

PERBANDINGAN PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG DENGAN METODE EMPIRIS (STANDARD PENETRATION TEST) DAN METODE UJI BEBAN STATIK PADA PROYEK PABRIK AMMONIUM NITRATE PT. KALTIM AMONIUM NITRAT BONTANG

Astutie Nour Haffsah¹, Totok Sulisty², Desak Made Ristia Kartika³

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan
titiehaffsah@gmail.com

Info Artikel

Abstract

Keywords: bearing capacity, foundation, standard penetration test, static loading test.

The construction of ammonium nitrate plant requires a strong and sturdy foundation because it is used as a production site and storage warehouse while explosive materials. The role of the foundation is very important as the basis of the lower structure that serves to withstand and channel the entire load or voltage of the building structure above it to the subsurface. The thing that needs to be done in order for the foundation to be safe and strong is to analyze the carrying capacity of the foundation pole that aims to know the results of the calculation and the amount of comparison value of the carrying capacity of the foundation pole. In this final task study will be determined the results of comparison of the bearing capacity of the stake ultimate from the results of empirical method calculation based on N-SPT data calculated using Meyerhof method (1956), Shioi & Fukui method (1982), and Briaud et al method (1985) with the results of static load test interpretation based on compression load test data calculated using Mazurkiewicz method (1972) and Davisson M.T method. (1973). Based on the results of the analysis obtained empirical method closest to the results of static load testing at the point of sz-1 (BH-16) and at the point of sz-2 (BH-01) is the briaud et al method (1985). The average of 3 empirical methods based on n-spt data and pole static load testing data was obtained at 503,243 and 233.5 tons and pole static load testing data was obtained at 327,193 tons and 322.25 tons. So the difference in ratio is -0,42% and +1%. Static load test can be used as a reference in carrying out the implementation of foundation work. This is the reason because the value of the static load test is a more real or direct value of the field.

Abstrak

Kata kunci: daya dukung, pondasi, uji penetrasi standar, uji beban statik.

Pembangunan pabrik amonium nitrat membutuhkan pondasi yang kuat dan kokoh karena digunakan sebagai tempat produksi dan gudang penyimpanan sementara bahan-bahan yang mudah meledak. Peranan pondasi sangat penting sebagai dasar dari struktur bawah yang berfungsi menahan dan menyalurkan keseluruhan beban atau tegangan dari struktur bangunan di atasnya ke bawah permukaan tanah. Hal yang perlu dilakukan agar pondasi tersebut aman dan kuat adalah menganalisis daya dukung tiang pondasi yang bertujuan untuk mengetahui hasil perhitungan dan besaran nilai perbandingan dari daya dukung tiang pondasi. Dalam penelitian tugas akhir ini akan ditentukan hasil perbandingan daya dukung ultimate tiang pancang dari hasil perhitungan metode empiris berdasarkan data N-SPT yang dihitung menggunakan metode Meyerhof (1956), metode Shioi & Fukui (1982), dan metode Briaud et al (1985) dengan hasil interpretasi uji beban statik berdasarkan data *compression load test* yang dihitung menggunakan metode Mazurkiewicz (1972) dan metode Davisson M.T. (1973). Berdasarkan hasil analisa didapatkan metode empiris yang paling mendekati dengan hasil pengujian beban statik pada titik SZ-1 (BH-16) dan titik SZ-2 (BH-01) adalah metode Briaud et al (1985). Daya dukung total rata-rata dari 3 metode empiris berdasarkan data N-SPT dan data pengujian beban statik tiang diperoleh sebesar 503,243 dan 231,672 ton dan data pengujian beban statik tiang diperoleh sebesar 233,5 ton dan 322,25 ton. Sehingga selisih rasio adalah -0,42 % dan +1% . Maka, uji beban statik bisa dijadikan sebagai acuan dalam melakukan pelaksanaan pekerjaan pondasi. Hal ini menjadi alasan karena nilai dari uji beban statik adalah nilai yang lebih real atau langsung dari lapangan.

1. Pendahuluan

Saat ini, perkembangan industri-industri kimia di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat cepat. Pembangunan pabrik *Ammonium Nitrate* menjadi salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia untuk memenuhi kebutuhan *Ammonium Nitrate* dalam negeri yang

tinggi dan melakukan penghematan devisa negara yang selama ini bahan tersebut masih diimpor dari luar negeri. Bangunan pabrik *Ammonium Nitrate* ini sangat membutuhkan pondasi yang kuat dan kokoh terkait dengan fungsinya yang digunakan untuk memproduksi dan penyimpanan sementara bahan-bahan *explosive*.

