

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Dasuki Jaya Beton. Kegiatan dalam penelitian ini mulai dari persiapan bahan, persiapan pembuatan beton, pengelolaan bahan-bahan uji serta pengujian kuat tekan beton.

Laboratorium PT. Dasuki Jaya Beton berlokasi di Kampung Gunung Melong, Jl. Raya Desa, Cikunir, Kec. Singaparna, Kab. Tasikmalaya Jawa Barat.

Lokasi disajikan dalam bentuk peta sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Lokasi Laboratorium PT. Dasuki Jaya Beton

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian dapat didefinisikan sebagai cara atau tahapan untuk mencapai tujuan dari penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan

metode kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium. Berikut adalah tahapan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Studi literatur dan pengumpulan data
2. Persiapan alat dan bahan
3. Pengujian bahan
4. Pembuatan benda uji
5. Pengujian benda uji (uji kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton)
6. Menganalisa data yang diperoleh dari pengujian
7. Kesimpulan dan saran

3.3 Alat dan Bahan

Dalam pembuatan beton silinder ini menggunakan beberapa alat-alat yang tersedia di Laboratorium PT. Dasuki Jaya Beton dan juga menggunakan bahan-bahan yang sudah di siapkan sebelumnya agar terlaksananya proses pembuatan beton yang menggunakan metode perbandingan berat dan volume.

3.3.1 Alat

Peralatan-peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Ayakan

Ayakan berfungsi untuk mengayak agregat.

b. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk menimbang berat sampel.

c. Sekop

Sekop berfungsi untuk memindahkan bahan-bahan dan mengaduk campuran beton.

d. Molen

Wadah untuk mengaduk semua bahan-bahan yang sudah dicampur.

e. Oven

Oven berfungsi untuk memanaskan agregat pada saat pengujian bahan

f. Sendok spesi

Sendok spesi berfungsi untuk memasukkan adonan beton ke dalam cetakan.

g. Cetakan

Cetakan yang digunakan pada penelitian ini berbentuk pelat, balok dan silinder.

h. Bak air

Bak air berfungsi untuk merendam benda uji yang sudah dilepas dari cetakan.

i. Mesin Pengujian Beton

Sebagai alat untuk menguji kekuatan tekan dan tarik belah beton

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *portland* tipe 1

2. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah

3. Agregat halus

Agregat halus / pasir yang digunakan adalah pasir cor dan sebelum melakukan pembuatan beton dilakukan penyaringan.

4. Air

Air digunakan berasal dari Laboratorium PT. Dasuki Jaya Beton, secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

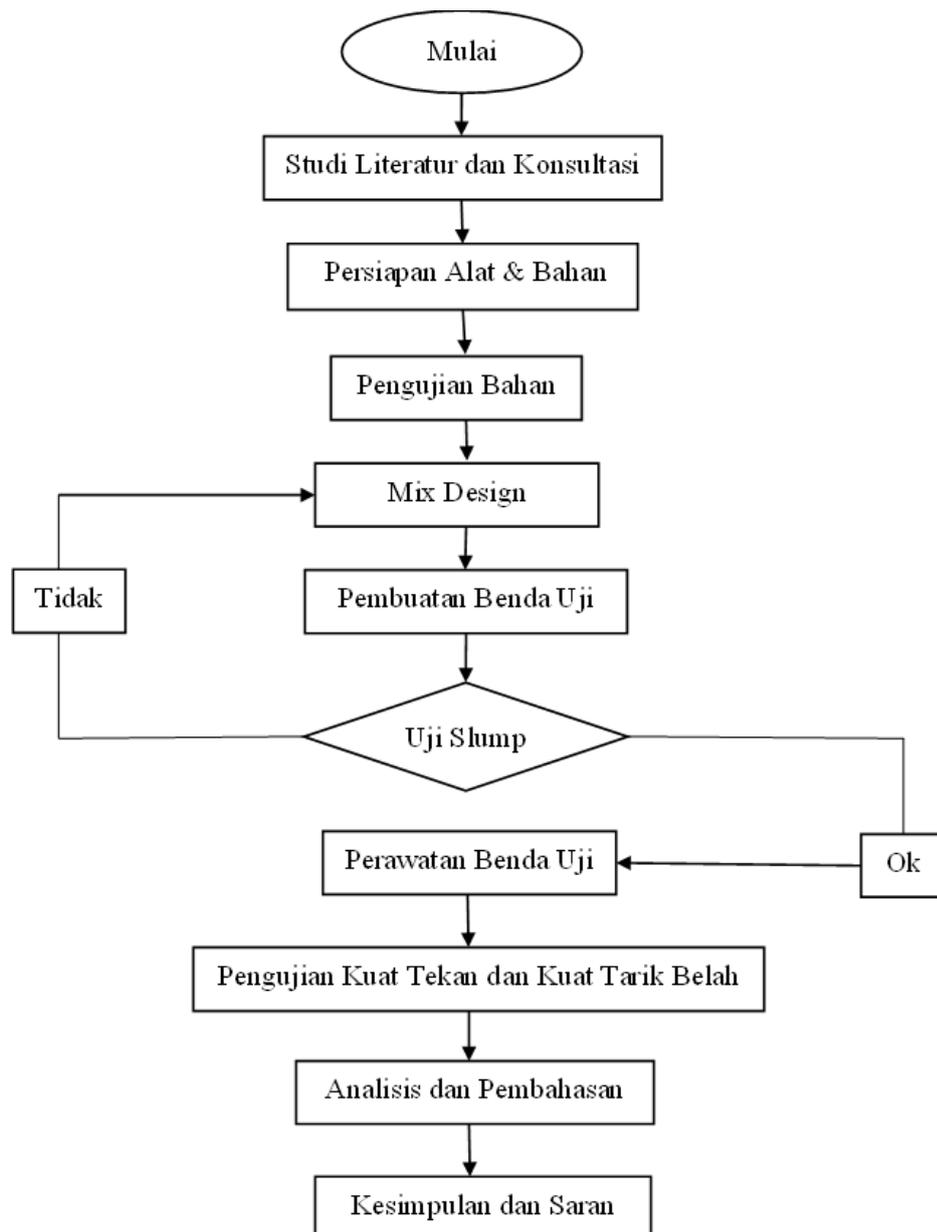
5. Superplasticizer

Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini yaitu Superplasticizer SPC

– 200

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian dalam pekerjaan beton meliputi sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Bagan Alur Penelitian

3.5 Tahapan Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mendapatkan *mix design*. Pengujian material bertujuan mengetahui sifat atau karakteristik yang terdapat dalam material tersebut sesuai dengan peraturan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian material penyusun beton :

3.5.1 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus dan Kasar

Tujuan pemeriksaan kadar air agregat adalah untuk menentukan kadar agregat dengan proses pengeringan. Agregat yang basah akan mempengaruhi campuran lebih besar dan meningkatkan faktor air semen, dan sebaliknya agregat yang kering akan menyerap air campuran dan menurunkan kelecakan beton. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat lapangan.

