

**BUKU PANDUAN PRAKTIKUM
TEKNOLOGI BETON**



PENYUSUN :
Fachriza Noor Abdi, S.T., M.T.
Firman, S.T.

**LABORATORIUM REKAYASA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MULAWARMAN**

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas limpahan rahmat dan hidayahnya, Buku Panduan Praktikum Teknologi Beton ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku petunjuk praktikum ini disusun sebagai panduan mahasiswa, dalam melaksanakan Praktikum Teknologi Beton. Beberapa perubahan dan penyempurnaan dilakukan terhadap buku edisi sebelumnya, dengan harapan agar sesuai dengan kurikulum yang diajarkan di mata kuliah Teknologi Bahan Bangunan.

Buku Panduan Praktikum Teknologi Beton ini, disusun oleh Tim Laboratorium Rekayasa Sipil. Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan penyusunan buku. Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada buku ini, sehingga masukan dari berbagai pihak yang terkait, sangat diharapkan demi perbaikan.

Akhir kata penyusun berharap agar Buku Panduan Teknologi Beto ini, dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh mahasiswa dalam melaksanakan Praktikum Teknologi beton.

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
PENDAHULUAN	iv
PETUNJUK UMUM	v
BAGIAN 1	1
BAGIAN 2	3
BAGIAN 3	7
BAGIAN 4	12
BAGIAN 5	14
BAGIAN 6	17
BAGIAN 7A	23
BAGIAN 7B	25
BAGIAN 7C	27
BAGIAN 8	30
RUJUKAN STANDAR PENGUJIAN	34

PETUNJUK UMUM

Dalam pelaksanaan praktikum, dianjurkan mengikuti pedoman yang ada, agar praktikum dapat berjalan dengan sempurna dan lancar. Oleh karena itu, mahasiswa/praktikan diharapkan untuk membaca pedoman sebelum melakukan praktikum.

Dalam melaksanakan praktikum, mahasiswa diwajibkan untuk :

1. Mempelajari dengan baik mengenai cara-cara melakukan/prosedur pelaksanaan pengujian yang akan dilaksanakan, sehingga dapat menjalankan praktikum dengan baik.
2. Memakai peralatan keselamatan kerja sesuai dengan sifat pekerjaan praktikum yang dilakukan, seperti peralatan pelindung mata, sarung tangan maupun penyaring debu.
3. Tidak boleh merokok
4. Menjaga kebersihan ruang/peralatan laboratorium, terutama setelah selesai melaksanakan pekerjaan praktikum. Praktikan bertanggung jawab untuk membersihkan ruangan kerja dan peralatan praktikum dari sisa-sisa bahan.
5. praktikan tidak dibenarkan tanpa sepengetahuan asisten atau teknisi melakukan pengoperasian peralatan praktikum yang memerlukan prosedur teknis dan mekanisme kerja khusus.
6. praktikan bertanggung jawab atas perbaikan kerusakan atau penggantian peralatan laboratorium, bila terjadi kelalaian didalam penggunaan peralatan yang mengakibatkan peralatan tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya.

BAGIAN 1

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT

1.1 Umum

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan sebagai koreksi takaran air dan agregat pada adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

1.2 Tujuan

Menentukan kadar air agregat dengan cara pengeringan.

1.3 Alat dan Bahan

1.3.1 Alat

Alat yang dibutuhkan pada pemeriksaan kadar air agregat adalah.

- timbangan
- oven yang suhunya dapat diatur sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar bagi tempat pengeringan agregat
- sekop kecil

Alat-alat yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Alat-alat pemeriksaan kadar air

1.3.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan pada pemeriksaan kadar air agregat adalah.

- a. agregat kasar
- b. agregat halus

1.4 Prosedur Pemeriksaan

Prosedur pemeriksaan kadar air agregat adalah sebagai berikut.

- a. Timbang dan catat berat talam (W1).
- b. Masukkan agregat kedalam talam, kemudian timbang talam berisi benda uji. Catatlah beratnya (W2).
- c. Keringkan agregat bersama talam dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ (**Gambar 1.2**) sampai mencapai berat tetap.



Gambar 1.2 Proses pengeringan agregat

- d. Setelah kering, agregat ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam (W3).

1.5 Perhitungan

Nilai kadar air agregat diperoleh menggunakan rumus berikut

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W2-W3}{W3-W1} \times 100 \%$$

Dimana,

- W1 : berat talam (gram)
W3 : berat talam + agregat semula (gram)
W5 : berat talam + agregat kering (gram)

BAGIAN 2

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

2.1 Umum

Berat jenis atau *specific gravity* adalah nilai perbandingan antara massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan berarti tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Jumlah rongga atau pori yang didapat pada agregat disebut porositas.

Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk menetapkan besarnya proporsi agregat dalam campuran beton. Sedangkan penyerapan akan mempengaruhi jumlah penambahan air pada campuran.

Macam-macam berat jenis yaitu:

- a. Berat jenis curah (bulk specific gravity)
Adalah berat jenis yang diperhitungkan terhadap seluruh volume yang ada (volume pori yang dapat dilewati air dan volume partikel).
- b. Berat jenis kering permukaan jenis (SSD specific gravity)
Adalah berat jenis yang memperhitungkan volume pori yang hanya dapat diresapi air ditambah dengan volume partikel.
- c. Berat jenis semu (apparent specific gravity)
Adalah berat jenis yang memperhitungkan volume partikel saja tanpa memperhitungkan volume pori yang dapat dilewati air, atau merupakan bagian *relative density* dari bahan padat yang terbentuk dari campuran partikel kecuali pori atau pori udara yang dapat menyerap air.
- d. Berat jenis efektif
Merupakan nilai tengah dari berat jenis curah dan semu,

2.2 Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan (*absorption*) dari agregat.

