

**EVALUASI PENURUNAN DAYA DUKUNG TIANG
PANCANG AKIBAT *NEGATIVE SKIN FRICTION***
(Studi Kasus : Gedung Wisma Serbaguna, Ajung, Jember)

Nouria Misra Fauziyah

Arief Alihudien, S.T., M.T.¹ ; Dr. Muhtar, S.T., M.T.²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jalan Karimata 49, Jember 68121, Indonesia
e-mail : nouriamisrafauziyah@gmail.com

Abstrak

Negative skin friction pada tanah disebabkan karena adanya timbunan di atas tiang pancang yang dalam kasus ini tidak direncanakan. Timbunan di atas tiang pancang menyebabkan tanah dasar turun sehingga daya dukung tiang pancang berkurang. Untuk itu, dibutuhkan evaluasi terhadap penurunan daya dukung tiang pancang sehingga diketahui apakah kapasitas daya dukung tiang pancang akibat pengaruh negative skin friction dapat menopang beban Gedung Wisma Serbaguna, Ajung, Jember. Melalui analisa daya dukung tiang pancang metode Meyerhof dan penurunan tanah akibat timbunan setinggi 2,5 m, diperoleh daya dukung tiang pancang kelompok tanpa dipengaruhi negative skin friction sebesar 2072,70 kN dan yang dipengaruhi negative skin friction sebesar 1943,06 kN dengan nilai penurunan tanah sebesar 0,38 m.

Kata Kunci : Gedung Wisma Serbaguna, Negative Skin Friction, Timbunan, Daya Dukung Tiang Pancang, Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Struktur bawah bangunan suatu konstruksi gedung terdiri dari pondasi dan lapisan tanah untuk mendukung beban konstruksi bagian atas. Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas ke dasar tanah yang cukup kuat untuk mendukungnya. (Gunawan, 1983). Sementara itu, kondisi tanah di bawah struktur sangat berkaitan dengan perilaku tanah itu sendiri ketika menerima beban.

Sebagai bahan studi adalah proyek Wisma Serbaguna, terletak di Kecamatan Ajung, Kabupaten Jember yang terdiri dari 8 lantai dengan struktur dari beton dan menggunakan pondasi tiang pancang. Pondasi ini sendiri berdiri di atas tanah dominan lanau berlempung pada kedalaman 0 – 2 meter lalu dominan pasir dan lanau berpasir pada kedalaman 1,9 – 6,2 (5 titik berbeda), karakteristik tanah ini didapatkan dari hasil *Cone Penetrometer Test* (CPT) yang dilaksanakan di lapangan.

Dalam pengerjaan proyek, ada penimbunan yang dilakukan setinggi 2,5 meter. Dan bila sebuah tiang berada di dalam

tanah yang cukup tebal dan ditempatkan di atas tanah yang kompresibel, maka tanah akan cenderung bergerak ke bawah. Akibat beban timbunan, terjadi peningkatan tekanan air pori sehingga tanah tersebut mengalami konsolidasi dan penurunan yang cukup besar.

Penurunan tanah sendiri terdiri dari dua, yaitu penurunan konsolidasi yang biasanya terjadi pada tanah lempung dan penurunan segera pada pasir. Pada berbagai kondisi, khususnya pada tanah lempung, distribusi penurunan tanah akan berubah terhadap waktu karena adanya perubahan tekanan pori yang mengakibatkan konsolidasi pada tanah.

Berkaitan dengan penyebab penurunan tanah, besarnya gesekan negatif bertambah dengan besarnya gerakan relatif antara selimut dan tanah. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan penurunan tanah adalah profil tanah dan elevasi muka air tanah, sifat-sifat tanah (kompresibilitas dan konsolidasi), serta besarnya beban dan lamanya pembebanan.

Jika penurunan tanah sekitar tiang lebih ke arah bawah yang menyebabkan tiang pancang tertarik ke bawah. Gaya geser ke bawah ini dikenal sebagai gesekan negatif (*negative skin friction*) atau *downdrag*.