Peralatan yang dipakai dalam pengujian kadar air adalah Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 110 °C dan Talam logam tahan karat berkapasitas besar untuk mengeringkan benda uji. Bahan yang digunakan adalah pasir dan kerikil.

Prosedur pelaksanaan antara lain :

- 1) Berat talam ditimbang dan dicatat (W_1),
- 2) Masukkan benda uji ke dalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (W_2),
- 3) Berat benda uji dihitung ($W_3 = W_2 - W_1$),
- 4) Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap,

5) Setelah kerig timbang dan catat berat benda uji beserta alam (W_4), dan

6) Berat benda uji dihitung ($W_5 = W_4 - W_1$).

3.5.2 Analisis Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pengertian berat jenis agregat halus adalah rasio antara massa padat agregat halus dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Sedangkan penyerapan agregat halus adalah kemampuan agregat halus untuk menyerap air dalam kondisi kering sampai dengan kondisi jenuh kering permukaan.

Peralatan yang digunakan:

- Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram ,
- Piknometer dengan kapasitas 5000 gram,
- Kerucut terpancung, diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi ($75 \pm$ mm dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm,
- Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm,
- Saringan No. 4 (4,75 mm),
- Oven,
- Pengukuran suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C , 8) Talam dan Bejana tempat air.

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat (*quartering*) sebanyak 100 gram. Berat contoh agregat halus disiapkan sesuai kapasitas piknometer.

Berikut ini adalah prosedur pelaksanaannya :

1. Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik,
2. Berat piknometer yang berisi air sesuai kapasitas ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram,
3. Contoh agregat halus dimasukkan kedalam piknometer sesuai kapasitasnya. Piknometer diisi dengan air sampai 90% penuh kemudian goyang-goyang untuk membebaskan gelembung-gelembung udara. Timbang piknometer yang berisi contoh dan air, diamkan selama 24 jam,
4. Contoh benda uji dipisahkan dari piknometer dan keringkan pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama 24 jam, setelah kering kemudian benda uji ditimbang.

3.5.3 Analisis Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengertian berat jenis agregat kasar adalah rasio antara massa padat agregat kasar dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Sedangkan penyerapan agregat kasar adalah kemampuan agregat kasar untuk menyerap air dalam kondisi kering sampai dengan kondisi jenuh kering permukaan.

Peralatan yang digunakan antara lain:

- Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram yang mempunyai kapasitas 5 Kg,
- Keranjang kawat dengan ukuran 3,35 mm (No.6) atau 2,36 mm (No.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg,

- Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap,
- Oven,
- Alat pemisah sample, dan
- Saringan No. 4 (4,75 mm). Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, kira-kira 5 kg.

Prosedur pelaksanaan:

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu pada bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan,
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 110 0C sampai berat tetap, sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu pengeringan dengan oven,
3. Keringkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk),
4. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam,
5. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu,
6. timbang benda uji kering-permukaan jenuh (Bj),

7. letakkan benda uji didalam keranjang, guncangan 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),
8. Perhitungan berat jenis penyerapan $(500-Bk)/Bk \times 100\%$. Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan, bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

3.5.4 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus dan Kasar

Tujuan pemeriksaan berat isi agregat adalah untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar dan campuran yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

Peralatan yang digunakan harus memenuhi ketentuan berikut :

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 2 kg untuk contoh agregat halus, dan ketelitian 1 gram kapasitas 20 kg untuk contoh agregat kasar,
- Batang penusuk terbuat dari baja berbentuk batang lurus, berdiamater 16 mm dan panjang 610 mm dan ujungnya dibuat tumpul setengah bundar,
- Alat penakar berbentuk silinder terbuat dari logam atau bahan kedap air dengan ujung dan dasar yang benar-benar rata, kapasitas penakar sesuai dengan Tabel 3.1,

- Sekop atau sendok sesuai dengan kebutuhan,
- Peralatan kalibrasi berupa plat gelas dengan tebal minimum 6 mm dan paling sedikit 25 mm lebih besar daripada diameter takaran yang dikalibrasi.

Pengujian berat isi dalam agregat dilakukan sebagai berikut :

1. Kondisi Padat

Kondisi padat dapat dilakukan dengan cara tusuk dan cara ketuk :

a. Pengujian dengan cara tusuk sebagai berikut:

- 1) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata,
- 2) Tusuk lapisan agregat dengan 25 kali tusukan batang penusuk,
- 3) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas,
- 4) Isi penakar sampai berlebih dan tusuk lagi.
- 5) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata,
- 6) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri dan catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg, dan
- 7) Hitung berat isi agregat menurut rumus

b. Pengujian dengan cara ketuk sebagai berikut:

- 1) Isi agregat dalam penakar dalam tiga tahap sesuai ketentuan,
- 2) Padatkan untuk setiap lapisan dengan cara mengetuk-ngetukkan alas penakar secara bergantian di atas lantai yang rata sebanyak 50 kali,
- 3) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata sampai rata,

- 4) Tentukan berat penakar dan isinya sama seperti langkah diatas.
 - 5) Hitung berat isi.
2. Kondisi gembur
- Kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok prosedur pelaksanaan:
- 1) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan,
 - 2) Hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat,
 - 3) Ratakan permukaan dengan batang perata,
 - 4) Tentukan berat penakar dan isinya, dan berat penakar sendiri,
 - 5) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg,
 - 6) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah diatas.

3.5.5 Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar

Tujuan pengujian analisis saringan agregat adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam tabel atau grafik.

Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

1. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji,
2. Seperangkat saringan untuk analisis agregat halus,
3. Seperangkat saringan untuk analisis agregat kasar dengan.
4. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk pemanasan sampai 110°C,

5. Mesin pengguncang saringan,
6. Talam-talam, dan
7. Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat-alat lainnya.

Prosedur pelaksanaan dalam pengujian ini adalah benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu (10 ± 5)°C, sampai berat tetap. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai mulai dari saringan paling besar diatas. Perangkat saringan diguncangkan dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit. Perhitungannya adalah persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji dihitung.

