

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Beton**

Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat kasar, agregat halus dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat (SK SNI 03-2847-2002).

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan untuk bangunan Gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen Portland atau semen hidrolis yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (additive) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Ditinjau dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung pada bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan – bahannya, cara pemadatan, cara perawatan selama proses pengerasan. Luasnya pemakaian beton disebabkan karena terbuat dari bahan – bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai keadaan situasi pemakaian tertentu. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air.

##### **2.1.1 Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya**

1. Beton ringan dengan Berat jenis  $< 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal dengan Berat jenis  $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton berat dengan Berat jenis  $> 2500 \text{ kg/m}^3$
4. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Secara umum adapun kelebihan penggunaan beton adalah sebagai berikut :

1. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, dan mempunyai sifat tahan terhadap korosi.
2. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan.

3. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
5. Beton tahan aus dan tahan bakar, dan perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton adalah sebagai berikut :

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya tariknya.
2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

### **2.1.2 Sifat-Sifat Beton**

Beton yang dimaksud disini ada dua macam, yaitu : Beton Segar dan Beton Padat.(Riwayati and Bolon 2018)

#### **A. Beton Segar**

Beton segar adalah beton yang baru dalam keadaan selesai dicampur (diaduk) dan proses pengikatannya belum selesai. Beberapa sifat yang mempengaruhi beton segar, yaitu:

##### *a. Workability*

Istilah ini sulit didefinisikan secara tepat, sehingga dapat didefinisikan pada tiga sifat yang terpisah, diantaranya:

1. Kompaktibilitas atau suatu kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udaranya diambil atau keluar.
2. Mobilitas atau suatu kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar Baja dan dituang Kembali.

3. Stabilitas dan kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadinya segregasi/pemisahan butiran dari bahan utamanya.

b. *Segregasi* dan *Bledding* (Pemisahan)

1. *Segregasi*

*Segregasi* adalah pemisahan berbagai bahan pada campuran beton. Segregasi biasanya diakibatkan oleh:

- 1) Pemakaian air dalam campuran terlalu banyak.
- 2) Gradasi agregat tidak baik.
- 3) Jumlah semen terlalu sedikit.
- 4) Pemakaian bahan additive yang melebihi dosis.
- 5) Pengerjaan kurang memenuhi syarat.

Akibatnya menimbulkan peristiwa beton yang keropos, sehingga kekerasan tiap lapisannya tidak merata.

2. *Bleeding*

*Bleeding* yaitu suatu peristiwa air yang terpisah dari butiran agregat dan semen, ditandai dengan naiknya air pada permukaan adukan beton. Hal ini disebabkan oleh lemahnya ikatan antara butiran-butiran dan kelebihan dosis pada bahan additive. Akibatnya adukan bagian atas lebih basah dibandingkan bagian bawah dan ini akan menyebabkan beton lemah serta mengalami kerusakan.

B. Beton Padat

Beton padat adalah beton dalam keadaan sudah atau mulai mengeras. Beberapa sifat yang mempengaruhi beton padat, yaitu:

a. Stabilisasi Dimensi

Terjadinya perubahan dimensi beton akan menyebabkan retak dan defleksi. Perubahan ini disebabkan oleh semen mengeras, pengeringan dan penyusutan karena panas.

b. Kekedapan

Kekedapan adalah ketahanan atau kemampuan beton untuk menahan masuknya air kedalam beton, atau dengan kata lain permeabilitasnya rendah.

c. Keawetan

Keawetan adalah kemampuan untuk menahan bekerjanya pengaruh kimia, fisika, mekanik dan bakteri. Keawetan beton akan tercapai baik, jika pada fase perencanaan, fase pelaksanaan dan fase perawatan dilakukan secara benar dan mendapat perhatian yang cukup. Fase perencanaan merupakan fase terpenting, karena itu pada fase ini tidak hanya diperhitungkan kekuatan dan kekakuan strukturnya saja, namun juga harus diperhatikan pula keawetannya.

d. Kekuatan (Strength)

Kekuatan beton dapat dihasilkan dengan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Mutu bahan, meliputi: agregat, semen, air dan bahan tambahan.
2. Perbandingan dalam pencampuran, meliputi: kadar semen, faktor air semen, prosentase agregat halus, gradasi partikel dan lain-lain.
3. Metode pelaksanaan, meliputi: pencampuran, pemasukan bahan-bahan, perawatan dan sebagainya.
4. Metode pengujian, meliputi : bentuk dan ukuran benda uji, kecepatan pembebanan dan sebagainya.

