

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode pengujian dilakukan dengan menguji material beton yaitu agregat kasar dan agregat halus yang akan menjadi bahan pembentuk beton yang kemudian akan dilanjutkan dengan pengujian beton segar dan beton keras sesuai dengan standar yang berlaku, baik standar SNI maupun asing. Semua cara pengujian yang dilakukan sesuai dengan SII (Standar Industri Indonesia), SK SNI maupun asing ASTM (American Society for Test Material) dan BS (British Standard). Adapun pengujian bahan tambahan yaitu tempurung kelapa melakukan pengujian berdasarkan pengujian agregat kasar. Untuk semen dan air tidak dilakukan pengujian, karena semen type 1 yang digunakan sudah memenuhi standar serta air dipakai adalah air berasal dari tanah yang layak dalam campuran beton.

3.1 Metode Penelitian

Metode pengujian pada material beton yaitu agregat kasar dan agregat halus dilakukan sesuai pengujian, yaitu sebagai berikut :

- a. Berat jenis dan penyerapan air sesuai dengan SK SNI M 09 – 1989 – F (agregat kasar dan agregat tambahan) dan SK SNI M 10 – 1989 – F (agregat halus).
- b. Berat isi sesuai dengan ASTM C – 91a – 78
- c. Analisa ayakan sesuai dengan SK SNI M 08 – 1989 – F
- d. Kadar lumpur sesuai dengan ASTM C 117 – 95

- e. Organik impuritis sesuai dengan ASTM C 40 – 92
- f. Kadar air sesuai dengan SK SNI M 11 – 1989 – F

Setelah didapat sifat fisik agregat dan sifat fisik agregat tambahan dengan persyaratan yang sesuai dengan beton menurut SII No.0052 – 80. Persyaratan tersebut dapat dianalisa apakah agregat memenuhi syarat atau tidak . selanjutnya untuk mengetahui sifat fisik beton baik beton segar maupun beton keras maka dilakukan pengujian berdasarkan standar pengujian, sebagai berikut :

1. Pengujian terhadap beton segar
 - a. Uji slump sesuai dengan SK SNI M – 12 – 1989 – F
 - b. Berat isi sesuai dengan ASTM C 138 – 92
2. Pengujian terhadap beton keras
 - a. kuat tekan sesuai dengan SK SNI M – 14 – 1989 – F
 - b. kuat tarik belah sesuai dengan SK SNI M – 14 – 1989 – F

3.2 Bahan – bahan Penelitian

Penelitian ini bahan – bahan material yang digunakan adalah :

- a. Semen yang digunakan semen portland type 1 dengan merk Semen Padang.
- b. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Medan Area.
- c. Agregat halus yang digunakan dari toko material yang diambil dari daerah Deli Serdang.

- d. Agregat kasar yang digunakan dari toko material dengan ukuran ≤ 30 mm yang diambil dari patumbak.

3.3 Tempat Penelitian

Semua pengujian yang dimulai dari pengujian agregat sampai pembuatan benda uji dilakukan Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Medan Area. Dan uji kuat tekan beton dilakukan Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

Dari kedua laboratorium ini penelitian yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan peneliti dapat menghasilkan data – data yang sesuai yang diinginkan dan mendapatkan hasil kuat tekan yang baik.

3.4 Prosedur Pengujian

3.4.1 Pengujian agregat kasar

A. Berat Isi

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat kasar (kerikil) dalam satuan isi.

Alat :

- a. Bejana
- b. Timbangan
- c. Alat perojok
- d. Thermometer
- e. Sendok
- f. Mistar perata

g. Wadah berbentuk silinder

Bahan : benda uji adalah agregat kasar dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

Prosedur Pengujian:

I. Berat isi lepas

1. Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara berlahan – lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
2. Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
3. Kemudian bejana dengan isinya ditimbang beratnya dan di catat
4. Buang isi bejana, kemudian isi air dan ukur air dengan thermometer
5. Lakukan percobaan ini sebanyak 2 kali.

II. Berat isi padat

1. Ambil sample krikil, masukkan kedalam 1/3 dari tinggi bejana, lalu dirojok – rojok dengan menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali.
2. Tambah sample 1/3 bagian lagi sehingga 2/3 bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama.
3. Tambah 1/3 sample rojok kembali sebanyak 25 kali, lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan.
4. Bejana yang telah terisi ditimbang dan dicatat beratnya.
5. Buang isi bejana, kemudian bejana ditimbang beratnya.
6. Bejana diisi dengan air sampai penuh, lalu ditimbang beratnya, ukur suhu dengan thermometer.
7. Ulangi percobaan ini sebanyak 2 kali.

