

## **BAB III**

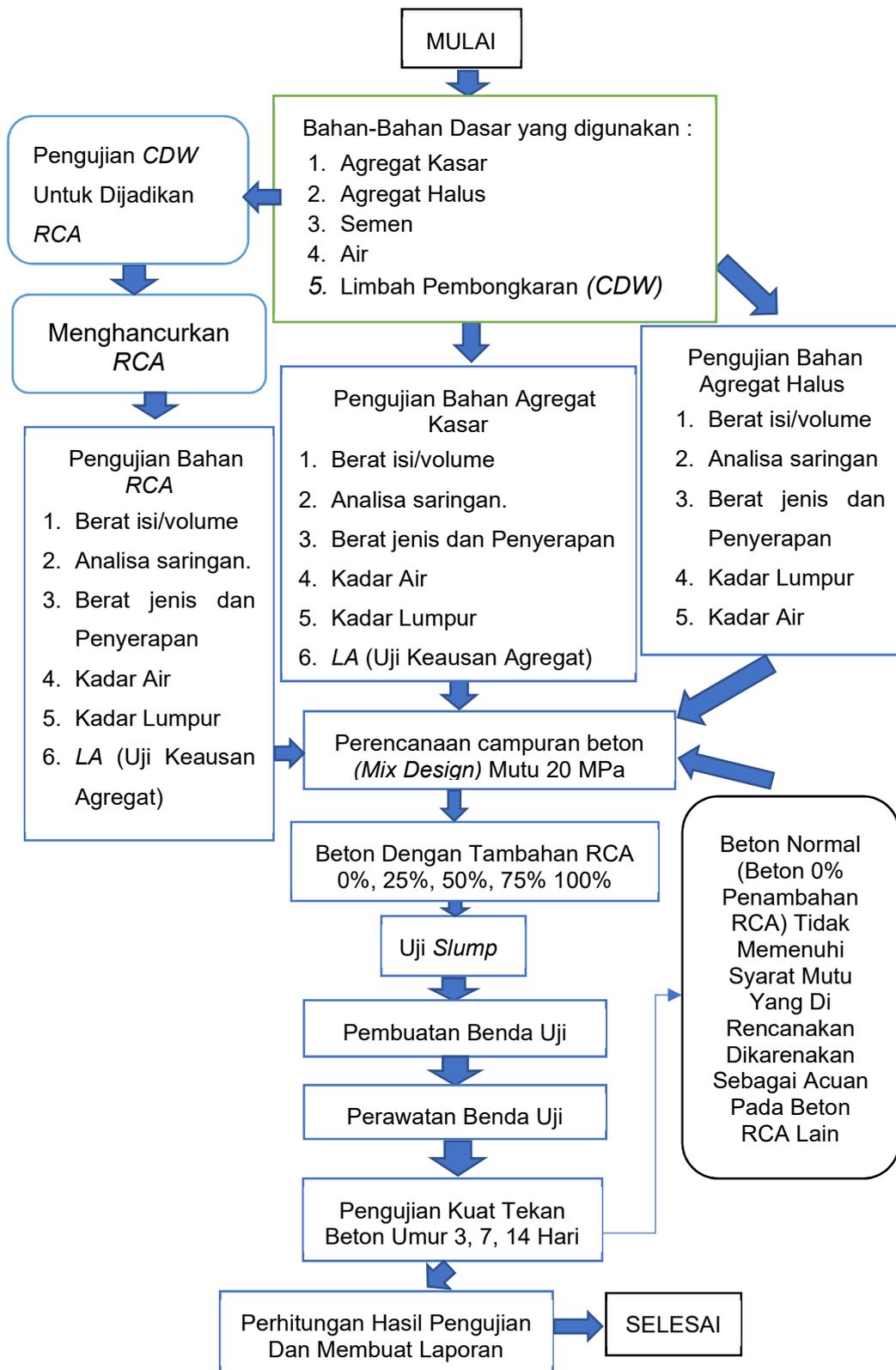
### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain Penelitian**

