

Mata Kuliah : Perancangan Struktur Beton

Kode : TSI-303

SKS : 3 sks

# Desain Lentur Pondasi Telapak

## Pertemuan - 15



- Sub Pokok Bahasan :
  - Pengantar Rekayasa Pondasi
  - Jenis dan Tipe-Tipe Pondasi
  - Pemeriksaan Geser 1 dan 2 Arah Pondasi Telapak
  - Desain Lentur Pondasi Telapak

## Pengantar Rekayasa Pondasi

- Pondasi dalam istilah ilmu teknik sipil dapat didefinisikan sebagai bagian dari struktur bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan berfungsi untuk menyalurkan beban-beban yang diterima dari struktur atas ke lapisan tanah.
- Proses disain struktur pondasi memerlukan analisis yang cukup lengkap, meliputi kondisi/jenis struktur atas, beban-beban kerja pada struktur, profil dari lapisan tanah tempat bangunan/struktur tersebut berada serta kemungkinan terjadinya penurunan (*settlement*).
- Pondasi dari suatu struktur pada umumnya terdiri dari satu atau lebih elemen-elemen pondasi. Elemen pondasi adalah elemen transisi antara tanah atau batuan dengan struktur atas (*upper-structure*).

## **Pengantar Rekayasa Pondasi**

beberapa langkah yang perlu diambil pada suatu proses disain struktur pondasi :

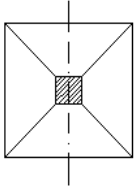
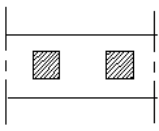
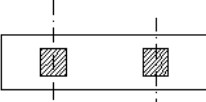
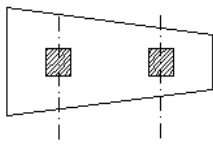
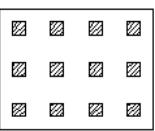
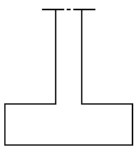
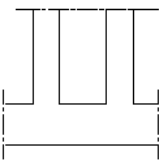
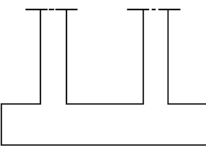
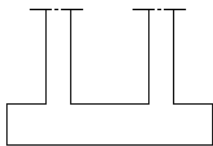
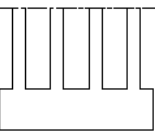
1. Penentuan Beban Rencana
2. Penyelidikan Tanah
3. Pemilihan Jenis Pondasi
4. Penentuan Dimensi Pondasi
5. Tahap Konstruksi

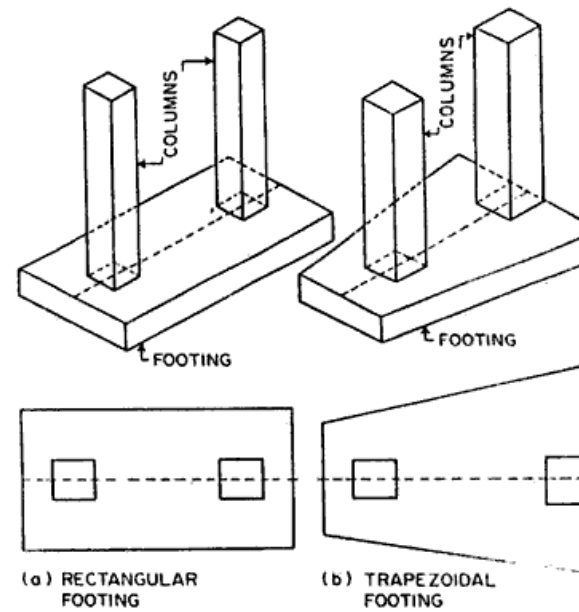
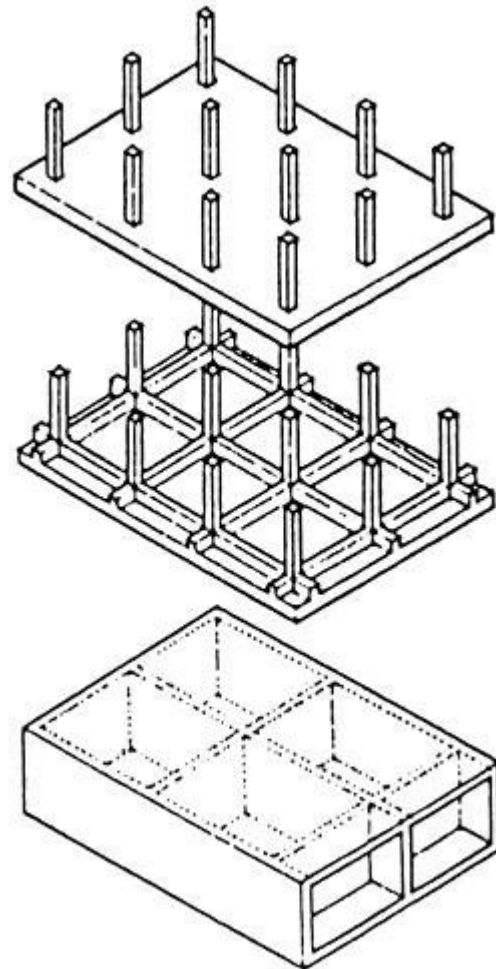
## Jenis dan Tipe-Tipe Pondasi

- Suatu elemen pondasi harus mampu mendistribusikan dan mentransmisikan beban – beban mati maupun beban – beban dinamik dari struktur atas ke lapisan tanah keras, sehingga tidak terjadi perbedaan penurunan (*differential settlement*) yang besar.
- Pemilihan jenis pondasi pada dasarnya tergantung pada letak kedalaman dari tanah keras.
- Pada umumnya jenis pondasi dapat dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu
  - pondasi dangkal (yang memiliki dasar pondasi pada kedalaman maksimal 2 m dari muka tanah asli)
  - pondasi dalam (yang memiliki kedalaman tanah keras lebih dari 2 meter).

## Jenis-Jenis Pondasi Dangkal

- Pondasi dangkal terdiri dari beberapa macam, antara lain pondasi telapak, pondasi lajur, pondasi gabungan serta pondasi raft/rakit (atau sering disebut juga *mat foundation*).

| Tipe Fundasi  | Fundasi Telapak                                                                     | Fundasi Lajur                                                                         | Fundasi Gabungan                                                                      |                                                                                       | Fundasi Rakit                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                     |                                                                                       | Segi Empat                                                                            | Trapestum                                                                             |                                                                                       |
| Denah Fundasi |   |   |    |   |    |
| Potongan      |  |  |  |  |  |



## Jenis-Jenis Pondasi Dalam

- Pada beberapa kondisi yang dijumpai di lapangan, terkadang lapisan tanah keras sebagai dasar pondasi, terletak cukup dalam dari lapisan muka tanah.
- Atau dengan kata lain, lapisan tanah tersebut memiliki daya dukung yang kurang bagus.
- Sebagai akibatnya maka seorang ahli teknik tidak dapat menggunakan sistem pondasi dangkal, dan sebagai alternatifnya dapat dipilih sistem pondasi dalam berupa **tiang pancang** atau **tiang bor**.