Perhitungan :

I. Cara Lepas

$$\text{Sampel : } Fp = \frac{BI_a}{Ba} \text{ kg/lt}$$

$$BI = Fp \cdot \text{Berat kerikil}$$

II. Cara Padat

$$\text{Sampel : } Fp = \frac{BI_a}{Ba} \text{ kg/lt}$$

$$BI = Fp \cdot \text{Berat kerikil}$$

B. Analisa Ayakan

Tujuan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar dan menghitung finenes modulus (modulus Kehalusan) FM kerikil tersebut.

Alat :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
- b. Satu set saringan
- c. Talam
- d. Mesin penggetar
- e. Sendok, kuas, sikat serta Pan

Bahan : benda uji diperoleh dari alat pemisah.

- a. Ukuran 3,5'' : berat 35 kg

- b. Ukuran 3'' : berat 30 kg
- c. Ukuran 2,5 : berat 25 kg
- d. Ukuran 2'' : berat 20 kg
- e. Ukuran 1,5'' : berat 15 kg
- f. Ukuran 1 '' : berat 10 kg
- g. Ukuran $\frac{3}{4}$ '' : berat 5 kg
- h. Ukuran $\frac{1}{2}$ '' : berat 2,5 kg
- i. Ukuran $\frac{3}{8}$ '' : berat 1 kg

Bila agregat berupa campuran dari agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi dua bagian dengan saringan no.4 selanjutnya agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti yang tercantum.

Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan
3. Susun saringan ayakan
4. Masukkan agregat kasar dari atas dan tutup
5. Letakkan saringan di alat penggetar dan mulai di ayak selama ± 15 menit
6. Timbang berat agregat yang tertahan di setiap ayankannya

Perhitungan :

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

2. Hitung persentase tertahan komulatif
3. Hitung angka kehalusan (finenes modulus)

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan}}{100}$$

4. Hitung persentase lolos komulatif

C. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Tujuan :

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

Alat :

- a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No.6 atau No.8) dengan kapasitas 5 kg.
- b. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- c. Saringan No. 4
- d. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai untuk pengujian.
- e. Timbangan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 0,1 %.

Bahan : agregat kasar sebesar 5 kg

Prosedur pengujian :

1. Timbang kerikil seberat 2000 gram
2. Rendam kerikil selama 24 jam , lalu keringkan dengan menggunakan lap kain, sample dalam keadaan ini disebut dalam keadaan SSD
3. Ambil kerikil yang jenuh kering permukaan (SSD) masukkan kedalam bejana bercorong dan isi air sampai penuh

4. Keluarkan air dari bejana sampai air yang dikeluarkan habis
5. Masukkan sample kedalam keranjang, timbang dan catat beratnya
6. Lalu sample dihampar diatas pan dan masukkan kedalam oven selama 24jam

Perhitungan :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B - C} \times \text{bj air}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{A}{B - C} \times \text{bj air}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A - C} \times \text{bj air}$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat benda uji kering oven (gr)

B = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

C = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gr)

D. Kadar Lumpur Agregat (Ayakan 200 mesh)

Tujuan :

Untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no. 200.

Alat :

1. Saringan ayakan no. 200
2. Bak pencucian

3. Oven
4. Timbangan
5. Pan

Bahan : benda uji agregat yang telah kering

Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat kasar dari lapangan (W1) serta timbang beratnya
2. Cuci benda uji secukupnya
3. Keringkan benda uji kedalam oven
4. Timbang berat agregat setelah dikeringkan dalam oven (W2)

Perhitungan :

Jumlah bahan yang lolos saringan No.200

$$\frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

E. Kadar Air

Tujuan :

Untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

Alat :

1. Timbangan 10 kg
2. Oven
3. Pan

Bahan : agregat kasar

Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat kasar di lapangan
2. Timbang agregat (W1)

3. Masukkan agregat dalam oven dengan suhu 110°C
4. Setelah kering timbang kembali agregat (W2)

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

F. Kekerasan Agregat

Tujuan :

Untuk menentukan kekerasan agregat kasar, apakah agregat cocok digunakan untuk beton.

Alat :

1. Timbangan
2. Oven pengering
3. Ayakan standar
4. Bejana
5. Mesin tekan

Bahan : agregat kasar yang akan diuji dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD).