Terkadang, Pengujian CPT (*cone penetration test*) seringkali tidak mencerminkan kondisi bawah permukaan tanah sesungguhnya. Sebagian besar CPT di lapangan mempunyai keterbatasan, yaitu kedalaman kurang dari 30 meter. Karena *dial* dikerjakan dengan tenaga manusia yang umumnya hanya dapat mencapai tekanan total 250 kg/cm^2 [1], sehingga kadang hanya melewati lapisan tanah keras yang tipis dan ternyata di bawahnya masih ada lapisan lunak. Maka, DED (*Detail Engineering Design*) membutuhkan data bawah permukaan yang lebih lengkap daripada mengandalkan data CPT. Maka, perlu dilakukan Data SPT (*Standard Penetration Test*) dan data uji beban statik pada beberapa titik yang representatif agar data daya dukung tanah dapat diketahui lebih dalam dari CPT. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan tersebut, adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Bagaimana hasil dari perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode empiris?, 2) Bagaimana hasil dari perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode uji beban statik?, dan 3) Berapa hasil perbandingan dari perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode empiris dan uji beban static?

Adapun beberapa batasan masalah dalam penelitian ini antara lain: 1) Tiang pancang yang diuji memiliki spesifikasi dengan jenis tiang pancang adalah tiang beton bulat prategang yang termasuk kategori tiang perpindahan besar (*large displacement*) dan dimensi tiang pancang yang digunakan pada pengujian adalah $\varnothing 500 \text{ mm}$ dan panjang tiang pancang 10 meter per satuan, 2) Data penelitian di dapatkan dari data korelasi *N-SPT* dan data uji beban statik (*static loading test*) dengan metode *compression load test* atau beban uji aksial, 3) Pada pengujian SPT dan uji beban statik, titik BH-01 dan SZ-2 serta titik BH-16 dan SZ-1 menjadi titik pengujian yang digunakan untuk menganalisis penelitian dari data titik tersebut.

Dari rumusan masalah tersebut Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil perhitungan daya

Secara umum, daya dukung pondasi dalam dapat

dukung tiang pancang dengan metode empiris dan uji beban statik serta mengetahui besaran nilai perbandingan daya dukung tiang pancang dari kedua metode tersebut. Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan wawasan pengetahuan mengenai hasil penelitian perbandingan perhitungan daya dukung tiang pancang dengan metode empiris dan metode uji beban statik.
2. Sebagai acuan dan bukti manual untuk perencanaan dan perancangan pondasi yang nantinya akan dibangun di pabrik *ammonium nitrate* PT. Kaltim Amonium Nitrat Bontang.

Elemen tanah berperan besar dalam kehidupan. Banyak dari kegiatan manusia yang tidak bisa lepas dari tanah, khususnya bidang pembangunan karena tanah memiliki fungsi dan manfaat yang sangat berguna. Secara garis besar, tanah berasal dari sekelompok mineral, bahan organik, dan endapan lepas yang terletak diatas batuan dasar. Awal terbentuknya tanah diawali ketika ikatan antara mineral yang mengendap terjadi diantara partikel dasar.[2]

Pondasi merupakan bagian penting dalam bangunan yang tugasnya adalah meneruskan beban struktur di atasnya ke dalam tanah.[3] Pondasi tiang pancang menjadi pondasi yang sering banyak digunakan dalam pembangunan, baik gedung dan pabrik karena pondasi ini dibuat dengan bahan baja atau beton bertulang yang kemudian dicetak dan dicor di Pabrik. Setelah itu, tiang tersebut diangkut dan dipancangkan di lokasi proyek.[4]

Daya dukung pondasi merupakan beban yang memiliki kemampuan dalam menahan tekanan yang diijinkan bekerja berdasarkan kondisi tanah pada tiang tersebut di tempatkan. Berdasarkan cara mendukung beban, tiang dibagi menjadi 2 macam, yaitu tiang dukung ujung (*end bearing*) dan tiang gesek atau selimut tiang (*friction bearing*) yang tertera pada gambar 1.

dihitung dengan rumus secara umum:

$$Q_u = Q_p + Q_s = (f_p \times A_p) + (f_s \times A_s) \dots \dots \dots (1)$$

dengan,

Q_u = daya dukung ultimit (ton)

Q_p = daya dukung ujung tiang (ton)

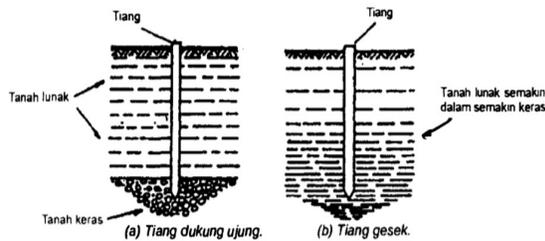
Q_s = daya gesek selimut tiang (ton)

f_p = tahanan ujung tiang (ton/m²)

A_p = luas penampang dasar tiang(m²)

f_s = tahanan friksi pada selimut (ton/m²)

A_s = luas selimut tiang (m²)



Gambar 1 Tiang Ditinjau Dari Cara Mendukung Bebannya
(Sumber: Hardiyatmo, 2008)

Untuk mengetahui daya dukung tiang pondasi pada pekerjaan konstruksi berskala besar Hal yang wajib dilakukan ketika adalah melakukan penyelidikan tanah. Ada beberapa jenis penyelidikan tanah, dan paling sering digunakan di Indonesia adalah Cone Penetration Test (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT). Pengujian tersebut merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas atau daya dukung tanah.^[5] *Standard Penetration Test* (SPT) adalah salah satu jenis uji penyelidikan tanah yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui perlawanan dinamik pada tanah.^[6]

Langkah persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pengujian SPT, diantaranya:

1. Pasang blok penahan (*knocking block*) pada pipa bor.
2. Beri tanda pada ketinggian sekitar 75 cm pada pipa bor yang berada di atas penahan.
3. Bersihkan lubang bor pada kedalaman yang akan dilakukan pengujian dari bekas-bekas pengeboran.

