

**BAB III**  
**LANDASAN TEORI**

**3. 1. Perencanaan Kuda-Kuda dan Konsol**

Ketentuan umum perencanaan kuda-kuda baja ini adalah menggunakan rumus-rumus AISC, yang menggunakan metode ASD-89.

1. Perencanaan Gording.

Syarat yang di gunakan untuk menentukan apakah gording aman terhadap gaya lentur adalah:

$$\frac{fbx}{0,66 \cdot fy} + \frac{fby}{0,75 \cdot fy} \leq 1 \dots\dots\dots (p. 3. 1.1)$$

Syarat lendutan yang di ijinakan untuk gording pada sumbu tegak lurus sag-rod adalah:

$$\delta_{\perp} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\perp} \cdot L^4}{E \cdot I_x} \leq \frac{L}{360} \dots\dots\dots (p. 3. 1.2)$$

Syarat lendutan yang di ijinakan untuk gording pada sumbu sejajar sag-rod adalah:

$$\delta_{\parallel} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\parallel} \cdot \left(\frac{L}{a+1}\right)^4}{E \cdot I_y} \leq \frac{L}{360} \dots\dots\dots (p. 3. 1.3)$$

a = jumlah sag rod dalam satu bentang

2. Perencanaan Sag rod.

Gaya yang mampu di tahan sag-rod adalah:

$$P = 0,33 \cdot Fu \cdot A_{sagrod} \dots\dots\dots (p. 3. 1.4)$$

Dari beban yang di tahan sagrod di peroleh luasan sag-rod yang di perlukan, yakni:

$$A_{sagrod} = \frac{P}{0,33Fu} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_{sagrod}^2 \dots\dots\dots (p. 3. 1.5)$$

Dengan demikian diameter sag-rod yang di perlukan adalah:

$$D_{pakai} = D_{sagrod} + 3mm \dots\dots\dots (p. 3. 1.6)$$

### 3. Perencanaan Tie rod.

Gaya yang di tahan tie-rod pada arah sejajar tie-rod adalah:

$$T = T \cdot \cos \alpha \dots\dots\dots (p. 3. 1.7)$$

Gaya yang mampu di tahan tie-rod adalah:

$$T = 0,33 \cdot Fu \cdot A_{tierod} \dots\dots\dots (p. 3. 1.8)$$

Dari beban yang di tahan tie-rod di peroleh luasan tie-rod yang di perlukan, yakni:

$$A_{tierod} = \frac{T}{0,33Fu} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_{tierod}^2 \dots\dots\dots (p. 3. 1.9)$$

Dengan demikian diameter tie-rod yang di perlukan adalah:

$$D_{pakai} = D_{tierod} + 3mm \dots\dots\dots (p. 3. 1.10)$$

### 4. Perencanaan Batang Tarik.

Perencanaan batang tarik pada hakekatnya menentukan luas penampang lintang batang yang cukup untuk menahan beban (yang diberikan) dengan faktor keamanan yang memadai terhadap keruntuhan.

Luas penampang yang di perlukan terhadap patah lentur:

$$A_{g_{perlu}} = \frac{T}{0,6fy} \dots\dots\dots (p. 3. 1.11)$$

Luas penampang yang di perlukan terhadap patah geser:

$$A_{e_{perlu}} = \frac{T}{0,5Fu} \dots\dots\dots (p. 3. 1.12)$$

$A_{n_{perlu}}$  di peroleh dari Tabel 3.5.1 Salmon-Johnson

$A_e$  diambil dari tabel AISC – 1.14.2.2 dan 1.14.2.3

$A_g$  = luas bruto penampang

$A_e$  = luas efektif

$A_n$  = luas netto =  $A_g - A_{perlemahan\ baut}$

$A_{perlemahan\ baut} = (\text{diameter baut} + \frac{1}{8})$ , dalam in

$$r_{min} = \frac{L}{300} \dots\dots\dots (p. 3. 1.13)$$

Dipakai profil yang luas annya ( $A$ ) lebih besar dari nilai  $A_{perlu}$  terpakai