Prosedur pengujian:

1. Saring agregat kasar dengan susunan ayakan 14 mm dan 10 mm
2. Timbang berat bejana beserta alasnya (W1) gram
3. Masukkan agregat dengan fraksi 10 – 14 mm kedalam bejana setinggi 10 cm dalam tiga lapisan yang masing – masing lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali dengan batang baja.
4. Ratakan permukaan agregat

5. Timbang berat bejana dengan agregatnya (W2) gram
6. Hitung berat uji (a = W2 – W1)
7. Letakkan stempel penekan diatas benda uji
8. Tekan stempel dengan beban 400 KN yang di capai 10 menit
9. Hentikan penekanan dan keluarkan benda uji dalam bejana
10. Saring benda uji yang telah ditekan, dan timbang berat benda uji yang telah ditekan diatas ayakan 2,36 mm (b gram)
11. Hitung persentase benda uji yang tertahan lubang ayakan 2,36 mm

Perhitungan :

Keausan benda uji adalah :

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Dimana : A = berat benda uji

B = berat benda uji yang tertahan ayakan

3.4.2 Pengujian agregat halus

A. Berat Isi

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat halus (pasir)

Alat :

1. Bejana
2. Timbangan
3. Alat Perojok
4. Thermometer
5. sendok

Bahan : pasir dan Air

Prosedur Pengujian :

1. cara padat

- a. Ambil sample pasir, masukkan kedalam $\frac{1}{3}$ dari tinggi bejana, lalu dirojok – rojok dengan menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali.
- b. Tambah sample $\frac{1}{3}$ bagian lagi sehingga $\frac{2}{3}$ bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama.
- c. Tambah $\frac{1}{3}$ sample rojok kembali sebanyak 25 kali, lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan.
- d. Bejana yang telah terisi ditimbang dan dicatat beratnya.
- e. Buang isi bejana, kemudian bejana ditimbang beratnya.
- f. Bejana diisi dengan air sampai penuh, lalu ditimbang beratnya, ukur suhu dengan thermometer.
- g. Ulangi percobaan ini sebanyak 2 kali.

2. cara Longgar

- a. Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara perlahan – lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
- b. Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
- c. Kemudian bejana dengan isinya ditimbang beratnya dan dicatat
- d. Buang isi bejana, kemudian isi air dan ukur air dengan thermometer
- e. Lakukan percobaan ini sebanyak 2 kali.

Perhitungan :

1. CARA PADAT

$$\text{Sampel : } Fp = \frac{Bl_a}{Ba} = \frac{33}{14} = 2,357$$

$$BI = Fp . \text{Berat Pasir}$$

2. CARA PEROJOK

$$\text{Sampel : } Fp = \frac{Bl_a}{Ba} = \frac{30}{14} = 2,1428$$

$$BI = Fp . \text{Berat Pasir}$$

B. Pencucian Pasir pada Ayakan No. 200

Tujuan :

Untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terdapat pada agregat halus.

Alat :

1. Ayakan
2. Timbangan
3. PAN
4. Oven

Bahan : pasir lapangan dan Air

Prosedur Pengujian :

1. Timbang pasir seberat 500 gr (A)
2. Rendam pasir dengan menggunakan aquades selama 24 jam
3. Masukkan pasir kedalam ayakan lalu cuci pasir dengan cara di remas – remas, sampai air cucian dalam ayakan terlihat jernih.

4. Pasir yang telah bersih diletakkan kedalam pan, masukkan pasir kedalam oven diamkan selama 24 jam, timbang dan catat beratnya, lakukan sebanyak 2 kali percobaan (B)
5. Selama 24 jam dikeluarkan, dinginkan lalu timbang berat keringnya ulangi sampel sebanyak 3 kali percobaan

Perhitungan :

$$\text{Kadar lumpur pasir} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

C. Analisa Ayakan Pasir

Tujuan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat halus dan menghitung Finenes modulus (modulus kehalusan)

Alat :

1. Satu set ayakan
2. alat penggetar
3. timbangan
4. kuas
5. PAN

Bahan : Pasir dan Air

Prosedur Pengujian :

1. Timbang pasir seberat 1200 gram
2. Susun ayakan dari ukuran yang berdiameter terbesar sampai dengan diameter terkecil
3. Masukkan pasir yang telah ditimbang kedalam ayakan yang sudah tersusun

4. Kemudian pasir yang ada didalam ayakan ditutup dan digoncang – goncang menggunakan tangan kekiri dan kekanan selama 10 menit
5. Sesudah itu buka tutup ayakan dan ambil sampel dari tiap – tiap ayakan, kemudian timbang masing – masing diameter pasir (1 kali percobaan)
6. Percobaan kedua dengan menggunakan alat penggetar (percobaan sama dengan percobaan manual) tetapi mengerjakannya diganti menggunakan alat getar (1 kali percobaan).

Perhitungan :

$$\text{Percobaan 1} = FM = \frac{\text{kolom 4}}{100}$$

$$\text{Percobaan 2} = FM = \frac{\text{kolom 4}}{100}$$

$$FM_{\text{rata-rata}} = \frac{FM1+FM2}{2} \times 100\%$$

D. Berat Jenis dan Absorpsi Pasir

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat halus (pasir) dalam keadaan kering, semu, jenuh kering permukaan (SSD) dan daya serap (absorpsi) pasir.

