis agregat dalam kering

W = kerapatan air: $998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

2. Cara Ketuk

- Isi penakar 1/3 dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata.
- Padatkan lapisan dengan cara mengetuk-ngetukkan alas penakar secara bergantian di atas lantai yang rata sebanyak 50x.
- Isi lagi sampai volume menjadi 2/3 penuh kemudian ratakan dan ketuk kembali sebanyak 50x.
- Isi penakar sampai berlebih dan ketuk lagi.
- Ratakan permukaan agregat dengan batang perata sampai rata.
- Tentukan berat penakar dan isinya (G) dan berat penakar itu sendiri (T).

- Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg.

- Hitung berat isi agregat : $M = (G - T) / V$ atau $M = (G - T) \times F$

dimana :

M = berat isi agregat kering oven (kg/m^3)

G = berat agregat dan penakar (kg)

T = berat penakar (kg)

V = volume penakar (m^3)

F = faktor penakar (m^3).

- Hitung kadar rongga udara : rongga Udara = $[(S \times W) - M] / (S \times W) \times 100\%$

Dimana :

M = berat isi dalam kondisi kering oven dalam (kg/m^3)

S = berat jenis agregat dalam kering

W = kerapatan air: $998 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

3. Cara Langsung

Proses pengujian untuk kondisi gembur dilakukan dengan cara sekop atau sendok, yaitu :

- Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat.

- Ratakan permukaan dengan batang perata.
- Tentukan berat penakar vdan isinya (G) dan berat penakar itu sendiri (T).
- Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg.
- Hitung berat isi agregat : $M = (G - T) / V$ atau $M = (G - T) \times F$

dimana :

M = berat isi agregat kering oven (kg/m^3)

G = berat agregat dan penakar (kg)

T = berat penakar (kg)

V = volume penakar (m^3)

F = faktor penakar (m^3).

- Hitung kadar rongga udara : rongga Udara = $[(S \times W) - M] / (S \times W) \times 100\%$

dimana :

M = berat isi dafam kondisi kering oven dalam (kg/m^3)

S = berat jenis agregat dalam kering

W = kerapatan air: 998 (kg/m^3)

c. Pengujian Analisis Ayakan

Metode ini digunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan, tujuannya untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persen-tase butiran.

Analisis saringan agregat ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka prosentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

Peralatan yang digunakan antara lain: timbangan, satu set saringan, oven, alat pemisah, mesin guncang jari-ngan, talam dan alat lainnya. Benda uji berupa jenis-jenis agregat kasar yang diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempatan banyak.

Berat minimum benda uji agregat kasar harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- ukuran maksimum 3,5"; berat minimum 35 kg
- ukuran maksimum 2,5"; berat minimum 25 kg
- ukuran maksimum 1"; berat minimum 10 kg.

Proses pengujian :

- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
- Saring beda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncang dengan tangan atau mesin penggoncang selama 15 menit.
- Timbang berat agregat kasar yang terdapat pada masing-masing ayakan.
- Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

d. Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles

Metode pengujian ini sebagai pegangan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin abrasi Los Angeles. Tujuannya untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No. 12 (1,7 mm) terhadap berat semula, dalam persen.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut: mesin Abrasi Los Angeles, saringan No. 12 (1,7 mm), timbangan, bola-bola baja dan oven. Benda uji dipersiapkan dengan cara sebagai berikut: berat dan gradasi benda uji sesuai daftar "Gradasi dan Berat Benda Uji, bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

Proses pengujian :

1. Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 cara berikut :
 - Gradasi A, bahan lolos 37,5 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah bola 12 buah dengan putaran 500 putaran.
 - Gradasi B, bahan lolos 19 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah bola 11 buah dengan 500 putaran.
 - Gradasi C, bahan lolos 19 mm sampai tertahan 4,75 mm. Jumlah bola 8 buah dengan 500 putaran.
 - Gradasi D, bahan lolos 4,75 mm sampai tertahan 2,36 mm. Jumlah bola 6 buah dengan 500 putaran.
 - Gradasi E, bahan lolos 75 mm sampai tertahan 37,5 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran.