2.3 Alat dan Bahan

2.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada percobaan ini adalah.

- a. pengujian agregat kasar
 1. timbangan
 2. keranjang besi diameter 203.2 mm (8") dan tinggi 63.5 mm (2.5")
 3. alat penggantung keranjang
 4. oven listrik dengan suhu yang dapat diatur hingga 110 °c
 5. handuk
 6. talem logam
- b. pengujian agregat halus
 1. erlenmeyer dengan kapasitas 100 ml
 2. cetakan kerucut pasir (*metal sand cone*)
 3. tongkat pemadat dari logam untuk cetakan kerucut pasir.
 4. talem logam

alat-alat yang digunakan pada pengujian specific gravity dan penyerapan agregat dapat dilihat pada **Gambar 2.1** di bawah ini.



Gambar 2.1 Beberapa alat yang digunakan pada pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

2.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah.

- a. agregat kasar
- b. agregat halus
- c. air

2.4 Prosedur Pemeriksaan

Prosedur pemeriksaan *specific gravity* adalah sebagai berikut.

a. Agregat Kasar

1. Agregat kasar dibersihkan dan direndam sampai keadaan jenuh air.
2. Keringkan pada bagian permukaan agregat kasar dengan menggulungkan handuk sehingga diperoleh kondisi agregat jenuh kering permukaan/*saturated surface dry (SSD)*
3. Timbang agregat kasar dalam kondisi *SSD (A)*
4. Agregat kasar dimasukkan ke dalam keranjang yang digantung pada timbangan dan direndam kembali dalam air. Kemudian timbang setelah keranjang digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap (B).
5. Masukkan agregat kasar ke dalam talam logam kemudian keringkan pada temperatur $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampei berat tetap. Dinginkan kemudian timbang agregat kasar pada kondisi kering (C).

b. Agregat Halus

1. Bersihkan dan rendam agregat halus sampai kondisi jenuh air.
2. Agregat halus dikeringkan sampai diperoleh kondisi *SSD* dengan indikasi agregat halus agregat tersebut tercurah dengan baik.
Sebagian dari agregat halus dimasukkan pada *metal sand cone*, lalu benda uji tersebut dipadatkan dengan tongkat pemadat (temper), diiringi dengan tumbukan sebanyak 25 kali. Kondisi *SSD* agregat halus diperoleh apabila cetakan tersebut diangkat maka butiran butiran pasir longsor / runtuh.
3. Timbang agregat halus pada keadaan *SSD* sebanyak 500 g (D).
4. Agregat halus kering dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi sedikit air (kira-kira agregat terendam air). Bebaskan gelembung-gelembung udara dengan cara menggoyang-goyangkan labu ukur. Tambahkan air sampai 1000 ml lalu timbang erlenmeyer yang berisi agregat halus dan air (E).

5. Keluarkan agregat halus dari labu ukur dan masukkan ke dalam talem logam tanpa ada agregat halus yang terbang sedikitpun.
6. Masukkan air ke dalam erlenmeyer sampai 1000 ml lalu timbanglah erlenmeyer yang berisi air (F).
7. Agregat halus dalam talem logam dikeringkan pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai kadar air nol persen lalu ditimbang (G).

2.5 Perhitungan

Hasil pemeriksaan *specific gravity* dan penyerapan dihitung menggunakan rumus berikut.

a. Agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Apparent Specific Gravity} &= C / (C - B) \\ \text{Bulk Spesific Gravity Kondisi kering} &= C / (A - B) \\ \text{Bulk Spesific Gravity kondisi SSD} &= A / (A - B) \\ \text{Prosentase penyerapan (absorption)} &= [(A - C) / C] \times 100\% \end{aligned}$$

dimana,

A : berat agregat kasar kondisi SSD (gram)

B : berat agregat kasar dalam air (gram)

C : berat agregat kasar kering oven (gram)

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Apparent Spesific Gravity} &= G / (G + F - E) \\ \text{Bulk Spesific Gravity kondisi kering} &= G / (D + F - E) \\ \text{Bulk Spesific Gravity kondisi SSD} &= D / (D + F - E) \\ \text{Prosentase penyerapan (absorption)} &= [(D - G) / G] \times 100\% \end{aligned}$$

dimana :

D : berat agregat halus kondisi SSD (gram)

E : berat labu ukur + agregat halus + air (gram)

F : berat labu ukur + air (gram)

G : berat agregat halus kering (gram)

BAGIAN 3 ANALISIS SARINGAN AGREGAT

3.1 Umum

Gradasi dapat dibedakan menjadi tiga yaitu, menerus, seragam dan sela. Untuk mendapatkan campuran beton yang baik kadang-kadang kita harus mencampur beberapa jenis agregat. Untuk itu pengetahuan mengenai gradasi ini pun menjadi penting. Dalam pekerjaan beton yang banyak dipakai adalah agregat normal dengan gradasi yang harus memenuhi syarat standar, namun untuk keperluan yang khusus sering dipakai agregat ringan ataupun agregat berat.

Menurut *British Standard* (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S.