Alat :

1. Picnometer
2. Timbangan
3. Pan
4. Oven
5. Mould
6. alat pemadat

Bahan : pasir dan Air

Prosedur Pengujian :

1. Timbang pasir seberat 500 gram (A)
2. Rendam pasir selama 24 jam , lalu keringkan didalam oven 24 jam,
keluarkan dari oven , timbang dan catat beratnya lakukan sebanyak 1 kali percobaan
3. Ambil pasir yang jenuh kering permukaan (SSD) sebanyak 50 gram dan masukkan kedalam picnometer (B)
4. Kemudian isi dengan air sebanyak 90% dari kapasitas picnometer, lalu picnometer digoncang – goncang agar keluar kandungan udara dalam sample, maka pori-pori sample akan terbuka dan permukaan air akan berkurang, timbang dan catat beratnya (C)
5. Isi picnometer dibuang isinya sampai bersih
6. Isi picnometer dengan air sampai batas yang telah ditentukan, timbang dan catat beratnya, ulangi sebanyak 2 kali

Perhitungan :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{A}{B+A-C} \times 100\%$$

3.4.3 Pengujian tempurung kelapa (tambahan)

A. Pengolahan Tempurung Kelapa

Tujuan :

Mengoptimalkan tempurung kelapa sebagai bahan tambahan terhadap agregat kasar.

Alat :

1. pisau / parang
2. Palu
3. Pan
4. Karung
5. Terpal

Bahan : Tempurung Kelapa

Prosedur Pengujian :

1. Pengumpulan tempurung kelapa
2. Melakukan pengikisan sabut kelapa menggunakan pisau atau parang
3. Memecahkan tempurung kelapa sebesar 30 mm dengan palu atau alat lainnya
4. Mengumpulkan tempurung kelapa dan kemudian dilakukan penjemuran selama 24 jam

B. Analisa Ayakan

Tujuan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar (tambahan) dan menghitung finenes modulus (modulus Kehalusan) FM kerikil tersebut.

Alat :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
2. Satu set saringan
3. Talam
4. Mesin penggetar
5. Sendok, kuas, sikat serta Pan

Bahan : benda uji diperoleh dari alat pemisah.

1. Ukuran 3,5'' : berat 35 kg
2. Ukuran 3'' : berat 30 kg
3. Ukuran 2,5 : berat 25 kg
4. Ukuran 2'' : berat 20 kg
5. Ukuran 1,5'' : berat 15 kg
6. Ukuran 1 '' : berat 10 kg
7. Ukuran $\frac{3}{4}$ '' : berat 5 kg
8. Ukuran $\frac{1}{2}$ '' : berat 2,5 kg
9. Ukuran $\frac{3}{8}$ '' : berat 1 kg

Bila agregat berupa campuran dari agregat kasar (tambahan), agregat tersebut dipisahkan menjadi dua bagian dengan saringan no.4 selanjutnya agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti yang tercantum.

Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan

3. Susun saringan ayakan.
4. Masukkan agregat kasar (tambahan) dari atas dan tutup
5. Letakkan saringan di alat penggetar dan mulai di ayak selama ± 15 menit
6. Timbang berat agregat yang tertahan di setiap ayankannya.

Perhitungan :

1. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing – masing saringan terhadap berat total benda uji
2. Hitung persentase tertahan komulatif
3. Hitung angka kehalusan (finenes modulus)

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan}}{100}$$

4. Hitung persentase lolos komulatif

C. Berat jenis dan Penyerapan Air

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar (tambahan) .

Alat :

- a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No.6 atau No.8) dengan kapasitas 5 kg.
- b. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi (110 ± 5)°C.
- c. Saringan No. 4
- d. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai untuk pengujian.

e. Timbangan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 0,1 %.

Bahan : agregat kasar sebesar 5 kg

Prosedur pengujian :

1. Timbang tempurung kelapa seberat 2000 gram
2. Rendam tempurung kelapa selama 24 jam, lalu keringkan dengan menggunakan lap kain, sample dalam keadaan ini disebut dalam keadaan SSD
3. Ambil tempurung kelapa yang jenuh kering permukaan (SSD) masukkan kedalam bejana bercorong dan isi air sampai penuh
4. Keluarkan air dari bejana sampai air yang dikeluarkan habis
5. Masukkan sample kedalam keranjang, timbang dan catat beratnya
6. Lalu sample dihampar diatas pan dan masukkan kedalam oven selama 24jam

Perhitungan :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B - C} \times \text{bj air}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{A}{B - C} \times \text{bj air}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A - C} \times \text{bj air}$$

$$\text{Absorpsi} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat benda uji kering oven (gr)

B = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

C = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gr)

D. Kadar Air

Tujuan :

Untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

Alat :

1. Timbangan 10 kg
2. Oven
3. Pan

Bahan : tempurung kelapa

Prosedur pengujian :

1. Ambil tempurung kelapa
2. Timbang tempurung kelapa (W1)
3. Masukkan tempurung kelapa dalam oven dengan suhu 110°C
4. Setelah kering timbang kembali tempurung kelapa (W2)

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

3.4.4 Pengujian beton segar

A. Slump Test

Tujuan :

Untuk menentukan slump beton, slump merupakan ukuran kekentalan beton segar.

