

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

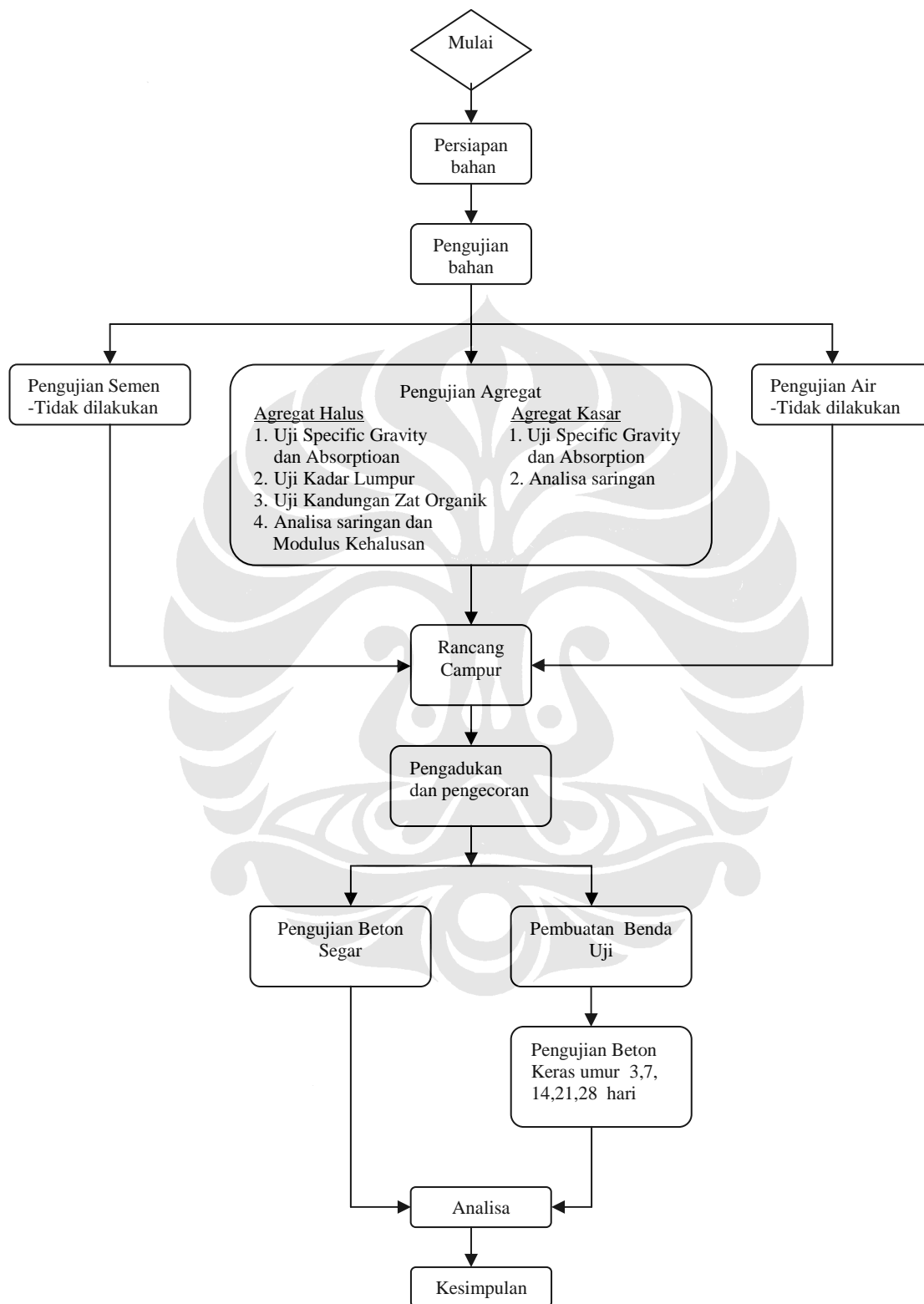
3.1 PENDAHULUAN

Dalam penelitian ini akan mencari hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan menggunakan bahan lokal. Disini akan dipelajari karakteristik agregat baik itu agregat kasar maupun dari agregat halusnya. Untuk mengetahui karakteristik dari agregat kasar maupun agregat halus maka perlu dilakukan pengujian laboratorium terhadap mutu dan syarat dari agregat tersebut, dengan berdasarkan pada standar yang telah ditetapkan.

