

Analisis Daya Dukung Pondasi dan Perencanaan Konstruksi di Gudang Bahan Peledak, Samboja, Kutai Kartanegara

Dedy Sulistianto^{1*}, Tatag Yufitra Rus²

^{1,2}Politeknik Negeri Balikpapan

*Email: dedy.sulistianto@poltekba.ac.id

Abstract

The foundation is a crucial element of a building's structure, supporting loads and transferring them to the underlying soil. This study guides the foundation and geotechnical design at the Explosives Warehouse site, Samboja, Kutai Kartanegara, based on results from N-SPT and Sondir (CPT) tests. The analysis was conducted using the Meyerhof method to calculate the foundation-bearing capacity. Soil investigation results indicate the dominance of a Clay layer up to 20 meters deep with N-SPT values ranging from 3 to 60, and the presence of a sand layer between 1 and 7 meters in borehole BH.03. The CPT test showed high soil density at depths of 5.40 to 7.40 meters, while the Sondir test identified a hard soil layer between 3.00 and 7.20 meters. Based on the analysis, the use of deep foundations, such as pile foundations or bored piles, is recommended to ensure the stability and safety of the structure, especially if the proposed load exceeds the soil's bearing capacity. The bearing capacity calculations for pile foundations show that increasing the dimension or diameter of the piles is directly proportional to the increase in both compressive and tensile bearing capacity.

Keywords: Foundation, bearing capacity, N-SPT, CPT

Abstrak

Pondasi adalah elemen krusial dalam struktur bangunan, yang berfungsi untuk menopang beban dan mentransfernya ke tanah di bawahnya. Studi ini memberikan panduan perencanaan pondasi dan geoteknik di area Gudang Bahan Peledak, Samboja, Kutai Kartanegara, berdasarkan hasil uji N-SPT dan Sondir (CPT). Metode analisis yang digunakan adalah metode Meyerhof untuk menghitung daya dukung pondasi. Hasil penyelidikan tanah menunjukkan dominasi lapisan Clay hingga kedalaman 20 meter dengan nilai N-SPT yang bervariasi antara 3 hingga 60, serta adanya lapisan pasir pada kedalaman 1 hingga 7 meter di borehole BH.03. Uji CPT menunjukkan kepadatan tanah yang tinggi pada kedalaman 5,40 hingga 7,40 meter, sementara uji sondir mengidentifikasi lapisan tanah keras pada kedalaman 3,00 hingga 7,20 meter. Berdasarkan hasil analisis, disarankan untuk menggunakan pondasi dalam, seperti tiang pancang atau bored pile, guna menjamin stabilitas dan keamanan struktur, terutama apabila beban rencana melebihi kapasitas dukung tanah. Perhitungan daya dukung pondasi tiang menunjukkan bahwa peningkatan dimensi atau diameter pondasi tiang sebanding dengan peningkatan kapasitas daya dukung tekan dan tarik.

Kata kunci: Pondasi tiang, bearing capacity, N-SPT, CPT

1. Pendahuluan

Pondasi merupakan elemen penting dalam struktur bangunan, berfungsi untuk menopang beban dan mentransfernya ke tanah di bawahnya [1]. Dalam kondisi tanah yang kurang kuat, pondasi tiang pancang menjadi solusi yang efektif. Tiang pancang menahan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan dengan mengandalkan daya dukung di ujung tiang dan gesekan di sekeliling selimut tiang. Oleh karena itu, analisis yang cermat diperlukan dalam pemilihan metode dan parameter yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung [2].

Proses penentuan kapasitas dukung tiang pancang terus berkembang, dengan berbagai metode analisis yang diperkenalkan untuk meningkatkan akurasi berdasarkan hasil uji penyelidikan tanah. Di Indonesia, hasil uji laboratorium, Cone Penetration Test (CPT), dan Standard Penetration Test (N-SPT) adalah metode yang umum digunakan. Setiap metode memberikan informasi penting tentang karakteristik tanah, yang berpengaruh signifikan terhadap perhitungan kapasitas dukung tiang pancang [3][4][5]. Namun, dalam penelitian sebelumnya, jarang ditemukan kajian yang membahas mengenai rekomendasi pemilihan pondasi berdasarkan pilihan ukuran dan bentuk pondasi dalam [6]. Studi ini membuka ruang bagaimana perbedaan ukuran dan bentuk pondasi dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas perencanaan pondasi tiang pancang, serta bagaimana hal tersebut dapat diintegrasikan dengan hasil uji tanah untuk mendapatkan desain yang optimal.