## Daya Dukung Tanah

- Untuk dapat merencanakan suatu struktur pondasi dengan baik, maka seorang ahli teknik hendaknya memahami dasar-dasar mekanika tanah.
- Dari besaran-besaran dalam mekanika tanah tersebut, maka dapat dihitung daya dukung tanah yang menjadi dasar bagi suatu elemen pondasi.
- Terzaghi (1943) merupakan orang pertama yang memberikan teori secara komprehensif mengenai daya dukung tanah ultimit untuk pondasi dangkal.
- Beberapa persamaan yang sering digunakan untuk menghitung daya dukung tanah pada pondasi dangkal adalah :
  - Untuk pondasi lajur/menerus
$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_g$$
  - Untuk pondasi persegi
$$q_u = 1,3c'N_c + qN_q + 0,4\gamma B N_g$$
  - Untuk pondasi bentuk lingkaran
$$q_u = 1,3c'N_c + qN_q + 0,3\gamma B N_g$$

## TEGANGAN IJIN TANAH LUNAK & KERAS

Tabel 1. Kriteria Daya Dukung Ijin (Suyono)

| Jenis-jenis tanah pondasi    |                            | Biasa<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Bila ada<br>gempa<br>(t/m <sup>2</sup> ) | Harga rata-rata |                                                       | Keterangan                                                                                                                                                   |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                            |                              |                                          | Harga <i>N</i>  | Kekuatan geser<br>unconfined<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                              |
| Tanah<br>keras               | Batu homogen<br>yang keras | 100                          | 150                                      | —               | Lebih besar<br>dari 100                               |                                                                                                                                                              |
|                              | Batu keras<br>mudah retak  | 60                           | 90                                       | —               | Lebih besar<br>dari 100                               |                                                                                                                                                              |
|                              | Batu lunak,<br>batu lumpur | 30                           | 45                                       | —               | Lebih besar<br>dari 10                                |                                                                                                                                                              |
| Lapisan<br>kerikil           | Tidak lepas                | 60                           | 90                                       | —               | —                                                     |                                                                                                                                                              |
|                              | Lepas                      | 30                           | 45                                       | —               | —                                                     |                                                                                                                                                              |
| Tanah<br>pondasi<br>berpasir | Lepas                      | 30                           | 45                                       | 30–50           | —                                                     | Bila harga <i>N</i> akibat<br>Standard Penetration<br>Test (SPT) lebih kecil<br>dari 15, tanah pondasi<br>tidak sesuai untuk<br>suatu konstruksi<br>bangunan |
|                              | Sedang                     | 20                           | 30                                       | 15–30           | —                                                     |                                                                                                                                                              |
| Tanah<br>pondasi<br>kohesif  | Sangat keras               | 20                           | 30                                       | 15–30           | 2,0–4,0                                               |                                                                                                                                                              |
|                              | Keras                      | 10                           | 15                                       | 8–15            | 1,0–2,0                                               |                                                                                                                                                              |
|                              | Sedang                     | 5                            | 7,5                                      | 4–8             | 0,5–1,0                                               |                                                                                                                                                              |

Tabel 2 Typical allowable bearing values (Craig, 1991)

| Rock or soil                     | Typical bearing value<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Massive igneous bedrock          | 10000                                         |
| Sandstone                        | 2000 to 4000                                  |
| Shales and mudstone              | 600 to 2000                                   |
| Gravel, sand and gravel, compact | 600                                           |
| Loose fine sand                  | 100 to 300                                    |
| Medium dense sand                | Less than 100                                 |
| Hard clay                        | 300 to 600                                    |
| Medium clay                      | 100 to 300                                    |
| Soft clay                        | Less than 75                                  |

Tabel 3. Hubungan *N*, konsistensi tanah, kapasitas dukung ijin untuk tanah lempung (Terzaghi dan Peck, 194

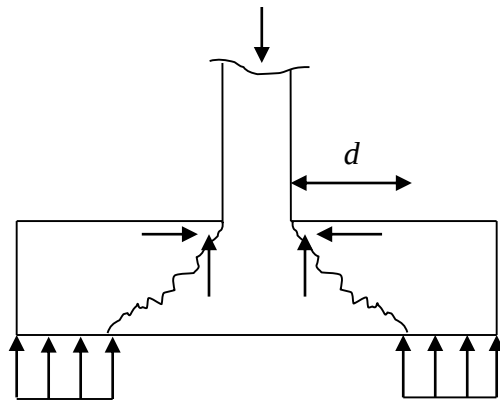
| Konsistensi  | <i>N</i> (dari SPT) | Kapasitas daya<br>dukung pondasi bujur<br>sangkar (KN/m <sup>2</sup> ) | Kapasitas daya<br>dukung pondasi<br>memanjang (KN/m <sup>2</sup> ) |
|--------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Sangat Lunak | 0–2                 | 0-30                                                                   | 0-22                                                               |
| Lunak        | 2–4                 | 30-60                                                                  | 22-45                                                              |
| Sedang       | 4–8                 | 60-120                                                                 | 45-90                                                              |
| Kaku         | 8-15                | 120-240                                                                | 90-180                                                             |
| Sangat Kaku  | 15-30               | 240-480                                                                | 180-360                                                            |
| Keras        | >30                 | >480                                                                   | >360                                                               |

**TANAH LUNAK = 0.5 kg/cm<sup>2</sup>**

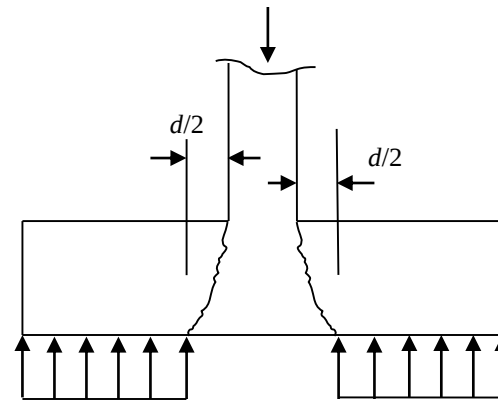
**TANAH KERAS = 1 kg/cm<sup>2</sup>**

## Pondasi Telapak

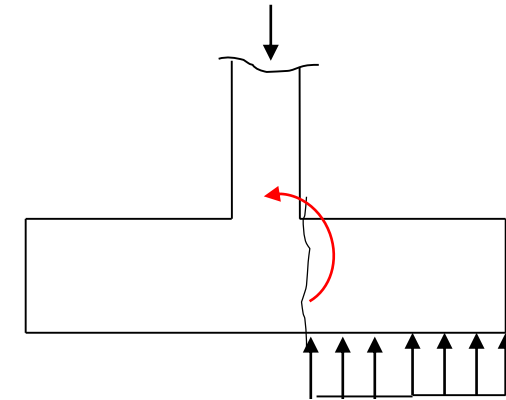
- Pada proses desain pondasi telapak beton bertulang, umumnya harus dilakukan pemeriksaan terhadap keruntuhan geser dan lentur