Dalam penelitian ini akan digunakan beberapa variasi dari faktor air semen yang akan digunakan dalam menghitung proporsi rancang campuran beton. Dimulai dari faktor air semen 0,35, faktor air semen 0,45, faktor air semen 0,55, dan faktor air semen 0,65. Berat air dari setiap campuran untuk masing – masing faktor air semen berubah sesuai dengan variasi faktor air semen serta berat semen juga berubah yang akan mengakibatkan perubahan nilai slump pada setiap campuran beton.

Setelah mengetahui karakteristik agregat maka dilanjutkan dengan membuat rancang campur beton yang merupakan modifikasi cara Us Bureau of Reclamation yang dikembangkan oleh JSCE (Japan Society of Civil Engineer). Kemudian dilanjutkan dengan pengujian dari beton segar dan pencetakan untuk beton keras. Setelah beton mengeras dilakukan pengujian pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Setelah selesai dilanjutkan dengan analisa dan kemudian kesimpulan dari penelitian ini. Semua tahapan-tahapan proses penelitian ini dibuat *flow chart* seperti dibawah ini.

Pengujian dapat dijelaskan dengan *Flow Chart* dibawah ini :



3.2 BAHAN PEMBENTUK BETON

Adapun bahan utama pembentuk beton yang digunakan adalah :

a. Semen

- Jenis : Semen curah Tipe 1 (OPC)
- Merk : Semen Tiga Roda
- Sumber : PT. INDOCEMENT

b. Agregat Halus

- Jenis : Pasir Alam
- Asal : Cimangkok, Jawa Barat
- Sumber : Supplier

c. Agregat Kasar

- Jenis : Kerikil
- Asal : Rumpin, Jawa Barat
- Sumber : PT. ADHIMIX

d. Air

- Jenis : Air PAM
- Sumber : Laboratorium Struktur dan Material

3.3 PENGUJIAN BAHAN PEMBENTUK BETON

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar, sedangkan semen dan air tidak dilakukan pengujian.

3.3.1 Pengujian Agregat Halus

1) Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tujuan

Untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat halus

Alat dan Bahan

- Alat
 1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas 1 kg.

2. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai bentuk pengujian.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 5 kg. Dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
5. Alat pemisah contoh.
6. Saringan no. 4 (4,75 mm).

- **Bahan**

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan no. 4 yang diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kurang lebih 1 kg.

Prosedur Pengujian

- a) Keringkan benda uji didalam oven pada suhu (110 ± 5)° C sampai berat tetap. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
- b) Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai jenuh permukaan kering (ssd).
- c) Periksa keadaan ssd dengan mengisi benda uji kedalam kerucut terpancung, dalam tiga bagian, padatkan sebanyak 25 kali. Lalu angkat kerucut terpancung.; keadaan ssd tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- d) Setelah tercapai keadaan ssd, ambil benda uji sebanyak ± 500 gram (B ssd) masukkan kedalam picnometer. Masukkan air suling sebanyak 90 % dari isi picnometer (dari tanda batas), putar sambil diguncang-guncang agar gelembung udara yang tersekap didalamnya dapat keluar.
- e) Rendam picnometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25° C.
- f) Tambahkan air sampai batas tertentu.

- g) Timbang picnometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (BT).
- h) Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5)° C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji Setelah benda uji dingin lalu timbang (BK).
- i) Tentukan berat picnometer berisi air penuh (B) dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25° C.

