

$$\begin{aligned}
 P_u &= \frac{0,85 \times 1259700}{3,5 + \left[ \frac{0,85 \times 1259700 \times 2100}{2 \times 2826 \times 364060,43} \right]^{0,5}} \\
 &= 235568,99247 \text{ kg} \\
 &= 235,569 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (6), diperoleh kapasitas daya dukung ultimit menurut metode *Danish* yaitu sebesar 235,569 Ton. Perhitungan daya dukung berdasarkan kalendering lapangan dengan mengambil 1 titik tiang pancang pada *area A1 point no.10* yang dapat dilihat pada lampiran.

#### Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Pancang berdasarkan Metode Broms

Perhitungan dilakukan dengan tahap berikut :

- 1) Cek perilaku tiang dan hitung faktor kekakuan tiang

$$T = \left( \frac{EI}{n_h} \right)^{1/5} \quad (7)$$

dengan  $E$  = modulus elastis tiang =  $4700 \sqrt{f_c'}$  (kN/m<sup>2</sup>),  $I$  = momen inersia tiang =  $\frac{1}{64} \pi D^4$  (m<sup>4</sup>),  $n_h$  = koefisien variasi modulus tanah,  $D$  = lebar atau diameter tiang (m).

$$T = \sqrt[5]{\frac{36.406.043 \times 0.0063585}{11779}} = 1,814 \text{ m}$$

$$L \geq 4 T$$

$$21 \text{ m} \geq 7,256 \text{ m (jenis tiang pancang dikategorikan tiang panjang/elastic pile)}$$

- 2) Cek keruntuhan tiang akibat momen lentur maksimum tiang

$$H_u = \frac{2M_y}{e + 0,54 \sqrt{\gamma D K_p}} \quad (8)$$

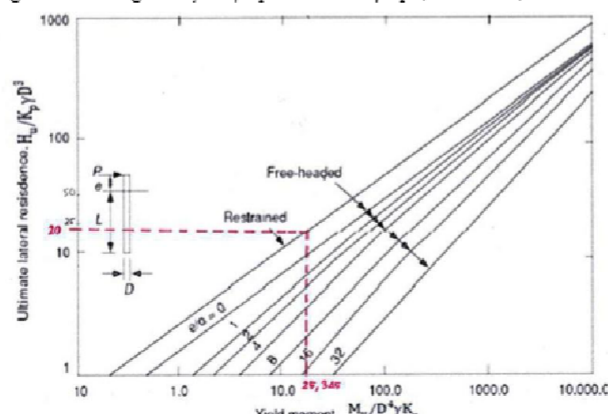
dengan  $H_u$  = beban lateral (kN),  $K_p$  = koefisien tekanan tanah pasif =  $\tan^2(45^\circ + \phi/2)$ ,  $M_y$  = momen ultimit (kN-m) (diperoleh dari tabel spesifikasi tiang pancang produksi WIKA Beton),  $D$  = diameter tiang (m),  $f$  = jarak momen maksimum dari permukaan tanah (m),  $\gamma$  = berat isi tanah (kN/m<sup>3</sup>),  $e$  = jarak beban lateral dari permukaan tanah (m) = 0.

$$H_u = \frac{2(170)}{0 + 0,54 \sqrt{11(0,6)(4,705)}} = 230,900 \text{ kN} = 23,09 \text{ Ton}$$

Beban ijin lateral

$$H = \frac{230,900}{2,5} = 92,36 \text{ kN} = 9,236 \text{ Ton}$$

- 3) Cek terhadap grafik hubungan  $M_y/D^4\gamma K_p$  dan  $H_u/D^3\gamma K_p$  (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Kapasitas Beban Lateral pada Tanah Granular

$$\text{Tahanan momen ultimit} = \frac{170}{(0,6)^4 (11) (4,705)} = 25,345$$

Nilai 25,345 diplot ke grafik di atas, sehingga diperoleh tahanan lateral ultimit sebesar 20.

$$20 = \frac{H_u}{11 \times 0,6^3 \times 4,705}$$

$$H_u = 223,582 \text{ kN} = 22,358 \text{ Ton}$$

$$H = \frac{223,582}{2,5} = 89,433 \text{ kN} = 8,943 \text{ Ton}$$

Hasil yang diperoleh dengan cara analitis tidak berbeda jauh dengan cara grafis.

