

HITUNGAN KAPASITAS DUKUNG TIANG PANCANG

Dalam buku ini yang dimaksud dengan kapasitas dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban. Jika dalam kapasitas dukung fondasi dangkal satuannya adalah satuan tekanan (kPa) maka dalam kapasitas dukung tiang satuannya adalah satuan gaya (kN). Dalam beberapa literatur digunakan istilah pile capacity atau pile carrying capacity.



HITUNGAN KAPASITAS DUKUNG TIANG PANCANG



Hitungan kapasitas dukung tiang dapat dilakukan dengan cara pendekatan statis dan dinamis. Hitungan kapasitas dukung tiang secara statis dilakukan menurut teori mekanika tanah, yaitu dengan mempelajari sifat-sifat teknis tanah, sedang hitungan dengan cara dinamis dilakukan dengan menganalisis kapasitas ultimit dengan data yang diperoleh dari data pemancangan tiang. Hasil hitungan kapasitas dukung tiang yang didasarkan pada teori mekanika tanah, kadang-kadang masih perlu dicek dengan mengadakan pengujian tiang untuk meyakinkan hasilnya.

HITUNGAN KAPASITAS DUKUNG TIANG PANCANG

Penjelasan

Variasi kondisi tanah dan pengaruh tipe cara pelaksanaan pemancangan dapat menimbulkan perbedaan yang besar pada beban ultimit tiang dalam satu lokasi bangunan. Demikian pula dengan pengaruh-pengaruh seperti: tiang dicetak di luar atau dicor di tempat, tiang berdinding rata atau bergelombang, tiang terbuat dari baja atau beton, sangat berpengaruh pada faktor gesekan antara sisi tiang dan tanah, yang dengan demikian akan mempengaruhi kapasitas dukung tiang.



KAPASITAS DUKUNG ULTIMIT CARA STATIS


Kapasitas dukung ultimit tiang cara statis dihitung dengan menggunakan teori-teori mekanika tanah. Skema bidang runtuh untuk tiang yang mengalami pembebanan tekan dan yang menahan beban dengan mengerahkan tahanan ujung dan tahanan gesek dindingnya diperlihatkan dalam **Gambar 2.17**.



(a) Bidang runtuh pada tiang tekan

(b) Tahanan ujung dan tahanan gesek

Gambar 2.17 Tahanan ujung dan tahanan gesek dan model bidang keruntuhan.



Kapasitas dukung ultimit neto tiang (Q_u), adalah jumlah dari tahanan ujung bawah ultimit (Q_b) dan tahanan gesek ultimit (Q_s) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang (W_p). Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

dengan,

W_p = berat sendiri tiang (kN)

Q_u = kapasitas dukung ultimit neto (kN)

Q_b = tahanan ujung bawah ultimit (kN)

Q_s = tahanan gesek ultimit (kN)

Persamaan (2.3)

Tahanan ujung ultimit, secara pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kapasitas dukung ultimit fondasi dangkal, sebagai berikut :

$$q_u = \frac{Q_b}{A_b} = C_b N_c + P_b N_q + 0,5 \gamma_d N_\gamma$$

dengan,

q_u = tahanan ujung per satuan luas tiang (kN/m^2)

A_b = luas penampang ujung bawah tiang (m^2)

C_b = kohesi tanah di sekitar ujung tiang (kN/m^2)

$P_b = yz$ = tekanan "overburden" di dasar tiang (kN/m^2)

y = berat volume tanah (kN/m^3)

d = diameter tiang (m)

N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung (fungsi dari sudut gesek)



Persamaan (2.4)