- Gradasi F, bahan lolos 50 mm sampai tertahan 25 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran.
 - Gradasi G, bahan lolos 37,5 mm sampai tertahan 19 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran.
2. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Abrasi Los Angeles.
 3. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai dengan 33 rpm. Jumlah putaran gradasi A, B, C, dan D 500 putaran dan untuk gradasi E, F, dan G 1000 putaran.
 4. setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no.12 (1,7 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
 5. Hitung keausan agregat :

$$\text{Keausan} = (a-b)/a \times 100 \%$$
 dimana :
 a = berat benda uji semula (gram)
 b = berat uji tertahan saringan No.12 (gram)

III.4.2 Pengujian Agregat Halus

a. Analisis Specific Gravity Dan Absorpsidari Agregat Halus

Percobaan ini bertujuan menentukan bulk dan apparent specific gravity dan absorpsi dari agregat halus menurut ASTM c.128 guna menentukan volume agregat dalam beton.

Bahan yang dibutuhkan adalah 1000 gram agregat halus, diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat.

Prosedur percobaannya adalah sebagai berikut:

- Agregat halus dibuat jenuh air dengan cara merendam selama 1 hari, kemudian dikeringkan (Kering udara) sampai didapat keadaan kering merata. Agregat halus disebut kering merata jika telah dapat tercurah (Free Flowing Condition).
- Sebagian benda uji dimasukkan pada metal sand cone mold. Benda uji kemudian dipadatkan dengan tongkat pemadat (Tamper) sampai 25 kali tumbukan. Kondisi SSD (Surface Dry Condition) diperoleh cetakan diangkat, agregat halus runtuh, longsor.

- Agregat halus dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram dimasukkan kedalam piknometer dan diisikan air sampai 90% kapasitas. Gelembung-gelembung udara dihilangkan dengan cara mengoyangkan piknometer. Rendam dalam air dengan temperatur air $73,4 \pm 3$ oF selama paling sedikit 1 hari. Tentukan kemudian berat piknometer benda uji dan air.
- Pisahkan benda uji dari piknometer dan dikeringkan pada temperatur 212 – 230 oF selama 1 hari.
- Tentukan berat piknometer berisi air sesuai kapasitas kalibrasi pada temperatur $73,4 \pm 30$ oF, dengan ketelitian 0,1 gram.
- Menghitung *Bulk Specific Gravity* (SSD)

Bulk Specific Gravity dapat dicari dengan rumus berikut:

$$\text{Bulk Specific Gravity} = \frac{500}{B + 500 - C}$$

dimana:

B = berat dari agregat halus dari piknometer berisi air (gram)

C = berat dari piknometer dengan agregat halus dan air sesuai dengan kapasitas dan kalibrasi alat (gram)

500= kapasitas maksimal dari wadah (gram)

Di dalam perhitungan agregat halus digunakan takaran dengan kapasitas 500 gram sehingga di dalam perumusannya digunakan batas kapasitas maksimum sebesar 500 untuk takaran agregat halus.

Untuk *Apparent Specific Gravity* digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{A}{B + A - C}$$

dimana:

A = berat dari agregat halus yang dikeringkan dengan oven (gram)

B = berat dari agregat halus dari piknometer berisi air (gram)

C = berat dari piknometer dengan agregat halus dan air sesuai dengan kapasitas kalibrasi alat (gram)

- *Absorption*

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kemampuan untuk menyerap air dari agregat halus yang dapat dilihat dari persentase absorpsinya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Absorption}(\%) = \frac{500 - A}{A} \times 100\%$$

dimana:

A = berat dari agregat halus yang dikeringkan dengan oven (gram)

500 = kapasitas maksimal dari wadah (gram)

b. Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pemeriksaan ini dimaksud untuk menentukan berat isi agregat halus. Berat isi adalah perbandingan berat dengan isi. Benda uji yang dibutuhkan adalah agregat sebanyak kapasitas wadah, keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Berat isi lepas.

- Timbang dan catatlah beratnya (W1).
- Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbanglah dan catatlah berat wadah beserta benda uji (W2).
- Hitunglah berat benda uji ($W3 = W2 - W1$).
- Berat isi padat agregat ukuran butir maksimum 36,1 mm (1 ½") dengan cara penusukan.
- Timbanglah dan catat berat wadah (W1).
- Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata.
- Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbanglah dan catatlah berat wadah serta benda uji (W2).
- Hitunglah berat benda uji ($W3 = W2 - W1$).

2. Cara penggoyangan.

- Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
- Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapisan yang sama tebal.

- Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah seperti berikut :
 - ◇ Letakkan wadah diatas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan.
 - ◇ Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berta wadah beserta benda uji [W2].
- Hitunglah berat benda uji [$W3 = W2 - W1$].

c. Analisis Saringan Agregat Halus

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agrerat halus dan kasar dengan menggunakan saringan. Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak :

- ukuran maksimum No. 4; berat minimum 500 gram.
- ukuran maksimum No. 8; berat minimum 100 gram.