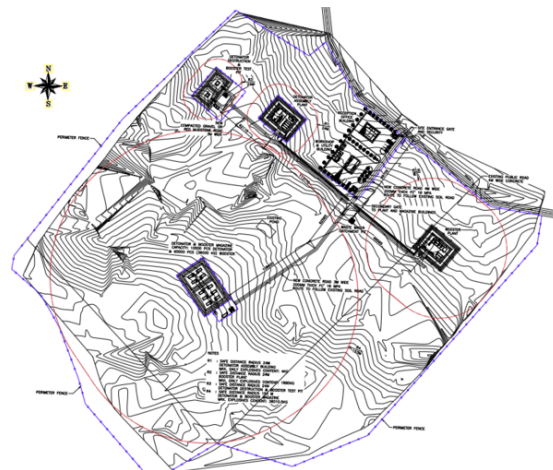
Studi ini dapat memberikan rekomendasi perencanaan konstruksi pondasi dan geoteknik di area Gudang Bahan Peledak, Samboja, Kutai Kartanegara. Lokasi ini memiliki beberapa hasil uji penyelidikan tanah berupa N-SPT dan Sondir (CPT). Pemilihan parameter yang tepat dari hasil uji tersebut sangat penting untuk mendapatkan analisis yang akurat dalam menentukan kapasitas dukung pondasi, baik dari segi daya dukung tekan maupun tarik tiang pancang, guna memastikan keamanan dan keandalan struktur bangunan. Selain itu, studi

ini juga memberikan kajian terhadap rekomendasi pemilihan pondasi berdasarkan ukuran dan bentuk pondasi dalam, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi perencanaan dan meminimalkan biaya konstruksi tanpa mengorbankan kestabilan dan keamanan struktur.

2. Metoda Penelitian

2.1. Deskripsi Proyek

Lokasi yang digunakan dalam studi kasus kali ini ialah pada proyek perencanaan pondasi di area Gudang Bahan Peledak, Samboja, Kutai Kartanegara. Denah rencana Pembangunan Gudang Bahan Peledak tersebut tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah Rencana Pembangunan Gudang Bahan Peledak di Samboja, Kutai Kartanegara

Perencanaan pondasi pada gudang penyimpanan bahan peledak sangat penting untuk memastikan keamanan, stabilitas, dan kepatuhan terhadap regulasi. Pondasi yang dirancang dengan baik dapat menahan beban berat bahan peledak, mengurangi risiko keruntuhan, dan mengendalikan getaran yang dapat memicu ledakan [7]. Selain itu, analisis geoteknik yang akurat diperlukan untuk menentukan daya dukung tanah, sehingga pondasi dapat mencegah potensi kontaminasi tanah dan air. Dengan memperhatikan semua faktor ini, perencanaan pondasi yang matang menjadi Langkah krusial dalam menjaga integritas struktur dan melindungi lingkungan sekitar.

2.2. Penyelidikan Tanah

Hasil uji penyelidikan tanah yang digunakan dalam analisa kapasitas dukung berupa data N-SPT dan CPT. Lokasi pengujian dapat dilihat pada Gambar 2. Total data penyelidikan lapangan tanah yang dilakukan di lokasi ini mencakup pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) sebanyak 5 titik dan *Cone Penetration Test* (CPT) sebanyak 5 titik. Kedua pengujian ini dilakukan untuk mengetahui atau mendapatkan daya dukung tanah secara langsung di proyek.



Gambar 2. Lokasi Titik Pengujian SPT dan CPT

2.3. Pengujian Boring dan SPT

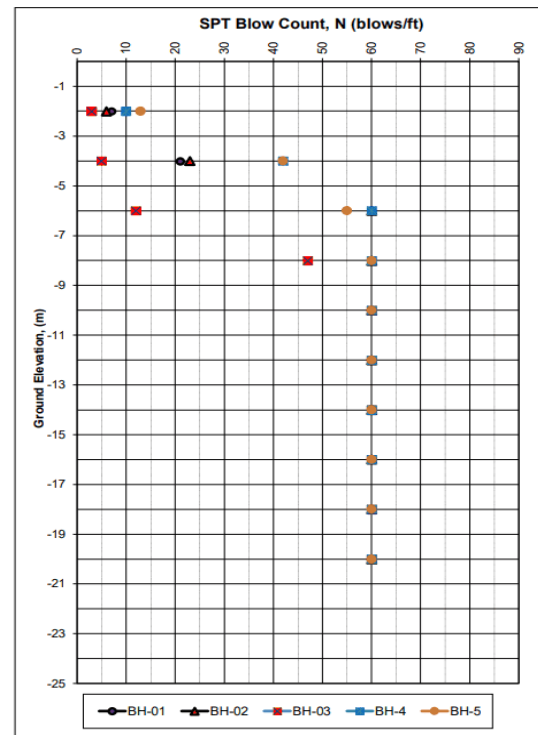
Tujuan N-SPT (Standar Penetration Test) terhadap desain pondasi adalah untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan, yang penting untuk identifikasi perlapisan tanah dan penentuan daya dukung tanah. Hasil uji N-SPT memberikan informasi terkait karakteristik tanah, seperti kepadatan dan konsistensi, yang digunakan dalam perhitungan daya dukung tanah untuk mendukung desain pondasi yang tepat. Dengan demikian, N-SPT membantu perancang dalam menentukan jenis dan dimensi pondasi yang sesuai, serta memastikan stabilitas dan keamanan struktur bangunan dengan mengacu pada karakteristik tanah di lokasi proyek [8].