3.5.6 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan Menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus, kandungan lumpur $< 5\%$ merupakan ketentuan peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton. Peralatan yang digunakan adalah gelas ukur dan alat pengaduk dan bahan yang digunakan adalah pasir dan air untuk melarutkan. Prosedur pelaksanaannya sebagai berikut :

- 1) Sampai benda uji dimasukkan kedalam gelas ukur,
- 2) Air ditambahkan pada gelas ukur guna melarutkan lumpur,
- 3) Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur,
- 4) Gelas disimpan pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam,
- 5) Tinggi pasir (V_1) dan tinggi lumpur (V_2) diukur
- 6) perhitungan kadar lumpur adalah $\frac{v_2}{v_1+v_2} \times 100\%$

3.6 Perancangan Campuran *Self Compacting Concrete* (SCC)

Perencanaan campuran beton SCC pada penelitian ini menggunakan metode Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-2834-2000. Berikut adalah langkah-langkahnya:

- 1) Menentukan kuat tekan rencana beton (f_c')

Mutu suatu beton dan penggunaannya dapat dilihat di tabel berikut ini :

Tabel 3. 1 Klasifikasi Mutu Beton Sesuai dengan Penggunaannya

Jenis beton	f_c' (Mpa)	Uraian
Mutu tinggi	$f_c' \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya
b Mutu sedang	$20 \leq f_c' < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti plat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	$15 \leq f_c' < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	$f_c' < 15$	Umumnya sebagai lantai kerja, penimbunan kembali beton.

- 2) Menentukan nilai deviasi standar (S)

Tabel 3. 2 Nilai Deviasi Standar untuk berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

3) Perhitungan nilai tambah / *margin* (M)

Jika sebelumnya tidak memiliki data ataupun pengalaman dalam pekerjaan beton ini maka nilai tambah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$M = 1,64 \times S$$

Dengan : M : nilai tambah (Mpa)

S : deviasi standar (Mpa)

4) Kuat tekan beton rata-rata

Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_{c} + M$$

Dengan : f'_{cr} : kuat tekan beton rata-rata (Mpa)

f'_{c} : kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)

M : nilai tambah (Mpa)

5) Menentukan jenis semen *portland*

Menurut PUBLI 1982 di Indonesia semen portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis I, II, III, IV, dan V. Jenis I merupakan jenis semen biasa, adapun jenis III merupakan jenis semen yang dipakai untuk struktur yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi, atau dengan kata lain sering disebut semen cepat mengeras. Pada langkah ini ditetapkan apakah pakai semen biasa atau semen yang cepat mengeras.

6) Penetapan jenis agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan, apakah berupa agregat alami (tidak dipecahkan) atau agregat jenis batu pecah (*crushed aggregate*)

7) Menentukan faktor air semen (f.a.s)

Faktor Air semen dapat dicari dengan dua cara , yaitu sebagai berikut :

- a. Perkiraan kekuatan tekan dari tabel di bawah ini dapat diketahui dari jenis semen, jenis agregat, bentuk benda uji yang digunakan dan umur beton pada kekuatan tekan.

Tabel 3. 3 Perkiraan Kukuatan Tekan (MPa) beton dengan faktor air semen 0,5 dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

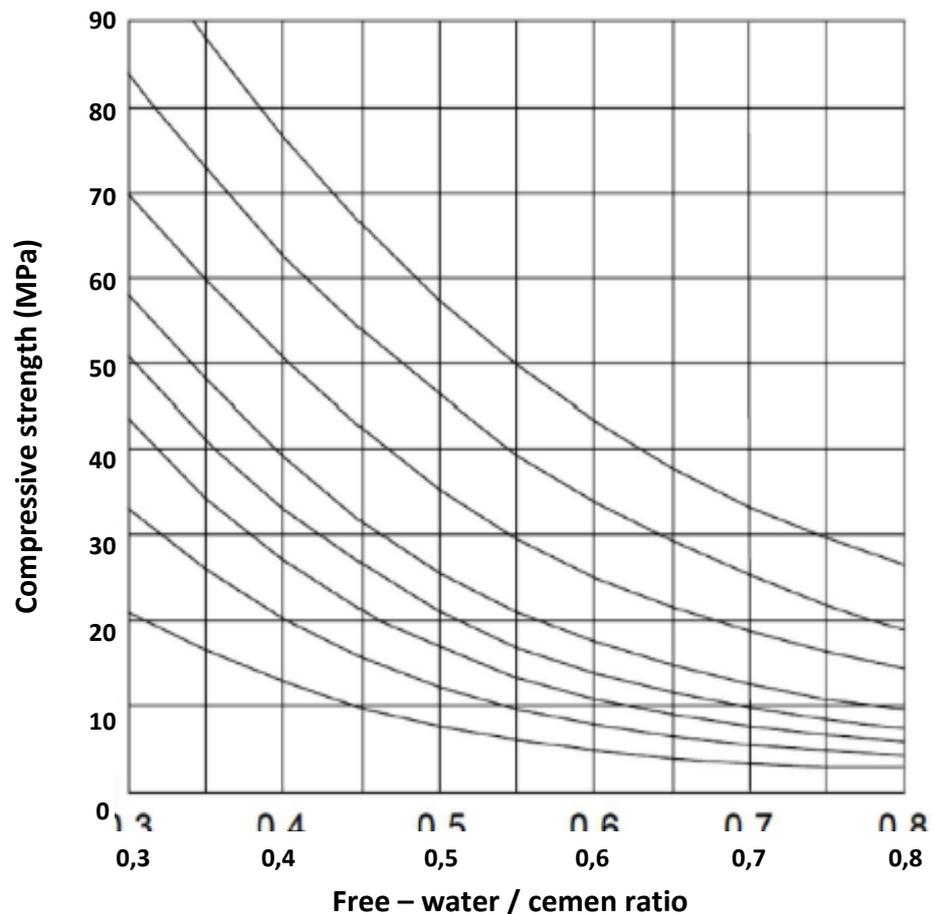
Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen <i>Portland</i> Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
		30	40	53	60	

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

- b. Setelah itu, lihat pada Gambar 3.3 yaitu tentang hubungan antara kuat tekan beton rata-rata dan faktor air semen dengan benda uji berbentuk silinder.
- c. Buat garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva dengan warna merah, selanjutnya buat garis lurus ke kanan dari angka kuat tekan beton yang telah ditentukan berdasarkan Tabel 3.3.
- d. Lalu buat garis lengkung melalui titik perpotongan dari sub. Butir b secara proporsional.
- e. Kemudian buat garis lurus ke kanan dari angka fcr sebesar yang

ditentukan sampai menyentuh garis lengkung (kurva baru) yang sudah dibuat atau ditentukan dari sub butir c, diatas.

