

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Menurut SK SNI T-15-1991-03 beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya, yaitu semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, yang masing-masing komponen pendukungnya mempunyai fungsi tersendiri, dengan demikian seorang perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak dan komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi ketentuan yang disyaratkan oleh perencana.

3.2 Perencanaan Campuran Beton

Nawy (1985) menjelaskan, teori faktor air semen (faktor w/c) menyatakan bahwa untuk suatu kombinasi bahan yang diberikan yang sudah memenuhi konsistensi yang sudah dikerjakan, kekuatan beton pada umur tertentu bergantung pada perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran beton. Dengan perkataan lain , jika angka perbandingan air terhadap semen sudah tertentu, maka kekuatan beton pada umur tertentu pada dasarnya dapat diperoleh, dengan syarat bahwa campurannya plastis, dapat dikerjakan, dan agregatnya baik, tahan lama, dan bebas material yang merugikan. Sementara kekuatan bergantung pada faktor

air semen, nilai ekonomis bergantung pada presentase agregat yang ada yang masih menghasilkan campuran yang dikerjakan. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk proporsi semen, agregat, dan air.

Kardiyono, TJ (1996) menjelaskan, terdapat beberapa metode desain campuran beton untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan, diantaranya adalah metode desain campuran ACI. Perencanaan campuran adukan beton pada penelitian ini menggunakan metode desain campuran ACI, dengan harapan untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan, dan mutu beton yang diharapkan.

Langkah-langkah perencanaan menurut metode desain campuran (mix design) ACI adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat desak rata-rata:

$$f'_{cr} = f'_c + m \dots\dots\dots (3.1)$$

f'_c = kuat desak rencana, dan nilai margin (m) = 1,64 S_d

Nilai S_d ditentukan berdasarkan tingkat pengawasan terhadap mutu beton.

2. Menetapkan faktor air semen (fas), berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur yang dikehendaki dan keawetannya.
3. Menetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat berdasarkan jenis strukturnya.
4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump.

5. Menghitung jumlah semen berdasarkan hasil hitungan pada point 2 dan 4 di atas.
6. Menetapkan volume agregat kasar persatuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus pasir.
7. Menghitung volume pasir berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan, serta udara yang terperangkap dalam adukan, dengan cara hitungan volume absolut.

3.3 Baja Tulangan

Di dalam struktur beton, baja tulangan dipakai sebagai bahan penguat atau sebagai baja prategang. Tegangan-tegangan yang terjadi pada baja, seperti juga tegangan yang terjadi pada beton yang telah mengeras, hanya disebabkan oleh beban yang bekerja pada struktur, kecuali apabila terjadi kemungkinan timbulnya tegangan-tegangan sekunder seperti disebabkan oleh penyusutan atau sebab-sebab lainnya (**Winter dan Nilson, 1983**).

Supaya pemakaian baja tulangan efektif, harus diusahakan agar tulangan dan beton dapat mengalami deformasi bersama-sama, yaitu agar terdapat ikatan yang cukup kuat diantara kedua material tersebut untuk memastikan tidak terjadinya gerakan relatif (selip) dari tulangan dengan beton di sekelilingnya (**Winter dan Nilson, 1983**).

Sifat fisik baja tulangan yang penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan struktur beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s).

3.4 Kuat Desak Beton

Menurut **L. Wahyudi dan Syahril A. Rahim (1997)**, nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Oleh karena itu, metode statistik diperlukan untuk menentukan kekuatan desak karakteristik beton 95 % dari benda uji. Nilai f'_c adalah kekuatan desak benda uji silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm sebagaimana ditetapkan dalam SNI T-15-1991. Pengujian standarnya didasarkan atas kekuatan beton umur 28 hari, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton.

Dengan menganggap bahwa nilai-nilai hasil pengujian tersebut terdistribusi normal, perhitungan secara statistik dapat dilakukan sebagai berikut:

$$f'_c = f'_{cr} - 1,64 S_d \dots\dots\dots (3.2)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_i^N (f'_b - f'_{cr})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$f'_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} f'_b}{N} \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana: f'_b = kuat desak beton dari masing-masing benda uji (kg/cm^2)

f'_{cr} = kekuatan desak beton rata-rata (kg/cm^2)

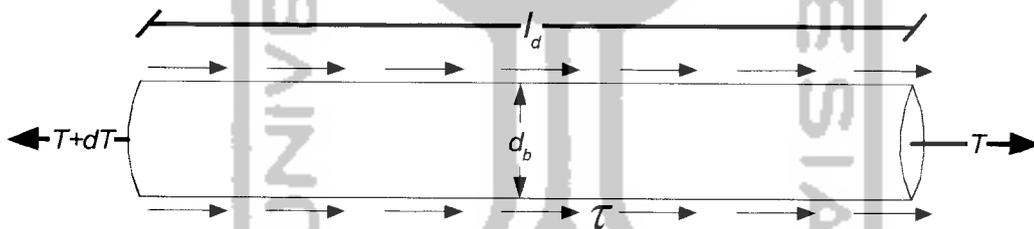
N = jumlah semua benda uji yang diperiksa.

S_d = harga deviasi standar

3.5 Penyaluran Tegangan Lekatan

Sebuah batang dengan penanaman yang cukup di dalam beton, tidak dapat dicabut keluar. Apabila setelah gesekan di ujung yang dibebani berlangsung cukup jauh untuk menyalurkan pelekatan pada suatu panjang yang besar, batang ini mencapai kekuatan lelehnya, dan gagal akan tarik, kemudian batang ini dinyatakan sebagai diangker penuh dalam beton (**Ferguson, 1984**).