Berdasarkan hasil penyelidikan lapangan dan analisis perencanaan pondasi di area Gudang Bahan Peledak di Samboja, Kutai Kartanegara, diperoleh informasi bahwa hingga kedalaman 20 meter, tanah didominasi oleh lapisan Clay (Medium to Hard) dengan nilai N-SPT yang bervariasi antara 3 hingga 60,

menunjukkan variasi kekuatan tanah yang signifikan. Hasil pengujian boring dan SPT di proyek Gudang Bahan Peledak di Muara Badak menunjukkan bahwa pada area BH.01, BH.02, BH.04, dan BH.05 pada kedalaman 0,00 – 20,00 m, jenis tanah yang ditemukan adalah lempung, sedangkan di BH.03 terdapat lapisan pasir pada kedalaman 1,00 – 7,00 m dan lempung pada kedalaman 7,00 – 20,00 m.

Tabel 1. Rekap Hasil Uji Boring dan SPT

Boring No.	Soil Unit Number (meter)	Description	Sub Soil Unit Number (meter)	Consistency / Density	N-SPT (Blows/30 cm)
BH.01	1 0.00 - 20.00	Clay	1 0.00 - 2.00	Medium	7/30
			2 2.00 - 4.00	Very Stiff	21 - 60
			3 4.00 - 20.00	Hard	≥ 60
BH.02	1 0.00 - 20.00	Clay	1 0.00 - 4.00	Medium	6 - 23/30
			2 4.00 - 20.00	Hard	≥ 60
BH.03	1 0.00 - 1.00	Silt Clay	1 0.00 - 1.00	Very Soft	3/30
	2 1.00 - 4.00	Silt Sand	2 1.00 - 4.00	Very Loose	5/30
	3 4.00 - 7.00	Fine Sand	3 4.00 - 7.00	Loose	12 - 47/30
	4 7.00 - 20.00	Clay	4 7.00 - 20.00	Hard	≥ 60
BH.04	1 0.00 - 20.00	Clay	1 0.00 - 1.50	Stiff	10/30
			2 1.50 - 20.00	Hard	42 - 60/30
BH.05	1 0.00 - 20.00	Clay	1 0.00 - 1.50	Stiff	13/30
			2 1.50 - 20.00	Hard	42 - 60/30



Gambar 3. N-SPT terhadap Kedalaman

Dari hasil nilai N yang ditunjukkan pada hasil ketiga titik pengujian menunjukkan bahwa

tanah keras dijumpai pada rata-rata kedalaman > 6 m.

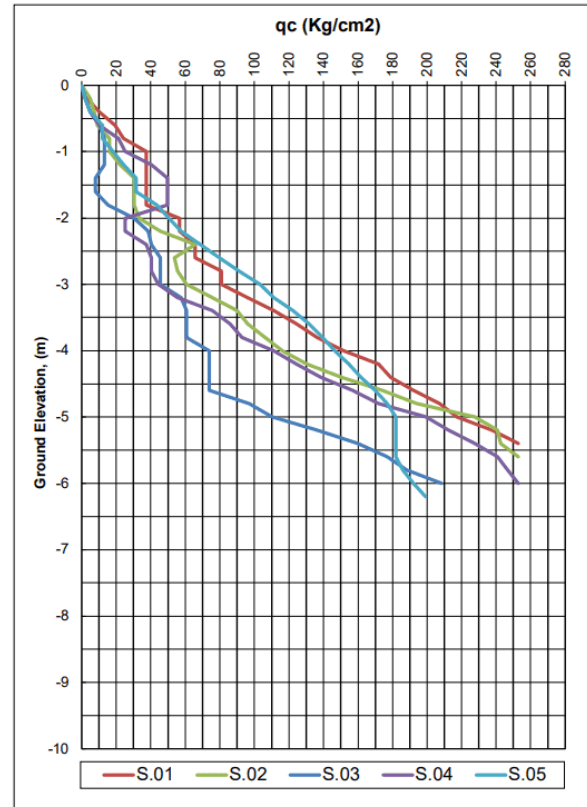
2.4. Pengujian CPT

Sondir atau CPT (*Cone Penetration Test*) digunakan sebagai metode uji penetrasi lapangan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah, yang berguna dalam interpretasi perlapisan tanah dan perhitungan desain pondasi bangunan. Uji sondir atau CPT dilakukan dengan alat sondir yang terdiri dari konus dan peralatan lainnya yang dapat ditekan secara mekanik atau hidraulik ke dalam tanah. Parameter yang diperoleh dari uji sondir, seperti perlawanan konus (q_c), perlawanan geser (f_s), angka banding geser (R_f), dan geseran total tanah (T_f), digunakan untuk menentukan karakteristik tanah, seperti kepadatan dan kekuatan tanah. Data ini sangat penting dalam mendukung keputusan desain pondasi, baik dalam menentukan kedalaman, dimensi, dan jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah di lokasi pembangunan. Dengan demikian, uji sondir memberikan informasi yang diperlukan untuk memastikan stabilitas dan daya dukung pondasi bangunan, yang menjadi bagian penting dalam perencanaan struktur tanah pondasi [9].