Benda uji disiapkan sesuai dengan prosedur, kecuali apabila butiran yang melalui saringan No.200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencurian.

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C, sampai berat tetap.
- Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncangkan dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

d. Pengujian Jumlah Bahan Agregat yang Lolos Saringan No.200(Kadar Lumpur)

Metode pengujian ini untuk memperoleh prosentase jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) dengan cara pencucian.

Peralatan yang digunakan antara lain : saringan terdiri dari dua ukuran, bagian bawah saringan No. 200 (0,075 mm) dan di atasnya saringan No. 16 (1,18 mm), wadah, timbangan dan oven. Benda uji adalah agregat dalam kondisi kering oven dengan berat kering minimum yang telah ditentukan.

Persiapan pengujian melalui tahapan sebagai berikut; siapkan peralatan yang akan digunakan, tulis identitas benda uji ke dalam formulir, saring contoh agregat untuk mengetahui ukuran maksimum agregat. Siapkan benda uji dalam kondisi kering oven dengan melalui alat pemisah contoh.

Proses Pengujian :

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 yang sempurna antara butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang di dalam larutan pencuci sehingga mempermudah dalam pemisahannya.
5. Tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan No.16 (1,18 mm) yang di bawahnya dipasang saringan No.200 (0,075 mm) pada waktu menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
6. Ulangi proses pengujian 3, 4 dan 5 sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
7. Kembalikan semua benda uji yang tertahan saringan No.16 (1,18 mm) dan No.200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai mencapai berat tetap dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1 % dari berat contoh.
8. Hitung persen bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) :

- Berat kering benda uji awal

$$W_3 = W_1 - W_2$$

- Berat kering benda uji sesudah pencucian

$$W_5 = W_4 - W_2$$

- Bahan lolos asaringan No.200 (0,075 mm)

$$W_6 = (W_3 - W_5) / W_3 \times 100$$

Dimana :

W_1 = berat kering benda uji + wadah

W_2 = berat wadah

W_3 = berat kering benda uji awal

W_4 = berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah

W_5 = berat kering benda uji sesudah pencucian %

W_6 = bahan lolos saringan No. 200 (0,075 mm).

e. Pengujian Kotoran Organik dalam Agregat Halus

Kotoran organik adalah bahan-bahan organik di dalam pasir yang menimbulkan efek merugikan terhadap mutu mortar atau beton. Tujuannya adalah untuk mendapatkan angka dengan petunjuk larutan standar terhadap larutan benda uji pasir. Pengujian ini dapat digunakan dalam pekerjaan pengendalian mutu agregat.

Benda uji pasir harus lolos saringan no. 4, berat minimum 500 gram dan dalam keadaan kering. Peralatan yang digunakan adalah botol gelas berskala, tidak berwarna, mempunyai tutup karet dengan volume 350 mL. Dalam pengujian digunakan larutan standar dari larutan 0,250 gram $K_2Cr_2O_7$ dalam 1000 mL H_2SO_4 atau menggunakan warna standar organic plate.

Prosedur pengujian :

1. Memasukan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 mL.
2. Tambahkan larutan (3% NaOH + 97% air) dan dikocok sampai volume mencapai 200 mL.
3. Tutup botol, kocok kuat-kuat diamkan 24 jam
4. Lalu bandingkan warna dengan menggunakan larutan standar organic plate no. 3.
5. Jika warna benda uji lebih gelap dari warna larutan standar (lebih besar dari No.3), maka kemungkinan mengandung bahan organik yang tidak diizinkan untuk bahan campuran beton.

III.4.3 Pembuatan Sampel Beton

1. Menyiapkan bahan-bahan (semen, air, kerikil, pasir) sesuai dengan berat yang didapat dari perhitungan *mix design*.
2. Menyiapkan alat pengaduk, pemadatan, cetakan serta alat pengujian. Sebelum melakukan percobaan, bak pengaduk (*mixer*) dibersihkan terlebih dahulu. Sebelum itu cetakan untuk sampel beton yang ada harus dibersihkan terlebih dahulu serta diberi oli pada permukaan cetakan tersebut. Hal ini dilakukan agar pelepasan beton dapat dilakukan dengan mudah.