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12.5 mm
40	95-100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12.5	-	-	90 -100
10	10 - 35	25 - 55	40 -85
4.8	0 - 5	0 - 10	0 -10

Menurut peraturan di Inggris (*British Standard*) yang juga dipakai di Indonesia saat ini (dalam SK SNI T-15-1990-03) kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir kasar (daerah I), pasir agak kasar (daerah II), pasir agak halus (daerah III) dan pasir halus (daerah IV) seperti dalam **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Batas Gradasi Agregat Halus (BS)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4.8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1.2	30 - 70	55- 90	75 - 100	90 -100
0.6	15 - 34	35 - 59	60 -79	80 -100
0.3	5 - 20	8 -30	12 - 40	15 - 50
1.5	0 - 10	0 - 10	0 -10	0 -15

Keterangan :

- Daerah gradasi I : Pasir Kasar

- Daerah gradasi II : Pasir agak kasar
- Daerah gradasi III : Pasir Halus
- Daerah gradasi IV : Pasir agak Halus

ASTM C.33-86 dalam "*Standar Spesification for Concrete Aggregates*" memberikan syarat gradasi agregat halus, dimana agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya.

3.2 Tujuan

Menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan untuk menentukan posentase masing-masing agregat dalam perencanaan adukan beton.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada pengujian analisis saringan agregat adalah.

- a. timbangan
- b. seperangkat saringan dengan ukuran :
 - 1.5 inch (37.5 mm)
 - 1 inch (25 mm)
 - $\frac{3}{4}$ inch (19 mm)
 - $\frac{1}{2}$ inch (12.5 mm)
 - $\frac{3}{8}$ inch (9.5 mm)
 - No. 4 (4.75 mm)
 - No. 8 (2.36 mm)
 - No. 16 (1.18 mm)
 - No. 30 (0.6 mm)
 - No. 50 (0.3 mm)
 - No. 100 (0.15 mm)
 - Pan
- c. oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk pemanasan sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{c}$
- d. mesin penggetar saringan (*sieve shaker*) (**Gambar 3.1**)
- e. loyang
- f. kuas, sikat, sendok dan alat-alat lainnya

Beberapa alat yang digunakan pada pengujian ini seperti yang terlihat pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Mesin penggetar dan seperangkat saringan

3.3.2 Bahan

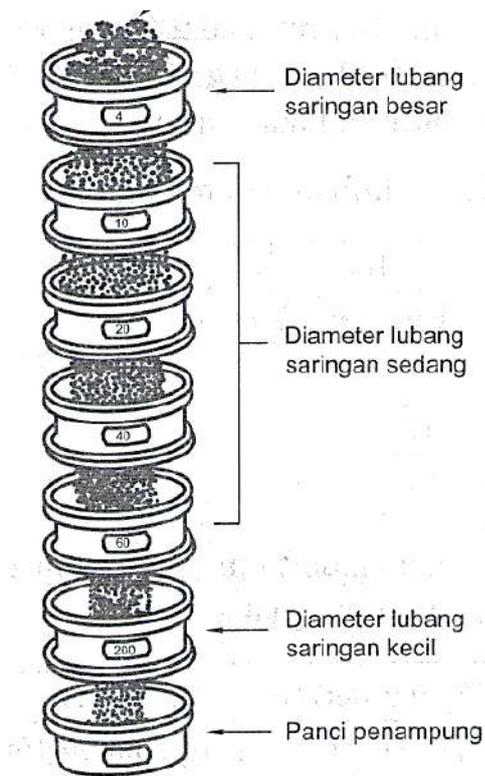
Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah.

- a. agregat kasar
- b. agregat halus

3.4 Prosedur pengujian

Prosedur pengujian analisis saringan agregat adalah sebagai berikut.

- a. Siapkan agregat pada kondisi kering dengan berat tetap, untuk agregat halus sebanyak 1000 gram dan untuk agregat kasar 2500 gram.
- b. Agregat dicurahkan pada seperangkat saringan (**Gambar 3.2**). Susunan saringan dimulai dengan saringan paling besar dari atas ke bawah. Agregat kasar urutan saringan dimulai dari saringan ukuran 1,5 inch sampai saringan no.4. Agregat halus urutan saringan dimulai dari saringan ukuran 3/8 inch sampai saringan no.100.
- c. Perangkat saringan diguncang dengan tangan atau *sieve shaker* selama waktu tertentu sesuai banyaknya agregat.
- d. Timbang massa agregat yang tertahan disetiap saringan dan catat.



Gambar 3.2 Skema uji saringan

3.5 perhitungan

hasil pengujian saringan agregat dapat diisi dan dihitung langsung pada Lampiran 1. Buat grafik hubungan antara ukuran butir agregat dan persen lolos saringan. tentukan kualifikasi agregat sesuai **Tabel 3.1** untuk agregat kasar dan **Tabel 3.2** untuk agregat halus

Formulir data analisis saringan

No.saringan	Ukuran saringan (mm)	Tertahan saringan			Persen lolos saringan %
		Massa (M) (gram)	(M/T)x100 (%)	kumulatif (%)	
1,5"	37.5				
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12				
3/8"	9.5				
no.4	4.75				
No.8	2.38				
No.16	1.19				
No.30	0.6				
No.50	0.3				
No.100	0.15				
Pan					
Total (T)					
MHB = (total/100)					

BAGIAN 4

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PADA AGREGAT

4.1 Umum

Kadar lumpur yang terkandung dalam agregat akan mempengaruhi mutu beton. Agar agregat memenuhi syarat teknis pada campuran beton, SII.0052 menentukan batas maksimal kadar lumpur agregat untuk beton. Untuk agregat kasar kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (0.075 mm) maksimum 1 %, sedangkan untuk agregat halus batas maksimum sebesar 5 %.