Dalam Desain penelitian ini metode yang dilakukan adalah dengan cara membuat benda uji di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung, dimana penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Beton yang diuji dengan kondisi setelah ditambahkan campuran *RCA*. Dengan pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton berumur 3,7 dan 14 hari. dengan jumlah 75 sampel beton, dengan komposisi penggantian agregat dengan *RCA* 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari berat agregat, dengan mutu rencana 20 MPa. Diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan bahan tambahan yang diberikan terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi antara lain:

Prosedur dan langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan dengan langkah apa data-data tersebut diperoleh dan selanjutnya diolah dan dianalisis.

Berikut bagan *design* penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti :



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian (Sumber : Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

## **B. Tahapan Penelitian**

### 1. Teknik Sampling

Teknik sampling merupakan suatu cara pengambilan contoh atau sampel untuk diteliti. Sampel yang terpilih merupakan sumber data yang akan diolah secara statistik dan harus mampu memberikan gambaran untuk sebuah populasi. Jadi sampel merupakan cerminan tingkahlaku populasi. Apabila pengambilan sampelnya tidak benar, maka sampel tersebut tidak akan mampu memberikan atau mewakili populasi.(Syahza, 2021).

### 2. Tahapan

Setelah mendapatkan teknik sampling tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengolah data yang didapat sehingga data yang akurat. Tahapan yang dilakukan perencanaan beton, diperlukan pemahaman tentang berbagai data yang saling terkait. Untuk itu diperlukan pengkajian secara detail sehingga setiap data yang digunakan akan sangat efektif dan efisien untuk digunakan sebagai masukan analisis lebih lanjut. Tahap persiapan ini terdiri dari pengumpulan literatur-literatur, pengadaan material, dan proses persiapan peralatan.

## **C. Variabel Penelitian**

Variabel diartikan sebagai segala sesuatu yang akan menjadi obyek pengamatan penelitian. Sering pula dinyatakan variabel penelitian itu sebagai faktor-faktor yang berperan dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti.(Syahza, 2021)

Beberapa langkah-langkah pelaksanaan penelitian yaitu:

Penyediaan bahan penyusun beton seperti: semen, agregat halus, agregat kasar, dan air meliputi :

1. Pemeriksaan semen portland menggunakan metode SNI yaitu:
  - a. Pengujian Kadar Ikatan Semen (SNI\_03-6827, 2002).
  - b. Pengujian Densitas Semen Hidraulis (SNI\_2531, 2015).
2. Pemeriksaan agregat kasar menggunakan metode SNI yaitu:
  - a. Analisa saringan (SNI\_03-1968, 1990).

- b. Kadar air (SNI\_03-1971, 1990).
  - c. Berat isi (SNI\_1973, 2008).
  - d. Berat jenis dan penyerapan air (SNI\_1969, 1990).
  - e. Uji kadar lumpur (SK\_SNI\_S-04-1989-F, 1989)
  - f. Uji keausan (SNI\_2417, 2008).
3. Pemeriksaan agregat halus menggunakan metode SNI yaitu:
    - a. Analisa saringan (SNI\_03-1968, 1990).
    - b. Kadar air (SNI\_03-1971, 1990).
    - c. Berat isi (SNI\_1973, 2008).
    - d. Uji kadar lumpur (SK\_SNI\_S-04-1989-F, 1989)
    - e. Berat jenis dan penyerapan air (SNI\_03-1970, 1990).
  4. *Mix Design* (Perencanaan campuran beton) berdasarkan (SNI\_7656, 2012). Penakaran / penimbangan bahan penyusun beton berdasarkan uji karekteristik bahan penyusun dan mutu beton yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 20 MPa.
  5. Pengujian slump beton (SNI\_7656, 2012).
  6. Pembuatan benda uji.
  7. Perawatan beton dengan cara perendaman dalam air.(SNI\_2493, 2011)
  8. Pengujian kuat tekan benda uji beton (SNI) pada umur 7, 14 dan 28 hari.(SNI\_03-1974, 2011)
  9. Pengolahan dan analisis data hasil pengujian benda uji beton