Kontrol:

Tegangan yang terjadi bila patah lentur yaitu:

$$\frac{T}{A_{brutto}} < 0,6fy \dots\dots\dots (p. 3. 1.14)$$

Tegangan yang terjadi bila patah geser yaitu:

$$\frac{T}{A_{eff}} < 0,5fu \dots\dots\dots (p. 3. 1.15)$$

## 5. Perencanaan Batang Desak.

Ratio kelangsingan (“slenderness”) yang memisahkan antara tekuk elastis dan non-elastis sebesar:

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{f_y}} = \frac{755}{\sqrt{f_y}}; \text{ (} f_y \text{ dalam ksi) } \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.16})$$

$$C_c = \frac{6400}{\sqrt{f_y}}; \text{ (} f_y \text{ dalam kg/cm}^2 \text{) } \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.17})$$

$$C_c = \frac{1987}{\sqrt{f_y}}; \text{ (} f_y \text{ dalam MPa) } \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.18})$$

Bila  $\frac{kL}{r} < C_c$  maka tegangan aksial ijin  $f_a$  adalah:

$$f_a = \frac{f_y}{FS} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{kL}{C_c r} \right)^2 \right) \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.19})$$

Dengan FS yaitu angka keamanan sebesar:

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{kL}{C_c r} - \frac{1}{8} \cdot \left( \frac{kL}{C_c r} \right)^3 \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.20})$$

Sedangkan bila  $\frac{kL}{r} > C_c$  maka tegangan aksial ijin  $f_a$  adalah:

$$f_a = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{\left( \frac{kL}{r} \right)^2} \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.21})$$

Dengan demikian dapat di hitung gaya aksial yang dapat di tahan yakni sebesar:

$$T = f_a \cdot A \dots\dots\dots (\text{p. 3. 1.22})$$

## 6. Perencanaan Sambungan

Sambungan menggunakan sambungan baut, di rencanakan sebagai berikut ini.

Besarnya gaya yang mampu di tahan baut adalah sebesar:

$$P_{tumpuan} = t_p \cdot D_{baut} \cdot 1,2 \cdot f_u \cdot n \dots\dots\dots (p. 3. 1.23)$$

Dengan demikian bila di ketahui gaya yang terjadi pada sambungan akibat beban, maka diameter baut dapat di tentukan yakni:

$$D_{baut} = \frac{P_{tumpuan}}{1,2 \cdot t_p \cdot f_u \cdot n} \dots\dots\dots (p. 3. 1.24)$$

Sedangkan bila baut di anggap menahan gaya geser, maka besarnya gaya yang bisa di tahan adalah sebesar:

$$P_{geser} = A_{baut} \cdot 0,33 \cdot f_u \cdot 2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{baut}^2 \cdot 0,33 \cdot f_u \cdot 2n \dots\dots\dots (p. 3. 1.25)$$

Dengan demikian diameter baut adalah sebesar:

$$D_{baut} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{geser}}{\pi \cdot 0,33 \cdot f_u \cdot 2n}} \dots\dots\dots (p. 3. 1.26)$$

### 3. 2. Perencanaan Pelat Lantai

Untuk mencari momen yang terjadi pada pelat di pergunakan tabel distribusi momen dari Gideon:

$$Mu = 0,001 \cdot qu \cdot L^2 \cdot X \dots\dots\dots (p. 3. 2.1)$$

Untuk perencanaan diambil  $M_u$  ma, dan besar momen nominal yakni momen ultimit yang di reduksi adalah sebesar  $M_n = Mu/\phi$ . Di hitung ratio tulangan berimbang yang nilainya sebesar:

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \dots\dots\dots (p. 3. 2.2)$$

Untuk menjamin keruntuhan yang terjadi merupakan ragam daktail, SK SNI menetapkan pembatasan tulangan maksimum:

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (p. 3. 2.3)$$

Dan ratio tulangan minimum sebesar:

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} \dots\dots\dots (p. 3. 2.4)$$