## **2.2 Material Penyusun Beton**

Pada dasarnya bahan utama penyusun beton adalah semen, pasir kerikil, air dan bahan tambahan (*additif*). Adapun bahan atau material penyusun beton adalah sebagai berikut :

### **2.2.1 Semen**

Semen merupakan bahan yang memiliki sifat hidrolis yang dapat mengikat dan mengeras apabila bereaksi dengan air. Fungsi utama dari semen ini adalah untuk mengangkat material yang ada satu sama lain sehingga membentuk bentuk yang kompak. Semen dibedakan menjadi 5 tipe yakni:

1. tipe I yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
2. tipe II yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. tipe III yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. tipe IV yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. tipe V yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Unsur utama yang terkandung dalam semen yang paling berpengaruh terhadap sifat semen digolongkan kedalam empat bagian seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini :

**Tabel 2. 1** Komposisi unsur utama semen

Nama unsur	Komposisi Kimia	Lambang
<i>Trikalsium Silikat</i>	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
<i>Dikalsium Silikat</i>	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S
<i>Trikalsium Aluminat</i>	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
<i>Tetrakalsium Aluminoforit</i>	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

### 2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati 50%-70% volume beton. (Sujatmiko et al,2018)

A. Agregat halus

B. Standar agregat halus yang baik untuk pembuatan beton berdasarkan *American Standard Testing and Material* (ASTM C 33-93) yaitu :

1. Memiliki butir – butir yang tajam dan keras, tidak hancur atau pecah terhadap pengaruh cuaca.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering)

3. Tidak mengandung bahan – bahan organik terlalu banyak. Diperiksa dengan tes warna tinta meter dengan menggunakan larutan NaOH 3%.
4. Ukuran butiran (gradasi) tidak seragam sesuai dengan batas gradasi yang diisyaratkan.

Distribusi butiran agregat halus berdasarkan pembagian gradasinya, dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

**Tabel 2. 2** Batas gradasi agregat halus

Ukuran Saringan	Presentase Lolos Saringan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
	Pasir Kasar	Pasir Agak Kasar	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus
1.5" = 38 mm				
3/4" = 19 mm				
3/8" = 9.6 mm	100	100	100	100
No.4 = 4.8 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
No.8 = 2.4 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
No.16 = 1.2 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
No.30 = 0.6 mm	15-34	35-59	60-79	80-100
No.50 = 0.3 mm	5-20	8-30	12-40	15-50
No.100 = 0.15 mm	0-15	0-10	0-10	0-15
No.200 = 0.074 mm				

(Sumber : SNI-2834-2000 hal-12)

### C. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material (kerikil) hasil disintegrasi bumi dari batuan alam atau berupa batu pecah (*split*) dengan ukuran butir lebih besar atau sama dengan 4,76 mm (3/16 in) atau yang saringan no.4 standar *American Standard Testing and Material* (ASTM C-33-93).

Berdasarkan berat jenis agregat kasar dapat dibedakan atas tiga golongan sebagai berikut:

1. Agregat normal Berat jenis antara 2,5 - 2,7. Biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa. Adapun beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3 gr/cm<sup>3</sup>.
2. Agregat berat, Berat jenisnya lebih dari 2,8, misalnya magnetik (Fe<sub>3</sub> C<sub>4</sub>) barytes (Ba SO<sub>4</sub>) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan dari

jenis agregat ini memiliki berat jenis tinggi sampai dengan 5 gr/cm<sup>3</sup>, biasanya digunakan untuk dinding pelindung radiasi.