Alat :

1. Kerucut Abram, dengan tinggi 30 cm dan pada diameter bagian atas 10 cm serta bagian bawah 20 cm.
2. Plat baja sebagai penahan beton segar
3. Rojokan terbuat dari baja
4. Mistar pengukur

Bahan : beton segar yang dibuat pada uji coba

Prosedur pengujian :

1. Buat beton segar yang akan dicetak
2. Siapkan alat slump dan masukkan beton segar kedalam slump sebanyak 1/3 dan dirojok menggunakan rojokan sebanyak 25 kali lakukan sebanyak 3 kali
3. Setelah slump penuh dengan beton segar maka letakkan mistar ukur di sisi slump dan kemudian lepaskan slump dari beton segar
4. Ukur keturunan beton segar tersebut menggunakan mistar tersebut

Perhitungan :

Jumlah slump = tinggi cetakan – tinggi beton segar setelah di slump.

B. Berat isi (Unit Weight)

Tujuan :

Menentukan berat isi beton segar serta banyaknya semen per meter kubik beton.

Alat :

1. Tabung silinder
2. Timbangan kapasitas 25 kg
3. Skop baja
4. Rojokkan
5. Mistar perata
6. Mistar pengukur

Bahan : beton segar

Prosedur pengujian :

1. Siapkan alat
2. Timbang tabung silinder (A) gram
3. Isi tabung dengan air, berat isi air 1 kg/L (B). Dan timbang tabung tersebut. Volume tabung (B – A).
4. Buang air dari tabung, masukkan beton segar kedalam tabung dalam tiga tahap pada setiap tahapnya dilakukan perojokkan 25 kali.
5. Ratakan permukaan tabung dengan mistar perata dan timbang seluruhnya (gram)

Perhitungan :

$$\text{Berat Isi} = \frac{C-A}{B-A} \text{ gr/Ltr atau Kg/Ltr}$$

3.4.5 Pengujian beton keras

Pada pengujian beton dilakukannya pengujian kuat tekan. Hal ini adalah cara melakukan pengujian kuat tekan beton.

Tujuan :

Untuk menentukan besarnya kuat tekan yang dihasilkan oleh suatu campuran beton sesuai dengan yang direncanakan

Alat :

1. Cetakan berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm
2. Batang perojok diameter 16 mm panjang 60 cm
3. Sendok beton
4. Alat caping
5. Mesin uji kuat tekan beton

Bahan : beton segar yang sudah diaduk dan dicetak kedalam kubus

Prosedur pengujian :

A. Pembuatan benda uji

1. Siapkan cetakan dan beri pelumas
2. Masukkan beton segar dan dirojok sebanyak 25 kali sampai permukaan rata dan mengkilap
3. Simpan benda uji dalam cetakan selama 24 jam
4. Buka cetakan dan rendam benda uji sampai 28 hari

B. Pengujian

1. Beton yang telah di rawat selama 28 hari di angkat dan dikeringkan dan siap di uji tekan
2. Timbang setiap benda uji

3. Siapkan mesin tekan dan masukkan tiap – tiap benda uji dengan bergantian
4. Atur jarum petunjuk dengan angka nol
5. Jalankan mesin dan beton siap di uji tekan oleh mesin. Catat penunjuk jarum yang bergerak dan diketahuinya kuat tekan benda uji tersebut P maks (kN)
6. Lakukan pemberhentian mesin dimana benda uji telah mencapai kuat tekannya.
7. Lakukan benda uji lainnya secara bergantian.

