

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Benda uji beton yaitu bentuk silinder dan kubus telah di kenal di berbagai negara sebagai standar ISO (*International Standardization*) sebagai uji kuat desak beton. Di Inggris, pengujian desak biasanya dilaksanakan dengan menggunakan kubus bersisi 15x15x15 cm, sedangkan di Amerika menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm (Day, 1995). Dalam ASTM silinder digunakan untuk tes kekuatan beton, cetakan silinder baja tahan pecah dan dapat digunakan secara berulang – ulang, tahan gesekan, mudah dibawa, tahan lembab dan zat kimia. Silinder berdiameter 15 cm ini digunakan untuk sampel beton di site dan tes laboratorium beton (Susanti, 1989).

Kuat desak benda uji yang berbentuk silinder yang digunakan di Amerika hanya dapat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari kubus bersisi 15 cm di negara ini dengan menerapkan faktor koreksi yang tepat. Faktor koreksi pada perhitungan kuat kubus (15 cm) ekuivalen terhadap silinder dengan berbagai perbandingan panjang / diameter ( $L/D$ ) (Murdock dan Brook, 1986).

#### 3.2 Hubungan Kuat Tekan Kubus dan Silinder

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun di dalam beton mempunyai kuat tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan

didukung oleh beton tersebut. Penentuan kuat tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji bentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 (1993) atau kubus dengan prosedur BS-1881 *part 115 ; part 116* dalam Mulyono (2003) pada umur 28 hari.

Departemen Pekerjaan Umum dalam pedoman beton 1989 (draft), LPMB (1991) pasal 4.1.2.1 dalam Mulyono (2003) memberikan hubungan antara kekuatan tekan kubus dengan silinder dalam persamaan :

$$f_c = \left[ 0.76 + 0.2 \log \left( \frac{f_{ck}}{15} \right) \right] f_{ck} \quad (3.1)$$

dimana :  $f_c$  = Kuat tekan beton yang di syaratkan, MPa.

$f_{ck}$  = Kuat tekan beton, MPa, dari uji kubus beton bersisi 150 mm.

Menurut Day (1995) rasio kubus terhadap silinder (*Cube vs Cylinder*) untuk semua kelas 1,25 dari semua bentuk benda uji, sedangkan menurut standar Inggris (BS. 1881) dalam Day (1995) perubahan rasio antara 1,05 sampai 1,35 disebabkan dari penambahan kekuatan yang terjadi. Rumus berikut merupakan hubungan antara kubus dengan silinder :

$$\text{Kekuatan kubus} = \text{kekuatan silinder} + \frac{19}{\sqrt{\text{kekuatan silinder}}} \quad (3.2)$$

atau

$$\text{Kekuatan Silinder} = \text{Kekuatan kubus} - \frac{20}{\sqrt{\text{kekuatan kubus}}} \quad (3.3)$$

dimana kekuatan kubus dan silinder dinyatakan dalam MPa atau  $\text{N/mm}^2$  (Day, 1995).

### 3.3 Material Penyusun Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland Cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*Admixture atau additive*). Sifat beton yaitu kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis dipengaruhi oleh sifat – sifat bahan. Sifat – sifat beton ini tergantung pada proporsi campuran, kesempurnaan dari adukan bahan – bahan pembentuk campuran. Uraian tentang pembentuk beton adalah sebagai berikut (Nawy, 1985).

#### 3.3.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150 (1985) semen Portland didefinisikan sebagai bahan hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama – sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*) (Mulyono, 2003).

Menurut Nawy, (1990) Pada bahan pembentuk semen terdiri dari 4 unsur penting, yaitu :

1. Trikalsium silikat ( $C_3S$ ).
2. Dikalsium silikat ( $C_2S$ ).
3. Trikalsium aluminat ( $C_3A$ ).
4. Tetrakalsium aluminoforit ( $C_4AF$ ).

Menurut Nawy (1985) secara ringkas proses pembuatan semen Portland dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Bahan baku yang berasal dari tambang (*quarry*) berupa campuran  $CaO$ ,  $SiO_2$ , dan  $Al_2O_3$  digiling (*blended*) bersama – sama beberapa bahan tambah lainnya, baik dalam proses basah maupun dalam proses kering.
2. Hasil campuran tersebut di tuangkan ke ujung atas *ciln* yang diletakkan agak miring.
3. Selama *ciln* berputar dan dipanaskan, bahan tersebut mengalir dengan lambat dari ujung atas ke bawah.
4. Temperatur dalam *ciln* dinaikkan secara perlahan hingga mencapai temperatur klinker (*clinker temperature*) dimana difusi awal terjadi. Temperatur ini dipertahankan sampai campuran membentuk butiran semen Portland pada suhu  $1400^\circ C$  ( $2700^\circ F$ ). Butiran yang dihasilkan disebut sebagai klinker dan memiliki diameter antara 1,5 – 50 mm.
5. *Klinker* tersebut kemudian didinginkan dalam *clinker storage* dan selanjutnya dihancurkan menjadi butiran – butiran yang halus.
6. Bahan tambah, yakni sedikit gypsum (sekitar 1 – 5%) ditambahkan untuk mengontrol waktu ikat semen, yakni waktu pengerasan semen dilapangan.