4. Pasang *split barrel sampler* pada pipa bor, dan pada ujung lainnya disambungkan dengan pipa bor yang telah dipasangi blok penahan.
5. Masukkan peralatan uji SPT ke dalam dasar lubang bor atau sampai kedalaman pengujian yang diinginkan.
6. Beri tanda pada batang bor mulai dari muka tanah sampai ketinggian 15 cm, 30 cm dan 45 cm.

Selain melakukan uji penyelidikan tanah, cara mengetahui kapasitas atau daya dukung tanah adalah pengujian langsung di lapangan dengan uji beban statik. uji beban statik dilakukan dengan pengujian beban aksial tiang dengan mengukur pergerakan beban aksial tiang sesuai beban rencana. Perbedaan dari uji beban statik dan uji beban dinamik adalah tekanan yang diterapkan pada tiang lebih lambat. Pengujian aksial ini dilakukan berdasarkan "*Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load*".^[7] Prosedur pelaksanaan pengujian beban statik adalah sebagai berikut:

1. Sebelum memulai pengujian, melakukan inspeksi alat dan bahan yang akan digunakan dengan formulir *monitoring checklist* pengecekan alat ukur dengan melakukan pembebanan pada tiang sebesar 10 – 15% *working load*.
2. Saat pengujian, semua pengukuran dicatat pada formulir pembacaan.
3. Setelah pembacaan selesai, semua formulir di tanda tangani oleh pihak yang berkepentingan

Pada perhitungan daya dukung tiang pancang dengan pendekatan empiris berdasarkan Nilai SPT dengan metode Meyerhof (1956), Meyerhof memberikan formula daya dukung untuk tiang pancang adalah sebagai berikut^[9] :

$$Q_u = (40 \times N_b) \times A_p + (0,2 \times N_s) \times A_s \dots \dots \dots (2)$$

dimana,

Q_u = daya dukung ultimit pondasi tiang pancang (ton)

N_b = harga N-SPT pada elevasi dasar tiang

N_s = harga N-SPT rata-rata

A_p = luas penampang dasar tiang (m²)

A_s = luas selimut tiang (m²)

40 = faktor koefisien perlawanan ujung tiang

Pada perhitungan daya dukung tiang pancang dengan pendekatan empiris berdasarkan Nilai SPT dengan metode Shioi & Fukui juga, tiang pancang di semua jenis tanah, unit tahanan ujung dapat dihitung dengan :

$$Q_p = 0,3 \times P_a \times N_{60} \times A_p \dots\dots\dots(3)$$

dimana,

P_a = tekanan atmosfer (100 kN/m² atau 2000 psf)

Pada unit tahanan selimut tiang dapat dihitung dengan :

$$Q_s = 2 \times N_{55} \times A_s \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

Q_p = unit tahanan ujung (kN/m²)

Q_s = unit tahanan selimut (kPa)

N_{60} = nilai SPT rata-rata pada 4d di bawah dan 10d di atas ujung tiang

N_{55} = harga N-SPT rata-rata tahanan selimut

psf = pound per kaki persegi

Pada Metode Briaud et al (1985) unit tahanan ujung dapat dihitung dengan^[8] :

$$Q_p = 19,7 \times \sigma_\gamma \times (N_p)^{0,36} \times A_p \dots\dots\dots(5)$$

Untuk tahanan selimut tiang dapat dihitung dengan :

$$Q_s = 0,224 \times \sigma_\gamma \times (N_s)^{0,29} \times A_s \dots\dots\dots(6)$$

dimana,

q_t = unit tahanan ujung (kN/m²)

f_s = unit tahanan selimut (kN/m²)

N_p = nilai SPT terkoreksi pada elevasi dasar tiang (2D) kebawah dan 10D keatas dari ujung tiang)

N_s = Nilai SPT rata-rata selimut tiang

σ_γ = tegangan referensi (100 kN /m²)

A_p = luas penampang dasar tiang (m²)

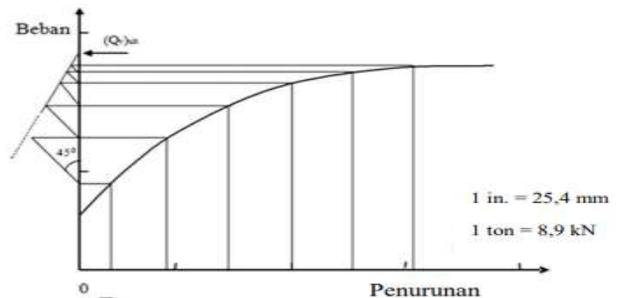
A_s = luas selimut tiang (m²)