#### Perhitungan Penurunan Elastis Tiang Tunggal

➤ Penurunan Tiang Tunggal dengan Rumus *Poulos – Davis*

a. Tiang apung atau friksi

$$S = \frac{Q \cdot l}{E_s \cdot D} \quad (9)$$

Dimana :

$$l = l_0 \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_\mu \quad (10)$$

b. Untuk tiang dukung ujung

$$S = \frac{Q \cdot l}{E_s \cdot D} \quad (11)$$

Dimana :

$$l = l_0 \cdot R_k \cdot R_b \cdot R_\mu \quad (12)$$

dengan  $Q$  = besar beban yang bekerja (kg),  $D$  = diameter tiang (cm),  $E_s$  = modulus elastisitas tanah ( $\text{kg/cm}^2$ ),  $l_0$  = faktor pengaruh penurunan tiang yang tidak mudah mampat (*Incompressible*) dalam massa semi tak terhingga,  $R_\mu$  = faktor koreksi angka poisson untuk  $\mu=0,3$ ,  $R_k$  = faktor koreksi kemudahampatan tiang,  $R_h$  = faktor koreksi untuk ketebalan lapisan yang terletak pada tanah,  $R_b$  = faktor koreksi untuk kekakuan lapisan pendukung.

$K$  adalah suatu ukuran kompresibilitas relatif dari tiang dan tanah yang dinyatakan oleh persamaan :

$$K = \frac{E_p \cdot R_a}{E_s} \quad (13)$$

Dimana :

$$R_a = \frac{A_p}{\frac{1}{4} \pi D^2} \quad (14)$$

dengan  $K$  = faktor kekakuan tiang,  $E_p$  = modulus elastisitas dari bahan tiang ( $\text{kN/m}^2$ ),  $E_s$  = modulus elastisitas tanah di sekitar tiang ( $\text{kN/m}^2$ ),  $E_b$  = modulus elastisitas tanah di dasar tiang ( $\text{kN/m}^2$ ).

$q_c$  untuk pasir,  $q_c = 4N$ . Pada kedalaman 22,45 nilai  $N = 53$ , maka  $q_c = 4 \times 53 = 212 \text{ kg/cm}^2 = 21,2 \text{ Mpa}$ .

Modulus elastisitas di sekitar tiang ( $E_s$ ) dapat dihitung dengan :

$$E_s = 3 \cdot 212 \text{ kg/cm}^2 = 636 \text{ kg/cm}^2 = 63,6 \text{ Mpa}$$

Menentukan modulus elastisitas tanah di dasar tiang :

$$E_b = 10 \cdot 63,6 \text{ Mpa} = 636 \text{ Mpa}$$

Menentukan modulus elastisitas dari bahan tiang :

$$E_p = 4700 \cdot \sqrt{60} = 36.406,043 \text{ Mpa}$$

$$R_a = \frac{2826 \text{ cm}}{2826 \text{ cm}} = 1,0$$

Menentukan faktor kekakuan tiang :

$$K = \frac{36.406,043 \cdot 1,0}{63,6} = 572,42$$

Untuk  $\frac{db}{d} = \frac{60}{60} = 1$ , diameter ujung dan atas sama besarnya.

$$\text{Untuk } \frac{l}{d} = \frac{2100}{60} = 35$$

Dari masing-masing grafik diperoleh :

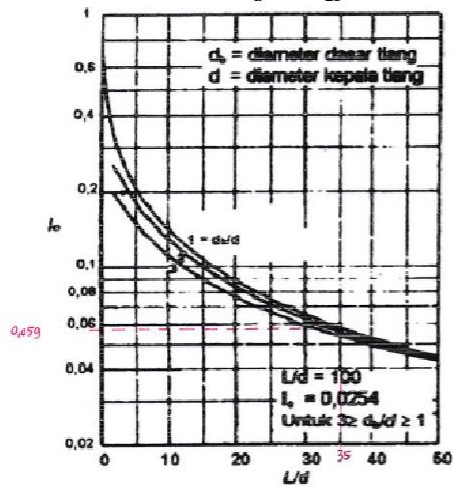
$$I_0 = 0,059 \text{ ( untuk } \frac{L}{d} = 35, \frac{db}{d} = 1 \text{ ) (Gambar 2)}$$