- f. Selanjutnya buat garis lurus ke bawah melalui titik perpotongan tersebut. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Kekuatan Tekan Beton Untuk Benda Uji Silinder

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

8) Faktor air semen maksimum

Agar beton yang diperoleh tidak cepat rusak, maka perlu ditetapkan nilai faktor air semen maksimum. Jika nilai f.a.s maksimum ini lebih rendah dari pada nilai f.a.s dari langkah (7), maka nilai f.a.s maksimum ini yang dapat dipakai untuk perhitungan selanjutnya. Nilai faktor air semen

maksimum dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Persyaratan f.a.s dan jumlah semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per m³ beton (Kg)	Nilai f.a.s Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk ke dalam tanah		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 3.10
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		Tabel 3.11

9) Menentukan nilai *Slump*

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

10) Ukuran agregat maksimum

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan hasil uji analisis saringan agregat kasar yang telah dilakukan, dan ditetapkan sesuai dengan spesifikasi yang telah memenuhi syarat.

11) Nilai kadar air bebas

Penetapan Kadar Air Bebas/jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 3.5 Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3)

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

(Sumber : SNI 03-2834-2000)

Dari tabel diatas apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$\frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk$$

Keterangan :

Wh = Jumlah air untuk agregat halus

Wk = Jumlah air untuk agregat kasar

12) Jumlah semen

Jumlah atau Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi nilai kadar air bebas (dari langkah 11) dengan faktor air semen yang paling kecil diantara minimum atau maksimum (langkah 7 dan 8) .

13) Jumlah semen maksimum

Nilai semen maksimum didapat apabila ditetapkan sebelumnya.

14) Jumlah semen minimum

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus, misalnya lingkungan korosif, air payau dan air laut. Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan menggunakan tabel dibawah ini:

Tabel 3.6 Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan Dan Lingkungan Khusus.

Kondisi Lapangan	Jumlah semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruangan bangunan	
a. Keadaan keliling no korosif	275
b. Keadaan keliling korosif di sebabkan oleh kondensi atau uap-uap korosif	325
Beton di luar ruangan :	325
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. Mendapatkan pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	Lihat SNI 03-2834-2000
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air :	
a. air tawar	Lihat SNI 03-2834-2000
b. air laut	

15) Faktor air semen yang disesuaikan

Tentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali;

16) Menentukan susunan butir agregat halus

Berdasarkan gradasi (hasil analisis saringan) agregat halus yang akan dipakai dengan klasifikasi menjadi 4 daerah (zona). Penentuan daerah gradasi itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan untuk tabel. Dengan tabel tersebut agregat halus dapat dimasukkan menjadi salah satu dari 4 daerah, yaitu daerah 1,2,3, dan 4.

Tabel 3.7 Susunan Butir Agregat Halus

No Saringan (mm)	Persen berat butir yang lewat saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona 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
0.15	0-10	0-10	01-10	0-15

(Sumber :Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007)

Ket : -Zona I = pasir kasar
 -Zona II = pasir agak kasar
 -Zona III = pasir halus
 -Zona IV = pasir agak halus

17) Menentukan susunan agregat kasar

Berdasarkan hasil analisis saringan agregat kasar yang akan dipakai dengan klasifikasi menjadi 4 ukuran maksimum. Penentuan ukuran

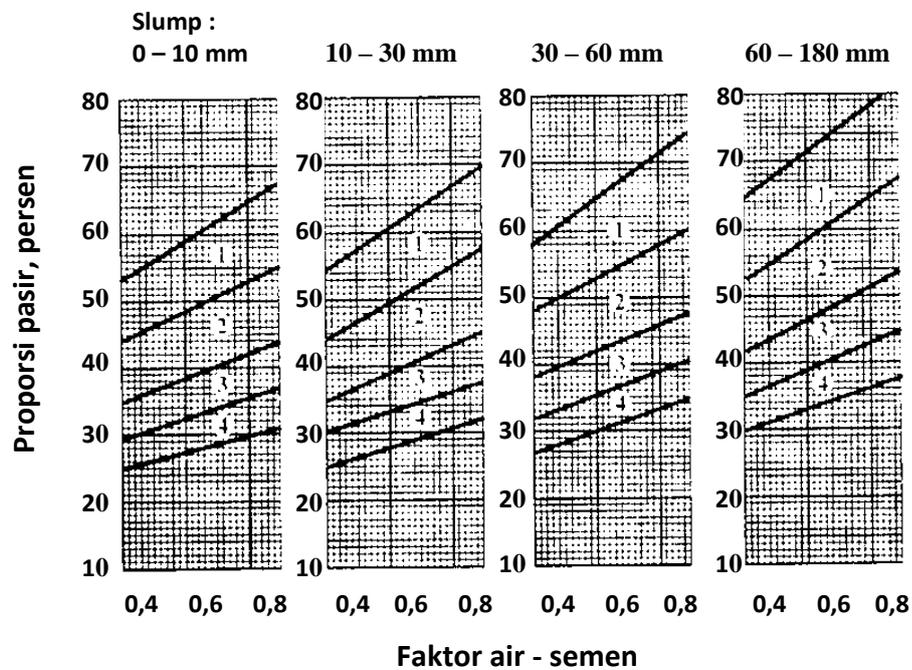
maksimum itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan untuk tabel. Berikut ini adalah tabel persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (kerikil atau koral).