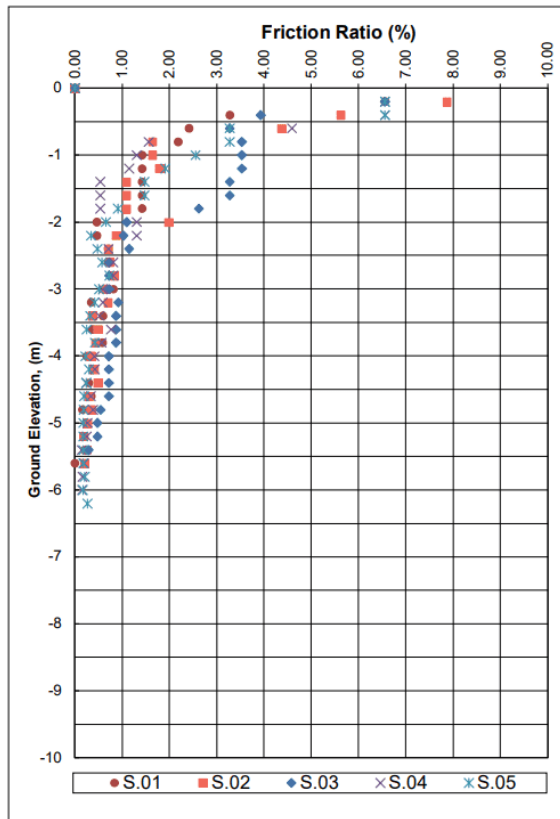
Hasil uji Cone Penetration Test (CPT) menunjukkan bahwa pada kedalaman 5,40 meter hingga 7,40 meter, nilai q_c berkisar antara 252,83 kg/cm² hingga 249,8 kg/cm², yang mengindikasikan tingkat kepadatan tanah yang tinggi dan kemampuannya untuk mendukung beban struktur pondasi. Selain itu, hasil pengujian sondir rencana pada proyek Pembangunan Gudang Bahan Peledak di Muara Badak mengidentifikasi lapisan tanah keras pada kedalaman 3,00 meter hingga 7,20 meter, yang dapat berfungsi sebagai dasar yang baik untuk pondasi

Tabel 2. Rekap Hasil Uji Sondir

CPT	Depth (meter)	Cone Resistance (Kg/cm ²)	Total Friction (Kg/cm)	GWL (meter)
S.01	5,40	252,83	263,54	-
S.02	5,60	252,83	251,74	-
S.03	6,80	252,83	291,08	-
S.04	6,00	252,83	233,39	-
S.05	7,40	249,80	289,76	-



Gambar 4. q_c terhadap Kedalaman



Gambar 5. Friction Ratio terhadap Kedalaman

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung dilakukan berdasarkan data SPT dan CPT (Meyerhoff, 1956). Untuk mengetahui daya dukung tanah, pondasi dihitung dengan menggunakan persamaan modifikasi Meyerhof (Meyerhof 1956, Meyerhof 1974) untuk meningkatkan daya dukung sampai 50% (Bowles, 1988) [4] [10]. Tabel dibawah menggambarkan daya dukung ijin terhadap lebar pondasi berdasarkan data CPT dan N-SPT dengan lebar $D = 1,0$ m.

Untuk $B < 4$ ft:

$$q_a = \frac{N}{0,05 k_d}$$

Dengan k_d adalah faktor koreksi yang bergantung pada rasio tinggi terhadap lebar D/B dan tidak boleh melebihi 1.33:

$$k_d = \left(1 + 0,33 \frac{D}{B}\right)$$

Untuk $B > 4$ ft:

$$q_a = \frac{N}{0,08} \left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2 k_d$$

Keterangan:

N adalah beban aksial pada pondasi atau tiang

B adalah lebar pondasi

D adalah kedalaman pondasi dari permukaan tanah

k_d adalah faktor koreksi yang bergantung pada rasio kedalaman terhadap lebar D/B

Tabel 3 dan Tabel 4 menjelaskan hasil perhitungan daya dukung ijin tanah berdasarkan pengujian data CPT dan N-SPT, dengan kedalaman pondasi dari permukaan tanah

$D = 1,0$ m. Dari kedua tabel tersebut, terlihat bahwa rasio lebar (B) dan panjang (L) pondasi mempengaruhi nilai daya dukung ultimate pondasi. Pada hasil perhitungan menggunakan data CPT, titik S.05 menunjukkan nilai daya dukung terbesar, sedangkan titik S.03 memiliki nilai daya dukung terkecil. Sementara itu, pada perhitungan menggunakan data SPT, titik BH.05 memiliki nilai daya dukung terbesar, dan titik BH.03 merupakan yang terkecil.