Geser 1 arah



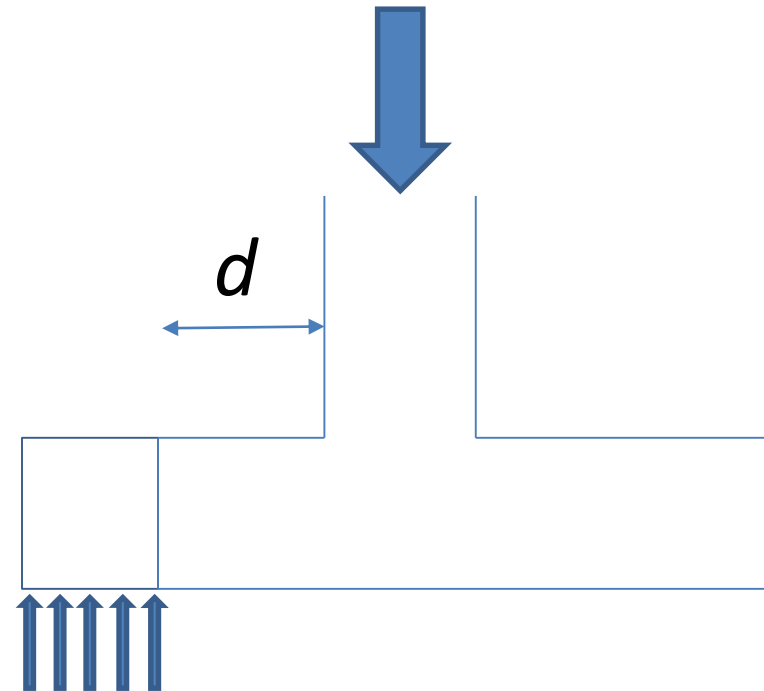
Geser 2 arah



Lentur

### Geser Satu Arah, $V_{u1}$

- Guna melakukan tinjauan terhadap kemungkinan kegagalan geser satu arah, maka dapat diambil potongan kritis penampang yang terletak sejauh  $d$  dari muka kolom.
- Pemeriksaan terhadap geser pada potongan a-a dapat dilakukan seperti halnya pada analisis geser balok



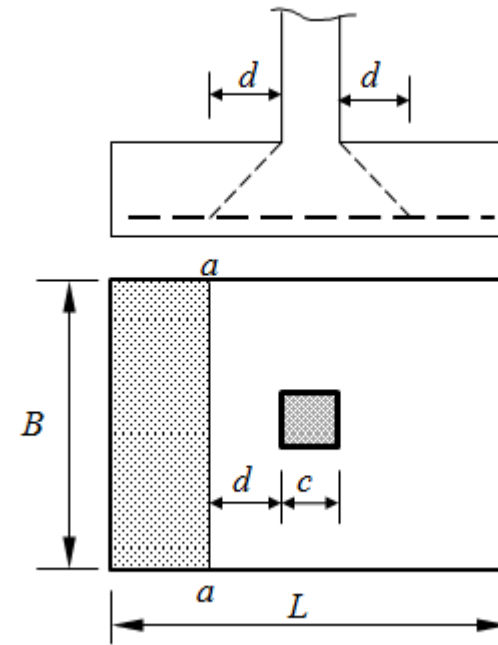
$$\phi V_c = \phi(0,17\lambda\sqrt{f'_c}bd)$$

Dengan  $\phi = 0,75$  dan  $b$  adalah sama dengan lebar potongan a-a. Sedangkan gaya geser terfaktor yang bekerja pada potongan a-a adalah:

$$V_{u1} = q_u B \left( \frac{L}{2} - \frac{c}{2} - d \right)$$

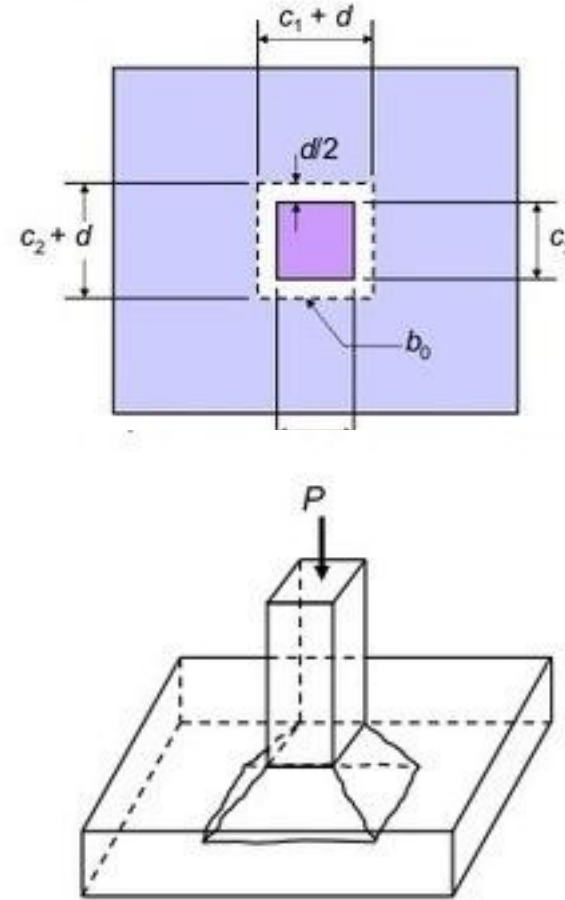
Apabila tidak digunakan tulangan geser, maka  $d$  dapat dihitung dengan mengasumsikan  $V_u = \phi V_c$ , sehingga :

$$d = \frac{V_{u1}}{\phi 0,17\lambda\sqrt{f'_c} b}$$



### Geser Dua Arah, $V_{u2}$

- Keruntuhan geser dua arah dapat timbul sebagai akibat munculnya tegangan tarik diagonal yang disebabkan oleh beban kolom yang disalurkan ke pondasi.
- Lokasi penampang kritis untuk peninjauan geser dua arah diambil sejauh  $d/2$  dari muka kolom.



- Kuat geser pondasi akibat geser dua arah,  $V_c$ , adalah diperoleh dari nilai terkecil antara :

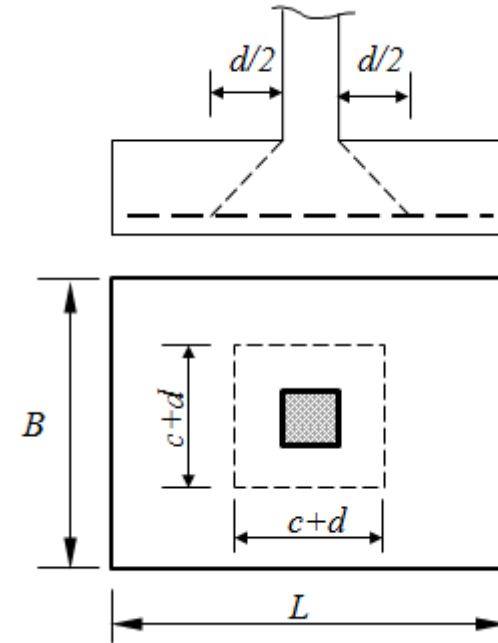
$$V_{c1} = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_{c2} = 0,083 \left( \frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_{c3} = 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} b_o d$$

