

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Beton

Menurut Tjokrodimuljo (2007) Beton adalah campuran dari semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan pada situasi tertentu menggunakan bahan tambah (*admixture*) kimia (*chemical additive*) ataupun bahan tambah mineral (*additive*). Bahan tambah sendiri digunakan untuk memperbagus karakteristik beton serta menutup kelemahan beton, misalnya pada sifat mekanik beton dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*).

Beton produksi massal kebanyakan memiliki kuat tekan dari 18 MPa hingga 32 MPa dan berat rata-rata 2,4 ton/m<sup>3</sup>. Dalam pengujian kuat tekan beton dipengaruhi dari beberapa bahan dasar pembuatan beton dan bahan tambah kimia. Misalnya dengan bahan tambah kimia *retarder* yang berfungsi memperlambat proses pengikatan pada campuran beton, pada kasus tertentu digunakan pada lokasi proyek dan *batching plant* yang cukup jauh (Basuki, 2012)

Selain itu, bahan tambah kimia lain yang sering digunakan adalah *plasticizer* yang memiliki fungsi sebagai pereduksi penggunaan air pada beton. Hal ini bertujuan demi diperolehnya adukan beton dengan nilai fas yang tetap, tapi memperoleh hasil adukan beton yang lebih cair agar lebih mudah dalam pengerjaannya (*workability*). (Jumadurdiyev *et al*, 2004)

### **3.2 Bahan Penyusun Beton**

Seperti beton-beton pada umumnya, pada penelitian ini penulis menggunakan material yang sering dipakai antara lain adalah *Conplast RP 264*, agregat kasar, agregat halus, air, dan juga bahan pengikat seperti semen. Berikut daftar material yang digunakan dalam proses pembuatan beton.

#### **3.2.1 Semen portlant**

Semen adalah salah satu bahan utama dalam kegiatan konstruksi yang memiliki fungsi sebagai perekat, yakni material yang merekatkan semua bahan menjadi suatu kesatuan.

Semen yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I, karena sifat dari tipe ini tidak memiliki syarat khusus dalam penggunaannya. Terdapat total 5 tipe semen Portland, berikut daftarnya :

1. Semen Portlant tipe I

Merupakan semen yang paling sering digunakan dan laris di pasaran dikarenakan tidak memiliki perstaratan khusus dalam penggunaannya.

2. Semen Portlant tipe II

Semen yang memiliki katahanan terhadap hidrasi sedang dan juga sulfat. Direkomendasikan digunakan pada daerah yang memiliki panas hidrasi yang tidak terlalu tinggi.

3. Semen Portlant tipe III

Semen yang memiliki daya tekan tinggi, biasanya digunakan dalam konstruksi bandara dan bangunan berlantai tinggi.

#### 4. Semen Portlant tipe IV

Hampir mirip dengan tipe II, semen ini cocok digunakan pada bangunan yang memerlukan hidrasi yang rendah seperti bendungan dan lain-lain.

#### 5. Semen Portlant tipe V

Memiliki ketahanan terhadap sulfat yang sangat tinggi dan sangat direkomendasikan untuk pembangunan yang memiliki struktur tanah kadar garam sulfat yang tinggi.

### 3.2.2 Agregat

Dalam campuran beton, agregat merupakan komponen yang memiliki 70-75% berdasarkan volume total beton. Agregat adalah butir-butir kerikil, pasir yang berupa hasil alam ataupun buatan. Agregat yang baik digunakan adalah butiran-butiran yang tidak pipih, keras dan kekal (volume tidak berubah diakibatkan faktor cuaca dan lingkungan).

Agregat dapat dibedakan menjadi 2 jenis ukuran yang berbeda, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Penelitian ini menggunakan agregat kasar kerikil dan pasir sebagai agregat halus.

## 1. Agregat kasar

Berdasarkan SNI 03-2834-2000, agregat kasar adalah batu atau kerikil yang didapat secara alami maupun berupa batu yang telah dipecahkan dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm - 40 mm. Berikut syarat agregat kasar menurut ASTM C 33/03 :

- a. Tidak mengandung zat yang dapat merusak beton.
- b. Memiliki kadar lumpur maksimal sebesar 1% dari berat kering.
- c. Ukuran agregat yang pipih serta Panjang maksimal 20% dari keseluruhan agregat.

## 2. Agregat halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus merupakan agregat yang memiliki besar butir yang ukuran maksimumnya adalah 4,76 mm dan berasal dari alam. Selain itu, agregat halus olahan adalah agregat yang dihasilkan dari pemisahan butiran dari pecahan dengan cara penyaringan dari batuan atau terak tanur tinggi. Berdasarkan standar SK SNI S-04-1989-F berikut ciri-ciri yang harus dipenuhi agar suatu agregat halus dianggap baik:

- a. Penyebab pecah atau hancur tidak boleh dipengaruhi oleh cuaca.
- b. Terdiri dari butir yang keras dan tajam.
- c. Tidak mengandung zat organik yang terlalu banyak.
- d. Tidak mengandung lumpur, maupun pasir laut.

