

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 UMUM

Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungan dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton akan berarti pemborosan bilamana dipandang dari segi ekonomi. Yang paling diharapkan dari segi konstruksi adalah dapat memenuhi harapan maksimal, dengan tetap mengikuti variasi sifat-sifat beton sehingga kekuatan harus semaksimal mungkin.

Kekuatan beton terletak pada daerah tekannya dimana beton dapat menahan tegangan tekan yang besar atau dikatakan beton mempunyai kualitas tinggi. Kuat tekan yang tinggi dari beton tidak diimbangi dengan kuat tariknya. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah dari kuat tekannya.

3.2 KOMPOSISI BETON

Menurut Tjokrodimulyo 1992, beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air dan agregat (dan kadang-kadang ditambah

dengan bahan-bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan kimia, serat sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu. Pengerasan beton terjadi oleh peristiwa kimia antara air dan semen, hal ini berjalan selama waktu yang panjang dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya.

Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan dengan rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi dengan butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir, dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen selain mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat halus juga bersifat sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dan terbentuklah suatu masa yang kompak/padat.

1. Semen Portland

Semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

Menurut SII 0031-81 (dalam Tjokrodimulyo, 1996), semen Portland dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut :

Jenis I : Semen untuk penggunaan umum tidak memerlukan persyaratan khusus

Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan mempunyai hidrasi sedang

Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)

Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah

Jenis V : Semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat

Jenis-jenis semen tersebut mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu masa yang kompak/padat, walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10 % - 30 % dari volume beton (Tjokrodimulyo, 1996).

Kandungan silikat dan aluminat pada semen merupakan unsur utama pembentuk semen yang mana apabila bereaksi dengan air akan menjadi media perekat. Media perekat ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras. Proses hidrasi terjadi bila semen bersentuhan dengan air. Proses ini berlangsung dua arah yakni keluar dan kedalam, maksudnya hasil hidrasi mengendap dibagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi dibagian dalam secara bertahap terhidrasi (Tjokrodimulyo, 1996).

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Jika terjadi faktor air semen sama (nilai slump berbeda) beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan beton rendah.

Jika nilai slump sama (nilai faktor air semen berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini karena pada nilai slump sama jumlah air hampir sama sehingga penambahan semen berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berakibat penambahan kuat tekan beton.

2. Air

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi proses hidrasi yakni reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah melewati beberapa waktu tertentu.

Pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat air sebagai berikut:

(Tjokrodimulyo, 1996)

- a. Tidak mengandung Lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gr/liter
- c. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter

3. Agregat

Agregat adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat kira-kira mempunyai sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodimulyo, 1996)

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah didasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat halus adalah pasir alami sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau pasir yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm, agregat kasar adalah

kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu antara 5 mm sampai 40 mm.

Agregat sebagai bahan konstruksi sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut : (PUBI, 1982)

- a. Berbutir tajam, kuat dan bersudut
- b. Bersih tidak mengandung tanah atau kotoran lain
- c. Harus tidak mengandung garam yang menghisap air dari udara
- d. Tidak mengandung zat-zat organis
- e. Bergradasi baik
- f. Bersifat kekal tidak hancur atau berubah karena cuaca

Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan betonnya. Pada pemakaian ukuran butir agregat maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirnya, berarti sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar berada dalam pasta tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi. Namun sebaliknya, karena butir-butir agregatnya besar maka luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan antara permukaan agregat dan pastanya kurang kuat. Lagipula karena butirannya besar menyebabkan sangat menghalangi susutan pastanya, sehingga retakan-retakan kecil pada pasta disekitar agregat lebih mudah terjadi.

3.3 KUAT TEKAN BETON

Sebagaimana telah kita ketahui bahwa beton memiliki kemampuan menahan tekan yang relatif besar, dan selama ini keruntuhan atau kegagalan beton

sebagian besar disebabkan oleh rusaknya ikatan pasta semen dan agregat. Besarnya kuat beton dipengaruhi kekasaran dan bentuk batuan.

Menurut Tjokrodimulyo 1996, kekuatan tekan adalah nilai tekan maksimum yang dapat dipikul persatuan luas. Kuat tekan biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, artinya bila kuat tekannya tinggi/ baik maka sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, dihitung dengan rumus :

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

dimana : f_c = Kuat tekan beton yang terjadi (Mpa)

P = Beban yang diberikan (N)

A = Luas permukaan silinder beton (mm^2)

Menurut Tjokrodimulyo 1996, faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton adalah :

1. Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran beton.

2. Jenis Semen

Tiap jenis semen akan memberikan kuat tekan yang berbeda-beda jika digunakan dalam campuran adukan beton.

3. Jumlah Semen

Pada beton dengan f.a.s sama, kandungan lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak . demikian pula pastinya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada

beton dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Jumlah semen dalam beton mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi.

4. Umur Beton

Kekuatan beton akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur yang dihitung sejak beton dibuat. Laju kenaikan beton mula-mula cepat, kemudian lajunya semakin lambat sebagai standar kekuatan beton adalah 28 hari.

5. Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum butir agregat.