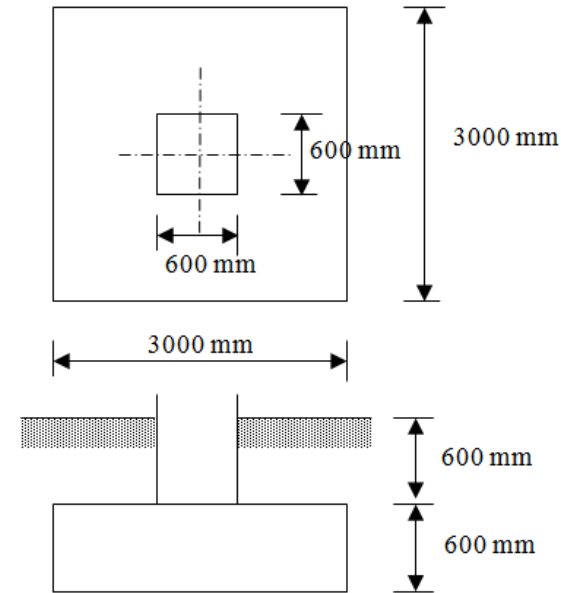
dengan :

|            |                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $b_o$      | adalah keliling dari penampang kritis pada pelat pondasi telapak (mm)           |
| $d$        | tinggi efektif pelat pondasi (mm)                                               |
| $\beta_c$  | rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat atau daerah tumpuan |
| $\alpha_s$ | = 40 untuk kolom dalam, 30 untuk kolom tepi dan 20 untuk kolom sudut            |



### Contoh 1

- Lakukan pemeriksaan geser 1 arah dan 2 arah dari struktur pondasi dalam gambar disamping
- Pondasi memikul beban dari kolom akibat beban mati sebesar 1300 kN dan beban hidup 700 kN.
- Mutu beton  $f'_c = 20$  MPa dan mutu baja tulangan  $f_y = 400$  MPa.
- Daya dukung ijin tanah sebesar 250 kN/m<sup>2</sup>. Pada pondasi terdapat timbunan tanah setebal 0,6 m dengan berat jenis tanah dianggap sebesar 16 kN/m<sup>3</sup>.



Gambar C.13.1.a

Data Teknis:

$$P_{DL} = 1300 \text{ kN}$$

$$P_{LL} = 700 \text{ kN}$$

$$f'_c = 20 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{all} = 250 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$\rho_{tanah} = 16 \text{ kN/m}^3$$

## 1. Menghitung Tegangan Yang Terjadi Pada Tanah

Pondasi harus memiliki luas penampang yang cukup sehingga beban-beban yang diterima oleh tanah menghasilkan tegangan yang masih lebih kecil daripada tegangan ijin tanah.

$$\begin{aligned}
 \text{Beban kolom} &= 1300 + 700 &= 2000 &\text{ kN} \\
 \text{Berat pondasi} &= 3(3)(0,6)(24) &= 129,6 &\text{ kN} \\
 \text{Berat tanah} &= (3^2 - 0,6^2)(0,6)(16) &= \underline{82,944} &\text{ kN} \\
 \text{Beban total pada tanah} &= 2212,544 &\text{ kN}
 \end{aligned}$$

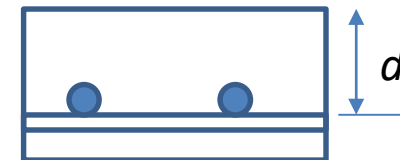
$$\text{Tegangan pada tanah} = \frac{2.212,544}{3 \times 3} = 245,83 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{all}} \quad \text{OK}$$

Untuk memperhitungkan pengaruh geser satu arah dan dua arah (pons) terlebih dahulu dihitung besarnya tinggi efektif rerata dari pondasi

$$\begin{aligned}
 d_{\text{rerata}} &= \text{tebal pondasi} - \text{selimut} - 1 \text{ diameter tulangan} \\
 &= 600 - 75 - 19 = 506 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tegangan tanah ultimit akibat beban terfaktor besarnya adalah

$$p_{\text{ult}} = \frac{1,2(1.300) + 1,6(700)}{3 \times 3} = 297,78 \text{ kN/m}^2$$



## 2. Menghitung Tegangan Ultimit Pada Tanah

Untuk memperhitungkan pengaruh geser satu arah dan dua arah (pons) terlebih dahulu dihitung besarnya tinggi efektif rerata dari pondasi

$$\begin{aligned}d_{\text{rerata}} &= \text{tebal pondasi} - \text{selimut} - 1 \text{ diameter tulangan} \\ &= 600 - 75 - 19 = 506 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tegangan tanah ultimit akibat beban terfaktor besarnya adalah

$$p_{\text{ult}} = \frac{1,2(1.300) + 1,6(700)}{3 \times 3} = 297,78 \text{ kN/m}^2$$

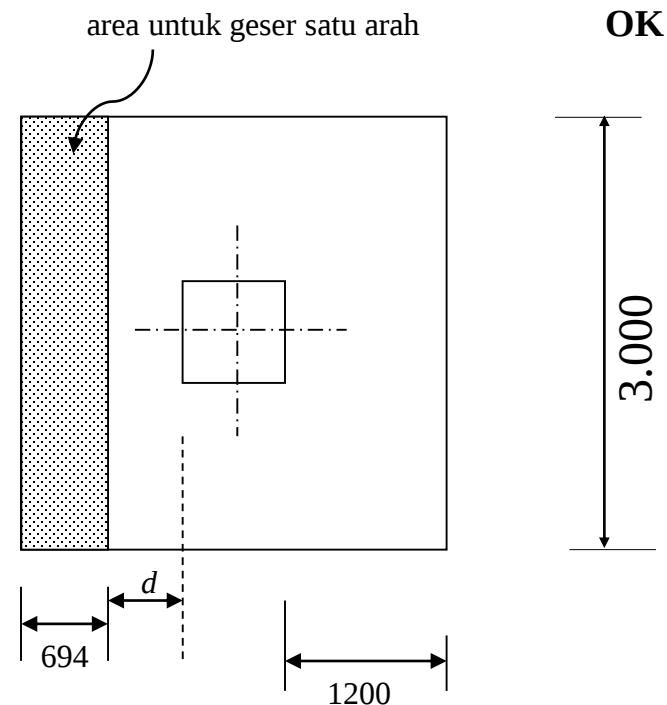
### 3. Pemeriksaan Geser 1 arah

Berdasarkan area beban untuk geser satu arah pada Gambar, maka besarnya geser satu arah terfaktor adalah

$$V_{u1} = p_{ult} \times \text{area efektif} = 297,78 \times 0,694 \times 3 = 619,98 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi(0,17\lambda\sqrt{f'_c}bd) = 0,75(0,17)(1,0)(\sqrt{20})(3000)(506) = 865.559,55 \text{ N}$$

$$= 865,56 \text{ kN} > V_u$$



## 4. Pemeriksaan Geser 2 arah

Besarnya gaya geser dua arah terfaktor adalah

$$V_{u2} = p_{ult} \times \text{area efektif} = 297,78 \times (3^2 - 1,106^2) = 2.315,76 \text{ kN}$$

Nilai kuat geser pons dua arah untuk beton ditentukan dari nilai terkecil antara :

$$V_{c1} = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_o d = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) (1,0) \sqrt{20} (1.106 \times 4) (506) = 5.105.647,28 \text{ N}$$

