

Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living Medan

Wilman Simanjuntak¹⁾, Kamaluddin Lubis²⁾,

E-Mail : wilmansimanjuntak16@gmail.com¹⁾; klubis250@gmail.com²⁾;

¹⁾Teknik Sipil, Universitas Medan Area

Jl. Kolam No.1 Medan Estate, Medan, 20223, Indonesia

Koresponden naskah : wilmansimanjuntak16@gmail.com

ABSTRACT

Pile foundations also called deep foundations are used for heavy load construction. Before carrying out a construction development, the first construction carried out and carried out is the foundation work (substructure). The foundation is a very important job in a civil engineering job, because it is this foundation that carries and holds a load acting on it, namely the overhead construction load. The method used in this study is the Mayerhoff method and the Aoki De Aleancar method for single piles and for group piles the Converse Labare method and the Los Angeles Group method are used. The purpose of this study was to obtain the bearing capacity of single pile foundations and the efficiency capacity of group piles. From the calculation of the carrying capacity of a single pile, at a depth of 6.20 meters based on sondir data (CPT-2) with the Aoki de Aleancar Qult method = 506.082 tons and the Mayerhoff Qult method = 1096.7392 tons, from SPT-BH1 data using the Mayerhoff method Qult=177.81 tonnes. The results of the calculation of the efficiency of the pile group obtained the most efficient permit group capacity of the pile is 9671.603 tons using the Converse Labarre method. The researcher concluded that because of that the foundation will be safe if the bearing capacity of the foundation is greater than the loads acting on the Princeton Boutique Living Apartment building.

Keywords – Pile Foundation, Bearing Capacity, Sondir

ABSTRAK

Pondasi tiang disebut juga pondasi dalam dipergunakan untuk konstruksi beban berat. Sebelum melaksanakan suatu pembangunan konstruksi pertama dilaksanakan dan dikerjakan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah). Pondasi merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam suatu pekerjaan struktur bawah, karena pondasi inilah yang memikul dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya yaitu beban konstruksi atas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Mayerhoff dan Metode Aoki De Aleancar untuk tiang pancang tunggal dan untuk tiang kelompok atau group digunakan Metode Converse Labare dan Metode Los Angeles Group. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Memperoleh kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kapasitas efisiensi tiang pancang kelompok. Dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal, pada kedalaman 6,20 meter berdasarkan data sondir (CPT-2) dengan metode Aoki de Aleancar Qult= 506,082 ton dan metode Mayerhoff Qult= 1096,7392 ton, dari data SPT-BH1 menggunakan metode Mayerhoff Qult=177,81 ton. Hasil dari perhitungan efisiensi kelompok tiang didapat kapasitas kelompok ijin tiang yang paling efisien adalah 9671,603ton dengan menggunakan metode Converse Labarre. Kesimpulan pondasi akan aman jika daya dukung pondasi lebih besar dari pada beban-beban yang bekerja pada bangunan Apartemen Princeton Boutique Living.

Kata Kunci – Pondasi Tiang Pancang, Kapasitas Daya Dukung, Sondir

1. PENDAHULUAN

Pembangunan hotel diantisipasi untuk memenuhi kebutuhan perhotelan dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Dalam pembangunan Perlu dilakukan pengecekan kekuatan material tiang pancang secara lebih teliti agar tiang pancang dapat tertanam (Wardani, 2017). Setiap bangunan memiliki pondasi, yang menjadi landasan struktur yang kuat dan kokoh. Hal ini bertujuan agar pondasi yang berfungsi sebagai dasar bangunan dapat menopang seluruh beban bangunan dan juga beban-beban lainnya Pada berbagai lokasi tinjauan pondasi, studi lebih lanjut dapat merencanakan daya dukung pondasi tiang dengan menggunakan teknik yang berbeda dan lebih tepat (Mina et al., 2018).

Ada beberapa teknik untuk menilai struktur bangunan, termasuk distribusi momen (Hendry Cross), defleksi lereng, metode Mayerhoff, pendekatan Aoki dan De Alencer, dan beberapa teknik lain yang banyak digunakan Untuk memudahkan pembuatan rencana analisis perhitungan, peneliti menyarankan untuk mendapatkan data teknis yang lengkap sebelum melakukan perhitungan (Arivai & Setiawati, 2017).