Pada perhitungan daya dukung tiang pancang dengan interpretasi hasil uji pembebanan statik, prosedur penentuan beban ultimit dari tiang pancang untuk pondasi dengan menggunakan metode Mazurkiewicz (1972) adalah sebagai berikut ^[10]:

- a. Gambar kurva beban uji terhadap penurunan.
- b. Menarik garis dari beberapa titik penurunan yang dipilih

hingga memotong kurva. Kemudian menarik garis secara vertikal hingga memotong sumbu beban.

- c. Dari potongan setiap beban tersebut, membuat garis bersudut sebesar 45 ° terhadap garis perpotongan berikutnya dan seterusnya.
- d. Menghubungkan titik-titik yang terbentuk dan menghasilkan sebuah garis lurus. Perpotongan garis lurus ini dengan sumbu beban merupakan beban ultimitnya seperti tertera pada gambar 2



Gambar 2 Contoh Interpretasi Beban Ultimit (Metode Mazurkiewicz)

(Sumber: Anonim, 2015)

Prosedur penentuan beban ultimit dari tiang pancang pondasi dengan menggunakan metode Metode Davisson M.T. (1973) adalah sebagai berikut:

- a. Menggambar kurva beban terhadap penurunan.
- b. Pada penurunan elastis dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{S_e}{Q} = \frac{L}{A.E} \dots\dots\dots(7)$$

dimana,

S_e = penurunan elastis

Q = beban uji yang diberikan

L = panjang tiang

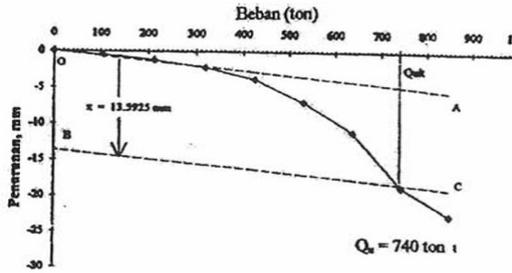
A = luas penampang tiang

E = modulus tiang

- c. Menarik garis pusat berdasarkan hasil penurunan elastis (S_e)
- d. Menarik garis AC sejajar dengan garis pusat dengan jarak X , dimana X :

$$X = 0,15 + \frac{D}{120} \dots\dots\dots(8)$$

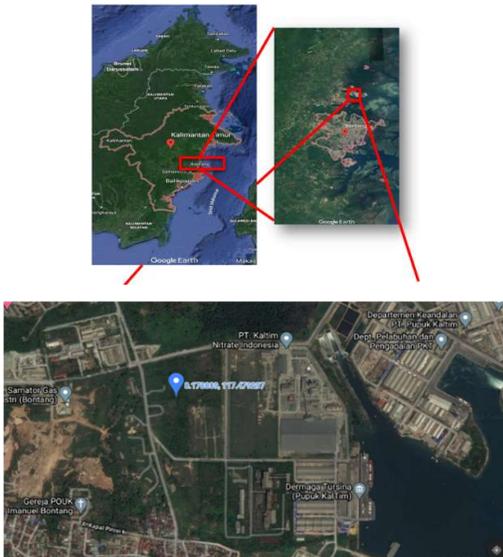
e. Perpotongan antar kurva *Load Settlement* dengan garis lurus adalah daya dukung ultimitnya seperti tertera pada gambar 3.



Gambar 3 Contoh Interpretasi Beban Ultimit (Metode Davisson M.T.)
(Sumber: Rahadjo, 2015)

2. Metodologi Penelitian

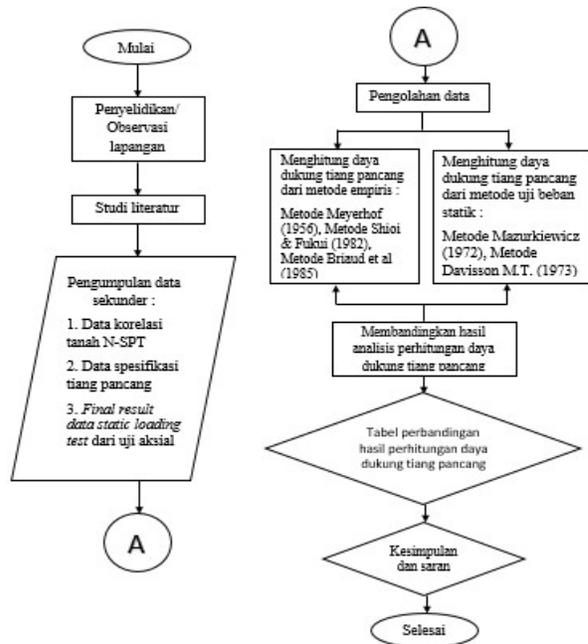
Pada penelitian ini, Penulis memilih Proyek EPC (*Engineering, Procurement, and Construction*) Pabrik *Ammonium Nitrate 75.000 MTPY Ammonium Nitrate 60.000 MTPY Nitric Acid* milik PT. Kaltim Amonium Nitrat Bontang yang berada di kawasan milik PT. Kaltim Industrial Estate (KIE) dan PT. Pupuk Kalimantan Timur (PKT), Kec. Bontang Utara, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur.