Adapun Metode yang digunakan untuk perencanaan ini menggunakan metode SNI. Berikut data-data standarisasi perhitungan/percampuran beton menggunakan SK SNI. untuk penelitian ini benda uji yang digunakan berbentuk Silinder dengan diameter tinggi 30 cm dan lebar 15 cm.

$$\text{Luas Silinder (A)} = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad \dots(2)$$

$$= 0,25. 3,14. (0,15 \times 0,15)$$

$$= 0,0176 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume Silinder (V)} = A \times t \quad \dots(3)$$

$$= 0,0176 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ m}$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

#### D. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel adalah definisi yang didasarkan atas sifat-sifat hal yang didefinisikan yang dapat diamati (diobservasi). Konsep dapat diamati atau diobservasi ini penting, karena hal yang dapat diamati itu membuka kemungkinan bagi orang lain selain peneliti untuk melakukan hal yang serupa, sehingga apa yang dilakukan oleh peneliti terbuka untuk diuji kembali oleh orang lain. (Syahza, 2021)

Variabel ini juga untuk membantu dalam menentukan alat pengumpulan data dan teknik analisis data. Dalam Penelitian ini terdapat dua variabel yaitu :

1. Variabel terikat (*Dependent Variabel*) adalah penggunaan beton mutu 20 MPa sebagai bahan uji.
2. Variabel bebas (*Independent Variabel*) adalah diantaranya campuran *mix-design*.

#### E. Teknik Pengumpulan Data

Hasil penelitian sangat ditentukan oleh data pendukung, baik data primer maupun data sekunder. Untuk mendapatkan data yang diperlukan sangat ditentukan oleh keahlian si peneliti untuk mengidentifikasi kebutuhan data. Kualitas data ditentukan oleh kualitas alat pengambilan data atau alat pengukurannya. Kalau alat pengambilan datanya cukup reliabel dan valid, maka datanya juga akan cukup reliabel dan valid. Namun masih ada satu hal lagi yang perlu dipertimbangkan, yaitu kualifikasi si pengambil data. Beberapa alat pengambilan data mensyaratkan kualifikasi pada pihak pengambil data. Beberapa alat laboratorium juga menuntut dasar pendidikan dan pengalaman tertentu untuk dapat mempergunakannya secara benar. Persyaratan ini harus dipenuhi oleh peneliti jika tidak, reliabilitas dan validitas data yang terkumpul akan terganggu.

Disamping hal tersebut di atas, prosedur yang dituntut oleh setiap metode pengambilan data yang digunakan harus dipenuhi secara tertib. Pada umumnya setiap alat atau metode pengambilan data mempunyai panduan pelaksanaan. Panduan ini harus sejak awal dipahami oleh peneliti, dan dalam hal penelitian

menggunakan jasa orang lain untuk mengumpulkan data, sipeneliti harus mempunyai cara untuk memperoleh keyakinan bahwa pengambilan data itu telah dilaksanakan menurut prosedur yang seharusnya.

Apa yang telah dibicarakan di atas itu ialah seluk beluk pengambilan data primer, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti (atau petugas-petugasnya) dari sumber pertamanya. Disamping data primer terdapat data sekunder, yang sering kali juga diperlukan oleh penelitian. Data sekunder itu biasanya telah tersusun dalam bentuk dokumen-dokumen. Mengenai data sekunder ini, peneliti tidak banyak dapat berbuat untuk menjamin mutunya. Dalam banyak hal peneliti akan harus menerima menurut apa adanya. (Syahza, 2021)

## F. Instrumen Penelitian

Pengujian dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung. Pengujian yang dilakukan yaitu menghancurkan *CDW* menjadi *RCA* pengujian ikat semen, pengujian *densitas* semen Berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian kadar lumpur, pengujian analisa saringan, pengujian beton segar, dan pengujian kuat tekan beton, pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

### 1. Menghancurkan *CDW*

Tujuan menghancurkan *CDW* menjadi *RCA* yaitu untuk mencampurkan *RCA* ke dalam campuran beton sebagai pengganti agregat. Alat digunakan adalah palu bodem. *CDW* yang digunakan adalah pembongkaran rigid dari tol Sumatra.

