

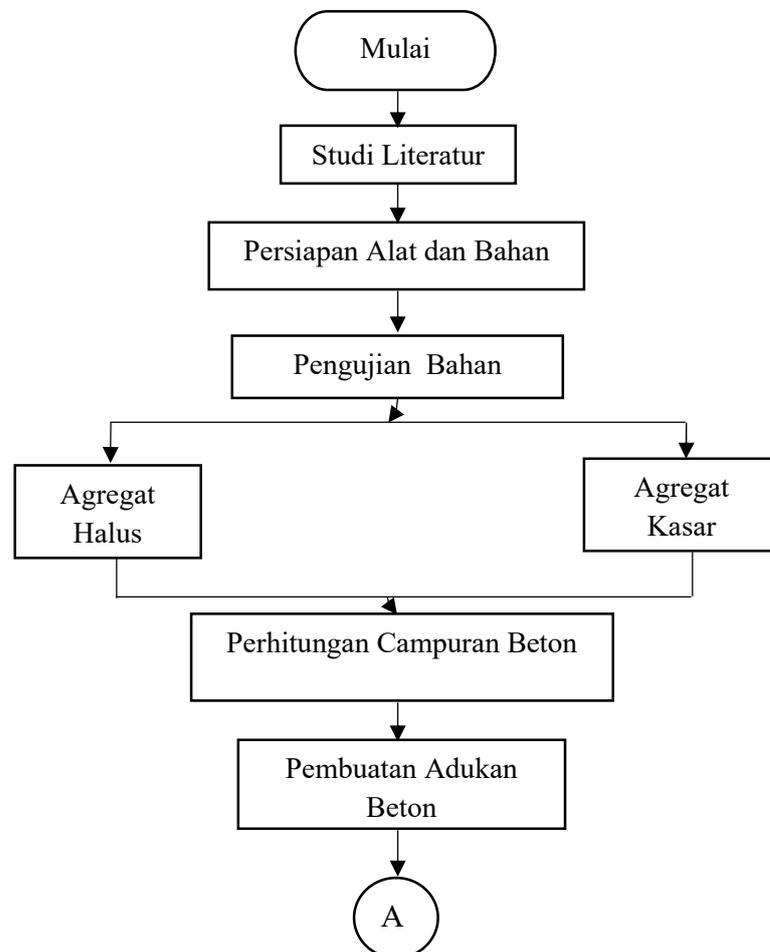
BAB III METODE PENELITIAN

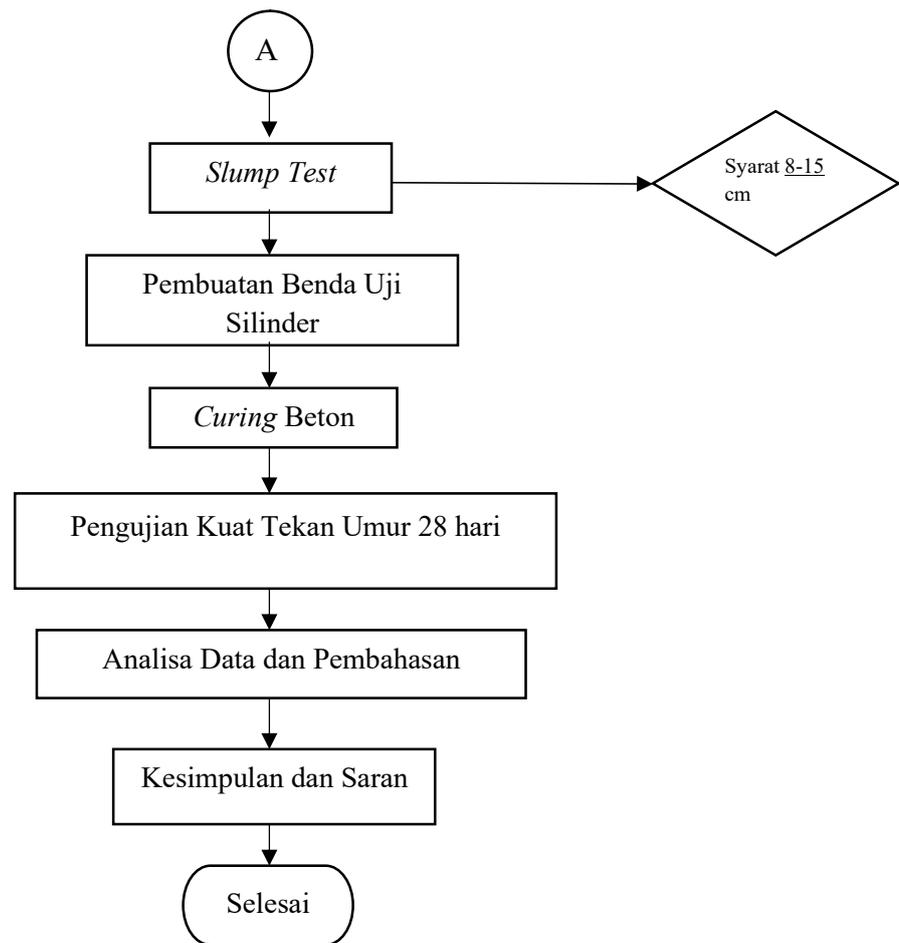
3.1 Umum

Metode penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji di Laboratorium Rekayasa Struktur, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto. Pembuatan beton dengan mutu rencana $f_c' 20$ MPa terdapat 4 jenis benda uji terhadap *quarry* satu dengan yang lainnya. Benda uji lalu diuji dengan kuat tekan pada umur 28 hari. Hasil uji dari kuat tekan pengamatan penelitian diharapkan dapat mengetahui pengaruh tingkat kekerasan agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

Langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir (*flowchart*) yang mana bagan alur ini sebagai pedoman penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian.

3.2 Langkah-langkah Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.3 Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian terdapat di Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto.

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah :

a. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir Gunung Merapi dari Muntilan Magelang. Agregat halus dilakukan pengujian terhadap analisa saringan, berat isi, kadar lumpur, penyerapan air, dan berat jenis.



Gambar 3.2 Pasir Gunung Merapi

b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar yang berasal dari daerah Serayu, Karanglewas, Banjarnegara, dan Bumiayu dengan gradasi maksimal 20 mm.



Gambar 3.3 Pasir Gunung Merapi

c. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*) merek Tiga roda, berasal dari toko bangunan dengan kondisi baik.



Gambar 3.4 Semen

d. Air

Air yang digunakan adalah air bersih, tidak mengandung lumpur maupun minyak serta zat-zat lain yang bisa merusak beton. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Rekayasa Struktur Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah :

a. Satu Set Saringan

Satu set saringan digunakan untuk uji gradasi agregat halus dan agregat kasar, sehingga dapat ditentukan nilai modulus butir. Untuk agregat halus digunakan ukuran saringan 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, dan untuk agregat kasar menggunakan ukuran saringan 3", 1,5", 3/4", 3/8", No.4. Uji gradasi ada pada penelitian ini berdasarkan ASTM C-33.