Gambar 4 Lokasi Proyek Pelaksanaan Penelitian
(Sumber: *Google Earth App*, 2021)

Pada penelitian ini juga, alat dan bahan yang

diperlukan untuk mendukung proses dan hasil dari penelitian ini adalah Data Korelasi tanah *N-SPT*, data spesifikasi tiang pancang, *final result data static loading test* dari uji aksial sebagai bahan penelitian dan Laptop, *Software Microsoft Excel* versi 2013 sebagai alat penelitian. Pada langkah atau prosedur awal penelitian, Penyelidikan atau observasi lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel uji tanah dari SPT dan uji beban static kemudian sampel tersebut diuji di laboratorium untuk mengetahui hasil data sampel dari masing-masing pengujian, melakukan studi pustaka dengan mempelajari buku-buku, jurnal, dan literatur lainnya. Selanjutnya, melakukan analisis perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan rumus perhitungan dan membandingkan hasil perhitungan tersebut. Pada tahap akhir ini bisa menarik kesimpulan penelitian yang dilakukan. Berikut adalah diagram alur penelitian:



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

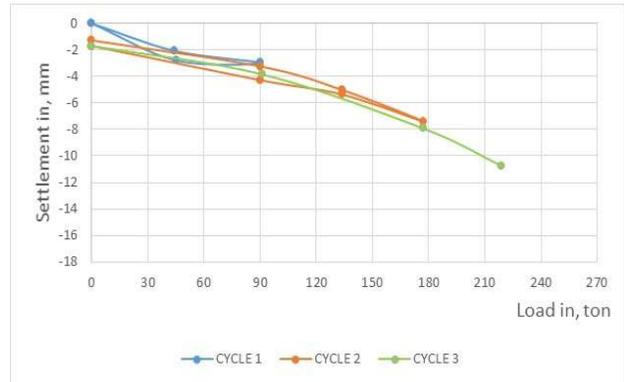
Hasil data lapangan digunakan untuk mendapatkan hasil perhitungan dan perbandingan daya dukung tiang pancang dari beberapa metode yang telah ditentukan.

Tabel 1 Stratifikasi (Penggolongan) Lapisan Tanah di titik BH-01

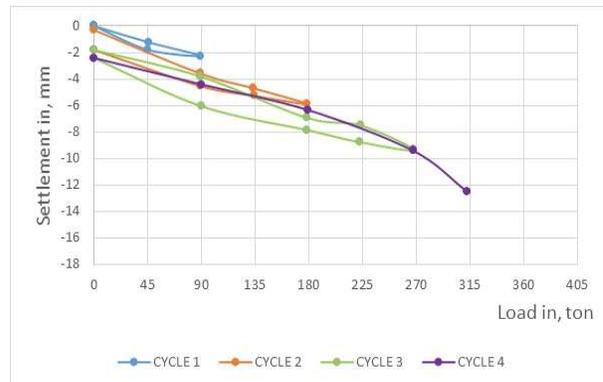
No.	Kedalaman		Tipe Tanah	N-SPT	Karakteristik
	Z1 (m)	Z2 (m)			
1.	0	2	Lempung (clay)	14	Halus, bertekstur kaku sedang
2.	2	4	Lempung (clay)	28	sangat kaku
3.	4	6	Lempung (clay)	20	sangat kaku
4.	6	8	Lempung (clay)	35	sangat kaku
5.	8	10	Lempung (clay)	35	Padat
6.	10	12	Lempung (clay)	39	Padat
7.	12	14	Lempung (clay)	39	Padat
8.	14	16	Lempung (clay)	43	Padat
9.	16	18	Lempung (clay)	47	Padat
10.	18	20	Lempung (clay)	67	Padat, sangat padat
11.	20	22	Lempung (clay)	62	Sangat padat
12.	22	24	Lempung (clay)	66	Sangat padat
13.	24	26	Lempung (clay)	71	Sangat padat
14.	26	28	Lempung (clay)	82	Sangat padat
15.	28	30	Lempung (clay)	87	Sangat padat

