

# ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN

## KEKUATAN PONDASI TIANG PANCANG

By: Hendra Budi Grup / Source : M Noer Ilham

### A. DATA TANAH

DATA HASIL PENGUJIAN			LABORATORIUM (DATA BOR TANAH)				SONDIR	SPT
No	Kedalaman		Jenis Tanah	$c_u$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\phi$ ( $^\circ$ )	$q_f$ ( $\text{kN/m}^2$ )	Nilai SPT N
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)						
1	0,00	5,00	Tanah	0,00	0	0	0,00	8
2	5,00	10,00	Pasir	0,00	15,974	0	0,00	0
3	10,00	15,00	Lempung	0,00	0	0	490,00	18
4	15,00	20,00	Pasir	63,70	15,484	0	5880,00	20
5	20,00	25,00	Lempung	63,70	15,484	12	9800,00	23

### B. DATA BAHAN

Jenis tiang pancang : Beton bertulang tampang Persegi

Ukuran tiang pancang,	D =	0,30	m
Panjang tiang pancang,	L =	27,00	m
Kuat tekan beton tiang pancang,	$f'_c$ =	35	MPa
Berat beton bertulang,	$w_c$ =	24	$\text{kN/m}^3$

### C. TAHANAN AKSIAL TIANG PANCANG

#### 1. BERDASARKAN KEKUATAN BAHAN

Luas penampang tiang pancang,

Berat tiang pancang,

Kuat tekan beton tiang pancang,

Kapasitas dukung nominal tiang pancang,

Faktor reduksi kekuatan,

Tahanan aksial tiang pancang,

$$\begin{aligned}
 A &= D^2 = 0,0900 \text{ m}^2 \\
 W_p &= A * L * w_c = 58,32 \text{ kN} \\
 f'_c &= 35000 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_n &= 0.30 * f'_c * A - 1.2 * W_p = 875 \text{ kN} \\
 \phi &= 0,60 \\
 \phi * P_n &= 525,01 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## 2. BERDASARKAN DATA BOR TANAH (SKEMPTON)

### a. Tahanan ujung

Tahanan ujung nominal dihitung dengan rumus :

$$P_b = A_b \cdot c_b \cdot N_c$$

$A_b$  = Luas penampang ujung bawah tiang ( $m^2$ ),

$c_b$  = Kohesi tanah di bawah dasar tiang ( $kN/m^2$ ),

$N_c$  = Faktor daya dukung.

Diameter tiang pancang,

Luas tampang tiang pancang,

Kohesi tanah di sekitar dasar tiang,

Faktor daya dukung menurut Skempton,

Tahanan ujung nominal tiang pancang :

$D =$	0,30	m
$A_b = D^2 =$	0,0900	$m^2$
$c_b =$	14,70	$kN/m^2$
$N_c =$	9	
$P_b = A_b \cdot c_b \cdot N_c =$	11,907	kN

### b. Tahanan gesek

Tahanan gesek nominal menurut Skempton :

$$P_s = \sum [a_d \cdot c_u \cdot A_s]$$

$a_d$  = faktor adhesi

$c_u$  = Kohesi tanah di sepanjang tiang ( $kN/m^2$ )

$A_s$  = Luas permukaan dinding tiang ( $m^2$ ).

Faktor adhesi untuk jenis tanah lempung pada tiang pancang yang nilainya tergantung dari

nilai kohesi tanah, menurut Skempton, diambil :

$$\rightarrow a_d = 0.2 + [0.98]^{c_u}$$

Diameter tiang pancang,

Luas permukaan dinding segmen tiang,

$L_1$  = panjang segmen tiang pancang yang ditinjau (m).