Gambar 3.5 Saringan Agregat Halus



Gambar 3.6 Saringan Agregat Kasar

b. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan – bahan dasar yang digunakan dalam campuran beton. Timbangan yang digunakan ada empat jenis yaitu timbangan kapasitas 311 gram, timbangan kapasitas 2610 gram, timbangan dengan kapasitas 20 kg dan timbangan digital dengan kapasitas 300 kg.

1. Timbangan *Cent O-Gram Balance*

Timbangan dengan kapasitas 311 gram dengan ketelitian 0,02 gram, digunakan pada pengujian kadar lumpur agregat halus.



Gambar 3.7 Cent O-Gram Balance

2. Timbangan *Triple Beam Balance*

Timbangan dengan kapasitas 2610 gram dengan ketelitian 0,1 gram, digunakan untuk menimbang berat bahan agregat halus dan kasar pada pengujian gradasi, berat jenis dan berat isi.



Gambar 3.8 Triple Beam Balance

3. Timbangan *Heavy Duty Balance*

Timbangan dengan kapasitas 20 kg dengan ketelitian 0,1 gram, digunakan untuk menimbang bahan agregat kasar yang melebihi berat 2610 gram.



Gambar 3.9 Heavy Duty Balance

4. Timbangan Digital

Timbangan dengan kapasitas 300 kg dengan ketelitian 0,5 gram, digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan untuk pembuatan sampel benda uji beton.



Gambar 3.10 Timbangan Digital

c. **Piknometer**

Piknometer yang digunakan berkapasitas sebesar 500 cc, biasanya digunakan untuk pengujian berat jenis SSD (*Surface Saturated Dry*), berat jenuh kering.I



Gambar 3.11 Piknometer

d. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat halus dan agregat kasar.



Gambar 3.12 Oven

e. Mesin Pengguncang Saringan

Mesin pengguncang saringan digunakan untuk mengguncangkan saringan pada saat pengujian gradasi agregat halus dan agregat kasar.



Gambar 3.13 Mesin Pengguncang Saringan

f. Mesin Los Angeles

Mesin *los angeles* digunakan untuk pengujian keausan agregat kasar.



Gambar 3.14 Mesin *Los Angeles*

g. Bejana Rudeloff

Bejana rudeloff digunakan untuk pengujian kekerasan agregat kasar



Gambar 3.15 Bejana Rudeloff

h. Cetok (Sendok Semen)

Cetok atau sendok semen digunakan untuk mengambil bahan, menuangkan adukan beton ke dalam cetakan silinder.