Tabel 2 Stratifikasi (Penggolongan) Lapisan Tanah di titik BH-16

No.	Kedalaman		Tipe Tanah	N-SPT	Karakteristik
	Z1 (m)	Z2 (m)			
1.	0	2	Lempung (clay)	9	Kaku Sedang
2.	2	4	Lempung berlumpur (silty clay)	10	Kaku
3.	4	6	Lempung (clay)	11	Kaku
4.	6	8	Lempung (clay)	13	Kaku
5.	8	10	Lempung (clay)	14	Kaku
6.	10	12	Lempung (clay)	20	Kaku-Sangat Kaku
7.	12	14	Lempung (clay)	26	Sangat Kaku
8.	14	16	Lempung (clay)	25	Sangat Kaku
9.	16	18	Batubara (carbon/coal)	29	Sangat Kaku
10.	18	20	Batubara (carbon or coal)	32	Sangat Kaku
11.	20	22	Lempung (clay)	33	Padat
12.	22	24	Lempung (clay)	37	Padat
13.	24	26	Lempung (clay)	52	Padat
14.	26	28	Lempung berlumpur (silty clay)	50	Sangat Padat
15.	28	30	Lempung berlumpur (silty clay)	53	Sangat Padat



Gambar 6 Grafik Interpretasi Beban Penurunan Uji Beban Statik Titik SZ-1

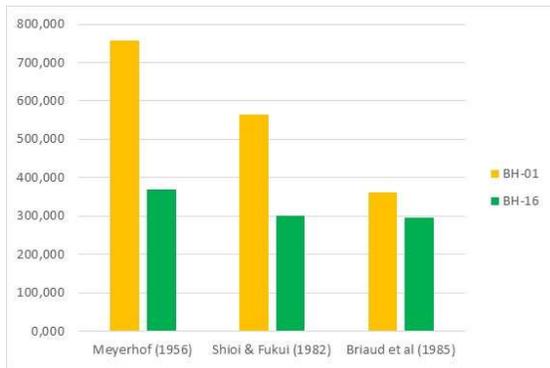


Gambar 7 Grafik Interpretasi Beban Penurunan Uji Beban Statik Titik SZ-2

Dari hasil data yang didapatkan, data SPT tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan metode empiris. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Perhitungan Daya Dukung dari Data SPT (Metode Empiris)

Metode perhitungan	Qu (ton/m ²)		Qp (ton/m ²)		Qs (ton/m ²)		Ratio (%)			
	BH-01	BH-16	BH-01	BH-16	BH-01	BH-16	BH-01		BH-16	
	Qp	Qs	Qp	Qs	Qp	Qs	Qp	Qs	Qp	Qs
Meyerhof (1956)	756,560	369,956	526,084	251,264	230,476	118,692	70	30	68	32
Shioi & Fukui (1982)	563,794	299,681	328,774	178,649	235,020	121,032	58	42	60	40
Briaud et al (1985)	362,216	295,378	162,262	130,430	199,954	164,948	42	58	44	56
Rata-rata	560,857	321,672	339,04	186,781	221,817	134,891	57	43	57	43



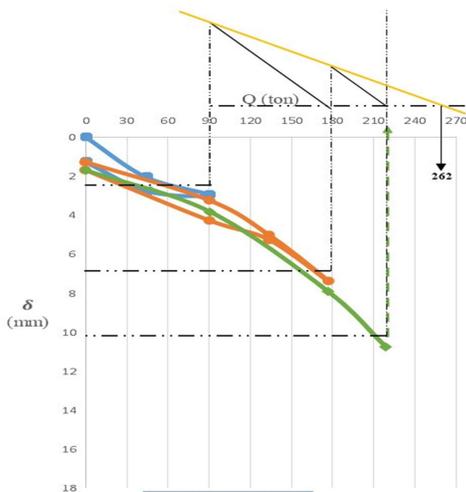
Gambar 8 Grafik Perhitungan Daya Dukung *Ultimit* Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT (Metode Empiris)

dan pada penelitian ini, daya dukung tiang pancang tunggal dari masing-masing titik dihitung secara manual. Tiang pancang yang diuji berupa tiang pancang beton prategang yang dirancang untuk menerima beban kerja sebesar 178,2 ton.

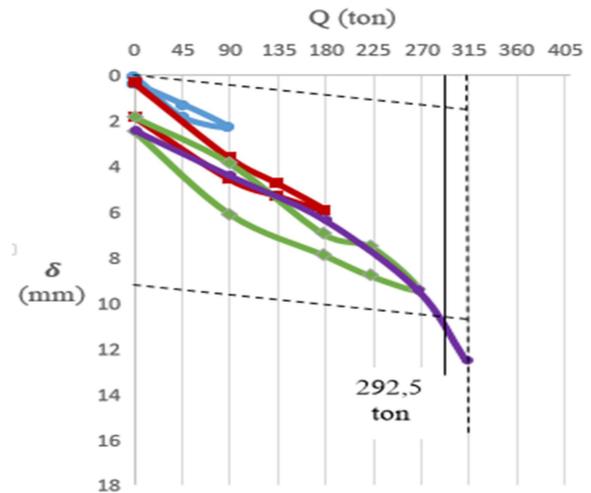
Tabel 4 Data Pengujian Tiang

No.	Nama tiang	Dimensi tiang (mm)	Panjang tiang (m)	Kedalaman tiang (m)	Beban <i>design</i> (ton)	Beban <i>Max</i> (ton)
1.	SZ-1	Ø 500	20	18,8	178,2	222,75 (125% WL)
2.	SZ-2	Ø 500	20	18,8	178,2	311,85 (175% WL)