Berikut ini adalah menentukan daya dukung pondasi tiang pancang dengan menggunakan perhitungan yang telah dilakukan, diverifikasi oleh konsultan, dan memenuhi kriteria pembangunan gedung bertingkat. Pekerjaan ini akan didiskusikan oleh semua orang yang terlibat dalam konstruksi. Hal ini lah yang membuat penulis tertarik untuk meneliti permasalahan ini, dengan judul penelitian “Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living Medan.

2. TINJAUAN PUSAKA

A. Umum

Pada saat melakukan penelitian, salah satu sumber penulis adalah hasil penelitian terdahulu untuk mendukung teori yang digunakan untuk mengkaji penelitian yang sedang dilakukan. Karena penelitian terdahulu sangat penting bagi penelitian yang sedang dilakukan, penelitian semacam ini telah dilakukan. Penelitian ini didasarkan pada beberapa penelitian terdahulu. Sebuah studi yang menggunakan SPT dan pengujian beban siklus untuk menganalisa daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang Metode Meyerhof digunakan untuk perhitungan, diikuti dengan metode ResseWright, untuk menghasilkan hasil dengan daya dukung ultimit tertinggi berdasarkan pengujian SPT. (Yuliawan & Rahayu, 2018).

Dalam sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir, lempung berlanau Beberapa sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah telah dikembangkan sejak dulu oleh berbagai organisasi guna memenuhi kebutuhan mereka sendiri: beberapa dari sistem-sistem tersebut masih tetap dipakai sampai saat ini. Menunjukkan sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah yang dikembangkan oleh

Departemen Pertanian Amerika (USDA),(Braja M. Das Noor Endah Indrasurya B, 2020).

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur adalah relatif sederhana karena hanya didasarkan pada distribusi ukuran butiran tanah saja. Dalam kenyataannya, jumlah dan jenis dari mineral lempung yang dikandung oleh tanah sangat mempengaruhi sifat fisis tanah yang bersangkutan. Karena sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tidak memperhitungkan sifat plastisitas tanah, dan secara keseluruhan tidak menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting, maka sistem tersebut dianggap tidak memadai untuk sebagian besar dari keperluan teknik. Pada saat sekarang ada lagi dua buah sistem klasifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem Klasifikasi Unified. Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai oleh departemen jalan raya di semua negara bagian di Amerika Serikat. Sistem Klasifikasi AASHTO Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1429 sebagai Public Road Administration Classification System. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan, versi yang saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* dalam tahun 1945.

Penyelidikan tanah dilapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisannya. Anugrah Pamungkas (Horionti, 2002). Penyelidikan tanah ini dilakukan dengan berbagai cara, seperti:

1. Sondir
Test sondir dilakukan dengan menggunakan alat sondir yang dapat mengukur nilai perlawanan konus (*Cone Resistance*) dan hambatan lekat (*Local Friction*) secara langsung dilapangan
2. *Deep Boring*
Deep Boring dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor untuk mendapatkan contoh tanah. Pekerjaan *Standard Penetration Test* juga dilakukan pada pekerjaan *boring*.
3. *Standard Penetration Test*
Standard Penetration Test dilaksanakan pada lubang bor setelah pengambilan contoh tanah pada setiap beberapa interval kedalaman. Cara uji dilakukan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah dilapangan. Parameter tersebut diperoleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi konus yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi per lapisan tanah.

Pondasi adalah salah satu bagiandari struktur terpenting dalam suatu bangunan yang berfungsi untuk menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah beban hidup, beban mati, beban gempa, beban angin, yang harus diperhitungkan agar mencamin stabilnya bangunan terhadap berat sendiri. Maka dari itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan, terhadap dua klasifikasi pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam (Hardiatmo 1996).

a. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal dinamakan sebagai alas, telapak yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah di pondasi tersebut. Kedalaman pada umumnya $D/B \leq 1$, dimana permukaan tanah (D) dan lebar pondasi (B) lebih kecil atau sama dengan satu (Bowles, 2005)

b. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang mampu menerima beban bangunan yang besar dan meneruskan beban bangunan ketanah keras atau batuan yang sangat dalam. Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai ke dalam yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari. menjelaskan pondasi dalam biasanya dipasang kedalaman $B/D \geq 4$ dimana permukaan tanah (D) dan Lebar pondasi (B) Lebih besar atau sama dengan 4.