Perhitungan :

kuat tekan : $\tau_{tk} = P \text{ max kg/cm}^2 \text{ atau N/mm}^2$

$$\text{kuat tekan rata – rata : } \tau_{bm} = \frac{\sum \tau_{tk}}{N}$$

3.4.6 Rancangan campuran beton (mix design)

Berikut merupakan langkah – langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI T – 15 -1990 – 03 :

a. Penetapan kuat tekan beton

Melakukan kuat tekan yang di tetapkan adalah pada beton berumur 28 hari (f_c').

b. Menetapkan kuat tekan rata – rata yang direncanakan

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

dimana : S adalah standar deviasi

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat masing – masing benda uji

x adalah kuat tekan rata – rata

n adalah jumlah data

data hasil yang digunakan untuk menghitung standar deviasi harus memenuhi persyaratan – persyaratan berikut :

1. Mewakili bahan – bahan, prosedur pengawasan mutu, dan produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan
2. Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan ($f'c$) yang nilainya dalam batas ± 7 MPa dari nilai $f'c$ yang ditentukan
3. Bila suatu produksi beton tidak mempunyai hasil uji yang memenehui persyaratan, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar dikalikan dengan faktor pengali
4. Bila data hasil uji kurang dari 15, maka kuat tekan rencana yang ditargetkan diambil sebesar $f'c + 12$ MPa

Tabel 3.1 Faktor Pengali untuk Deviasi Standar

Jumlah pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	-
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 lebih	1.00

Sumber : Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2005

c. Nilai tambah atau margin

Nilai tambah atau margin dihitung dengan rumus :

$$m = k \times s$$

dimana :

m = nilai tambah

k = tetapan statistik yang nilainya tergantung persentase hasil uji rendah

s = standar deviasi

d. Penetapan jenis semen yang digunakan

Jenis semen yang digunakan adalah semen type 1 dengan merk semen padang.

e. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat yang digunakan dari pasir alam dan kerikil alam, atau pasir alam dan batu pecah.