Gambar 3.16 Cetok

i. Kerucut *Abrams*

Kerucut *abrams* digunakan untuk mengetahui *workability* adukan dengan pengujian *slump*. Ukuran kerucut *abrams* adalah diameter bawah sebesar 200 mm dan diameter atas sebesar 100 mm dengan tinggi 300 mm.



Gambar 3.17 Kerucut *Abrams*

j. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur berat air yang akan digunakan untuk campuran beton dengan kapasitas 1000 ml.



Gambar 3.18 Gelas Ukur

k. Mesin Pengaduk Beton (*Concrete Mixer*)

Concrete mixer digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton agar lebih homogen dengan kapasitas *mixer* 0,15 meter kubik – 0,20 meter kubik.



Gambar 3.19 Mesin Pengaduk Beton

l. Cetakan Beton

Cetakan beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan untuk pembuatan benda uji pada pengujian kuat tekan beton.



Gambar 3.20 Cetakan Beton

m. Cetakan *Caping*

Cetakan *caping* digunakan untuk mencetak kepala sampel beton bentuk silinder menggunakan belerang, berfungsi untuk meratakan permukaan benda uji silinder beton saat uji kuat tekan beton.



Gambar 3.21 Cetakan *Caping*

n. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin uji kuat tekan beton digunakan untuk menguji nilai kuat tekan beton.



Gambar 3.22 Mesin Uji Kuat Tekan

o. Alat Bantu

Pada proses pengujian dan proses pembuatan benda uji digunakan alat bantu diantaranya adalah mistar, ember, kuas dan peralatan kunci.

3.4 Persiapan Bahan

Semua bahan yang diperlukan dalam penelitian ini disiapkan di Laboratorium Rekayasa Struktur Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto. Agregat halus merapi, agregat kasar maksimum 20 mm, semen Tiga Roda.

3.5 Pengujian Bahan

Pengujian bahan sangat penting sebelum melakukan pembuatan beton, karena untuk mengetahui material itu baik dan layak untuk dipakai sesuai dengan yang disyaratkan dan juga sebagai acuan dalam membuat rencana campuran (*mix design*). Pengujian bahan campuran terdiri dari :

3.5.1 Pengujian Gradasi Agregat Halus

Metode pengujian ini berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar.

Berikut langkah-langkah yang dipersiapkan dalam pengujian :

1) Menyiapkan Peralatan

Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari benda uji.
- b. Satu set saringan 37,5 mm (3"); 63,5 mm (2 ½ "); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (3/4"); 12,5 mm (1/2"); 9,5 mm (3/8"); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300); No. 100 (0,150 mm).
- c. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- d. Mesin pengguncang saringan.
- e. Kuas, sendok, dan alat-alat lainnya.

2) Langkah-langkah Pengujian

Urutan proses dalam menyiapkan bahan untuk pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji berupa pasir sebanyak 1500 gram, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- b. Keluarkan pasir yang sudah di oven, kemudian diamkan dalam suhu ruangan.

- c. Saring pasir uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas No. 3/8, 4, 10, 16, 30, 50, 100.
 - d. Guncang saringan selama 15 menit.
 - e. Timbang bahan yang tertinggal di tiap-tiap saringan.
- 3) Perhitungan
- Hitunglah presentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

$$FM = \frac{\Sigma \text{ Berat tertahan komulatif mulai dari saringan } 100}{100}$$



Gambar 3.23 Proses Oven Agregat Halus

3.5.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis ini dilakukan sesuai dengan SNI 03-1970-1990 tentang metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Berikut langkah-langkah yang dipersiapkan dalam pengujian :

1) Menyiapkan peralatan

Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari benda uji.
 - b. Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dari ketelitian 0,1 gram.
 - c. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
 - d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
 - e. Bejana tempat air.
 - f. Sendok.
 - g. Pompa hampa udara.
- 2) Langkah-langkah pengujian
- Urutan proses menyiapkan bahan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Timbang pasir seberat 500 gram.
- b. Timbang piknometer berisi air dengan volume air 500 ml.
- c. Buang air tersebut untuk selanjutnya diisi dengan agregat seberat 500 gram.
- d. Timbanglah piknometer + air + agregat. Lalu diamkan selama 24 jam.
- e. Setelah didiamkan selama 24 jam ditimbang kembali sesudah itu pindahkan isi piknometer kedalam bejana air. Sebelum dimasukan kedalam oven, air yang ada dalam bejana dibuang menggunakan pompa hampa udara. Selanjutnya dimasukan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ tunggu 24 jam.
- f. Angkatlah bejana yang berisi agregat tadi lalu timbang.