Langkah sebelum menghancurkan *CDW* adalah menguji *CDW* dengan alat *core drill*. Setelah itu memecahkan *CDW* hingga menjadi agregat kasar ukuran 1-3 cm dengan palu bodem. Pecahan yang kurang dari ukuran 1 cm di ayak lagi hingga mendapatkan ukuran agregat halus.

### 2. Pengujian Ikat Semen

Tujuan pengikatan awal semen (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras. Tujuan dilakukannya pengujian ikat awal semen adalah untuk mengetahui lama waktu yang diperlukan oleh semen agar menghasilkan campuran yang dapat mengikat dengan baik. Waktu ikat awal semen didapat

ketika penurunan mencapai 25 mm. Berdasarkan (SNI\_03-6827, 2002), waktu ikat awal semen yang diuji tidak boleh lebih dari 45 menit.

Langkah pengujian ikat semen adalah dengan melepaskan jarum vicat berdiameter 1 mm ke dalam adukan semen pada selang waktu 15 menit, setiap kali jarum diturunkan dicatat penurunannya. Waktu pengikatan awal diperoleh jika penurunan mencapai 25 mm.

### 3. Pengujian *Densitas* Semen

Tujuan pengujian *Densitas* adalah untuk menentukan kepadatan beton segar dan untuk mengetahui apakah nilai *Densitas* beton sebenarnya sudah memenuhi nilai *densitas* beton rencana. Berdasarkan standard (SNI\_2531, 2015) *densitas* semen yang disyaratkan melalui pengujian dengan metode *Le Chatelier* adalah 3,15 gr / m<sup>3</sup>. Dalam penelitian ini, peralatan yang digunakan adalah botol *Le Chatelier*, kerosin bebas air, timbangan, termometer, air dengan suhu 20° C.

Langkah – langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Menimbang berat semen sesuai ketentuan (m).
- b. Mengisi botol *Le Chatelier* dengan kerosin pada skala tertentu (V1), kemudian dimasukkan dalam air dengan suhu 20° C.
- c. Masukkan benda uji ke dalam botol *Le Chatelier*, kemudian baca skala pada botol (V2).
- d. Menghitung berat jenis dengan rumus :

$$\text{Volume Silinder (V)} = \frac{m}{V_2 - V_1} \quad \dots(4)$$

### 4. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam tabel atau grafik serta menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat dan modulus kehalusan. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi ini dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar.(SNI\_03-1968, 1990)

Berikut Cara uji :

- a. Ambil Agregat benda uji sekurang-kurangnya sebanyak ketentuan.

- b. Disiapkan atau disusun seperangkat saringan yang ukuran telah ditentukan mulai dari atas saringan yang paling besar sampai kebawah saringan yang paling kecil. Untuk agregat kasar dimulai dari ukuran terbesar 1 1/2" (37,5) mm hingga yang terkecil #4 (4,75) mm dan untuk agregat halus menggunakan ukuran terbesar 3/8" (9,5) mm hingga #100 (0,15) mm.
- c. Lalu masukan benda uji secara perlahan, bersamaan dengan seperangkat saringan diguncang dengan tangan atau mesin selama 15 menit.
- d. Lalu timbang dan catat berat benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