4.2 Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah menentukan persentase lumpur dalam agregat halus dan agregat kasar

4.3 Alat dan Bahan

4.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada pemeriksaan kadar lumpur adalah

- a. untuk agregat kasar
 1. loyang
 2. timbangan
 3. oven listrik
 4. sekop kecil
- b. untuk agregat halus
 1. gelas ukur 500 ml
 2. sendok

4.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah

- a. agregat kasar
- b. agregat halus
- c. air

4.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian kadar lumpur pada agregat adalah sebagai berikut

- a. Agregat kasar.
 1. Keringkan dalam oven benda uji dalam keadaan lapangan sampai beratnya tetap (K1).
Timbang agregat tersebut.
 2. Cuci agregat guna melarutkan lumpur.
 3. Keringkan kembali dalam oven benda uji sampai beratnya tetap dan timbang agregat tersebut (K2).
- b. Agregat halus.
 1. Agregat halus benda uji dimasukkan kedalam gelas ukur.
 2. Tambahkan air kedalam gelas ukur guna melarutkan lumpur.
 3. Gelas dikocok untuk memisahkan pasir dari lumpur.
 4. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap.
 5. Setelah kurang lebi 24 jam ukur tinggi pasir (V1) dan tinggi lumpur (V2).

4.5 Perhitungan

Hasil perhitungan kadar lumpur dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{kadar lumpur agregat kasar} = \frac{K1-K2}{K1} \times 100 \%$$

dimana

K1 : berat agregat kering kotor (gram)

K2 : berat agregat bersih (gram)

$$\text{kadar lumpur agregat halus} = \frac{V2}{V1+V2} \times 100 \%$$

dimana,

V1 : tinggi pasir (mm)

V2 : tinggi lumpur (mm)

BAGIAN 5

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

5.1 Umum

Kekuatan agregat terutama agregat kasar merupakan salah satu penentu mutu beton. Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat. Keerasan atau kekuatan butiran agregat tergantung dari bahannya dan tidak terpengaruh ikatan antara butirannya. Untuk menguji agregat dapat menggunakan *Los Angeles Test* sesuai dengan SII. 0052-80 untuk agregat normal. Pengujian ini memeriksa nilai keausan agregat atau bagian hancur agregat yang lolos saringan no.12 dengan satuan persen. Syarat mutu agregat sesuai SII.0052-80 dapat dilihat pada **Tabel 5.1**.

Tabel 5.1 Syarat mutu kekuatan agregat sesuai SII. 0052-80

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dengan bejana geser Los Angeles, Bagian hancur menembus ayakan 1,7 mm,% maks.
Beton Kelas I dan mutu B_0 dan B_1	40 – 50
Beton Kelas II dan mutu K.125, K.175 dan K.225	27 – 40
Beton Kelas III dan mutu > K.225 atau beton pra-tekan.	Kurang dari 27

5.2 Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

5.3 Alat dan Bahan

5.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada pengujian Los Angeles adalah sebagai berikut

- a. mesin Los Angeles
- b. saringan no. 12 dan saringan-saringan lainnya seperti yang tercantum dalam **Tabel 5.2**.
- c. timbangan dengan ketelitian 0.5 gram.

- d. bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4.68 cm dan dan berat masingmasing antara 390 sampai 445 gram.
- e. oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanaskan sampai $(100 + 5)^{\circ}\text{C}$.



Gambar 5.1 Mesin Los Angeles dan bola-bola baja

5.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian adalah.

- a. agregat kasar dengan berat dan gradasi benda uji sesuai dengan **Tabel 5.2**.
- b. air

Tabel 5.2 Berat, gradasi agregat dan jumlah bola baja

Ukuran Saringan		Berat dan Gradasi Benda Uji (gram)						
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D	E	F	G
76.23	63.53					2500		
63.53	50.82					2500		
50.82	38.12					5000	5000	
38.12	25.41	1250					5000	5000
25.41	19.05	1250						5000
19.06	12.7	1250	2500					
12.71	9.51	1250	2500					
9.51	6.35			2500				
6.35	4.75			2500				
4.76	2.36				5000			
Jumlah Bola		12	11	8	6	12	12	12
Jumlah Putaran		500	500	500	500	1000	1000	1000

5.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles adalah sebagai berikut

1. Siapkan benda uji sesuai daftar pada **Tabel 5.2**
2. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
3. Benda uji dan bola-bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles.
4. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm
5. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin, kemudian saring dengan ukuran No.12.
6. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih selanjutnya dikeringkan dalam oven sampai suhu tetap.

5.5 Perhitungan

Nilai keausan agregat dapat dihitung menggunakan rumus, keausan = $\frac{A-B}{A} \times 100\%$

dimana :

A = Berat benda uji semula (gram)

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

BAGIAN 6

PERANCANGAN CAMPURAN

(SK. SNI.T -15-1990-03)

Metode perancangan campuran yang digunakan adalah metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI.T-15-1990-03. Langkah hitungan terbagi dalam 22 langkah. Adapun langkahnya sebagai berikut :