Kemudian di tentukan  $\rho_{pakai}$  dimana:  $\rho_{\min} < \rho_{pakai} \leq \rho_{\max}$

$$As = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (p. 3. 2.5)$$

Cek harga As:

Hitung Luas tulangan minimum:

$$As_{\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (p. 3. 2.6)$$

bila  $1,33 As_{perlu} < As_{\min}$  maka dipakai  $As = 1,33 As_{perlu}$

bila  $1,33 As_{perlu} > As_{\min}$  maka dipakai  $As = As_{\min}$

bila  $As_{perlu} > As_{\min}$ , dipakai  $As = As_{perlu}$

bila  $As_{perlu} < As_{\min}$  maka dipakai  $As = As_{\min}$

Kontrol harga Mn yang bisa di tahan dengan langkah berikut ini:

Hitung tinggi blok tegangan ekuivalen:

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots (p. 3. 2.7)$$

Mn dapat di hitung sebagai berikut:

$$Mn = As \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots (p. 3. 2.8)$$

Mn yang di peroleh harus lebih besar dari Mn yang di perlukan.

### 3. 3. Perencanaan Balok

Perencanaan balok di lakukan untuk balok-balok induk, balok-balok penahan tembok, dan balok-balok ring.

#### 3.3.1. Perencanaan Balok Lentur

Perencanaan balok lentur adalah, perencanaan tulangan utama dari balok, yang berfungsi menahan momen yang terjadi.

##### a) Perencanaan Balok Persegi Tulangan Sebelah

Diketahui:  $M_u$ ,  $f_c'$ ,  $f_y$ ,  $d'$

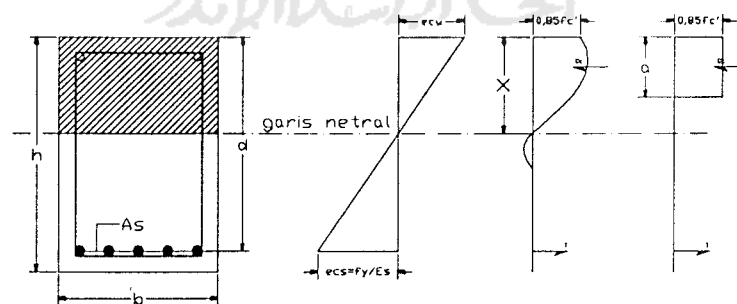
untuk  $f_c' \leq 30$  MPa, maka  $\beta_1 = 0,85$

untuk  $f_c' > 30$  MPa, maka

$$\beta_1 = 0,85 - 0,008 (f_c' - 30) \text{ dan } \beta_1 \geq 0,65 \dots\dots\dots (p. 3. 3.1)$$

Di hitung ratio tulangan berimbang yang nilainya sebesar:

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \dots\dots\dots (p. 3. 3.2)$$



Gambar III-1 Distribusi tegangan dan regangan pada penampang balok

Untuk menjamin keruntuhan yang terjadi merupakan ragam daktail, SK SNI menetapkan pembatasan tulangan maksimum:

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (p. 3. 3.3)$$

Dan ratio tulangan minimum sebesar:

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} \dots\dots\dots (p. 3. 3.4)$$

Kemudian di tentukan  $\rho$  awal dimana:  $\rho_{\min} < \rho \leq \rho_{\max}$

Tentukan koefisien resistansi Rn:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \dots\dots\dots (p. 3. 3.5)$$

$$Rn = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \rho \cdot m\right) \dots\dots\dots (p. 3. 3.6)$$

Momen nominal yang di perlukan adalah sebesar:

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots (p. 3. 3.7)$$

Tentukan nilai  $b \cdot d^2$  yang di perlukan:

$$b \cdot d^2 = \frac{Mn}{Rn} \dots\dots\dots (p. 3. 3.8)$$

dari nilai  $b \cdot d^2$  di tentukan pasangan b dan d yang akan di pakai, lalu hitung koefisien resistansi yang baru:

$$Rn_{baru} = \frac{Mn}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (p. 3. 3.9)$$

Kemudian dapat di tentukan ratio tulangan yang di perlukan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn_{baru}}{f_y}}\right) \dots\dots\dots (p. 3. 3.10)$$

Maka luas tulangan As yang di perlukan sebesar:

$$As = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (p. 3. 3.11)$$



Tentukan tulangan yang dipakai dan hitung nilai  $d$  baru dari tulangan yang dipakai, dan hitung kapasitas momen.