$$R_\mu = 0,93 \text{ ( untuk } \mu_s = 0,3, K = 572,42 \text{ ) (Gambar 3)}$$

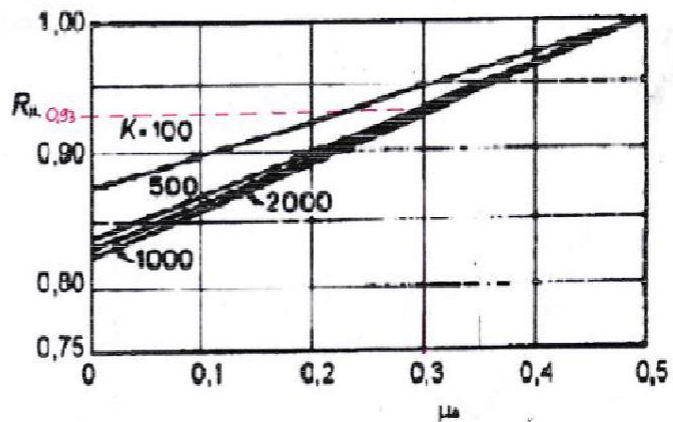
$$R_k = 1,512 \text{ ( untuk } \frac{L}{d} = 35, K = 572,42 \text{ ) (Gambar 4)}$$

$$R_h = 0,769 \text{ ( untuk } \frac{L}{d} = 35, \frac{h}{L} = 1,26 \text{ ) (Gambar 5)}$$

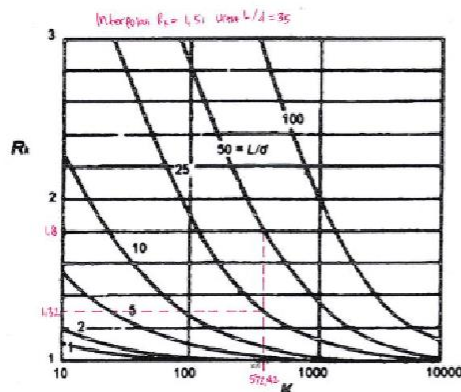
$$R_b = 0,804 \text{ ( untuk } \frac{L}{d} = 35, \frac{E_b}{E_s} = 10, K = 572,42 \text{ ) (Gambar 6)}$$



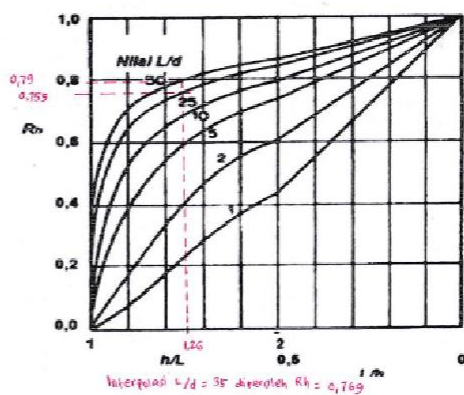
Gambar 2. Faktor penurunan  $I_0$



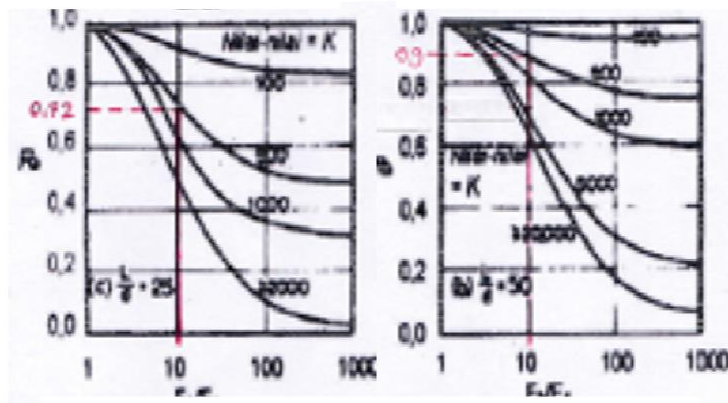
Gambar 3. Faktor Koreksi Angka Poisson,  $R_\mu$



Gambar 4. Faktor Koreksi Kompresi,  $R_k$



Gambar 5. Faktor Koreksi Kedalaman,  $R_h$



Gambar 6. Faktor Koreksi Kekakuan Lapisan Pendukung,  $R_b$