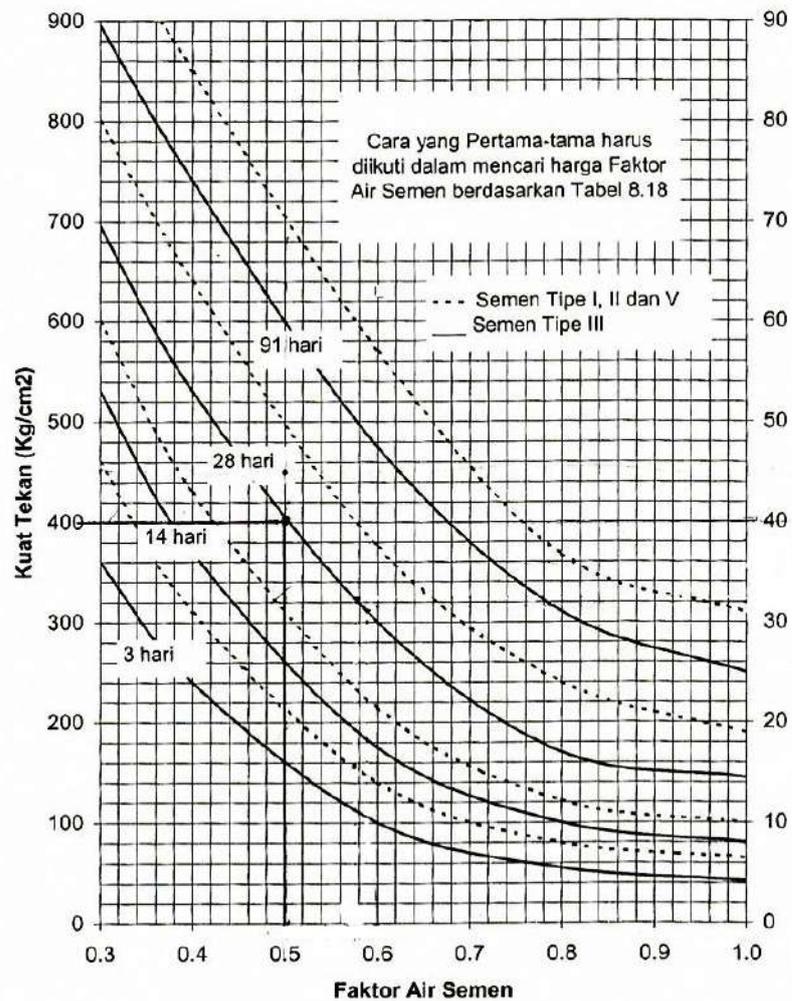
- (1) Tentukan kuat tekan beton yang direncanakan sesuai dengan syarat teknis atau yang dikehendaki. Kuat tekan ($f'c$) ini ditentukan pada umur 28 hari.
- (2) Hitung deviasi standar (s) berdasarkan data lalu.
- (3) Hitung nilai tambah (m), dimana $m=1.64xs$. jika data deviasi standar tidak ada, ambil $m=12$ MPa.
- (4) Hitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan ($f'cr$), dimana $f'cr=f'c+m$, yaitu langkah (1)+(3).
- (5) Tetapkan jenis semen yang digunakan.
- (6) Tentukan jenis agregat yang digunakan, untuk agregat halus dan agregat kasar.
- (7) Tentukan FAS, jika menggunakan gambar 6.1 ikuti langkah berikut:
 - (a) Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari berdasarkan jenis semen dan agregat kasar serta rencana pengujian kuat tekan, menggunakan **Tabel 6.1** untuk FAS 0.5, sesuai dengan jenis semen dan agregat yang digunakan.

Tabel 6.1 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, (hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	91	
Semen <i>Portland</i> Tipe I / Semen tahan sulfat Tipe II, IV	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

- (b) Lihat **Gambar 6.1** benda untuk uji kubus, tarik garis tegak lurus pada FAS 0.5, sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan.

- (c) Tarik garis mendatar dari kuat tekan yang didapat dari **Tabel 6.1**, sampai memotong garis tegak lurus untuk FAS 0.5.
- (d) Gambar kurva baru mengikuti pola kurva lama sesuai jenis semen dan umur beton melalui perpotongan garis pada poin (c)
- (e) Dari kurva baru tersebut tarik garis mendatar untuk kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru tersebut. Kemudian tarik ke bawah hingga didapat nilai FAS.



Gambar 6.1 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen untuk benda uji kubus (150x150x150) mm³

- (8) Tetapkan FAS maksimum menurut **Tabel 6.2**. Dari langkah (7) dan (8) pilih yang paling **rendah**.

Tabel 6.2 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Deskripsi	Jumlah Semen Minimum dalam 1 m ³ beton (kg)	FAS
Beton di dalam ruangan bangunan:		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Beton di luar ruang bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0.60

- (9) Tetapkan nilai *slump*
- (10) Tetapkan ukuran butir nominal agregat maksimum.
- (11) Tentukan nilai kadar air bebas dari **Tabel 6.3**. Kadar air bebas untuk agregat gabungan = $\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$, dimana W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus, dan W_k untuk agregat kasar.
 untuk permukaan agregat yang kasar, harus ditambah air kira-kira 10 liter per meter kubik beton.

