

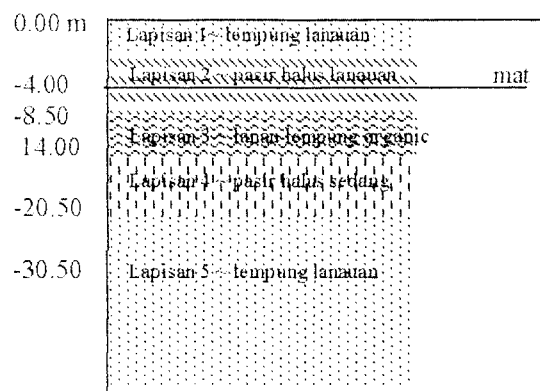
**BAB V**  
**ANALISIS PERHITUNGAN**  
**PONDASI TIANG PANCANG KELOMPOK**

**5.1 Umum**

Untuk lebih memperjelas uraian yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, berikut akan diberikan analisis perhitungan pondasi tiang pancang kelompok didasarkan pada data tanah yang ada. Perhitungan yang dilakukan adalah meliputi perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal kemudian pada tiang pancang kelompok. Kemudian perhitungan kapasitas tarik untuk masing-masing tiang tunggal, setelah itu perhitungan tiang kelompok.

**5.2 Data Tanah Campuran**

Data tanah diambil dari laporan hasil uji tanah yang dilakukan oleh laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Indonesia untuk proyek perkantoran Bank Indonesia Gedung C Jakarta( data terlampir). Muka air berada pada kedalaman 8,5 m di bawah muka tanah.



**Gambar 5.1. Sketsa Lapisan Tanah Campuran**

Adapun data tanah tiap lapisan seperti gambar di atas adalah sebagai berikut :

**Lapisan 1:**  $c = 3,4 \text{ t/m}^2 = 34 \text{ kN/m}^2$

$$\phi = 0^\circ$$

$$\gamma_b = 1,64 \text{ t/m}^3 = 16,4 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 1,96$$

$$P_o = 0,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_c = 2,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_s = 2,987$$

$$\gamma_s = 0,6585 \text{ t/m}^3 = 6,585 \text{ kN/m}^3$$

**Lapisan 2:**  $c = 2,7 \text{ t/m}^2 = 27 \text{ kN/m}^2$

$$\phi = 12^\circ$$

$$\gamma_b = 1,4 \text{ t/m}^3 = 14 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 0,43$$

$$P_o = 0,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_c = 0,48 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_s = 2,450$$

$$\gamma_s = 0,995 \text{ t/m}^3 = 9,95 \text{ kN/m}^3$$

**Lapisan 3:**  $c = 10,4 \text{ t/m}^2 = 104 \text{ kN/m}^2$

$$\phi = 0^\circ$$

$$\gamma_b = 1,77 \text{ t/m}^3 = 17,7 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 1,065$$

$$P_o = 1,656 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_c = 3,83 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_s = 2,477$$

$$\gamma_s = 0,702 \text{ t/m}^3 = 7,02 \text{ kN/m}^3$$

**Lapisan 4:**  $c = 2,5 \text{ t/m}^2 = 25 \text{ kN/m}^2$

$$\phi = 16,5^\circ$$

$$\gamma_b = 1,465 \text{ t/m}^3 = 14,65 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 3,32$$

$$P_o = 0,817 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_c = 0,420 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_s = 2,756$$

$$\gamma_s = 0,4 \text{ t/m}^3 = 4 \text{ kN/m}^3$$

**Lapisan 5:**  $c = 3,4 \text{ t/m}^2 = 34 \text{ kN/m}^2$

$$\phi = 0^\circ$$

$$\gamma_b = 1,64 \text{ t/m}^3 = 16,4 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 1,96$$

$$P_o = 0,263 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_c = 1,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_s = 2,987$$

$$\gamma_s = 0,6585 \text{ t/m}^3 = 6,585 \text{ kN/m}^3$$

### 5.3 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang pada Tanah Campuran

Dalam perhitungan awal digunakan bentuk pondasi tiang adalah bulat dengan ukuran sebesar 16" = 0,4064 m (luas( $A_p$ ) =  $0,25 \cdot \pi \cdot (0,4064)^2 = 0,13 \text{ m}^2$ ) ,dengan memasukkan beban statis per kolom sebesar 200 t = 2000 kN. Hal tersebut diperlukan sebagai tahapan awal untuk perhitungan.

#### 5.3.1 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Individu

Untuk pondasi tiang pancang tunggal dengan diameter ( $\phi$ ) = 16"=0,4064 m pada kedalaman 15m (terletak pada lapisan tanah 3 = Lanau Lempung Organic) akan diperoleh hasil perhitungan dari komponen penyusun daya dukung pondasi dalam sebagai berikut :

##### 1. Daya dukung ujung tiang ( *End Bearing Pile* )

Digunakan nilai kuat geser tanah "*Undrained*" ( $S_u$ ):

Sudut geser tanah lapisan 3 ( $\phi$ ) =  $0^\circ$

$$S_u = c$$

$$S_u = 104 \text{ kN/m}^2$$

Dengan persamaan ( 3.6) maka daya dukung ujung ( $Q_p$ ) pada tanah lempung:

$$Q_p = A_p \cdot (c \cdot N_c^* + q \cdot N_q^*)$$

$$\text{Tanah lempung : } \phi = 0 \quad q \cdot N_q^* \approx \text{kecil} ; N_c^* = 9 \text{ (lampiran 2)}$$

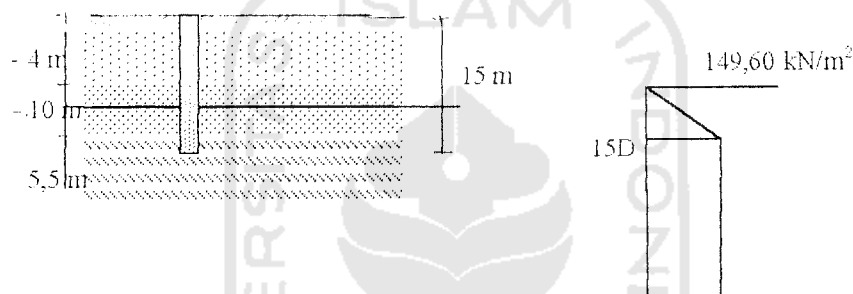
$$\text{Jadi } Q_p = A_p \cdot 9 \cdot S_u$$

$$= 0,13 \cdot 9 \cdot 104$$

$$= 121,68 \text{ kN}$$

## 2. Daya dukung gesekan sepanjang badan tiang (*Skin Friction Pile*)

Lapisan tanah sampai dengan kedalaman 15 m terdiri atas tanah pasir dan tanah lempung (sesuai dengan gambar) maka rumus yang digunakan adalah rumus untuk tanah pasir dan tanah lempung sesuai dengan masing-masing lapisan. Perhitungan daya dukung gesek selimut ( $Q_s$ ) pada tanah pasir dilakukan menjadi 2 bagian, karena nilai  $\sigma_v'$  untuk perhitungan daya dukung dianggap konstan setelah kedalaman  $L' = 15.D$  (Meyerhoff).



Gambar 5.2. Pengambilan Nilai Tegangan Vertikal Efektif  $\sigma_v'$

- a) Lapisan 1 kedalaman 0-4 meter, merupakan lapisan lempung kelanauan.

Perhitungan untuk lapisan tanah 1 diperhitungkan setelah kedalaman 1,25 m (yaitu kedalaman pengaruh cuaca untuk tanah lempung) Berdasarkan substitusi persamaan (3.12) pada persamaan (3.11) daya dukung gesek selimut dapat dihitung :

Lapisan 1 mempunyai  $\phi = 0$ , maka :

$$S_u = c$$

$$S_u = 34 \text{ kN/m}^2$$

Dengan menggunakan metode  $\alpha$  Untuk nilai  $S_u = 34 \text{ kN/m}^2$ , dari gambar (3.14 ) diperoleh  $\alpha = 0,90$

$$\begin{aligned}
 Q_{sa} &= \alpha \cdot S_u \cdot A_p \\
 &= 0,90 \cdot 34 \cdot 3,51 \\
 &= 107,46 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b) Lapisan 2 kedalaman 4- 14 m, merupakan tanah pasir halus

Pada kedalaman ini tanah terdiri dari 3 lapisan yaitu: lapisan tanah di atas muka air tanah (4-8,5 m), Lapisan tanah pasir kedalaman 15D (8,5-10.096 m) dan lapisan tanah pasir kedalaman (10.096-14m).Maka perhitungan untuk masing-masing lapisan adalah:

1. Kedalaman (4-8,5 m)

nilai  $\sigma_v'$ , dari persamaan (3.10):

$$\begin{aligned}
 \sigma_v' &= \sum \gamma h \\
 &= 16,4 \cdot 2,75 + 14 \cdot 4,5 \\
 &= 108,1 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk tiang pancang nilai  $K = K_0$ , dari persamaan (3.21 )

Pada tanah lapisan 2 nilai  $\phi = 12^\circ$

$$\begin{aligned}
 K_0 &= 1 - \sin \phi \\
 &= 1 - \sin 12^\circ \\
 &= 0,79
 \end{aligned}$$

Untuk tiang pancang Jenis *Precast Concrete* nilai  $\delta$  adalah  $0,8 - 1\phi$ , maka diambil

$= 0,8 \cdot 12^\circ = 9,6^\circ$ , sehingga dari persamaan (3.8) didapatkan nilai unit tahanan

friksi (f):

Dianggap sebagai luasan segitiga (4-8,5 m)

$$f_{av} = K \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta$$

$$= (0,79 \cdot 108,1 \cdot \tan 9,6^\circ) \cdot 1/2 = 7,22$$

maka dari persamaan (3.11) nilai  $Q_s$  pada kedalaman 4-8,5 m adalah:

$$\begin{aligned} Q_{s\ b1} &= P \cdot \Delta L \cdot f_{av} \\ &= (\pi \cdot 0,4064) \cdot 4,5 \cdot 7,22 \\ &= 41,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 2. Kedalaman 8,5-10.096 m

Dengan nilai  $\sigma_v'$  pada kedalaman 8,5-10.096 m (tanah pasir dibawah muka air tanah),

$$\begin{aligned} \sigma_v' &= 2,75 \cdot 16,4 + 4,5 \cdot 14 + 1,596 \cdot 9,95 \\ &= 123,98 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

maka tahanan friksinya dianggap sebagai luasan segitiga, karena kedalamannya

$$\begin{aligned} < 15D \text{ maka: } f_{av} &= K \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta \\ &= (0,79 \cdot 123,98 \cdot \tan 9,6^\circ) \cdot 1/2 \\ &= 8,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

maka dari persamaan (3.11) nilai  $Q_s$  pada kedalaman (8,5-10,096 m )adalah:

$$\begin{aligned} Q_{s\ b2} &= P \cdot \Delta L \cdot f_{av} \\ &= (\pi \cdot 0,4064) \cdot 1,596 \cdot 8,3 \\ &= 16,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 3. Kedalaman 10.096-14 m

nilai  $\sigma_v'$  pada kedalaman 10.096 -14 m (tanah pasir dibawah muka air tanah) disesuaikan dengan kedalaman tanah:

$$\begin{aligned} \sigma_v' &= 2,75 \cdot 16,4 + 4,5 \cdot 14 + 1,596 \cdot 9,95 + 3,904 \cdot 9,95 \\ &= 162,825 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

maka tahanan friksinya:

luasan dianggap sebagai bujur sangkar untuk  $\sigma_v'$  di bawah 15D:

$$\begin{aligned} f_{av} &= K \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta \\ &= (0,79 \cdot 162,8 \cdot \tan 9,6^\circ) \\ &= 21,77 \text{ kN} \end{aligned}$$

maka dari persamaan (3.11) nilai  $Q_s$  pada kedalaman (10,096-14 m) adalah:

$$\begin{aligned} Q_{s \text{ b3}} &= P.L. f_{av} \\ &= (\pi \cdot 0,4064) \cdot 3,904 \cdot 21,77 \\ &= 108,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

c) Lapisan 3 kedalaman 14-15 meter, merupakan lapisan lanau lempung organik.

Berdasarkan substitusi persamaan (3.12) pada persamaan (3.11) daya dukung gesek selimut dapat dihitung :

Lapisan 3 mempunyai  $\phi = 0$ , maka :

$$S_u = c$$

$$S_u = 104,00 \text{ kN/m}^2$$

Dengan metode  $\alpha$  untuk nilai  $S_u = 104,00 \text{ kN/m}^2$ , dari gambar(3.14) diperoleh

$$\alpha = 0,52$$

$$\begin{aligned} Q_{s \text{ c}} &= \alpha \cdot S_u \cdot A_p \\ &= 0,52 \cdot 104,00 \cdot 1,28 \\ &= 69,06 \text{ kN} \end{aligned}$$

Setelah nilai di atas didapatkan, maka daya dukung ultimit dihitung dengan persamaan (3.1):

$$Q_{ult} = Q_p + Q_{s \text{ a}} + Q_{s \text{ b1}} + Q_{s \text{ b2}} + Q_{s \text{ b3}} + Q_{s \text{ c}}$$

$$= 121,68 + 107,46 + 41,5 + 16,9 + 108,5 + 69,06 = 465,5 \text{ kN}$$

diambil nilai SF = 2,5 (berdasarkan tabel (3.1) ), sehingga  $Q_{all}$  didapatkan :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\ &= 465,5 / 2,5 \\ &= 186,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 5.3.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Nilai daya dukung untuk tiang kelompok didapatkan dari akumulasi daya dukung tiang tunggal sesuai dengan jumlah dalam satu kelompok. Beban yang bekerja ( $\Sigma Q_{all}$ ) sebesar 200 t = 2000 kN. Untuk perhitungannya digunakan :

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{all} &= \Sigma \text{Tiang} \cdot Q_{all} \\ \Sigma \text{Tiang} &= 2000 / 186,2 \\ &= 10,74 \approx \text{dipakai 11 tiang} \end{aligned}$$

### 5.4 Perhitungan Kapasitas Tarik Tiang Pancang pada Tanah Campuran

Untuk menghitung kapasitas tarik pada tiang pancang kelompok dapat digunakan dua metode yaitu: 1) menjumlahkan kapasitas tarik dari masing-masing tiang pancang individual pada kelompok tiang, dan 2) tiang dengan memperhitungkan kontribusi berat efektif tanah.