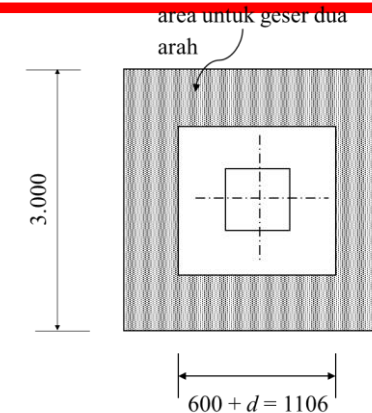
$$V_{c2} = 0,083 \left( \frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_o d = 0,083 \left( \frac{40 \times 506}{4 \times 1.106} + 2 \right) (1,0) \sqrt{20} (4 \times 1.106) (506) \\ = 5.463.330,44 \text{ N}$$

$$V_{c3} = 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} b_o d = 0,33 (1,0) \sqrt{20} (4 \times 1.106) (506) = 3.303.654,12 \text{ N}$$

maka :

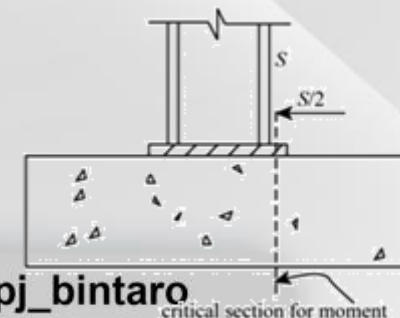
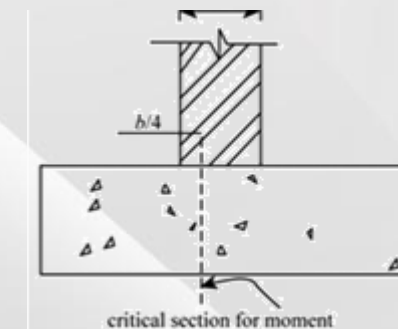
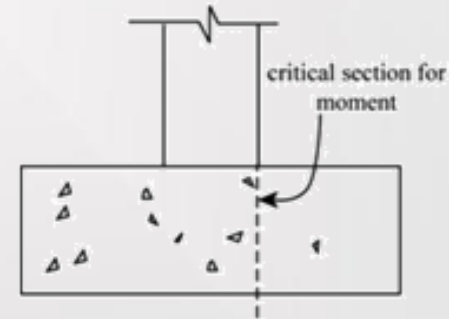
$$\phi V_n = 0,75 V_n = 0,75 (3.303.654,12) = 2.477.740,59 \text{ N} = 2.477,74 \text{ kN} > V_{u2}$$

**OK**



Momen yang muncul pada penampang pondasi telapak ditentukan terhadap suatu potongan bidang vertikal pada pondasi tersebut yang terletak pada :

- Muka kolom, pedestal atau dinding, untuk pondasi telapak yang memikul kolom, pedestal atau dinding beton
- Setengah dari jarak yang diukur dari bagian tengah ke tepi dinding, untuk pondasi telapak yang mendukung dinding pasangan
- Setengah dari jarak yang diukur dari muka kolom ke tepi pelat alas baja, untuk pondasi yang mendukung kolom dengan pelat dasar baja



- Jumlah tulangan tarik terpasang pada suatu pondasi telapak harus diperhatikan besarnya, dengan **luas minimum** tulangan tarik dalam arah bentang yang ditinjau harus memenuhi kebutuhan tulangan untuk susut dan suhu
- Nilai rasio tulangan minimum tersebut tidak boleh kurang dari 0,0014.
- Sedangkan jarak antar tulangan maksimum tidak boleh melebihi tiga kali tebal pondasi atau 450 mm.

**Tabel 13.2** Rasio Tulangan Minimum Terhadap Luas Brutto Penampang Beton

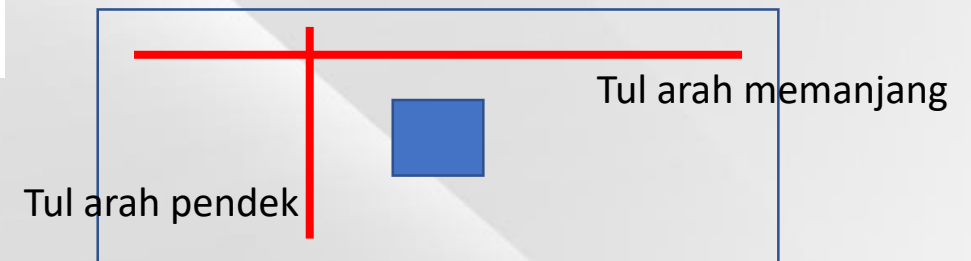
|                                                                                           |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| (a) Pelat dengan tulangan ulir bermutu 280 atau 350 MPa                                   | 0,002                   |
| (b) Pelat dengan tulangan ulir bermutu 420 MPa atau jaring kawat las ( <i>wire-mesh</i> ) | 0,0018                  |
| (c) Pelat dengan tulangan ulir bermutu lebih dari 420 MPa                                 | $0,0018 \times 420/f_y$ |

- Tulangan lentur pada pondasi telapak satu arah dan pondasi telapak **bujur sangkar** harus disebarkan secara merata ke seluruh lebar dari pondasi telapak tersebut.

tulangan lentur pada pondasi empat persegi panjang :

- **dalam arah memanjang**, tulangan lentur harus disebar merata ke seluruh lebar dari pondasi telapak
- untuk tulangan **dalam arah pendek**, maka sebagian luas tulangan lentur (sebesar  $\gamma_s A_s$ ) harus didistribusikan merata dalam suatu jalur selebar ukuran dari sisi pendek pondasi. Sisa tulangan lainnya (sebesar  $(1 - \gamma_s) A_s$ ), didistribusikan di luar jalur tadi. Sisa tulangan yang ada tersebut jumlahnya tidak boleh kurang dari kebutuhan tulangan minimum untuk susut dan suhu. Besaran  $\gamma_s$  ditentukan sebagai berikut :

$$\gamma_s = \frac{2}{\beta + 1} \quad \text{dengan} \quad \beta = \frac{\text{panjang sisi panjang pondasi}}{\text{panjang sisi pendek pondasi}}$$



- Batang tulangan tekan dari kolom harus disalurkan ke pelat pondasi dengan panjang penyaluran yang nilainya tidak kurang dari persamaan berikut :

$$l_{dc} = \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f'_c}} d_b$$

- Nilai persamaan di atas tidak boleh kurang dari
- Untuk panjang penyaluran tulangan tarik

$$l_{dc} \geq 700 \text{ mm} \quad \text{atau} \quad 0,043 \cdot f_y \cdot d_b$$

$$l_d = \left( \frac{f_y}{1,1 \lambda \sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