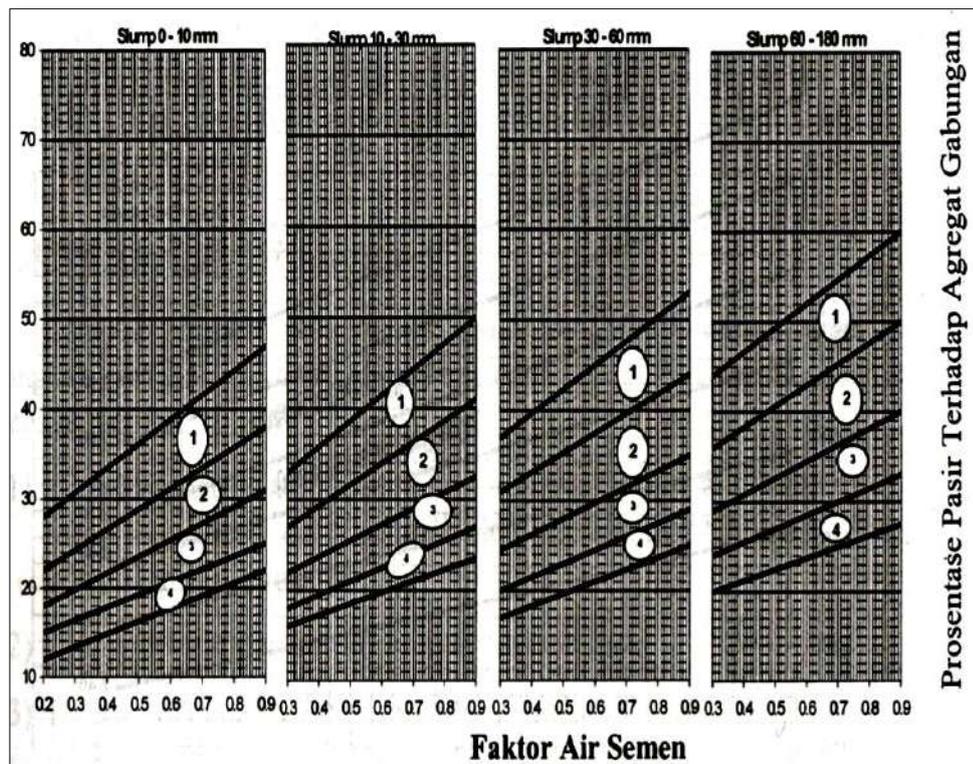
Tabel 6.3 Perkiraan kadar air bebas (kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapatingkat kemudahan pekerjaan adukan

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	<i>Slump</i> (mm)			
		0 - 10	10-30	30-60	60-180
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

- (12) Hitung jumlah semen yang besarnya dihitung dari kadar air bebas dibagi FAS, yaitu langkah (11) : (8).
- (13) Jumlah semen maksimum diabaikan jika tidak ditetapkan.
- (14) Tentukan jumlah semen minimum dari **Tabel 6.2**
- (15) Tentukan FAS yang disesuaikan. Jika jumlah semen berubah karena jumlahnya lebih kecil dari jumlah semen minimum atau lebih besar dari jumlah semen maksimum,

maka FAS harus dihitung kembali. Jika jumlah semen yang dihitung dari langkah (12) berada diantara maksimum dan minimum, atau lebih besar dari minimum namun tidak melebihi jumlah maksimum kita bebas memilih jumlah semen yang kita gunakan.

- (16) Tentukan jumlah susunan butir agregat halus, sesuai dengan syarat SK.SNIT-15-1990-03 (Lihat syarat zona gradasi agregat halus pada **Tabel 3.2**).
- (17) Tentukan persentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai *slump* , FAS, dan besar nominal agregat maksimum. (**Gambar6.2**)



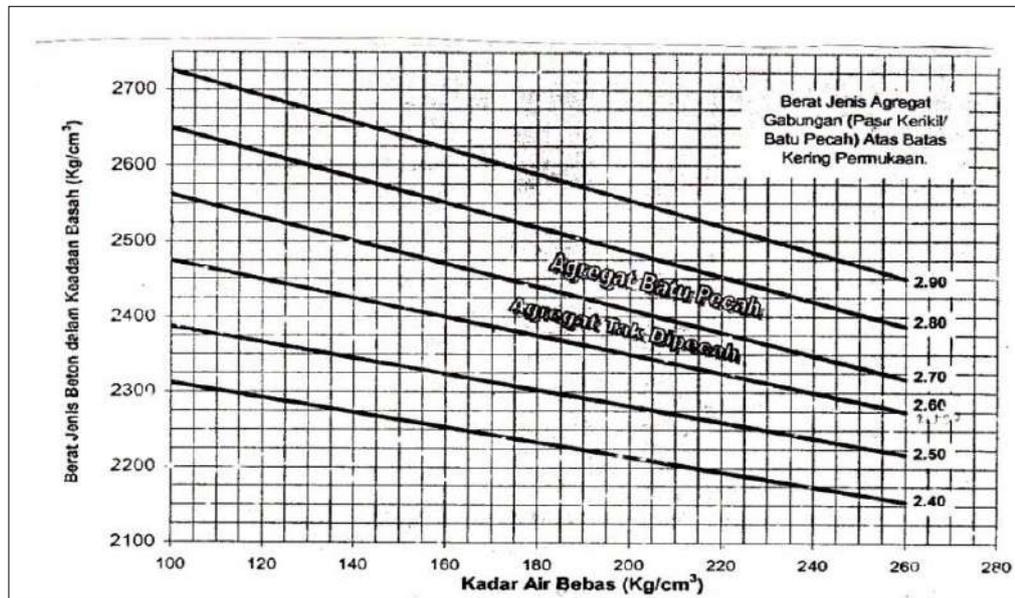
Gambar 6.2 Prosentase yang dianjurkan untuk daerah susunan butir 1, 2, 3, dan 4 untuk butir agregat maksimum 40 mm

- (18) Hitung berat jenis relatif agregat.

Tabel 6.4 Berat Jenis relatif agregat

		Agregat halus	Agregat kasar
(1)	Berat jenis (kondisi SSD)		
(2)	Proporsi dalam beton		
(3)	Berat jenis relatif	$\sum (1) \times (2)$	

- (19) Tentukan berat jenis beton menurut **Gambar 6.3**, berdasarkan nilai berat jenis relative agregat dan kadar air bebas (Langkah 11).