Kedalaman tanah dari 0 – 4 m adalah lapisan tanah lempung, sementara tanah efektif ( $L_e$ ) dimulai setelah kedalaman 1,25 m, sehingga  $L_e = L - 1,25$ . Untuk itu lapisan tanah 1 tidak diperhitungkan / diabaikan. Menurut Prakash (1990) untuk perhitungan kapasitas tarik  $\sigma_v'$  dianggap konstan setelah kedalaman

$$15.D = 15 \cdot 0,4064 = 6,096 \text{ m}$$

Nilai FS untuk kapasitas tarik ditingkatkan 1,5, maka  $FS_{nya} = 1,5 \cdot 2,5 = 3,75$



Nilai  $K_s$  didapatkan dari tabel (3.6),  $K_s = 1$

Untuk tanah kedalaman 4 -14 m, maka:

Menghitung tegangan efektif dengan persamaan (3.10):

$$\begin{aligned}\sigma_v' &= \sum \gamma h \\ &= 2,75 \cdot 16,4 + 4,5 \cdot 9,95 + 1,596 \cdot 9,95 \\ &= 123,98 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

sedangkan berat tiang adalah:

$$\begin{aligned}W_{\text{tiang}} &= A_s \cdot L \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot 0,4064^2 \cdot 15,24 \\ &= 46,58 \text{ kN}\end{aligned}$$

Maka kapasitas tarik tiang pancang tunggal dihitung dengan persamaan(3.44):

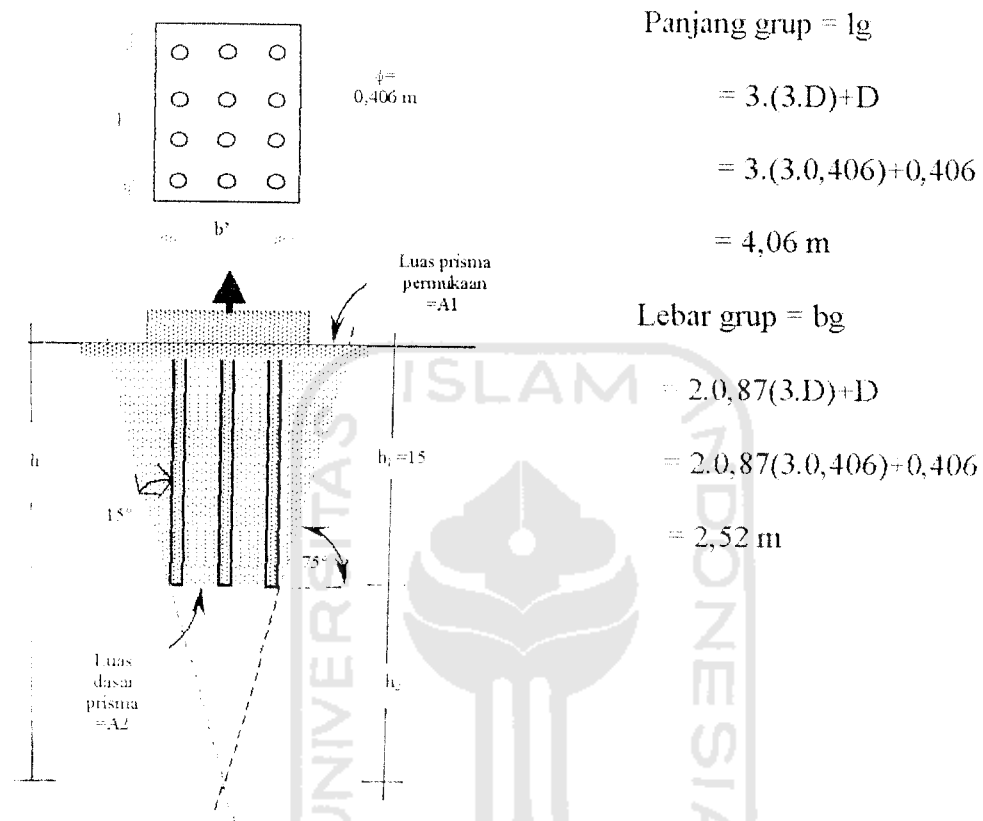
$$\begin{aligned}P_{\text{all}} &= \frac{1}{FS} \left[ \frac{2}{3} \cdot p \cdot K_s \cdot \tan \delta \cdot \sum_{L=0}^{L=L} \sigma'_{vl} \cdot \Delta L \right] + W_p \\ &= (1 / 3,75) \left[ (2/3) \cdot (\pi \cdot 0,4064) \cdot 1 \cdot \tan (0,666 \cdot 12) \cdot \right. \\ &\quad \left. (((123,98 \cdot 2,75 \cdot 0,5 + 123,98 \cdot 4,5 \cdot 0,5 + 123,98 \cdot 1,596 \cdot 0,5 + 123,98 \cdot 3,904 + 123,98 \cdot 1))) \right] + 46,58 \\ &= 83,60 \text{ kN}\end{aligned}$$

1) Metode (a)

Dengan menggunakan persamaan (3.45) dapat dihitung kapasitas tarik:

$$\begin{aligned}(P_g)_{\text{all}} &= n \cdot P_{\text{all}} \\ &= 11 \cdot 83,60 \\ &= 919,5 \text{ kN}\end{aligned}$$

## 2) Metode (b)



Gambar 5.3. Gambar Prisma Tahanan Tarik pada Tanah Campuran

Berat tanah dalam prisma( persamaan(3.46)) =  $(1/3.A_1.h - 1/3.A_2.h_2).\gamma'$

$$A_1 = (2,52 + 2.15.\tan 15^\circ) \times (4,06 + 2.15.\tan 15^\circ)$$

$$= 127,76 \text{ m}^2.$$

$$A_2 = 2,52 \times 4,06 = 10,23 \text{ m}^2.$$

$$h_2 = (4,06/2) \times \tan 75^\circ = 7,576 \text{ m}$$

$$h = h_1 + h_2$$

$$= 15 + 7,567 = 22,576 \text{ m}$$

Jadi berat tanah di dalam prisma

$$= (1/3.A_1.h - 1/3.A_2.h_2).\gamma'$$

$$= (1/3 \cdot 127,76 \cdot 22,574 - 1/3 \cdot 10,23 \cdot 7,576) \cdot 9,95$$

$$= 9312,15 \text{ kN}$$

$$P_{\text{uplift (All)}} = 9312,15 / (\text{SF}=3,75) = 2483,24 \text{ kN}$$

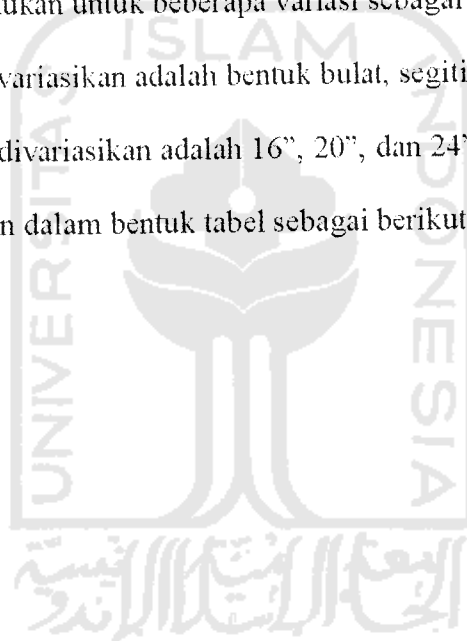
Nilai di atas masih ditambahkan dengan berat total *pile cap*

Dari metode a) dan metode b) dipilih yang terkecil (a) = 867,8 kN

Dengan perhitungan sesuai prosedur di atas, maka perhitungan untuk kapasitas tarik akan dilakukan untuk beberapa variasi sebagai berikut:

- Bentuk tiang yang divariasikan adalah bentuk bulat, segitiga, segiempat
- Diameter tiang yang divariasikan adalah 16", 20", dan 24"

Hasil perhitungan disusun dalam bentuk tabel sebagai berikut:



Keterangan: Tiang Bulat D= 16"=0.4064 m

$A_p=0,13 \text{ m}^2$

beban=2000kN

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$

15 D=6,096m(pasir)

$W_p= 46,58 \text{ kN}$

$P= 1,277 \text{ m}$

$S_u \cdot C_a = \text{kN.m}^2$

Tabel (5.1) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 16"= 0.4064 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman  | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\rho'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $S_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | $p \cdot h$ ( m <sup>2</sup> ) | $n \cdot q$ |
|------------|-------|----------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|----------------------------|----------|--------------------------------|-------------|
| 0-1,25     | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                             | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | -                              | -           |
| 1,25-4     | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                         | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | 3.51                           | -           |
| 4-8,5      | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 108.10                        | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 5.75                           | 4.50        |
| 8,5-10,096 | 1.596 | 10.096         | pasir   | 9.95                          | 123.98                        | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 2.04                           | 4.50        |
| 10,096-14  | 3.904 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 162.83                        | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 4.99                           | 4.50        |
| 14-15      | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 169.85                        | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                     | 0.52     | 1.28                           | -           |

| $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ per lapis | $Q_{al}$ (kN) | Jml tg |
|------------|------------|------------|-----------------|---------------|--------|
| -          | -          | -          | -               | -             |        |
| 107.46     | 39.78      | 147.24     | 147.24          | 58.90         |        |
| 41.61      | 4.95       | 46.56      | 154.02          | 61.61         |        |
| 16.93      | 4.95       | 21.87      | 170.94          | 68.38         |        |
| 108.75     | 4.95       | 113.70     | 279.70          | 111.88        |        |
| 69.06      | 121.68     | 190.74     | 465.49          | 186.20        | 10.741 |
|            |            |            |                 | dipakai       | 11     |

Keterangan: Tiang Bulat D= 20" = 0,508 m  
 15.D = 7,52 m

Ap = 0,203 m  
 Wp = 73,08 kN

beban = 2000 kN  
 P = 1,915 m

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 Su-Ca =  $\text{kN/m}^2$

Tabel (5.2) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 20" = 0,508 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ ) | $\Sigma v$ ( $\text{kN/m}^2$ ) | $\phi$ / $\gamma$ | Tan $\delta$ | K    | C ( $\text{kN/m}^2$ ) | $S_u$ ( $\text{kN/m}^2$ ) | $\alpha$ | P.h ( $\text{m}^2$ ) | $n \times q$ |
|-----------|-------|----------------|---------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|------|-----------------------|---------------------------|----------|----------------------|--------------|
| 0-1,25    | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                        | -                              | -                 | -            | 1.00 | 34.00                 | 34.00                     | 0.90     | -                    | -            |
| 1,25-4    | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                        | 45.10                          | -                 | -            | 1.00 | 34.00                 | 34.00                     | 0.90     | 4.40                 | -            |
| 4-8,5     | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                        | 108.10                         | 12.00             | 0.17         | 0.79 | -                     | -                         | -        | 7.20                 | 4.50         |
| 8,5-11,52 | 3.020 | 11.520         | pasir   | 9.95                         | 138.15                         | 12.00             | 0.17         | 0.79 | -                     | -                         | -        | 4.83                 | 4.50         |
| 11,52-14  | 2.480 | 14.000         | pasir   | 9.95                         | 162.83                         | 12.00             | 0.17         | 0.79 | -                     | -                         | -        | 3.97                 | 4.50         |
| 14-15     | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                         | 169.85                         | -                 | -            | 1.00 | 104.00                | 104.00                    | 0.52     | 1.60                 | -            |

| $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ per lapis | $Q_{at}$ (kN) | Jml tg |
|------------|------------|------------|-----------------|---------------|--------|
| -          | -          | -          | -               | -             |        |
| 134.64     | 62.12      | 196.76     | 258.88          | 103.55        |        |
| 52.14      | 7.73       | 59.86      | 194.50          | 77.80         |        |
| 44.72      | 7.73       | 52.44      | 239.22          | 95.69         |        |
| 86.56      | 7.73       | 94.28      | 325.77          | 130.31        |        |
| 86.53      | 190.01     | 276.54     | 594.59          | 237.83        | 8.41   |
|            |            |            |                 | dipakai       | 9      |

Keterangan: Tiang Bulat D = 24" = 0,6096 m      Ap = 0,292 m      beban = 2000kN      Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 15D = 9,14m      Wp = 105,12 kN      P = 1,915 m      Su = Ca = kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.3) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D = 24" = 0,6096 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\rho'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $S_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | $p \cdot h$ (m <sup>2</sup> ) | $n \times q$ |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | 1,25           | lempung | 16,40                         | -                             | -      | -            | 1,00 | 34,00                  | 34,00                      | 0,90     | -                             | -            |
| 1,25-4    | 2,75  | 4,00           | lempung | 16,40                         | 45,10                         | -      | -            | 1,00 | 34,00                  | 34,00                      | 0,90     | 5,27                          | -            |
| 4-8,5     | 4,50  | 8,50           | pasir   | 14,00                         | 108,10                        | 12,00  | 0,17         | 0,79 | -                      | -                          | -        | 8,62                          | 4,50         |
| 8,5-13,14 | 4,64  | 13,14          | pasir   | 9,95                          | 154,27                        | 12,00  | 0,17         | 0,79 | -                      | -                          | -        | 8,89                          | 4,50         |
| 13,14-14  | 0,86  | 14,00          | pasir   | 9,95                          | 162,83                        | 12,00  | 0,17         | 0,79 | -                      | -                          | -        | 1,65                          | 4,50         |
| 14-15     | 1,00  | 15,00          | lempung | 7,02                          | 169,85                        | -      | -            | 1,00 | 104,00                 | 104,00                     | 0,52     | 1,92                          | -            |

| $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ per lapis | $Q_{at}$ (kN) | Jml tg |
|------------|------------|------------|-----------------|---------------|--------|
| -          | -          | -          | -               | -             | -      |
| 161,15     | 89,35      | 250,50     | 250,50          | 100,20        | -      |
| 62,40      | 11,11      | 73,51      | 234,66          | 93,86         | -      |
| 91,82      | 11,11      | 102,93     | 326,48          | 130,59        | -      |
| 35,93      | 11,11      | 47,04      | 362,41          | 144,96        | -      |
| 103,56     | 273,31     | 376,88     | 728,17          | 291,27        | 6,87   |
| dipakai    |            |            |                 |               | 7      |

Keterangan Tiang segitiga D = 16"=0.4064 m  
 15 D=6.096m(pasir)

Ap=0.072m  
 Wp= 25.92kN

beban=2000kN  
 P= 1.2192 m

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 $S_u = \text{Ca} = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.4) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D= 16"= 0.4064 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman  | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $S_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | P.h ( m <sup>2</sup> ) | n* <sub>q</sub> |
|------------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|----------------------------|----------|------------------------|-----------------|
| 0-1,25     | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                               | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | -                      | -               |
| 1,25-4     | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                           | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | 3.35                   | -               |
| 4-8,5      | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 108.10                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 5.49                   | 4.50            |
| 8,5-10,096 | 1.596 | 10.096         | pasir   | 9.95                          | 123.98                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 1.95                   | 4.50            |
| 10,096-14  | 3.904 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 162.83                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 4.76                   | 4.50            |
| 14-15      | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 169.85                          | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                     | 0.52     | 1.22                   | -               |

| Q <sub>s</sub> (kN) | Q <sub>p</sub> (kN) | Q <sub>u</sub> (kN) | Q <sub>u</sub> perlapisan | Q <sub>ai</sub> (kN) | Jml tg |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|--------|
| -                   | -                   | -                   | -                         | -                    |        |
| 102.60              | 21.88               | 124.47              | 124.47                    | 49.79                |        |
| 39.73               | 2.72                | 42.45               | 145.04                    | 58.02                |        |
| 16.16               | 2.72                | 18.88               | 161.20                    | 64.48                |        |
| 103.83              | 2.72                | 106.55              | 265.03                    | 106.01               |        |
| 65.93               | 66.92               | 132.86              | 395.17                    | 158.07               | 12.653 |
|                     |                     |                     |                           | dipakai              | 13     |

Keterangan Tiang segitiga  $D = 20'' = 0,508 \text{ m}$   
 $15D = 7,52 \text{ m (pasir)}$

$A_p = 0,112 \text{ m}^2$   
 $W_p = 40,32 \text{ kN}$

beban =  $2000 \text{ kN}$   
 $P = 1,524 \text{ m}$

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 $S_u = C_u = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.5) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga  $D = 20'' = 0,508 \text{ m}$  pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'_v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $S_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | P.h (m <sup>2</sup> ) | $n^* q$ |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|----------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|----------------------------|----------|-----------------------|---------|
| 0-1,25    | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                                | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | -                     | -       |
| 1,25-4    | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                            | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | 4.19                  | -       |
| 4-8,5     | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 108.10                           | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                          | -        | 6.86                  | 4.50    |
| 8,5-11,52 | 3.020 | 11.520         | pasir   | 9.95                          | 138.15                           | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                          | -        | 4.60                  | 4.50    |
| 11,52-14  | 2.480 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 162.83                           | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                          | -        | 3.78                  | 4.50    |
| 14-15     | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 169.85                           | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                     | 0.52     | 1.52                  | -       |

| $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ per lapisan | $Q_{al}$ (kN) | Jml tg |
|------------|------------|------------|------------|-------------------|---------------|--------|
| -          | -          | -          | -          | -                 | -             |        |
| 128.24     | 34.18      | 162.42     | 196.61     | 196.61            | 78.64         |        |
| 49.66      | 4.25       | 53.91      | 182.16     | 182.16            | 72.86         |        |
| 42.59      | 4.25       | 46.84      | 224.75     | 224.75            | 89.90         |        |
| 82.45      | 4.25       | 86.70      | 307.19     | 307.19            | 122.88        |        |
| 82.42      | 104.55     | 186.97     | 489.91     | 489.91            | 195.96        | 10.21  |
| dipakai    |            |            |            |                   |               | 11     |



