

ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA SPT (*STANDARD PENETRATION TEST*) DENGAN METODE TERZAGHI DAN MEYERHOF PADA PROYEK APARTEMEN GOLF BELLAZONA PARK

Bella Rosyta Ramadhan¹, Chandra Afriade Siregar²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana

¹ korespondensi : bellarosyra@gmail.com

ABSTRAK

The foundation is a structure under the building that is directly connected to the ground, which has the function of bearing the load of other parts of the building above it. The deep foundation is divided into two, namely the drill foundation and the pile foundation. In the pile foundation planning, several approaches are used to predict the bearing capacity of the foundation. This approach can be based on soil conditions as well as existing loading using a variety of methods. Soil data used to calculate the bearing capacity of the pile is based on Standard Penetration Test data. There are three types of piles analyzed in this study, namely with variations in diameter 0.4 m, 0.6 m, and 0.8 m. The results of the analysis show that the carrying capacity of the pile based on the Terzaghi method is smaller than the Meyerhof method, therefore the results of the request to use the Terzaghi method. The results of Terzaghi's analysis are to be able to carry the optimal load of existing structures at a depth of 10 m provided that if you use a pile diameter of 0.4 m, 12 poles are needed, using a pile diameter of 0.6 m, 6 pieces are required. poles, then if using a 0.8 m diameter pile, 4 poles are needed. Meanwhile, the efficiency values generated from the two methods were not quite different with the range 0.9904 - 0.9974.

ABSTRAK

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain di atasnya. Dalam perencanaan pondasi tiang digunakan beberapa pendekatan untuk memprediksi daya dukung dari pondasi. Pendekatan tersebut dapat didasarkan pada kondisi tanah serta pembebanan yang ada dengan menggunakan berbagai metode. Data tanah yang digunakan untuk menghitung daya dukung tiang yaitu berdasarkan data Standard Penetration Test. Terdapat tiga jenis tiang pancang yang dianalisis dalam penelitian ini, yaitu dengan variasi diameter 0,4 m, 0,6 m, dan 0,8 m. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung tiang kelompok berdasarkan metode Terzaghi lebih kecil daripada hasil metode Meyerhof, maka dari itu disarankan untuk menggunakan metode Terzaghi. Hasil dari analisis Terzaghi yaitu untuk dapat memikul beban struktur yang ada optimum pada kedalaman 10 m dengan ketentuan, jika menggunakan diameter tiang 0,4 m maka diperlukan tiang sebanyak 12 buah tiang, apabila menggunakan diameter tiang 0,6 m maka diperlukan sebanyak 6 buah tiang, kemudian jika menggunakan diameter tiang 0,8 m maka tiang yang diperlukan adalah 4 buah tiang. Sedangkan nilai efisiensi yang dihasilkan dari kedua metode tidak cukup berbeda dengan range 0,9904 – 0,9974.

Kata Kunci : Tiang Pancang, Daya Dukung, Standard Penetration Test, Efisiensi Tiang Kelompok.

PENDAHULUAN

Bangunan struktur gedung teknik sipil terdiri dari struktur atas dan struktur bawah [1]. Bangunan struktur atas terdiri dari konstruksi kolom, balok, plat, dll. Sedangkan untuk struktur bawah terdiri dari konstruksi pondasi. Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan

yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain di atasnya. Pondasi merupakan bagian penting dari satu bangunan sipil, pondasi sebagai dasar penahan beban terdasar dari suatu konstruksi. Jalan,

gedung, jembatan, bendungan dan konstruksi sipil lainnya apabila tanpa pondasi yang kuat pasti akan mengalami kegagalan konstruksi. Pada pengaplikasian dilapangan sering mengesampingkan analisis daya dukung pondasi yang tepat. Desain pondasi hanya berdasarkan pengalaman pribadi, sehingga dalam perencanaan pondasi perlu dilakukan dengan benar karena itu merupakan salah satu komponen dari keberhasilan bangunan konstruksi tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah dari pandangan ilmu Teknik Sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) [2]. Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air.

Berdasarkan sifat-sifat tanah, ada beberapa nilai parameter-parameter tanah yang akan digunakan untuk mendesain suatu fondasi bangunan geoteknik, seperti *undrained shear strength* (c_u), berat volume tanah (γ_{sat}) ataupun γ_{dry} , modulus elastisitas tanah (E_s), dan sudut geser (ϕ), didapatkan dengan cara mengkorelasikan antara nilai N-SPT dengan parameter-parameter tanah tersebut.

Fondasi didesain agar memiliki kapasitas

dukung dengan penurunan / settlement tertentu oleh para Insinyur geoteknik dan struktur. Desain utamanya mempertimbangkan penurunan dan daya dukung tanah, dalam beberapa kasus semisal turap, defleksi/lendutan fondasi juga diikutkan dalam pertimbangan.

Analisa daya dukung tiang pancang dengan metode Terzaghi

Untuk menghitung daya dukung ujung tiang menggunakan persamaan berikut ;

$$Q_p = A_p [1,3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q] \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

Q_p = Kapasitas daya dukung ujung tiang (kN)

A_p = Luas penampang tiang (m^2)

N_q, N_c = Faktor daya dukung Terzaghi

q = Efective overburden pressure

Untuk daya dukung friksi (gesekan) tiang, dapat menggunakan metode sebagai berikut:

Metode λ

Tahanan geser rata-rata (f_{av}) menggunakan metode lamda (λ)

$$f_{av} = \lambda (\sigma'_v + 2c_u) \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

σ'_v = rata-rata tekanan vertical sepanjang tiang pancang (kN/m^2)

c_u = rata-rata kuat geser lempung jenuh ($\phi = 0$)

λ = koefisien tak berdimensi

Total daya dukung gesek adalah :

$$Q_s = p \cdot L \cdot f_{av} \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

Q_s = daya dukung gesek (kN)

P = keliling tiang (m)

L = panjang tiang (m)

f_{av} = tahanan gesek tiang (kN/m²)

Analisa daya dukung tiang pancang dengan metode Meyerhof

Untuk menghitung daya dukung ujung tiang menggunakan persamaan berikut :

$$Q_p = 40 \cdot N_{60} \cdot L_i/D \cdot A_p \leq 400 \cdot A_p \cdot N_{60} \dots\dots (4)$$

dimana :

Q_p = tahanan ujung *ultimate* (kN)

N_{60} = nilai N-SPT rata-rata ujung tiang (antara 4D - 10D)

L_i = panjang tiang (m)

A_p = luas penampang tiang (m²)

D = diameter tiang (m)

Untuk daya dukung friksi (gesekan) tiang, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = 2 \cdot N_{60} \cdot P \cdot L \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

Q_s = tahanan gesek ultimit (kN)

N_{60} = nilai N-SPT rata-rata ujung tiang (antara 4D - 10D)

L = panjang tiang (m)

P = keliling tiang (m)

Analisa daya dukung tiang pancang kelompok

$$Q_{ag} = n \cdot Q_{all} \cdot E_g \dots\dots\dots(6)$$

dimana :

Q_{ag} = Total daya dukung tiang kelompok

n = jumlah tiang

Q_{all} = daya dukung tiang tunggal

E_g = Efisiensi tiang pancang kelompok

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \dots\dots\dots(7)$$

dimana :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

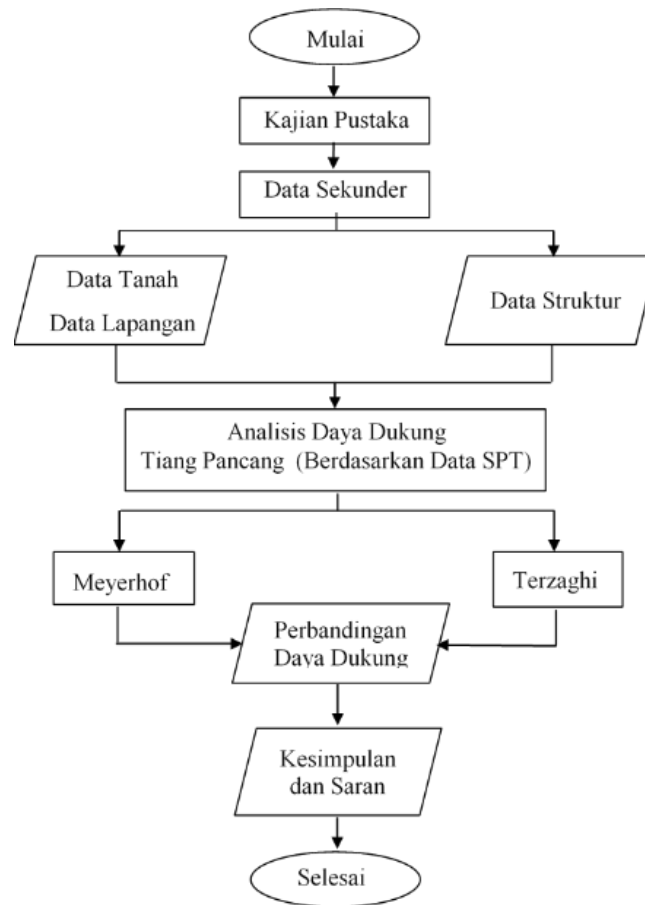
θ = arc tg , dalam derajat (°)

s = Jarak pusat tiang ke pusat tiang (m)

D = Diameter tiang atau sisi tiang (m)

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Diagram Alur Penelitian

Pengumpulan data sekunder

Sumber data yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari dokumen pekerjaan penyelidikan tanah (deep boring) dengan Uji Penetrasi Standar (SPT) yang dilakukan oleh PT. Dinamika Inti Rekayasa. Data yang diperoleh berupa data borlog dengan jumlah total titik boring sebanyak 12 titik boring, dengan kedalaman uji 30-50 m.

Analisa data

Analisa data diawali dengan analisa data tanah untuk mencari nilai korelasi N-SPT terhadap konsistensi tanah dan analisa data struktur untuk

mendapatkan nilai daya dukung tiang pancang dengan menggunakan metode Terzaghi dan metode Meyerhof yang disesuaikan dengan variasi diameter yang direncanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang dikumpulkan, telah diambil 1 titik boring yang mendekati beban kolom maksimum yaitu titik DB1A. Pencatatan data dikelompokkan berdasarkan perencanaan diameter.

Tabel 1 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Terzaghi dengan Diameter 0,4 m

H (m)	NSPT	Jenis Tanah	D (m)	Ap (m ²)	c (t/m ²)	φ (°)	γ (t/m ³)	Nc	q (t/m ²)	Nq	λ	fav (t/m ²)	p (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qult (ton)
5	3	ch	0,4	0,126	0,8	20	1,7	17,7	8,5	7,4	0,336	3,39	1,256	10,212	21,312	31,524
10	58	sp	0,4	0,126	19,5	38	1,7	95,7	17	81,3	0,245	13,72	1,256	478,297	172,323	650,620
15	27	sp	0,4	0,126	10	36	1,7	57,8	25,5	41,4	0,209	9,51	1,256	226,972	179,159	406,131
20	23	sp	0,4	0,126	8,5	34	1,7	52,6	34	36,5	0,173	8,82	1,256	228,872	221,634	450,506
25	23	sp	0,4	0,126	8,5	34	1,7	52,6	42,5	36,5	0,15	8,93	1,256	267,839	280,245	548,084
30	42	sp	0,4	0,126	16,2	36	1,7	57,8	51	41,4	0,136	11,34	1,256	418,081	427,382	845,462

Tabel 2 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Terzaghi dengan Diameter 0,6 m

H (m)	NSPT	Jenis Tanah	D (m)	Ap (m ²)	c (t/m ²)	φ (°)	γ (t/m ³)	Nc	q (t/m ²)	Nq	λ	fav (t/m ²)	p (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qult (ton)
5	3	ch	0,6	0,283	0,8	20	1,7	17,7	8,5	7,4	0,336	3,39	1,884	22,978	31,968	54,945
10	58	sp	0,6	0,283	19,5	38	1,7	95,7	17	81,3	0,245	13,72	1,884	1076,168	258,485	1334,652
15	27	sp	0,6	0,283	10	36	1,7	57,8	25,5	41,4	0,209	9,51	1,884	510,686	268,738	779,425
20	23	sp	0,6	0,283	8,5	34	1,7	52,6	34	36,5	0,173	8,82	1,884	514,962	332,451	847,413
25	23	sp	0,6	0,283	8,5	34	1,7	52,6	42,5	36,5	0,15	8,93	1,884	602,639	420,368	1023,006
30	42	sp	0,6	0,283	16,2	36	1,7	57,8	51	41,4	0,136	11,34	1,884	940,682	641,072	1581,754

Tabel 3 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Terzaghi dengan Diameter 0,8 m

H (m)	NSPT	Jenis Tanah	D (m)	Ap (m ²)	c (t/m ²)	φ (°)	γ (t/m ³)	Nc	q (t/m ²)	Nq	λ	fav (t/m ²)	p (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qult (ton)
5	3	ch	0,8	0,502	0,8	20	1,7	17,7	8,5	7,4	0,336	3,39	2,512	40,849	42,624	83,473
10	58	sp	0,8	0,502	19,5	38	1,7	95,7	17	81,3	0,245	13,72	2,512	1913,187	344,646	2257,833
15	27	sp	0,8	0,502	10	36	1,7	57,8	25,5	41,4	0,209	9,51	2,512	907,887	358,318	1266,205
20	23	sp	0,8	0,502	8,5	34	1,7	52,6	34	36,5	0,173	8,82	2,512	915,488	443,268	1358,756
25	23	sp	0,8	0,502	8,5	34	1,7	52,6	42,5	36,5	0,15	8,93	2,512	1071,358	560,490	1631,848
30	42	sp	0,8	0,502	16,2	36	1,7	57,8	51	41,4	0,136	11,34	2,512	1672,323	854,763	2527,086

Tabel 4 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Metode Terzaghi dengan Diameter 0,4 m

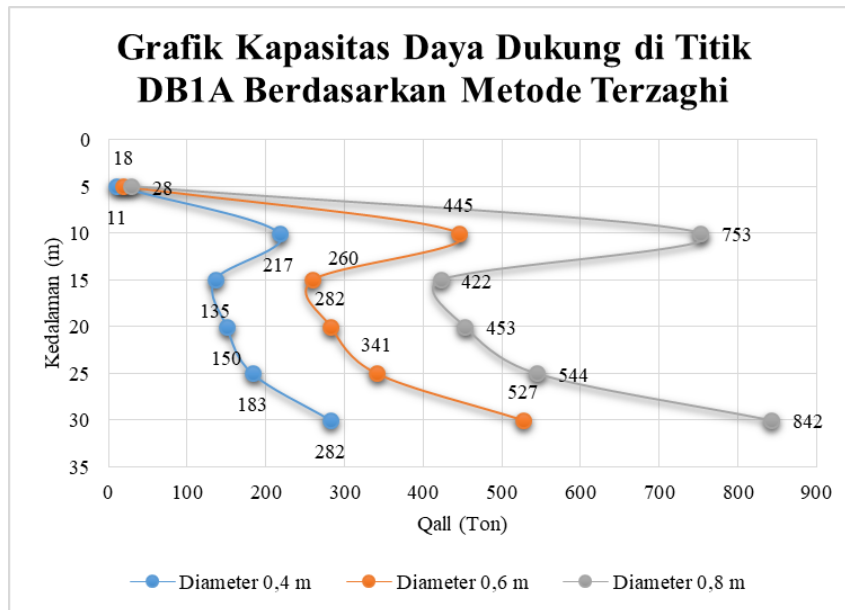
H (m)	Qall (ton)	Pmax (ton)	n (buah)	s (m)	θ (D/s) ^o	Eg	Qag (ton)
5	10,508	2384,37	230	0,8	0,464	0,99044	2393,739
10	216,873	2384,37	12	0,8	0,464	0,9927	2583,472
15	135,377	2384,37	18	0,8	0,464	0,99201	2417,312
20	150,169	2384,37	17	0,8	0,464	0,99227	2533,124
25	182,695	2384,37	14	0,8	0,464	0,99227	2537,948
30	281,821	2384,37	9	0,8	0,464	0,99313	2518,952

Tabel 5 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Metode Terzaghi dengan Diameter 0,6 m

H (m)	Qall (ton)	Pmax (ton)	n (buah)	s (m)	θ (D/s) ^o	Eg	Qag (ton)
5	18,315	2384,37	132	1,2	0,464	0,9906	2394,873
10	444,884	2384,37	6	1,2	0,464	0,99399	2653,250
15	259,808	2384,37	10	1,2	0,464	0,99313	2580,224
20	282,471	2384,37	9	1,2	0,464	0,99313	2524,763
25	341,002	2384,37	8	1,2	0,464	0,99356	2710,436
30	527,251	2384,37	5	1,2	0,464	0,99399	2620,400

Tabel 6 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Metode Terzaghi dengan Diameter 0,8 m

H (m)	Qall (ton)	Pmax (ton)	n (buah)	s (m)	θ (D/s) ^o	Eg	Qag (ton)
5	27,824	2384,37	90	1,6	0,464	0,99078	2481,087
10	752,611	2384,37	4	1,6	0,464	0,99484	2994,924
15	422,068	2384,37	6	1,6	0,464	0,99399	2517,178
20	452,919	2384,37	6	1,6	0,464	0,99399	2701,166
25	543,949	2384,37	5	1,6	0,464	0,99399	2703,388
30	842,362	2384,37	3	1,6	0,464	0,99742	2520,572



Gambar 2 Grafik Kapasitas Daya Dukung Titik DB1A Berdasarkan Metode Terzaghi

Tabel 7 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Meyerhof dengan Diameter 0,4 m

H (m)	N1	N2	N3	NM	CN	CE	CB	CR	CS	C60	D (m)	Ap (m ²)	p (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qult (ton)
5	7	10	13	3	1,7	0,7	1,15	1	1	4	0,4	0,126	1,256	2,597	51,931	54,528
10	11	16	32	58	1,6	0,7	1,15	1	1	75	0,4	0,126	1,256	94,171	1883,413	1977,584
15	15	19	22	27	1,5	0,7	1,15	1	1	33	0,4	0,126	1,256	61,916	1238,312	1300,228
20	20	25	18	23	1,4	0,7	1,15	1	1	26	0,4	0,126	1,256	66,442	1328,848	1395,290
25	17	18	20	23	1,4	0,7	1,15	1	1	25	0,4	0,126	1,256	78,709	1574,174	1652,882
30	18	20	25	42	1,3	0,7	1,15	1	1	43	0,4	0,126	1,256	163,901	3278,028	3441,929

Tabel 8 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Meyerhof dengan Diameter 0,6 m

H (m)	N1	N2	N3	NM	CN	CE	CB	CR	CS	C60	D (m)	Ap (m ²)	p (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qult (ton)
5	7	10	13	3	1,7	0,7	1,15	1	1	4	0,6	0,283	1,884	3,895	77,896	81,791
10	11	16	32	58	1,6	0,7	1,15	1	1	75	0,6	0,283	1,884	141,256	2825,120	2966,376
15	15	19	22	27	1,5	0,7	1,15	1	1	33	0,6	0,283	1,884	92,873	1857,469	1950,342
20	20	25	18	23	1,4	0,7	1,15	1	1	26	0,6	0,283	1,884	99,664	1993,272	2092,936
25	17	18	20	23	1,4	0,7	1,15	1	1	25	0,6	0,283	1,884	118,063	2361,261	2479,324
30	18	20	25	42	1,3	0,7	1,15	1	1	43	0,6	0,283	1,884	245,852	4917,042	5162,894

Tabel 9 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Meyerhof dengan Diameter 0,8 m

H (m)	N1	N2	N3	NM	CN	CE	CB	CR	CS	C60	D (m)	Ap (m ²)	p (m)	Qp (ton)	Qs (ton)	Qult (ton)
5	7	10	13	3	1,7	0,7	1,15	1	1	4	0,8	0,502	2,512	5,193	103,862	109,055
10	11	16	32	58	1,6	0,7	1,15	1	1	75	0,8	0,502	2,512	188,341	3766,827	3955,168
15	15	19	22	27	1,5	0,7	1,15	1	1	33	0,8	0,502	2,512	123,831	2476,625	2600,456
20	20	25	18	23	1,4	0,7	1,15	1	1	26	0,8	0,502	2,512	132,885	2657,696	2790,581
25	17	18	20	23	1,4	0,7	1,15	1	1	25	0,8	0,502	2,512	157,417	3148,348	3305,765
30	18	20	25	42	1,3	0,7	1,15	1	1	43	0,8	0,502	2,512	327,803	6556,056	6883,858

Tabel 10 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Metode Meyerhof dengan Diameter 0,4 m

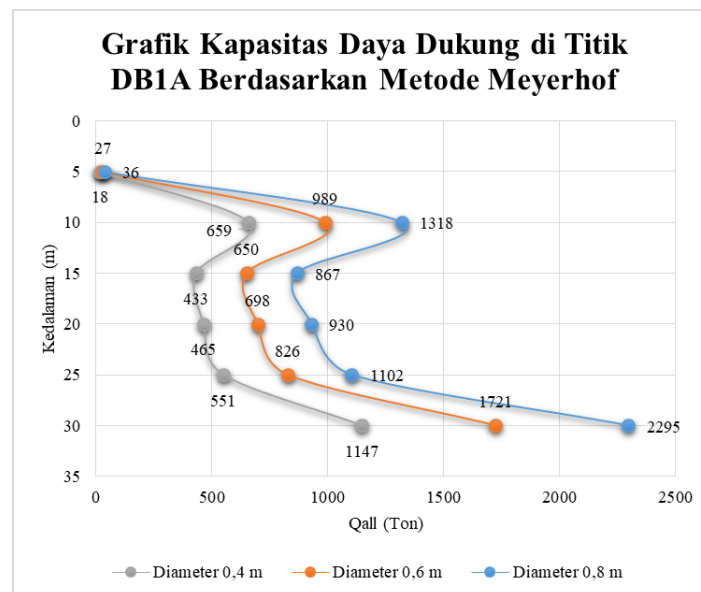
H (m)	Qall (ton)	P (ton)	n (buah)	s (m)	θ (D/s) ^o	Eg	Qag (ton)
5	18,176	2384,37	140	0,8	0,464	0,9906	2520,628
10	659,195	2384,37	4	0,8	0,464	0,9948	2623,184
15	433,409	2384,37	6	0,8	0,464	0,9948	2587,049
20	465,097	2384,37	6	0,8	0,464	0,9940	2773,796
25	550,961	2384,37	5	0,8	0,464	0,9940	2738,234
30	1147,310	2384,37	3	0,8	0,464	0,9974	3433,057

Tabel 11 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Metode Meyerhof dengan Diameter 0,6 m

H (m)	Qall (ton)	P (ton)	n (buah)	s (m)	θ (D/s) $^\circ$	Eg	Qag (ton)
5	27,264	2384,37	89	1,2	0,464	0,9908	2404,155
10	988,792	2384,37	3	1,2	0,464	0,9974	2958,729
15	650,114	2384,37	4	1,2	0,464	0,9948	2587,049
20	697,645	2384,37	4	1,2	0,464	0,9948	2776,194
25	826,441	2384,37	3	1,2	0,464	0,9974	2472,933
30	1720,965	2384,37	2	1,2	0,464	0,9974	3433,057

Tabel 12 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Metode Meyerhof dengan Diameter 0,8 m

H (m)	Qall (ton)	P (ton)	n (buah)	s (m)	θ (D/s) $^\circ$	Eg	Qag (ton)
5	36,352	2384,37	67	1,6	0,464	0,9910	2413,683
10	1318,389	2384,37	2	1,6	0,464	0,9974	2629,982
15	866,819	2384,37	3	1,6	0,464	0,9974	2593,753
20	930,194	2384,37	3	1,6	0,464	0,9974	2783,387
25	1101,922	2384,37	3	1,6	0,464	0,9974	3297,243
30	2294,619	2384,37	2	1,6	0,464	0,9974	4577,409



Gambar 3 Grafik Kapasitas Daya Dukung Titik DB1A Berdasarkan Metode Meyerhof

Tabel 13 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok antara Terzaghi dan Meyerhof dengan Diameter 0,4 m

H	Qag (ton)		Selisih
(m)	Terzaghi	Meyerhof	%
5	2393,739	2520,628	5,30
10	2583,472	2623,184	1,54
15	2417,312	2587,049	7,02
20	2533,124	2773,796	9,50
25	2537,948	2738,234	7,89
30	2518,952	3433,057	36,29

Tabel 14 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok antara Terzaghi dan Meyerhof dengan Diameter 0,6 m

H	Qag (ton)		Selisih
(m)	Terzaghi	Meyerhof	%
5	2394,873	2404,155	0,39
10	2653,250	2958,729	11,51
15	2580,224	2587,049	0,26
20	2524,763	2776,194	9,96
25	2710,436	2472,933	8,76
30	2620,400	3433,057	31,01

Tabel 15 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok antara Terzaghi dan Meyerhof dengan Diameter 0,8 m

H	Qag (ton)		Selisih
(m)	Terzaghi	Meyerhof	%
5	2481,087	2413,683	2,72
10	2994,924	2629,982	12,19
15	2517,178	2593,753	3,04
20	2701,166	2783,387	3,04
25	2703,388	3297,243	21,97
30	2520,572	4577,409	81,60

Pembahasan

Analisa diawali dengan pencarian korelasi masing-masing N-SPT berdasarkan kedalaman dengan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan sesuai dengan metode yang digunakan, yaitu metode Terzaghi dan Meyerhof. Untuk metode Terzaghi dapat dilihat bahwa nilai korelasi yang diperlukan diantaranya nilai c (kohesi), ϕ (sudut geser), γ (berat isi) dan λ (lambda) untuk mencari nilai kapasitas daya dukung ujung serta daya dukung gesek tiang. Sedangkan untuk metode Meyerhof, parameter tanah yang diperlukan yaitu nilai korelasi antara N-SPT dengan tegangan efektif vertikal.

Setelah nilai daya dukung masing-masing diameter didapat, dilanjutkan dengan mencari banyaknya tiang yang diperlukan dan menghitung daya dukung tiang kelompoknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam perbandingan daya dukung tiang tunggal maupun tiang kelompok antara metode Terzaghi dan Meyerhof, cenderung menunjukkan bahwa metode Meyerhof menghasilkan nilai daya dukung yang lebih besar daripada metode Terzaghi.
2. Nilai efisiensi yang dihasilkan dari kedua metode tidak cukup berbeda dengan range 0,9904 – 0,9974. Tetapi jumlah tiang yang

diperlukan lebih banyak dihasilkan dari metode Terzaghi.

3. Berdasarkan metode Terzaghi, kapasitas daya dukung tiang kelompok untuk dapat memikul beban struktur yang ada optimum pada kedalaman 10 m dengan ketentuan, jika menggunakan diameter tiang 0,4 m maka diperlukan tiang sebanyak 12 buah tiang, apabila menggunakan diameter tiang 0,6 m maka diperlukan sebanyak 6 buah tiang, kemudian jika menggunakan diameter tiang 0,8 m maka tiang yang diperlukan adalah 4 buah tiang.
4. Sedangkan berdasarkan metode Meyerhof, kapasitas daya dukung tiang kelompok untuk dapat memikul beban struktur yang ada optimum pada kedalaman 10 m dengan ketentuan, jika menggunakan diameter tiang 0,4 m maka diperlukan tiang sebanyak 4 buah tiang, apabila menggunakan diameter tiang 0,6 m maka diperlukan sebanyak 3 buah tiang, kemudian jika menggunakan diameter tiang 0,8 m maka tiang yang diperlukan adalah 2 buah tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, J.E. 1998. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid I (Edisi 4)*. Silaban, P., penerjemah. Jakarta: Erlangga.
- [2] Hardiyatmo, H.C. 2002. *Teknik Pondasi*. Yogyakarta: Beta Offset.