3.4 KUAT TARIK BETON

Kuat tekan dan kuat tarik beton tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai bahwa nilai kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Kuat tarik bahan beton juga ditentukan dengan menggunakan *modulus of rupture*, ialah tegangan tarik lentur beton yang timbul pada pengujian hancur beton polos (tanpa tulangan) sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori.

Kuat tarik bahan beton juga ditentukan melalui pengujian *split cylinder* yang umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya. Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton, diletakkan pada arah memanjang diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat

tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi 2 bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut *split cylinder strength* dihitung dengan rumus :

$$f_t = \frac{2P}{\pi.L.D} \quad \dots (3.2)$$

dimana : f_t = Kuat tarik belah (Mpa)

P = Beban waktu belah (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji

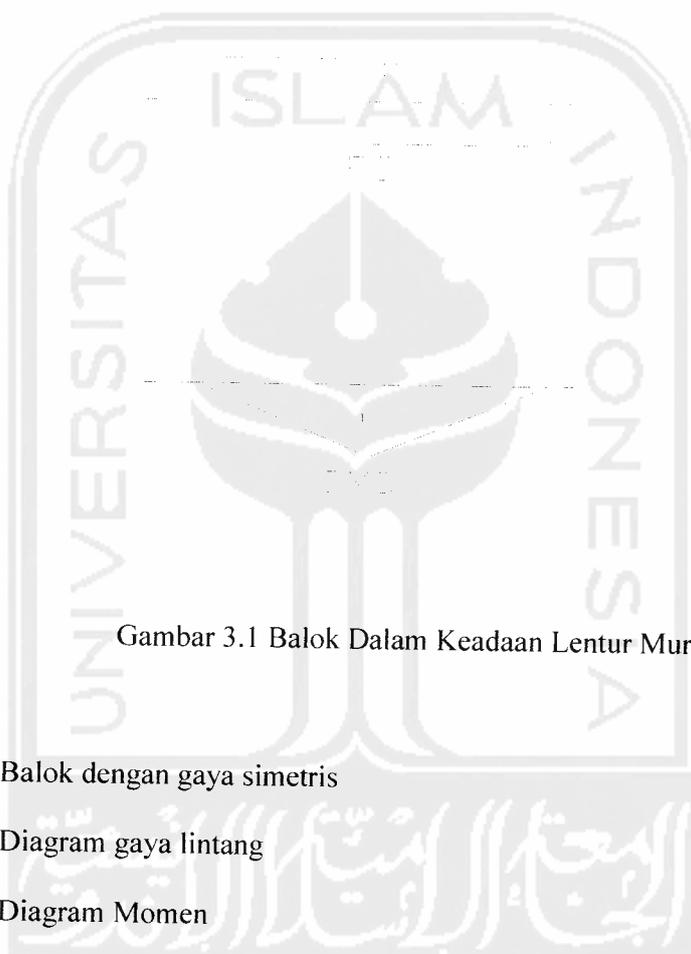
3.5 KUAT LENTUR BETON

Pengujian kuat lentur dilakukan dengan membuat pembebanan satu titik pada tengah balok sehingga didapatkan tegangan lentur maksimum pada balok yang diuji. Lentur yang terjadi adalah lentur murni dari sebuah balok dengan suatu momen lentur yang tidak dipengaruhi oleh gaya lintang (gaya-gayanya sama dengan nol). lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini. Balok beton apabila ditekan dibebani suatu gaya P tertentu seperti pada gambar dibawah belum mengalami deformasi, dan akan berdeformasi berupa pelengkungan bila P telah bekerja.

a.



b.



c.

Gambar 3.1 Balok Dalam Keadaan Lentur Murni

- a. Balok dengan gaya simetris
- b. Diagram gaya lintang
- c. Diagram Momen

Momen Lentur (M) Konstan berdasarkan gaya yang bekerja dapat diperoleh dengan :

$$M = \frac{1}{4}.PL \quad \dots(3.3)$$

Tegangan lentur yang terjadi pada balok berhubungan dengan tahanan momen (W). Tahanan momen /modulus elastis tampang pada balok tampang persegi adalah :

$$W = \frac{1}{6} . b . h^3 \quad \dots(3.4)$$

Tegangan lentur balok dapat diperoleh dengan rumus :

$$\sigma_{lt} = \frac{M}{W} = \frac{3Pl}{2bh^3} \quad \dots(3.5)$$

3.6 MODULUS ELASTISITAS

Seperti pada sebagian besar bahan struktur, beton juga berperilaku elastis bila dikenai lebih awal. Modulus elastisitas beton adalah nilai banding antara tegangan dan regangan beton yang ditunjukkan oleh besarnya sudut. Kemiringan diagram tegangan regangan beton pada kondisi elastis. Modulus elastis beton tergantung dari modulus elastis bahan penyusunnya dan perbandingan bahan tersebut didalamnya.

Modulus elastis tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga E_c yang lebih tinggi juga. Untuk beton biasa modulus elastis berkisar antara 25 sampai 36 KN/mm^2 .

Menurut E.G Nawy, 1998, nilai modulus elastis dapat ditentukan dengan persamaan :

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \dots(3.6)$$

Dimana :

σ = tegangan pada 0,40 kuat tekan uji

ε = regangan yang dihasilkan pada pengujian = $\frac{\Delta l}{l}$