Gambar 6.3 Perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh

- (20) Hitung kadar agregat gabungan yaitu berat jenis beton dikurangi dengan berat semen ditambah air. Langkah (19)-[(15)+(11)].
- (21) Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikalikan persentase agregat halus dalam campuran. Langkah (20)x(17)
- (22) Hitung kadar agregat kasar, yaitu agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus. Langkah (20-21).
- (23) Kebutuhan teoritis untuk 1 m³ beton adalah :
- | | |
|---------------|--------------|
| Semen | Langkah (12) |
| Air | Langkah (11) |
| Agregat Halus | Langkah (21) |
| Agregat Kasar | Langkah (22) |
| Total | Langkah (20) |
- (24) Koreksi campuran dilakukan terhadap jumlah air yang terdapat dalam agregat dari hasil pengujian kadar air dan penyerapan, untuk pelaksanaan di laboratorium. koreksi campuran dan kebutuhan aktual aduakan diisi dalam tabel pada Lampiran 2.

Tabel koreksi campuran dan kebutuhan aktual adukan beton

		Semen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
(1)	Kadar Air				
(2)	Penyerapan				
(3)	Kebutuhan teoritis				
(4)	Koreksi = $\frac{((1)-(2)) \times (3)}{100}$				
(5)	Koreksi kebutuhan Agregat = $(3)+(4)$				
(6)	Koreksi kebutuhan air (kg) = $(3)-$ koreksi agregat $\sum(4)$				
(7)	Kebutuhan aktual (terkoreksi) 1 m ³ beton	342	139	900	1069
(8)	Perbandingan dalam berat (semua dibagi berat semen)	1	0.41	2.63	3.13
kebutuhan aktual adukan sampel kubus (15x15x15)cm ³					
(9)	Volume Kubus (m ³) = 0.15 ³	3.375x 10 ⁻³ m ³			
(10)	Volume ...Sampel kubus = ... x (9)				
(11)	Volume dinaikkan 20% = $(10) + [20\% \times (10)]$				
(12)	Kebutuhan aktual adukan sampel kubus = $(7) \times (11)$				

BAGIAN 7A

PEMBUATAN CAMPURAN BETON

Setelah ditetapkan proporsi campuran, selanjutnya akan dilakukan pembuatan campuran beton.

7.1 Alat dan Bahan

7.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan campuran beton adalah

- a. *concrete mixer* (**Gambar 7.1**)
- b. sekop kecil
- c. kantong plastik
- d. talam / wadah
- e. timbangan



Gambar 7.1 *Concrete mixer*

7.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan campuran beton adalah

- a. semen
- b. air

- c. agregat halus
- d. agregat kasar

7.2 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pembuatan campuran beton adalah sebagai berikut.

- a. Persiapan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
- b. Masukkan agregat halus dan semen ke dalam *concrete mixer*, lalu hidupkan mesin sampai campuran merata
- c. Masukkan air sedikit demi sedikit (sisakan air, adukan jangan terlalu cair)
- d. Matikan mesin, lalu masukkan agregat kasar, hidupkan kembali
- e. Tambahkan air sisanya
- f. Aduk sampai adukan merata, dan persiapkan talam untuk tuangan adukan beton.
- g. Apabila adukan sudah merata, tuang adukan ke dalam talam, dan persiapkan *Slump Test*

BAGIAN 7B

SLUMP TEST

7.3 Tujuan

Slump test atau uji slump bertujuan sebagai penentuan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton basah.

7.4 Alat dan Bahan

7.4.1 Alat

Alat pengujian slump dapat dilihat pada **Gambar 7.2** dengan bagian-bagian sebagai berikut.

- a. cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tingi 30 cm. bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
- b. tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. ujungnya dibulatkan dan sebaiknya bahan tongkat terbuat dari baja tahan karat.
- c. alat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
- d. sekop kecil
- e. mistar pengukur.



Gambar 7.2 Alat-alat uji slump

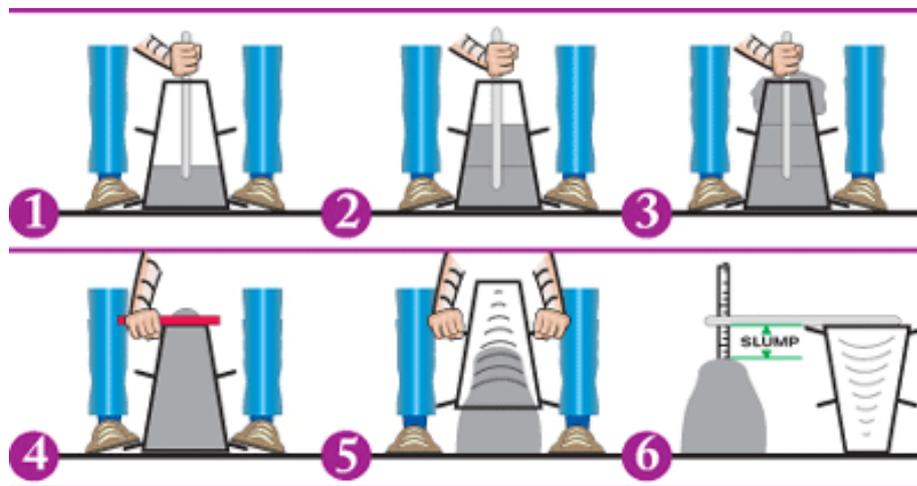
7.4.2 Bahan

Bahan yang diuji adalah beton segar setelah pencampuran beton, bagian 7A.

7.5 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian slump adalah sebagai berikut.

1. Letakkan cetakan diatas pelat
2. Letakkan cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam tiga lapis. Tiap lapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan (**Gambar 7.2**).
3. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat. Tunggu selama ½ menit, dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar harus dibersihkan.
4. Cetakan diangkat perlahan-lahan secara tegak lurus keatas.
5. Balikkan cetakan dan letakkan disamping benda uji.
6. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji. Nilai slump yaitu selisih tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.



