

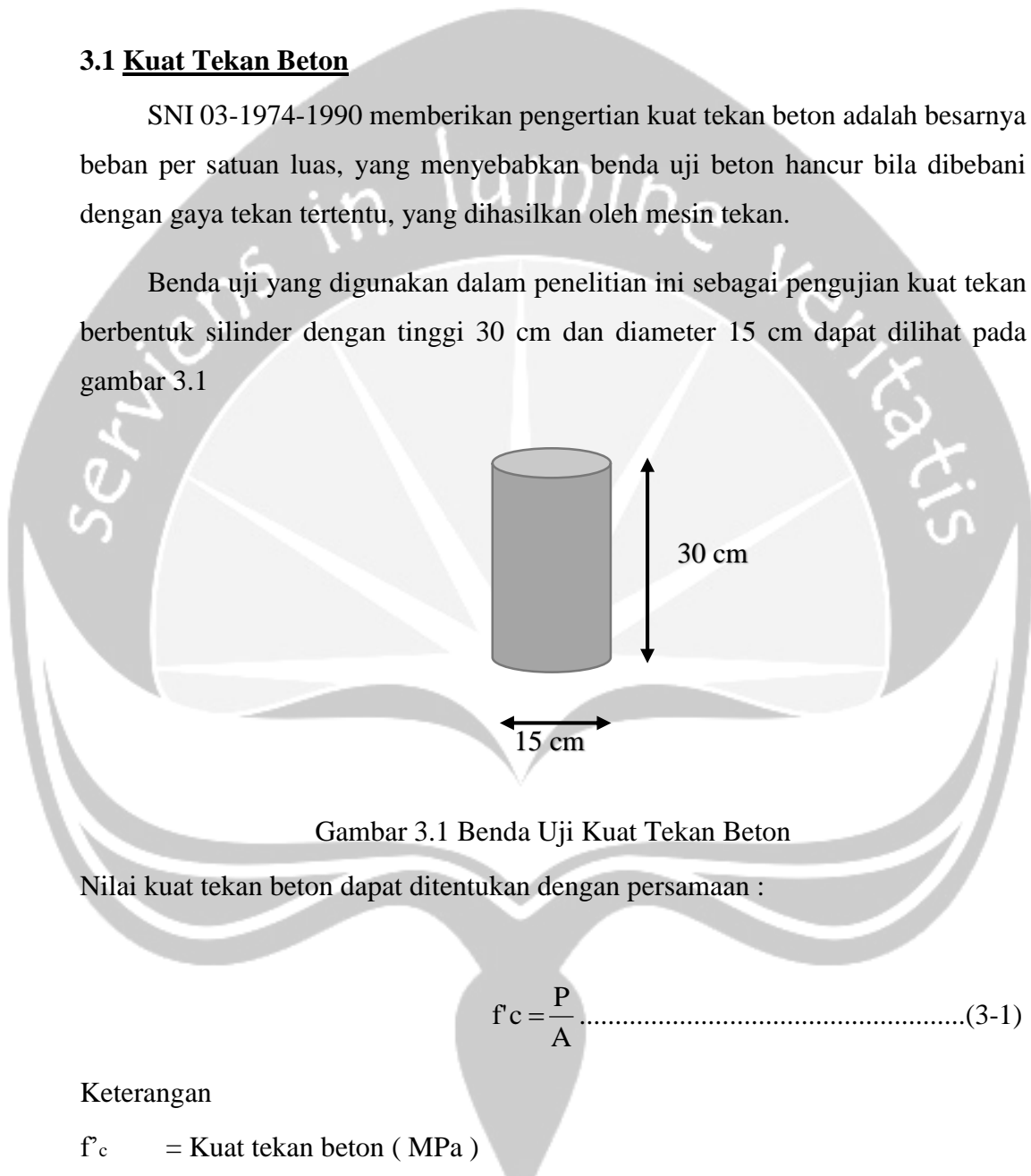
## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Kuat Tekan Beton

SNI 03-1974-1990 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Benda Uji Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-1)$$

Keterangan

- $f_c$  = Kuat tekan beton ( MPa )
- $A$  = luas penampang benda uji ( mm<sup>2</sup> )
- $P$  = beban tekan ( N )