Konsep dasar dari panjang pengangkeran adalah memperhitungkan suatu batang yang kemudian ditanam dalam suatu massa beton, seperti pada gambar 3.1. Tegangan pelekatan akan disebarkan seperti pada pengujian pencabutan keluar, cukup besar di dekat permukaan dan hampir nol di ujung yang tertanam sampai hampir dekat dengan kegagalan.



Gambar 3.1 *Pull-out anchorage bond* (lekatan penjangkaran tarik)

Anggap l_a adalah panjang tulangan yang ditanam dalam beton yang mengalami gaya tarik neto dT . Apabila d_b adalah diameter tulangan, τ adalah tegangan lekatan rata-rata, dan f_s adalah tegangan tulangan baja akibat tarikan langsung atau tegangan tarik balok, maka gaya tarik penjangkaran dT' sama dengan $\mu \pi d_b l_a$ dan sama dengan gaya tarik dT' pada penampang tulangan, yaitu:

$$dT = \frac{\pi d_b^2}{4} f_s \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan demikian:

$$\tau \pi d_b l_d = \pi \frac{d_b^2}{4} f_s \dots\dots\dots (3.6)$$

sehingga tegangan lekatan rata-ratanya:

$$\tau = \frac{f_s d_b}{4 l_d} \dots\dots\dots (3.7)$$

dan panjang penyalurannya:

$$l_d = \frac{f_s}{4 \tau} d_b \dots\dots\dots (3.8)$$

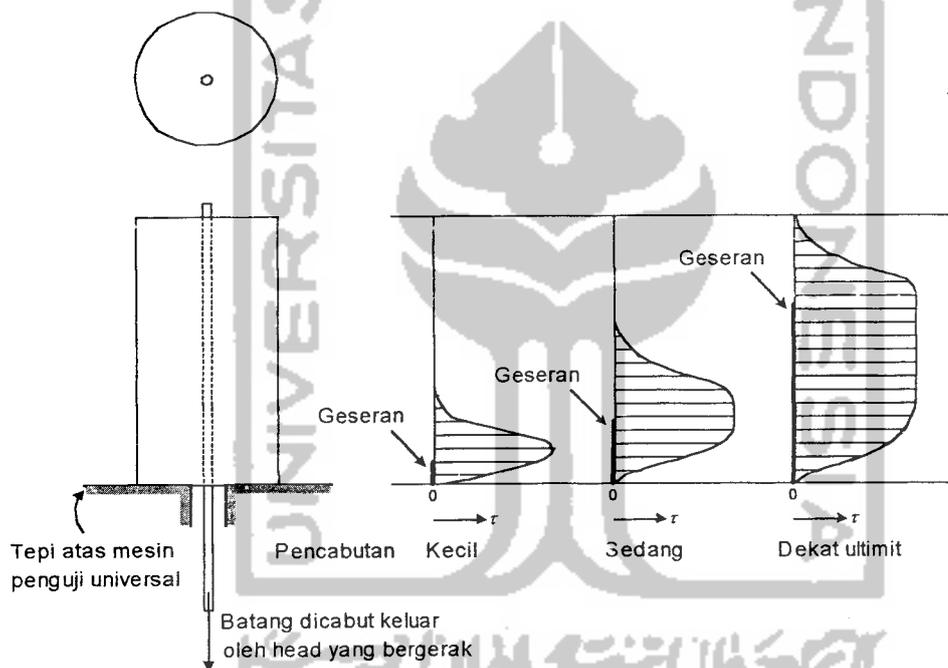
Dalam perencanaan berdasarkan metode kekuatan batas yang bertujuan untuk mencapai tegangan leleh (f_y) dari tulangan, sehingga f_s pada persamaan di atas diganti (f_y). Tegangan lekat adalah tegangan lekat nominal diambang keruntuhan, menjadi kapasitas tegangan lekat batas τ_b (*ultimate*), dengan demikian didapat rumus untuk panjang penyaluran l_d sebagai fungsi dari tegangan leleh f_y , garis tengah tulangan d_b , dan kuat lekat ultimit τ_b sebagai berikut (**Wang dan Salmon, 1986**):

$$l_d = \frac{f_y d_b}{4 \tau_b} \dots\dots\dots (3.9)$$

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa panjang penyaluran l_d yang merupakan fungsi dari ukuran dan kekuatan leleh tulangan, menentukan tahanan terhadap tergelincirnya tulangan, yang berarti juga meningkatkan kapasitas balok.

3.6 Pengujian Pencabutan Keluar Pelekatan

Suatu batang ditanamkan dalam sebuah silinder dari beton dan gaya yang dibutuhkan untuk mencabut batang itu keluar atau membuatnya bergeser secara berlebihan diukur. Dalam gambar diperlihatkan rambatan sesar dan tegangan lekat pada pengujian pencabutan keluar pelekatan (*Bond Pull-out Test*). Dari gambar tersebut tampak bahwa sesar antara baja tulangan dan beton merambat dari ujung yang dibebani ke bagian ujung yang tak dibebani (Ferguson, 1986).



Gambar 3.2 Pengujian pencabutan keluar pelekatan, dengan distribusi-distribusi tegangan pelekatan

Apabila panjang penyaluran yang diberikan cukup besar, kemungkinan dapat diketahui panjang penyaluran yang maksimum untuk jenis tulangan tertentu. Panjang penyaluran yang maksimal akan dapat diketahui apabila beban yang

diberikan sudah tidak dapat lagi ditambah namun pembebanan yang konstan ini bukan diakibatkan oleh leleh pada tulangan.

Menurut standar ASTM (*Americane Society for Testing Materials*), pengujian dilakukan dengan melakukan pembebanan terhadap baja tulangan, sampai dengan:

1. Tercapainya tegangan leleh dari baja tulangan
2. Terlepasnya tulangan di sekeliling beton
3. Terjadi slip paling sedikit 2,5 mm