#### 5. Pengujian Kadar Air

Bertujuan untuk mendapatkan parameter tentang keakuratan kadar air yang dideteksi oleh Sensor *Soil Moisture*. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal terhadap kadar air yang dideteksi dengan kata lain menentukan kadar air agregat dengan pengeringan. 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 pada adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat dilapangan. (SNI\_03-1971, 1990)

Adapun cara kerjanya :

- a. Timbang dan catat berat wadah (W1).
- b. Masukan benda uji kedalam wadah, dan kemudian berat wadah+benda uji ditimbang, catatlah beratnya (W2).
- c. Hitung berat benda uji

$$w3 = w2 - w1 \quad \dots( 5 )$$

- d. Keringkan benda uji bersama wadah dalamoven pada suhu 110 °C.
- e. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji serta wadah (W4).
- f. Hitunglah berat benda uji kering :

$$w5 = w4 - w1 \quad \dots( 6 )$$

## 6. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Hubungan antara berat jenis dengan serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat. Cara kerja sebagai berikut.

Agregat kasar (SNI\_1969, 1990)

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Lalu keringkan benda uji dalam oven pada suhu keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110^{\circ} \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven.

Dinginkan pada suhu ruangan 1-3 jam, lalu timbang.

- c. Agregat seberat yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama  $\pm 24 \pm 4$  jam.
- d. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu.
- e. timbang benda uji kering-permukaan jenuh (Bj) SSD.

Dengan rumus, yaitu :

$$\text{BJ Kering} = \frac{\text{BK}}{\text{BJ}-\text{BA}} \quad \dots(7)$$

$$\text{BJ SSD} = \frac{\text{BJ}}{\text{BJ}-\text{BA}} \quad \dots(8)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{\text{BJ}-\text{BK}}{(\text{BK})} \times 100\% \quad \dots(9)$$

Dimana :

BK = Berat Benda Uji Kering Oven, Dalam Gram

BJ = Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh, Dalam Gram

BA = Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh Di Dalam Air, Dalam Gram

Agregat halus (SNI\_03-1970, 1990)

- a. keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap, yang dimaksud berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1 % dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- b. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talem, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikan benda uji.
- c. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh, periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda ujiruntuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- d. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer; masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil di guncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya, untuk mempercepat proses ini dapat dipergunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer.
- e. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$ .
- f. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- g. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
- h. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
- i. Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk).

- j. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air gunakan. penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

Dengan rumus, yaitu :

$$\text{BJ Kering} = \frac{A}{(B + S - C)} \quad \dots(10)$$

$$\text{BJ SSD} = \frac{S}{(B+S-C)} \quad \dots(11)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{(S-A)}{(A)} \times 100\% \quad \dots(12)$$

Keterangan :

A = Berat Benda Uji Kering Oven, Dalam Gram

B = Berat Piknometer Berisi Air, Dalam Gram

C = Berat Piknometer Berisi Benda Uji Dan Air, Dalam Gram

S = Berat Benda Uji Dalam Keadaan Kering Permukaan Jenuh, Dalam Gram

## 7. Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Pasir

Pemeriksaan kadar lumpur pasir dilakukan untuk memastikan pasir yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan kadar lumpur sesuai dengan (SK\_SNI\_S-04-1989-F, 1989). Kadar lumpur pasir harus kurang dari 5% sebagai ketentuan agregat untuk beton.

a. Peralatan

- 1) Gelas ukur
- 2) Alat pengaduk

b. Bahan

- 1) Pasir beton

c. Prosedur pengujian.

- 1) Masukkan benda uji kedalam gelas ukur.
- 2) Tambahkan air untuk melarutkan benda uji.
- 3) Gelas ukur di kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.

- 4) Diamkan gelas ukur sampai 24 jam di tempat yang rata agar lumpur mengendap.
- 5) Kemudian catat tinggi pasir dan tinggi lumpur pada gelas ukur.
- 6) Hitung kadar lumpur benda uji.