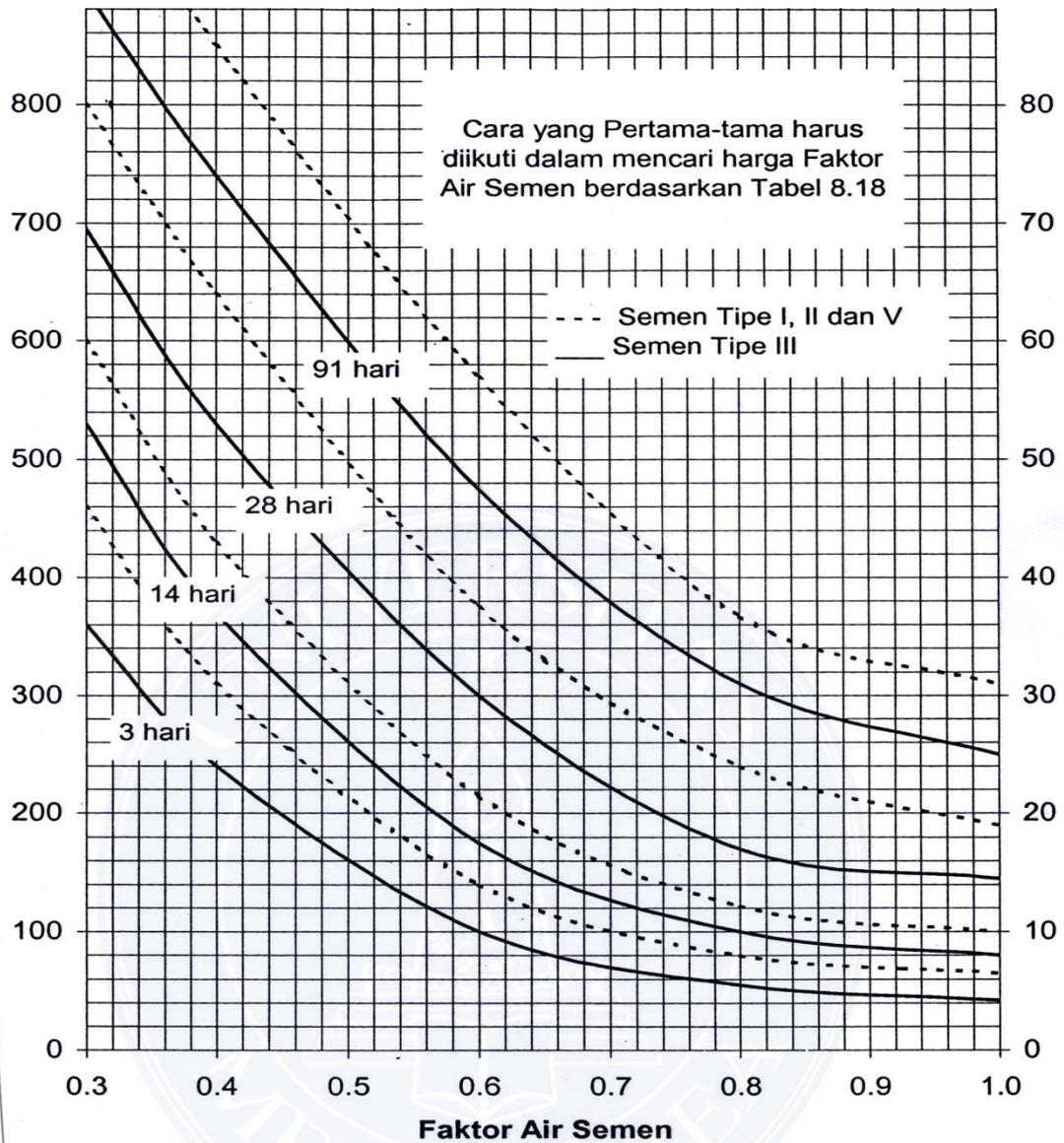
f. Penetapan faktor air semen

Berdasarkan jenis semen yang dipakai sehingga kuat tekan rata – rata silinder dan kubus yang direncanakan pada umur tertentu ditetapkan faktor air semen.

Tabel 3.2 Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0.5 dan Jenis Semen Serta Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis semen	Jenis agregat kasar	kekuatan tekan (MPa) pada umur				Bentuk Benda uji
		(hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I	Batu tak pecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	Kubus
Semen tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak pecah (alami)	20	28	40	48	Silinder
	Batu Pecah	23	32	45	54	Kubus
Semen portland Tipe III	Batu tak pecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	Kubus
	Batu tak pecah (alami)	25	31	46	53	Silinder
	Batu Pecah	30	40	53	60	Kubus

Sumber : Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2005



Gambar 3.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS untuk Benda Uji Kubus (150 x 150 x 150 mm)

g. Penetapan faktor air semen maksimum

Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dalam lingkungan khusus.

Tabel 3.3 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Konstruksi	Jumlah semen min dalam 1 m ³ beton (kg)	FAS
Beton dalam ruangan bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0.62
b. Keadaan keliling korosif	325	0.52
Beton di luar bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325	0.6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari	275	0.6
Beton yang masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering bergantian	325	0.55
b. Mendapatkan pengaruh sulfat alkali		
Beton yang terus menerus berhubungan dengan air :		
a. Air tawar		
b. Air laut		

Sumber : Tabel 3, SNI – T – 15 – 1991 – 03 : 7

h. Menentukan slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan didapatkan atau dapat memenuhi syarat workability.

i. Menetapkan ukuran agregat

Besar butir agregat maksimum dihitung berdasarkan ketentuan – ketentuan berikut :

1. Seperlima jarak terkecil antara bidang – bidang samping cetakan
2. Sepertiga dari tebal plat
3. Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang – batang atau berkas – berkas tulangan.

j. Menetapkan kadar air yang diperlukan

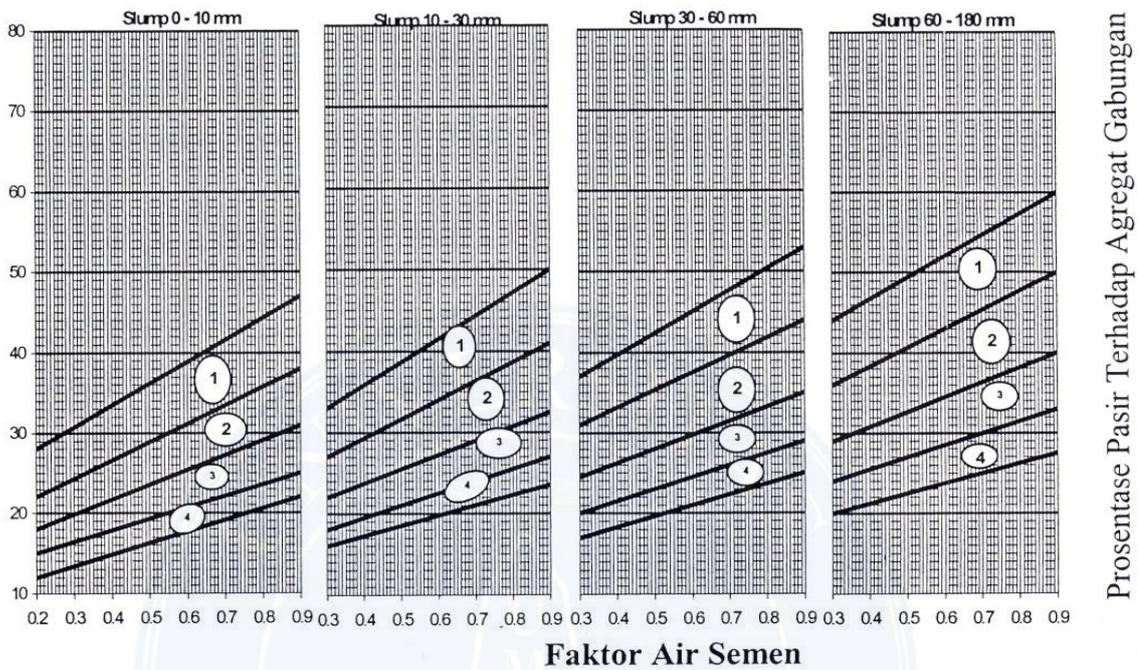
Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan

Tabel 3.4 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 - 100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2005

k. Susunan butir agregat halus



Gambar 3.2 Persentase Jumlah Pasir yang Dianjurkan Untuk Daerah Susunan Butir 1,2,3 dan 4 dengan Butir Maksimum Agregat 40 mm.