3) Perhitungan

Dalam metode ini dilakukan perhitungan sebagai berikut :

a. Berat jenis = $\frac{B2}{(B3+B4-B1)}$

b. Berat jenis jenuh kering permukaan/SSD = $\frac{B4}{(B3+B4-B1)}$

c. Penyerapan = $\frac{(500-B2)}{B2} \times 100\%$

Keterangan :

B1 = berat piknometer + air + agregat (gram)

B2 = berat pasir kering tungku (gram)

B3 = berat piknometer berisi air (gram)

B4 = berat kering muka/SSD (gram)

500 = berat benda uji dalam keadaan kering (gram)



Gambar 3.24 Proses Agregat Halus Didiamkan 24 Jam Dalam Piknometer



Gambar 3.25 Agregat Halus Setelah Dioven 24 Jam

3.5.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur yang terdapat pada agregat halus.

Berikut langkah-langkah yang dipersiapkan dalam pengujian :

1) Menyiapkan peralatan

Peralatan yang dipakai adalah :

- a. Saringan No. 50
- b. Timbangan
- c. Cawan
- d. Oven

2) Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Ambil benda uji, dan masukan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- b. Saring benda uji dan ambil yang tertahan pada saringan No. 50.
- c. Timbang cawan kosong untuk masing-masing benda uji kering semula (A).
- d. Masukan benda uji kedalam cawan, cuci benda uji kotor kering oven tersebut hingga benar-benar bersih.
- e. Setelah bersih, masukan benda uji dalam cawan kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- f. Masukan ke desikator untuk mempercepat proses pendinginan.
- g. Timbang cawan + benda uji bersih kering akhir (B).

3) Perhitungan

Hitung kadar lumpur dengan rumus $= \frac{A-B}{A} \times 100\%$

Keterangan :

A = Berat cawan + benda uji semula (gram)

B = Berat cawan + benda uji kering akhir (gram)



Gambar 3.26 Cawan + Benda Uji Pasir Merapi

3.5.4 Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Metode pengujian ini berdasarkan SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar.

Dalam tahap ini dilakukan pengujian gradasi agregat kasar yaitu :

1. Pengujian gradasi agregat kasar yang berasal dari Serayu
2. Pengujian gradasi agregat kasar yang berasal dari Karanglewas
3. Pengujian gradasi agregat kasar yang berasal dari Banjarnegara
4. Pengujian gradasi agregat kasar yang berasal dari Bumiayu

Berikut langkah-langkah yang disiapkan :

- 1) Menyiapkan peralatan

Peralatan yang diperlukan adalah :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
- b. Satu set saringan 37,5 mm (3"); 63,5 mm (2 ½ "); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (¾"); 12,5 mm (½"); 9,5 mm (⅜"); No.4 (4,75 mm); No.8(2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300); No.100 (0,150 mm).
- c. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- d. Mesin pengguncang saringan.
- e. Kuas, sendok, dan alat-alat lainnya.

- 2) Langkah-langkah pengujian

Urutan proses dalam menyiapkan bahan untuk pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Benda uji berupa agregat kasar / pecahan keramik sebanyak 3000 gram, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, selama 24 jam.
 - b. Agregat kasar yang sudah di oven, kemudian diamkan dalam suhu ruangan.
 - c. Saring benda uji lewat susunan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas 3", $\frac{3}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ ". $\frac{3}{8}$ ", No.4.
 - d. Lalu tuang bahan yang sudah di oven ke saringan kemudian tempatkan ke alat penggradasian. Guncang selama 15 menit.
 - e. Setelah penggradasian selesai lalu timbang bahan yang tertinggal di tiap-tiap saringan.
- 3) Perhitungan
- Hitunglah presentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

$$\frac{\Sigma \text{ Berat tertahan komulatif mulai dari saringan } 100}{100}$$

3.5.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis ini dilakukan sesuai dengan SNI 03-1969-1990 tentang metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Berikut langkah-langkah yang dipersiapkan dalam pengujian :

- 1) Menyiapkan peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

 - a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (No.6) atau 2,36 mm (No.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
 - b. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, tempat ini harus dilengkapi pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
 - c. Timbangan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang akan ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
 - d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
 - e. Alat pemisah contoh saringan No.4 (4,75 mm).
- 2) Langkah-langkah pengujian

Urutan menyiapkan bahan untuk pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- c. Dinginkan benda uji pada suhu ruangan selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu ruangan selama 24 jam.
- e. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran besar pengeringan halus satu persatu.
- f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).
- g. Letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C).

3) Perhitungan

Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat kasar diberikan sebagai berikut :

- a. Berat jenis = $\frac{A}{C-B}$
- b. Berat jenis SSD = $\frac{C}{C-B}$
- c. Penyerapan = $\frac{C-A}{A} \times 100\%$

Keterangan :

A = Berat batu pecah setelah di oven (gram)

B = Berat batu pecah dalam air (gram)

C = Berat batu pecah dalam keadaan SSD (gram)

3.5.6 Pengujian Kekerasan Agregat Kasar

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan dengan cara uji Kekeasan

agregat dengan bejana Rudeloff.