3. Memasukkan kerikil, pasir terlebih dahulu. Kemudian bahan-bahan tersebut dicampur secara manual terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar pasir dan kerikil tercampur secara merata terlebih dahulu.
Setelah itu baru memasukkan semen yang ke dalam bak pengaduk (*mixer*), dan ditambahkan sejumlah air (50% dari jumlah air pencampur) selama $\frac{1}{2}$ menit, setelah campuran yang ada mulai terlihat rata maka sisa air yang ada beserta larutan inhibitor yang ada dimasukkan ke dalam bak pengaduk (*mixer*) selama 3 menit, maka pengadukkan selesai.
4. Mengisikan adukan beton ke dalam cetakan sebanyak $\frac{1}{3}$ dari volume bekisting terlebih dahulu dan kemudian dipadatkan dengan menggunakan vibrator ataupun dengan pemadatan secara manual (ditusuk-tusuk). Setelah padat maka pengisian tersebut dilakukan kembali dengan cara yang sama, sehingga volume bekisting yang ada terisi penuh dengan campuran beton. Ukuran bekisting yang digunakan untuk sampel beton tanpa tulangan adalah 15 cm x 15 cm x 15 cm. Sedangkan untuk sampel uji laju korosi, digunakan silinder berdiameter 5 cm dan tinggi 15 cm, dengan menempatkan tulangan tepat di tengah-tengah silinder.
5. Setelah itu meratakan permukaan sampel yang ada. Dan kemudian diberi nama. Dan selanjutnya sampel dibiarkan selama 24 jam.
6. Membuka cetakan kemudian dimasukkan ke dalam bak perendaman dengan air tanah yang telah disediakan, dan air laut di pelabuhan. Perendaman ini dilakukan sampai dengan waktu pengetestan benda uji, yaitu 30, 60, 90 dan 120 hari untuk di tes tekan.

III.4.4 Slump Test

Untuk pemeriksaan kualitas mutu beton segar, pemeriksaan dilakukan sebelum pencetakan atau pembuatan benda uji, dengan pengujian slump menurut ASTM C.143-90a *Standard Test Method for Slump of Hidrolic Cement Concrete*.

Pemeriksaan berat atau volume beton segar menurut ASTM C.138-92 *Standard Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*. Percobaan ini merupakan suatu petunjuk untuk plastisitas spesi beton.

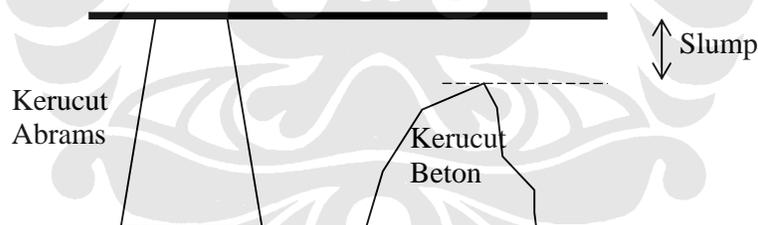
Peralatan:

1. Kerucut Abrams dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm.

2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm, ujung dibulatkan dan sebaiknya dibuat dari baja tahan karat.
3. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh rata dan kedap air.
4. Sendok cekung.

Jalannya Percobaan

1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan air.
2. Selubung Abrams diletakan di atas pelat logam. Beton yang telah diaduk dimasukan ke dalam selubung itu dibagi menjadi 3 lapisan, yang masing-masing lapisan mempunyai isi yang sama. Setiap lapisan ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
3. Segera setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama setengah menit dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan.
4. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas. Balikan cetakan dan letakan perlahan-lahan di samping benda uji.
5. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.



Gambar 3.2 Uji slump

III.4.5 Rancang Campur (*Mix Design*) Benda Uji dengan Metode ACI

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$\text{MSA} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Slump} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Spesific Gravity (SG) Cement} = 3,15$$

$$\text{Spesific Gravity (SG) Sand} = 2,237 \text{ (kondisi SSD)}$$

$$\text{Spesific Gravity (SG) Coarse Agregates} = 2,608 \text{ (kondisi SSD)}$$

$$\text{Fine Modulus (FM) Sand} = 2,05$$

1. Menghitung Kuat Tekan Rata-rata Beton

Kuat tekan rata-rata beton berdasarkan kuat tekan rencana dan margin $f'_{cr} = f'_c + m$; dimana $m = 1,64 \times Sd$; Sd adalah standar deviasi.