Tabel 3.8 Persyaratan Batas-batas susunan besar butir agregat kasar

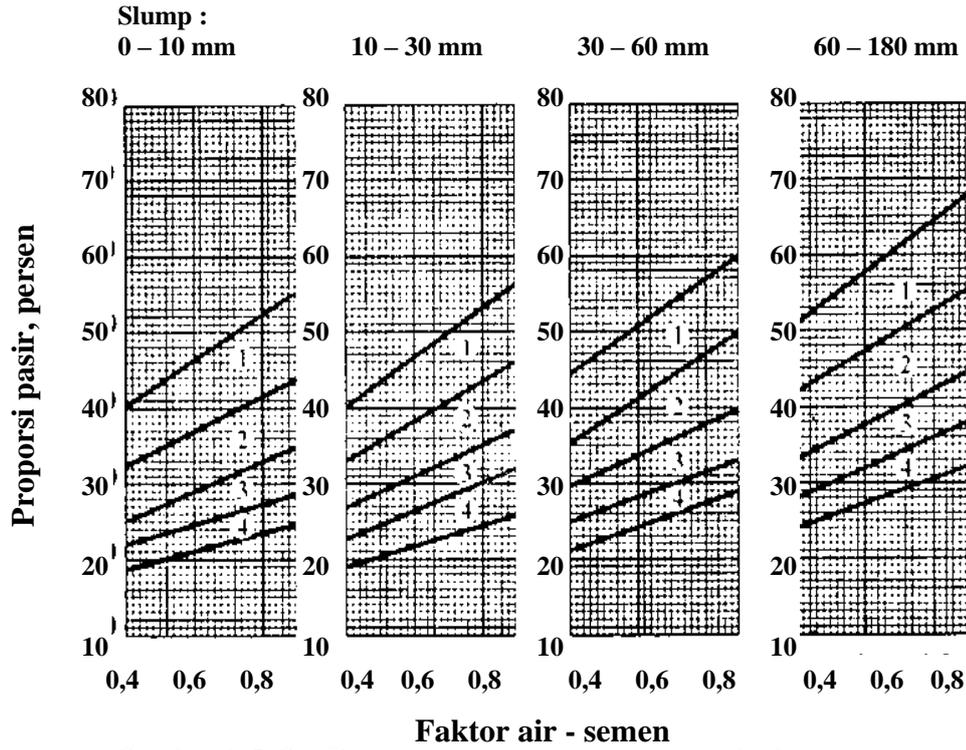
Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38 – 4,76	19,0 – 4,76	9,6 – 4,76
38,1	95 – 100	100	
19,0	37 – 70	95 – 100	100
9,52	10 – 40	30 – 60	50 – 85
4,76	0 – 5	0 – 10	0 – 10

18) Menentukan persentase agregat halus

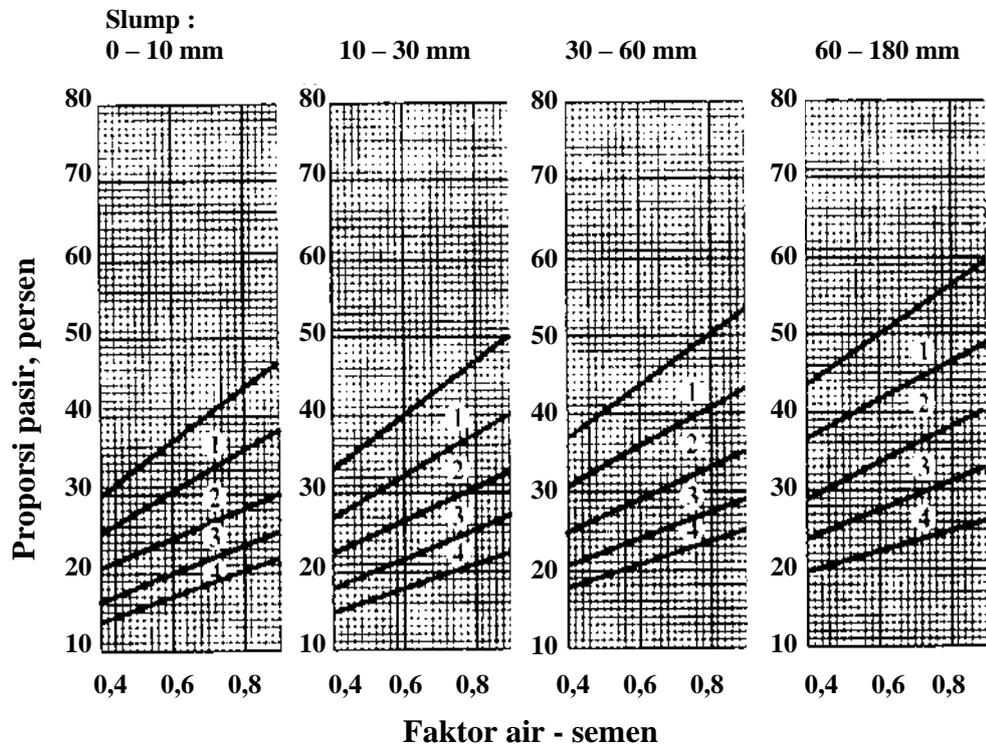
Persentase jumlah agregat ditentukan oleh besar ukuran maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Untuk menentukan persentase agregat halus dapat dilihat pada Gambar 3.4 sampai dengan Gambar 3.6.



Gambar 3.4 Grafik persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm



Gambar 3.5 Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan untuk ukuran butir maksimal 20mm



Gambar 3.6 Grafik Persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimal 40 mm

19) Menentukan berat jenis relatif agregat gabungan

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan di Laboratorium. Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Bj_G = \frac{P}{100} \times Bj_{AH} + \frac{K}{100} \times Bj_{AK}$$

Keterangan :

Bj_G : Berat jenis agregat gabungan

Bj_{AH} : Berat jenis agregat halus

Bj_{AK} : Berat jenis agregat kasar

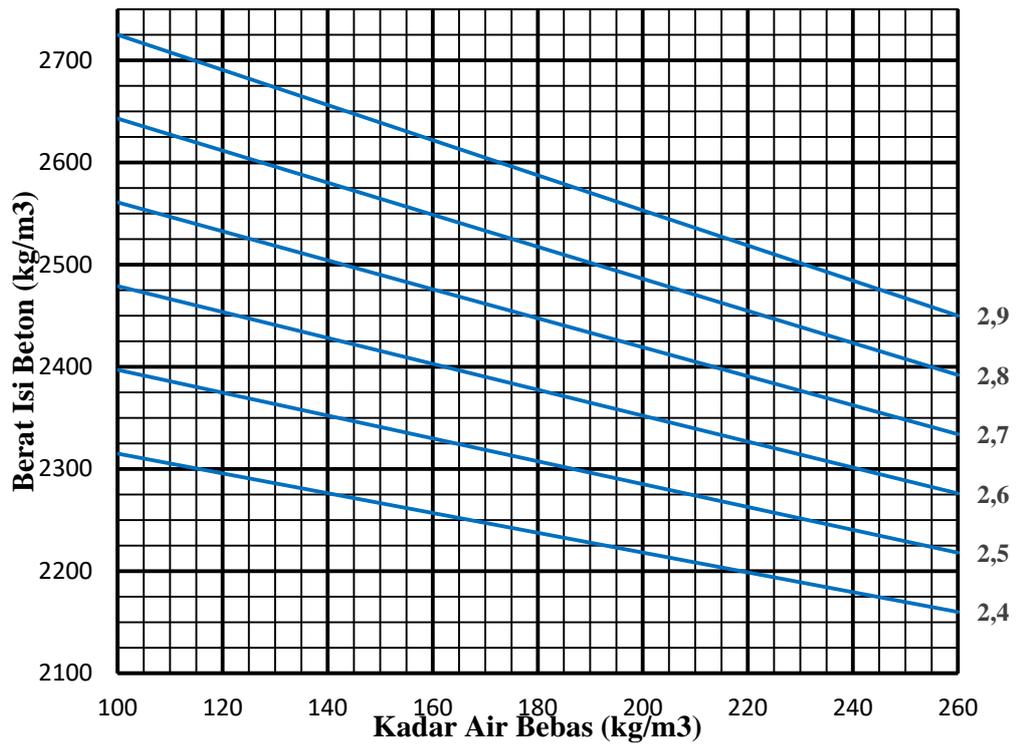
P : Persentase agregat halus terhadap agregat campuran

K : Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

20) Menentukan berat isi beton

Berat isi beton dapat ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 3.7 Dengan memasukkan berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas. Berikut ini adalah langkah-langkahnya :

- a. Buat kurva baru sesuai dengan berat jenis agregat gabungan secara proporsional dengan memperhatikan kurva sebelah atas dan bawahnya yang sudah ada.
- b. Lalu tarik garis tegak lurus ke atas dari nilai kadar air yang digunakan sampai memotong kurva baru berat jenis gabungan tersebut.
- c. Kemudian dari titik potong tersebut, ditarik garis mendatar kearah kiri sampai memotong sumbu tegak.
- d. Dari penarikan garis tersebut didapatkan nilai berat isi beton.



Gambar 3.7 Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Dipadatkan

21) Menentukan kadar agregat gabungan

Kadar agregat gabungan diperoleh dengan cara dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_G = W_B - A - S$$

Keterangan :

W_G : Kadar agregat gabungan (kg)

W_B : Berat isi beton (kg/m^3)

A : Kadar air (liter)

S : Kebutuhan semen (kg)

22) Menentukan kadar agregat halus

Kadar agregat halus diperoleh dengan cara dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{AH} = \frac{P}{100} \times W_{gabungan}$$

Keterangan :

W_{AH} : Kadar agregat halus (kg)

$W_{gabungan}$: Kadar agregat gabungan (kg)

P : Persentase pasir terhadap agregat gabungan

23) Menentukan kadar agregat kasar

Kadar agregat kasar didapat dari kadar agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus. Berikut ini adalah rumusnya :

$$W_{AK} = W_G - W_{AH}$$

Keterangan :

W_{AK} : Kadar agregat kasar (kg)

W_G : Kadar agregat gabungan (kg)

W_{AH} : Kadar agregat halus (kg)

24) Koreksi proporsi campuran

Dari Langkah nomor 1 hingga nomor 23 telah didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap m³. Untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji, angka-angka tersebut perlu diperbaiki dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai.

Berikut ini adalah rumus-rumus yang dapat digunakan untuk menghitung

koreksi proporsi campuran :

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

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

kasar

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

halus

Keterangan :

B : Jumlah air

C : Jumlah agregat halus

D : Jumlah agregat kasar

C_a : Absorpsi air pada agregat halus (%)

D_a : Absorpsi agregat kasar (%)

C_k : Kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k : Kandungan air dalam agregat kasar (%)

3.7 Pembuatan Benda Uji

Berikut ini adalah tahapan pembuatan benda uji dalam pelaksanaan di lapangan yaitu meliputi:

1. Persiapan

Sebelum pelaksanaan penuangan beton dilaksanakan, hal-hal yang dilakukan adalah membersihkan semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton, membersihkan cetakan benda uji dan melapisi cetakan tersebut dengan minyak untuk memudahkan penumbukan benda uji.

2. Penakaran

Proses untuk mengukur proporsi dari material beton sebelum dimuat ke dalam pengadukan (*mixer*). Besarnya proporsi masing-masing bahan didapat dari perencanaan campuran (*mix design*). Proses penakaran yang paling akurat adalah dengan menimbanginya.

3. Pengadukan (*mixing*)

Setelah didapat komposisi yang direncanakan, maka proses selanjutnya adalah pencampuran di lapangan. Material harus dicampur sampai terdistribusi rata. Ini akan terlihat pada warna dan konsistensi serta harus seragam dengan takaran sebelumnya. Umumnya material yang dimasukan terlebih dahulu adalah agregat kasar dulu, kemudian semen lalu agregat halus. Air ditambahkan terakhir. Alasannya, waktu hopper dijungkirkan untuk mengeluarkan isinya, bahan yang masuk pertama kali akan keluar belakangan. Oleh karenanya lebih baik jika agregat kasar dapat mendorong agregat halus dan semen yang ada di depannya.

Alat yang digunakan dalam pengadukan adalah *drum mixer* yang mempunyai kombinasi bilah (*blade*) dan bentuk drum yang memungkinkan pertukaran material dan gerakannya menyebar sehingga material tercampur rata.

4. Pengujian beton segar (*slump*)

Tujuan pengujian beton segar untuk menentukan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar dan untuk memperoleh angka slump beton.

Untuk melaksanakan pengujian slump beton diperlukan peralatan sebagai berikut :

- 1) Cetakan dari logam minimal 1,2 mm berupa kerucut terpancung (*cone*) dengan diameter bagian bawah 203 mm; bagian bawah dan atas 102 mm, dan tinggi 305 mm; bagian bawah dan atas cetakan terbuka,
- 2) Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat,
- 3) Pelat logam dengan permukaan yang kokoh, rata dan kedap air,
- 4) Sendok cengkung menyerap air,
- 5) Mistar ukur.

Untuk melaksanakan pengujian slump beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

- 1) Basahi cetakan dan pelat dengan kain basah,
- 2) Letakkan cetakan di atas pelat dengan kokoh,
- 3) Isi cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis tiap lapis berisi kira-kira $\frac{1}{3}$ isi cetakan; setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan, pada lapisan pertama penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan,
- 4) Setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus dibersihkan, kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas, seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit.

- 5) Balikan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.
- 6) Pengukuran *slump* harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji, untuk plat, balok, kolom, dan dinding mempunyai nilai maksimum sebesar 15 cm dan minimum 7,5 cm.

5. Penuangan atau pengecoran (*palacing*)

Penuangan beton segar kedalam cetakan dilakukan secara manual atau bias menggunakan mesin vibrator, tujuan pengecoran adalah untuk pemeriksaan kekuatan beton.

Peralatan yang digunakan :

- 1) Cetakan *silinder* dengan ukuran 15 x 30 cm,
- 2) Tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibulatkan terbuat dari baja tahan karat.
- 3) Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk,
- 4) Satu set alat pelapis (*capping*),
- 5) Peralatan tambahan : ember, skop, sendok perata, dan talam.