Tinggi blok tegangan segiempat ekuivalen sebesar,

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} \dots\dots\dots (p. 3. 3.12)$$

sehingga kapasitas momen sebesar

$$Mn = As \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (p. 3. 3.13)$$

Bila  $Mn \geq Mu/\phi$ , maka kapasitas momen balok telah cukup bila menggunakan tulangan sebelah.

Bila  $Mn < Mu/\phi$ , kapasitas penampang tidak mencukupi, sehingga di perlukan tulangan rangkap.

#### b) Perencanaan Balok Persegi Tulangan Rangkap

Perencanaan balok dengan tulangan rangkap terlebih dahulu di rencanakan sebagai tulangan sebelah namun diambil nilai  $d$  sehingga  $d_{pakai} < d_{perlu}$ .

Direncanakan momen nominal penampang menggunakan tulangan tarik maksimum yang diijinkan untuk tampang dengan tulangan sebelah pada kondisi seimbang ( $Mn_1$ ).

Dihitung luas tulangan  $As$  dari ratio tulangan maksimum:

$$As = \rho_{max} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (p. 3. 3.14)$$

Hitung tinggi blok tegangan segiempat ekuivalen:

$$a = \frac{As_1 \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} \dots\dots\dots (p. 3. 3.15)$$

Kemudian kapasitas momen  $Mn_1$  dapat di hitung sebagai berikut:

$$Mn_1 = As_1 \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (p. 3. 3.16)$$

Kelebihan momen yang perlu ditahan sebesar:

$$Mn_2 = Mn_{perlu} - Mn_1 \dots\dots\dots (p. 3. 3.17)$$

Tentukan letak garis netral:

$$x = \frac{600}{600 + fy} d \dots\dots\dots (p. 3. 3.18)$$

Periksa regangan tulangan tekan  $\epsilon_s'$ ,

$$\epsilon_s' = \frac{x - d'}{x} \epsilon_{cu} \dots\dots\dots (p. 3. 3.19)$$

dan regangan tulangan tarik  $\epsilon_s$ ,

$$\epsilon_s = \frac{d - x}{x} \epsilon_{cu} \dots\dots\dots (p. 3. 3.20)$$

terhadap regangan leleh baja:

$$\epsilon_y = \frac{fy}{Es} \dots\dots\dots (p. 3. 3.21)$$

Bila  $\epsilon_s' \geq \epsilon_y$ , maka baja tekan telah leleh pada saat regangan beton mencapai regangan hancur (0,003), maka  $fs' = fy$ .

Namun bila  $\epsilon_s < \epsilon_y$ , maka  $fs' = \epsilon_s' \cdot Es$

Luas tulangan tekan ( $As'$ ) dan tambahan tulangan tarik ( $As_2$ ) yang di perlukan adalah:

$$As' = As_2 = \frac{Mn_2}{fs' \cdot (d - d')} \dots\dots\dots (p. 3. 3.22)$$

Luas tulangan tarik yang di perlukan:

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \dots \dots \dots (p. 3. 3.23)$$

Kontrol harga Mn:

Ratio tulangan tarik yang di pakai:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \dots \dots \dots (p. 3. 3.24)$$

Ratio tulangan tekan yang di pakai:

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d} \dots \dots \dots (p. 3. 3.25)$$

Regangan tulangan tekan yang terjadi:

$$\epsilon_s' = \frac{x - d'}{x} \epsilon_{cu} \dots \dots \dots (p. 3. 3.26)$$

Regangan tulangan tarik yang terjadi:

$$\epsilon_s = \frac{d - x}{x} \epsilon_{cu} \dots \dots \dots (p. 3. 3.27)$$

Bila  $\epsilon_s' \geq \epsilon_y$ , maka asumsi tulangan tekan ( $A_s'$ ) telah leleh adalah benar

Bila  $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ , maka asumsi tulangan tarik ( $A_s$ ) telah leleh adalah benar

Bila ( $\epsilon_s' < \epsilon_y$ ) atau ( $\epsilon_s < \epsilon_y$ ), maka balok harus dianggap balok bertulangan

sebelah atau  $f_s'$  pada tulangan tekan harus di cari dengan dengan tegangan

aktual dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

Ambil nilai asumsi awal  $\epsilon_s'$ .

Hitung tegangan pada baja tekan yakni:

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s \dots \dots \dots (p. 3. 3.28)$$

Tinggi blok tegangan ekuivalen menggunakan tegangan aktual tulangan tekan:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y - A_s' f_s'}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots \dots \dots (p. 3. 3.29)$$

Maka letak garis netral dapat di hitung:

$$x = \frac{a}{\beta_1} \dots\dots\dots (p. 3. 3.30)$$

Cek ulang nilai regangan tulangan tekan:

$$\varepsilon_s' = \frac{x-d}{x} \varepsilon_{cu} \dots\dots\dots (p. 3. 3.31)$$

Bila  $\varepsilon_s'$  hasil perhitungan telah mendekati nilai asumsi awal  $\varepsilon_s'$  yang diambil maka coba-coba selesai dan  $f_s'$  menggunakan  $f_s'$  hasil coba-coba.

Bila  $\varepsilon_s'$  belum mendekati coba-coba dilanjutkan dengan mengambil nilai  $\varepsilon_s'$  baru.

Cek ratio tulangan:

$$\rho \leq \rho_{\max} + \rho' \frac{f_s'}{f_y} \dots\dots\dots (p. 3. 3.32)$$

bila  $\rho$  tidak memenuhi syarat di atas maka ukuran penampang yang di pergunakan tidak kuat, penampang harus di perbesar.

Hitung lagi tinggi blok tegangan ekuivalen:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y - A_s' f_s'}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots\dots\dots (p. 3. 3.33)$$

Momen nominal dari tulangan tekan dapat di peroleh, yakni sebesar:

$$Mn = (A_s \cdot f_y - A_s' f_s') \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_s' \cdot f_s' (d - d') \dots\dots\dots (p. 3. 3.34)$$

### 3.3.2. Penulangan Geser

Pada analisis struktur dua dimensi dengan kondisi beban yang berbeda serta letak komponen struktur yang tidak simetris dapat menimbulkan momen torsi.

Pada masalah ini dipakai kombinasi tulangan geser dan torsi. Perencanaan tulangan geser sebagai berikut:

1. Bila  $V_u \leq 0,5 \cdot \phi \cdot V_c$

tidak perlu tulangan geser

2. Bila  $0,5 \cdot \phi \cdot V_c < V_u \leq \phi \cdot V_c$

▫ Untuk pelat lantai, pelat atap, pondasi dan balok dengan  $d \leq 25$  cm tidak perlu tulangan geser.

▫ Selain itu, dipakai tulangan geser minimum, sebesar:

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{\frac{1}{2} \cdot b \cdot d} \dots\dots\dots (p. 3. 3.35)$$

$$S \leq d/2$$

$$S \leq 600 \text{ mm}$$

3. Bila  $\phi \cdot V_c < V_u \leq (\phi \cdot V_u + \phi \cdot V_{Smin})$

$$V_{Smin} = \frac{1}{3} \cdot B \cdot d \dots\dots\dots (p. 3. 3.36)$$

Dipakai sengkang dengan jarak sebesar:

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{\frac{1}{3} \cdot b \cdot d} \dots\dots\dots (p. 3. 3.37)$$

$$S \leq d/2$$

$$S \leq 600 \text{ mm}$$

4. Bila  $(\phi \cdot V_u + \phi \cdot V_{Smin}) < V_u \leq 3 \cdot \phi \cdot V_c$

Dipakai sengkang dengan jarak sebesar:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \dots\dots\dots (p. 3. 3.38)$$

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots (p. 3. 3.39)$$

$$S \leq d/2$$

$$S \leq 600 \text{ mm}$$

5. Bila  $3 \cdot \phi \cdot V_c < V_u < 5 \cdot \phi \cdot V_c$

Dipakai sengkang dengan jarak sebesar:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \dots\dots\dots (p. 3. 3.40)$$

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots (p. 3. 3.41)$$

$$S \leq d/4$$

$$S \leq 300 \text{ mm}$$

6. Bila  $V_u > 5 \cdot \phi \cdot V_c$

Untuk balok dimensinya diperbesar atau diubah.

### 3. 4. Perencanaan Kolom

Perhitungan untuk menentukan tulangan pada kolom di mana ukuran penampang serta beban aksial dan momen yang bekerja telah diketahui. Perhitungan tulangan lentur di lakukan dua kali yakni kearah  $x$  dan kearah  $y$  untuk menentukan  $A_s$ ,  $A_s'$ ,  $A_{s_{ka}}$ , dan  $A_{s_{kj}}$ .

### 3.4.1. Langkah - Langkah Perencanaan Kolom Terhadap Lentur

- Penentuan tulangan yang diperlukan dengan bantuan grafik interaksi kolom dengan diketahui beban kerja kolom.

$M_u$  = momen ultimit ujung kolom karena beban vertikal pada arah sejajar dengan sumbu yang akan di perhitungkan.

$P_u$  = gaya aksial ultimit.

$b, h$  = ukuran kolom yang di pakai.

- Dari pembacaan grafik interaksi kolom diperoleh persentasi luas tulangan total yang diperlukan untuk arah sumbu yang sedang di perhitungkan. Pembacaan dilakukan dengan melihat letak titik ( $P_u, M_u$ ) terhadap lengkung persentasi luas tulangan, dengan grafik yang di pakai adalah grafik interaksi untuk ukuran kolom  $b \times h$ .

Bila ternyata pembacaan menunjukkan bahwa persentasi tulangan adalah lebih dari lima persen (5%), maka asumsi ukuran penampang di perbesar.

Dari persen  $A_s$  total, diperoleh luas tulangan yang di perlukan:

$$A_{s_t} = \text{persen} \times b \times h \dots\dots\dots (\text{p. 3. 4.1})$$

sehingga luas tulangan yang di perlukan untuk masing – masing sisi ( $A_s=A_s'$  untuk sumbu y, dan  $A_{s_k}=A_{s_k}$  untuk sumbu x) dapat di hitung yakni:

$$A_s = A_s' = \frac{A_{s_t}}{2} \dots\dots\dots (\text{p. 3. 4.2})$$

atau,

$$A_{s_{ki}} = A_{s_{ka}} = \frac{A_{s_t}}{2} \dots\dots\dots (p. 3. 4.3)$$

Kemudian cek Pn yang mampu di tahan dengan langkah sebagai berikut.

tentukan letak garis netral patah balanced:

$$xb = \frac{600}{600 + f_y} d \dots\dots\dots (p. 3. 4.4)$$

tinggi blok tekan ekuivalen dapat di peroleh sebesar:

$$ab = xb \cdot \beta_1 \dots\dots\dots (p. 3. 4.5)$$

dan tegangan yang terjadi pada baja:

$$f_s' = \frac{(xb - d) \cdot 600}{xb} \dots\dots\dots (p. 3. 4.6)$$

Kemudian Pn pada kondisi balanced dapat di tentukan:

$$P_{nb} = \beta_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot d + A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f_s' \dots\dots\dots (p. 3. 4.7)$$

dan Mn balanced di peroleh sebesar:

$$M_{nb} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot ab \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \left(\frac{h}{2} - d\right) + A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{h}{2}\right) \dots\dots\dots (p. 3. 4.8)$$

eksentrisitas balanced dapat di hitung:

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \dots\dots\dots (p. 3. 4.9)$$

Tentukan e akibat Mu dan Pu yang terjadi:

$$e = \frac{M_u}{P_u} \dots\dots\dots (p. 3. 4.10)$$

Bila  $e > e_b$  maka yang terjadi adalah keruntuhan tarik,

bila  $e < e_b$  maka yang terjadi adalah keruntuhan desak.