Berikut langkah-langkah yang dipersiapkan dalam pengujian :

a. Menyiapkan peralatan

Peralatan untuk pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Bejana Rudeloff
- 2) Mesin desak (*compression testing machine*)
- 3) Saringan No. 10 (2,36 mm) dan saringan-saringan lainnya.
- 4) Timbangan, dengan ketelitian 0,1% terhadap berat contoh atau 5 gram.
- 5) Besi panjang untuk memadatkan batu yang berada didalam silinder
- 6) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperatur untuk memanasi sampai dengan 110°C.
- 7) Alat bantu pan dan kuas.

b. Langkah-langkah pengujian

Urutan pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Cuci agregat kasar.
- 2) Masukkan agregat yang telah dicuci kedalam oven pada temperatur 110°C selama 24 jam.
- 3) Pisah-pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan.
- 4) Gabungkan kembali fraksi-fraksi agregat sesuai grading yang dikehendaki.
- 5) Catat berat contoh dengan ketelitian mendekati 1 gram.

c. Cara pengujian

- 1) Siapkan bahan yang diperlukan sesuai ketentuan, kemudian ayak agregat kasar lolos saringan 1,5 (25 mm) tertahan saringan $\frac{3}{4}$ (19,5 mm) dan lolos saringan $\frac{3}{4}$ (19,5 mm) tertahan saringan $\frac{3}{8}$ (9,5 mm).
- 2) Benda uji yang sudah dicampurkan dimasukkan kedalam bejana rudeloff secara bertahap
- 3) Lalu setiap tahap ditumbuk sebanyak 25 kali dan ratakan pada tahap yang terakhir
- 4) Tekan bejana dan stempelnya dengan tekanan 40 KN yang dicapai dalam waktu 10 menit

5) Saring benda uji yang sudah ditekan dengan saringan N0. 10 (2,36 mm)

d. Perhitungan

Untuk menghitung hasil pengujian, keausan = $\frac{A-B}{A} \times 100\%$

Keterangan :

A = Berat benda uji semula (gram)

B = Berat benda uji saringan tertahan saringan No. 10 (gram)



Gambar 3.27 Uji Kekerasan Agregat Kasar

3.5.7 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 2417:2008 tentang cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*

Berikut langkah-langkah yang dipersiapkan dalam pengujian :

a. Menyiapkan peralatan

Peralatan untuk pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter dalam 711 mm (28 inci) Panjang dalam (20 inci), silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar, silinder berlubang untuk memasukan 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 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 dan berat masing-masing antara 390 gram sampai dengan 445 gram.
 - 5) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperatur untuk memanasi sampai dengan 110°C.
 - 6) Alat bantu pan dan kuas.
- b. Langkah-langkah pengujian
- Urutan pengujian adalah sebagai berikut :
- 1) Cuci agregat kasar.
 - 2) Masukkan agregat yang telah dicuci kedalam oven pada temperatur 110°C selama 24 jam.
 - 3) Pisah-pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan.
 - 4) Gabungkan kembali fraksi-fraksi agregat sesuai grading yang dikehendaki.
 - 5) Catat berat contoh dengan ketelitian mendekati 1 gram.
- c. Cara pengujian
- 1) Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah 7 (tujuh) cara dalam tabel 3.12.
 - 2) Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles*.
 - 3) Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm, jumlah putaran gradasi A, gradasi B, gradasi C, gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F dan gradasi G adalah 1000 putaran.
 - 4) Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No. 12 (1,70 mm), butiran yang tertahan di atasnya dicuci sampai bersih, selanjutnya dikeringkan pada oven pada temperatur 110°C sampai berat tetap.
 - 5) Jika material contoh uji homogen, pengujian cukup dilakukan dengan 100x putaran, dan setelah selesai pengujian disaring dengan saringan No. 12 (1,70 mm) tanpa pencucian. Perbandingan hasil pengujian antara 100 putaran sampai 500 putaran agregat tertahan di atas saringan No. 12 (1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20.
- d. Perhitungan

Untuk menghitung hasil pengujian, keausan = $\frac{A-B}{A} \times 100\%$

Keterangan :

A = Berat benda uji semula (gram)

B = Berat benda uji saringan tertahan saringan No. 12 (gram)



Gambar 3.28 Agregat Kasar + 11 Bola Baja dalam Mesin Los Angeles

Tabel 3.1 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji Keausan

Ukuran saringan		Gradasi dan Benda Uji						
Lolos saringan	Tertahan saringan	A	B	C	D	E	F	G
3"	2,5"	-	-	-	-	2500	-	-
2,5"	2"	-	-	-	-	2500	-	-
2"	1,5"	-	-	-	-	5000	5000	-
1,5"	1"	1250	-	-	-	-	5000	5000
1"	3/4"	1250	-	-	-	-	-	5000
3/4"	1/2"	1250	2500	-	-	-	-	-
1/2"	3/8"	1250	2500	-	-	-	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500	-	-	-	-
1/4"	No. 4	-	-	2500	2500	-	-	-
No. 4	No. 8	-	-	-	2500	-	-	-
Total		5000	5000	5000	5000	10000	10000	10000
Jumlah bola		12	11	8	6	12	12	12
Berat bola(gram)		5000	4584	3330	2500	5000	5000	5000