3. Agregat ringan, Berat jenisnya kurang dari 2 gr/cm<sup>3</sup> yang biasanya dibuat sebagai beton ringan.

Distribusi butiran agregat kasar berdasarkan pembagian gradasinya, dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

**Tabel 2. 3** Batas gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan	Presentase Lolos Saringan		
	Ukuran max	Ukuran max	Ukuran max
	10 mm	20 mm	40 mm
1.5"= 38 mm		100	95-100
3/4" = 19 mm	100	95-100	35-70
3/8" = 9.6 mm	50-85	30-60	10-40
No.4 = 4.8 mm	0-10	0-10	0-5

(Sumber : SNI-2834-2000 hal-12)

### 2.2.3 Air

Air ialah bahan yang diperlukan pada campuran beton agar bereaksi dengan semen dan menjadi pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang dibutuhkan untuk mereaksi semen hanya sekitar 30% dari berat semen. Syarat air yang baik untuk dapat bereaksi dalam pembuatan beton menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia atau PUBI 1982 adalah:

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata.
- c. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lt,
- d. Tidak mengandung garam- garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 5 gr/lt.

## 2.3 Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya

tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah mesin uji tekan (*Compression Test Machine*).

Untuk perhitungan beton dapat kita lihat pada rumus dibawah ini :

1. Kuat Tekan :

$$F_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

2. Kuat Tekan Rata-rata :

$$F_{cr} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{ci}}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Standar Deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_{ci} - F_{cr})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Kuat Tekan Karakteristik :

$$F_c' = F_{cr} - (1,64 \times s) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

P = Beban maksimum (N).

A = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>).

s = Deviasi standar

F<sub>ci</sub> = Kuat tekan beton yang didapat dari hasil pengujian (kg/cm<sup>2</sup>).

F<sub>cr</sub> = Kuat tekan beton rata-rata (Mpa/N/mm<sup>2</sup>).

n = Jumlah benda uji, minimum 20 buah.

F<sub>c'</sub> = Kuat tekan beton karakteristik (Mpa).

## 2.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Air diperlukan untuk memicu proses kimiawi beton yaitu bersenyawa dengan semen. Air juga berfungsi untuk membasahi agregat sampai keadaan jenuh. Dengan peningkatan faktor air semen, maka jumlah air yang tersisa lebih banyak. Air akan mengisi ruang antar partikel sehingga adukan lebih encer. Hal ini dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan. Persyaratan Faktor Air Semen (FAS)

maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus dapat dilihat pada Tabel 2.4 dibawah ini :

**Tabel 2. 4** Persyaratan Faktor Air Semen (FAS).

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang 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 ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		Lihat Tabel 6
b. air laut		

(Sumber : SNI-2834-2000)

## 2.5 Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} w_h + \frac{1}{3} w_k \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$w_h$  = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$w_k$  = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Perkiraan kadar air bebas (Kg/m<sup>3</sup>) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini :

**Tabel 2. 5** Perkiraan kadar air bebas (Kg/m<sup>3</sup>)

Air (kg/m <sup>3</sup> ) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
<i>Slump</i> (mm)	9,5 <i>mm</i> *	12,7 <i>mm</i> *	19 <i>mm</i> *	25 <i>mm</i> *	37,5 <i>mm</i> *	50 <i>mm</i> *	75 <i>mm</i> *	150 <i>mm</i> *
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut :								
	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5**	1,0**
Sedang(%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5**	3,0**
berat** (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5**	4,0**

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

## 2.6 Pengujian *Slump* (*Slump Test*)

Nilai *slump* digunakan sebagai petunjuk ketetapan jumlah pemakaian air dalam hubungannya dengan faktor air semen yang ingin dicapai. penetapan nilai *slump* dapat ditentukan dengan menggunakan tabel yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah ini:

**Tabel 2. 6** Nilai-nilai *Slump* Untuk Berbagai Pekerjaan Standar PBI

uraian	<i>Slump Test</i> (cm)	
	Maksimum	Minimum
dinding, plat, pondasi telapak belakang	12,5	5,0
pondasi tidak bertulang koison dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5
plat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
pengerasan jalan	7,5	5,0
pembetonan aspal	7,5	2,5

(Sumber: PBI 1971 hal-38)

## 2.7 Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton merupakan prosedur yang digunakan untuk membantu mempercepat proses hidrasi beton, menjaga kestabilan temperatur dan perubahan kelembaban di dalam maupun di luar beton itu sendiri. Secara umum perawatan beton terbagi atas 2 metode, yaitu:

1. Metode perawatan basah. Metode perawatan basah memberikan air yang diperlukan oleh beton.
2. Metode perawatan membran. Metode perawatan membran melindungi air yang ada di dalam beton agar tidak keluar
3. Metode perawwatan menggunakan karung goni untuk perawatan beton