Perhitungan

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{V2}{V3} \times 100\% \quad \dots(13)$$

Dimana:

W3: Berat semula (gram)

W5: Berat kering (gram)

#### 8. Pengujian Uji Keausan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen. (SNI\_2417, 2008)

a. Peralatan untuk pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

##### 1) Mesin abrasi Los Angeles

Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter dalam 711 mm (28 inci) panjang dalam 508 mm (20 inci); 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; di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 89 mm (3,5 inci);

- 2) Saringan No.12 (1,70 mm) dan saringan-saringan lainnya.
- 3) Timbangan, dengan ketelitian 0,1% terhadap berat contoh atau 5 gram.
- 4) Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm ( $1 \frac{27}{32}$  inci) dan berat masing-masing antara 390 gram sampai dengan 445 gram.
- 5) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperatur untuk memanasi sampai dengan  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

6) Alat bantu pan dan kuas.

b. Pengujian dilaksanakan dengan cara sebagai berikut.

- 1) Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi Los Angeles.

- 2) Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm jumlah putaran gradasi A, gradasi B, gradasi C dan gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F dan gradasi G adalah 1000 putaran.
- 3) Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12 (1,70 mm) butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
- 4) Jika material contoh uji homogen, pengujian cukup dilakukan dengan 100 putaran, dan setelah selesai pengujian disaring dengan saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian.
- 5) Perbandingan hasil pengujian antara 100 putaran dan 500 putaran agregat tertahan di atas saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20.

c. Perhitungan

Untuk menghitung hasil pengujian, gunakan rumus berikut:

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad \dots(14)$$

$a$  = berat benda uji semula

$b$  = benda uji tertahan saringan

9. Pembuatan Benda uji

Dalam pembuatan benda uji ada beberapa langkah pekerjaan harus dilakukan dengan sungguh-sungguh dan teliti. Dalam pembuatan beton, bahan-bahan yang digunakan harus diuji terlebih dahulu. Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji yaitu:

Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder sebanyak 75 sampel, bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji terlebih dahulu ditimbang sesuai dengan rancangan yang telah dihasilkan, untuk komposisi bahan tambahan *RCA* sesuai dengan persentase yang direncanakan yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, 100% dari berat agregat yang direncanakan. Adapun rencana komposisi benda uji yang akan dibuat berdasarkan berat semen adalah sebagai berikut:

- a. Komposisi rencana penggantian *RCA*:
  - 1) Penggantian 0% *RCA* campuran beton dengan perbandingan 0:1, 0% agregat beton daur ulang dan 100% agregat alam pada setiap pembuatan sampel.
  - 2) Penggantian 25% *RCA* campuran beton dengan perbandingan 1:4, 25% agregat beton daur ulang dan 75% agregat alam pada setiap pembuatan sampel.
  - 3) Penggantian 50% *RCA* campuran beton dengan perbandingan 1:2, 50% agregat beton daur ulang dan 50% agregat alam pada setiap pembuatan sampel.
  - 4) Penggantian 75% *RCA* campuran beton dengan perbandingan 3:4, 75% agregat beton daur ulang dan 25% agregat alam pada setiap pembuatan sampel.
  - 5) Penggantian 100% *RCA* campuran beton dengan perbandingan 1:0, 100% agregat beton daur ulang dan 0% agregat alam pada setiap pembuatan sampel.
- b. Dibuat 5 buah sampel contoh untuk masing-masing umur pengujian 3 hari, 7 hari dan 14 hari.
- c. Kemudian cetakan dibuka dan dilakukan perawatan dengan cara mempertahankan kelembaban benda uji yaitu direndam kedalam bak.
- d. Perawatan beton ini dimasukkan untuk mencegah suhu beton yang tinggi atau penguapan air secara berlebihan yang dapat mengurangi kekuatan beton.