Akibat dari *negative skin friction* ini adalah penambahan beban aksial pada tiang pancang dan penurunan kapasitas daya dukung ultimate. Penambahan beban aksial pada tiang pancang dapat mengakibatkan menambahnya penurunan tiang yang disebabkan oleh pemendekan aksial tiang pancang di bawah garis netral.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Berapa besar penurunan pada tanah di bawah timbunan pengaruh dari kenaikan tinggi muka lantai?
2. Bagaimana pengaruh variasi tinggi timbunan terhadap nilai daya dukung tiang pancang akibat *negative skin friction*?
3. Bagaimana daya dukung tiang pancang dengan dan tanpa dipengaruhi *negative skin friction*?
4. Bagaimana rekomendasi tindakan akibat adanya *negative skin friction*?

Tujuan Penelitian

Kajian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui nilai penurunan pada tanah di bawah timbunan pengaruh dari kenaikan tinggi muka lantai.
2. Mengetahui pengaruh variasi tinggi timbunan terhadap daya dukung tiang pancang akibat *negative skin friction*.
3. Mengetahui daya dukung tiang pancang dengan dan tanpa dipengaruhi *negative skin friction*.
4. Mengetahui rekomendasi tindakan akibat adanya *negative skin friction*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisa Struktur dengan SAP2000 v20

Kombinasi pembebanan antara lain :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L
3. 1,2D + 1L + 1DX
4. 1,2D + 1L + 1DY
5. 0,9D + 1DX
6. 0,9D + 1DY

Analisa Gempa SNI 1726:2019

Gempa rencana harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi bangunan gedung dan nongedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama

umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

Timbunan

Timbunan adalah suatu kegiatan meletakkan atau menambah volume material yang sejenis atau material lain dengan tujuan meratakan permukaan yang berupa lubang sebelumnya dan atau meninggikan elevasi permukaan untuk mendapatkan kondisi permukaan yang lebih baik.

Kegagalan yang terjadi pada *sub-grade* pondasi timbunan yakni tanah pondasi terlalu lunak sehingga daya dukung tanah dalam menahan beban timbunan kecil, akibatnya *settlement* yang terjadi terlalu besar. Tanah timbunan yang dipilih seharusnya disesuaikan dengan kondisi tanah dasar, sehingga nilai *shear strength* yang dihasilkan memadai untuk syarat minimum dalam perhitungan faktor keamanan.

Timbunan atau urugan dibagi dalam 2 macam sesuai dengan maksud penggunaannya yaitu :

1. Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material existing *subgrade* yang tidak memenuhi syarat.
2. Timbunan pilihan, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan.

Penurunan Akibat Konsolidasi Primer

$$S = \sum \frac{C_c H}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma}{\sigma'_{v0}} \right) \quad (2.1)$$

$S = settlement$

$C_c = compression index$

$e_0 = void ratio$

$\sigma'_{v0} = tekanan efektif overburden$

$\Delta\sigma = penambahan tekanan vertikal$

Kecepatan Waktu Konsolidasi

$$T_{90} = \frac{C_v t_{90}}{H_{dr}^2} \quad (2.2)$$

Repartisasi Beban di Atas Tiang Kelompok

$$P_v = \frac{V}{n} \pm \frac{M_x}{\sum x^2} \pm \frac{M_y}{\sum y^2} \quad (2.3)$$

n = jumlah tiang dalam *group*

M = total momen

e = jarak antara titik potong R pada dasar *pile cap* dengan *neutral axis* tiang kelompok

x, y = jarak antara sebuah tiang dengan sumbu grup netral tiang. Nilai x, y positif bila arahnya sama dengan arah e , *vice versa*

Frictional (Skin) Resistance

Untuk lempung :

$$f = \alpha c_u \quad (2.4)$$

$$\alpha = C \left(\frac{\sigma'_0}{c_u} \right)^{0,45} \quad (2.5)$$

σ'_0 = rerata tekanan vertikal efektif

$C \approx 0,4-0,5$ untuk *bored pile* dan $\geq 0,5$ untuk *driven pile*

$$Q_s = \sum fp\Delta L = \sum \alpha c_u p\Delta L \quad (2.6)$$

Untuk pasir :

$$f = K\sigma'_0 \tan \delta' \quad (2.7)$$

$$Q_s = \sum p\Delta L f \quad (2.8)$$

K = koefisien tekanan tanah efektif

σ'_0 = tekanan vertikal efektif pada kedalaman tertentu

$\delta' = 0,5-0,8\phi'$ sudut geser tanah-tiang pancang

Metode Meyerhof untuk Menghitung Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)