- o Volume pekerjaan $1,344880965 \text{ m}^3 < 1000 \text{ m}^3$ merupakan pekerjaan kecil. Berdasarkan tabel 2.11 termasuk pekerjaan kecil dengan pengawasan mutu baik diperoleh standar deviasi $5,5 < Sd \leq 6,5$ diambil $Sd = 5$.
- o Mutu beton yang diinginkan $f'_c = 30 \text{ Mpa}$

2. Menetapkan Nilai Slump, dan Butir Agregat Maksimum

Slump = 100 mm

MSA = 25 mm

3. Menetapkan Jumlah Air yang Dibutuhkan

Dengan nilai slump 100 mm dan ukuran maksimum agregat 25 mm dapat dilihat berdasarkan tabel 2.14 didapatkan volume air (W) yang dibutuhkan sebesar 195 lt/m^3 .

4. Menetapkan Nilai FAS (Faktor Air Semen)

FAS yang dibutuhkan berdasarkan nilai kekuatan tekan estimasi beton pada umur 28 hari dengan $f'_{cr} = 39,84 \text{ MPa}$ dapat dilihat pada tabel 2.15 didapatkan sebesar $FAS = 0,4258261$ berdasarkan hasil interpolasi.

5. Menentukan Semen yang Diperlukan

$$C = \frac{W}{FAS} = \frac{204}{0,4258261} = 479,068803 \text{ kg}$$

6. Menentukan Volume Agregat Kasar

Fine Modulus (FM) Sand = MHB = 2,05; MSA = 25 mm

Berdasarkan tabel 2.16 didapatkan nilai 0,62.

$$CA = 0,62 \times 1600 = 1088 \text{ kg}$$

7. Menentukan Volume Agregat Halus

Estimasi berat beton segar berdasarkan ukuran maksimum agregat 25 mm, beton *air-entrained* tabel 2.17, didapat 2376 kg/m^3 .

$$S = 2376 - (204 + 479 + 1088) = 605 \text{ kg}$$

8. Mengkoreksi Bahan Berdasarkan Nilai Daya Serap Air pada Agregat

Cement (C) = 479 kg

Air (W) = 204 kg

Pasir (S) = 605 kg

Agregat Kasar (CA) = 1088 kg

Jumlah = 2376 kg

9. Mengkoreksi Proporsi Campurannya

Jika daya serap air agregat kasar 3,419% dan daya serap air agregat halus 2,004%

Pasir (S) = 605 kg × 1,03419 = 626 kg

Agregat Kasar (CA) = 1088 kg × 1,02004 = 1110 kg

Cement (C) = 479 kg

Air (W) = 161 kg

Pasir (S) = 626 kg

Agregat Kasar (CA) = 1110 kg

Jumlah = 2376 kg

III.4.6 Metode Pengujian Kuat Lentur Pada Balok

Tes ini didasarkan pada ASTM Designation: C 78 – 02 tahun 2005 (*Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete {Using Simple Beam With Third-Point Loading}*). Balok berukuran 150 x 150 x 550 mm akan diberikan beban titik pada sepertiga dan dua-pertiga bentang. Nilai yang didapat pada uji ini adalah kuat lentur benda uji.

Peralatan yang digunakan, mesin uji tekan, 2 buah blok tumpuan dan satu buah blok beban untuk beban tunggal terpusat, alat ukur panjang sampai 1000 mm, alat peraba untuk mengukur lebar celah antara 0,10-0,38 mm, timbangan 35 kg, gerinda, pita kulit dan alat kaping.

Benda uji yang digunakan berupa balok beton berpenampang bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali lebar penampangnya. Waktu pengujian, kedua blok tumpuan tidak boleh bergeser, bentang antara dua blok tumpuan adalah 450 mm dengan toleransi 9 mm.

Kecepatan beban harus dilakukan kontinyu tanpa menimbulkan efek kejut, yaitu tidak boleh lebih cepat dari 6 kN, dan pengukuran penampang patah balok. Berikut prosedur pengujiannya:

1. Menyiapkan mesin uji dan blok-blok tumpuan, balok uji diletakan semetris di atas kedua blok tumpuan. Blok beban diletakkan di tengah antara kedua blok tumpuan. Blok beban diturunkan perlahan-lahan sampai menempel pada bidang atas balok, ukur celah antara permukaan balok uji dengan permukaan balok beban, celah yang besarnya 0,10 mm-0,38 mm dapat dihilangkan dengan di gerinda.
2. Menurunkan blok beban dan berikan beban (3-6)% dari beban maksimum. Ukur dalamnya celah antara permukaan balok dengan permukaan blok-blok.
3. Meletakkan benda uji diatas tumpuan, menghidupkan mesin uji tekan, mengatur pembebanan dengan kecepatan 8-10 kg/cm² per menit, menghentikan pembebanan setelah beban maksimum tercapai.
4. Untuk Menghitung patahnya benda uji di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan dari bagian tarik beton, kuat lentur beton dihitung dengan rumus :