### **3.2 Kuat Lentur Balok**

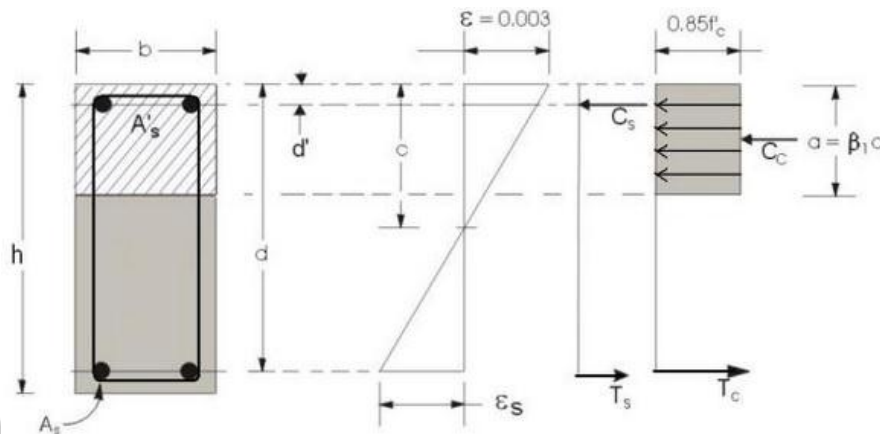
Tegangan Lentur pada balok diakibatkan oleh regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila beban bertambah maka pada balok akan terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur disepanjang bentang balok. Bila beban semakin bertambah, pada akhirnya terjadi keruntuhan elemen struktur. Taraf pembebanan yang demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur (MacGregor, J G., 1997).

Teori lentur untuk beton bertulang didasarkan pada tiga anggapan yang cukup mengizinkan untuk suatu perhitungan momen dari suatu balok (MacGregor, J G., 1997).

1. Bagian tegak lurus pada sumbu lenturan adalah bidang sebelum membengkokkan bidang sisa setelah lenturan.
2. Regangan di dalam tulangan sebanding dengan regangan di dalam beton ditingkatkan yang sama atau sebatas beban sedang.
3. Tegangan di dalam beton dan tulangan dapat dihitung dari tegangan menggunakan kurva tegangan-tegangan untuk beton dan baja.

### **3.3 Momen Ultimit**

Perancangan balok beton bertulang harus direncanakan dengan baik sehingga semua materialnya (beton dan baja tulangan) mencapai kapasitasnya sebelum runtuh. Gaya tekan pada balok beton bertulang rangkap atau ganda ditahan secara bersama-sama oleh beton ( $C_c$ ) dan tulangan tekan ( $T_s$ ), berbeda pada balok beton bertulangan tunggal, semua gaya tekan ditahan hanya oleh beton ( $C_c$ ).



Gambar 3.2 Analisis Kekuatan Penampang Pada Balok Beton

Supaya kesetimbangan gaya horizontal terpenuhi, gaya tekan  $C_c$  pada beton dan gaya tarik  $T_s$  pada tulangan harus seimbang, dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$C_c = T_s \dots\dots\dots(3-2)$$

$$0,85 \times f_c' \times a \times b = (A_s \times f_y) \dots\dots\dots(3-3)$$

$$a = \frac{(A_s \times f_y) + T_f}{0,85 \times f_c' \times a \times b} \dots\dots\dots(3-4)$$

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots(3-5)$$

Menentukan beban maksimum ( $P$ ) dengan persamaan :

$$M_u = \frac{1}{6} \cdot P \cdot L \dots\dots\dots(3-6)$$

$$P = \frac{6 \cdot M_u}{L} \dots\dots\dots(3-7)$$

Keterangan :

$C_c$  : gaya tekan beton (N)

$P$  : Beban (N)

$L$  : Bentang balok (mm)

$M_u$  : Momen Ultimate (Nmm)

$T_s$  : gaya tarik tulangan (MPa)

$f_c'$  : kuat tekan beton normal (MPa)

$b$  : lebar balok tertekan (mm)

$d$  : tinggi balok diukur dari tepi sisi yang tertekan ke titik berat luas beton (mm)

$d_s$  : tinggi balok diukur dari tepi bawah balok ke setengah balok utama (mm)

$h$  : tinggi total balok (mm)

$a$  : tinggi tekanan ekuivalen (mm)

$A_s$  : luas tulangan tarik (mm<sup>2</sup>)

