

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Beton

Beberapa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton (Nawy, 1985 dan Mulyono, 2003) adalah :

1. kualitas semen,
2. proporsi semen terhadap campuran,
3. kekuatan dan kebersihan agregat,
4. interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
5. pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
6. penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
7. Perawatan beton,
8. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos.

B. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Kelebihan beton antara lain (Tjokrodimuljo, 2007):

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen Portland. Hanya untuk daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir atau kerikil mungkin harga beton agak mahal.
2. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan / pembusukan oleh kondisi lingkungan. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya dapat sama dengan batuan alami.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran sebarang tergantung keinginan. Cetakan dapat pula dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi murah.
4. Kuat tekannya yang tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat diketakan mampu dibuat untuk

struktur berat. Beton dan baja boleh dikatakan mempunyai koefisien muai yang hampir sama.

5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
7. Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.

Kekurangan beton antara lain (Tjokrodinuljo, 2007):

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa (*meshes*).
2. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah, sehingga dilatasi (*construction joint*) perlu diadakan pada beton yang panjang/lebar untuk memberi tempat bagi susut pengerasan dan pengembangan beton.
3. Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu.
4. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
5. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

C. Bahan Penyusun Beton

1. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Mulyono, 2004).

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Bahan pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO) dan terkadang sedikit alkali (Mulyono, 2003).

2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini rata-rata menempati sebanyak 70% volume beton. Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang mempunyai ukuran butiran lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus (Tjokrodimuljo, 2007).

Dalam pelaksanaannya agregat digolongkan menjadi 3 kelompok (Tjokrodimuljo, 2007), yaitu :

- a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm
- b. Kerikil, untuk besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm
- c. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm sampai 15 mm

Berdasarkan kronologinya, agregat dibagi menjadi beberapa jenis agregat yang memiliki sifat-sifat agregat yang berbeda (Tjokrodimuljo 2007), yaitu :

a. Batu pecah

Batu pecah (split) merupakan butir-butir hasil pemecahan batu. Permukaan butirnya biasanya lebih kasar dan bersudut tajam.

b. Pecahan bata / genteng

Agregat ini merupakan hasil pemecahan batu / genteng. Pecahan bata / genteng

lebih kasar menghasilkan agregat yang baik pula, sehingga memenuhi

syarat untuk beton, akan tetapi jika untuk beton bertulang sebaiknya kuat tekan batanya tidak kurang dari 30 MPa.

c. Tanah liat bakar

Tanah liat dengan kadar air tertentu dibuat berbutir sekitar 5 sampai 20 mm, kemudian dibakar. Beton dengan agregat ini beratnya lebih rendah daripada beton dari agregat normal yaitu sekitar 1900 kg/m^3 .

d. *Herculite* atau *Haydite*

Agregat ini adalah hasil pembuatan dari tanah shale yang dimasukkan kedalam tungku putar pada suhu 1200°C selama 10-15 menit.

e. Abu terbang (*sintered fly-ash aggregate*)

Agregat ini ialah hasil dari pemanasan abu terbang (pada pembakaran batu bara) sampai meleleh dan mengeras lagi yang membentuk butir-butir seperti kerikil.

f. Terak dingin

Terak dingin adalah hasil sampingan dari pembakaran bijih besi pada tanur tinggi, yang didinginkan pelan-pelan di udara terbuka.

g. Benda padat buangan / limbah

Kemungkinan pemakaian benda padat limbah untuk dipakai sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton yang masa-masa terakhir ini sering dibicarakan dan tampak meningkat kebutuhannya, sebenarnya bukanlah suatu konsep yang baru. Misalnya, pemakaian abu terbang (*fly-ash*), blast-furnace slags, dan robekan-robekan kaleng bekas, juga barang-barang bekas bongkaran bangunan, maupun barang-barang sampah dari kantor dan rumah, misalnya kertas, gelas, plastik dsb.