Perhitungan

$$\text{- Berat jenis curah} = \frac{BK}{B + 500 - BT}$$

(*bulk specific gravity*)

$$\text{- Berat jenis kering-permukaan jenuh} = \frac{500}{B + 500 - BT}$$

(*saturated surface dry*)

$$\text{- Berat jenis semu} = \frac{BK}{B + BK - BT}$$

(*apparent specific gravity*)

$$\text{- Penyerapan Air} = \frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$$

2) Pengujian Analisa Ayakan

Tujuan

Untuk menentukan pembagian butir / gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

Alat dan Bahan

- Alat
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 2. Satu set saringan
 3. Alat pemisah contoh
 4. Mesin getar saringan
 5. Talam
 6. Sikat halus / kuas / sikat saringan
 7. Oven untuk memanasi

8. Sendok dan alat-alat lainnya

- Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 1kg.

Prosedur Pengujian

- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
- Saring benda 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.

Perhitungan

Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

3) Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)

Tujuan

Untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no. 200 mesh dengan cara pencucian.

Alat dan Bahan

- Alat
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 2. Oven
 3. Saringan no.200 (0.075 mm) dan no. 16 (1,18 mm)
 4. Talam dari logam tahan karat
- Bahan

Agregat halus seberat 100 gr dari lapangan.

Prosedur Pengujian

- a) Timbang wadah tanpa benda uji
- b) Timbang benda uji dan masukkan ke dalam wadah
- c) Masukkan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam
- d) 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.
- e) 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.
- f) Ulangi proses pengujian c,d dan e, sehingga tuangan air pencuci terlihat jernih.
- g) 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

2) Perhitungan

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 saringan No. 200 (0,075 mm)

$$w_6 = \frac{w_3 - w_5}{w_3} \times 100\%$$

Dimana :

w_1 = berat kering benda uji + wadah (gram)

w_2 = berat wadah (gram)

w_3 = berat kering benda uji awal (gram)

w_4 = berat kering benda uji setelah pencucian + wadah (gram)

w_5 = berat kering benda uji sesudah pencucian (gram)

w_6 = % bahan lolos saringan No. 200 (0,075 mm)

4) Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Beton

Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan angka petunjuk larutan standar atau standar warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda uji pasir.

Alat dan Bahan

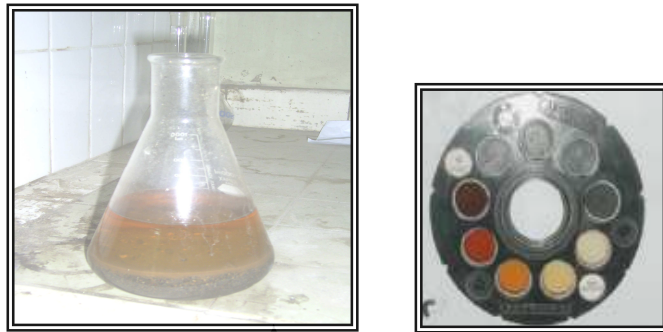
- Alat
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
 2. Botol atau gelas tidak berwarna dengan isi \pm 350 ml
 3. Standar warna
- Bahan

Agregat halus seberat 500 gr dan larutan NaOH 3%.

Prosedur Pengujian

- a) Masukkan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml
- b) Tambahkan larutan (3 % NaOH + 97 % air) dan dikocok sampai volume mencapai 200 ml
- c) Tutup botol, kocok kuat – kuat, kemudian diamkan selama 24 jam
- d) Warna standar dapat menggunakan larutan standar atau organik plate No.3
- e) Jika warna larutan 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.



Gambar 3.1 Hasil Pengujian Kotoran Organik

3.3.2 Pengujian Agregat Kasar

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tujuan

Untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.

Alat dan Bahan

- Alat
 1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas 5 kg.
 2. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai bentuk pengujian.
 3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 5 kg. Dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
 4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
 5. Alat pemisah contoh.
 6. Saringan no. 4 (4,75 mm).

- Bahan

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan no. 4 yang diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kurang lebih 5 kg.

Prosedur Pengujian

- a) Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar 25°C selama 24 jam.
- b) 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.
- c) Timbang benda uji dalam keadaan jenuh permukaan kering (BJ).
- d) 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.
- e) Masukkan benda uji ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- f) Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam sampai tiga jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0.5 gram (BK).