#### 10. Langkah-Langkah Pembuatan Beton

Penakaran (Penimbangan) bahan-bahan untuk pembuatan beton, seperti semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), *RCA* dan Timbangan yang di gunakan dalam pembuatan benda uji adalah timbangan digital. Penggunaan timbangan digital dapat meminimalisasi kesalahan dan mengefektifkan waktu. Angka yang ditunjukkan timbangan digital mendekati akurat dalam penimbangan material. Langkah-langkah dalam proses pengadukan menggunakan mesin pengaduk adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan semua agregat - agregat yang akan di aduk.
- b. Masukkan agregat halus dan semen terlebih dahulu dan memutar mesin

pengaduk.

- c. Masukkan air sedikit demi sedikit sampai 50% air yang akan dimasukkan lalu putar mesin pengaduk dengan tenaga mesin.
- d. Masukkan agregat kasar dan putar kembali sampai campuran merata.
- e. Setelah campuran tersebut sudah keliatan tidak kering lagi, masukan sisa air berikutnya sedikit demi sedikit dan aduk kembali hingga rata sampai campuran terlihat homogen.

f. Tahapan Tes *Slump* Beton dengan Kerucut Abram:

1) Peralatan yang digunakan:

Dalam penelitian ini, alat-alat yang digunakan antara lain sebagai berikut:

a) Satu set saringan

Alat ini berguna untuk mengetahui gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat kasar dan agregat halus.

b) Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang berat masing-masing komposisi campuran beton, benda uji betonnya dan pemeriksaan seluruh material.

c) Picnometer

Alat ini digunakan dalam pemeriksaan berat jenis *SSD*, berat jenis kering, berat jenis jenuh dan penyerapan untuk pasir.

d) Bejana silinder

Alat ini digunakan dalam pemeriksaan berat volume pasir, dan kerikil.

e) Botol *Le Chatelier* (*Le Chatelier Flask* kapasitas 250 ml)

Alat ini digunakan untuk pemeriksaan berat jenis semen.

f) Oven

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan pada saat pengujian material yang membutuhkan kondisi kering.

g) Gelas Vicat

Alat ini digunakan untuk pengujian *densitas* semen

h) Alat Vicat

Alat ini digunakan untuk pengujian ikat semen

i) Cetakan beton

Cetakan beton silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm yang digunakan untuk mencetak benda uji.

j) Mesin pengaduk beton (*Concrete mixer*)

*Concrete mixer* yang digunakan digerakkan dengan menggunakan listrik. Alat ini digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton.

k) Mesin getar dalam (*Internal vibrator*)

*Internal vibrator* digunakan untuk memadatkan adukan beton padasaat memasukkan adukan beton ke dalam cetakan. Tujuannya untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal serta menjamin suatu perekatan antara material penyusun beton.

l) Kerucut *Abrams*

Kerucut *Abrams* beserta landasan pelat baja dan tongkat besi digunakan untuk mengukur konsistensi atau secara sederhana *workability* adukan dengan percobaan *slump test*. Ukuran kerucut *Abrams* adalah diameter bawah 200 mm dan diameter bagian atas 100 mm dengan tinggi 300 mm.

m) Mesin uji beton

*Compression Testing Machine (CTM)* alat ini digunakan untuk menguji kuat tekan dan modulus elastisitas beton serta *Universal Testing Machine (UTM)* untuk menguji kuat tarik lentur.

n) Alat bantu

Alat bantu yang digunakan diantaranya adalah sendok semen, mistar, tongkat pemadat, alat *exten someter*, alat bor pengaduk semen.

## 11. Pengujian Beton segar

Pada dasarnya pengujian beton segar dilakukan untuk melihat konsistensi campuran sebagai dasar untuk kemudahan pekerjaan. Pengujian beton segar pada umumnya meliputi pengujian *slump*, dan berat isi. Beberapa standar pengujian beton segar menurut ASTM, kontrol ini dimaksudkan untuk mendapatkan keseragaman beton yang dihasilkan. (Mulyono, 2004)

### a. Pengujian Slump

Pengujian *slump* bertujuan untuk mengetahui *workability* (kemudahan pengerjaan beton segar) sebelum diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran

serta untuk mengetahui nilai *slump* dan membandingkan antara nilai *slump* aktual dengan nilai *slump* rencana, salah satunya dengan menggunakan kerucut *Abrams*.