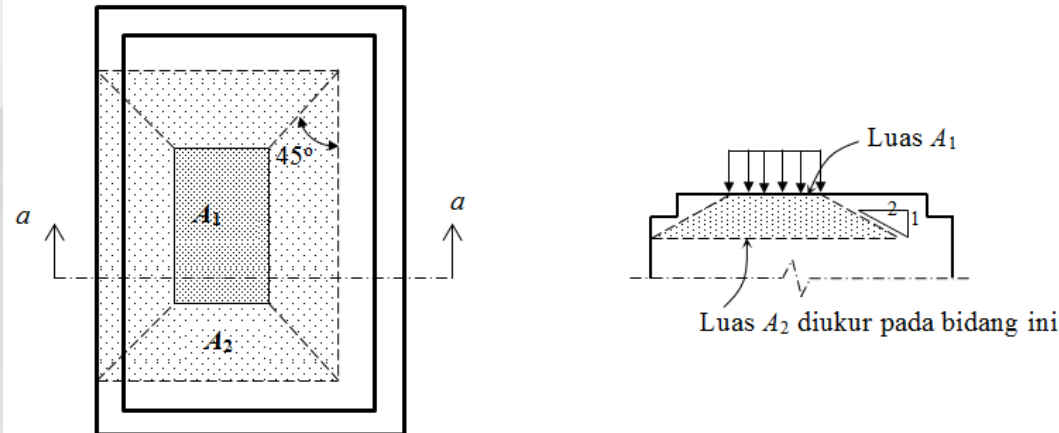
- Beban dari kolom disalurkan ke pondasi melalui mekanisme tumpu. Besaran beban yang bekerja pada dasar kolom, tidak boleh melampaui kuat tumpu dari beton, yang ditentukan sebesar :

$$N_1 = \phi(0,85 \cdot f'_c \cdot A_1)$$

- Dengan  $\phi = 0,65$ , dan  $A_1$  adalah luas bidang tumpu kolom. Nilai dari persamaan tsb. masih dapat diperbesar dengan mengalikannya terhadap faktor  $\sqrt{A_2/A_1}$  apabila permukaan beton penumpu lebih lebar di kesemua sisinya daripada daerah yang dibebani.

- Namun nilai dari  $\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$  tidak boleh diambil lebih dari 2. Sehingga persamaan dapat dituliskan kembali menjadi :

$$N_2 = \phi(0,85 \cdot f'_c \cdot A_1) \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 \cdot \phi(0,85 \cdot f'_c \cdot A_1)$$



Gambar 13.12 Definisi Luas  $A_1$  dan  $A_2$

- Apabila beban aksial terfaktor,  $P_u$ , yang disalurkan kolom ke pondasi melebihi nilai dari  $M_1$  atau  $M_2$ , maka diperlukan sejumlah tulangan tambahan untuk menyalurkan kelebihan gaya ini.
- Tulangan yang disediakan ini dapat berasal dari tulangan kolom yang diteruskan ke pelat pondasi, atau bisa juga dengan menyediakan sejumlah tulangan stek/pasak.
- Kelebihan gaya yang harus dipikul oleh stek/pasak adalah :

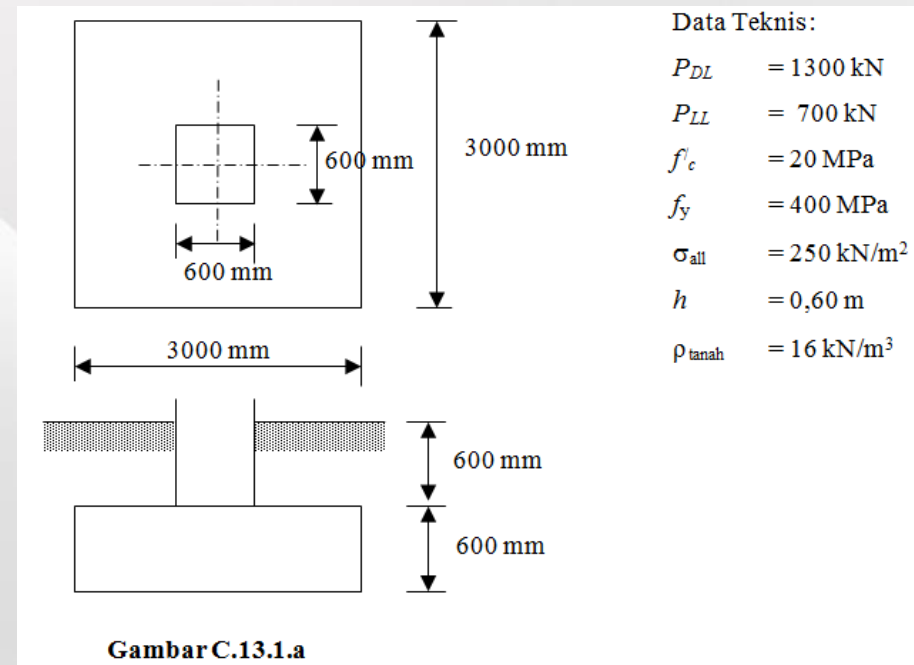
$$P_{u \text{ lebih}} = P_u - M_1$$

- dan luas tulangan stek/pasak yang dibutuhkan dapat dihitung melalui persamaan :

$$A_{st} = \frac{P_{u \text{ lebih}}}{f_y} > 0,005A_g$$

## Contoh 1

- Lakukan desain tulangan lentur pondasi telapak bujur sangkar pada Gambar
- Pondasi memikul beban dari kolom akibat beban mati sebesar 1300 kN dan beban hidup 700 kN.
- Mutu beton  $f'_c = 20$  MPa dan mutu baja tulangan  $f_y = 400$  MPa. Daya dukung ijin tanah sebesar  $250 \text{ kN/m}^2$ .



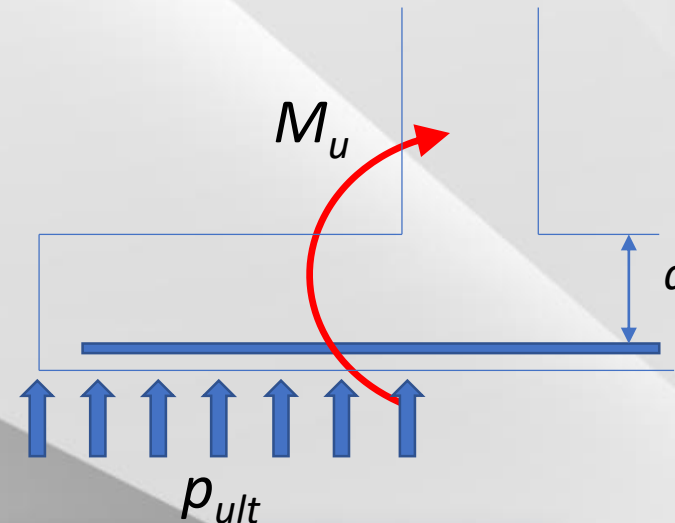
## 1. Hitung momen lentur di muka kolom

$$\begin{aligned} d_{\text{rata}} &= \text{tebal pondasi} - \text{selimut} - 1 \text{ diameter tulangan} \\ &= 600 - 75 - 19 = 506 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tegangan tanah ultimit akibat beban terfaktor besarnya adalah

$$p_{\text{ult}} = \frac{1,2(1.300) + 1,6(700)}{3 \times 3} = 297,78 \text{ kN/m}^2$$

$$M_u = \frac{p_{\text{netto}} \cdot b \cdot l^2}{2} = \frac{297,78 \times 3 \times 1,2^2}{2} = 643,2 \text{ kN.m}$$



## 2. Hitung kebutuhan tulangan lentur

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{643,2 \times 10^6}{0,9 \times 3.000 \times 506^2} = 0,9342$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0,85 f'_c}} \right] = \frac{0,85 \times 20}{400} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,9342}{0,85 \times 20}} \right] = 0,0024$$

$$A_{s \text{ perlu}} = 0,0024(3000)(506) = 3.643,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018(3000)(600) = 3.240 \text{ mm}^2$$

Dipasang 13 D 19 atau D19 – 225

$$A_s = 13 \times \frac{1}{4} \pi 19^2 = 3.679 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{3000 - (2 \times 75)}{13 - 1} = 237,5 \approx 225 \text{ mm}$$

### 3. Cek panjang penyaluran tulangan tarik

Tulangan berdiameter 19 mm dengan mutu beton  $f'_c = 20$  MPa, diperoleh panjang penyaluran yang dibutuhkan sebesar 809,2 mm.