Tiang pancang dipergunakan untuk suatu pondasi untuk suatu bangunan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebanya, atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebanya letaknya sangat dalam (Ir. Sardjono HS., 2021). Macam-macam tiang pancang sebagai berikut : Tiang Pancang Kayu Tiang pancang kayu adalah tiang yang dibuat dari kayu, umumnya berdiameter antara 10-15 cm. Tiang kayu cerucuk, yang banyak dipakai di Indonesia untuk perbaikan kapasitas dukung tanah lunak berdiameter antara 8-10 cm dan panjang 4 m. Tiang Pancang Beton Pracetak Tiang beton pracetak yaitu tiang dari beton yang dicetak di suatu tempat dan kemudian diangkut ke lokasi rencana bangunan. Tiang beton, umumnya berbentuk prisma atau bulat. Tiang Pancang Baja Profil Tiang baja profil termasuk tiang pancang, dengan bahan yang dibuat dari baja profil. Tiang ini mudah penanganannya dan dapat mendukung beban pukulan yang besar waktu dipancang pada lapisan yang keras. Tiang baja profil berbentuk profil H, empat persegi panjang, segi enam dan lain-lainnya.

B. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Data N-SPT

Kapasitas dukung, dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat, dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Persamaan-persamaan kapasitas dukung tanah yang diusulkan, umumnya didasarkan pada persamaan Coulomb yaitu:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi$$

Dengan,

$$\tau = \text{tahanan geser tanah (kg/m}^2\text{)}$$

c = kohesi tanah (kg/m²)

ϕ = sudut geser tanah (°)

σ = tegangan normal (kg/m²)

Metode Mayerhoff untuk tanah non kohesi

$$Q_p = 40 \times lb/D \times A_p$$

Tahanan geser selimut tiang pada tanah non kohesif

$$Q_s = 2 \times N - \text{SPT} \times P \times L_i$$

Dengan:

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

P = keliling tiang (m)

Daya dukung fondasi tiang pada tanah kohesif

$$Q_p = 9 \times c_u \times A_p$$

Dengan :

A_p = Luas penampang tiang (m²)

c_u = kohesi undrained (kN/m²)

$c_u = N - \text{SPT} \times 2/3 \times 10$

Tanah geser selimut tiang pada tanah kohesif

$$Q_s = a \times c_u \times p \times L_i$$

Dengan :

a = koefisien adhesi antara tanah dan tiang

c_u = kohesi undrained (kN/m²)

p = keliling tiang (m)

L_i = panjang lapisan tanah (m)

Nilai N-SPT dikoreksi untuk prosedur pengujian lapangan dengan rumus:

$$(N)_{60} = 1.67N \times C_b \times E_m \times C_r$$

1) Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dari Data Sondir

Kapasitas dukung tiang dapat diperoleh dari data uji kerucut statis (CPT) atau sondir. Tahanan ujung yang termobilisasi pada tiang pancang harus setara dengan tahanan ujung saat uji penetrasi. Tetapi, pengaruh skala dan perbedaan kecepatan pembebanan menyebabkan perbedaan signifikan pada nilai tahanan ujung tiang. *Flemming et al.* (2009) menyarankan untuk tiang pancang yang ujungnya tertutup maka tahanan ujung satuan tiang sama dengan tahanan konus (qc), namun untuk tiang pancang yang ujungnya terbuka atau tiang bor, tahanan ujung satuan tiang diambil 70%-nya

2) Metode Mayerhoff

Metode Mayerhoff (1976) telah menyempurnakan teorinya dengan mempertimbangkan beberapa faktor dalam menentukan daya dukung tanah.

Faktor-faktor tersebut adalah pengaruh kedalaman pondasi, bentuk pondasi, dan kemiringan beban. Daya dukung ultimate pondasi tiang dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K11)$$

Dengan :

Q_{ult} = kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal.

q_c = tahanan ujung sondir (kg/cm²).

A_p = luas penampang tiang (cm²).

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm).

$K11$ = Keliling tiang (cm).

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times Ap}{3} + \frac{JHL \times K11}{5}$$

Dengan:

Q_{ijin} = Kapasitas daya dukung ijin pondasi.

qc = Tahanan ujung sondir (kg/cm^2).

Ap = Luas penampang tiang (cm^2).

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm).

$K11$ = Keliling tiang (cm).