$$D = 0,300 \text{ m}$$

$$A_s = 4 \cdot D \cdot L_1$$

Perhitungan tahanan gesek nominal tiang

No	Kedalaman		$L_1$ (m)	$A_s$ ( $m^2$ )	$c_u$ ( $kN/m^2$ )	$a_d$	$P_s$ (kN)
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)					
1	0,00	5,00	5,0	6,0000	0,00	1,20	0,000
2	5,00	10,00	5,0	6,0000	0,00	1,20	0,000
3	10,00	15,00	5,0	6,0000	0,00	1,20	0,000
4	15,00	27,00	12,0	14,4000	14,70	0,94	199,627

Tahanan gesek nominal tiang,

$$P_s = \sum a_d \cdot c_u \cdot A_s = 199,627 \text{ kN}$$

### c. Tahanan aksial tiang pancang

Tahanan nominal tiang pancang,

Faktor reduksi kekuatan,

Tahanan aksial tiang pancang,

$$\begin{aligned} P_n &= P_b + P_s = 211,53 \text{ kN} \\ \phi &= 0,60 \\ \phi * P_n &= 126,92 \text{ kN} \end{aligned}$$

## 3. BERDASARKAN HASIL UJI SONDIR (BAGEMANN)

### a. Tahanan ujung

Tahanan ujung nominal dihitung dengan rumus :

$$P_b = \omega * A_b * q_c$$

$\omega$  = faktor reduksi nilai tahanan ujung nominal tiang,

$A_b$  = luas ujung bawah tiang ( $m^2$ ),

$q_c$  = tahanan penetrasi kerucut statis yang merupakan nilai rata-rata dihitung dari 8.D di atas dasar tiang sampai 4.D di bawah dasar tiang ( $kN/m^2$ ),

Diameter tiang pancang,

Luas tampang tiang pancang,

$$\begin{aligned} D &= 0,30 \text{ m} \\ A_b = D^2 &= 0,0900 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tahanan penetrasi kerucut statis rata-rata dari 8.D di atas dasar s.d. 4.D di bawah dasar

tiang pancang,  $q_c = 100 \text{ kg/cm}^2$

→

$$q_c = 10000 \text{ kN/m}^2$$

Faktor reduksi nilai tahanan ujung nominal tiang,

$$\omega = 0,50$$

Tahanan ujung nominal tiang pancang :

$$P_b = \omega * A_b * q_c = 450,000 \text{ kN}$$

### b. Tahanan gesek

Tahanan gesek nominal menurut Skempton dihitung dg rumus :

$$P_s = \Sigma [A_s * q_f]$$

$A_f$  = Luas permukaan segmen dinding tiang ( $m^2$ ).

$$A_s = \pi * D * L_1$$

$q_f$  = tahanan gesek kerucut statis rata-rata ( $kN/m$ ).

No	Kedalaman		$L_1$ (m)	$A_s$ ( $m^2$ )	$q_f$ ( $kN/m^2$ )	$P_s$ (kN)
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)				
1	0,00	5,00	5,0	6,0000	0,00	0,00
2	5,00	10,00	5,0	6,0000	0,00	0,00
3	10,00	15,00	5,0	6,0000	490,00	2940,00
4	15,00	27,00	12,0	14,4000	19,50	280,80
$P_s = \Sigma [A_s * q_f] =$						3220,80

### c. Tahanan aksial tiang pancang

Tahanan nominal tiang pancang,

Faktor reduksi kekuatan,

Tahanan aksial tiang pancang,

→

$$\begin{aligned} P_n &= P_b + P_s = 3670,80 \text{ kN} \\ \phi &= 0,60 \\ \phi * P_n &= 2202,48 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### 4. BERDASARKAN HASIL UJI SPT (MEYERHOFF)

Kapasitas nominal tiang pancang secara empiris dari nilai N hasil pengujian SPT

menurut Meyerhoff dinyatakan dengan rumus :

$$P_n = 40 * N_b * A_b + \check{N} * A_s \quad (\text{kN})$$

$$\text{dan harus } \leq \quad P_n = 380 * \check{N} * A_b \quad (\text{kN})$$

$N_b$  = nilai SPT di sekitar dasar tiang, dihitung dari 8.D di atas dasar tiang s.d 4.D di bawah dasar tiang,

$\check{N}$  = nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang,

$A_b$  = luas dasar tiang ( $\text{m}^2$ )

$A_s$  = luas selimut tiang ( $\text{m}^2$ )

Berdasarkan hasil pengujian SPT diperoleh data sbb.