Prosedur pencetakan sebagai berikut:

- 1) Benda-benda uji (*silinder*) dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disolesi dengan minyak/ oli agar beton mudah dilepaskan dari cetakan,
- 2) Adukan beton diambil dari *drum mixer* dan dituangkan kedalam talam baja,

- 3) Cetakan diisi dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap- tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata, pada saat meakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat lapisan kedua serta ketiga tongkat pemadat boleh masuk antara 25,4 mm kedalam lapisan di bawahnya. Ketuk-ketuk sisi cetakan agar rongga bekas tusukan tertutup,
- 4) Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan (*curing*) selama waktu yang telah dikehendaki.

6. Perawatan (*curing*)

Perawatan dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras dan dapat dibuka dari cetakan. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal itu terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan selama 7,14, dan 28 hari dengan menaruh benda uji dalam penampungan.

3.8 Jumlah Benda Uji

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Agregat kasar yang digunakan yaitu agregat dengan ukuran 10 mm, 20 mm, 30 mm. Jumlah sampel yang digunakan untuk mengetahui pengaruh nilai *slump flow* terhadap uji kuat tekan beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 9 Jumlah Benda Uji Pada Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Agregat	Waktu pengujian			Jumlah Sampel
		7 hari	14 hari	28 hari	
1	10 mm	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
2	20 mm	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
3	30 mm	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
Total					27 buah

Pengujian kuat tarik belah beton pada penelitian ini dilakukan saat beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Agregat kasar yang digunakan yaitu agregat dengan ukuran 10 mm, 20 mm, 30 mm. Jumlah sampel yang digunakan untuk mengetahui pengaruh nilai *slump flow* terhadap uji kuat tarik belah beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 10 Jumlah Benda Uji Pada Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No	Agregat	Waktu pengujian			Jumlah Sampel
		7 hari	14 hari	28 hari	
1	10 mm	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
2	20 mm	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
3	30 mm	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
Total					27 buah

3.9 Pengujian *Slump*

Keleccakan pada adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian *slump* yang didasarkan pada SK SNI 1972:2008. Berikut ini adalah peralatan yang dibutuhkan dan prosedur untuk pengujian *slump* :

A. Peralatan

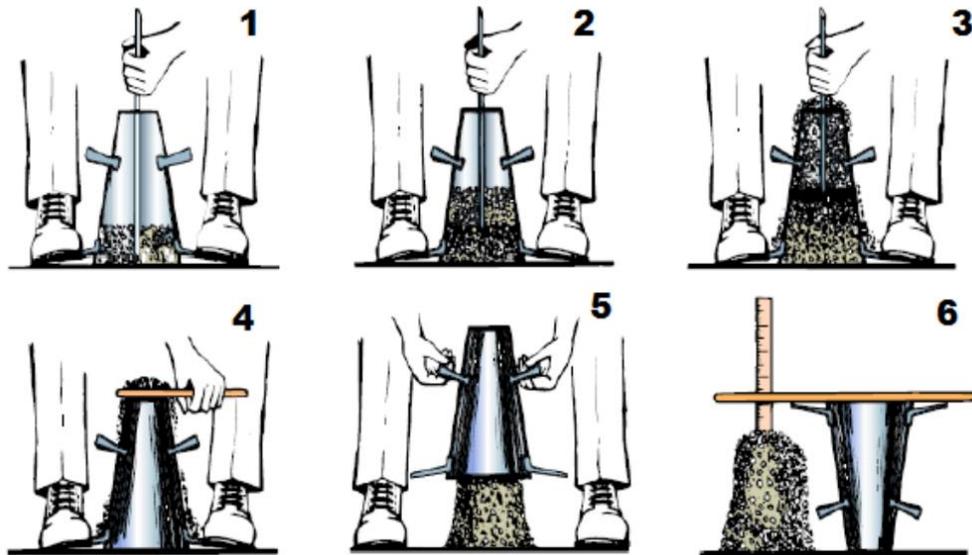
- Kerucut abrams

- Pelat
- Batang penusuk

B. Prosedur

1. Basahi cetakan dan letakkan di atas permukaan datar, lembab, tidak menyerap air dan kaku. Cetakan harus ditahan secara kokoh di tempat selama pengisian, oleh operator yang berdiri di atas bagian injakan. Segera isi cetakan dalam tiga lapis, setiap lapis sepertiga dari volume cetakan.
2. Padatkan setiap lapisan dengan 25 tusukan menggunakan batang pemadat. Sebarkan penusukan secara merata di atas permukaan setiap lapisan. Padatkan lapisan kedua dan lapisan atas seluruhnya hingga kedalamannya, sehingga penusukan menembus batas lapisan di bawahnya.
3. Dalam pengisian dan pemadatan lapisan atas, lebihkan adukan beton di atas cetakan sebelum pemadatan dimulai. Bila pemadatan menghasilkan beton turun di bawah ujung atas cetakan, tambahkan adukan beton untuk tetap menjaga adanya kelebihan beton pada bagian atas dari cetakan. Setelah lapisan atas selesai dipadatkan, ratakan permukaan beton pada bagian atas cetakan dengan cara menggelindingkan batang penusuk di atasnya. Lepaskan segera cetakan dari beton dengan cara mengangkat dalam arah vertikal secara-hati-hati. Angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan, dalam waktu tidak lebih dari 2 ½ menit.
4. Setelah beton menunjukkan penurunan pada permukaan, ukur segera slump dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan

dan bagian pusat permukaan atas beton. Bila terjadi keruntuhan atau keruntuhan geser beton pada satu sisi atau sebagian massa beton, abaikan pengujian tersebut dan buat pengujian baru dengan porsi lain dari contoh.