Hasil perhitungan daya dukung tiang dengan metode uji beban statik pada titik SZ-01 adalah:

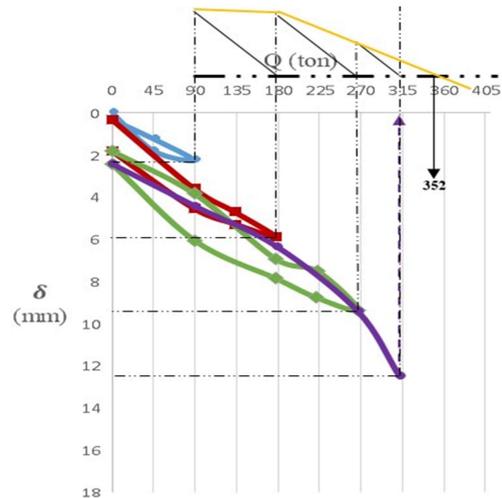


Gambar 9 Grafik Perhitungan Interpretasi Beban Terhadap Penurunan dengan Metode Mazurkiewicz (1972)

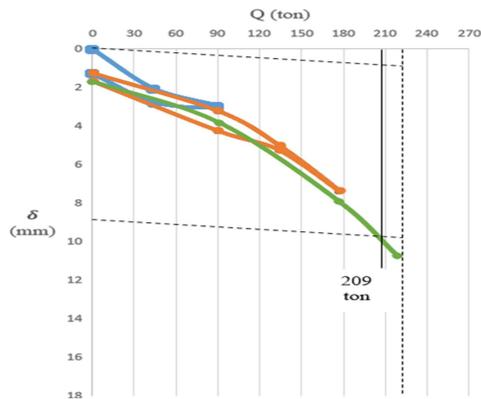


Gambar 10 Grafik Perhitungan Interpretasi Beban Terhadap Penurunan dengan Metode Davisson M.T. (1973)

Hasil perhitungan daya dukung tiang dengan metode uji beban statik pada titik SZ-02 adalah:



Gambar 11 Grafik Perhitungan Interpretasi Beban Terhadap Penurunan dengan Metode Mazurkiewicz (1972)

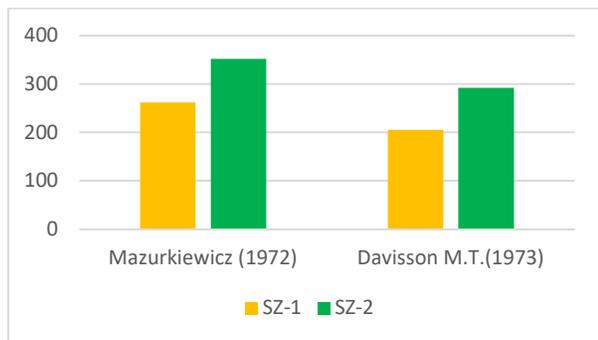


Gambar 12 Grafik Perhitungan Interpretasi Beban Terhadap Penurunan dengan Metode Davisson M.T. (1973)

Secara keseluruhan, maka hasil perhitungan daya dukung tiang dengan metode uji beban statik adalah sebagai berikut

Tabel 5 Hasil Perhitungan Daya Dukung dari Data Uji Beban Statik

Metode perhitungan	Daya dukung ultimit (Q_u) (ton)	
	SZ-01	SZ-02
Mazurkiewicz (1972)	262	352
Davisson M.T. (1973)	205	292,5
Rata-rata	233,500	322,250



Gambar 14 Grafik Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Uji Beban Statik

Setelah melakukan perhitungan daya dukung tiang pada data empiris (SPT) dan data uji beban statik, maka dilakukan perbandingan dari perhitungan tersebut. Berikut adalah hasil perbandingan perhitungan daya dukung ultimit

tiang pancang tunggal antara data perhitungan SPT dan Data perhitungan Uji Beban Statik:

Tabel 6 Rasio Hasil Perbandingan Daya Dukung Ultimit (Q_u) antara Data SPT (BH-16) dan Uji Beban Statik (SZ-1)

Q_u (ton)		UJI BEBAN STATIK	
SPT		Metode Mazurkiewicz (1972)	Metode Davisson M.T. (1973)
		262	205
Metode Meyerhof (1956)	369,956	1,41	1,80
Metode Shioi&Fukui (1982)	299,681	1,14	1,06
Metode Briaud et al (1985)	295,378	1,12	1,44

Tabel 7 Rasio Hasil Perbandingan Daya Dukung Ultimit (Q_u) antara Data SPT (BH-01) dan Uji Beban Statik (SZ-2)