**Tabel 11.2** Panjang Penyaluran Tulangan,  $l_d$  (mm) Pada Kondisi Tarik,  $f_y = 400$  MPa ( $\psi_t = \psi_e = \lambda = 1,0$ )

| $d_b$<br>(mm) | $f'_c = 20$ MPa  |               | $f'_c = 25$ MPa  |               | $f'_c = 30$ MPa  |               | $f'_c = 35$ MPa  |               | $f'_c = 40$ MPa  |               |
|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
|               | a&b<br>terpenuhi | Kasus<br>Lain | a&b<br>terpenuhi | Kasus<br>Lain | a&b<br>terpenuhi | Kasus<br>Lain | a&b<br>terpenuhi | Kasus<br>Lain | a&b<br>terpenuhi | Kasus<br>Lain |
| 13            | 553.7            | 830.5         | 495.2            | 742.9         | 452.1            | 678.1         | 418.6            | 627.8         | 391.5            | 587.3         |
| 16            | 681.5            | 1022.2        | 609.5            | 914.3         | 556.4            | 834.6         | 515.1            | 772.7         | 481.9            | 722.8         |
| 19            | 809.2            | 1213.9        | 723.8            | 1085.7        | 660.7            | 991.1         | 611.7            | 917.6         | 572.2            | 858.3         |
| 22            | 1157.5           | 1788.9        | 1035.3           | 1600.0        | 945.1            | 1460.6        | 875.0            | 1352.2        | 818.5            | 1264.9        |
| 25            | 1315.3           | 2032.8        | 1176.5           | 1818.2        | 1074.0           | 1659.8        | 994.3            | 1536.6        | 930.1            | 1437.4        |
| 29            | 1525.8           | 2358.0        | 1364.7           | 2109.1        | 1245.8           | 1925.3        | 1153.4           | 1782.5        | 1078.9           | 1667.4        |
| 32            | 1683.6           | 2602.0        | 1505.9           | 2327.3        | 1331.0           | 2124.5        | 1272.7           | 1966.9        | 1190.5           | 1839.9        |

Panjang penyaluran yang tersedia adalah  $1200 - 75 = 1.125 > l_d$

1.125 mm



## 4. Cek transfer beban kolom ke pondasi

- a. Kuat tumpu pada dasar kolom,  $N_1$

$$P_u = 1,2(1300) + 1,6(700) = 2.680 \text{ kN}$$

$$N_1 = \phi(0,85 \cdot f'_c \cdot A_1) = 0,65(0,85)(20)(600 \times 600) = 3.978.000 \text{ N} = 3.978 \text{ kN} > P_u \quad \text{OK}$$

- b. Kuat tumpu pada sisi atas pondasi,  $N_2$

$$A_2 = 3000 \times 3.000 = 9.000.000 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 600 \times 600 = 360.000 \text{ mm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 5$$

$$\text{Sehingga } N_2 = 2N_1 = 2(3.978) = 7.956 \text{ kN} > P_u$$

Dengan demikian sebenarnya tidak diperlukan tulangan tambahan berupa stek untuk menyalurkan beban kolom ke pondasi, namun SNI 2847:2013 pasal 15.8.2.1 mensyaratkan tulangan minimum sebesar 0,005 kali luas brutto komponen struktur yang ditumpu, dalam hal ini adalah luasan penampang kolom. Sehingga dibutuhkan luas tulangan minimum yang besarnya  $0,005(600)(600) = 1800 \text{ mm}^2$ , atau dapat digunakan tulangan stek 8D19.

a. Panjang penyaluran tulangan pasak/stek

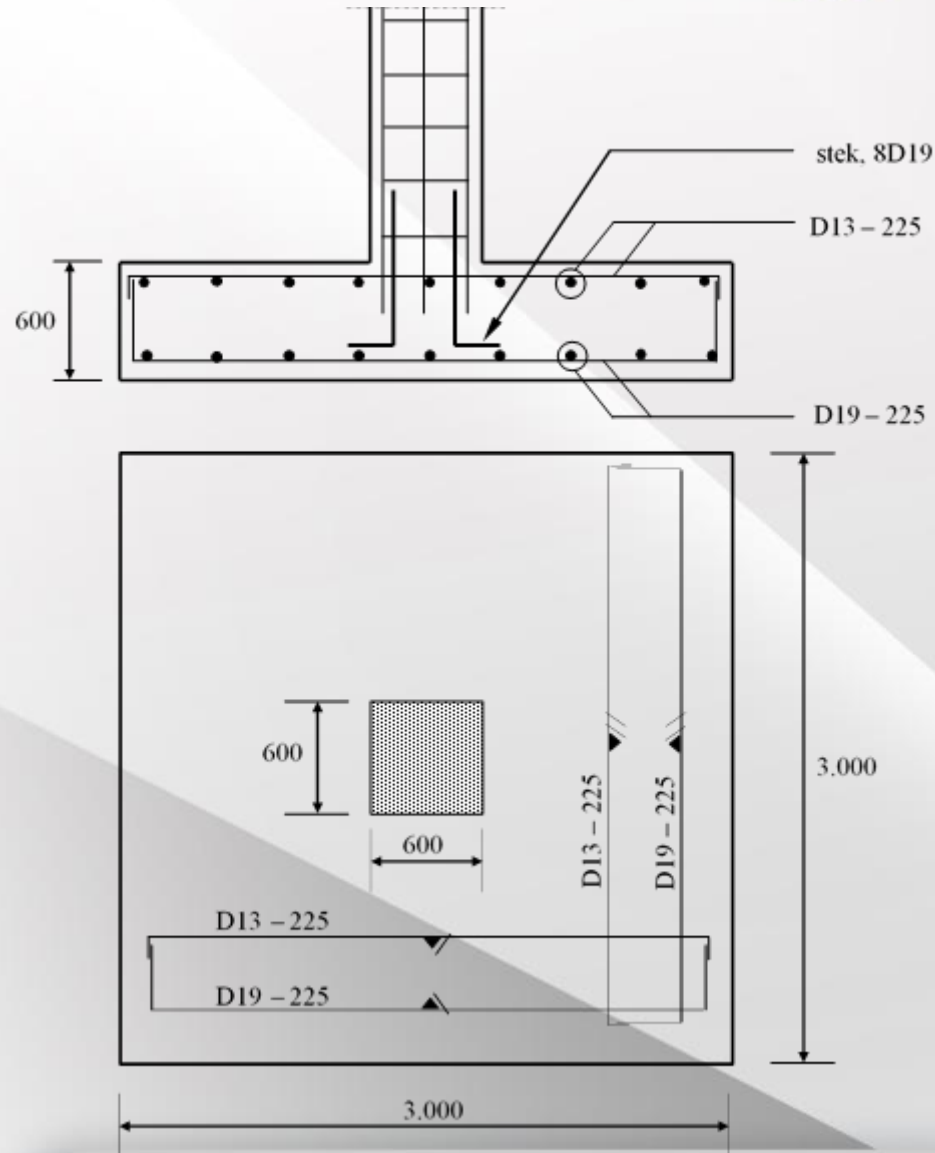
Panjang penyaluran tulangan tekan dapat diambil dari nilai terbesar antara

