

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Beton**

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari (SNI 2847:2013).

Secara umum adapun kelebihan dan kelemahan penggunaan beton (Tjokrodimulyo, 2007) adalah sebagai berikut.

Kelebihan beton :

1. harga yang relatif murah karena menggunakan bahan – bahan dasar yang umumnya mudah didapat,
2. beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan,
3. beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan,
4. beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan,
5. beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat - tempat yang posisinya sulit,
6. beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton :

1. beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, 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 (expansion joint) untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu,
3. untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.

### **3.2. Beton Agregat Daur Ulang**

Beton agregat daur ulang merupakan beton yang terdiri dari bahan penyusun yang menggunakan agregat daur ulang dalam komposisi pembentuknya. Limbah beton ini dihancurkan dengan mesin penghancur batu dan diayak sehingga didapatkan butiran-butiran agregat yang diinginkan. Agregat yang didapatkan dari hasil penghancuran belum tentu merupakan agregat yang sebenarnya.

Karakteristik agregat daur ulang (Hansen, 1992) adalah sebagai berikut :

1. Gradasi (bentuk, tekstur dan diameter butiran) agregat daur ulang sama dengan agregat alami.
2. Kandungan mortar yang terdapat pada agregat daur ulang kurang lebih 25% - 65% untuk agregat kasar dan untuk agregat halus kurang lebih 45% - 100%.
3. Nilai abrasi agregat daur ulang adalah 20% - 40% , sedangkan untuk agregat alami adalah 17% - 22%.

4. Nilai densitas agregat kasar daur ulang adalah 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk agregat kasar alami adalah 2400 - 2700 kg/m<sup>3</sup>.
5. Densitas agregat halus daur ulang adalah 1900-2200 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk agregat halus alami adalah 2300 - 2500 kg/m<sup>3</sup>.
6. Daya serap air yang terjadi pada agregat kasar daur ulang adalah 3-10%, sedangkan untuk agregat kasar alami adalah 0,2 - 4,5%.

### **3.3. Bahan Penyusun Beton**

#### **3.3.1. Semen Portland**

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15- 2049-2004).

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, Semen Portland di Indonesia (PUBI – 1982) dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. semen portland type I

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain

2. semen portland type II

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang

### 3. semen portland type III

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi

### 4. semen portland type IV

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah

### 5. semen portland type V

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat

Salah satu jenis semen ialah Semen Portland Pozzolan. Semen ini menghasilkan panas hidrasi lebih sedikit daripada semen biasa. Sifat ketahanan terhadap kotoran dalam air lebih baik, sehingga cocok sekali jika dipakai untuk bangunan di laut, bangunan perairan, dan beton massa.

#### **3.3.2. Agregat Kasar**

Agregat kasar adalah agregat yang tertinggal diatas ayakan dengan diameter 4,8 mm tetapi lolos ayakan 40mm dan memiliki butir dengan ukuran besar yaitu kisaran 5mm hingga 40mm.

Menurut Mulyono (2004), syarat-syarat agregat kasar yang baik dalam pencampuran beton adalah:

1. modulus halus butir 6,0 sampai 7,1
2. kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 0,074 mm maksimum

1%

3. kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%
4. kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%
5. tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih besar dari 0,6%
6. tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%

### **3.3.3. Agregat Halus**

Agregat halus adalah agregat dengan ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat halus dapat berupa pasir alam (hasil pembentukan alami dari batuan-batuan) atau pasir buatan (dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu). (Mulyono, 2004). Syarat-syarat agregat halus yang baik dalam pencampuran beton (Tjokrodimulyo, 2007):

1. agregat halus dapat berupa pasir dari alam ataupun pasir buatan yang berasal dari pecahan batu
2. butir-butir agregat halus harus tajam agar tidak mudah hancur dalam pencampuran beton
3. agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%
4. agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik yang terlalu banyak
5. modulus halus butirnya antara 1,5-3,8

6. pasir laut tidak boleh digunakan dalam pencampuran beton, kecuali sudah berdasarkan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang sudah diakui.

Dalam buku Perencanaan Campuran Dan Pengendalian Mutu Beton (1994), agregat halus dibagi menjadi 4 jenis, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, kasar.