Bila terjadi keruntuhan tarik, maka  $P_n$  dapat di hitung dengan persamaan:

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d \left\{ \frac{-\rho + 1 - \frac{e}{d} + \sqrt{\left(1 - \frac{e}{d}\right)^2 + 2\rho \left[ (m-1) \left(1 - \frac{d'}{d}\right) + \frac{e}{d} \right]}}{\dots} \right\} \dots\dots\dots (p. 3. 4.11)$$

Bila terjadi keruntuhan desak, maka  $P_n$  dapat di hitung dengan persamaan:

$$P_n = \frac{A_s \cdot f_y}{\left(\frac{e}{d-d'} + 0,5\right)} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\left(3 \cdot h \cdot \frac{e}{d^2} + 1,18\right)} \dots\dots\dots (p. 3. 4.12)$$

Bila  $P_u < P_n$  maka penampang dan tulangan telah cukup.

### 3.4.2. Langkah - Langkah Perhitungan Tulangan Geser Pada Kolom.

Perhitungan geser dilakukan dengan langkah yang sama dengan langkah perhitungan geser pada balok induk.

### 3. 5. Perencanaan Pondasi

Pondasi direncanakan sebagai pondasi telapak. Nilai  $f_c'$ ,  $f_y$ ,  $\sigma_{tanah}$  di ketahui sedangkan tebal pelat di asumsikan, kemudian di hitung luas pondasi yang di perlukan berdasarkan  $\sigma_{net}$  tanah.

Hitung beban tanah di atas pondasi:

$$q = df \times bj_{tanah} + t_{pondasi} \times bj_{beton} \dots\dots\dots (p. 3. 5.1)$$

Hitung daya dukung tanah netto:

$$\sigma_{net} = \sigma - q \dots\dots\dots (p. 3. 5.2)$$

Ambil ukuran pondasi dari gaya dari kolom, dengan luas yang di butuhkan:

$$A_f = \frac{P_u}{\sigma_{net}} \dots\dots\dots (p. 3. 5.3)$$

Cek tegangan yang terjadi:

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} + \frac{Mx \times y \max}{Ix} + \frac{My \times x \max}{Iy} + q \dots\dots\dots (p. 3. 5.4)$$

dengan  $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{ijin}}$

$$\sigma_{\min} = \frac{P}{A} + \frac{Mx \times y \min}{Ix} + \frac{My \times x \min}{Iy} + q \dots\dots\dots (p. 3. 5.5)$$

dengan  $\sigma_{\max} > 0$

Cek kapasitas geser:

Gaya geser yang terjadi pada penampang kritis.

$$Vu = \sigma \times b_{\text{pakai}} \times l \text{ kritis} \dots\dots\dots (p. 3. 5.6)$$

Kapasitas geser.

$$Vc = \frac{1}{6} \sqrt{fc'} \times b \times d \dots\dots\dots (p. 3. 5.7)$$

$$Vc = \left(2 + \frac{4}{\rho_c}\right) \sqrt{fc'} \times b \times d \dots\dots\dots (p. 3. 5.8)$$

Kemudian untuk menghitung tulangan yang diperlukan, hitung momen yang terjadi.

$$Mu = 0,5 \times Pu \times l^2 \times b_{\text{pakai}} \dots\dots\dots (p. 3. 5.9)$$

Luas tulangan yang dibutuhkan adalah.

$$As = \rho \text{ pakai} \times d \dots\dots\dots (p. 3. 5.10)$$