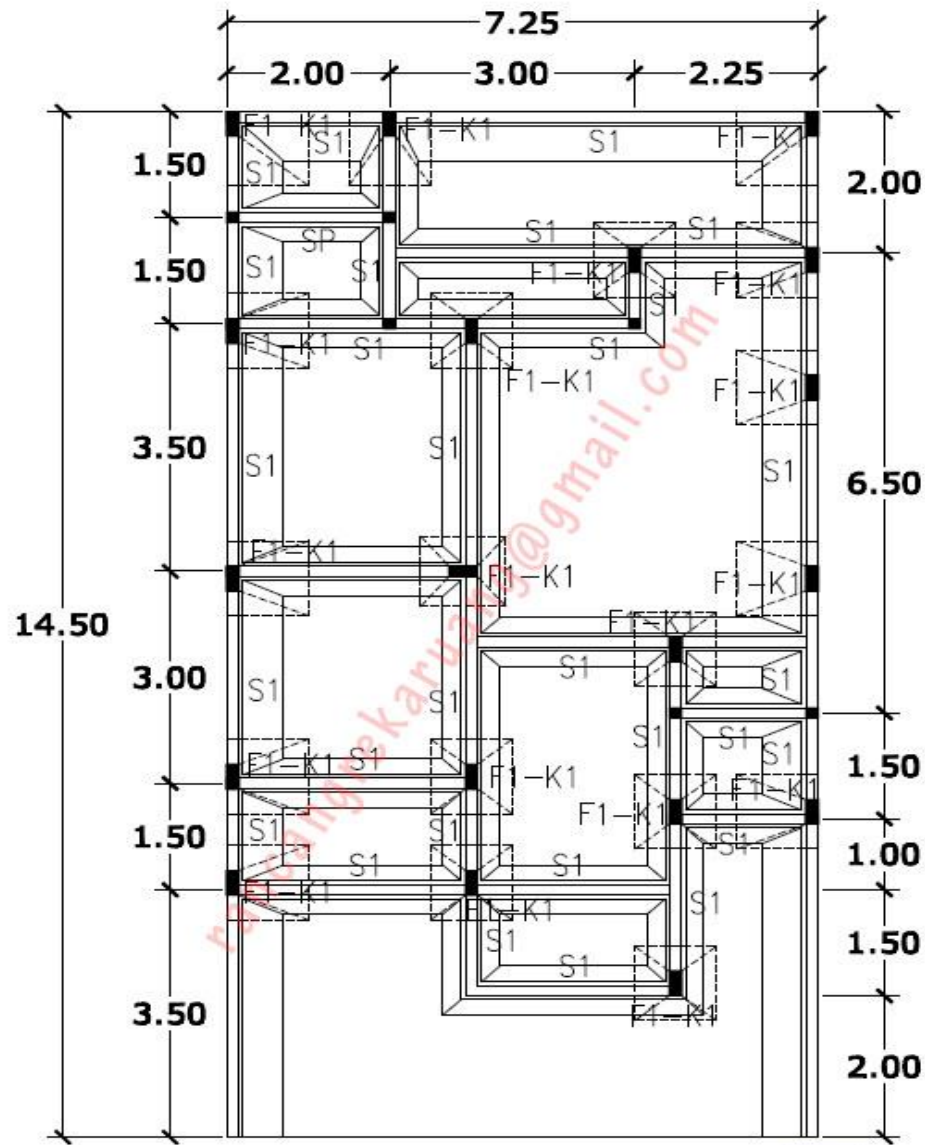
$$(1) \quad l_{dc} = \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f'_c}} d_b = \frac{0,24 \times 400}{1,0 \times \sqrt{20}} \times 19 = 407,86$$

$$(2) \quad l_d = 0,043 \cdot d_b \cdot f_y = 0,043(19)(400) = 326,8 \text{ mm}$$

$$(3) \quad l_d = 200 \text{ mm}$$

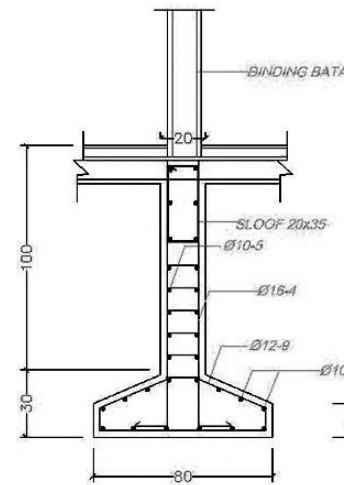
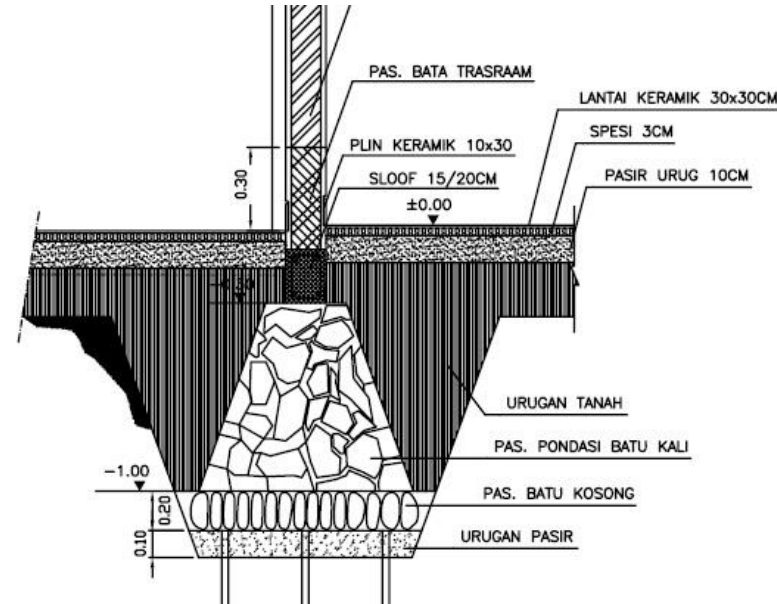
Dari ketiga nilai tersebut, maka panjang penyaluran minimum yang disyaratkan adalah sebesar 407,86 mm. Pada kenyataannya tersedia panjang penyaluran sepanjang tebal pondasi telapak yaitu 600 mm.



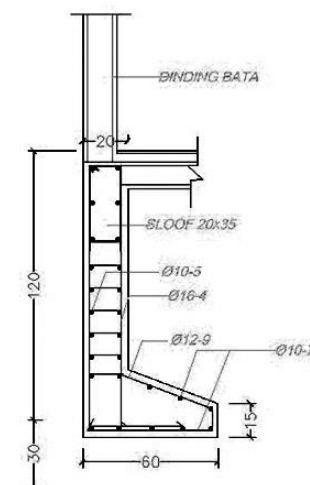


# RENCANA PONDASI

SKALA 1 : 100



PONDASI PLAT BETON  
SKALA : 1:20



PONDASI PLAT BETON  
SKALA : 1:20