Tabel 3. Daya Dukung Ijin Tanah terhadap Lebar ($D = 1,0$ m) Berdasarkan Data CPT

TITIK S	Depth (m)	B (m)	L (m)	qc rata2	A (m ²)	Daya Dukung ijin (q all) (kN/m ²)	Daya Dukung ijin (q all) (Ton/m ²)	Beban Ijin (P all) (Ton)
S.01	1,0	1,00	1,00	54,0	1,0	182,4	18,24	18,24
	1,0	1,50	1,50	75,8	2,3	266,5	26,65	59,96
S.02	1,0	1,00	1,00	40,4	1,0	136,4	13,64	13,64
	1,0	1,50	1,50	58,0	2,3	203,9	20,39	45,87
S.03	1,0	1,00	1,00	27,6	1,0	93,2	9,32	9,32
	1,0	1,50	1,50	38,6	2,3	135,5	13,55	30,48
S.04	1,0	1,00	1,00	38,9	1,0	131,4	13,14	13,14
	1,0	1,50	1,50	53,1	2,3	186,6	18,66	41,97
S.05	1,0	1,00	1,00	54,5	1,0	184,3	18,43	18,43
	1,0	1,50	1,50	78,2	2,3	274,7	27,47	61,81

Tabel 4. Daya Dukung Ijin Tanah terhadap Lebar
(D = 1,0 m) berdasarkan Data N-SPT.

TTIK BH	Depth (m)	B (m)	L (m)	N60 rata2	A (m ²)	Daya Dukung ijin (q all) (kN (Ton/ /m ² m ²)	Beban Ijin (P all) (Ton)
BH.01	1,0	1,00	1,00	7,7	1,0	205,3	20,5
	1,0	1,50	1,50	10,3	2,3	227,1	22,7
	1,0	2,00	2,00	14,1	4,0	271,5	27,1
	1,0	3,00	3,00	22,6	9,0	378,7	37,9
BH.02	1,0	1,00	1,00	7,3	1,0	195,3	19,5
	1,0	1,50	1,50	10,5	2,3	231,1	23,1
	1,0	2,00	2,00	14,5	4,0	279,8	28,0
	1,0	3,00	3,00	22,9	9,0	384,3	38,4
BH.03	1,0	1,00	1,00	2,7	1,0	72,6	7,3
	1,0	1,50	1,50	3,1	2,3	68,1	6,8
	1,0	2,00	2,00	3,8	4,0	73,8	7,4
	1,0	3,00	3,00	7,3	9,0	121,7	12,2
BH.04	1,0	1,00	1,00	12,8	1,0	339,6	34,0
	1,0	1,50	1,50	18,8	2,3	412,0	41,2
	1,0	2,00	2,00	23,4	4,0	450,7	45,1
	1,0	3,00	3,00	29,5	9,0	494,8	49,5
BH.05	1,0	1,00	1,00	14,8	1,0	392,9	39,3
	1,0	1,50	1,50	20,2	2,3	443,6	44,4
	1,0	2,00	2,00	24,5	4,0	471,0	47,1
	1,0	3,00	3,00	30,2	9,0	506,3	50,6

3.2. Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan SPT dan CPT

Perhitungan daya dukung tiang tunggal sangat penting dalam desain pondasi, dan dapat dihitung berdasarkan data dari Standard Penetration Test (SPT) dan Cone Penetration Test (CPT). Menurut Meyerhof (1976), daya dukung tiang dihitung dengan mempertimbangkan dua komponen utama: daya dukung pada kulit tiang dan daya dukung pada dasar tiang. Kapasitas daya dukung ijin dihitung dengan membagi daya dukung ultimate dengan Safety Factor (SF).

3.2.1. Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Data SPT

Pada perhitungan daya dukung tiang menggunakan data SPT, rumus yang digunakan mengikuti prinsip dasar dari Meyerhof [10] sebagai berikut:

1. Ultimate Compression Bearing Capacity (Daya Dukung Tekan Ultimit)

$$Q_{ult} = Q_s + Q_b = m N_a A_s + 40 N_b A_p$$

Dimana:

Q_s adalah daya dukung pada kulit tiang (*skin friction*)

Q_b adalah daya dukung pada dasar tiang (*base bearing*)

m adalah faktor koreksi untuk jenis tanah (misalnya, $m = 0,2$ untuk pasir dan $m = 0,5$ untuk lempung)

N_a adalah nilai rata-rata N dari uji SPT di sepanjang tiang

N_b adalah nilai N dari uji SPT pada tanah di sekitar dasar tiang

A_s adalah luas selimut tiang (m²)

A_p adalah luas dasar tiang (m²)