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

5. Sedangkan untuk menghitung kuat lentur beton dimana patahnya benda uji ada di luar pusat adalah :

$$f_r = \frac{3Pa}{bd^2}$$

dimana :

f_r = Kuat lentur benda uji (MPa),

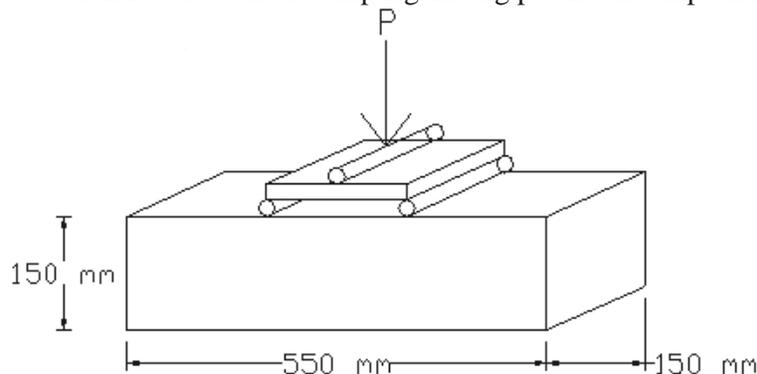
P = Beban maksimum dari mesin uji

L = jarak antara dua garis perletakan (mm),

b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

d = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar.



Gambar 3.3 Dimensi Benda Uji

III.4.7 Metode Pengujian Susut Beton (ASTM C490 – 93)

a. Ruang Lingkup

Pengetesan ini mencakup apparatus dan peralatan yang digunakan untuk persiapan benda uji untuk penentuan perubahan panjang pada pasta semen yang telah mengeras, mortar dan beton.

b. Prosedur Pengetesan

1. Persiapan Cetakan

Join-join pada cetakan, garis kontak dari cetakan dan pelat dasar harus ditutup dengan rapat untuk mencegah kebocoran air dari benda uji yang baru dicetak. Lapsi dengan tipis interior dari cetakan dengan minyak mineral.

2. Pengetesan

Pengetesan dilakukan setelah benda uji terpasang pada apparatus. Prosedur pengetesan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Letakan posisi batang penunjuk dial pada suatu acuan yang sama untuk setiap benda uji yang dibandingkan pada suhu ruang yang ditetapkan
- Catat pembacaan minimum dari dial untuk setiap perubahan yang terjadi pada pembacaan dial.
- Temperatur ruangan harus dijaga pada suhu 20-27.5°C dengan kelembaban relatifnya lebih dari 50%.

III.4.8 Rencana Kebutuhan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah balok 15x15x55 cm³ dengan $f_c' = 30$ Mpa sebanyak 106 buah, dan untuk uji kuat lentur dan balok Balok 10 × 10 × 50 cm sebanyak 3 buah, dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jumlah Kebutuhan Sampel Kuat lentur

Tes Lentur (Hari Uji)	Jumlah Sampel (buah)
1-2	3
3	5
4-6	3
7	5
8-13	3
14	5
15-20	3
21	5

22-27	3
28	5
56	5
84	5
Total Sampel	106

III.5 METODE PENGOLAHAN HASIL ANALISIS DATA

Dari hasil pengujian dan penelitian, kemudian dilakukan pencatatan dan pengumpulan data yang dimasukkan ke dalam tabel-tabel dan grafik-grafik yang disesuaikan pengujian (dapat dilihat pada lampiran data).

1. Analisis data sifat fisik bahan-bahan pencampur beton.
2. Analisis data perancangan campuran beton (sampel standar) dan elemen beton (sampel penuh).
3. Analisis dan data kualitas beton segar dan beton keras, baik untuk sampel standar maupun sampel skala penuh (elemen beton).

Dari hasil analisis data, selanjutnya dapat dibuat kurva-kurva yang berhubungan untuk memudahkan dan membantu dalam penarikan kesimpulan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu untuk menyelidiki kemungkinan pengaruh kelompok percobaan dengan variasi substitusi suatu bahan terhadap kelompok tanpa substitusi bahan (kontrol/standar).