3.6 Perhitungan *Mix Design*

Mix design yang digunakan yaitu SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan beton normal.

a. *Mix Design* Beton

Berikut Langkah-langkah rancangan *mix design* beton :

- 1) Menetapkan kuat tekan beton rencana (f_c') pada umur tertentu
- 2) Menetapkan nilai deviasi standar (s)

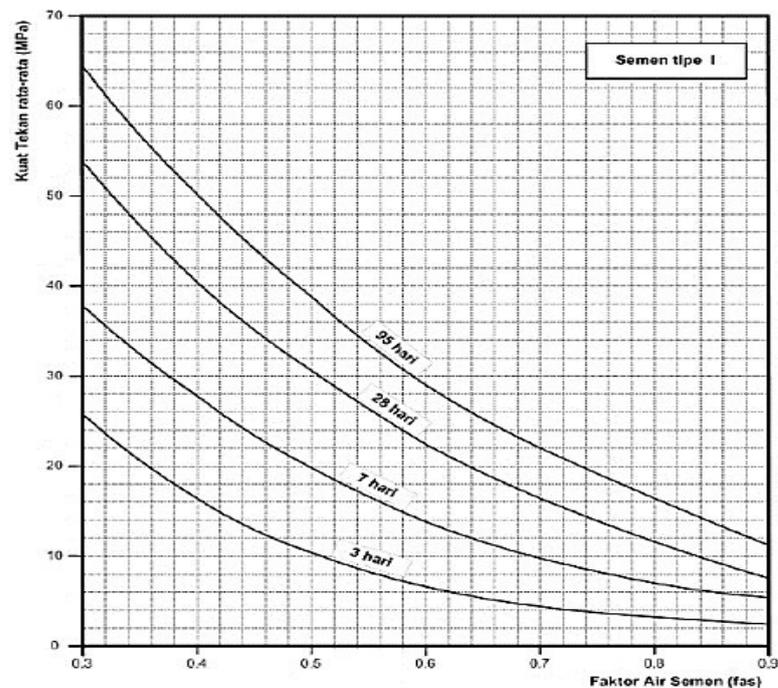
Tabel 3.2 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Mutu Pekerjaan

Nilai Deviasi Standar (S)	
Tingkat pengendalian mutu	Satuan (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0

- 3) Menghitung nilai tambah
- 4) Menetapkan jenis semen Portland
- 5) Menetapkan jenis agregat
- 6) Menetapkan faktor air semen atau fas

Nilai faktor air semen dapat ditentukan dari cara berikut:

Berdasarkan jenis semen yang digunakan dan kuat tekan rata-rata beton yang direncanakan pada umur tertentu. Ditetapkan nilai faktor air semen dengan melihat gambar 3.39.



Gambar 3.28 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen

7) Penetapan nilai *slump***Tabel 3.3 Kelas Pengujian *Slump***

Jenis Kontruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding Penahan dan pondasi	75	25
Pondasi sedehana, sumuran, dan dinding sub-struktur	75	25
Balok dan dinding beton	100	25
Kolom struktural	100	25
Perkerasan dan slab	75	25
Beton masal	75	25

8) Menetapkan besaran butir agregat maksimum

9) Kebutuhan air

Tabel 3.4 Perkiraan Kadar Air Bebas Per Meter Kubik Beton

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

10) Kebutuhan semen yang diperlukan

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air dengan fas yang diperoleh pada langkah berikut:

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{jumlah air yang dibutuhkan}}{\text{faktor air semen}}$$

11) Kebutuhan semen minimum

Tabel 3.5 Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai Pembetonan

Lokasi	Jumlah semen minimum per m ³ Beton (kg)	FAS maks
Beton di dalam ruangan bangunan:		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan matahari	325	0,60