2. Allowable Bearing Capacity (Daya Dukung Ijin)

Setelah menghitung daya dukung ultimate, kapasitas daya dukung ijin dihitung dengan membagi daya dukung ultimate dengan *Safety Factor* (SF). Pada umumnya, SF yang digunakan untuk SPT adalah 2,5.

$$Q_{all} = \frac{Q_s}{F_s} + \frac{Q_b}{F_b}$$

Dimana:

$F_s = 2,5$ adalah safety factor untuk kulit tiang

$F_b = 2,5$ adalah safety factor untuk dasar tiang

3. Tension Bearing Capacity (Daya Dukung Tarik)

Daya dukung tarik ultimit Q_{st} dihitung sebesar 80% dari daya dukung pada kulit tiang Q_s . Selanjutnya, daya dukung tarik ijin dihitung dengan rumus:

$$Q_{t,all} = \frac{Q_{st}}{F_s} + W_p$$

Dimana W_p adalah berat tiang

3.2.1. Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Data CPT

Dalam perhitungan daya dukung tiang menggunakan data CPT, parameter yang diukur adalah tekanan pada kedalaman tertentu dan resistansi penetrasi konus. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung ultimate dan daya dukung ijin tiang berdasarkan data CPT adalah sebagai berikut:

1. *Ultimate Compression Bearing Capacity* (Daya Dukung Tekan Ultimit)

$$Q_{ult} = Q_s + Q_b = f_s A_s + q_c A_b$$

Dimana:

Q_s adalah daya dukung pada kulit tiang (*skin friction*)

Q_b adalah daya dukung pada dasar tiang (*base bearing*)

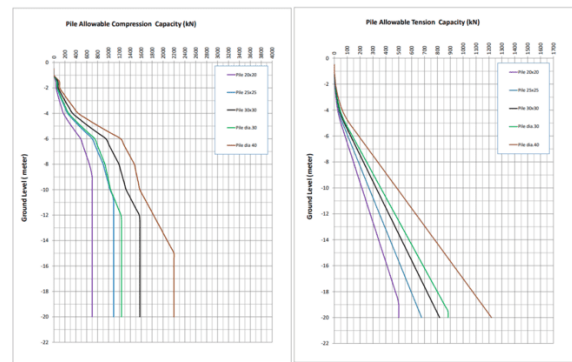
q_c adalah tahanan penetrasi kerucut statis (kg/cm^2)

f_s adalah tahanan gesek dinding satuan, dapat diambil sama dengan tahanan gesek selimut sondir q (kg/cm^2)

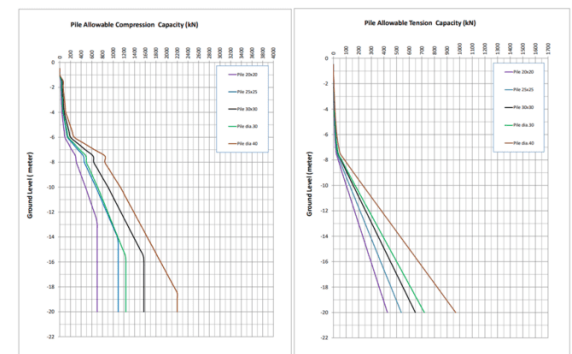
A_s adalah luas selimut tiang (m^2)

A_p adalah luas dasar tiang (m^2)

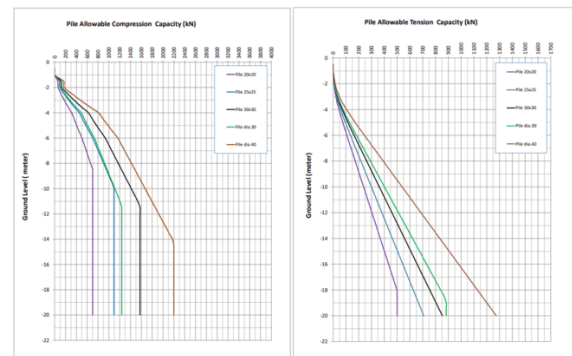
Untuk rumus perhitungan *Allowable Bearing Capacity* (Daya Dukung Ijin) dan *Tension Bearing Capacity* (Daya Dukung Tarik) dengan menggunakan data CPT serupa dengan menggunakan data SPT.



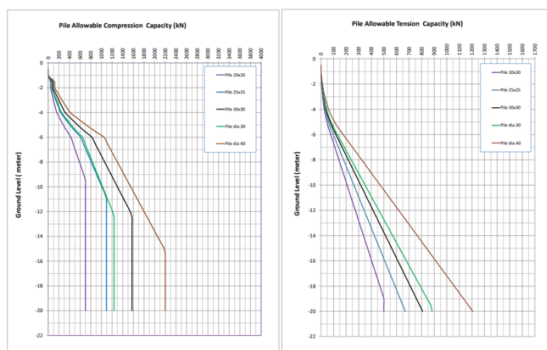
Gambar 7. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data BH.02