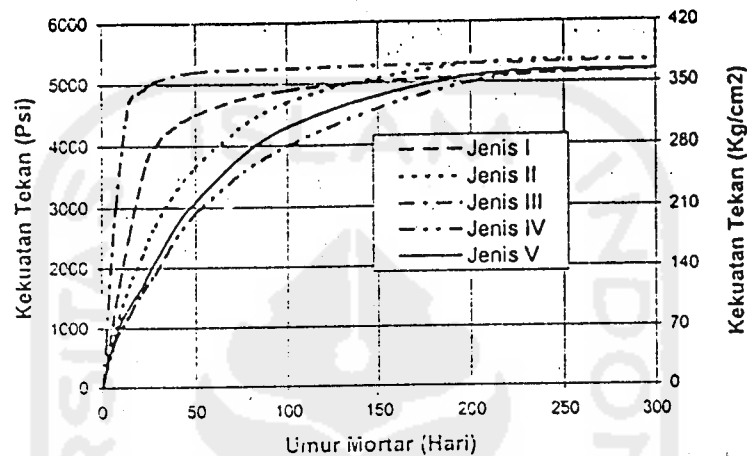
7. Hasil yang diperoleh kemudian disimpan pada sebuah *Cemen silo* untuk penggunaan yang kecil, yakni kebutuhan masyarakat. Pengolahan selanjutnya adalah pengepakan dalam *packing plant*. Untuk kebutuhan pekerjaan besar, pendistribusian semen dapat dilakukan menggunakan *capsule truck*.

Untuk tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia menurut (PUBI - 1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I. Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis – jenis lain,
2. Jenis II. Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang,
3. Jenis III. Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV. Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah, dan
5. Jenis V. Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Kekuatan tekan semen diuji dengan cara membuat mortar yang kemudian ditekan sampai hancur. Contoh semen yang akan diuji dicampur dengan pasir silika dengan perbandingan tertentu, kemudian dibentuk menjadi kubus – kubus berukuran 5x5x5 cm. Setelah berumur 3, 7, 14 dan 28 hari dan mengalami perawatan dengan perendaman, benda uji tersebut diuji kekuatan tekannya.

Perkembangan kekuatan tekan untuk mortar dan beton yang menggunakan berbagai jenis semen dapat dilihat Gambar 3.1



Gambar 3.1 perkembangan kekuatan tekan mortar untuk berbagai tipe Portland cement (sumber : Mulyono, 2003)

### 3.3.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira – kira menempati sebanyak 70% volume beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton (Mulyono, 2003)

Berdasarkan ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi 2, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir – butir lebih besar dari 4,8 mm, dan agregat halus berupa agregat yang mempunyai ukuran butir – butir lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat

yang butiran – butirannya lebih kecil dari 1,2 mm kadang – kadang disebut pasir halus, sedangkan butir - butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt* (Lumpur), dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (tanah liat) (Mulyono, 2003).

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik (Tjokrodimulyo, 1995).

Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan agregat dalam campuran beton ada lima (Landgren, 1994) dalam Mulyono (2003), yaitu :

1. Volume Udara

Udara yang terdapat dalam campuran beton akan mempengaruhi proses pembuatan beton, terutama setelah terbentuknya pasta semen.

2. Volume Padat

Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari agregat.

3. Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai kontrol.

4. Penyerapan

Penyerapan berpengaruh pada berat jenis.

5. Kadar Air Permukaan Agregat

Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan campuran air saat pencampuran.

#### a. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butiranya lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm) (Mulyono, 2003). Pemilihan agregat berdasarkan kekuatan dan keuletan agregat yang tergantung dari bahan pembentuk batumannya. Kuat tekan agregat harus lebih tinggi daripada beton yang dibuat dari agregat tersebut agar menghasilkan beton yang kekuatannya dapat diandalkan (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut Tjokrodimulyo (1992) berdasarkan jenisnya agregat dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Agregat normal, berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7  $\text{gr/cm}^3$ ,
2. Agregat ringan, berat jenisnya kurang dari 2,0  $\text{gr/cm}^3$ , dan
3. Agregat berat, mempunyai berat jenis lebih dari 2,8  $\text{gr/cm}^3$ .

#### b. Agregat halus (Pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Pada umumnya pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam, (Murdock dan Brook, 1991) yaitu :

##### 1. Pasir galian.

Pasir ini dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran dengan cara dicuci.



## 2. Pasir sungai.

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat – bulat akibat proses gesekan.

## 3. Pasir laut.

Pasir ini diperoleh dari pantai, butir – butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena banyak mengandung garam – garaman. Garam – garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan hal tersebut mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

### 3.3 Air

Air merupakan salah satu bahan dasar pembuat beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir – butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Menurut ACI 318-89 : 2 dalam Mulyono (2003) tentang pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat – syarat 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, dan sebagainya) lebih dari 2 gr/liter,
3. Tidak mengandung klorida (cl) lebih dari 0,5 gr/liter,
4. Tidak mengandung senyawa sulfat ( $SO_4$ ) lebih dari 1 gr/liter.