Sebelum barang-barang bekas / buangan tersebut dipakai, maka perlu dipertimbangkan (diteliti) dulu terhadap hal-hal sebagai berikut:

a). Tinjauan ekonomi, apakah tidak lebih mahal daripada agregat biasa,

3. Air

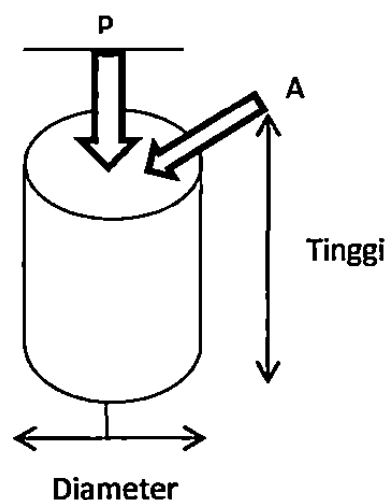
Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton (Mulyono, 2003).

D. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003). Kuat tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Rumus kuat tekan beton (f_c') adalah :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

Dengan : f_c' = kuat tekan beton (MPa)
 P = beban tekan (N)
 A = luas penampang benda uji (mm^2)



Gambar 3.1 Uji Tekan Beton

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tarik rendah. Berdasarkan kuat tekannya, beton dapat dibagi menjadi beberapa

Tabel 3.1 Jenis beton menurut kuat tekannya

Jenis Beton	Kuat tekan (MPa)
Beton sederhana (<i>plain concrete</i>)	Sampai 10
Beton normal (beton biasa)	15 – 30
Beton pra-tegang	30 – 40
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80

Sumber : Tjokrodimuljo, 2007

E. Faktor Air Semen

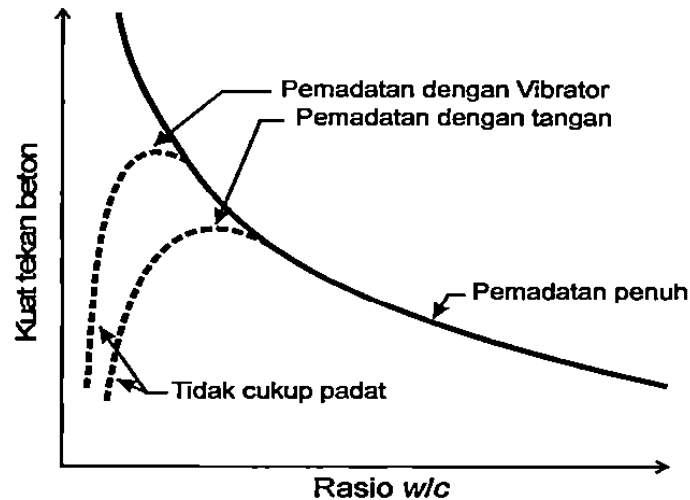
Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat antara air dan semen portland didalam campuran adukan beton (Tjokrodimuljo, 2007). Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai fas, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini (Mulyono, 2004). Menurut Duff Abrams hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 2007):

$$f_c = \frac{A}{B^X} \quad (3.2)$$

dengan : f_c = kuat tekan beton
 X = perbandingan volume antara air dan semen
 A, B = konstanta

Dari rumus di atas tampak bahwa semakin rendah nilai faktor air semen, maka semakin tinggi kuat tekan betonnya.

Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya
 adalah ... Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Hubungan antara kuat tekan dan fas (Tjokrodimuljo, 2007)

F. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun dimuka. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau ditambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I (OPC-I). Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusunnya yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Mulyono, 2003).

G. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat diperlukan untuk perancangan campuran beton, karena hasil dari pemeriksaan agregat dapat mempengaruhi perhitungan campuran beton yang akan dibuat. Ada dua beberapa pemeriksaan agregat yang diperlukan

1. Kadar air

Kadar air pasir adalah jumlah kandungan air pada agregat dibagi dengan berat kering agregat. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan 3.3 dan 3.4

$$\text{Kandungan air} = B1 - B2 \quad (3.3)$$

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{kandungan air}}{\text{berat kering}} \times 100\% \quad (3.4)$$

dengan :

B1 = Berat pasir jenuh kering muka

B2 = Berat pasir kering tungku

2. Gradasi agregat halus

Gradasi adalah distribusi ukuran butir dari suatu agregat. Analisa gradasi ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan / ayakan. Perhitungan gradasi agregat dapat dilihat pada persamaan 3.5.