3) Metode Aoki dan De Aleancar

Aoki dan Aleancar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data Sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) diperoleh sebagai berikut :

$$q_p = (q_{ca}(\text{base}))/F_b$$

Dengan:

$q_{ca}(\text{base})$ = Perlawanan konus rata-rata $1,5D$ diatas ujung tiang, $1,5D$ dibawah ujung tiang dan F_b adalah faktor empirik tergantung pada tipe tanah.

Tahanan kulit persatuan luas (f) diprediksi sebagai berikut:

$$F = qc(\text{side})(as)/F_s$$

Dengan :

$qc(\text{side})$ = perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang

F_s = faktor empirik tahan kulit yang tergantung pada tipe tanah

F_b = faktor empirik tahanan ujung tiang yang tergantung pada tipe tanah

C. Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan Jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Hal ini terjadi jika tiang dipancang dalam lapisan pendukung yang mudah mampat atau dipancang pada lapisan tanah yang tidak mudah mampat, namun di bawahnya terdapat lapisan lunak.

Persamaan menghitung efisiensi kelompok tiang adalah sebagai berikut:

1. Converse – Labarre

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

Dengan:

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg d/s , ($^\circ$)

n = Jumlah tiang dalam satu baris

m = Jumlah baris tiang

d = Diameter tiang (m)

Dari persamaan (2.14) kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) :

$$q_b = (q_{ca}(\text{base}))/F_b \text{ (Nilai } F_b \text{ dari tabel 2.3 beton precast} = 1,75$$

$$q_b = \frac{153,063}{1,75} = 87,465 \text{ kg/cm}^2$$

s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)

2. Los Angeles Group – Action Formula

$$E_g = 1 - D/(\pi \cdot s \cdot m) [m \cdot (n - 1) + s\sqrt{2(m - 1)(n - 1)}$$

Dengan:

E_g = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

m = Jumlah baris tiang

d = Diameter tiang (m)

s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living. Jl, Gagak Hitam No.2A. Sei Sikambang B, Kec, Medan Sunggal, Sumatera Utara. Untuk meninjau kembali perhitungan perencanaan pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living, penulis melakukan survey kelapangan langsung untuk memperoleh data-data yang akan digunakan pada saat perhitungan yaitu antara lain: pengumpulan data dengan melakukan lima tahap (review dan study pustaka, peninjauan lokasi, pengumpulan data dari proyek, analisis data, dan menyimpulkan hasil perhitungan yang diperoleh) dan menganalisis data dengan menggunakan metode *Aoki de Aleancar* dan Metode Mayerhoff pada data sondir, menggunakan Metode Mayerhoff pada data N-SPT, menghitung kapasitas daya dukung pondasi kelompok atau group tiang berdasarkan efisiensi dengan Metode *Converse Labarre* dan Metode *Los Angeles Group*, dan yang terakhir menghitung penurunan pondasi tiang tunggal (*single Pile*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir dengan Metode *Aoki dan De Aleancar*

A. Pada titik 2 (CPT-S2) diperoleh data sondir, yaitu :

Data pondasi tiang pancang:

Diameter tiang pancang (D) = 80 cm

Keliling tiang pancang ($K11$) = $\pi \cdot D$

$$= \pi \cdot 80 \text{ cm}$$

$$= 251,2 \text{ cm}$$

Luas tiang pancang (Ap) = $1/4 \cdot \pi \cdot D^2$

$$= 1/4 \cdot \pi \cdot 80^2$$

$$= 5024 \text{ cm}^2$$

Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_b)

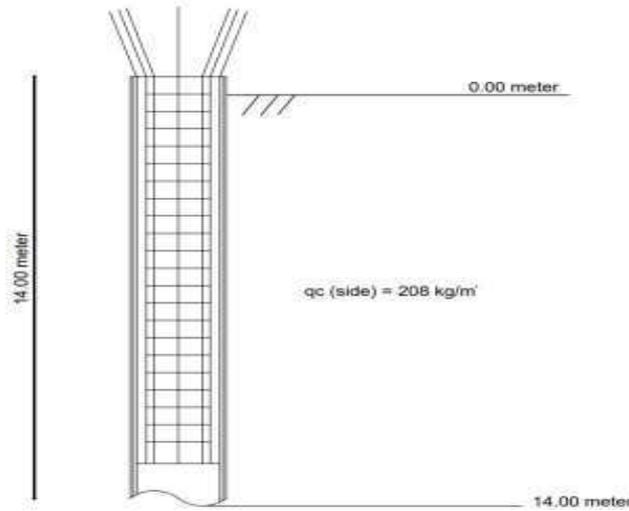
Kapasitas dukung ujung tiang (Q_b):