Untuk pasir :

$$q_1 = 0,5p_a N_q \tan \phi' \quad (2.9)$$

$$Q_p = A_p q_p = A_p q' N_q \leq A_p q_1 \quad (2.10)$$

p_a = tekanan atmosfer (100 kN/m²)

ϕ' = sudut geser tanah efektif dari daya dukung lapisan

Untuk lempung :

$$Q_p \approx N_c c_u A_p = 9c_u A_p \quad (2.11)$$

c_u = kohesi *undrained* dari tanah dibawah ujung tiang

Metode Coyle & Castello untuk Menghitung Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)

$$Q_p = q' N_q^* A_p \quad (2.12)$$

Daya Dukung Tiang yang Dijinkan (Q_u)

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (2.13)$$

Beban yang Dijinkan (Q_{all})

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{FS} \quad (2.14)$$

Daya Dukung Lateral Metode Broms

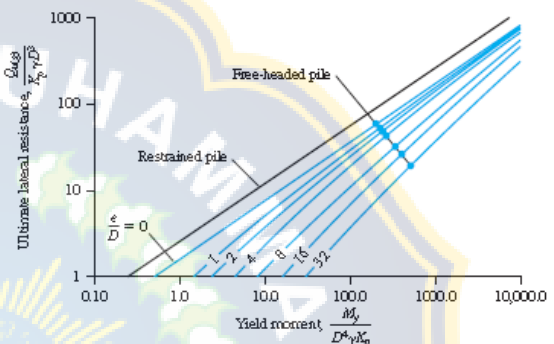
$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad (2.15)$$

K_p = koefisien tekanan tanah pasir Rankine

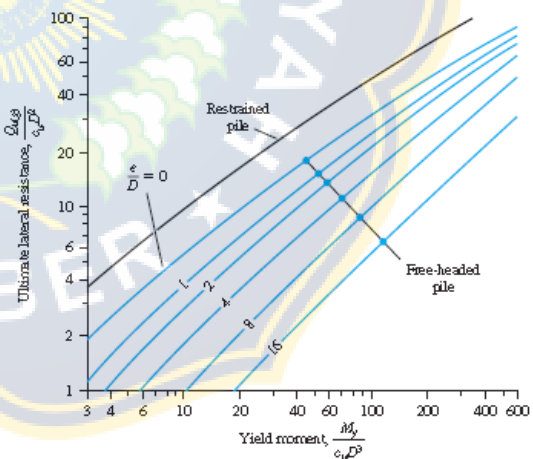
$$M_y = S.F_y \quad (2.16)$$

S = modulus penampang tiang

F_y = tegangan leleh



Gambar 1.1 Daya Dukung Lateral Tiang Panjang pada Pasir



Gambar 1.2 Daya Dukung Lateral Tiang Panjang pada Lempung

Tiang Pancang Kelompok Efisiensi Tiang Kepompok

$$\eta = \frac{Q_{g(u)}}{\sum Q_u} = \frac{2(n_1+n_2-2)d+4D}{pn_1n_2} \quad (2.17)$$

η = efisiensi kelompok

$Q_{g(u)}$ = kapasitas daya dukung *ultimate* tiang pancang kelompok

Q_u = kapasitas daya dukung *ultimate* tiang pancang

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u \quad (2.18)$$

Penurunan Konsolidasi pada Tiang Pancang Kelompok

$$\Delta\sigma'_i = \frac{Q_g}{(B_g+z_i)(L_g+z_i)} \quad (2.19)$$

$\Delta\sigma'_i$ = peningkatan tekanan efektif pada tengah lapisan *i*

L_g, B_g = panjang dan lebar yang direncanakan

z_i = jarak dari $z = 0$ sampai tengah lapisan lempung lapisan *i*

$$\Delta s_{c(i)} = \left[\frac{\Delta e_{(i)}}{1+e_{0(i)}} \right] H_i \quad (2.20)$$