Q_u (ton)		UJI BEBAN STATIK	
SPT		Metode Mazurkiewicz (1972)	Metode Davisson M.T. (1973)
		352	292,5
Metode Meyerhof (1956)	552,765	2,88	3,69
Metode Shioi & Fukui (1982)	563,794	2,15	2,75
Metode Briaud et al (1985)	393,170	1,38	1,77

Tabel 8 Perbandingan Daya Dukung Ultimit (Q_u) Tiang Pancang Metode Empiris (BH-16) dan Uji Beban Statik (SZ-01)

Metode	Daya dukung total rata-rata (ton)	Rasio selisih (%)
Empiris (SPT)	560,857	100
Uji beban statik	233,500	-0,42

Tabel 9 Perbandingan Daya Dukung Ultimit (Q_u) Tiang Pancang Metode Empiris (BH-01) dan Uji Beban Statik (SZ-02)

Metode	Daya dukung total rata-rata (ton)	Rasio selisih (%)
Empiris (SPT)	321,672	100
Uji beban statik	322,250	+1

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat diambil beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan, tipe tanah pada titik BH-01 dan BH-16 memiliki jenis tanah kohesif yaitu lempung atau *clay*.
2. Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal secara manual dari data N-SPT adalah sebagai berikut:
 - a. Pada metode Meyerhof (1956), daya dukung ultimit tiang pancang di titik BH-01 adalah 756,560 ton. Hasil tersebut dari kontribusi daya dukung ujung 526,084 ton dan daya dukung selimut 230,476 ton. Sedangkan, daya dukung ultimit tiang pancang pada titik BH-16 adalah 369,956 ton. Hasil tersebut dari kontribusi daya dukung ujung 251,264 ton dan daya selimut 118,692 ton.
 - b. Pada metode Shioi & Fukui (1982), daya dukung ultimit tiang pancang di titik BH-01 adalah 563,794 ton. Hasil tersebut dari kontribusi daya dukung ujung 328,774 ton dan daya dukung selimut 235,020 ton. Sedangkan daya dukung ultimit tiang pancang pada titik BH-16 adalah 299,681 ton. Hasil tersebut dari kontribusi daya dukung ujung 178,649 ton dan daya dukung selimut 121,032 ton.
 - c. Pada metode Briaud et al (1985), daya dukung ultimit tiang pancang di titik BH-01 adalah 362,216 ton. Hasil tersebut dari kontribusi daya dukung ujung 162,262 ton dan daya dukung selimut 199,954 ton. Sedangkan, daya dukung ultimit tiang pancang pada titik BH-16 adalah 295,378 ton. Hasil tersebut dari kontribusi daya dukung ujung 130,430 ton dan daya dukung selimut 164,948 ton.
3. Daya dukung total rata-rata dari 3 metode empiris berdasarkan data N-SPT diperoleh 560,857 dan 321,672 ton dan dari data pengujian beban statik tiang diperoleh sebesar 233,5 ton dan 322,25 ton dengan selisih rasio masing-masing adalah -0,42% dan +1%. Berdasarkan hasil perbandingan, uji beban statik bisa dijadikan sebagai acuan dalam melakukan pelaksanaan pekerjaan pondasi. Hal ini menjadi alasan karena nilai dari uji beban statik adalah nilai yang lebih real atau langsung dari lapangan.

5. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian tugas akhir ini, penulis memberikan saran sebagai bahan evaluasi selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengambilan dan pengkajian lebih dari 2 titik uji penelitian agar hasil perhitungan dan perbandingan lebih tepat dan akurat.
2. Sebelum melakukan perhitungan daya dukung pada pondasi, diharapkan memiliki data pokok dan penunjang yang lengkap dan rinci.
3. Untuk perusahaan, dalam meminimalisir adanya keruntuhan bangunan gunakanlah nilai atau rasio dari setiap perhitungan metode daya dukung pondasi yang memiliki beban kurang dari perhitungan metode lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] ASTM D-3441. (1998). *Standard Test Method for Mechanical Penetration Tests Of Soil*. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International
- [2] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [3] Bowles, J. E. (1997). *Analisis dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [5] Chairunissa, S., Sulisty, T., & Damayanti, L. (2020). Analisis Safety Factor dengan Perkuatan Corrugated Concrete Sheet Pile Menggunakan Geolistrik dan Cone Penetration Test . *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, 4(1), 1 - 12. Retrieved from <https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/235>
- [6] BSN. (2008). SNI 4153:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT. Departemen Pekerjaan Umum
- [7] ASTM D 1143-07. (2007). *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load*. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International

- [8] Adriani, R.N. (2013). *Analisa Daya Dukung Tiang Spunpile dengan Metode Uji Pembebanan Statik (Loading Test)*. Skripsi Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura.
- [9] Santoso, Hinawan Teguh & Hartono, Juandra. (2020). *Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang berdasarkan Hasil Uji SPT dan Pengujian Dinamis*. Jurnal Kelautan Nasional, vol.8 No.2
- [10] Rahadjo, P. (2015). *Manual Pondasi Tiang*. Bandung: Post Graduate Parahyangan Catholic University.