Adapun cara kerjanya:

- 1) Kerucut diletakan pada bidang rata dan datar namun tidak menyerap air.
- 2) Adukan beton yang dicampur merata dimasukan kedalam kerucut sambil ditekan kebawah penokong-penokongnya.
- 3) Adukan beton dimasukan dalam 3 lapis yang kira-kira sama tebalnya dan setiap lapisan ditusuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat baja agar adukan yang masuk kedalam kerucut lebih padat.
- 4) Adukan yang jatuh disekitar kerucut diberishkan dengan hati-hati.
- 5) Dibuka dan diukur penurunan puncak kerucut terhadap tinggi semula.

Perhitungan nilai *Slump*:

Nilai *Slump* = Tinggi cetakan – tinggi rata-rata benda uji

b. Menghitung berat isi beton

Berat isi beton berat beton segar per satuan isi. Berat isi beton didefinisikan sebagai perbandingan antar adukan beton volume adukan beton secara matematis

Menghitung berat isi adalah sebagai berikut :

$$P = W/V \quad \dots(15)$$

P = berat isi beton (gr/cm<sup>3</sup>)

W = berat adukan beton (gr)

V = volume adukan beton (cm<sup>3</sup>)

12. Percetakan Benda uji

Cetakan benda uji yang digunakan berbentuk silinder.dengan jumlah 75 sampel. Tahap percetakan benda uji dilakukan sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan cetakan silinder dan adukan.
- b. Memberikan pelumas pada permukaan dinding bagian dalam dan alas bagian dalam cetakan.
- c. Pengisi adukan beton kedalam cetakan, selanjutnya dilakukan pemadatan

adukan dengan menusuk besi pemadat sebanyak 25 tusukan pada setiap lapisan adukan.

- d. Meratakan permukaan bagian atas beton.
- e. Membongkar cetakan setelah umur beton  $\pm 12$  jam dari proses pencetakan.

### 13. Pengujian Kuat Tekan

Tahap Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji dilakukan perawatan umur 3, 7 dan 14 hari. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan untuk mengetahui kapasitas beton mampu menahan kuat tekan maksimum. Adapun Langkah-langkahnya:

- a. Sehari sebelum dilakukan pengetesan kuat tekan, benda uji harus dikeluarkan dari bak perendam dan dibiarkan selama  $\pm 24$  jam.
- b. Selanjutnya benda uji di capping bertujuan agar meratakan permukaan beton.
- c. Setelah  $\pm 24$  jam, ambil benda uji lalu timbang dan catat berat benda uji, setelah itu letakan benda uji di alat kuat tekan.
- d. Jalankan mesin kuat tekan hingga berangsur-angsur membuat benda uji hancur, catat beban tekan maksimum yang ditunjukkan oleh alat, Nilai ini menunjukan beban tekan maksimum yang dicapai.
- e. Kemudian masukan datanya kedalam tabel.
- f. Ulangi dan lakukan langkah-langkah diatas untuk benda uji selanjutnya.

### 14. Teknik Perhitungan Data

Perhitungan dan pengolahan data dilaksanakan berdasarkan data-data yang diperlukan untuk selanjutnya dikelompokan sesuai identifikasi permasalahan. Semua hasil yang didapat dari pengujian-pengujian yang dilaksanakan dilaboratorium.yang akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

- a. Hasil dari pengujian sampel beton yang ditampilkan dalam bentuk tabel.
- b. Dari hasil pengujian sampel beton terhadap masing-masing pengujian seperti pengujian *RCA*, agregat kasar, agregat halus, semen, air, yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.
- c. Dari hasil pengujian *slump test* ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

- d. Dari hasil pengujian kuat tekan beton setelah umur yang ditentukan akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.