Keterangan Tiang segitiga D = 24" = 0.6096 m  
 1SD = 9.14 m

P = 1.83m

Wp = 57.46kN

beban = 2000kN

P = 1.83 m

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$

Su = Ca = kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.6) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D = 24" = 0.6096 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | Su (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | P.h (m <sup>2</sup> ) | n* <sub>q</sub> |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------|
| 0-1,25    | 1.25  | 1.25           | lempung | 16.40                         | -                               | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                   | 0.90     | 2.29                  | -               |
| 1,25-4    | 2.75  | 4.00           | lempung | 16.40                         | 45.10                           | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                   | 0.90     | 5.03                  | -               |
| 4-8,5     | 4.50  | 8.50           | pasir   | 14.00                         | 108.10                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                       | -        | 8.23                  | 4.50            |
| 8,5-13,14 | 4.64  | 13.14          | pasir   | 9.95                          | 154.27                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                       | -        | 8.49                  | 4.50            |
| 13,14-14  | 0.86  | 14.00          | pasir   | 9.95                          | 162.83                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                       | -        | 1.57                  | 4.50            |
| 14-15     | 1.00  | 15.00          | lempung | 7.02                          | 169.85                          | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                  | 0.52     | 1.83                  | -               |

| Q <sub>s</sub> (kN) | Q <sub>p</sub> (kN) | Q <sub>u</sub> (kN) | Q <sub>u</sub> per lapis | Q <sub>al</sub> (kN) | Jml tg |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|--------|
| -                   | -                   | -                   | -                        | -                    | -      |
| 153.89              | 49.24               | 203.13              | 203.13                   | 81.25                | -      |
| 59.59               | 6.12                | 65.72               | 219.61                   | 87.84                | -      |
| 87.69               | 6.12                | 93.81               | 307.30                   | 122.92               | -      |
| 34.31               | 6.12                | 40.43               | 341.61                   | 136.64               | -      |
| 98.90               | 150.60              | 249.50              | 584.99                   | 233.99               | 8.55   |
|                     |                     |                     |                          | dipakai              | 9      |

Keterangan Tiang segiempat D = 16" = 0.4064 m       $A_p = 0.165 \text{ m}^2$       beban = 2000 kN      Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 15 D = 6,096 m (pasir)       $W_p = 59.4 \text{ kN}$        $P = 1.6256 \text{ m}$        $S_u = C_a = \text{kN/m}^2$

Tabel (S.7) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat D = 16" = 0.4064 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman  | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $S_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | P.h (m <sup>2</sup> ) | $n^*q$ |
|------------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|----------------------------|----------|-----------------------|--------|
| 0-1,25     | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                               | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | -                     | -      |
| 1,25-4     | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                           | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | 4.47                  | -      |
| 4-8,5      | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 108.10                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 7.32                  | 4.50   |
| 8,5-10,096 | 1.596 | 10.096         | pasir   | 9.95                          | 123.98                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 2.59                  | 4.50   |
| 10,096-14  | 3.904 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 162.83                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | 27.00                  | -                          | -        | 6.35                  | 4.50   |
| 14-15      | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 169.85                          | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                     | 0.52     | 1.63                  | -      |

| $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ per lapis | $Q_{at}$ (kN) | Jml tg |
|------------|------------|------------|-----------------|---------------|--------|
| -          | -          | -          | -               | -             | -      |
| 136.79     | 50.49      | 187.28     | 187.28          | 74.91         |        |
| 52.97      | 6.28       | 59.25      | 196.04          | 78.42         |        |
| 21.55      | 6.28       | 27.83      | 217.59          | 87.04         |        |
| 138.44     | 6.28       | 144.72     | 356.03          | 142.41        |        |
| 87.91      | 154.44     | 242.35     | 592.10          | 236.84        | 8.444  |
|            |            |            |                 | dipakai       | 9      |

Keterangan Tiang segiempat  $D = 20'' = 0,508 \text{ m}$   
 $15.D = 7,52 \text{ m}$

$A_p = 0,258 \text{ m}^2$   
 $W_p = 92,88 \text{ kN}$

beban = 2000 kN  
 $P = 2,032 \text{ m}$

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 $S_u, C_a = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.8) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat  $D = 20'' = 0,508 \text{ m}$  pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'_v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $S_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | $P \cdot h$ (m <sup>2</sup> ) | $n^* q$ |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|----------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|----------------------------|----------|-------------------------------|---------|
| 0-1,25    | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                                | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | -                             | -       |
| 1,25-4    | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                            | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                      | 0.90     | 5.59                          | -       |
| 4-8,5     | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 108.10                           | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                          | -        | 9.14                          | 4.50    |
| 8,5-11,52 | 3.020 | 11.520         | pasir   | 9.95                          | 138.15                           | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                          | -        | 6.14                          | 4.50    |
| 11,52-14  | 2.480 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 162.83                           | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                          | -        | 5.04                          | 4.50    |
| 14-15     | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 169.85                           | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                     | 0.52     | 2.03                          | -       |

| $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_u$ (kN) | $Q_u$ per lapisan | $Q_{at}$ (kN) | Jml tg |
|------------|------------|------------|-------------------|---------------|--------|
| -          | -          | -          | -                 | -             | -      |
| 170.99     | 78.95      | 249.94     | 328.89            | 131.56        | -      |
| 66.21      | 9.82       | 76.03      | 247.02            | 98.81         | -      |
| 56.79      | 9.82       | 66.61      | 303.81            | 121.53        | -      |
| 109.93     | 9.82       | 119.75     | 413.74            | 165.50        | -      |
| 109.89     | 241.49     | 351.38     | 755.30            | 302.12        | 6.62   |
|            |            |            |                   | dipakai       | 7      |

Keterangan Tiang segiempat D= 24"= 0.6096 m

Ap= 0.372 m

beban=2000kN

Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$

15D = 9,14m

Wp= 133,92 kN

P= 2,44 m

Su=Ca= kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.9) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat D= 24"= 0.6096 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ | Tan $\delta$ | K    | C (kN/m <sup>2</sup> ) | Su (kN/m <sup>2</sup> ) | $\alpha$ | P.h ( m <sup>2</sup> ) | n* q |
|-----------|-------|--------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------------|------|------------------------|-------------------------|----------|------------------------|------|
| 0-1,25    | 1.25  | 1.25   | lempung | 16.40                         | -                               | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                   | 0.90     | -                      | -    |
| 1,25-4    | 2.75  | 4.00   | lempung | 16.40                         | 45.10                           | -      | -            | 1.00 | 34.00                  | 34.00                   | 0.90     | 6.71                   | -    |
| 4-8,5     | 4.50  | 8.50   | pasir   | 14.00                         | 108.10                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                       | -        | 10.98                  | 4.50 |
| 8,5-13,14 | 4.64  | 13.14  | pasir   | 9.95                          | 154.27                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                       | -        | 11.32                  | 4.50 |
| 13,14-14  | 0.86  | 14.00  | pasir   | 9.95                          | 162.83                          | 12.00  | 0.17         | 0.79 | -                      | -                       | -        | 2.10                   | 4.50 |
| 14-15     | 1.00  | 15.00  | lempung | 7.02                          | 169.85                          | -      | -            | 1.00 | 104.00                 | 104.00                  | 0.52     | 2.44                   | -    |

| Qs (kN) | Qp (kN) | Qu (kN) | Qu perlepasan | Qul (kN) | Jml tg |
|---------|---------|---------|---------------|----------|--------|
| -       | -       | -       | -             | -        | -      |
| 205.33  | 113.83  | 319.16  | 319.16        | 127.66   |        |
| 79.51   | 14.16   | 93.66   | 298.99        | 119.60   |        |
| 116.99  | 14.16   | 131.15  | 415.99        | 166.39   |        |
| 45.77   | 14.16   | 59.93   | 461.76        | 184.70   |        |
| 131.96  | 348.19  | 480.15  | 927.75        | 371.10   | 5.39   |
|         |         |         |               | dipakai  | 6      |

Keterangan: Tiang bulat  $D=16''=0,4064$  m  $\delta = 0,8, \phi$   $20D=8,12$  m (pasir)  
 $P=1,277$  m beban=2000kN  
 $15 D=6,096$  m (pasir) Jumlah Tiang= 11

$A_p=0,13$  m  
 $W_p=46,58$  kN

Tabel (5.10) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D=16''=0,4064$  m pada Tanah Campuran

| Kedalaman  | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Pall (kN) | P gall |
|------------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|--------|
| 0-1,25     | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                               | -                  | -      | -            |           |        |
| 1,25-4     | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                           | 170.47             | -      | -            |           |        |
| 4-8,5      | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 63.00                           | 278.96             | 12     | 0.141        |           |        |
| 8,5-10,096 | 1.596 | 10.096         | pasir   | 9.95                          | 15.88                           | 98.94              | 12     | 0.141        |           |        |
| 10,096-14  | 3.904 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 38.84                           | 484.02             | 12     | 0.141        |           |        |
| 14-15      | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 7.02                            | 123.98             | -      | -            |           |        |
|            |       |                |         |                               | 123.980                         | 1,156.363          |        |              | 83.59     | 919.46 |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2   | h= h1+h2 | Ws       | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| 4.06 | 2.53 | 127.88 | 10.27 | 7.58 | 22.58    | 9,319.95 | 2,485.32 | 919.46   |

Keterangan: Tiang bulat  $D=20''=0,508\text{ m}$   $\delta=0,8\cdot\phi$   $20D=10,16\text{ m}$  (pasir)  
 $P=1,60\text{ m}$   $Wp=73,08\text{ kN}$   $\text{beban}=2000\text{ kN}$   $\text{Jumlah Tiang}=9$   
 $15D=7,52\text{ m}$ (pasir)

Tabel (5.11) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D=20''=0,508\text{ m}$  pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v\cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Metode a  |         |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------|--------------|-----------|---------|
|           |       |                |         |                               |                                 |                   |        |              | Pall (kN) | P gall  |
| 0-1,25    | 1.250 | 1.25           | lempung | 16.40                         | -                               | -                 | -      | -            | -         | -       |
| 1,25-4    | 2.750 | 4.00           | lempung | 16.40                         | 45.10                           | 189.95            | -      | -            | -         | -       |
| 4-8,5     | 4.500 | 8.50           | pasir   | 14.00                         | 63.00                           | 310.84            | 12     | 0.141        | -         | -       |
| 8,5-11,52 | 3.020 | 11.52          | pasir   | 9.95                          | 30.05                           | 208.60            | -      | -            | -         | -       |
| 11,52-14  | 2.480 | 14.00          | pasir   | 9.95                          | 24.68                           | 342.61            | 12     | 0.141        | -         | -       |
| 14-15     | 1.000 | 15.00          | lempung | 7.02                          | 7.02                            | 138.15            | -      | -            | -         | -       |
|           |       |                |         |                               | 138.149                         | 1,190.2           |        |              | 119.5     | 1,075.8 |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2    | h= h1+h2 | Ws       | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 3.56 | 3.56 | 134.43 | 12.65 | 6.636 | 21.64    | 9,368.27 | 2,498.21 | 1,075.83 |

Keterangan: Tiang bulat  $D=24''= 0,6096\text{ m}$   $\delta = 0,8, \phi$   $20D= 12,19\text{ m}$  (pasir)  
 $P=1,915\text{ m}$   $Wp= 105,12\text{ kN}$   $\delta$  beban  $=2000\text{ kN}$  jumlah tiang  $= 7$   
 $1SD = 9,14\text{ m}$

Tabel (5.12) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D= 24''= 0,6096\text{ m}$  pada Tanah Campuran

Metode a

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Pall (kN) | P gall   |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|----------|
| 0-1,25    | 1.25  | 1.25           | lempung | 16.40                         | -                               | -                  | -      | -            |           |          |
| 1,25-4    | 2.75  | 4.00           | lempung | 16.40                         | 45.10                           | 212.12             |        |              |           |          |
| 4-8,5     | 4.50  | 8.50           | pasir   | 14.00                         | 63.00                           | 347.10             | 12     | 0.141        |           |          |
| 8,5-13,14 | 4.64  | 13.14          | pasir   | 9.95                          | 46.17                           | 357.90             |        |              |           |          |
| 13,14-14  | 0.86  | 14.00          | pasir   | 9.95                          | 8.56                            | 132.67             | 12     | 0.141        |           |          |
| 14-15     | 1.00  | 15.00          | lempung | 7.02                          | 7.02                            | 154.27             | -      | -            |           |          |
|           |       |                |         |                               | 154.268                         | 1,204.1            |        |              | 162.7     | 1,139.13 |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2    | h= h1+h2 | Ws        | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|-------|----------|-----------|----------|----------|
| 4.27 | 3.78 | 145.40 | 16.12 | 7.963 | 22.96    | 10,647.91 | 2,839.44 | 1,139.13 |

jumlah tiang = 13

$\delta = 0.8 \cdot \phi$   
beban = 2000kN

$A_p = 0,072m$   
 $W_p = 25,92kN$

Keterangan: Tiang segitiga  $D=16'' = 0.4064 m$   
 $P = 1,2192m$   
15 D= 6,096m(pasir)

Tabel (5.13) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga  $D=16'' = 0,4064 m$  pada Tanah Campuran

metode a

| Kedalaman  | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Pall (kN) | P gall |
|------------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|--------|
| 0-1,25     | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                               | -                  | -      | -            |           |        |
| 1,25-4     | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                           | 170.47             |        |              |           |        |
| 4-8,5      | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 63.00                           | 278.96             | 12     | 0.141        |           |        |
| 8,5-10,096 | 1.596 | 10.096         | pasir   | 9.95                          | 15.88                           | 98.94              | 12     | 0.141        |           |        |
| 10,096-14  | 3.904 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 38.84                           | 484.02             | 12     | 0.141        |           |        |
| 14-15      | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 7.02                            | 123.98             | -      | -            | 61.16     | 795.12 |
|            |       |                |         |                               | 123.980                         | 1,156.363          |        |              |           |        |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2   | h= h1+h2 | Ws        | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|------|----------|-----------|----------|----------|
| 5.28 | 2.53 | 140.76 | 13.35 | 9.86 | 24.86    | 11,168.71 | 2,978.32 | 795.12   |



Keterangan: Tiang segitiga  $D=20''=0,508\text{ m}$   
 $P=1,524\text{ m}$

$A_p=0,112\text{ m}^2$   
 $W_p=40,32\text{ kN}$   
 $1SD=7,52\text{ m(pasir)}$

$\delta = 0,8 \cdot \phi$   
 beban = 2000kN  
 jumlah tiang = 11

Tabel (5.14) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga  $D=20''=0,508\text{ m}$  pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ ) | $\sigma'v$ ( $\text{kN/m}^2$ ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Metode a  |        |
|-----------|-------|----------------|---------|------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|--------|
|           |       |                |         |                              |                                |                    |        |              | Pall (kN) | P gall |
| 0-1,25    | 1.250 | 1.25           | lempung | 16.40                        | -                              | -                  | -      | -            |           |        |
| 1,25-4    | 2.750 | 4.00           | lempung | 16.40                        | 45.10                          | 189.95             | -      | -            |           |        |
| 4-8,5     | 4.500 | 8.50           | pasir   | 14.00                        | 63.00                          | 310.84             | 12     | 0.141        |           |        |
| 8,5-11,52 | 3.020 | 11.52          | pasir   | 9.95                         | 30.05                          | 208.60             | -      | -            |           |        |
| 11,52-14  | 2.480 | 14.00          | pasir   | 9.95                         | 24.68                          | 342.61             | 12     | 0.141        |           |        |
| 14-15     | 1.000 | 15.00          | lempung | 7.02                         | 7.02                           | 138.15             | -      | -            |           |        |
|           |       |                |         | 138.149                      | 1,190.2                        |                    |        |              | 85.7      | 942.3  |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2    | h= h1+h2 | Ws        | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|-------|----------|-----------|----------|----------|
| 5.08 | 3.16 | 146.90 | 16.05 | 9.479 | 24.48    | 11,422.46 | 3,045.99 | 942.27   |