### 3.2.3 Air

Seperti yang kita ketahui air adalah bahan yang paling penting dalam pembuatan beton. Selain murah, air berfungsi sebagai reaktor semen dan pelumas dari agregat dalam beton, fungsi lain dari air adalah bisa digunakan dalam perawatan beton.

Berikut persyaratan air untuk campuran beton menurut SNI 03-6861.1-2002 :

1. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda yang terapung yang dapat terlihat secara kasat mata.
2. Tidak mengandung garam yang dapat larut dan merusak komposisi beton.
3. Benda-benda yang tersuspensi minimal sebesar 2 gram/liter.

### 3.2.4 Bahan tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan yang dapat ditambahkan pada campuran beton untuk memenuhi tujuan spesifik, sebagai contoh seperti merubah sifat beton bisa juga menghemat biaya produksi. Bahan tambah yang dipakai pada penelitian ini adalah bahan tambah kimia *retarder plasticizer* dengan merk (*Conplast RP264*). Dosis yang digunakan adalah 0; 0,2; 0,4; 0,6 liter/100kg semen. Setiap bahan kimia memiliki fungsi yang berbeda nan beragam, berikut penjelasannya :

#### 1. *Retarder*

*Retarder* merupakan zat kimia yang dapat ditambah pada campuran beton yang memiliki fungsi sebagai pelambat proses pengikatan campuran pada beton, selain itu *Retarder* dapat mencegah terjadinya fenomena sambungan dingin atau *cold joint*.

Kandungan *Retarder* terdiri dari sodium *gluconate*, *glucose*, *tartaric acid*, *citric acid* dan gula. Yang memiliki fungsi mengurangi hidrasi sehingga dapat meminimalkan resiko pada pengiriman jarak jauh pada cuaca yang panas.

## 2. *Plasticizer*

*Plasticizer* merupakan bahan tambah kimia yang lumrah dipakai dalam campuran pembuatan beton, dan bisa dikhususkan dalam bahan tambah yang meningkatkan *workability*. Jadi pada saat menambahkan *plasticizer*, kadar air dapat dikurangi tanpa menurunkan tingkat *workability*. Karena hal tersebut, bahan ini biasa disebut juga sebagai bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi air.

Selain itu dengan menggunakan bahan tambah *plasticizer* kita dapat mempertinggi kecairan pada adukan pasta semen yang dapat mengurangi viskositas pada adukan pasta semen.

Pada dasarnya biasanya *plasticizer* tidak langsung berpengaruh dalam kuat tekan beton, tetapi dengan menambahkan *plasticizer* dapat memungkinkan campuran beton dengan faktor air semen yang rendah. Sehingga semakin rendah kandungan air dalam campuran beton, maka makin keras dan kuat tekan pada beton tersebut dapat semakin tinggi.

### 3. Penggunaan Dosis Bahan Tambah 0, 0,2, 0,4, dan 0,6 lt/100kg Berat Semen

Penggunaan dosis didapatkan dari anjuran dosis yang dikasih oleh produsen (*Conplast RP264*) PT. Fosroc Singapore, penulis menetapkan dosis 0 atau beton normal sebagai pembanding dengan beton yang menggunakan bahan tambah kimia. Lalu dosis 0,2 0,4 dan 0,6 lt/100kg berat semen. Dengan penambahan dosis, dilakukan penelitian sifat mekanik serta terhadap kebutuhan air dengan target *workability* sesuai *slump* rencana beton sehingga dapat mencari dosis yang ideal.

### 3.3 Pengujian Bahan

#### 3.3.1 Semen

Pengujian berat jenis semen bertujuan untuk mengetahui besarnya kebutuhan semen dalam mix design, menghitung berat jenis semen digunakan rumus:

$$\text{Berat jenis} = \frac{0.8 \times W1}{W1+W2+W3} \quad (3 - 1)$$

Keterangan :  $W1$  = berat semen (gram)

$W2$  = berat semen + minyak tanah + labu takar (gram)

$W3$  = berat minyak tanah + labu takar (gram)

#### 3.3.2 Agregat kasar

Agregat kasar yang penulis gunakan dalam penelitian ini diambil dari Celereng.

Terdapat pengujian kelayakan pada agregat kasar, berikut pengujiannya :

## 1. Pengujian keausan pada agregat kasar

Pengujian keausan menggunakan mesin LAA (*Los Angeles Abrasion*) yang dilakukan di laboratorium transportasi fakultas Teknik universitas atma jaya Yogyakarta.

Keausan pada agregat kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (3-2)$$

Keterangan :  $A$  = berat awal agregat kasar (gram)

$B$  = berat agregat kasar setelah diuji pada saringan No. 12

## 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui berat jenis dan kadar penyerapan dari agregat kasar. Berat jenis dan kadar penyerapan agregat kasar dapat dicari dengan rumus berikut :

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{A}{B-C} \quad (3-3)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{B}{B-C} \quad (3-4)$$

$$\text{Berat jenis semu (Apparent)} = \frac{A}{A-C} \quad (3-5)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{A}{B-C} \times 100\% \quad (3-6)$$

Keterangan :  $A$  = berat kering agregat kasar ( gram )  
 $B$  = berat SSD agregat kasar ( gram )  
 $C$  = berat agregat kasar di dalam air ( gram )

### 3. Pengujian berat satuan agregat kasar

Berat satuan merupakan perhitungan antara berat dan isi/volume. Berat satuan diperlukan untuk perhitungan mix design.