$\Delta s_{c(i)}$ = penurunan konsolidasi dari lapisan *i*

$\Delta e_{(i)}$ = perubahan angka pori akibat peningkatan tekanan *layer i*

$e_{0(i)}$ = angka pori awal dari lapisan *i*

H_i = ketebalan dari lapisan *i*

$$\Delta s_{c(g)} = \sum \Delta s_{c(i)} \quad (2.21)$$

$\Delta s_{c(g)}$ = total penurunan konsolidasi dari tiang pancang kelompok

Negative Skin Friction (Q_n)

$$L_1 = \frac{(L-H_f)}{L_1} \left[\frac{L-H_f}{2} + \frac{\gamma'_f H_f}{\gamma'} \right] - \frac{2\gamma'_f H_f}{\gamma'} \quad (2.22)$$

$$f_n = K' \sigma'_0 \tan \delta' \quad (2.23)$$

$$K' = K_0 = 1 - \sin \phi' \quad (2.24)$$

$$\sigma'_0 = \gamma'_f H_f + \gamma' z \quad (2.25)$$

$$\delta' = 0,5 - 0,7 \phi' \quad (2.26)$$

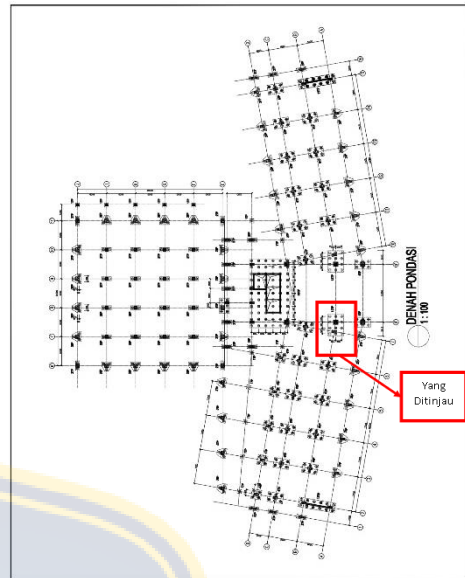
$$Q_n = (pK' \gamma'_f H_f \tan \delta') L_1 + \frac{L_1^2 p K' \gamma' \tan \delta'}{2} \quad (2.27)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi

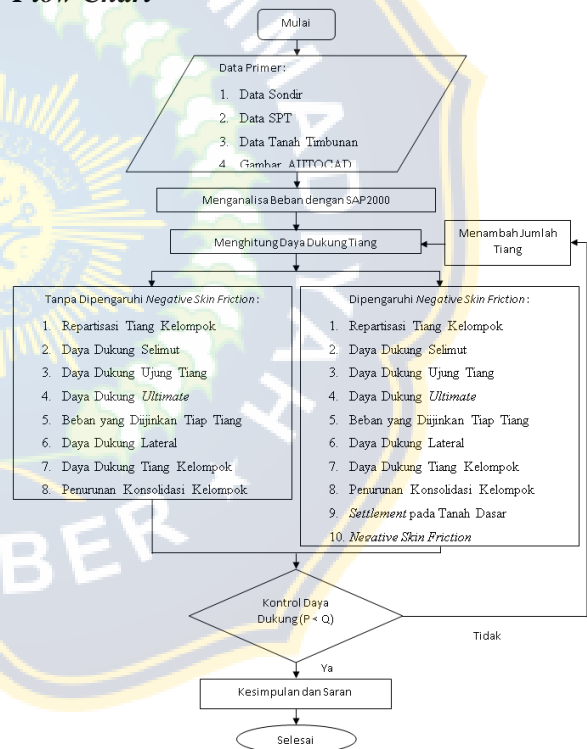


Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan Wisma Serbaguna, Ajung, Jember



Gambar 3.2 Denah

Flow Chart



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Struktur dengan SAP2000 v20

Output gaya dalam :

- F1 = 2127 kgf = 217 kN
- F2 = 22071 kgf = 216,45 kN
- F3 = 621167 kgf = 620,98 kN
- M1 = 124229 kgf-m = 1218,32 kN-m
- M2 = -37477 kgf-m = -367,54 kN-m
- M3 = 335,01 kgf-m = 3,285 kN-m

Pengolahan Data di Excel

Pada penelitian ini, penulis perlu melakukan analisis beban dengan menggunakan SAP2000 v20 untuk mengetahui besarnya beban pada Gedung Wisma Serbaguna ini. Hal ini sangat diperlukan untuk selanjutnya output dari program SAP2000 v20 dipakai untuk perhitungan di excel.