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 87,465 \times 5024$$

$$Q_b = 439424,2 \text{ kg} = 439,4242 \text{ ton}$$

Perhitungan kapasitas dukung kulit (Q_s)



Gambar 1. Nilai qc (side) pada titik sondir 2 (S-2)

Untuk lapisan tanah pada titik sondir 2(S-2), pasir kasar dengan krikil hingga pasir halus (*coarse sand with gravel through fine sand*). Dari persamaan (2.15), kapasitas dukung kulit persatuan luas (f):

$$f = qc (side) \frac{(as)}{F_s}$$

$$f = 62,5 \cdot x \frac{0,024}{3,5}$$

$$f = 0,428 \text{ kg/cm}^2$$

(Nilai as dan Fs dari table 2.5 dan table 2.6)

Kapasitas dukung kulit (Qs):

$$Q_s = f \cdot A_s$$

$$= 0,428 \times 251,2 \times 620$$

$$= 66,658 \text{ ton}$$

Dari persamaan (2.8) kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang (Qu)

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$= 439,4242 + 66,658$$

$$= 506,082 \text{ ton}$$

Dari persamaan (2.24) kapasitas ijin tiang (Qa)

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$$

Daya dukung ultimit (Qult) pondasi tiang pancang tunggal di peroleh dari persamaan (2.12) dan Daya dukung ijin (Qijin) tiang dari persamaan (2.13).

Perhitungan daya dukung ultimate dan ijin pondasi tiang (CPT) pada kedalaman 6,20 meter.

$$Q_{ult} = (qc \times A_p) + (JHL \times K11)$$

$$= (202 \times 5024) + (326 \times 251,2)$$

$$= 1096739,2 \text{ kg}$$

$$= \frac{506,082}{2,0}$$

$$= 202,433 \text{ ton}$$

1. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Sondir Dengan Metode Mayerhoff Pada Titik 2 (CPT-2)

Pada titik 2 (CPT-2) diperoleh data sondir, yaitu :

Data yang diperoleh dari titik 2 kedalaman 1 meter adalah:

Perlawanan Penetrasi Konus (PPK), qc,m
= 12 kg/cm²

Jumlah Hambatan Lekat (JHL)
= 20 kg/cm

Luas Tiang Pancang (AP)

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 80^2$$

$$= 5024 \text{ cm}^2$$

Keliling Tiang Pancang (K11)

$$= \pi \cdot 80$$

$$= 251,2 \text{ cm}$$

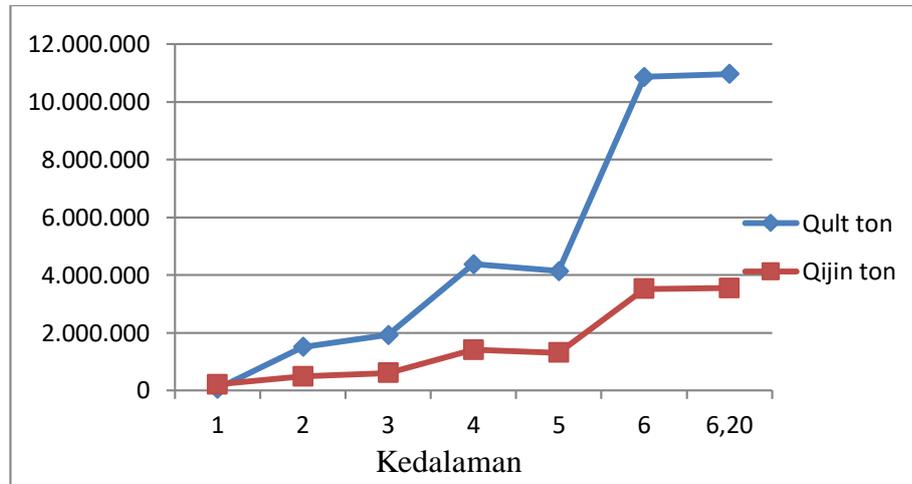
$$= 1096,7392 \text{ ton}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHL \times K11}{5}$$

$$= \frac{202 \times 5024}{3} + \frac{326 \times 251,2}{5}$$

$$= 354660,9 \text{ kg}$$

$$= 354,6609 \text{ ton}$$



Gambar 2. Grafik hasil perhitungan daya dukung ultimate dan ijin pondasi tiang(CPT.2)