Gambar 3. 8 Sketsa Pengujian *Slump*

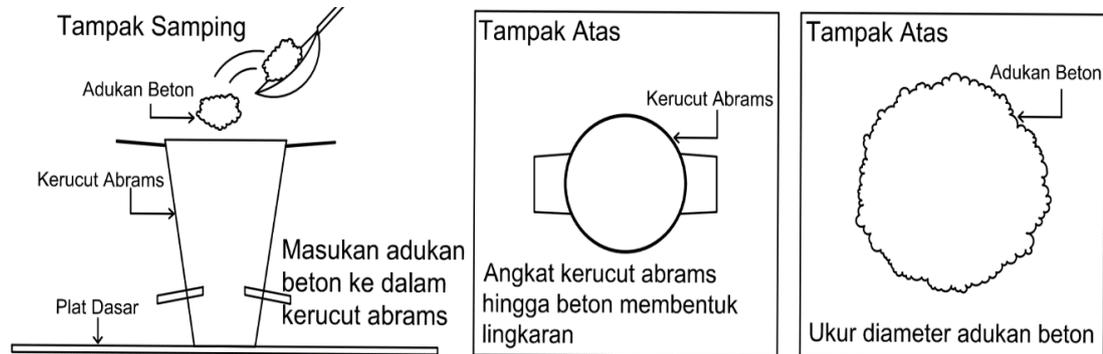
(Sumber : Kementerian PUPR, 2017)

3.10 Pengujian *Slump Flow*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan (*filling ability*). Pada penelitian ini pengujian *slump flow* menggunakan peralatan yang sama dengan pengujian *slump* normal. Prosedur pengujiannya mengacu pada EFNARC “*European Guidelines For Self Compacting Concrete*”. Berikut ini adalah prosedurnya :

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan.
2. Bersihkan kerucut abrams agar tidak menambah kadar air pada beton.
3. Letakkan kerucut abrams dalam keadaan terbalik diatas alas yang telah dibuat.
4. Masukkan beton segar kedalam kerucut abrams tanpa melakukan pemadatan.
5. Angkat kerucut abrams keatas hingga beton segar membentuk lingkaran.

6. Ukur diameter beton SCC.



Gambar 3. 9 Sketsa Pengujian *Slump Flow*

3.11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Tujuan pengujian kuat tekan beton untuk memperoleh nilai kuat tekan beton dengan prosedur yang benar. Berdasarkan SNI 03-1974-1990 tahapan untuk melakukan pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Persiapan pengujian
 - a. Ambillah benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam/ pematangan (*curing*), kemudian 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 yang sudah dilelehkan letakkan benda uji tegak lurus pada cetakan pelapis sampai mortar belerang cair menjadi keras, dengan cara yang sama lakukan pelapisan pada permukaan lainnya.
 - d. Benda uji siap untuk diperiksa.

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris,
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik,
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji,
4. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

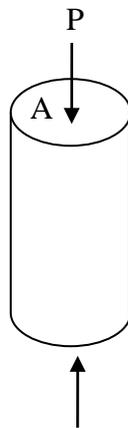
Berdasarkan SNI 03-1974-1990 nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P : Gaya tekan (N)

A : Luas bidang (mm²)



Gambar 3. 10 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton

3.12 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton. Mengacu pada SNI 03-2491-2002, tahapan pengujian kuat tarik belah beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

A. Peralatan Pengujian

- Mesin uji kuat tekan beton.
- Pelat atau batang penekan tambahan.

Pelat atau penekan batang tambahan diperlukan bila diameter atau panjang benda uji lebih besar dari ukuran permukaan tekan dari mesin uji yang digunakan, pelat atau batang penekan tambahan tersebut harus dipasangkan pada bagian bawah dan bagian atas dari mesin uji tekan dan harus terbuat dari pelat baja. Pelat atau batang penekan tambahan tersebut harus berukuran lebar minimal 50 mm dan tebal minimal sama dengan jarak antara tepi bidang tekan bagian bawah dari mesin uji hingga ujung silinder benda uji. Pelat atau batang penekan tambahan tersebut harus digunakan sedemikian rupa hingga beban tekan diberikan pada seluruh panjang dari benda uji.

- Bantalan bantu pembebanan.

Untuk setiap benda uji harus disediakan dua buah bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis tanpa cacat setebal 3 mm dengan lebar 25 mm dan sedikit lebih panjang dari panjang benda uji. Bantalan bantu pembebanan harus diletakkan diantara benda uji dan permukaan tekan mesin uji atau bila menggunakan pelat atau batang penekan tambahan tersebut. Bantalan bantu pembebanan tersebut hanya dapat dipakai untuk satu kali pengujian dan tidak boleh dipakai ulang.

B. Prosedur Pengujian.

1. Pemberian tanda pada benda uji

Tarik garis tengah pada setiap sisi ujung silinder benda uji dengan mempergunakan peralatan bantu yang sesuai hingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial yang sama. Peralatan bantu perletakkan benda uji pada posisi uji.

2. Perletakkan benda uji pada posisi uji dengan berpedoman pada tanda garis tengah pada kedua ujung.

- Letakkan sebuah dari dua bantalan bantu pembebanan yang terbuat dari kayu lapis pada tengah – tengah pelat menekan bagian – bagian bawah dari mesin uji.
- Letakkan benda uji di atas bantalan bantu dari kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah dan bantalan kayu lapis.
- Letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas silinder sedemikian rupa hingga bagian tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder.
- Atur posisi pengujian hingga tercapai kondisi sebagai berikut :
 - 1) Proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada keduaujung benda uj tepat berpotongan dengan titik tengah meja penekanan bagian atas dari mesin meja penguji.
 - 2) Bila digunakan pelat atau batang penekan tambahan, titik tengahnya dan titik tengah benda uji pada popsisi uji, harus berada tepat dibawah titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin penguji.

3. Perletakkan benda uji pada posisi uji dengan menggunakan peralatan bantu benda uji cara meletakkannya adalah sebagai berikut :

- Letakkan bantalan – bantalan bantu pembebanan dari kayu lapis, benda uji dan peralatan tambahan penekan (batang atau pelat penekan tambahan) secara sentris dengan menggunakan peralatan bantu perletakan benda uji.
- Titik tengah pelat penekan tambahan dan titik tengah benda uji pada posisi uji harus berada tepat dibawah titik tengah penekan bagian atas.

C. Perhitungan Kuat Tarik Belah.

Berdasarkan SNI 03-2491-2002 tahapan untuk melakukan pengujian kuat tarik belah pada beton adalah sebagai berikut :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

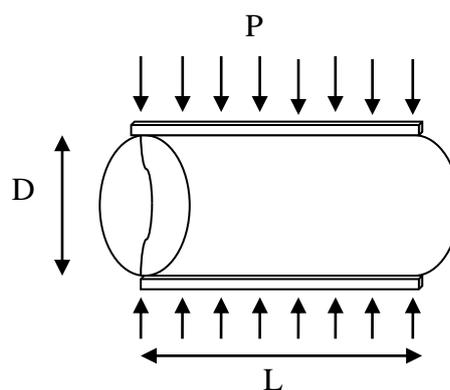
Keterangan :

f_{ct} : Kuat tarik belah beton (MPa)

P : Beban pada waktu belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 3. 11 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton