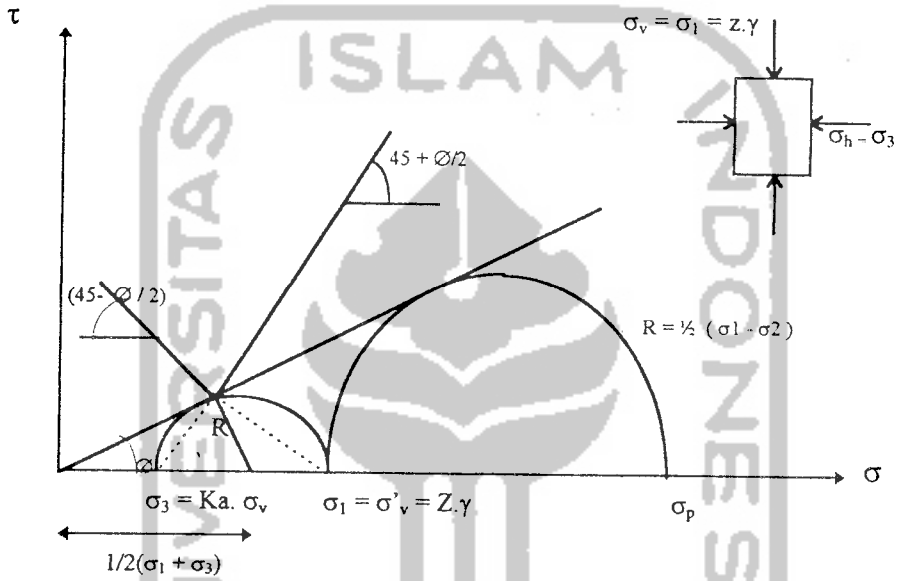
# BAB II

# LANDASAN TEORI

## 2.1 Tekanan Tanah Lateral dengan Permukaan Rata

### 2.1.1 Teori Rankine




Gambar 2.1 Diagram Mohr

Teori Rankine ini dapat dijabarkan dengan menggunakan lingkaran Mohr, seperti gambar 2.1. Gaya horisontal yang menyebabkan keruntuhan ini merupakan tekanan tanah aktif dan nilai banding tekanan horisontal dan vertikal pada kondisi ini merupakan koefisien tekanan tanah aktif atau Ka. Bila dinyatakan dalam persamaan, adalah sebagai berikut :

$$Ka = \frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad \text{, dengan } \sigma_v = z.\gamma \qquad (2.1)$$

Dari gambar 2.1. dapat dilihat bahwa :

$$\sin \varnothing = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \qquad (2.2)$$

Dengan $\sigma_v = \sigma_1 = z.\gamma$ dan $\varnothing$ yang telah diketahui, maka substitusi persamaan (2.2) ke persamaan (2.1) akan diperoleh :

$$\sigma_3 = \sigma_1 \frac{1 - \sin \varnothing}{1 + \sin \varnothing} = z.\gamma.tg^2 ( 45° - \varnothing/2 ) \qquad (2.3)$$

Karena $\sigma_3 = Ka \, . \, Z \, . \, \gamma$ , maka :

$$Ka = \frac{\sigma_3}{z.\gamma} = tg^2 ( 45 - \varnothing/2 ) \qquad (2.3)$$

Pada tinjauan tekanan tanah pasif, nilai $\varnothing$ dan $\sigma_3 = z.\gamma$ , dalam kondisi ini diperoleh persamaan :

$$\sigma_p = z.\gamma.tg^2 ( 45° + \varnothing/2 ) \text{ atau}$$

$$Kp = \frac{\sigma_p}{\sigma_1} = tg^2 ( 45° + \varnothing/2 ) \qquad (2.4)$$

**2.1.2 Tanah Kohesif**

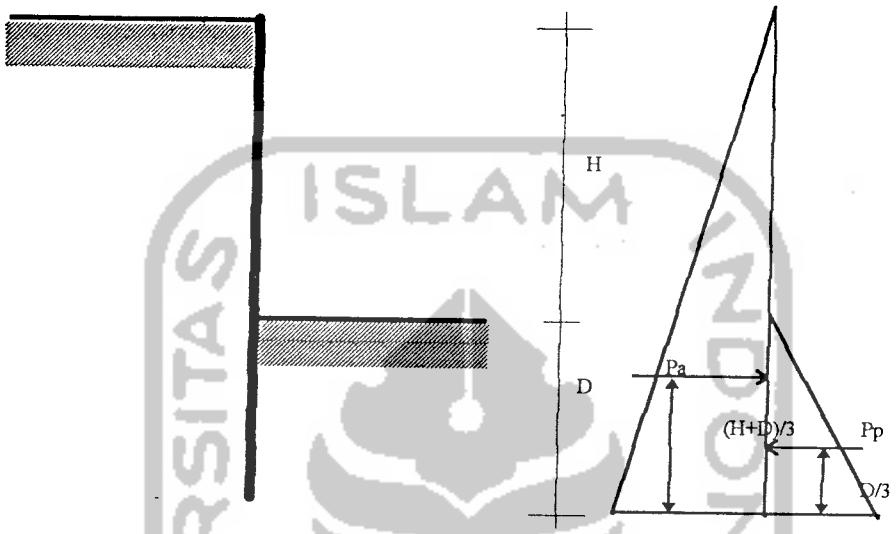
Pada prinsipnya tanah kohesif akan mengurangi tekanan tanah aktif ( Pa ) atau dengan kata lain dapat menambah tekanan tanah pasif ( Pp ). Besarnya tekanan tanah aktif untuk tanah kohesif ini adalah :

$$Pa = -2.c.\sqrt{Ka} \qquad (2.5)$$

Sedangkan untuk tanah pasif :

$$Pp = 2.c.\sqrt{Kp} \qquad (2.6)$$

### 2.1.3 Kestabilan Dinding Penahan Tanah




Gambar 2.2 Diagram Tekanan Tanah aktif dan Pasif

dengan :

H = kedalaman galian

D = kedalaman turap untuk stabilitas

Pa = tekanan tanah aktif total

Pp = tekanan tanah pasif total

Kestabilan dinding penahan tanah ini ditinjau dengan momen terhadap ujung bawah dinding penahan, sehingga :

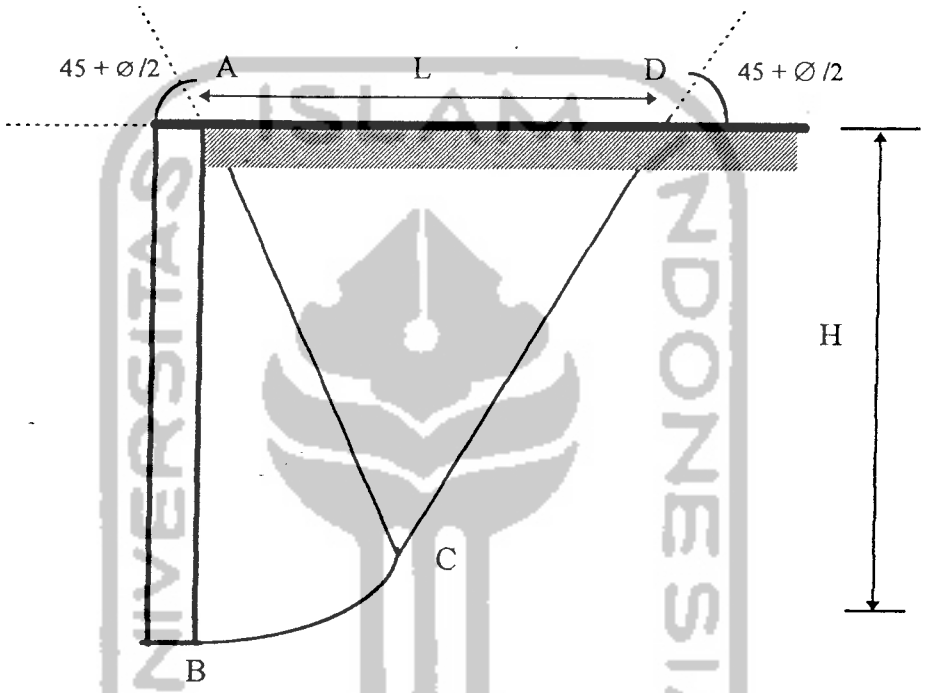
$$Pp \cdot \frac{D}{3} = Pa \cdot \frac{(H+D)}{3}$$ , merupakan syarat kestabilan.

Jika Pa < Pp maka Stabil

Pa > Pp maka tidak stabil, perlu untuk memperdalam panjang turap ( D ).

### 2.1.4 Bidang Kelongsoran pada Galian Tanah

Pada analisis bidang kelongsoran ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh beban lajur berpengaruh pada tekanan tanah aktif. Untuk analisis kelongsoran ini dapat ditunjukkan dengan gambar seperti dibawah ini :

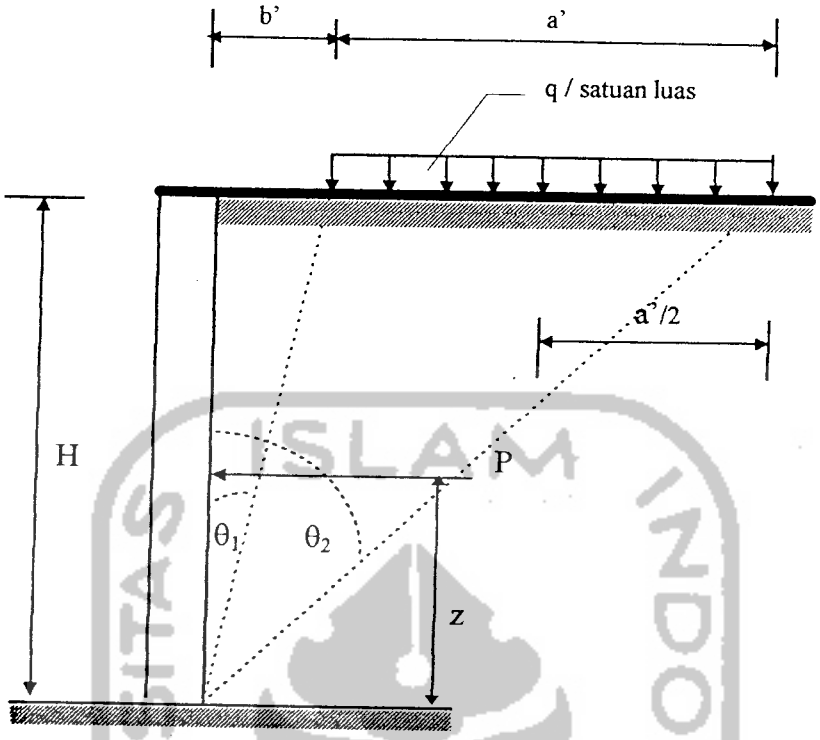



Gambar 2.3 Bidang kelongsoran tanah

Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa jarak kemungkinan kelongsoran tanah adalah AD atau L = 2(H.sin(90-(45+ϕ/2))), sehingga dapat ditentukan beban lajur berpengaruh sampai titik D.

### 2.1.5 Tekanan Lateral Akibat Beban Lajur

Beban lajur yang dimaksud adalah beban bangunan di sekitar lokasi proyek yang mengakibatkan penambahan tekanan lateral yang terjadi pada bore pile.




Gambar 2.4 Resultanse tekanan lateral akibat beban lajur

Gaya total per satuan panjang (P) dan pada lokasi resultan gaya (z), dengan beban lajur q per satuan luas dapat ditulis sebagai berikut ( Jarquio, 1981 - Buku Principles of Foundation Engineering karangan Braja M. Das ) :

$$P = \frac{q}{90}[H(\theta_2 - \theta_1)] \qquad (2.7)$$

dengan :

$$\theta_1^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{H}\right) \qquad (2.8)$$

$$\theta_2^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b' + a'}{H}\right) \qquad (2.9)$$

$$(H - z) = \frac{H^2.(\theta_2 - \theta_1) - (R - Q) + 57{,}30.a'.H}{2.H.(\theta_2 - \theta_1)} \quad (2.10)$$

$$z = H - (H-z) \quad (2.11)$$

Dimana $R = (a' + b')^2.(90 - \theta_2)$ (2.12)

$$Q = b'^2.(90 - \theta_1) \quad (2.13)$$

dengan : b' = jarak antara dinding penahan dan beban merata

a' = panjang beban merata yang diperhitungkan

$\theta_1$ = sudut yang dibentuk antara b' dan H

$\theta_2$ = sudut yang dibentuk antara (b' + a') dan H

H = kedalaman yang ditinjau

**2.2 Kolom Panjang Penampang Bulat**

Dengan menganggap kolom tanpa pengaku lateral, maka efek kelangsingan dapat diabaikan dengan syarat apabila memenuhi :

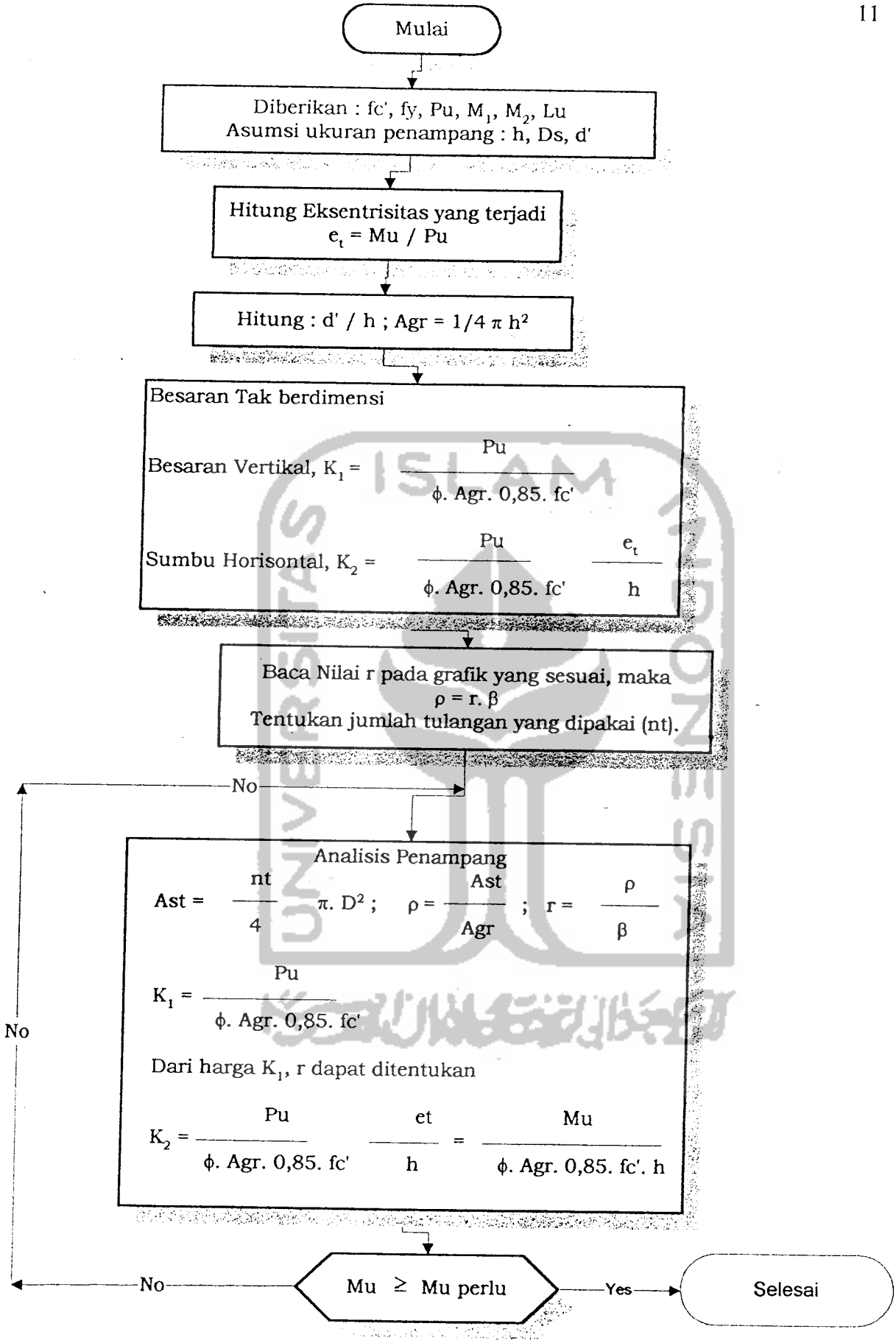
$$\frac{k.l_u}{r} < 34 - 12\,(M_{1b}/M_{2b}) \quad (2.14)$$

dengan : k = faktor panjang efektif

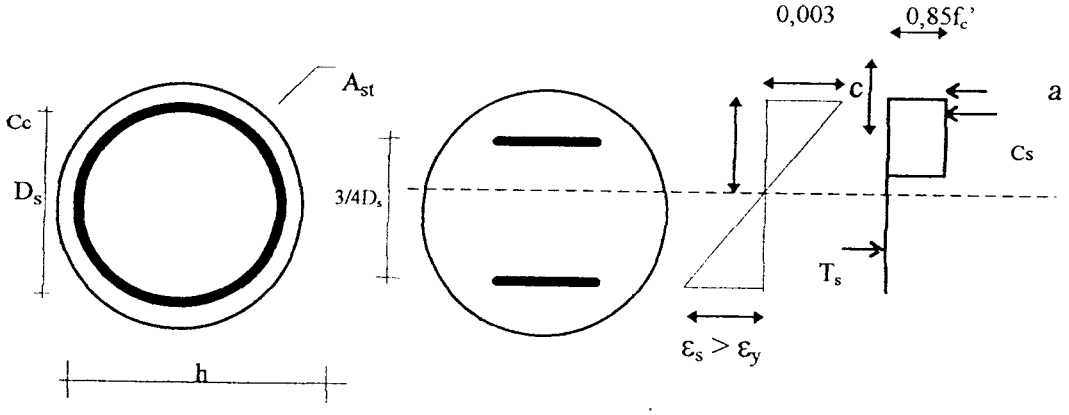
$l_u$ = panjang kolom

r = jari-jari putaran (radius girasi) potongan lintang komponen struktur tekan = $\sqrt{(I/A)}$

Untuk perancangan kolom panjang penampang bulat ini akan lebih mudah dengan memakai flowchart seperti gambar 2.5.



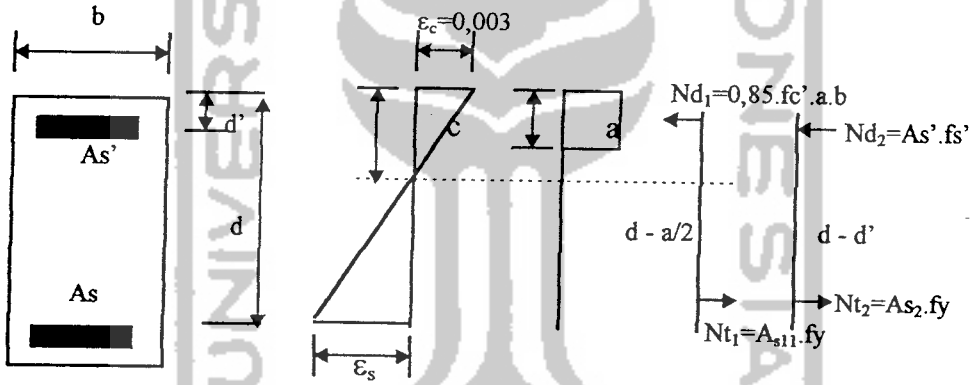

Gambar 2.5 Diagram alir desain kolom bulat




Gambar 2.6 Penampang kolom bulat, penampang ekivalen, regangan dan tegangan

## 2.3 Balok Tulangan Rangkap

a. Penulangan Lentur




Gambar 2.7 Tampang tulangan rangkap

dengan, b = lebar balok

As' = Luas tulangan tekan

As = Luas tulangan tarik

c = Tinggi garis netral dari tepi atas

$= a/\beta_1$

a = tinggi blok tegangan persegi ekivalen

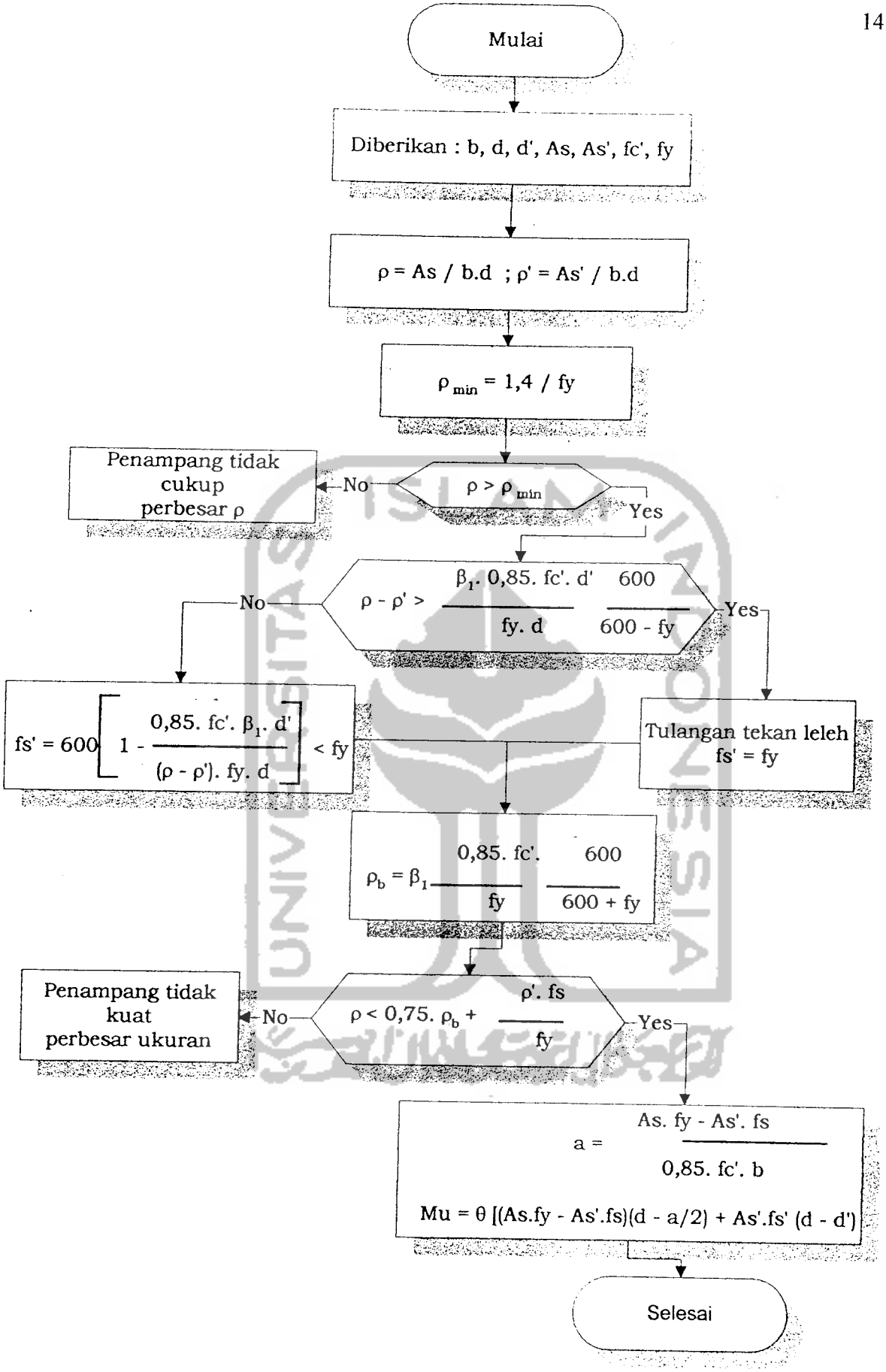
$= As_1.f_y / (0,85.f_c'.b)$

$\beta_1$ = faktor kekuatan beton pada serat tekan tegangan persegi ekivalen yang besarnya 0,85 untuk $f_c' < 30$ Mpa

$0,85 - 0,008.f_c'$ untuk $f_c' \geq 30$ Mpa

Agar lebih mudah memahami desain tulangan rangkap ini dapat dibuat flowchartnya seperti gambar 2.8.






Gambar 2.8 Diagram alir desain balok tulangan rangkap

b. Penulangan Geser dan Torsi

Pada analisis struktur tiga dimensi dengan kondisi beban lateral yang berbeda serta letak komponen struktur yang tidak simetris dapat menimbulkan momen torsi ("Axial Torsional"). Pada kasus ini dipakai kombinasi tulangan geser dan torsi.

Adapun langkah-langkah perencanaan tulangan geser dan torsi sebagai berikut ini.

1. Diketahui gaya geser (Vu), momen torsi (Tu), momen lentur(Mu), gaya aksial (Nu).

2. Diketahui penampang material : lebar (bw), tinggi (h), tinggi efektif (d), penutup beton (pb), luas sengkang 2 kaki (Ask), luas tulangan lentur (As), kuat desak beton (fc'), tegangan leleh baja (fy).

3. Dihitung $\phi.(1/24\sqrt{fc'}.\Sigma x^2 y < Tu$ (2.15)

efek torsi diperhitungkan .

dengan $\phi = 0,6$ (faktor reduksi kekuatan geser dan torsi)

x = sisi pendek material

y = sisi panjang material

4. Menghitung kuat momen torsi nominal $Tn = Tu/\phi$ (2.16)

5. Menghitung kuat momen torsi nominal (Tc) yang disumbangkan oleh beton

$$Tc = \frac{\left(\frac{1}{15}\sqrt{fc'}\right)\Sigma x^2 y}{\sqrt{1+\left(\frac{0{,}4Vu}{Ct.\,Tu}\right)^2}} \qquad (2.17)$$

faktor yang menghubungkan sifat tegangan geser

$$Ct = \frac{b_w.d}{\Sigma x^2 y} \qquad (2.18)$$

6. Menghitung kuat momen torsi nominal yang disumbangkan oleh oleh tulangan torsi (Ts),

$$Ts = Tn - Tc \qquad (2.19)$$

7. Dihitung nilai

$$\frac{At}{s} = \frac{Ts}{\alpha_t.x_1.fy} \; mm^2/mm \text{ jarak/satu kaki} \qquad (2.20)$$

dengan diameter sengkang (D), dimensi pusat ke pusat yang pendek dari sengkang ($x_1$)

$$x_1 = bw - 2.(p_b + D/2) \qquad (2.21)$$

dimensi pusat ke pusat yang panjang dari sengkang ($y_1$)

$$y_1 = h - 2(p_b + D/2) \qquad (2.22)$$

dengan koefisien $\alpha_t = 1/3.(2 + y_1/x_1)$ (2.23)

8. Merencanakan sengkang geser

Momen modifikasi, $Mm = Mu - Nu.\frac{(4h - d)}{8}$ (2.24)

Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton (Vc)

$$Vc = \left[\left(\sqrt{fc'} + 120.\rho_w.\frac{Vu.d}{Mm}\right)/7\right].b_w.d \qquad (2.25)$$

dengan $\rho_w = \dfrac{As}{b_w.d}$ (2.26)

atau

$$Vc = 0{,}3\sqrt{fc'}.b_w.d.\sqrt{1+\frac{0{,}3.Nu}{Ag}} \qquad (2.27)$$

pilih Vc yang kecil

Hitung kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (Vs)

$Vs = Vn - Vc = Vu/\phi - Vc$ (2.28)

dihitung nilai $\dfrac{Av}{s} = \dfrac{Vs}{fy.d}$ $mm^2/mm$ jarak/dua kaki (2.29)

9. Merencanakan sengkang gabungan untuk torsi dan geser

dihitung nilai $\dfrac{A_{vt}}{s} = \dfrac{2A_t}{s} + \dfrac{A_v}{s}$ (2.30)

spasi sengkang $s = \dfrac{Ask}{A_{vt}/s}$ (2.31)

spasi sengkang maksimun $s = 1/4.(x1 + y1)$ (2.32)

dari persamaan (2.31) dan (2.32) ambil yang terkecil

10. Merencanakan tulangan torsi memanjang

$$A_l = \frac{2.At}{s}\ (x_1 + y_1) \qquad (2.33)$$

atau

$$A_l = \left\{ \frac{2{,}8.x.s}{f_y} \left[ \frac{T_u}{T_u + \frac{V_u}{3.C_t}} \right] - 2A_t \right\} \frac{x_1 + y_1}{s} \qquad (2.34)$$

dengan $2A_t$ dipilih harga yang terbesar dari

$1/3.(bw.s)/fy$ atau $2(A_t/s).s$ (2.35)

harga $A_l$ dipilih yang terbesar dari persamaan ( 2.33 ) dan ( 2.34 )

## 2.4 Daya Dukung Pondasi Tiang

Untuk pondasi tiang bor sebagai penahan tanah kemampuan daya dukungnya dapat dimasukkan atau digolongkan ke dalam "Adhesive Pile".

Daya dukung dari tiang pondasi bor tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_{tiang} = \frac{O.\,L.\,f_s}{n} \qquad (2.36)$$

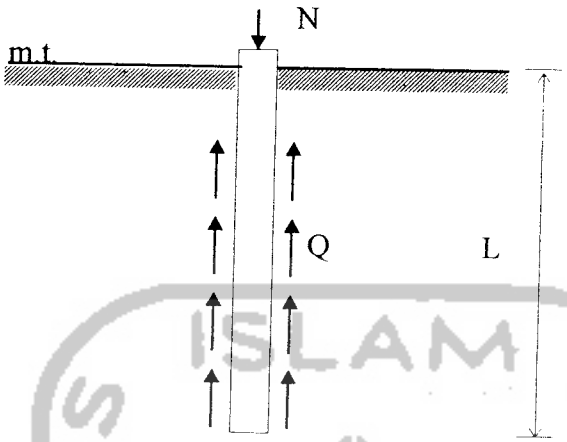
dengan : $Q_{tiang}$ = daya dukung tiang (ton)

O = keliling tiang pondasi (m)

L = panjang tiang pondasi dalam tanah (m)

$f_s$ = nilai cleef/lekatan tanah ($ton/m^2$)

n = angka keamanan ( n = 3 untuk kondisi ujung dan n = 2 untuk geser )




Gambar 2.9 Daya dukung "Adhesive Pile" pada pondasi

## 2.5 "Dewatering"

Tanah adalah bahan alami yang mempunyai sifat "heterogenitas" yang tinggi, sehingga dalam perhitungan sering digunakan rumus-rumus empiris yang satu dengan yang lain berbeda. Rumus-rumus tersebut didasarkan atas pengalaman, pengamatan serta berbagai percobaan baik di lapangan maupun di laboratorium.

Pada pekerjaan dewatering ini memakai cara pengeringan tertutup ("Deepwell System"), dengan rumus yang dipakai adalah :

$$Q = \frac{1}{G}\frac{2.\pi.k.b.(H-h)}{\ln\frac{R}{r}} \qquad (2.37)$$

$$G = \frac{b_1}{b}\left(1+7\sqrt{\frac{r_w}{2.b_1}}.\cos\frac{\pi.b_1}{2.b}\right) \qquad (2.38)$$

$$\frac{(H-h_2)}{\ln\frac{R}{r_2}} = \frac{(H-h_3)}{\ln\frac{R}{r_3}} \qquad (2.39)$$

$$k = \frac{Q.G.\ln\frac{R}{r}}{2.\pi.b.(H-h)} \qquad (2.40)$$

dengan ,

k = koefisien permeabilitas.

b = tebal lapisan pembawa air (aquifer).

H = tebal lapisan yang mengandung air sebelum dipompa.

h = tebal lapisan yang mengandung air setelah dipompa.

S = ( H - h ) = penurunan muka air ("drawdown").

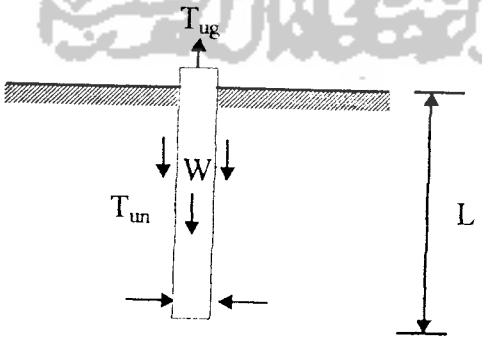
r = radius pengaruh pada jarak r.

R= radius pengaruh dengan penurunan muka air ("Zero Drawdown").

G = faktor koreksi untuk penetrasi sebagian

## 2.6 "Uplift" (Gaya Angkat )

"Uplift" adalah gaya angkat yang disebabkan oleh tekanan air tanah.




Gambar 2.10 "Uplift"

Dari buku "Principle of Foundation Engineering" oleh Braja M. Das, Gaya Angkat Total dirumuskan :

$$T_{ug} = T_{un} + W \qquad (2.41)$$

dengan, $T_{ug}$ = Kapasitas "uplift" total

$T_{un}$ = Kapasitas "uplift" karena lekatan dengan tanah

W = berat efektif tiang pondasi

Sedangkan untuk $T_{un}$ dirumuskan :

$$T_{un} = L \,.\, p \,.\, \alpha' \,.\, Cu \qquad (2.42)$$

dengan : L = Panjang tiang pondasi

p = keliling pondasi

$\alpha'$ = koefisien adhesi

$C_u$ = nilai kohesi

untuk harga : $\alpha' = 0{,}715 - 0{,}0191.C_u$ ( untuk $C_u \leq 27$ kN/m$^2$ )

$\alpha' = 0{,}2$ ( untuk $C_u > 27$ kN/m$^2$ )