$\epsilon_s$  : regangan pada tepi sisi yang tertekan

$\epsilon_c$  : regangan pada tulangan baja yang tertarik

g.n. : garis netral

### **3.4 Perancangan Keruntuhan Lentur**

Balok merupakan elemen struktur yang menanggung beban dalam arah vertikal yang menyebabkan terjadinya momen lentur dan gaya geser pada balok. Terlebih dahulu ditentukan persamaan untuk mengetahui kekuatan geser maksimum ( $V_u$ ) dan Kekuatan geser rencana beton ( $\phi V_c$ ) dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$V_u \max = \frac{1}{2} \cdot P \dots \dots \dots (3-8)$$

$$V_c = \left( \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (3-9)$$

$$\phi (V_c + V_s) \geq V_u \dots \dots \dots (3-10)$$

Dengan syarat  $V_u \max < \phi V_c$  (kegagalan pada lentur)

Menentukan kekuatan geser nominal dari sengkang dengan persamaan sebagai berikut ini.

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} \dots \dots \dots (3-14)$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \dots \dots \dots (3-15)$$

Dengan jarak sengkang maksimum yang akan digunakan dapat dilihat pada persamaan ini.

$$S_{\text{teoritis}} = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots(3-16)$$

$$S_{\text{max}} = \frac{d}{2} \dots\dots\dots(3-17)$$

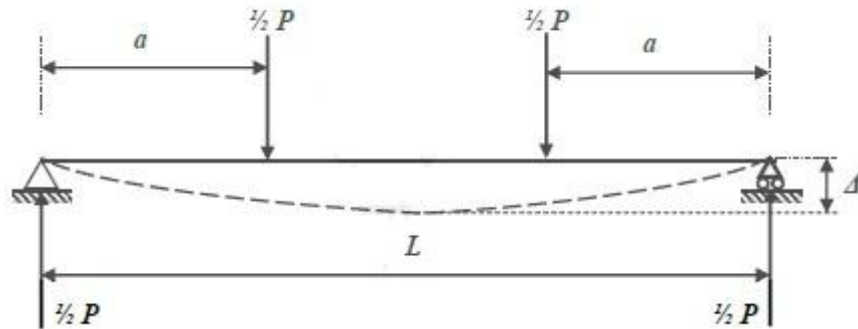
Keterangan :

- $V_s$  = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser
- $V_n$  = Kuat geser nominal (kN)
- $V_c$  = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton (kN)
- $f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)
- $b_w$  = Lebar badan (mm)
- $A_v$  = Luas tulangan geser dalam daerah sejarak  $s$  ( $\text{mm}^2$ )
- $f_y$  = Kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan baja non prategang (MPa)
- $d$  = Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik logitudinal (mm)
- $s$  = Jarak antar sengkang (mm)
- $A_s$  = Luas tulangan tarik

### **3.5 Hubungan Beban dan Defleksi**

Defleksi atau lendutan pada balok terjadi akibat pembebanan. Apabila beban bertambah maka pada balok akan terjadi deformasi dan regangan tambahan sehingga mengakibatkan muncul dan bertambahnya retak lentur di sepanjang bentang balok (Nawy, 1994)

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, komponen struktur beton bertulang yang mengalami lentur harus direncanakan agar mempunyai kekakuan yang cukup untuk membatasi lendutan/deformasi apapun yang dapat memperlemah kekuatan atau mengurangi kemampuan layan struktur pada beban kerja. Walaupun telah dicek keamanan terhadap lentur dan geser, balok bisa tidak layak apabila terlalu fleksibel atau lentur. Maka tinjauan defleksi balok merupakan salah satu bagian dari proses desain (Spiegel dan Limbrummer, 1991)



**Gambar 3.3 Landutan Balok Dipengaruhi Beban Terpusat**

Nilai defleksi dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$EI\Delta = \frac{1}{2} \left( \frac{L}{2} \right) \left( \frac{PL}{2} \right) \left( \frac{2L}{3} \right) + \frac{1}{2} \left( \frac{L-2a}{2} \right) \times \left[ - \left( \frac{PL}{2} - \frac{Pa}{2} \right) \right] \left[ a + \frac{2}{3} \left( \frac{L-2a}{2} \right) \right] \dots (3-18)$$

$$EI\Delta = \frac{PL^2}{16} - \frac{Pa^3}{12} \dots (3-19)$$

$$\Delta = \frac{PL^3}{48EI} \left( \frac{3a}{L} - \frac{4a^3}{L^3} \right)$$

Keterangan : E = modulus elastisitas beton (MPa)  
 I = momen inersia balok (mm<sup>4</sup>)  
 Δ = defleksi  
 P = beban luar (N)  
 L = bentang balok (mm)  
 a = jarak beban dari tumpuan (mm)