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{- Berat jenis curah} &= \frac{BK}{BJ - BA} \\ &(\text{bulk specific gravity}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Berat jenis kering-permukaan jenuh} &= \frac{BJ}{BJ - BA} \\ &(\text{saturated surface dry}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Berat jenis semu} &= \frac{BK}{BK - BA} \\ &(\text{apparent specific gravity}) \end{aligned}$$

$$\text{- Penyerapan Air} = \frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$$



Gambar 3.2 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

2) Pengujian Analisa Ayakan

Tujuan

Untuk menentukan pembagian butir/gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

Alat dan Bahan

- Alat

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
2. Satu set saringan
3. Alat pemisah contoh
4. Mesin getar saringan
5. Talam
6. Sikat halus / kuas / sikat saringan
7. Oven untuk memanasi
8. Sendok dan alat-alat lainnya

- Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 5 kg.

Prosedur Pengujian :

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan digoncang dengan tangan atau mesin penggoncang selama 15 menit.

- c. Timbang berat agregat kasar yang terdapat pada masing-masing ayakan.
- d. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.



Gambar 3.3 Susunan Ayakan Agregat Kasar

3.4 PROSEDUR PEMBUATAN BENDA UJI

Material yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu. Keadaan Agregat kasar dan agregat halus pada saat ditimbang harus tetap pada kondisi SSD. Kapasitas pengadukan mesin mixer terbatas hingga 35 liter untuk itu pengadukan benda uji yang dilakukan sesuai dengan kapasitas peralatan. Dari kapasitas mesin mixer tersebut diperoleh benda uji sebanyak 5 buah dengan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta diperoleh 1 kali uji slump.

Pada penelitian ini, prosedur pembuatan benda uji terdiri dari empat tahapan, yaitu

1. Persiapan dan Penakaran
 - a. Alat-alat yang akan digunakan disiapkan untuk pengujian.
 - b. Bahan baku disiapkan dan ditakar sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan
2. Pengadukan
 - a. Mesin aduk dijalankan terlebih dahulu
 - b. Agregat kasar dan sejumlah air dimasukkan ke dalam mesin aduk
 - c. Mesin dimatikan lalu agregat halus dan semen serta seluruh sisa air dimasukkan perlahan-lahan

- d. Beton diaduk kembali setelah seluruh bahan masuk ke dalam tempat pengaduk, kemudian dilanjutkan diaduk kembali sampai diperoleh adukan yang seragam.
 - e. Sisa adukan dibersihkan dari mesin mixer, kemudian mesin mixer tersebut dipersiapkan untuk pengadukan selanjutnya.
3. Penuangan
- a. Dinding bagian dalam cetakan silinder harus sudah dilumasi dengan pelumas
 - b. Adukan beton dimasukkan kedalam cetakan dalam tiga tahapan, setiap tahap dilakukan pemadatan dengan cara ditusuk-tusuk.
 - c. Penusukkan dilakukan sebanyak 25 kali pada setiap lapis hingga menembus ketebalan lapisannya
 - d. Pada tahap akhir ditambahkan adukan beton lalu ratakan permukaannya dan bagian sisanya dibuang hingga didapatkan permukaan beton yang rata/licin.
4. Perawatan
- a. Untuk memudahkan identifikasi, benda uji diberikan tanda dan tanggal.
 - b. Setelah pekerjaan pengecoran diselesaikan, cetakan benda uji silinder dibuka esok harinya (± 24 jam)
 - c. Kemudian di rendam pada bak perawatan. Model perawatan adalah benda uji direndam seluruhnya di bawah air.
 - d. Kira-kira 1 hari sebelum pengujian test tekan, benda uji dikering-udarkan.
5. Kaping Benda Uji Silinder
- Sebelum dilakukan pengujian, permukaan beton yang akan dilakukan pengujian kuat tekan dilapisi dahulu oleh bahan kaping. Bila bagian ujung dari benda uji mengandung minyak atau bahan lilin yang akan berpengaruh terhadap lekatan dari kaping, bersihkan lapisan tersebut. Bagian ujung benda uji harus dikasarkan sedikit dengan kikir atau sikat kawat untuk menghasilkan daya lekat yang baik pada kaping. Dan hasil kaping harus rata karena jika tidak rata akan berpengaruh pada hasil pengujian tekan karena bebannya tidak sentris

3.5 PEMERIKSAAN KUALITAS BETON

3.5.1 Pemeriksaan Kualitas Beton Segar

1) Pengujian Slump

Tujuan

Untuk menentukan slump beton yaitu merupakan ukuran kekentalan beton segar.