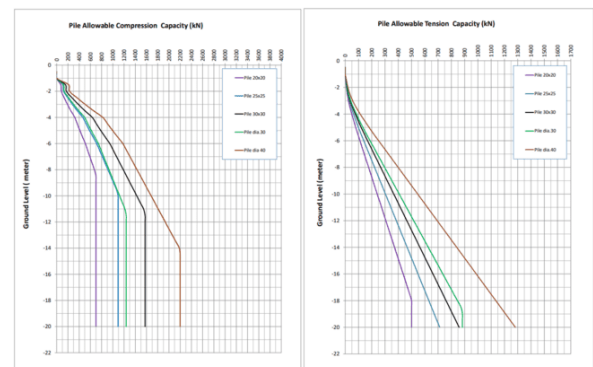
Gambar 8. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data BH.03



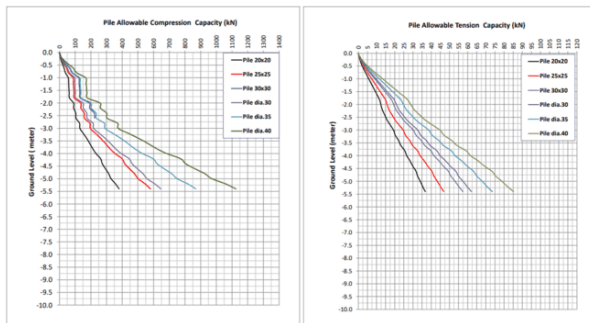
Gambar 9. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data BH.04



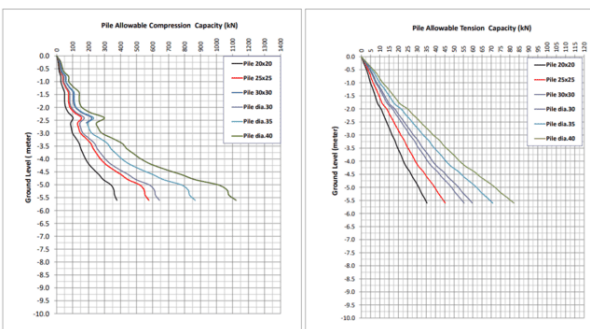
Gambar 6. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data BH.01



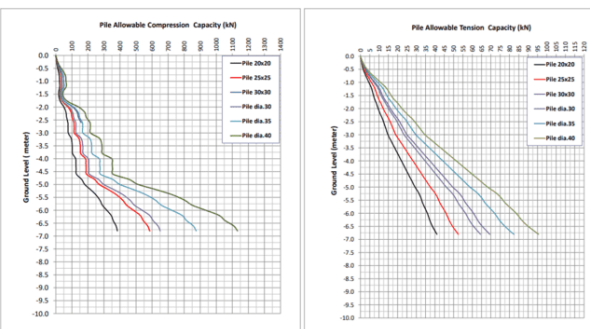
Gambar 10. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data BH.05



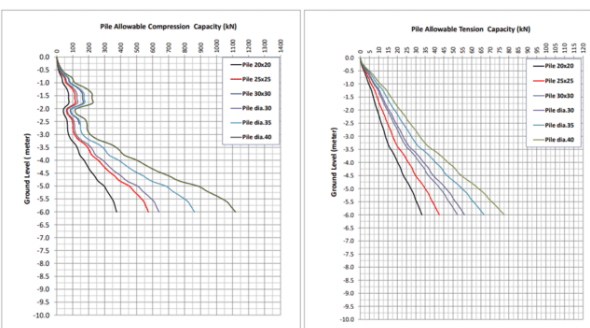
Gambar 11. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data S.01



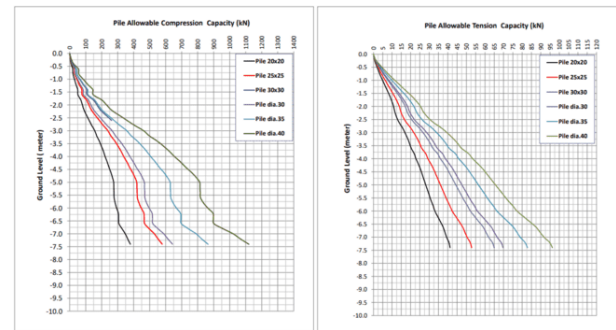
Gambar 12. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data S.02



Gambar 13. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data S.03



Gambar 14. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data S.04



Gambar 15. Daya Dukung Tiang Tunggal Tekan dan Tarik berdasarkan Data S.05

Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal untuk beban tekan dan tarik berdasarkan data SPT disajikan pada Gambar 6, 7, 8, 9, dan 10, sementara perhitungan berdasarkan data CPT ditampilkan pada Gambar 11, 12, 13, 14, dan 15. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan dimensi pondasi tiang persegi dengan ukuran 20×20 cm, 25×25 cm, dan 30×30 cm, serta diameter tiang 30 cm dan 40 cm. Dari hasil analisis, terlihat bahwa dimensi dan bentuk pondasi tiang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya dukung tiang tunggal, baik untuk beban tekan maupun tarik.