Berat satuan agregat halus bisa dicari dengan rumus berikut:

$$\text{Berat satuan agregat halus} = \frac{(W2)-(W1)}{V} \quad (3-7)$$

Keterangan :  $W2$  = Berat tabung + isi (gram)  
 $W1$  = Berat tabung (gram)  
 $V$  = Volume tabung baja (cm<sup>3</sup>)

### 4. Pemeriksaan gradasi butiran agregat kasar

Pemeriksaan ini berfungsi untuk mendapatkan modulus halus butir pada agregat halus dengan digunakannya ayakan.

Modulus halus butir bisa dicari dengan rumus berikut:

$$MHB = \frac{\sum \text{Berat tertahan (\%)}}{100} \quad (3-8)$$

Keterangan :  $MHB$  = Modulus Halus Butir

### 3.3.3 Agregat halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian merupakan pasir yang berasal dari Gunung Merapi. Terdapat empat pengujian kelayakan pada agregat halus, berikut diantaranya:

#### 1. Pengujian kadar lumpur dalam agregat halus

Pengujian kadar lumpur bertujuan untuk menentukan seberapa banyak kadar lumpur yang berada pada agregat halus.

Kandungan lumpur pada agregat halus dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kandungan kadar lumpur} = \frac{100-B}{100} \times 100\% \quad (3-9)$$

Keterangan :  $B$  = berat pasir kering oven

#### 2. Pengujian berat jenis dan kadar penyerapan agregat halus

Pengujian yang bertujuan untuk menentukan berat jenis dan kadar penyerapan pada agregat halus.

Berat jenis dan kadar penyerapan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{A}{B-W} \quad (3-10)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{B}{B-W} \quad (3-11)$$

$$\text{Berat jenis semu (Apparent)} = \frac{A}{A-W} \quad (3-12)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{B-A}{A} \quad (3-13)$$

Keterangan : A = Berat kering agregat halus (gram)

B = Berat SSD agregat halus (gram)

W = Volume total air (ml)

### 3. Pengujian berat satuan agregat halus

Berat satuan merupakan perhitungan antar berat dan isi/volume. Berat satuan dibutuhkan untuk perhitungan dalam *mix design*.

Berat satuan agregat halus dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat satuan agregat halus} = \frac{(W2)-(W1)}{V} \quad (3-14)$$

Keterangan : W2 = Berat tabung + isi (gram)

W1 = Berat tabung (gram)

V = Volume tabung baja (cm<sup>3</sup>)

### 4. Pemeriksaan gradasi butiran agregat halus

Pemeriksaan yang memiliki tujuan antara lain untuk mengetahui modulus halus butir pada agregat halus dengan menggunakan ayakan.

Modulus halus butir dapat dihitung dengan rumus :

$$MHB = \frac{\sum \text{Berat tertahan (\%)}}{100} \quad (3-15)$$

Keterangan : *MHB* = Modulus Halus Butir

### **3.4 Pengujian Beton**

Pada pengujian ini terdapat tiga pengujian beton yang akan dilakukan, yaitu kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas.

#### **3.4.1 Kuat tekan beton**

Menurut SNI 03-1974-1990, tujuan dari uji kuat tekan beton adalah untuk mengetahui kekuatan beton terhadap gaya tekan. Uji kuat tekan beton akan mengidentifikasi mutu dari beton tersebut, semakin tinggi kuat tekannya maka semakin bagus juga mutu beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan beton dapat dicari menggunakan Persamaan berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3-16)$$

Keterangan :

$f'c$  = kuat tekan beton (MPa)

$A$  = luas bidang desak benda uji (mm<sup>2</sup>)

$P$  = beban tekan (N)

### 3.4.2 Kuat tarik belah beton

Menurut SNI 03-2491-2002, pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agrerat ringan. Berikut persamaan nilai Tarik belah beton :

$$f'_t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (3-17)$$

Keterangan :

$f'_t$  = kuat tarik belah beton (MPa)

$P$  = beban maksimum (N)

$L$  = tinggi silinder beton (mm)

$D$  = diameter silinder beton (mm)

### 3.4.3 Modulus elastisitas beton

Modulus elastisitas adalah kemiringan kurva tegangan-regangan di dalam daerah elastis linier pada sekitar 40% beban puncak. Modulus elastis yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa beton tersebut mampu menahan tegangan yang cukup besar akibat beban yang terjadi pada suatu regangan kecil (Sidik, 2010). Menurut Wang dan Salmon (1986) berikut rumus yang harus digunakan untuk mencari nilai kuat Tarik tekan beton:

$$E_C = \frac{f_p}{\epsilon_p} \quad (3-18)$$

Keterangan :

$E_c$  = modulus elastisitas (MPa)

$f_p$  = tegangan proporsional beton (MPa)

$\epsilon_p$  = regangan proporsional beton