No	Kedalaman		Nilai SPT N	$L_1$ (m)	$L_1 * N$
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)			
1	0,00	5,00	8	5,0	40,0
2	5,00	10,00	0	5,0	0,0
3	10,00	15,00	18	5,0	90,0
4	15,00	27,00	20	12,0	240,0
				27,0	370,0

Nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang,

$$\check{N} = \Sigma L_1 * N / \Sigma L_1 = 13,70$$

Nilai SPT di sekitar dasar tiang (8.D di atas dasar tiang s.d 4.D di bawah dasar tiang),

$$N_b = 20,00$$

Diameter tiang pancang,

$$D = 0,30 \text{ m}$$

Panjang tiang pancang,

$$L = 27,00 \text{ m}$$

Luas dasar tiang pancang,

$$A_b = \pi / 4 * D^2 = 0,0900 \text{ m}^2$$

Luas selimut tiang pancang,

$$A_s = \pi * D * L = 32,4000 \text{ m}^2$$

$$P_n = 40 * N_b * A_b + \check{N} * A_s = 516 \text{ kN}$$

$$P_n > 380 * \check{N} * A_b = 468,67 \text{ kN}$$

Kapasitas nominal tiang pancang,

$$P_n = 468,67 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan aksial tiang pancang,

$$\rightarrow \phi * P_n = 281,20 \text{ kN}$$

## 5. REKAP TAHANAN AKSIAL TIANG PANCANG

No	Uraian Tahanan Aksial Tiang Pancang	$\phi * P_n$
1	Berdasarkan kekuatan bahan	525,01
2	Berdasarkan data bor tanah (Skempton)	126,92
3	Berdasarkan hasil uji sondir (Bagemann)	2202,48
4	Berdasarkan hasil uji SPT (Meyerhoff)	281,20
Daya dukung aksial terkecil,		$\phi * P_n = 126,92$ kN
Diambil tahanan aksial tiang pancang, <span style="color: blue;">→</span>		$\phi * P_n = 120,00$ kN

## D. TAHANAN LATERAL TIANG PANCANG

### 1. BERDASARKAN DEFLEKSI TIANG MAKSIMUM (BROMS)

Tahanan lateral tiang (H) kategori tiang panjang, dapat dihitung dengan persamaan :

$$H = y_o * k_h * D / [ 2 * \beta * ( e * \beta + 1 ) ]$$

dengan,  $\beta = [ k_h * D / ( 4 * E_c * I_c ) ]^{0.25}$

D = Diameter tiang pancang (m),

$$D = 0,30 \text{ m}$$

L = panjang tiang pancang (m),

$$L = 27,00 \text{ m}$$

$k_h$  = modulus subgrade horisontal (kN/m<sup>3</sup>),

$$k_h = 26720 \text{ kN/m}^3$$

$E_c$  = modulus elastis tiang (kN/m<sup>2</sup>),

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} * 10^3 = 27805575 \text{ kN/m}^2$$

$I_c$  = momen inersia penampang (m<sup>4</sup>),

$$I_c = \pi / 64 * D^4 = 0,000398 \text{ m}^4$$

e = Jarak beban lateral terhadap muka tanah (m),

$$e = 0,20 \text{ m}$$

$y_o$  = defleksi tiang maksimum (m).