Dalam syarat gradasi menurut SK SNI T – 15 – 1990 – 03 dibagi menjadi 4 zona yaitu zona 1,2,3, dan 4. Untuk agregat gabungan dibagi menjadi 3 butiran maksimum 40, 20, 10.

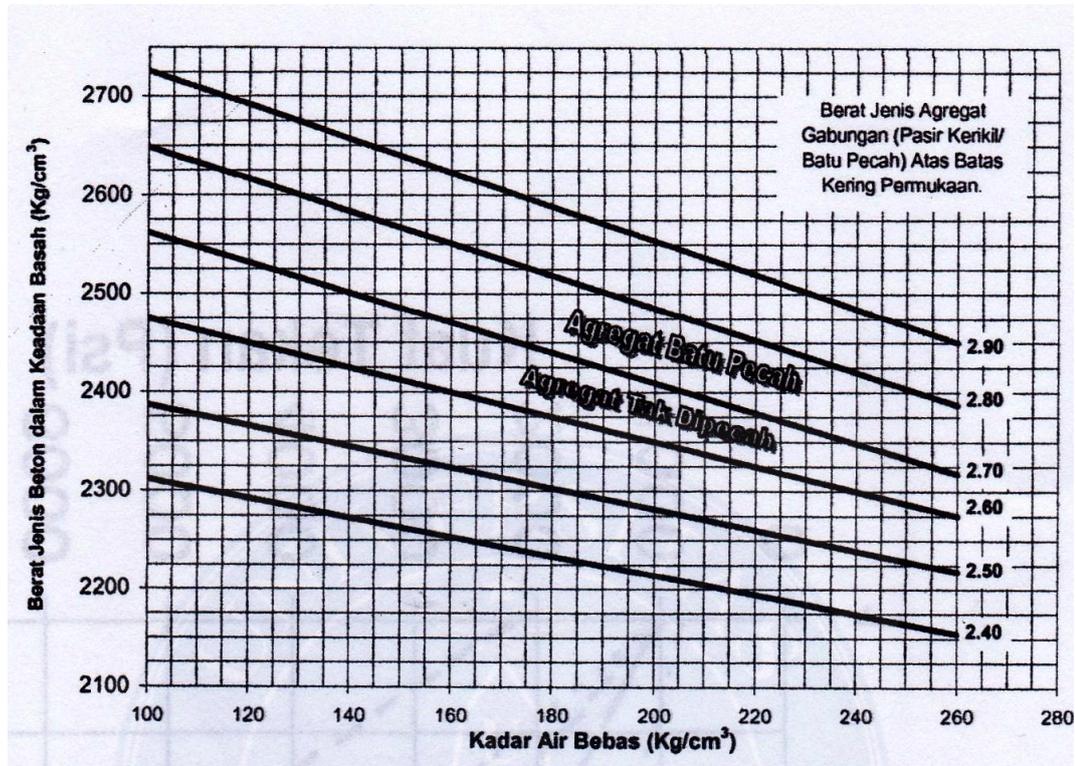
l. Berat jenis relatif agregat

Berat jenis agregat gabungan dihitung berdasarkan persamaan :

Berat jenis (BJ) gabungan =

$$[\% \text{ Ag. halus} \times \text{BJ. Ag. halus}] + [\% \text{ ag. kasar} \times \text{BJ. ag. kasar}]$$

m. Penentuan berat jenis beton



Gambar 3.3 Perkiraan Berat Jenis Beton Basah yang Dimampatkan Secara Penuh

n. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD), proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dilakukan terhadap kadar air dalam agregat minimum dan dihitung dengan rumus :

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100$$

$$\text{Agregat Halus} = C + (C_k - C_a) \times C/100$$

$$\text{Agregat Kasar} = D + (D_k - D_a) \times D/100$$

Kebutuhan agregat gabungan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bag} = \text{BJb} - \text{BS} - \text{BA}$$

Dimana :

B = jumlah Air (kg/m^3)

C = jumlah agregat halus (kg/m^3)

D = jumlah agregat kasar (kg/m^3)

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = absorpsi air pada agregat kasar (%)

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%)

Bag = berat agregat beton

BJb = berat jenis beton

BS = berat semen

BA = berat air