Alat dan Bahan

- Alat
 1. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan bagian bawah 20 cm bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bagian bawah cetakan terbuka.
 2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 cm, panjang 60 cm, yang dibulatkan dan sebaiknya dibuat dari baja tahan karat.
 3. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh dan kedap air.

- Bahan

Contoh beton segar sebanyak-banyaknya sama dengan isi cetakan.

Prosedur Pengujian

- a) Basahilah cetakan dan pelat dengan kain untuk menghindari adanya penyerapan air dari campuran beton.
- b) Kerucut Abrams diletakkan di atas pelat dengan kokoh.
- c) Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan; setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata.
- d) Segera setelah penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat; kemudian diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas. Dari saat pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit.
- e) Balikkan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.



Gambar 3.4 Alat Pengujian Slump

2) Setting Time

Tujuan

Tujuannya adalah pada saat beton terdebut mulai mengikat sehingga setelah waktu tersebut dilalui, beton tidak boleh diganggu lagi ataupun dirubah kembali kedudukannya.

Peralatan

1. Saringan logam 4,75 mm
2. Cawan dari logam
3. Sendok aduk, sarung tangan karet yang tidak menyerap air
4. Penetrometer
5. Cetakan kubus berukuran 15 x 15 x 15

Prosedur Pengujian

- a. Persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Lumasi cetakan dengan minyak pelumas
- b. Ambil beton segar dan ayak dengan saringan 4,75 mm diatas kubus yang telah dipersiapkan hingga mencapai ketinggian sekitar 2 cm dibawah batas atas cetakan kubus.
- c. Ketuk-ketuk bagian samping cetakan sehingga tidak ada lagi udara yang terperangkap dan untuk meratakan permukaannya.
- d. Letakkan benda uji dirunang lembab sampai mortar cukup keras.
- e. Tekan batang penetrometer menggunakan ujung dengan ukuran terbesar sampai mencapai batas tanda yang terdapat dalam batang tersebut.
- f. Ulangi lagi penekanan dengan interval waktu yang semakin dekat.

- g. Ganti ujung mata batang tersebut dengan diameter yang lebih kecil jika penekanan terasa sulit.
- h. Penekanan selesai jika tekanan telah mencapai 500 psi untuk waktu ikat awal dan 4000 psi untuk waktu ikat akhir.
- i. Buat kurva atau grafik dari hasil pemeriksaan waktu ikat awal beton.

Perhitungan

Angka yang terbaca pada tongkat penetrometer dibagi dengan ukuran ujung penusuk yang digunakan. Ukuran mata penusuk : 1', 1/2', 1/4', 1/10', 1/20'. Perhitungan penetrasi resisten dengan waktu yang dilalui menggunakan persamaan analisa regresi linear.

3.5.2 Pemeriksaan Kualitas Beton Keras

1) Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai f'_c yaitu kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990.

1) Persiapan pengujian

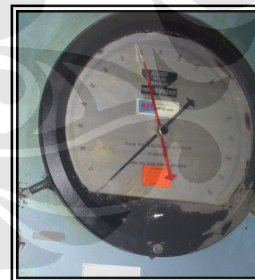
- a) Ambil benda uji dan bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
- b) Tentukan berat dan ukuran benda uji.
- c) Lapislah (*capping*) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang.
- d) Benda uji sudah siap untuk diperiksa.



Gambar 3.5 Benda Uji Siap Diperiksa

2) Cara pengujian :

- a) Letakan benda uji pada mesin tekan secara sentries
- b) Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik
- c) Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- d) Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.



Gambar 3.6 Proses dan Hasil Pengujian Kuat Tekan

3) Perhitungan

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \quad (\text{kg} / \text{cm}^2)$$

Dimana : P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)