$$y_o = 0,006 \text{ m}$$

$\beta$  = koefisien defleksi tiang,

$$\beta = [ k_h * D / ( 4 * E_c * I_c ) ]^{0.25} = 0,652495814 \text{ m}$$

$$\beta * L = 17,62 > 2.5 \text{ maka termasuk tiang panjang (OK)}$$

Tahanan lateral nominal tiang pancang,

$$H = y_o * k_h * D / [ 2 * \beta * ( e * \beta + 1 ) ] = 32,60 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan lateral tiang pancang, →

$$\phi * H_n = 19,56 \text{ kN}$$

## 2. BERDASARKAN MOMEN MAKSIMUM (BRINCH HANSEN)

Kuat lentur beton tiang pancang,

$$f_b = 0.40 * f_c' * 10^3 = 14000 \text{ kN/m}^2$$

Tahanan momen,

$$W = I_c / (D/2) = 0,00265 \text{ m}^3$$

Momen maksimum,

$$M_y = f_b * W = 37,11 \text{ kNm}$$

Kohesi tanah rata-rata di sepanjang tiang

No	Kedalaman		L <sub>1</sub> (m)	c <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	c <sub>u</sub> * L <sub>1</sub>
	z <sub>1</sub> (m)	z <sub>2</sub> (m)			
1	0,00	5,00	5,0	0,00	0,00
2	5,00	10,00	5,0	0,00	0,00
3	10,00	15,00	5,0	0,00	0,00
4	15,00	17,00	2,0	63,70	127,40
$\Sigma L_1 =$			17,0	$\Sigma c_u * L_1 =$	127,40

Kohesi tanah rata-rata,

$$\check{c}_u = \Sigma [ c_u * L_1 ] / \Sigma L_1 = 7,494117647 \text{ kN/m}^2$$

$$f = H_n / [ 9 * \check{c}_u * D ]$$

pers.(1)

$$g = L - ( f + 1.5 * D )$$

pers.(2)

$$M_y = H_n * ( e + 1.5 * D + 0.5 * f )$$

pers.(3)

$$M_y = 9 / 4 * D * \check{c}_u * g^2$$

pers.(4)

Dari pers.(1) :

$$f = 0,0494215 * H_n$$

Dari pers.(2) :

$$g = 26,55 - 0,049421 * H_n$$

$$g^2 = 0,002442 * H_n^2 - 2,62428 * H_n + 704,90$$

$$9 / 4 * D * \check{c}_u = 5,059$$

Dari pers.(3) :

$$M_y = H_n * ( 0,650 + 0,02471 * H_n )$$

$$M_y = 0,02471 * H_n^2 + 0,65000 * H_n$$

Dari pers.(4) :

$$M_y = 0,0123554 * H_n^2 - 13,2750 * H_n + 3565,770$$

Pers.kuadrat :

$$0 = 0,01236 * H_n^2 - 13,9250 * H_n - 3565,770$$

Dari pers. kuadrat, diperoleh tahanan lateral nominal,

$$H_n = 215,040 \text{ kN}$$

$$f = 10,628 \text{ m}$$

$$M_{\max} = H_n * (e + 1.5 * D + 0.5 * f) = 1282,454 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} > M_y \rightarrow \text{Termasuk tiang panjang (OK)}$$

Dari pers.(3) :

$$M_y = H_n * (0,650 + 0,02471 * H_n)$$

$$37,11 = 0,02471 * H_n^2 + 0,65000 * H_n$$

$$0 = 0,02471 * H_n^2 + 0,65000 * H_n - 37,11$$

Dari pers. kuadrat, diperoleh tahanan lateral nominal,

$$H_n = 27,772 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan lateral tiang pancang,

$$\phi * H_n = 16,66 \text{ kN}$$

### 3. REKAP TAHANAN LATERAL TIANG

No	Uraian Tahanan Lateral Tiang Pancang	$\phi * H_n$
1	Berdasarkan defleksi tiang maksimum (Broms)	19,56
2	Berdasarkan momen maksimum (Brinch Hansen)	16,66
Tahanan lateral tiang terkecil,		$\phi * H_n = 16,66 \text{ kN}$
Diambil tahanan lateral tiang pancang,		$\phi * H_n = 10,00 \text{ kN}$