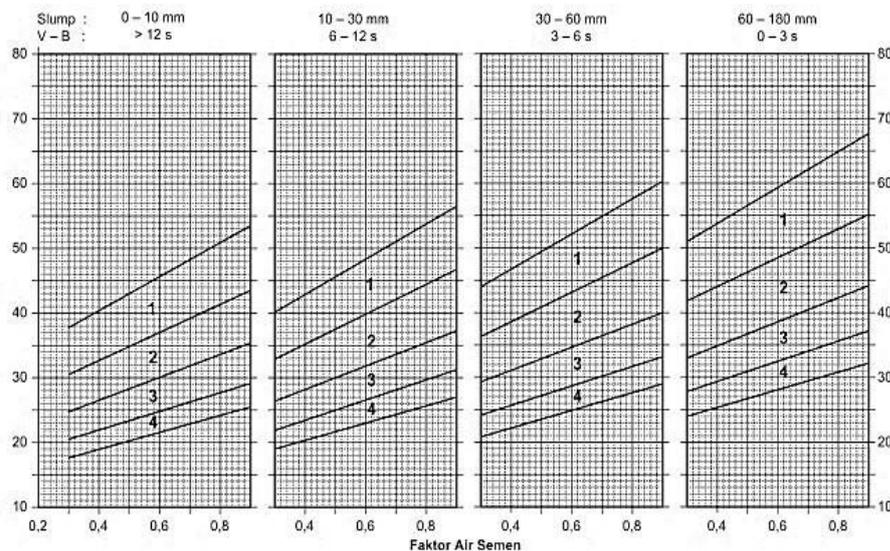
Lokasi	Jumlah semen minimum per m ³ Beton (kg)	FAS maks
b. Terlindung dari matahari	275	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah:		
a. Mengalami basah dan kering berganti	325	0,55
b. Terpengaruh sulfat alkali tanah / air tanah		

12) Penyesuaian kebutuhan semen

Apabila kebutuhan semen yang di peroleh dari langkah (11) ternyata lebih sedikit dari langkah (12) maka yang dipakai kebutuhan semen yang nilainya lebih besar.

13) Penentuan daerah gradasi agregat halus

14) Menentukan presentase agregat halus



Gambar 3.29 Grafik Presentase Agregat Halus Terhadap Campuran

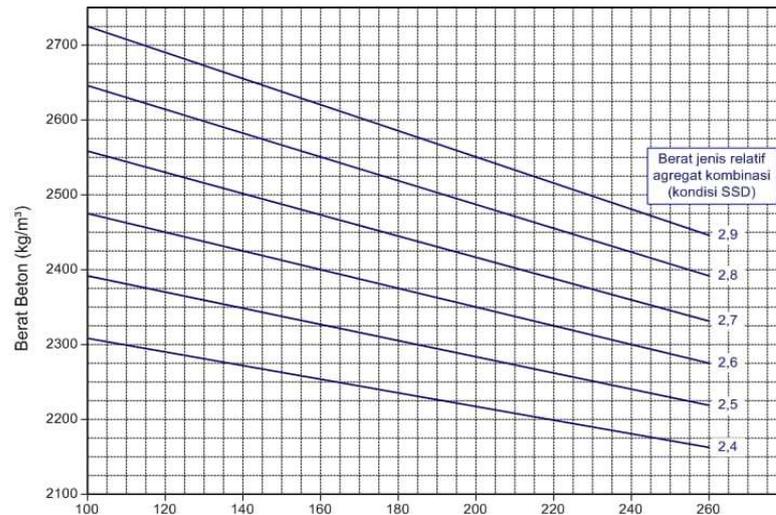
15) Menghitung berat jenis SSD agregat gabungan

Berat jenis SSD agregat halus Gunung Merapi dan agregat kasar dapat diketahui dari tabel 3.2 dan tabel 3.8. Berikut cara perhitungan berat jenis agregat campuran :

$$\text{Berat jenis campuran} = \frac{p}{100} \times B_j \text{ pasir} + \frac{k}{100} \times B_j \text{ batu pecah}$$

16) Menentukan berat isi beton

Perhitungan berat isi beton diperoleh dari gambar 3.30. Berat jenis campuran pada langkah (16) dan kebutuhan air pada langkah (10).



Gambar 3.30 Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Beton

17) Kebutuhan agregat gabungan

$$\text{Kebutuhan agregat gabungan} = \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{semen}$$

18) Kebutuhan agregat halus

$$\text{Kebutuhan agregat halus} = (\text{berat pasir} + \text{berat batu pecah}) \times \text{presentase berat pasir terhadap campuran}$$

19) Kebutuhan agregat kasar

$$\text{Kebutuhan batu pecah} = (\text{berat pasir} + \text{berat batu pecah}) - \text{kebutuhan pasir}$$

Tabel 3.6 Mix Design Beton

No	Uraian	Keterangan
1	Kuat Tekan Beton yang disyaratkan	
2	Deviasi Standar (s)	
3	Nilai Tambah / Margin	
4	Kuat Tekan Beton rata- rata yang dikategorikan	
5	Jenis Semen	
6	Jenis Agregat Kasar	
	Jenis Agregat Halus	
7	Faktor Air Semen Bebas	
	Faktor Air Semen Maksimum	
8	Faktor Air Semen digunakan	
9	<i>Slump Flow</i>	
10	Ukuran Agregat Maksimum	
11	Kadar Air Bebas	
12	Kadar Semen	