Gambar 7.3 Pengujian slump beton segar

BAGIAN 7C

PEMBUATAN BENDA UJI

7.6 Tujuan

Membuat benda uji untuk pemeriksaan kekuatan beton.

7.7 Alat dan Bahan

7.7.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji beton adalah.

- a. cetakan kubus, diameter 15x15x15 cm
- b. tongkat pemadat diameter 16 mm, panjang 60 cm dengan ujung dibulatkan dibuat dari baja tahan karat.
- c. talam besar
- d. sendok beton
- e. palu karet

beberapa alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada **Gambar 7.3**.



Gambar 7.3 Alat-alat pembuatan benda uji beton

7.7.2 Bahan

bahan yang dibutuhkan adalah.

- a. beton segar
- b. pelumas

7.7.3 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pembuatan benda uji adalah sebagai berikut

- a. Cetakan dibersihkan disapu sebelumnya dengan pelumas mudah saat dilepaskan dari beton cetakan.
- b. Adukan beton diambil langsung dari wadah/talam adukan beton kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, secara bertahap. (2 lapisan untuk benda uji kubus dan 3 lapisan untuk benda uji silinder)
- c. Padatkan adukan dalam cetakan dengan cara ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat secara merata, lalu diketuk-ketuk dengan palu karet sampai permukaan adukan beton mengkilap (ilustrasi pada **Gambar 7.4**). Lakukan disetiap lapisan.



Gambar 7.4 Ilustrasi pemadatan benda uji beton

- d. Setelah selesai melakukan pemadatan, pada lapisan terakhir ratakan permukaan beton dan dengan sendok beton. Biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan ditempat terlindung yang bebas dari getaran.
- e. Setelah 24 jam bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.
- f. Rendamlah benda uji dalam bak peredam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan (*curing*). Selama waktu yang dikehendaki.

BAGIAN 8

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BETON

8.1 Tujuan

Menentukan kekuatan tekan beton berbentuk silinder/kubus yang dibuat dandirawat di laboratorium.

8.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan beton adalah

- a. mesin uji tekan beton (*compression machine*) sesuai kapasitas tekan yang dibutuhkan (**Gambar 8.1**)
- b. timbangan kapasitas 20 kg



Gambar 8.1 *Concrete compression machine*

8.3 Pengujian

Langkah-langkah pemeriksaan benda uji adalah sebagai berikut

- a. Timbang dan catat berat benda uji
- b. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
- c. Jalankan mesin tekan sehingga dilakukan pembebanan terhadap benda uji.
- d. Pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

- e. Lakukan prosedur a sampai d sesuai jumlah benda uji yang akan ditetapkan kekuatan tekan karakteristiknya.

8.4 Perhitungan

Hasil uji tekan sampel beton dihitung dengan langkah-langkah berikut untuk diketahui nilai kuat tekannya.

- a. Hitung Volume dan luas bidang tekan sampel beton
- b. Hitung berat isi beton (kg/m^3) = Berat beton / Volume beton
- c. Hitung nilai kuat tekan beton ($f'c$) aktual = Bacaan manometer (kg) / Luas Bidang (cm^2)

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Bacaan manometer (kN)} \times 1000/9.81}{\text{Luas bidang tekan (cm}^2\text{)}}$$

- d. tentukan nilai faktor koreksi
 1. Faktor koreksi bentuk (FKB) untuk sampel kubus yang digunakan tercantum pada **Tabel 8.1** di bawah.

Tabel 8.1 Pebandingan kuat tekan beton pada berbagai benda uji (PBBI, 1971)

Benda Uji	FKB
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1.00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0.95
Silinder 15 x 30 cm	0.83

2. Faktor koreksi umur (FKU) tercantum pada **Tabel 8.2** di bawah

Tabel 8.2 Perkembangan kuat tekan untuk semen Portland Tipe I (PB, 1989:16)

Umur Beton (hari)	FKU
3	0.46
7	0.70
14	0.88
21	0.96
28	1.00

- e. Hitung kuat tekan beton estimasi 28 hari ($f'c_{est}$) = $f'c / (\text{FKB} \times \text{FKU})$

f. Hitung kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) :

$$f'_{cr} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\sum \text{Kuat tekan beton}}{\sum \text{Sampel/ benda uji}}$$

g. Hitung standar deviasi (s)

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

dimana :

s = Standar deviasi (kg/cm²)

X_i = Nilai hasil kuat tekan 28 hari pada sampel benda uji.

\bar{x} = Nilai rata-rata kuat tekan umur 28 hari

n = Jumlah banyaknya sampel/benda uji.

h. Hitung faktor pengkali standar deviasi (k) untuk 3 sampel yang diuji adalah 0.39

i. Evaluasi nilai kuat tekan atau kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) = $f'_{cr} - (s \times k)$.

Data hasil perhitungan dapat diisi pada formulir yang tersedia pada Lampiran 3.

Data Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Bentuk benda uji :

Mutu rencana :

No.	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat isi (kg/m ³)	FKU	FKB	Bacaan manometer (kN)	Kuat tekan aktual (kg/cm ²)	Kuat tekan estimasi 28 H (kg/cm ²)	Kuat tekan karakteristik (kg/cm ²)
1									
2									
3									

RUJUKAN STANDAR PENGUJIAN

Nama Pengujian	Standar Teknis
Kadar Air Agregat	SNI 1971-2011
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	SNI 1969-2008 SNI 1970-2008
Keausan Agregat	SNI 3419-2008
Perancangan Campuran Beton	SNI T-15-1990-03 SNI 03-2834-2000
Slump	SNI 1972-2008
Pembuatan dan Perawatan Beton	SNI 2493-2011
Tekan Beton	SNI 03-1974-1990