Tabel 3.1. Batas-batas gradasi agregat halus

(Sumber : Tjokrodimulyo, 2007)

Lubang (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	Jenis Agregat Halus			
	Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
1,0	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	0-10	0-15

#### 3.3.4. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya

dibutuhkan air sekitar 25-30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan apabila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun (Tjokrodimulyo, 2007)

Tjokrodimuljo (2007), memaparkan bahwa penggunaan air untuk beton setidaknya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter,
2. tidak mengandung garam - garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/liter,
3. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

### **3.3.5. Bahan Pozzolan**

Pozzolan merupakan bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

Bahan Pozzolan terbagi 2 yaitu:

1. pozzolan alam (natural) : tufa, abu vulkanis dan tanah diatomae. di indonesia pozzolan alam dikenal dengan nama trass.
2. pozzolan buatan (sintetis) : yang termasuk dalam jenis ini adlah hasil pembakaran tanah liat dan hasil pembakaran batu bara (*fly ash*)

*Slag* merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi. *Slag* adalah produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan (ASTM, 1995:494).

#### **3.4. Faktor Air Semen**

Nawy (1990) menjelaskan bahwa karena faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton maka faktor ini harus menjadi kriteria yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya faktor air semen dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran. Perkiraan faktor air semen tidak dapat terlalu besar karena jika faktor air semen terlalu besar maka pasta semennya tidak dapat cukup menyelimuti butir-butir agregat kasarnya, dan jika faktor air semennya terlalu tinggi maka pasta semen akan terlalu encer sehingga pada waktu pepadatan pasta semen mengalir ke bawah (tidak lagi menyelimuti butir-butir semen). Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat tekan maksimum untuk suatu nilai perbandingan agregat tertentu (Tjokrodimuljo, 2012).

#### **3.5. Sifat Mekanik Beton**

##### **3.5.1. Kuat Tekan**

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan



benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Kuat tekan masing – masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f_c'$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Sesuai dengan SNI 1974-2011, untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dari hasil pengujian dengan mesin uji diformulasikan sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (3-1)$$

Keterangan :

- $f_c'$  = Kuat tekan beton (MPa)  
 P = Beban tekan (N)  
 A = Luas Penampang Beton ( $mm^2$ )

### 3.5.2. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton adalah kemiringan kurva tegangan regangan beton pada kondisi linier atau mendekati linier. Faktor-faktor yang mempengaruhi modulus elastisitas adalah kelembapan udara dan agregat penyusun beton.

Menurut Wang dan Salmon (1986) digunakan rumus nilai modulus elastisitas beton sebagai berikut:

$$E_c = \frac{f_{maks}}{\epsilon_p} \quad (3-2)$$

Keterangan:

- $E_c$  = Modulus elastisitas (MPa)  
 $f_{maks}$  = Tegangan beton maksimum (MPa)  
 $\epsilon_p$  = Regangan beton

Biasanya modulus sekan pada 25% - 50% dari kekuatan tekan  $f'_c$  diambil sebagai modulus elastisitas (Wang & Salmon, 1986)

### 3.5.3. Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah merupakan kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meje penekan mesin uji tekan (Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SK SNI M60-1990-03)

Berdasarkan Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SK SNI 03-2491-2002), maka untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah masing-masing benda uji digunakan rumus.

$$f' t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3-3)$$

Keterangan:

- $f t$  = Kuat tarik belah ( $N/mm^2$ )
- $P$  = Beban Maksimum (N)
- $L$  = Tinggi Silinder Beton (mm)
- $D$  = Diameter Silinder Beton (mm)

### 3.5.4. Porositas

Porositas didefenisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh *fluida*) terhadap volume total beton (volume benda uji). Berdasarkan ASTM C 642-90, untuk mencari porositas beton dapat digunakan rumus :

$$n = \frac{C - A}{C - D} \times 100\% \quad (3-4)$$

Keterangan :

$n$  = Porositas benda uji (%)

$A$  = Berat kering oven benda uji (kg)

$C$  = Berat beton jenuh air (kg)

$D$  = Berat beton dalam air (kg)