Keterangan: Tiang segitiga D=24"= 0,6096 m      P=1,83m      jumlah tiang=9  
 Ap=0,161m      Wp= 57,46kN       $\delta = 0,8 \cdot \phi$   
 1SD =9,14 m      beban =2000kN      20b=12,19 m (pasir)

Tabel (5.15) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga D= 24"= 0,508 m pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Metode a  |          |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|----------|
|           |       |                |         |                               |                                 |                    |        |              | Pall (kN) | P gall   |
| 0-1,25    | 1,25  | 1,25           | lempung | 16,40                         | -                               | -                  | -      | -            | -         | -        |
| 1,25-4    | 2,75  | 4,00           | lempung | 16,40                         | 45,10                           | 212,12             | -      | -            | -         | -        |
| 4-8,5     | 4,50  | 8,50           | pasir   | 14,00                         | 63,00                           | 347,10             | 12     | 0,141        | -         | -        |
| 8,5-13,14 | 4,64  | 13,14          | pasir   | 9,95                          | 46,17                           | 357,90             | -      | -            | -         | -        |
| 13,14-14  | 0,86  | 14,00          | pasir   | 9,95                          | 8,56                            | 132,67             | 12     | 0,141        | -         | -        |
| 14-15     | 1,00  | 15,00          | lempung | 7,02                          | 7,02                            | 154,27             | -      | -            | -         | -        |
|           |       |                |         |                               | 154,268                         | 1,204,1            |        |              | 112,5     | 1,012,87 |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2    | h= h1+h2 | Ws        | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|-------|----------|-----------|----------|----------|
| 4,27 | 4,27 | 151,43 | 18,21 | 7,963 | 22,96    | 11,051,93 | 2,947,18 | 1,012,87 |

Keterangan: Tiang segitempat  $D=16''=0,4064\text{ m}$   
 $P=1,6256\text{ m}$

$A_p=0,165\text{ m}^2$   
 $W_p=59,4\text{ kN}$

$\delta = 0,8, \phi$   
 beban = 2000kN  
 jumlah tiang = 9  
 $20b=8,12\text{ m}$  (pasir)

Tabel (5.16) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitempat  $D=16''=0,4064\text{ m}$  pada Tanah Campuran

| Kedalaman  | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | metode a  |        |        |
|------------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|--------|--------|
|            |       |                |         |                               |                                 |                    |        |              | Pall (kN) | P gall |        |
| 0-1,25     | 1.250 | 1.250          | lempung | 16.40                         | -                               | -                  | -      | -            | -         | -      |        |
| 1,25-4     | 2.750 | 4.000          | lempung | 16.40                         | 45.10                           | 170.47             | -      | -            | -         | -      |        |
| 4-8,5      | 4.500 | 8.500          | pasir   | 14.00                         | 63.00                           | 278.96             | 12     | 0.141        | -         | -      |        |
| 8,5-10,096 | 1.596 | 10.096         | pasir   | 9.95                          | 15.88                           | 98.94              | 12     | 0.141        | -         | -      |        |
| 10,096-14  | 3.904 | 14.000         | pasir   | 9.95                          | 38.84                           | 484.02             | 12     | 0.141        | -         | -      |        |
| 14-15      | 1.000 | 15.000         | lempung | 7.02                          | 7.02                            | 123.98             | -      | -            | -         | -      |        |
|            |       |                |         |                               | 123.980                         | 1.156.363          |        |              |           | 106.39 | 957.51 |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2   | h2   | h= h1+h2 | Ws       | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|------|------|----------|----------|----------|----------|
| 2.84 | 2.84 | 118.45 | 8.09 | 5.31 | 20.31    | 7,835.59 | 2,089.49 | 957.51   |

Keterangan: Tiang segitempat  $D=20''=0,508\text{ m}$   $\delta=0,8\phi$  jumlah tiang =7  
 $P=2,032\text{ m}$   $A_p=0,258\text{ m}$  beban =2000kN  $20b=10,16\text{ m}$  (pasir)  
 $W_p=92,88\text{ kN}$   
 $15D=7,52\text{m}$ (pasir)

Tabel (5.17) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitempat  $D=20''=0,508\text{ m}$  pada Tanah Campuran

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Pall (kN) | P gall  | Metode a |  |
|-----------|-------|----------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|---------|----------|--|
|           |       |                |         |                               |                                 |                    |        |              |           |         |          |  |
| 0-1,25    | 1.250 | 1.25           | lempung | 16.40                         | -                               | -                  | -      | -            |           |         |          |  |
| 1,25-4    | 2.750 | 4.00           | lempung | 16.40                         | 45.10                           | 189.95             |        |              |           |         |          |  |
| 4-8,5     | 4.500 | 8.50           | pasir   | 14.00                         | 63.00                           | 310.84             | 12     | 0.141        |           |         |          |  |
| 8,5-11,52 | 3.020 | 11.52          | pasir   | 9.95                          | 30.05                           | 208.60             |        |              |           |         |          |  |
| 11,52-14  | 2.480 | 14.00          | pasir   | 9.95                          | 24.68                           | 342.61             | 12     | 0.141        |           |         |          |  |
| 14-15     | 1.000 | 15.00          | lempung | 7.02                          | 7.02                            | 138.15             | -      | -            |           |         |          |  |
|           |       |                |         |                               | 138.149                         | 1,190.2            |        |              | 153.3     | 1,073.3 |          |  |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2    | h= h1+h2 | Ws       | P gall   | terpakai |
|------|------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 3.56 | 3.16 | 129.84 | 11.24 | 6.636 | 21.64    | 9,069.61 | 2,418.56 | 1,073.34 |

Keterangan: Tiang segiempat  $D=24''= 0,6096 \text{ m}$   $A_p=0,372 \text{ m}^2$   $\delta = 0,8 \cdot \phi$  jumlah tiang = 5  
 $P=2,44 \text{ m}$   $W_p= 133,92 \text{ kN}$   $W_b=2000 \text{ kN}$   $20b=12,19 \text{ m}$  (pasir)

Tabel (5.18) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat  $D= 24''= 0,6096 \text{ m}$  pada Tanah Campuran

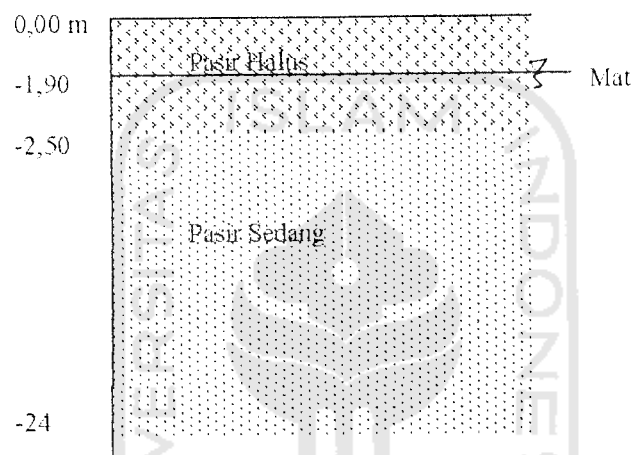
| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | Tanah   | $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ ) | $\sigma'v$ ( $\text{kN/m}^2$ ) | $\sigma'v \cdot h$ | $\phi$ | Tan $\delta$ | Pall (kN) | P gall   | Metode a |  |
|-----------|-------|----------------|---------|------------------------------|--------------------------------|--------------------|--------|--------------|-----------|----------|----------|--|
|           |       |                |         |                              |                                |                    |        |              |           |          |          |  |
| 0-1,25    | 1,25  | 1,25           | lempung | 16,40                        | -                              | -                  | -      | -            |           |          |          |  |
| 1,25-4    | 2,75  | 4,00           | lempung | 16,40                        | 45,10                          | 212,12             |        |              |           |          |          |  |
| 4-8,5     | 4,50  | 8,50           | pasir   | 14,00                        | 63,00                          | 347,10             | 12     | 0,141        |           |          |          |  |
| 8,5-13,14 | 4,64  | 13,14          | pasir   | 9,95                         | 46,17                          | 357,90             |        |              |           |          |          |  |
| 13,14-14  | 0,86  | 14,00          | pasir   | 9,95                         | 8,56                           | 132,67             | 12     | 0,141        |           |          |          |  |
| 14-15     | 1,00  | 15,00          | lempung | 7,02                         | 7,02                           | 154,27             | -      | -            |           |          |          |  |
|           |       |                |         |                              | 154,268                        | 1,204,1            |        |              | 207,4     | 1,244,17 |          |  |

Metode b

| Lg   | bg   | A1     | A2    | h2    | h= h1+h2 | Ws       | P gall   | P gall terpakai |
|------|------|--------|-------|-------|----------|----------|----------|-----------------|
| 4,27 | 2,44 | 128,93 | 10,41 | 7,963 | 22,96    | 9,544,09 | 2,545,09 | 1,244,17        |

### 5.5 Data Tanah Pasir Homogen

Data tanah yang digunakan dari laporan hasil uji tanah yang dilakukan oleh laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Atmajaya Yogyakarta untuk proyek pengembangan Gedung ISI Yogyakarta ( data terlampir). Data diambil dari titik B I dengan kedalaman muka air tanah adalah – 1,90 m.



Gambar 5.4. Sketsa Lapisan Tanah Pasir Homogen

Adapun data tanah tiap lapisan seperti gambar di atas adalah sebagai berikut ini:

**Lapisan 1:**  $c = 0,065 \text{ kg/cm}^2 = 6,5 \text{ kN/m}^2$     **Lapisan 2:**  $c = 0,080 \text{ t/m}^2 = 8 \text{ kN/m}^2$

$$\phi = 29,6^\circ$$

$$\phi = 30,7^\circ$$

$$\gamma_b = 1,78 \text{ t/m}^3 = 17,8 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_b = 1,94 \text{ t/m}^3 = 19,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = 0,94 \text{ t/m}^3 = 9,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = 0,903 \text{ t/m}^3 = 9,03 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_d = 1,50 \text{ t/m}^3 = 15 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_d = 1,613 \text{ t/m}^3 = 16,13 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 0,78$$

$$e_o = 0,8604$$

$$G_s = 2,672$$

$$G_s = 2,68$$

$$w = 0,184$$

$$w = 0,203$$

## 5.6 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang pada Tanah Pasir

Dalam perhitungan awal ini digunakan bentuk pondasi tiang adalah bulat dengan ukuran sebesar  $16'' = 0,4064 \text{ m}$  (luas( $A_p$ ) =  $0,25 \cdot \pi \cdot (0,4064)^2 = 0,13 \text{ m}^2$  dan keliling( $P$ )=  $\pi \cdot 0,4064 = 1,277 \text{ m}$ ) ,dengan memasukkan beban statis per kolom sebesar  $200 \text{ t} = 2000 \text{ kN}$ .

### 5.6.1 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Individu

Untuk pondasi tiang pancang tunggal dengan diameter ( $\phi$ ) =  $16''=0,4064 \text{ m}$  pada kedalaman  $15\text{m}$  (terletak pada lapisan tanah 2 = Pasir sedang) akan diperoleh hasil perhitungan dari komponen penyusun daya dukung pondasi dalam sebagai berikut ini:

#### 3. Daya dukung ujung tiang ( *End Bearing Pile* )

Diperlukan nilai tegangan efektif tanah yang akan konstan setelah kedalaman  $15D = 15 \cdot 0,4064 = 6,096 \text{ m}$ , dari persamaan(3.10):

$$\begin{aligned}\sigma_v' &= \sum \gamma h \\ &= 1,9 \cdot 17,8 + 0,6 \cdot 9,4 + 9,03 \cdot 3,596 \\ &= 71,93 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Digunakan gambar(3.16) untuk mencari nilai  $N_q$ , dengan nilai Sudut geser tanah lapisan 2 ( $\phi$ ) =  $30,7^\circ$  didapatkan  $N_q = 28,6$ .

Dengan persamaan ( 3.17) maka daya dukung ujung ( $Q_p$ ) pada tanah pasir

$$\begin{aligned}Q_p &= A_p \cdot \sigma_v' \cdot N_q \\ &= 0,13 \cdot 71,93 \cdot 28,6 \\ &= 267,44 \text{ kN}\end{aligned}$$

#### 4. Daya dukung gesekan sepanjang badan tiang (*Skin Friction Pile*)

Lapisan tanah sampai dengan kedalaman 15 m terdiri atas tanah pasir halus dan tanah pasir sedang (sesuai dengan gambar) sehingga rumus yang digunakan adalah rumus untuk tanah pasir. Perhitungan daya dukung gesek selimut ( $Q_s$ ) pada tanah pasir diperlukan nilai  $\sigma_v'$  untuk perhitungan daya dukung yang dianggap konstan setelah kedalaman  $L' = 15$ .D (Meyerhoff).

Berarti ada nilai  $\sigma_v'$  diatas  $L'$  dan di bawah  $L'$  maka perhitungannya menjadi:

$$\begin{aligned}\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L &= 0,5 \sigma_v' L' + \sigma_v' (L - L') \\ &= 0,5 \cdot 71,93.6,096 + 71,93.8,904 \\ &= 859,7 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

Untuk tiang pancang nilai  $K_s = 1$ , dari tabel (3.6 )

Untuk tiang pancang Jenis *Precast Concrete* nilai  $\delta$  adalah  $0,8 - 1\phi$ , maka diambil  $= 0,8 \cdot 12^\circ = 9,6^\circ$ , sehingga dari substitusi persamaan (3.8) pada persamaan (3.7)

didapatkan  $Q_s$  :

$$\begin{aligned}Q_s &= P \cdot K_s \cdot \text{Tan } \delta \cdot \Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L \\ &= (\pi \cdot 0,4064) \cdot 1 \cdot \text{Tan } (9,6^\circ) \cdot 859,7 \\ &= 503,26 \text{ kN.}\end{aligned}$$

Setelah nilai di atas didapatkan, maka daya dukung ultimit dihitung dengan persamaan (3.1):

$$\begin{aligned}Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 267,44 + 503,26 \\ &= 770,0 \text{ kN}\end{aligned}$$

diambil nilai SF = 2,5 (berdasarkan tabel(3.1) ), sehingga  $Q_{all}$  didapatkan :



$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\
 &= 770,7 / 2,5 \\
 &= 308,3 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

### 5.6.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Nilai daya dukung untuk tiang kelompok didapatkan dari akumulasi daya dukung tiang tunggal sesuai dengan jumlah dalam satu kelompok. Beban yang bekerja ( $\Sigma Q_{all}$ ) sebesar 200 t = 2000 kN. Untuk perhitungannya digunakan :

$$\begin{aligned}
 \Sigma Q_{all} &= \Sigma \text{Tiang} \cdot Q_{all} \\
 \Sigma \text{Tiang} &= 2000 / 308,3 \\
 &= 6,5 \approx \text{dipakai 7 tiang}
 \end{aligned}$$

### 5.7 Perhitungan Kapasitas Tarik Tiang Pancang pada Tanah Pasir

Untuk menghitung kapasitas tarik pada tiang pancang kelompok dapat digunakan dua metode yaitu: 1) menjumlahkan kapasitas tarik dari masing-masing tiang pancang individual pada kelompok tiang, dan 2) tiang dengan memperhitungkan kontribusi berat efektif tanah.