Secara umum, peningkatan dimensi atau diameter pondasi tiang berbanding lurus dengan peningkatan kapasitas daya dukung tekan dan tarik. Peningkatan ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa ukuran yang lebih besar memungkinkan distribusi beban yang lebih merata, mengurangi tegangan pada tanah sekitar pondasi, dan meningkatkan interaksi antara permukaan kulit tiang dengan tanah, sehingga mengoptimalkan transfer beban axial. Temuan ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan dimensi pondasi dalam desain struktur tiang, terutama dalam kondisi tanah yang bervariasi, untuk memastikan kestabilan dan keamanan struktur pondasi secara keseluruhan [11] [12]. Hasil ini memberikan rekomendasi jenis pondasi yang sesuai berdasarkan daya dukung yang tersedia, yang disesuaikan dengan beban bangunan gedung yang akan diterapkan sesuai dengan desain yang direncanakan.

4. Kesimpulan

Studi ini memberikan panduan perencanaan pondasi dan geoteknik di Gudang Bahan Peledak, Samboja, Kutai Kartanegara, berdasarkan hasil uji N-SPT dan Sondir (CPT).

Penyeldikan tanah menunjukkan dominasi lapisan Clay hingga kedalaman 20 meter dengan variasi N-SPT antara 3-60, dan lapisan pasir di BH.03 pada kedalaman 1-7 meter. Hasil CPT menunjukkan kepadatan tinggi pada kedalaman 5,40-7,40 meter, sementara pengujian sondir mengidentifikasi lapisan tanah keras pada kedalaman 3,00-7,20 meter. Perhitungan daya dukung tiang menunjukkan bahwa peningkatan dimensi atau diameter pondasi tiang berbanding lurus dengan peningkatan kapasitas daya dukung tekan dan tarik.

5. Saran

Disarankan untuk menggunakan pondasi dalam (tiang pancang atau *bored pile*) jika terdapat struktur, sementara pondasi dangkal bisa dipertimbangkan jika beban rencana tidak melebihi beban izin. Pastikan tiang pancang mencapai lapisan tanah keras sesuai kriteria *final setting*, yang bergantung pada ukuran pancang, *cushion*, dan kekuatan alat pancang. Beban yang diterima oleh pondasi harus tidak melebihi daya dukung tanah, dan pondasi harus memenuhi kriteria *safety factor* untuk memikul beban maksimum. Selain itu, penurunan selama masa umur struktur tidak boleh menyebabkan kerusakan pada bangunan atau mengganggu efisiensi operasional.

6. Daftar Pustaka

- [1] Sulardi, S., & Rus, T. Y. (2022). Analisa kapasitas dukung pondasi tusuk sate sebagai inovasi jenis pondasi dangkal pada area pesisir Teluk Balikpapan menggunakan analisa numerik undrained. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 6(1), 115-125.
- [2] Rus, T. Y., Sunarno, S., & Irwaniansyah, F. E. N. A. (2021). Analisa perbandingan daya dukung tiang pancang menggunakan data uji laboratorium, N-SPT, dan CPT terhadap nilai uji pile driving analyzer (studi kasus pada proyek pembangunan PT. Kaltim Amonium Nitrat di Kota Bontang). *Prosiding SNITT Poltekba*, 5, 17-23.
- [3] Ahmad, L. G., & Surahman, M. (2016). Analisis daya dukung tiang pancang menggunakan data insitu test, parameter laboratorium terhadap loading test Kantledge. *Konstruksia*, 7(2).
- [4] Chairullah, B. (2016). Analisa daya dukung pondasi dengan metoda SPT, CPT, dan Meyerhof pada lokasi rencana konstruksi PLTU Nagan Raya Provinsi Aceh. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 3(1).
- [5] Al Hakim, F. (2021). Analisis daya dukung pondasi bore pile berdasarkan data sondir pada proyek pembangunan instalasi ibu kota kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Tanah Laut (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).
- [6] Maryadi, E., Anam, S., Ramadhan, T., & Putra, A. S. (2023). Analisis penyelidikan uji tanah sondir untuk daya dukung permukaan tanah dan rekomendasi pondasi proyek New Plant di Pekanbaru, Riau. *Prosiding Sains dan Teknologi*, 2(1), 444-454.
- [7] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2023). Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 373.K/MB.01/MEM.B/2023 tentang pedoman pelaksanaan penyusunan, evaluasi, dan persetujuan rencana kerja dan anggaran biaya pada kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [8] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 4153: 2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [9] Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 2827: 2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- [10] Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Pondasi II* (Edisi Keempat). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [11] Muthmainnah, M. (2021). Analisis kapasitas dukung dan penurunan pondasi tiang pancang dengan variasi dimensi.

- [12] Dirgananta, M. F. (2018). Perencanaan ulang pondasi tiang pancang dengan variasi diameter menggunakan metode Meyerhoff, Aoki & De Alencar, dan Luciano Decourt.