Dari **Persamaan (2.3)**, tahanan ujung ultimit (Q_b) dapat dinyatakan oleh:

$$Q_b = A_b [C_b N_c + P_b N_q + 0,5 \gamma_d N_\gamma]$$

Tahanan gesek sisi tiang (Q_s) dapat dianalisis dari teori Coulomb :

$$\tau_d = \frac{Q_s}{A_s} = c_d + \sigma_n \text{tg } \varphi_d$$

Persamaan (2.5)

dengan,

τ_d = tahanan gesek sisi tiang

c_d = kohesi antara dinding - tanah

$\sigma_n = \sigma_h$ = tegangan normal pada sisi tiang

φ_d = sudut gesek antara sisi tiang dan tanah



Besarnya tegangan normal pada tiang (σ_n) atau tegangan horisontal (σ_h) pada tiang bergantung pada koefisien tekanan tanah lateral,

$$K = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad \text{atau} \quad \sigma_h = K \sigma_v$$

dengan (σ_v) adalah tegangan vertikal akibat berat tanah (tekanan overburden) dan (σ_h), adalah tegangan horisontal atau tegangan lateral dari tanah di sekitar tiang. Dalam **Persamaan (2.6b)**, (σ_n) merupakan tegangan normal (σ_n) yang bekerja tegak lurus pada sisi tiang.

LANJUTAN

Dengan memberikan notasi yang baru untuk koefisien tekanan tanah lateral K menjadi K_d , yaitu koefisien tekanan lateral pada sisi tiang. maka **Persamaan (2.6b)** menjadi:

$$\sigma_h = \sigma_n = K_d \sigma_v = K_d P_o$$

dengan, $\sigma_v = P_o = z\gamma$

(z = kedalaman dari muka tanah). Substitusi **Persamaan (2.7)** ke **Persamaan (2.5)**, diperoleh:

$$\tau_d = c_d + K_d P_o \operatorname{tg} \varphi_d$$

dengan, P_o = tekanan overburden rata-rata.



tahanan gesek dinding ultimit (Q_s):

$$Q_s = \sum A_s \tau_d = \sum A_s (c_d + K_d P_o \text{tg } \varphi_d)$$

dengan A_s , adalah luas selimut sisi tiang, yaitu keliling dikalikan dengan tinggi tiang. Bila diberikan notasi yang baru, yaitu $\delta = \varphi_d$



LANJUTAN

dari Persamaan-persamaan (2.2), (2.4) dan (2.9), dapat diperoleh persamaan umum kapasitas dukung ultimit tiang tunggal:

$$Q_u = A_b (C_b N_c + P_b N_q + 0,5 \gamma d N_\gamma) + \sum A_s (c_d + K_d P_o \text{tg } \varphi_d) - W_p$$

dengan, $P_o = \sigma_v = \sum \gamma_i z_i$ = tekanan *overburden* rata-rata di sepanjang tiang

$\delta = \varphi_d$ = sudut gesek antara sisi tiang dan tanah

A_b = luas tampang ujung bawah tiang

A_s = luas selimut tiang

K_d = koefisien tekanan tanah lateral pada sisi tiang

P_h = tekanan *overburden* di ujung bawah tiang



HITUNGAN KAPASITAS DUKUNG TIANG PANCANG

Jika kapasitas dukung tiang ultimit diperhitungkan pada kondisi keruntuhan waktu jangka pendek atau kondisi tak terdrainase (*undrained*), maka parameter-parameter tanah yang harus digunakan adalah: ϕ , c , c_d , dan γ pada kondisi tak terdrainase (*undrained*), sehingga P_b dan P_o harus dihitung pada kondisi tegangan total.

Jika diinginkan untuk mengetahui kapasitas ultimit pada waktu jangka panjang, maka parameter-parameter tanah yang harus digunakan adalah parameter tanah pada kondisi terdrainase (*drained*). Dalam kondisi ini tegangan vertikal sama dengan tekanan overburden efektif P_b' dan P_o' .

LANJUTAN

Pada tanah lempung, tegangan vertikal di dekat tiang sama dengan tekanan *overburden*, sedang pada tanah pasir tegangan vertikal di dekat tiang lebih kecil dari tekanan *overburden* (Vesic, 1967).