Nilai FS untuk perhitungan kapasitas tarik ditingkatkan 1,5, maka FS-nya = 1,5 . 2,5 = 3,75

Nilai Ks didapatkan dari tabel (3.6), Ks = 1

sedangkan berat tiang adalah:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tiang}} &= A_s \cdot L \cdot \gamma_{\text{beton}} \\
 &= 0,25 \cdot \pi \cdot 0,4064^2 \cdot 15.24 \\
 &= 46,58 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Maka kapasitas tarik tiang pancang tunggal dihitung dengan persamaan (3.44):

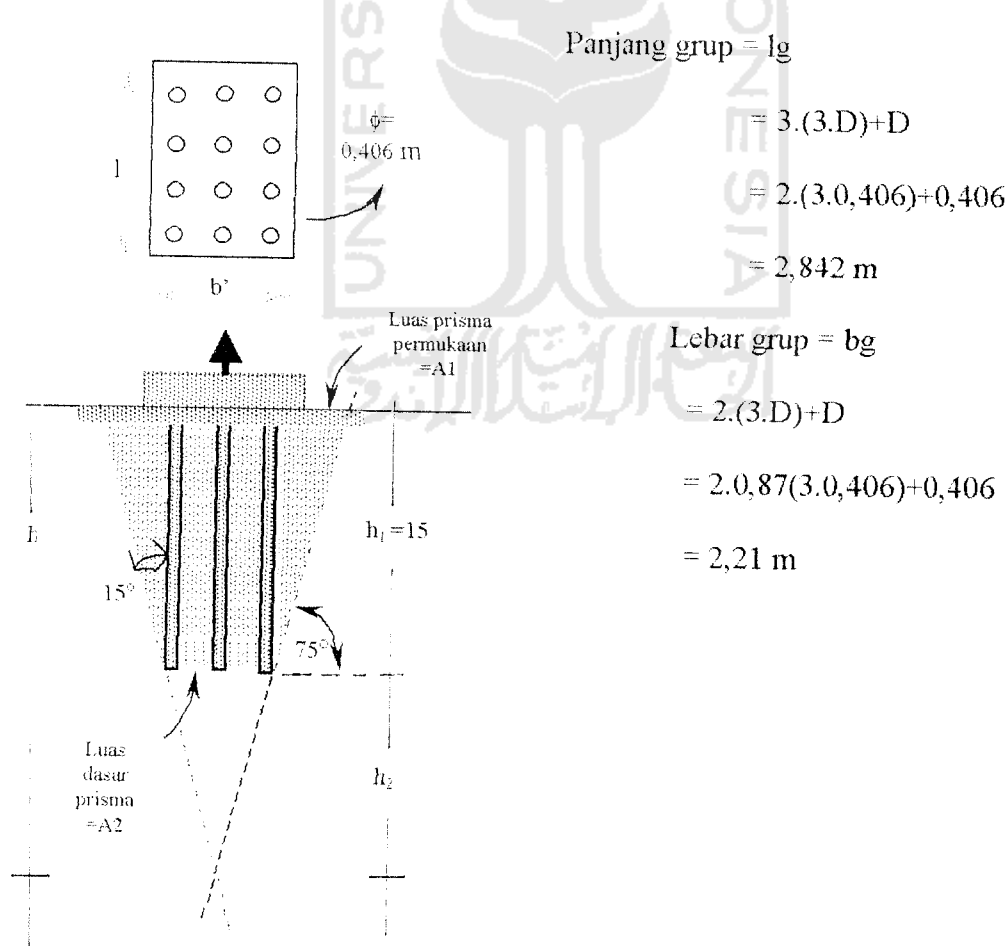
$$\begin{aligned}
 P_{all} &= \frac{1}{FS} \left[ \frac{2}{3} \cdot p \cdot K_s \cdot \tan \delta \cdot \sum_{L=0}^{L=L} \sigma'_{vl} \cdot \Delta L \right] + W_p \\
 &= (1/3,75) \left[ (2/3) \cdot 1,277 \cdot 1 \cdot \tan (0,666 \cdot 12) \cdot 859,7 \right] + 46,58 \\
 &= 136,04 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## 3) Metode (a)

Dengan menggunakan persamaan (3.45) dapat dihitung kapasitas tarik kelompok:

$$\begin{aligned}
 (P_g)_{all} &= n \cdot P_{all} \\
 &= 7 \cdot 136,04 \\
 &= 952,31 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## 4) Metode (b)



Gambar 5.5. Gambar Prisma Tahanan Tarik pada Tanah Pasir Homogen

$$\text{Berat tanah dalam prisma} = (1/3 \cdot A_1 \cdot h - 1/3 \cdot A_2 \cdot h_2) \cdot \gamma'$$

$$\begin{aligned} A_1 &= (2,842 + 2,15 \cdot \tan 15^\circ) \times (2,21 + 2,15 \cdot \tan 15^\circ) \\ &= 111,51 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

$$A_2 = 2,842 \times 2,21 = 6,281 \text{ m}^2.$$

$$h_2 = (2,842/2) \times \tan 75^\circ = 5,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h &= h_1 + h_2 \\ &= 15 + 5,3 = 20,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi berat tanah di dalam prisma

$$\begin{aligned} &= (1/3 \cdot A_1 \cdot h - 1/3 \cdot A_2 \cdot h_2) \cdot \gamma' \\ &= (1/3 \cdot 111,51 \cdot 20,3 - 1/3 \cdot 6,281 \cdot 5,3) \cdot 9,03 \\ &= 6903,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$P_{\text{uplift (All)}} = 6903,6 / (\text{SF}=3,75) = 1841 \text{ kN}$$

Nilai di atas masih ditambah dengan berat *pile cap*

Dari metode a) dan metode b) dipilih yang terkecil (a) = 952,3 kN

Dengan perhitungan sesuai prosedur di atas, maka perhitungan untuk kapasitas tarik akan dilakukan untuk beberapa variasi sebagai berikut:

- Bentuk tiang yang divariasikan adalah bentuk bulat, segitiga, segiempat
- Diameter tiang yang divariasikan adalah 16", 20", dan 24"

Hasil perhitungan disusun dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Keterangan:

Tiang bulat D=16"

$L=6.096$      $A_p=0.13$      $P=1.28$      $W_p=46.58 \text{ kN}$      $\delta=0.8 \cdot \phi$     Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 beban=2000kN     $\sigma_v' = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.19) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D=16" = 0.4064 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$         | $\gamma_b$ | $\gamma'$ | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp    | $\tan \delta$                     | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs    | Qult  | Qall     | Jumlah |
|-----------|-------|----------------|--------------|--------------------|------------|-----------|-------------|--------|------|-------|-----------------------------------|----------------------------|-------|-------|----------|--------|
| 0-1.9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15                 | 17.8       | 9.4       | 33.82       | 29.6   |      |       | 0.4386                            | 68.3353                    |       |       |          |        |
| 1.9-2.5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15                 | 17.8       | 9.4       | 5.64        | 29.6   |      |       | 0.4386                            | 21.5796                    |       |       |          |        |
| 2.5-6.096 | 3.596 | 6.096          | Pasir sedang | 16.13              | 19.4       | 9.03      | 32.47       | 30.72  | 28.6 |       | 0.4573                            | 129.334                    |       |       |          |        |
| 6.096-15  | 8.904 | 15             | Pasir sedang | 16.13              | 19.4       | 9.03      | 32.47       | 30.72  | 28.6 |       | 0.4573                            | 640.481                    |       |       |          |        |
|           |       |                |              | $\Sigma \sigma_v'$ |            |           | 71.93       |        |      | 267.4 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L$ | 859.73                     | 503.3 | 770.7 | 308.285  | 6.4875 |
|           |       |                |              |                    |            |           |             |        |      |       |                                   |                            |       |       | Terpakai | 7.0    |

Keterangan:

Tiang bulat D=20"

$L=7.62$      $A_p=0.2$      $P=1.6$      $W_p=73.08 \text{ kN}$      $\delta=0.8 \cdot \phi$     Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 beban=2000kN     $\sigma_v' = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.20) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D=20" = 0.508 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$         | $\gamma_b$ | $\gamma'$ | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp    | $\tan \delta$                     | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs    | Qult | Qall     | Jumlah |
|-----------|-------|----------------|--------------|--------------------|------------|-----------|-------------|--------|------|-------|-----------------------------------|----------------------------|-------|------|----------|--------|
| 0-1.9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15                 | 17.8       | 9.4       | 33.82       | 29.6   |      |       | 0.4386                            | 81.4089                    |       |      |          |        |
| 1.9-2.5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15                 | 17.8       | 9.4       | 5.64        | 29.6   |      |       | 0.4386                            | 25.7081                    |       |      |          |        |
| 2.5-7.62  | 5.12  | 7.62           | Pasir sedang | 16.13              | 19.4       | 9.03      | 46.23       | 30.72  | 28.6 |       | 0.4573                            | 219.376                    |       |      |          |        |
| 7.62-15   | 7.38  | 15             | Pasir sedang | 16.13              | 19.4       | 9.03      | 46.23       | 30.72  | 28.6 |       | 0.4573                            | 632.419                    |       |      |          |        |
|           |       |                |              | $\Sigma \sigma_v'$ |            |           | 85.69       |        |      | 497.5 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L$ | 958.911                    | 701.7 | 1199 | 479.672  | 4.1695 |
|           |       |                |              |                    |            |           |             |        |      |       |                                   |                            |       |      | Terpakai | 5.0    |

Keterangan:

Tiang bulat D= 24"

L<sub>1</sub>= 9.144

A<sub>p</sub>= 0.29

P= 1.915 W<sub>p</sub>= 105.12 kN

δ = 0,8. Φ

Satuan: γ' = kN/m<sup>3</sup>

beban=2000kN

σ<sub>v</sub>' = kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.21) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 24"= 0.6096 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah        | γ <sub>d</sub> | γ <sub>b</sub> | γ'                 | σ <sub>v</sub> ' | φ     | N <sub>q</sub> | Q <sub>p</sub> | tanδ                 | σ <sub>v</sub> '·ΔL | Q <sub>s</sub> | Q <sub>ult</sub> | Q <sub>all</sub> | Jumlah |
|-----------|-------|--------|--------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|-------|----------------|----------------|----------------------|---------------------|----------------|------------------|------------------|--------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9    | Pasir halus  | 15             | 17.8           | 9.4                | 33.82            | 29.6  |                |                | 0.4386               | 94.4826             |                |                  |                  |        |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5    | Pasir halus  | 15             | 17.8           | 9.4                | 5.64             | 29.6  |                |                | 0.4386               | 29.8366             |                |                  |                  |        |
| 2,5-9,144 | 6.644 | 9.144  | Pasir sedang | 16.13          | 19.4           | 9.03               | 60               | 30.72 | 28.6           |                | 0.4573               | 330.391             |                |                  |                  |        |
| 9,144-15  | 5.856 | 15     | Pasir sedang | 16.13          | 19.4           | 9.03               | 60               | 30.72 | 28.6           |                | 0.4573               | 582.41              |                |                  |                  |        |
|           |       |        |              |                |                | Σσ <sub>v</sub> '= | 99.46            |       |                | 830.6          | Σσ <sub>v</sub> '·ΔL | 1037.12             | 908.3          | 1739             | 695.546          | 2.8754 |
|           |       |        |              |                |                |                    |                  |       |                |                |                      |                     |                |                  | Terpakai         | 3.0    |

Keterangan:

Tiang segitiga D=16"

$L' = 6.096$     $A_p = 0.07$     $P = 1.22$     $W_p = 25,92 \text{ kN}$     $\delta = 0,8$     $\phi$    Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 beban = 2000 kN    $\sigma_v' = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.22) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D=16" - 0,4064 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$           | $\gamma_b$ | $\gamma'$ | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp    | $\tan \delta$                       | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs  | Qult  | Qall    | Jumlah   |
|-----------|-------|----------------|--------------|----------------------|------------|-----------|-------------|--------|------|-------|-------------------------------------|----------------------------|-----|-------|---------|----------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15                   | 17.8       | 9.4       | 33.82       | 29.6   |      |       | 0.4386                              | 68.335                     |     |       |         |          |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15                   | 17.8       | 9.4       | 5.64        | 29.6   |      |       | 0.4386                              | 21.58                      |     |       |         |          |
| 2,5-6,096 | 3.596 | 6.096          | Pasir sedang | 16.13                | 19.4       | 9.03      | 32.47       | 30.7   | 28.6 |       | 0.4573                              | 129.33                     |     |       |         |          |
| 6,096-15  | 8.904 | 15             | Pasir sedang | 16.13                | 19.4       | 9.03      | 32.47       | 30.7   | 28.6 |       | 0.4573                              | 640.48                     |     |       |         |          |
|           |       |                |              | $\Sigma \sigma_v' =$ |            |           | 71.93       |        |      | 148.1 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L =$ | 859.73                     | 479 | 627.5 | 250.995 | 7.9683   |
|           |       |                |              |                      |            |           |             |        |      |       |                                     |                            |     |       |         | Terpakai |
|           |       |                |              |                      |            |           |             |        |      |       |                                     |                            |     |       |         | 8.0      |

Keterangan:

Tiang segitiga D=20"

$L' = 7.62$     $A_p = 0.11$     $P = 1.52$     $W_p = 40,32 \text{ kN}$     $\delta = 0,8$     $\phi$    Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 beban = 2000 kN    $\sigma_v' = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.23) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D=20" - 0,508 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$           | $\gamma_b$ | $\gamma'$ | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp    | $\tan \delta$                       | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs  | Qult  | Qall   | Jumlah   |
|-----------|-------|----------------|--------------|----------------------|------------|-----------|-------------|--------|------|-------|-------------------------------------|----------------------------|-----|-------|--------|----------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15                   | 17.8       | 9.4       | 33.82       | 29.6   |      |       | 0.4386                              | 81.409                     |     |       |        |          |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15                   | 17.8       | 9.4       | 5.64        | 29.6   |      |       | 0.4386                              | 25.708                     |     |       |        |          |
| 2,5-7,62  | 5.12  | 7.62           | Pasir sedang | 16.13                | 19.4       | 9.03      | 46.23       | 30.7   | 28.6 |       | 0.4573                              | 219.38                     |     |       |        |          |
| 7,62-15   | 7.38  | 15             | Pasir sedang | 16.13                | 19.4       | 9.03      | 46.23       | 30.7   | 28.6 |       | 0.4573                              | 632.42                     |     |       |        |          |
|           |       |                |              | $\Sigma \sigma_v' =$ |            |           | 85.69       |        |      | 274.5 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L =$ | 958.91                     | 668 | 942.8 | 377.13 | 5.3032   |
|           |       |                |              |                      |            |           |             |        |      |       |                                     |                            |     |       |        | Terpakai |
|           |       |                |              |                      |            |           |             |        |      |       |                                     |                            |     |       |        | 6.0      |

Keterangan: Tiang segitiga D=24"

$L = 9.144$      $A_p = 0.16$      $P = 1.83$      $W_p = 57.46 \text{ kN}$      $\delta = 0.8$      $\phi$     Satuan:  $\gamma' = \text{KN/m}^3$   
 $\sigma_v' = \text{KN/m}^2$   
 beban = 2000kN

Tabel (5.24) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D= 24" = 0,6096 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$           | $\gamma_b$ | $\gamma'$ | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp  | tan $\delta$                        | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs  | Qult | Qall     | Jumlah |
|-----------|-------|----------------|--------------|----------------------|------------|-----------|-------------|--------|------|-----|-------------------------------------|----------------------------|-----|------|----------|--------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15                   | 17.8       | 9.4       | 33.82       | 29.6   |      |     | 0.4386                              | 94.483                     |     |      |          |        |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15                   | 17.8       | 9.4       | 5.64        | 29.6   |      |     | 0.4386                              | 29.837                     |     |      |          |        |
| 2,5-9,144 | 6.644 | 9.144          | Pasir sedang | 16.13                | 19.4       | 9.03      | 60          | 30.7   | 28.6 |     | 0.4573                              | 330.39                     |     |      |          |        |
| 9,144-15  | 5.856 | 15             | Pasir sedang | 16.13                | 19.4       | 9.03      | 60          | 30.7   | 28.6 |     | 0.4573                              | 582.41                     |     |      |          |        |
|           |       |                |              | $\Sigma \sigma_v' =$ |            |           | 99.46       |        |      | 458 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L =$ | 1037.1                     | 868 | 1326 | 530.372  | 3.7709 |
|           |       |                |              |                      |            |           |             |        |      |     |                                     |                            |     |      | Terpakai | 4.0    |

Keterangan:

Tiang segiempat D=16"

$L' = 6,096$        $A_p = 0,165$        $P = 1,63$        $W_p = 59,4 \text{ kN}$        $\delta = 0,8 \cdot \phi$       Satuan:  $\gamma' = \text{KN/m}^3$   
 beban = 2000kN       $\sigma_v' = \text{KN/m}^2$