2. **Hitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dari data SPT (BH-1)**

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang per lapisan dari data SPT menggunakan metode Mayerhoof dari data pada (BH-1)

Perhitungan pada titik 2 (BH-1)

Daya dukung ujung pondasi tiang pancang pada tanah non kohesif diperoleh dari persamaan (2,4) yaitu:

$$Q_p = 40 \times N \times lb/D \times A_p$$

$$< 400 \times N - SPT \times A_p$$

$$= 40 \times 6 \times 1,5/0,80 \times 0,5024$$

$$< 400 \times 6 \times 0,5024$$

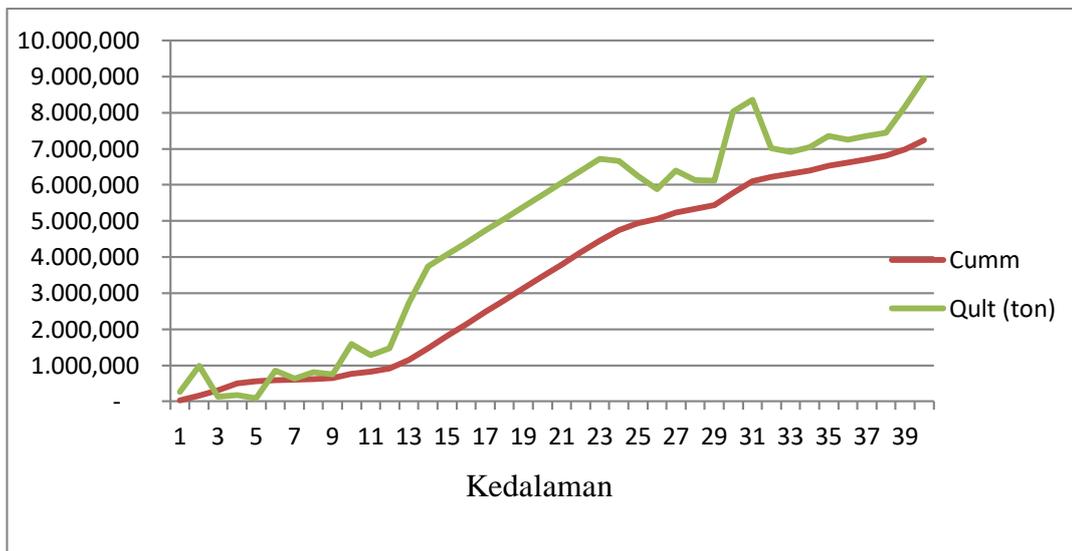
$$= 226,08 \text{ Ton} < 1205,8 \text{ Ton}$$

Untuk tahanan geser selimut tiang pada tanah non kohesif diperoleh dari persamaan (2.5) yaitu:

$$Q_s = 2 \times N - SPT \times P \times Li$$

$$= 2 \times 6 \times 2,51 \times 1,10$$

$$= 33,132 \text{ T}$$



Gambar 3. Grafik hasil perhitungan daya dukung tiang berdasarkan data SPT (BH-1)

A. Menghitung Kapasitas Kelompok Tiang Berdasarkan Efisiensi

Menghitung efisiensi group:

1. Metode *Converse-Laberre*

Diperoleh dari persamaan (2.19) kapasitas efisiensi kelompok tiang (E_g):

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90 \times m \times n'}$$

$$\theta = \text{Arc tg} \frac{d}{s} = \text{Arc tg} \frac{80}{200} = 21,014$$

$n' = 5$, dan $m = 9$

$$E_g = 1 - 21,014 \frac{(5-1)9 + (9-1)5}{90 \times 9 \times 5}$$

$$E_g = 0,606$$

Dari persamaan (2.15) Kapasitas kelompok ijin tiang (Q_g)

a. Data sondir titik 2 (CPT-S2)

a.1 $Q_a = 202,433$ ton (Metode *Aoki dan De Alencar*)

Kapasitas ultimit kelompok ijin tiang (Q_g):