No	Uraian	Keterangan
13	Kadar Semen Maksimum	
14	Kadar Semen Minimum	
15	Kadar Semen digunakan	
16	Faktor Air Semen disesuaikan	
17	Susunan Besar Butir Agregat Halus	
18	Berat Jenis Agregat Kasar	
	Berat Jenis Agregat Halus	
19	Persen Agregat Halus	
20	Berat Jenis relatif Agregat Gabungan SSD	
21	Berat Isi Beton	
22	Kadar Agregat Gabungan	
23	Kadar Agregat Halus	
24	Kadar Agregat Kasar	

3.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan membuat benda uji menggunakan cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

3.7.1 Pembuatan Sampel

Benda uji sebanyak 48 buah untuk pengujian kuat tekan, benda uji meliputi:

- a. Beton Batu Asal Kemangkong Purbalingga (Serayu) 12 buah untuk umur 28 hari
- b. Beton Batu Asal Singasari Karanglewes 12 buah untuk umur 28 hari
- c. Beton Batu Asal Mandiraja Banjarnegara (Sungai Sapi) 12 buah untuk umur 28 hari
- d. Beton Batu Asal Bantarkawung Bumiayu (Sungai Pemali) 12 buah untuk umur 28 hari

Langkah-langkah pembuatan sampel sebagai berikut :

- a. Siapkan kebutuhan material air, semen, agregat halus, batu pecah dan pecahan keramik sesuai dengan hasil perhitungan.
- b. Hidupkan mesin pengaduk (*concrete mixer*) masukan pasir dan batu pecah, dan tambahkan semen dan $\pm 50\%$ air secara simultan, tambahkan sisa air sedikit demi sedikit sampai campuran merata dan homogen, dengan waktu mencampur $\pm 1,5$ menit. Material yang dicampur secara kering permukaan

adalah cukup untuk mengisi 3 buah sampel silinder dan 1 *slump*, sehingga material dicampur dan dituangkan kemudian dibagi menjadi 4 bagian untuk masing-masing sampel dan pengujian *slump*.

3.7.2 Pengujian *Slump Test*

Bila adonan sudah merata, dituangkan pada bak, kemudian diuji dengan *slump* yaitu dengan kerucut *Abrams* :

- 1) Posisikan *slump cone* pada tengah plat, diameter besar berada dibawah dan diameter kecil berada diatas.
- 2) Campuran adukan tersebut dimasukkan dalam *slump cone* sebanyak 3 lapis lalu di rojok 25 kali.
- 3) Setelah *Slump Cone* terisi penuh, ratakan bagian atasnya untuk membuang sisa beton.
- 4) Pegang *handle* yang ada di bagian atas dasar cetakan kemudian angkat *slump cone* perlahan-lahan secara vertikal.
- 5) Setelah melakukan Gerakan menarik cetakan, adukan akan merosot dan penurunan ketinggian harus diukur sampai 5mm dari jarak terdekat dengan titik tengah.

3.7.3 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan setelah beton mengeras. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Perawatan benda uji dapat dilakukan dengan cara :

- a. Menyimpan benda uji dalam ruangan lembab.
- b. Menyimpan benda uji di atas genangan air.
- c. Menyimpan benda uji di dalam air.

Perawatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dengan cara perendaman, cara perendaman dilakukan dengan cara :

- a. Benda uji dikeluarkan dari cetakan silinder.
- b. Setelah cetakan dibuka lalu diberi tanda dan tanggal pembuatan.
- c. Beton tersebut direndam dalam bak air.
- d. Beton diambil 2 hari sebelum pengujian kuat tekan beton.

3.7.4 Pengujian Benda Uji

Setelah sampel mengalami proses perawatan kemudian benda uji diuji

kekuatannya (tes terhadap kuat tekan). Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin desak (*compression testing machine*) setelah benda uji berumur 7, 14, 21 dan 28 hari. Prosedur pengujian ini berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990 (Metode Pengujian Kuat Tekan Beton).

Langkah-langkah pengujian dengan mesin desak (*compression testing machine*) adalah sebagai berikut :

- 1) Setelah beton terjadi pengerasan selama perawatan, beton siap untuk diuji kuat tekannya, bila unsur umur beton kurang dari 28 hari, maka diperlukan faktor dari hasil pemeriksaan yang diperoleh.
- 2) Letakan benda uji pada meja penekan, periksa manometer yang akan digunakan, putar jarum merahnya sehingga berhampir dengan jarum hitam pada posisi angka nol.
- 3) Hidupkan mesin penggerak dengan menekan tombol star dan *handle* distel pada posisi penekan (*up*).
- 4) Amati pergerakan jarum manometer tadi, apabila sudah menunjukkan maksimum mesin dihentikan dengan menekan tombol stop dan catat nilai beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji, setelah dibagi dengan luas penampangnya akan didapat nilai kuat tekan beton tersebut.
- 5) Keluarkan beton tersebut dengan menekan tombol star dan arahkan *handle* pada posisi *down*, matikan mesin dan ambil sampel yang sudah dites.