Tabel (5.25) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat D=16" = 0,4064 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah     | $\gamma_d$ | $\gamma_b$ | $\gamma'$            | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp  | $\tan \delta$                       | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs  | Qult | Qall     | Jumlah |
|-----------|-------|----------------|-----------|------------|------------|----------------------|-------------|--------|------|-----|-------------------------------------|----------------------------|-----|------|----------|--------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir hls | 15         | 17.8       | 9.4                  | 33.82       | 29.6   |      |     | 0.4386                              | 68.335                     |     |      |          |        |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir hls | 15         | 17.8       | 9.4                  | 5.64        | 29.6   |      |     | 0.4386                              | 21.58                      |     |      |          |        |
| 2,5-6,096 | 3.596 | 6.096          | Pasir sgd | 16.13      | 19.4       | 9.03                 | 32.47       | 30.7   | 28.6 |     | 0.4573                              | 129.33                     |     |      |          |        |
| 6,096-15  | 8.904 | 15             | Pasir sgd | 16.13      | 19.4       | 9.03                 | 32.47       | 30.7   | 28.6 |     | 0.4573                              | 640.48                     |     |      |          |        |
|           |       |                |           |            |            | $\Sigma \sigma_v' =$ | 71.93       |        |      | 339 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L =$ | 859.73                     | 639 | 979  | 391.44   | 5.1093 |
|           |       |                |           |            |            |                      |             |        |      |     |                                     |                            |     |      | Terpakai | 6.0    |

Keterangan:

Tiang segiempat D=20"

$L' = 7,62$        $A_p = 0,258$        $P = 2,03$        $W_p = 92,88 \text{ kN}$        $\delta = 0,8 \cdot \phi$       Satuan:  $\gamma' = \text{KN/m}^3$   
 beban = 2000kN       $\sigma_v' = \text{KN/m}^2$

Tabel (5.26) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segiempat D= 20" = 0,508 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma_b$ | $\gamma'$            | $\sigma_v'$ | $\phi$ | Nq   | Qp  | $\tan \delta$                       | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Qs  | Qult | Qall     | Jumlah |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|------------|----------------------|-------------|--------|------|-----|-------------------------------------|----------------------------|-----|------|----------|--------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15         | 17.8       | 9.4                  | 33.82       | 29.6   |      |     | 0.4386                              | 81.409                     |     |      |          |        |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15         | 17.8       | 9.4                  | 5.64        | 29.6   |      |     | 0.4386                              | 25.708                     |     |      |          |        |
| 2,5-7,62  | 5.12  | 7.62           | Pasir sedang | 16.13      | 19.4       | 9.03                 | 46.23       | 30.7   | 28.6 |     | 0.4573                              | 219.38                     |     |      |          |        |
| 7,62-15   | 7.38  | 15             | Pasir sedang | 16.13      | 19.4       | 9.03                 | 46.23       | 30.7   | 28.6 |     | 0.4573                              | 632.42                     |     |      |          |        |
|           |       |                |              |            |            | $\Sigma \sigma_v' =$ | 85.69       |        |      | 632 | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L =$ | 958.91                     | 891 | 1523 | 609.37   | 3.2821 |
|           |       |                |              |            |            |                      |             |        |      |     |                                     |                            |     |      | Terpakai | 4.0    |



Keterangan:

Tiang segiempat D=24"

$L' = 9.144$

$A_p = 0.372$

$P = 2.44$

$W_p = 133,92 \text{ kN}$

$\delta = 0,8 \cdot \phi$

Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$

beban = 2000 kN

$\sigma_v' = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.27) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat  $D = 24'' = 0,6096 \text{ m}$  pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma_b$ | $\gamma'$            | $\sigma_v'$ | $\phi$ | $N_q$ | $Q_p$ | $\tan \delta$                       | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | $Q_s$ | $Q_{ult}$ | $Q_{all}$ | Jumlah |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|------------|----------------------|-------------|--------|-------|-------|-------------------------------------|----------------------------|-------|-----------|-----------|--------|
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir halus  | 15         | 17.8       | 9.4                  | 33.82       | 29.6   |       |       | 0.4386                              | 94.483                     |       |           |           |        |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir halus  | 15         | 17.8       | 9.4                  | 5.64        | 29.6   |       |       | 0.4386                              | 29.837                     |       |           |           |        |
| 2,5-9,144 | 6.644 | 9.144          | Pasir sedang | 16.13      | 19.4       | 9.03                 | 60          | 30.7   | 28.6  |       | 0.4573                              | 330.39                     |       |           |           |        |
| 9.144-15  | 5.856 | 15             | Pasir sedang | 16.13      | 19.4       | 9.03                 | 60          | 30.7   | 28.6  |       | 0.4573                              | 582.41                     |       |           |           |        |
|           |       |                |              |            |            | $\Sigma \sigma_v' =$ | 99.46       |        |       | 1058  | $\Sigma \sigma_v' \cdot \Delta L =$ | 1037.1                     | 1157  | 2215      | 886.172   | 2.2569 |
|           |       |                |              |            |            |                      |             |        |       |       |                                     |                            |       |           | Terpakai  | 3.0    |

Keterangan: Tiang bulat D=16"      2.3Ks= 0.67      L' (m)= 6.096    Ap (m)= 0.13      P (m)= 1.277      Wp (kN)= 46.58

Tabel (S.28) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 16" = 0.4064 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ     | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.Δl | Pall (kN) | Pgall  | bg (m)  | Metode |   |
|-----------|-------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|--------|--------------------------|--------|-----------|--------|---------|--------|---|
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       |        |                          |        |           |        |         | a      | b |
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 33.82                    | 68.335 |           |        |         |        |   |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 5.64                     | 21.58  |           |        |         |        |   |
| 2,5-6,096 | 3.596 | 6.096  | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 32.47188                 | 129.33 |           |        |         |        |   |
| 6,096-15  | 8.904 | 15     | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 32.47188                 | 640.48 |           |        |         |        |   |
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       | Σσv' = | 71.93188                 | 859.73 | 136.287   | 954.01 | 2.51805 |        |   |

Fs= 3.75      Jml tiang= 7      δ = 0.8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m)  | Ws (kN)   | Pgall | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|-------|----------|
| 2.8448 | 114.92231           | 7.1633612           | 15    | 5.308 | 20.308 | 6903.6338 | 1841  | 954.008  |

Keterangan: Tiang bulat D=20"      2/3Ks= 0.67      L' (m)= 7.62      Ap (m)= 0.203      P (m)= 1.6      Wp (kN)= 73.08

Tabel (5.29) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 20"= 0.508 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ     | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.ΔL | Metode a  |        | Metode b  |        |
|-----------|-------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|--------|--------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       |        |                          |        | Pall (kN) | Pgall  | Pall (kN) | bg (m) |
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 33.82                    | 81.409 |           |        |           |        |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 5.64                     | 25.708 |           |        |           |        |
| 2,5-7,62  | 5.12  | 7.62   | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 46.2336                  | 219.38 |           |        |           |        |
| 7,62-15   | 7.38  | 15     | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 46.2336                  | 632.42 |           |        |           |        |
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       | Σσv'=  | 85.6936                  | 958.91 | 198.443   | 992.22 |           | 2.032  |

Fs= 3.75

Jml tiang= 5

δ = 0.8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m)  | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|--------|----------|
| 2.032  | 101.44518           | 4.129024            | 15    | 3.792 | 18.792 | 5685.2336 | 1516.1 | 992.217  |

Keterangan: Tiang bulat D=24"

$2/3K_s = 0.67$

$L' (m) = 9.144$

$A_p (m^2) = 0.292$

$P (m) = 1.915$

$W_p (kN) = 105.12$

Tabel (5.30) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D=24" = 0.6096 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah     | $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_b$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\phi$          | tan $\delta$           | $\sigma_v'$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_v' \cdot \Delta L$ | Metode a  |        | Metode b  |       |
|-----------|-------|----------------|-----------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------|--------|-----------|-------|
|           |       |                |           |                                 |                                 |                                |                 |                        |                                  |                            | Pall (kN) | Pgall  | Pall (kN) | Pgall |
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9            | Pasir hls | 15                              | 17.8                            | 9.4                            | 29.6            | 0.4386                 | 33.82                            | 94.483                     |           |        |           |       |
| 1.9-2,5   | 0.6   | 2.5            | Pasir hls | 15                              | 17.8                            | 9.4                            | 29.6            | 0.4386                 | 5.64                             | 29.837                     |           |        |           |       |
| 2,5-9,144 | 6.644 | 9.144          | Pasir sdg | 16.13                           | 19.4                            | 9.03                           | 30.72           | 0.4573                 | 59.99532                         | 330.39                     |           |        |           |       |
| 9,144-15  | 5.856 | 15             | Pasir sdg | 16.13                           | 19.4                            | 9.03                           | 30.72           | 0.4573                 | 59.99532                         | 582.41                     |           |        |           |       |
|           |       |                |           |                                 |                                 |                                | $\Sigma \phi =$ | $\Sigma \tan \delta =$ | 99.45532                         | 1037.1                     | 267.402   | 802.21 | 2.4384    |       |

$F_s = 3.75$

Jml tiang = 3

$\delta = 0.8 \cdot \phi$

| lg (m) | A1 (m <sup>2</sup> ) | A2 (m <sup>2</sup> ) | h1 (m) | h2 (m) | h (m) | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|----------------------|----------------------|--------|--------|-------|-----------|--------|----------|
| 2.4384 | 109.79687            | 5.9457946            | 15     | 4.55   | 19.55 | 6373.2582 | 1699.5 | 802.206  |

Keterangan: Tiang segitiga D=16"      2:3Ks= 0.67      L' (m)= 6.1      Ap (m)= 0.072      P (m)= 1.2192      Wp (kN)= 25.92

Tabel (5.31) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga D= 16"= 0.4064 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ    | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.ΔL | Metode a  |        | Metode b |
|-----------|-------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|--------|--------------------------|--------|-----------|--------|----------|
|           |       |        |           |                         |                         |                         |      |        |                          |        | Pall (kN) | Pgall  |          |
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6 | 0.4386 | 33.82                    | 68.335 |           |        |          |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6 | 0.4386 | 5.64                     | 21.58  |           |        |          |
| 2,5-6,096 | 3.596 | 6.096  | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.7 | 0.4573 | 32.47188                 | 129.33 |           |        |          |
| 6,096-15  | 8.904 | 15     | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.7 | 0.4573 | 32.47188                 | 640.48 |           |        |          |
| Σσv'=     |       |        |           |                         |                         |                         |      |        | 71.93188                 | 859.73 | 111.566   | 892.53 | 2.51805  |

Fs= 3.75

Jml tiang= 8

δ = 0,8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m)  | Ws (kN)   | Pgall | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|-------|----------|
| 2.8448 | 114.92231           | 7.1633612           | 15    | 5.31  | 20.308 | 6903.6338 | 1841  | 892.532  |

Keterangan: Tiang segitiga  $D=20''$        $2/3K_s=0.67$        $I'(m)=7.62$        $A_p(m)=0.112$        $P(m)=1.524$        $W_p(kN)=40.32$

Tabel (5.32) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga  $D=20''=0.508$  m pada Tanah Pasir

| Kedalaman            | h (m) | $\Sigma h$ (m) | tanah      | $\gamma d$ ( $kN/m^3$ ) | $\gamma b$ ( $kN/m^3$ ) | $\gamma'$ ( $kN/m^3$ ) | $\phi$ | tan $\delta$ | $\sigma v'$ ( $kN/m^2$ ) | $\sigma v' \cdot \Delta L$ | Metode a  |        | Metode b  |       |
|----------------------|-------|----------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------|--------------|--------------------------|----------------------------|-----------|--------|-----------|-------|
|                      |       |                |            |                         |                         |                        |        |              |                          |                            | Pall (kN) | Pgall  | Pall (kN) | Pgall |
| 0-1,9                | 1.9   | 1.9            | Pasir hls  | 15                      | 17.8                    | 9.4                    | 29.6   | 0.4386       | 33.82                    | 81.409                     |           |        |           |       |
| 1,9-2,5              | 0.6   | 2.5            | Pasir hls  | 15                      | 17.8                    | 9.4                    | 29.6   | 0.4386       | 5.64                     | 25.708                     |           |        |           |       |
| 2,5-7,62             | 5.12  | 7.62           | Pasir sdbg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                   | 30.7   | 0.4573       | 46.2336                  | 219.38                     |           |        |           |       |
| 7,62-15              | 7.38  | 15             | Pasir sdbg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                   | 30.7   | 0.4573       | 46.2336                  | 632.42                     |           |        |           |       |
| $\Sigma \sigma v' =$ |       |                |            |                         |                         |                        |        |              | 85.6936                  | 958.91                     | 159.729   | 958.37 | 2.032     |       |

$F_s=3.75$

Jml tiang= 6

$\delta = 0.8 \cdot \phi$

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m)  | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|--------|----------|
| 3.556  | 116.79491           | 7.225792            | 15    | 6.64  | 21.635 | 7454.2354 | 1987.8 | 958.372  |

Keterangan: Tiang segitiga D=24"      2.3Ks= 0.67      I' (m)= 9.14      Ap (m)= 0.161      P (m)= 1.83      Wp (kN)= 57.46

Tabel (5.33) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga D= 24"= 0.6096 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ    | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.ΔL | Metode a  |        | Metode b  |        |
|-----------|-------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|--------|--------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|           |       |        |           |                         |                         |                         |      |        |                          |        | Pall (kN) | Pgall  | Pall (kN) | bg (m) |
| 0-1.9     | 1.9   | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6 | 0.4386 | 33.82                    | 94.483 |           |        |           |        |
| 1.9-2.5   | 0.6   | 2.5    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6 | 0.4386 | 5.64                     | 29.837 |           |        |           |        |
| 2.5-9.144 | 6.644 | 9.144  | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.7 | 0.4573 | 59.99532                 | 330.39 |           |        |           |        |
| 9.144-15  | 5.856 | 15     | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.7 | 0.4573 | 59.99532                 | 582.41 |           |        |           |        |
|           |       |        |           |                         |                         |                         |      | Σσv'=  | 99.45532                 | 1037.1 | 212.539   | 850.16 | 2.4384    |        |

Fs= 3.75

Jml tiang= 4      δ = 0.8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m) | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-----------|--------|----------|
| 2.4384 | 109.79687           | 5.9457946           | 15    | 4.55  | 19.55 | 6373.2582 | 1699.5 | 850.155  |

Keterangan: Tiang segiempat D=16"      2.3Ks= 0.67      L' (m)= 6.096      Ap (m)= 0.165      P (m)= 1.6256      Wp (kN)= 59.4

Tabel (5.3.4) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat D= 16"= 0,4064 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ     | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.ΔL | Metode a  |        | Metode b  |       |
|-----------|-------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|--------|--------------------------|--------|-----------|--------|-----------|-------|
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       |        |                          |        | Pall (kN) | Pgall  | Pall (kN) | Pgall |
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 33.82                    | 68.335 |           |        |           |       |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 5.64                     | 21.58  |           |        |           |       |
| 2,5-6,096 | 3.596 | 6.096  | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 32.47188                 | 129.33 |           |        |           |       |
| 6,096-15  | 8.904 | 15     | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 32.47188                 | 640.48 |           |        |           |       |
| Σσv' =    |       |        |           |                         |                         |                         |       |        | 71.93188                 | 859.73 | 173.5953  | 1041.6 | 1.6256    |       |

Fs= 3.75

Jml tiang= 6

δ = 0,8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m)  | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|--------|----------|
| 2.8448 | 105.208123          | 4.6245069           | 15    | 5.308 | 20.308 | 6350.9421 | 1693.6 | 1041.572 |



Keterangan: Tiang segitempat D=20"