$$\text{MHB} = \frac{\text{jumlah berat tertahan kumulatif}}{\text{jumlah berat tertahan}} \times 100\% \quad (3.5)$$

dengan :

MHB = Modulus halus butir

3. Kadar lumpur

Dalam agregat sering terdapat bahan-bahan yang keberadaanya mungkin dapat memberikan pengaruh yang merugikan terhadap mutu beton, baik pada beton segar maupun pada beton keras. Salah satu bahan tersebut berupa lumpur. Perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada persamaan 3.6

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \quad (3.6)$$

dengan :

B1 = agregat jenuh kering muka

B2 = agregat setelah keluar oven

4. Berat satuan agregat

Berat satuan atau berat volume adalah perbandingan antara berat dan volume agregat termasuk pori-pori antar butirnya, untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat kasar dan halus dalam pembuatan beton. Perhitungan berat satuan agregat dapat dilihat pada persamaan 3.7

$$\text{Berat satuan agregat} = \frac{B_2 - B_1}{V} \quad (3.7)$$

dengan :

B_1 = berat bejana kosong

B_2 = berat bejana berisi kerikil SSD

V = volume bejana kosong

5. Keausan agregat

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari pada kekuatan agregatnya. Kekuatan butir-butir agregat sangat mempengaruhi kuat tekan beton yang akan dibuat, oleh karena itu pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan keausan agregat kasar dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Keausan agregat} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \quad (3.8)$$

dengan :

B_1 = Berat sebelum masuk mesin Los Angles

B_2 = Berat setelah masuk mesin Los Angles

6. Berat jenis agregat kasar (batu kapur)

Kerikil mempunyai sifat-sifat tersendiri terhadap beratnya, yang tergantung pada tingkat kepadatan, bentuk butiran maupun tingkat kebasahannya. Pada pemeriksaan berat jenis kerikil diperoleh berat jenis curah, berat jenis jenuh kering muka dan berat jenis tampak, namun yang digunakan dalam perhitungan perancangan campuran beton (*mix design*) yaitu berat jenis jenuh kering muka. Perhitungan berat jenis jenuh kering muka dapat dilihat pada persamaan 3.9

$$\text{Berat jenis jenuh kering muka} = \frac{B_j}{V} \quad (3.9)$$

dengan :

B_j = Berat kerikil keadaan jenuh kering muka

B_a = Berat kerikil dibawah air

7. Berat jenis agregat halus (pasir)

Pasir mempunyai sifat-sifat tersendiri terhadap beratnya, yang tergantung pada tingkat kepadatan, bentuk butiran maupun tingkat kebasahannya. Pada pemeriksaan berat jenis pasir diperoleh berat jenis curah, berat jenis jenuh kering muka dan berat jenis tampak, namun yang digunakan dalam perhitungan perancangan campuran beton (*mix design*) yaitu berat jenis jenuh kering muka. Perhitungan berat jenis jenuh kering muka dapat dilihat pada persamaan 3.10

$$\text{Berat jenis jenuh kering muka} = \frac{B_j}{B_j + B_a - B_t} \quad (3.10)$$

dengan :

B_j = Berat pasir keadaan jenuh kering muka

B_a = Berat piknometer berisi air

B_t = Berat piknometer berisi pasir dan air

H. Perancangan Campuran Beton

Tujuan dari perancangan campuran beton adalah untuk menentukan komposisi yang tepat antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Perancangan bertujuan untuk mendapatkan beton yang baik sesuai dengan bahan dasar yang tersedia (Tjokrodimuljo, 2007). Dalam perancangan campuran beton (*mix design*) ini menggunakan SK SNI 03 2824 2002 (Dalam Tjokrodimuljo

I. Faktor Pengali

Apabila bentuk dan ukuran benda uji beton berbeda dengan bentuk ukuran standart, maka hasil pengujian perlu dikalikan dengan faktor pengali sebagaimana tercantum dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kuat tekan dan faktor untuk berbagai ukuran silinder beton

Ukuran silinder		Kuat Tekan	Faktor Pengali
D(mm)	L(mm)		
50	100	108	0,917
75	150	106	0,943
100	200	104	0,962
150	300	100	1,000
200	400	96	1,042

Sumber: Neville, 1977 dalam Triandimuldi (2007)