Gedung Wisma Serbaguna berlantai 8 yang berlokasi di Ajung, Jember dianalisis secara keseluruhan termasuk pada beban mati, hidup dan gempa. Data material dan dimensi kolom, balok, plat dan lainnya diinput ke SAP2000 v20 sesuai dengan spesifikasi dan ukuran yang tercantum di gambar AutoCAD .

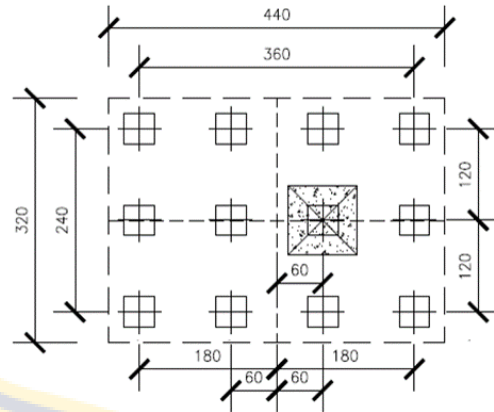
Dalam penelitian ini, penulis tidak meninjau keseluruhan bangunan. Penulis hanya meninjau satu tumpuan yang menerima momen paling besar dikarenakan bentang baloknya merupakan yang paling panjang yaitu joint 5. Pada joint 5 terdapat pile cap dengan 12 tiang pancang yang panjangnya mencapai 22 m.

Data SPT dari Lapangan

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data SPT Titik 2

Kedalaman	Jenis Tanah	Kepadatan	SPT
1	Clay and Silt	Soft	3
3	Silt and Clay	Very Stiff	17
5	Silt and Sand	Medium to Dense	31
7	Silt and Sand	Medium to Dense	22
9	Clay and Silt	Very Stiff	17
11	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
13	Sand and Silt	Dense	32
15	Sand and Silt	Very Stiff to Hard	43
17	Silt and Clay	Very Stiff to Hard	36
19	Silt and Clay	Dense to Very Dense	23
21	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
23	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
25	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
27	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
29	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
31	Sand and Silt	Dense to Very Dense	38
33	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
35	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
37	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50
39	Sand and Silt	Dense to Very Dense	> 50

Data Pondasi



Gambar 4.1 Pile Cap Joint 5

Data Tanah Timbunan

- Material = Pasir Batu
- $\gamma_s = 17,011 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{lab} = 18,044 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{yield} = 14,711 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{sat} = 19,025 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 9,2183 \text{ kN/m}^3$

Repartisasi Beban Tiang Kelompok

Tabel 4.2 Nilai Beban Vertikal Ekuivalen

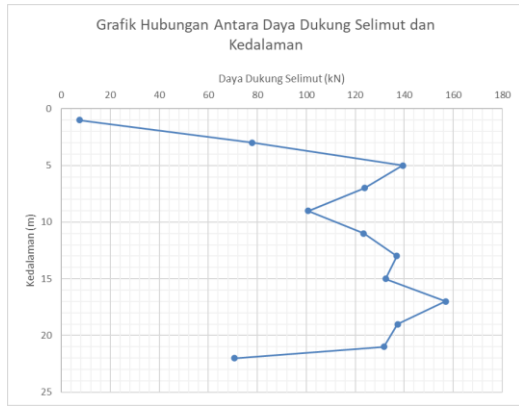
No. Pile	M2	M3	x	y	M.x	M.y	Pv
1			-1,8	-1,2	-1785,24	-3,94	173,40
2			-1,8	-1,2	-1785,24	-3,94	172,72
3			-1,8	-1,2	-1785,24	-3,94	172,72
4			-0,6	-1,2	-595,08	-3,94	118,30
5			-0,6	0,0	-595,08	0,00	117,96
6			-0,6	0,0	-595,08	0,00	117,96
7	370,83	3,29	0,6	0,0	595,08	0,00	117,96
8			0,6	0,0	595,08	0,00	117,96
9			0,6	1,2	595,08	3,94	118,30
10			1,8	1,2	1785,24	3,94	172,72
11			1,8	1,2	1785,24	3,94	173,40
12			1,8	1,2	1785,24	3,94	173,40

Frictional Skin Resistance (Q_s)

Tabel 4.3 Nilai Frictional Skin Resistance

Kedalaman	z	Jenis Tanah	C	γ' kN/m ³	σ'_o kN/m ²	c_u kN/m ²	α	f	Q_s	
1	1	Clay and Silt		7,69	3,847	18,750	0,245	4,596	7,35394	
3	2	Silt and Clay	0,5	9,59	17,286	113,333	0,215	24,312	77,7999	
5	2	Silt and Sand		12,39	31,579	200,000	0,218	43,578	139,449	
7	2	Silt and Sand		10,59	35,379	146,667	0,264	38,671	123,748	
9	2	Clay and Silt		9,59	30,779	113,333	0,278	31,520	100,863	
Kedalaman	z	Jenis Tanah	K	γ' kN/m ³	σ'_o kN/m ²	ϕ'	δ'	f	Q_s	
11	2	Sand and Silt		16,193	35,379	45,000	36,000	38,557	123,381	
13	2	Sand and Silt	1,5	12,593	44,979	40,500	32,400	42,817	137,014	
15	2	Sand and Silt		14,793	39,979	43,250	34,600	41,369	132,382	
Kedalaman	z	Jenis Tanah	C	γ' kN/m ³	σ'_o kN/m ²	c_u kN/m ²	α	f	Q_s	
17	2	Silt and Clay	0,5	13,393	42,979	200,000	0,250	49,026	156,884	
19	2	Silt and Clay		10,793	40,579	200,000	0,243	42,904	137,294	
Kedalaman	z	Jenis Tanah	K	γ' kN/m ³	σ'_o kN/m ²	ϕ'	δ'	f	Q_s	
21	2	Sand and Silt	1,5	16,193	37,779	45,000	36,000	41,172	131,751	
22	1	Sand and Silt		16,193	40,483	45,000	36,000	44,118	70,5894	
									$\sum Q_s$	1338,51

Total nilai $Q_s = 1338,51 \text{ kN}$



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Selimut dan Kedalaman

Daya Dukung Ujung Tiang Pancang (Q_p) Metode Meyerhof

- $q_1 = q_p = 0,5p_\alpha N_q \tan \phi' = 46500,00 \text{ kN}$
- $q' = 390,21 \text{ kN}$
- $Q_p = A_p q_p = A_p q' N_q \leq A_p q_1 = 58063,33 \text{ kN} \leq 7440,00 \text{ kN}$
- Maka dari itu, $Q_p = 7440,00 \text{ kN}$

Daya Dukung Ujung Tiang Pancang (Q_p) Metode Coyle & Castello

- $L/D = 55$
- $Q_p = q' N_q^* A_p = 9240,19 \text{ kN}$
- **Kapasitas Daya Dukung Ultimate Tiang Pancang (Q_u)**
- Metode Meyerhof
 $Q_u = Q_s + Q_p = 8778,51 \text{ kN}$
- Metode Coyle dan Castello
 $Q_u = Q_s + Q_p = 10578,69 \text{ kN}$

Beban yang Dijinkan untuk Tiap Tiang Pancang (Q_{all})

- Metode Meyerhof
 $Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} = 2926,17 \text{ kN}$
- Metode Coyle dan Castello
 $Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} = 3526,23 \text{ kN}$

Beban Ultimate ($Q_{u(g)}$) Metode Broms

- Menghitung *Bending Failure*
 $S = I_p/d_v/2 = 0,0027$
- $M_y = S \cdot f_y = 1040,00 \text{ kN-m}$
- Mencari *Ultimate Lateral Resistance*
 $K_p = \tan^2(45 + \phi/2) = 5,83$

$$\frac{M_y}{D^4 \gamma K_p} = \frac{15321,43}{2,65} = 392,98 \text{ kN}$$

$$Q_{u(g)} = 90 \cdot K_p \cdot D^3 \gamma = 595,46 \text{ kN}$$

Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok ($Q_{g(u)}$)

- Efisiensi Kelompok
 $\eta = \frac{2(n_1 + n_2 - 2)d + 4D}{pn_1 n_2} = \frac{13,6}{19,2} = 0,71$
- Metode Meyerhof
 $Q_{g(u)} = \eta \sum Q_{all} = 2072,70 \text{ kN}$
- Metode Coyle dan Castello
 $Q_{g(u)} = \eta \sum Q_{all} = 2497,75 \text{ kN}$

Consolidation Settlement Tiang Pancang Kelompok

Tabel 4.4 Nilai Consolidation Settlement

H_i m	z_i m	B_{eq} m	L_{eq} m	$\Delta \sigma'$ kN/m ²	γ kN/m ³	e_o	C_c	σ'_{vo} kN/m ²	$\Delta s_{(z_i)}$ cm
1	0,5			209,249	7,693	1,181	0,195	3,847	15,582
2	2			100,973	9,593	0,740	0,126	17,286	12,109
2	4			51,151	12,393	0,346	0,065	31,579	4,022
2	6			30,853	10,593	0,575	0,100	35,379	3,471
2	8			20,623	9,593	0,740	0,126	30,779	3,229
2	10			14,753	16,193	0,031	0,016	35,379	0,456
2	12			11,075	12,593	0,326	0,062	44,979	0,887
2	14			8,620	14,793	0,131	0,031	39,979	0,467
2	16			6,899	13,393	0,251	0,050	42,979	0,515
2	18			5,646	10,793	0,544	0,096	40,379	0,704
2	20			4,706	16,193	0,031	0,016	37,779	0,154
2	22			3,983	16,193	0,031	0,016	48,579	0,103
2	24			3,413	16,193	0,031	0,016	48,579	0,089
2	26			2,960	16,193	0,031	0,016	48,579	0,077
2	28			2,590	16,193	0,031	0,016	48,579	0,068
2	30			2,285	13,793	0,214	0,044	46,179	0,152
2	32			2,032	16,193	0,031	0,016	43,779	0,059
2	34			1,818	16,193	0,031	0,016	48,579	0,048
2	36			1,636	16,193	0,031	0,016	48,579	0,043
2	38			1,480	16,193	0,031	0,016	48,579	0,039
									Δs_{total}
									42,275

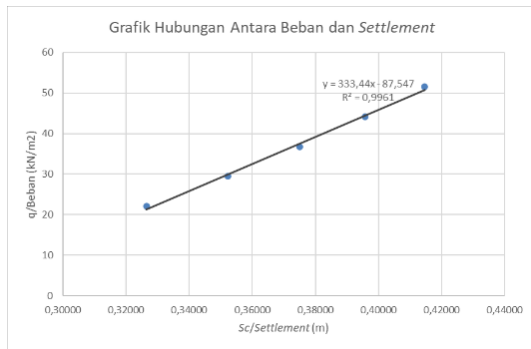
Total nilai settlement = 42,28 cm

Tabel 4.5 Rekapitulasi Tinggi Timbunan dan S_c

No	h m	q kN/m ²	S_c m
1	1,5	22,066	0,32648
2	2	29,4213	0,35230
3	2,5	36,7766	0,37513
4	3	44,1319	0,39575
5	3,5	51,4872	0,41463



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Tinggi Timbunan dan Settlement



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Tiang Beban dan Settlement

- Menghitung Waktu Penurunan

$$t = \frac{T_{90\%}(H_{dr})^2}{C_v} = 0,2346 \text{ tahun}$$

$$= 85,611 \text{ hari}$$

Nilai Negative Skin Friction (Q_n)

- Mencari Kedalaman Netral (Bowles, 1982)

$$L_1 = \frac{(L-H_f)}{L_1} \left[\frac{L-H_f}{2} + \frac{\gamma'_f H_f}{\gamma'} \right] - \frac{2\gamma'_f H_f}{\gamma'}$$

- Mencari Unit Negative Skin Friction di Kedalaman Tertentu, dari $z = 0$ sampai $z = L_1$

$$K' = K_0 = 1 - \sin \phi' = 0,4$$

$$\delta' = 0,6 \phi' = 22,05$$

$$f_n = K' \sigma'_0 \tan \delta'$$

$$Q_n = (pK' \gamma'_f H_f \tan \delta') L_1 + \frac{L_1^2 p K' \gamma' \tan \delta'}{2}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate Tiang Pancang (Q_u) terhadap Negative Skin Friction

$$Q_u = Q_p + Q_s - Q_n$$

- Beban yang Dijinkan untuk Tiap Tiang Pancang (Q_{all})

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{FS} = \frac{Q_p + Q_s - Q_n}{FS}$$

Tabel 4.6 Nilai Daya Dukung dengan Pengaruh Negative Skin Friction

H_f	L	γ'	γ'_f	L_1	Q_n	Q_u	Q_{all}	$Q_{g(u)}$
m	m	kN/m ³	kN/m ³	m	kN	kN	kN	kN
1,5	22	13,86	9,218	15,78	506,00	8272,51	2757,50	1953,23
2				15,83	527,89	8250,62	2750,21	1948,06
2,5				15,86	549,08	8229,43	2743,14	1943,06
3				15,89	569,50	8209,00	2736,33	1938,24
3,5				15,89	589,12	8189,39	2729,80	1933,61

Pada tabel di atas, dapat diketahui nilai daya dukung tiang akibat terjadinya negative

skin friction yang dipengaruhi oleh timbunan dengan variasi ketinggian.

Sama halnya seperti hasil penelitian terdahulu pada bab sebelumnya, dengan adanya negative skin friction, daya dukung tiang pancang dapat berkurang karena arahnya yang berlawanan dengan daya dukung selimut sehingga menarik tiang ke bawah.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diolah dan dianalisa di bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya nilai penurunan tanah (S_c) dipengaruhi oleh ketinggian timbunan. Semakin tinggi timbunan maka nilai penurunan juga akan semakin besar.
2. Kapasitas daya dukung tiang pancang sangat dipengaruhi oleh tingginya timbunan di atasnya. Semakin tinggi timbunan di atas tiang pancang, maka daya dukung akan semakin berkurang dikarenakan nilai *negative skin friction* semakin besar.
3. Kapasitas daya dukung tiang pancang kelompok tanpa dipengaruhi negative skin friction lebih besar dibandingkan dengan adanya pengaruh *negative skin friction*.
4. Pada kasus ini, walaupun terjadi *negative skin friction* yang menyebabkan terjadinya penurunan dan berkurangnya kapasitas daya dukung tiang pancang, didapatkan bahwa tiang pancang masih mampu untuk menopang beban di atasnya sehingga tidak ada rekomendasi yang diperlukan.
5. Kapasitas daya dukung tiang pancang antara dua metode yang digunakan yaitu Meyerhof serta Coyle-Castello menghasilkan perbedaan nilai daya dukung yang tidak signifikan.

Saran

1. Peninjauan kelompok tiang pancang dapat diperbanyak sehingga hasil analisa dan informasi yang didapatkan untuk pengaruh negative skin friction lebih banyak.
2. Analisa nilai daya dukung dapat juga dilakukan dengan PLAXIS 3D sehingga ada perbandingan dengan metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

Arief, Rifqi Brilyant. 2008. *Analisa Daya Dukung Pondasi Dalam Terhadap Negative Skin Friction di Semarang*

Utara. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Semarang : Universitas Islam Sultan Agung.

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *SNI 1726 : 2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering, SI, 7th Edition*. Stamford : Cengage Learning.
- Ifandiarto, Ahmad. 2018. *Pengaruh Negative Skin Friction Pada Sistem Pondasi Tiang Pancang Berkelompok*. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Jember : Universitas Muhammadiyah Jember.
- Kadarningsih, Rahmani., Fadly, Achmad. 2014. *Evaluasi Penurunan Pondasi Gedung Auditorium Universitas Negeri Gorontalo Berdasarkan Data Sondir*. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Gorontalo : Universitas Negeri Gorontalo.
- Mangalik, Fridolin Arfandy. 2016. *Analisa Negative Skin Friction Akibat Urugan Pada Proyek Pembangunan Gedung Polii Sub Spesialis RSUD Ulin Banjarmasin*. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Mochtar, Noor Endah., Indrasurya, B. Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1. Terjemahan Das, B. Jakarta : Erlangga.
- Nugraha, Andrias Suhendra. 2014. *Tahanan Gesekan Selimut Pada Tiang Bor Panjang*. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Bandung : Universitas Kristen Maranatha.
- Taulu, L. dkk. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Cetakan 7. Terjemahan Sosrodarsono, Suyono (Ed.), Kazuto, Nakazawa. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Wahjudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dangkal*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Widjaja, Budijanto. 2006. *Negative Skin Friction Tiang Pancang Pada Tanah Lempung Studi Kasus Pabrik Tekstil Bale*

Endah. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Katolik Parahyangan.