2/3Ks= 0.67

L' (m)= 7.62

Ap (m)= 0.258

P (m)= 2.032

Wp (kN)= 92.88

Tabel (5.35) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitempat D= 20"= 0.508 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman | h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ     | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.ΔL  | Metode a  |          | Metode b  |       |
|-----------|-------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|--------|--------------------------|---------|-----------|----------|-----------|-------|
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       |        |                          |         | Pall (kN) | Pgall    | Pall (kN) | Pgall |
| 0-1,9     | 1.9   | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 33.82                    | 81.409  |           |          |           |       |
| 1,9-2,5   | 0.6   | 2.5    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 5.64                     | 25.708  |           |          |           |       |
| 2,5-7,62  | 5.12  | 7.62   | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 46.2336                  | 219.38  |           |          |           |       |
| 7,62-15   | 7.38  | 15     | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 46.2336                  | 632.42  |           |          |           |       |
|           |       |        |           |                         |                         |                         |       |        | Σσv'=                    | 85.6936 | 958.91    | 252.0916 | 1008.4    | 2.032 |

Es= 3.75

Jml tiang= 4

δ = 0.8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m)  | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|--------|----------|
| 2.032  | 101.445184          | 4.129024            | 15    | 3.792 | 18.792 | 5685.2336 | 1516.1 | 1008.366 |

Keterangan: Tiang segitiga D=24"

2/3Ks= 0.67

L' (m)= 9.144 Ap (m)= 0.372

P (m)= 2.44

Wp (kN)= 133.92

Tabel (5.36) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat D= 24"= 0,6096 m pada Tanah Pasir

| Kedalaman<br>h (m) | Σh (m) | tanah     | γd (kN/m <sup>3</sup> ) | γb (kN/m <sup>3</sup> ) | γ' (kN/m <sup>3</sup> ) | φ     | tanδ   | σv' (kN/m <sup>2</sup> ) | σv'.ΔL | Metode a  |        | Metode b  |        |
|--------------------|--------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|--------|--------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                    |        |           |                         |                         |                         |       |        |                          |        | Pall (kN) | Pgall  | Pall (kN) | bg (m) |
| 0-1,9              | 1.9    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 33.82                    | 94.483 |           |        |           |        |
| 1,9-2,5            | 0.6    | Pasir hls | 15                      | 17.8                    | 9.4                     | 29.6  | 0.4386 | 5.64                     | 29.837 |           |        |           |        |
| 2,5-9,144          | 6.644  | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 59.99532                 | 330.39 |           |        |           |        |
| 9,144-15           | 5.856  | Pasir sdg | 16.13                   | 19.4                    | 9.03                    | 30.72 | 0.4573 | 59.99532                 | 582.41 |           |        |           |        |
|                    |        |           |                         |                         |                         |       |        | Σσv' =                   | 1037.1 | 340.6918  | 1022.1 | 2.4384    |        |

Fs= 3.75

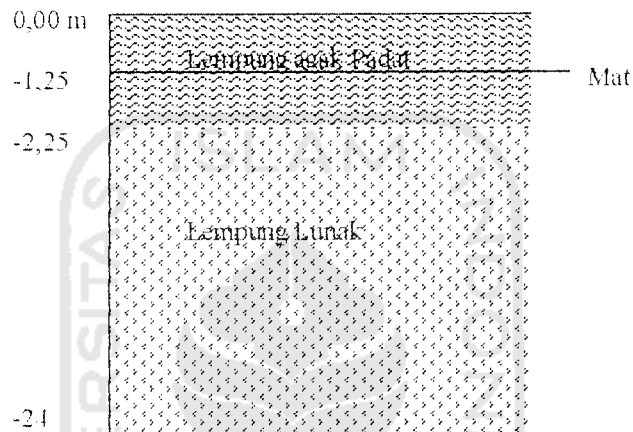
Jml tiang= 3

δ = 0.8.φ

| lg (m) | A1(m <sup>2</sup> ) | A2(m <sup>2</sup> ) | h1(m) | h2(m) | h (m) | Ws (kN)   | Pgall  | Terpakai |
|--------|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-----------|--------|----------|
| 2.4384 | 109.796867          | 5.9457946           | 15    | 4.55  | 19.55 | 6373.2582 | 1699.5 | 1022.075 |

### 5.8 Data Tanah Lempung Homogen

Data tanah diambil dari laporan hasil uji tanah yang dilakukan oleh laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Semarang untuk proyek Rencana Kampus Universitas Semarang( data terlampir). Dari data yang dipakai yaitu data bor B I dan data sondir S1 menunjukkan bahwa: muka air berada pada kedalaman 1,25 m di bawah muka tanah.



Gambar 5.6.. Sketsa Lapisan Tanah Lempung Homogen

Adapun data tanah tiap lapisan seperti gambar di atas adalah sebagai berikut :

**Lapisan 1:**  $n = 0,4765$

$$\gamma_d = 1,0765 \text{ t/m}^3 = 10,765 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_b = 1,55 \text{ t/m}^3 = 15,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = 0,553 \text{ t/m}^3 = 5,53 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 0,915$$

$$G_s = 2,058$$

$$Su = 96 \text{ kN/m}^2$$

**Lapisan 2:**  $n = 0,50325$

$$\gamma_d = 1,1025 \text{ t/m}^3 = 11,025 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_b = 1,624 \text{ t/m}^3 = 16,24 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_s = 0,624 \text{ t/m}^3 = 6,24 \text{ kN/m}^3$$

$$e_o = 1,0305$$

$$G_s = 2,2495$$

$$Su = 24 \text{ kN/m}^2$$

### 5.9 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang pada Tanah Lempung

Dalam perhitungan awal ini digunakan bentuk pondasi tiang adalah bulat dengan ukuran sebesar  $16'' = 0,4064 \text{ m}$  (luas( $A_p$ ) =  $0,25 \cdot \pi \cdot (0,4064)^2 = 0,13$

m<sup>2</sup> dan Keliling (P) =  $\pi \cdot 0,4064 = 1,277$  m, dengan memasukkan beban statis per kolom sebesar 200 t = 2000 kN.

### 5.9.1 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Individu

Untuk pondasi tiang pancang tunggal dengan diameter ( $\phi$ ) = 16" = 0,4064 m pada kedalaman 15m (terletak pada lapisan tanah 2 = Lempung lunak) akan diperoleh hasil perhitungan dari komponen penyusun daya dukung pondasi dalam sebagai berikut :

#### 1. Daya dukung ujung tiang ( *End Bearing Pile* )

Dengan persamaan ( 3.6) Maka daya dukung ujung ( $Q_p$ ) pada tanah lempung:

$$Q_p = A_p \cdot (c \cdot N_c^* + q \cdot N_q^*)$$

$$\text{Tanah lempung : } \phi = 0 \quad q \cdot N_q^* \approx \text{kecil} ; N_c^* = 9 \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } Q_p &= A_p \cdot 9 \cdot S_u \\ &= 0,13 \cdot 9 \cdot 24 \\ &= 28,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### 2. Daya dukung gesekan sepanjang badan tiang ( *Skin Friction Pile* )

Lapisan tanah sampai dengan kedalaman 15 m terdiri atas tanah lempung padat dan tanah lempung lunak (sesuai dengan gambar) maka rumus yang digunakan adalah rumus untuk tanah lempung sesuai dengan masing-masing lapisan.

Kedalaman efektif ( $L_e$ ) =  $L - (3 \text{ s/d } 5 \text{ ft, dan dipakai } 1,25 \text{ m})$ , maka  $L_e$  dipakai = 15 m - 1,25 m. Untuk itu tanah sampai kedalaman 1,25m tidak diperhitungkan. Berdasarkan substitusi persamaan (3.12) pada persamaan (3.11) daya dukung gesek selimut dapat dihitung :

Lapisan 1 :

Dengan menggunakan metode  $\alpha$  Untuk nilai  $S_u = 96 \text{ kN/m}^2$ , dari gambar (3.14) diperoleh  $\alpha = 0,50$

$$\begin{aligned} Q_{s1} &= P.L.\alpha.S_u \\ &= 1,277 \cdot 10,5 \cdot 96 \\ &= 61,296 \text{ kN} \end{aligned}$$

Lapisan 2 :

Dengan menggunakan metode  $\alpha$  Untuk nilai  $S_u = 24 \text{ kN/m}^2$ , dari gambar (3.14) diperoleh  $\alpha = 0,98$

$$\begin{aligned} Q_{s1} &= P.L.\alpha.S_u \\ &= 1,277 \cdot 12,75 \cdot 0,98 \cdot 24 \\ &= 382,9476 \text{ kN} \end{aligned}$$

Setelah nilai di atas didapatkan, maka daya dukung ultimit di hitung dengan persamaan (3.1):

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_{s1} + Q_{s2} \\ &= 28,08 + 61,296 + 382,9476 \\ &= 472,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

diambil nilai SF = 2,5 (berdasarkan tabel (3.1) ), sehingga  $Q_{all}$  didapatkan :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\ &= 472,32 / 2,5 \\ &= 188,92 \text{ kN} \end{aligned}$$

### 5.9.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Nilai daya dukung untuk tiang kelompok didapatkan dari akumulasi daya dukung tiang tunggal sesuai dengan jumlah dalam satu kelompok. Beban yang bekerja ( $\Sigma Q_{all}$ ) sebesar 200 t = 2000 kN. Untuk perhitungannya adalah:

$$\Sigma Q_{all} = \Sigma \text{Tiang} \cdot Q_{all}$$

$$\Sigma \text{Tiang} = 2000 / 188,92$$

$$= 10,59 \approx \text{dipakai 11 tiang}$$

### 5.10 Perhitungan Kapasitas Tarik Tiang Pancang pada Tanah Lempung

Untuk menghitung kapasitas tarik pada tiang pancang kelompok dapat digunakan dua metode yaitu: 1) menjumlahkan kapasitas tarik dari masing-masing tiang pancang individual pada kelompok tiang, dan 2) tiang dengan memperhitungkan kontribusi berat efektif tanah.

sedangkan berat tiang adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{tiang}} &= A_s \cdot L \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot 0,4064^2 \cdot 15,24 \\ &= 46,58 \text{ kN} \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai perbandingan antara  $S_u$  dan  $C_a$  dari gambar (3.18) maka didapatkan nilai  $C_a$  untuk masing – masing lapisan adalah:  $C_a = 57,6 \text{ kN/m}^2$  untuk lapisan 1, sedangkan untuk lapisan 2,  $C_a = 24 \text{ kN/m}^2$

Metode a.

Berat tanah ( $W_s$ ) di hitung dengan persamaan (3.54):

$$\begin{aligned} W_s &= (\bar{b}g \times \bar{l}g) \cdot L_e \cdot \gamma' \\ &= (2,82 \cdot 4,88 \cdot 1,25 \cdot 5,53) + (2,82 \cdot 4,88 \cdot 12,75 \cdot 6,24) = 1173,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

Maka kapasitas tarik untuk tiang pancang kelompok jika di hitung dengan persamaan (3.53), adalah:

$$\begin{aligned}(P_g)_{all} &= \frac{1}{FS} [2(\bar{b} + \bar{l})L_g \cdot c_u] + W_g \\ &= (1 / 3,75) [2 \cdot (2,82 + 4,88) \cdot 13,75 \cdot 24] + 1173,75 \\ &= 2529,09 \text{ kN}\end{aligned}$$

Metode b.

Nilai di atas dibandingkan dengan perhitungan di bawah ini:

Kapasitas tarik untuk masing-masing tiang di hitung dengan persamaan(3.43):

$$\begin{aligned}P_{all} &= \frac{1}{FS} \left[ P \sum_{l=0}^{L=l_g} c_u \cdot \Delta L \right] + W_p \\ &= (1 / 3,75) \cdot [1,277 \cdot (57,6 \cdot 1) \cdot (24 \cdot 12,75)] + 46,58 \\ &= 170,40 \text{ kN} \\ (P_g)_{all} &= n \cdot P_{all} \\ &= 11 \cdot 170,40 \\ &= 1874,4 \text{ kN}\end{aligned}$$

Maka nilai kapasitas tarik dipakai nilai terkecil ( metode (b))yaitu: 1874,4 kN

Dengan perhitungan sesuai prosedur di atas, maka perhitungan untuk kapasitas tarik akan dilakukan untuk beberapa variasi sebagai berikut:

- Bentuk tiang yang divariasikan adalah bentuk bulat, segitiga, segiempat
- Diameter tiang yang divariasikan adalah 16", 20", dan 24"

Hasil perhitungan disusun dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Keterangan: Tiang bulat D=16"= 0,4064 m      Ap=0,13m      Le=13,75      Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 P=1,277m      Wp= 46,58kN      beban=2000kN      Su =Ca= kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.37) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 16"= 0,4064 m Pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | $\alpha$ | Qs (kN) | Qp (kN) | Qullperapis (kN) | Qall (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|----|----------|---------|---------|------------------|-----------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | -  | -        | -       | -       | -                | -         |              |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | 96 | 0,5      | 61,296  | 249,6   | 310,896          | 124,3584  |              |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75          | lp lunak      | 11,21      | 6,24      | 24 | 0,98     | 382,947 | 28,08   | 472,32276        | 188,9291  | 10,5859815   |
|           |       |                |               |            |           |    |          |         |         |                  | dipakai   | 11           |

Keterangan: Tiang bulat D=20"= 0,508 m      Ap=0,203m      Le=13,75      Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 P=1,60m      Wp= 73,08kN      beban =2000kN      Su =Ca= kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.38) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat D= 20"= 0,508 m pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | $\alpha$ | Qs (kN) | Qp (kN) | Qullperapis (kN) | Qall (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|----|----------|---------|---------|------------------|-----------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | -  | -        | -       | -       | -                | -         |              |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | 96 | 0,5      | 76,8    | 175,39  | 252,192          | 100,8768  |              |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75          | lp lunak      | 11,21      | 6,24      | 24 | 0,98     | 479,808 | 43,848  | 600,456          | 240,1824  | 8,32700481   |
|           |       |                |               |            |           |    |          |         |         |                  | dipakai   | 9            |



Keterangan: Tiang bulat  $D=24''=0,6096\text{ m}$

$P=1,915\text{ m}$

$A_p=0,292\text{ m}$

beba=2000kN

Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$

$W_p=73,08\text{ kN}$

$L_e=13,75$

$S_u=C_a= \text{kN/m}^2$

Tabel (5.39) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D=24''=0,6096\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $S_u$ | $\alpha$ | $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | Qullperapis (kN) | $Q_{all}$ (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|-------|----------|------------|------------|------------------|----------------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | -     | -        | -          | -          | -                | -              |              |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | 96    | 0,5      | 91,92      | 252,29     | 344,208          | 137,6832       |              |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75          | lp lunak      | 11,21      | 6,24      | 24    | 0,98     | 574,27     | 63,072     | 729,2622         | 291,7049       | 6,856244572  |
|           |       |                |               |            |           |       |          |            |            |                  | dipakai        | 7            |

Keterangan: Tiang segitiga D=16"= 0,4064 m  
 P=1,2192m

Ap=0,072m  
 Wp= 25,92kN

beban=2000kN  
 Le=13,75

Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$

Su=Ca= kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.40) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D= 16"= 0.4064 m pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | $\alpha$ | Qs (kN) | Qp (kN) | Qullper lapis (kN) | Qall (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|----|----------|---------|---------|--------------------|-----------|--------------|
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lp agak padat | 10.765     | 5.53      | -  | -        | -       | -       | -                  | -         | -            |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10.765     | 5.53      | 96 | 0.5      | 58.522  | 62.208  | 120.7296           | 48.2918   | -            |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak      | 11.205     | 6.24      | 24 | 0.98     | 365.61  | 15.552  | 439.687296         | 175.875   | 11.37171814  |
|           |       |                |               |            |           |    |          |         |         |                    | dipakai   | 12           |

Keterangan: Tiang segitiga D=20"= 0,508 m  
 P=1,524m

Ap=0,112m  
 Wp= 40,32kN

beban=2000kN  
 Le=13,75

Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$

Su=Ca= kN/m<sup>2</sup>

Tabel (5.41) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga D= 20"= 0,508 m pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | $\alpha$ | Qs (kN) | Qp (kN) | Qullper lapis (kN) | Qall (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|----|----------|---------|---------|--------------------|-----------|--------------|
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lp agak padat | 10.765     | 5.53      | -  | -        | -       | -       | -                  | -         | -            |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10.765     | 5.53      | 96 | 0.5      | 73.152  | 96.768  | 169.92             | 67.968    | -            |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak      | 11.205     | 6.24      | 24 | 0.98     | 457.02  | 24.192  | 554.36112          | 221.744   | 9.019391548  |
|           |       |                |               |            |           |    |          |         |         |                    | dipakai   | 10           |

Keterangan: Tiang segitiga  $D=24'' = 0,6096 \text{ m}$   $P=1,83 \text{ m}$  beban  $=2000 \text{ kN}$  Satuan:  $\gamma = \text{kN/m}^3$   
 $A_p=0,161 \text{ m}$   $W_p=57,46 \text{ kN}$   $L_e=13,75$   $S_u$   $C_a$   $\text{kN/m}^2$

Tabel (5.42) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segitiga  $D = 24'' = 0,6096 \text{ m}$  pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $S_u$ | $\alpha$ | $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_{ult}$ per lapis (kN) | $Q_{all}$ (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|-------|----------|------------|------------|--------------------------|----------------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -              | lp agak padat | 10,765     | 5,53      | -     | -        | -          | -          | -                        | -              | -            |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10,765     | 5,53      | 96    | 0,5      | 87,84      | 139,104    | 226,944                  | 90,7776        | -            |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75          | lp lunak      | 11,205     | 6,24      | 24    | 0,98     | 548,78     | 34,776     | 671,3964                 | 268,559        | 7,447165341  |
|           |       |                |               |            |           |       |          |            |            |                          | dipakai        | 8            |

Keterangan: Tiang segiempat  $D=16''= 0,4064 \text{ m}$   
 $P=1,6256 \text{ m}$

$A_p=0,165 \text{ m}$  beban  $=2000 \text{ kN}$   
 $W_p= 59,4 \text{ kN}$   $Le=13,75$

Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$

$S_u=C_a = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.43) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segiempat  $D=16''= 0,4064 \text{ m}$  pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h \text{ (m)}$ | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $S_u$ | $\alpha$ | $Q_s \text{ (kN)}$ | $Q_p \text{ (kN)}$ | $Q_{ult} \text{ per lapis (kN)}$ | $Q_{all} \text{ (kN)}$ | Jumlah tiang |
|-----------|-------|------------------------|---------------|------------|-----------|-------|----------|--------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -                      | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | -     | -        | -                  | -                  | -                                | -                      | -            |
| 1,25-2,25 | 1     | 1                      | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | 96    | 0,5      | 78,029             | 142,56             | 220,5888                         | 88,23552               | -            |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75                  | lp lunak      | 11,21      | 6,24      | 24    | 0,98     | 487,48             | 35,64              | 601,153728                       | 240,4615               | 8,317340086  |
|           |       |                        |               |            |           |       |          |                    |                    |                                  | dipakai                | 9            |

Keterangan: Tiang segiempat  $D=20''= 0,508 \text{ m}$   
 $P=2,032 \text{ m}$

$A_p=0,258 \text{ m}$  beban  $=2000 \text{ kN}$

$W_p= 92,88 \text{ kN}$   $Le=13,75$

Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$

$S_u=C_a = \text{kN/m}^2$

Tabel (5.44) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segiempat  $D=20''= 0,508 \text{ m}$  pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h \text{ (m)}$ | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $S_u$ | $\alpha$ | $Q_s \text{ (kN)}$ | $Q_p \text{ (kN)}$ | $Q_{ult} \text{ per lapis (kN)}$ | $Q_{all} \text{ (kN)}$ | Jumlah tiang |
|-----------|-------|------------------------|---------------|------------|-----------|-------|----------|--------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -                      | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | -     | -        | -                  | -                  | -                                | -                      | -            |
| 1,25-2,25 | 1     | 1                      | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | 96    | 0,5      | 97,536             | 142,56             | 240,096                          | 96,0384                | -            |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75                  | lp lunak      | 11,21      | 6,24      | 24    | 0,98     | 609,36             | 35,64              | 742,53216                        | 297,0129               | 6,733715076  |
|           |       |                        |               |            |           |       |          |                    |                    |                                  | dipakai                | 7            |

Keterangan: Tiang segijempat  $D=24''=0,6096\text{ m}$   
 $P=2,44\text{ m}$

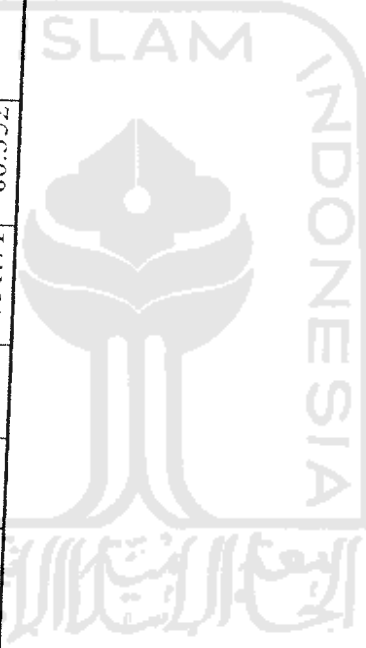
$A_p=0,372\text{ m}$  beban=2000KN  
 $W_p=133,92\text{ KN}$   $L_e=13,75$

Satuan:  $\gamma' = \text{KN/m}^3$

$S_u = C_a = \text{KN/m}^2$

Tabel (S.45) Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Bentuk segiempat  $D=24''=0,6096\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| Kedalaman | h     | $\Sigma h$ (m) | tanah         | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $S_u$ | $\alpha$ | $Q_s$ (kN) | $Q_p$ (kN) | $Q_{ult\text{perlepas}}$ (kN) | $Q_{all}$ (kN) | Jumlah tiang |
|-----------|-------|----------------|---------------|------------|-----------|-------|----------|------------|------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| 0-1,25    | 1,25  | -              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | -     | -        | -          | -          | -                             | -              | -            |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lp agak padat | 10,77      | 5,53      | 96    | 0,5      | 117,12     | 321,408    | 438,528                       | 175,4112       | -            |
| 2,25-15   | 12,75 | 13,75          | lp lunak      | 11,21      | 6,24      | 24    | 0,98     | 731,71     | 80,352     | 929,1792                      | 371,6717       | 5,381093335  |
|           |       |                |               |            |           |       |          |            |            |                               | dipakai        | 6            |



Keterangan: tiang bulat  $D = 16'' = 0,4064 \text{ m}$   $S = 3D+D$   $F_s = 3,75$   $W_p = 46,58 \text{ kN}$  Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang = 11  $Le = 13,75 \text{ m}$   $P = 1,277 \text{ m}$   $Su = Ca = \text{kN/m}^2$

Tabel (S.46) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D = 16'' = 0,4064 \text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | metode a   |           |    |        |        | metode b |            |    |           |            |               |         |         |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----|--------|--------|----------|------------|----|-----------|------------|---------------|---------|---------|
|           |       |                |              | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | bg (m) | lg (m) | Ws(kN)   | Pgall (kN) | Ca | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |         |         |
| 0-1,25    | -     | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -  | -      | -      | -        | -          | -  | -         | -          | -             | -       | -       |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | 96 | -      | -      | -        | -          | -  | -         | -          | -             | -       | -       |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24 | 2.83   | 4.88   | 1173.75  | 2529.89    | 24 | 170.40    | 1874.38    | 1874.38       | 1874.38 | 1874.38 |

Keterangan: tiang bulat  $D = 20'' = 0,508 \text{ m}$   $S = 3D+D$   $F_s = 3,75$   $W_p = 73,08 \text{ kN}$  Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang = 9  $Le = 13,75 \text{ m}$   $P = 1,60 \text{ m}$   $Su = Ca = \text{kN/m}^2$

Tabel (S.47) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D = 20'' = 0,508 \text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | metode a   |           |    |        |        | metode b |            |    |           |            |               |          |          |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----|--------|--------|----------|------------|----|-----------|------------|---------------|----------|----------|
|           |       |                |              | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | bg (m) | lg (m) | Ws(kN)   | Pgall (kN) | Ca | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |          |          |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -  | -      | -      | -        | -          | -  | -         | -          | -             | -        | -        |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | 96 | -      | -      | -        | -          | -  | -         | -          | -             | -        | -        |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24 | 4.064  | 4.06   | 1405.35  | 2835.883   | 24 | 228.216   | 2053.944   | 2053.944      | 2053.944 | 2053.944 |

Keterangan: tiang bulat  $D=24''=06096\text{m}$   
 jumlah tiang = 7

$$S=3D+D$$

$$F_s=3,75$$

$$W_p=105,12\text{kN}$$

$$\text{Satuan: } \gamma' = \text{kN/m}^3$$

$$L_e=13,75\text{m}$$

$$P=1,915\text{m}$$

$$S_u=C_a = \text{kN/m}^2$$

Tabel (5.48) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Bulat  $D=24''=0,6096\text{ m}$  pada Tanah Lempung

metode a

| Kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | lg (m) | Ws(kN) | Pgall (kN) | Ca       | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----|--------|--------|------------|----------|-----------|------------|---------------|
| 0-1,25    | 1.25  | -              | Imp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -  |        |        |            | -        |           |            |               |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | Imp agak pdt | 10.77      | 5.53      | 96 |        |        |            | 57.6     |           |            |               |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24 | 4.243  | 4.88   | 1760.63    | 3365.681 | 24        | 290.798    | 2035.589      |
|           |       |                |              |            |           |    |        |        |            |          |           |            | 2035.5888     |

Keterangan: tiang segitiga  $D=16''=0,4064\text{ m}$   $S=3D+D$   $F_s=3,75$   $W_p=25,92\text{ kN}$  Satuan:  $\gamma'=\text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang =12  $Le=15\text{ m}$   $P=1,2192\text{ m}$   $Su=Ca=\text{kN/m}^2$

Tabel (5.49) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga  $D=16''=0,4064\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | metode a   |           |    |        |        | metode b |            |    |           |            |               |         |  |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----|--------|--------|----------|------------|----|-----------|------------|---------------|---------|--|
|           |       |                |              | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | bg (m) | lg (m) | Ws(kN)   | Pgall (kN) | Ca | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |         |  |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -  |        |        |          |            |    |           |            |               |         |  |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | 96 |        |        |          |            |    |           |            |               |         |  |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24 | 2.84   | 4.06   | 983.75   | 2199.70    | 24 | 144.13    | 1729.60    |               | 1729.60 |  |

Keterangan: tiang segitiga  $D=20''=0,508\text{ m}$   $S=3D+D$   $F_s=3,75$   $W_p=40,32\text{ kN}$  Satuan:  $\gamma'=\text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang =10  $Le=15\text{ m}$   $P=1,524\text{ m}$   $Su=Ca=\text{kN/m}^2$

Tabel (5.50) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga  $D=20''=0,508\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | metode a   |           |    |        |        | metode b |            |    |           |            |               |           |  |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----|--------|--------|----------|------------|----|-----------|------------|---------------|-----------|--|
|           |       |                |              | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | Su | bg (m) | lg (m) | Ws(kN)   | Pgall (kN) | Ca | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |           |  |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -  |        |        |          |            |    |           |            |               |           |  |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lpagak pdt   | 10.77      | 5.53      | 96 |        |        |          |            |    |           |            |               |           |  |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24 | 3.16   | 5.08   | 1365.829 | 2816.027   | 24 | 188.087   | 1880.87    |               | 1880.8704 |  |



Keterangan: tiang segitiga  $D=24''=0,6096\text{ m}$   $S=3D+D$   $F_s=3,75$   $W_p=57,46\text{ kN}$  Satuan:  $\gamma'=\text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang = 8  $Le=15\text{ m}$   $P=1,83\text{ m}$   $S_u=C_a=\text{kN/m}^2$

Tabel (5.51) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segitiga  $D=24''=0,6096\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $S_u$ | metode a |        |                  |            |    | metode b  |            |               |  |  |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|-------|----------|--------|------------------|------------|----|-----------|------------|---------------|--|--|
|           |       |                |              |            |           |       | bg (m)   | lg (m) | $W_s(\text{kN})$ | Pgall (kN) | Ca | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |  |  |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -     |          |        |                  |            |    |           |            |               |  |  |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lpagakpdt    | 10.77      | 5.53      | 96    |          |        |                  |            |    |           |            |               |  |  |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24    | 3.792    | 4.267  | 1376.756         | 2795.124   | 24 | 234.897   | 1879.174   | 1879.1744     |  |  |

Keterangan: tiang segiempat  $D=16''=0,4064\text{ m}$   $S=3D+D$   $F_s=3,75$   $W_p=59,4\text{ kN}$  Satuan:  $\gamma'=\text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang =9  $Le=15\text{ m}$   $P=1,6256\text{ m}$   $Su=C_a=\text{kN/m}^2$

Tabel (5.52) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat  $D=16''=0,4064\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | metode a |        |        |        |            | metode b |           |            |               |  |  |         |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----------|--------|--------|--------|------------|----------|-----------|------------|---------------|--|--|---------|
|           |       |                |              |            |           | Su       | bg (m) | lg (m) | Ws(kN) | Pgall (kN) | Ca       | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |  |  |         |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -        |        |        |        |            |          |           |            |               |  |  |         |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | 96       |        |        |        |            | 57.6     |           |            |               |  |  |         |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24       | 2.84   | 2.84   | 688.62 | 1689.99    | 24       | 217.02    | 1953.16    |               |  |  | 1689.99 |

Keterangan: tiang segiempat  $D=20''=0,508\text{ m}$   $S=3D+D$   $F_s=3,75$   $W_p=92,88\text{ kN}$  Satuan:  $\gamma'=\text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang =7  $Le=15\text{ m}$   $P=2,032\text{ m}$   $Su=C_a=\text{kN/m}^2$

Tabel (5.53) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat  $D=20''=0,508\text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | metode a |        |        |        |            | metode b |           |            |               |  |  |         |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----------|--------|--------|--------|------------|----------|-----------|------------|---------------|--|--|---------|
|           |       |                |              |            |           | Su       | bg (m) | lg (m) | Ws(kN) | Pgall (kN) | Ca       | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |  |  |         |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | lmp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -        |        |        |        |            |          |           |            |               |  |  |         |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | lpagakpdt    | 10.77      | 5.53      | 96       |        |        |        |            | 57.6     |           |            |               |  |  |         |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | lp lunak     | 11.21      | 6.24      | 24       | 3.16   | 3.56   | 956.08 | 2138.05    | 24       | 289.90    | 2029.32    |               |  |  | 2029.32 |

Keterangan: tiang segiempat  $D = 24'' = 0,6096 \text{ m}$   $S = 3D + D$   $F_s = 3,75$   $W_p = 133,92 \text{ kN}$  Satuan:  $\gamma' = \text{kN/m}^3$   
 jumlah tiang = 6  $L_e = 15 \text{ m}$   $P = 2,44 \text{ m}$   $S_u \cdot C_a = \text{kN} \cdot \text{m}^2$

Tabel (5.54) Kapasitas Tarik Tiang Pancang Kelompok Bentuk Segiempat  $D = 24'' = 0,6096 \text{ m}$  pada Tanah Lempung

| kedalaman | h (m) | $\Delta h$ (m) | tanah        | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | metode a |        |        |        | metode b   |    |           |            |               |   |
|-----------|-------|----------------|--------------|------------|-----------|----------|--------|--------|--------|------------|----|-----------|------------|---------------|---|
|           |       |                |              |            |           | Su       | bg (m) | lg (m) | Ws(kN) | Pgall (kN) | Ca | Pall (kN) | Pgall (kN) | terpakai (kN) |   |
| 0-1,25    | 1.25  | -              | Imp agak pdt | 10.77      | 5.53      | -        | -      | -      | -      | -          | -  | -         | -          | -             | - |
| 1,25-2,25 | 1     | 1              | Ipagak pdt   | 10.77      | 5.53      | 96       | -      | -      | -      | -          | -  | -         | -          | -             | - |
| 2,25-15   | 12.75 | 13.75          | Ip lunak     | 11.21      | 6.24      | 24       | 2.44   | 4.27   | 885.37 | 2065.56    | 24 | 370.50    | 2223.01    | 2065.56       |   |