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a$$

$$= 0,606 \times 45 \times 202,433$$

$$= 5520,347 \text{ ton}$$

a.2 $Q_a = 354,6609$ ton (Metode Mayerhoff)

$$Q_g = 0,606 \times 45 \times 354,6609$$

$$= 9671,603 \text{ ton}$$

b. Data SPT (BH-1)

$$Q_a = 177,81 \text{ ton}$$

$$Q_g = 0,606 \times 45 \times 177,81$$

$$= 4848,879 \text{ ton}$$

2. Metode *Los Angeles Group*

Diperoleh dari persamaan (2.20) kapasitas efisiensi kelompok tiang (E_g)

$$E_g = 1 - \frac{D}{s \cdot m \cdot n'} [m \cdot (n' - 1) + n'(m - 1) + \sqrt{2(m - 1)(n' - 1)}]$$

$$E_g = 1 - \frac{80}{200 \times 9 \times 5} [9 \cdot (5 - 1) + 5(9 - 1) + \sqrt{2(9 - 1)(5 - 1)}]$$

$$E_g = 0,253$$

Dari persamaan (2.15) Kapasitas kelompok ijin tiang (Q_g)

a. Data sondir titik 2 (CPT-S2)

a.1 $Q_a = 202,433$ ton (Metode *Aoki dan De Alencar*)

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a$$

$$= 0,253 \times 45 \times 202,433$$

$$= 2304,699 \text{ ton}$$

a.2 $Q_a = 354,6609$ ton (Metode Mayerhoff)

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a$$

$$= 0,253 \times 45 \times 354,6609$$

$$= 4037,814 \text{ ton}$$

b. Data SPT (BH-1)

$$Q_a = 177,81 \text{ ton}$$

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_a$$

$$= 0,253 \times 45 \times 177,81$$

$$= 2024,367 \text{ ton}$$

B. Menghitung penurunan tiang pancang tunggal

Dari persamaan (2.25) Modulus elastisitas tanah di tiang (E_s) dan nilai (q_c) diperoleh dari data sondir pada titik 2.

$$E_s = 3 \cdot q_c$$

$$= 3 \cdot 62,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 187,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 18,75 \text{ Mpa}$$

Menentukan modulus elastisitas tanah dasar tiang:

$$E_b = 10 \cdot E_s$$

$$= 10 \cdot 18,75 \text{ Mpa}$$

$$= 187,5 \text{ Mpa}$$

Menentukan modulus elastisitas dari bahan tiang :

$$E_p = 4700 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$= 4700 \cdot \sqrt{52}$$

$$= 33892,18 \text{ Mpa}$$

$$R_A = \frac{A_p}{\frac{1}{4} \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{5024}{\frac{1}{4} \pi \cdot 80^2}$$

$$= 1$$

Menentukan faktor kekuatan tiang:

$$K = \frac{E_p \cdot R_A}{E_s}$$

$$= \frac{33892,18 \times 1}{18,75}$$

$$= 1807,583$$

Untuk $\frac{d_b}{d} = \frac{80}{80} = 1$, diameter ujung dan atas sama

$$\text{Untuk } \frac{L}{d} = \frac{15,20}{80} = 19$$

$$I_o = 0,07 \text{ (untuk } \frac{L}{d} = 19, \frac{d_b}{d} = 1)$$

$$R_\mu = 1,2 \text{ (untuk } \frac{L}{d} = 19, K = 1807,583)$$

$$R_h = 0,3 \text{ (untuk } \frac{L}{d} = 19, \frac{h}{L} = 1)$$

$$R_b = 0,4 \text{ (untuk } \frac{L}{d} = 19, \frac{E_b}{E_s} = 10)$$

Untuk tiang dukung ujung :

$$I = I_o \cdot R_h \cdot R_b \cdot R_\mu$$

$$= 0,07 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1,2$$

$$= 0,010$$

$$S = \frac{Q \cdot I}{E_s \cdot D}$$

$$= \frac{230000 \text{ kg} \cdot 0,010}{187,5 \text{ kg/cm}^2 \cdot 80}$$

$$= 0,153 \text{ cm} = 1,53 \text{ mm}$$

Untuk penurunan tiang elastis

Ket : $Q = 230 \text{ ton} = 230000 \text{ kg}$

$$S = \frac{(Q + Q_s) L}{A \cdot E_p}$$

$$= \frac{(230000 + 124,245) \cdot 620}{5024 \cdot 33892,18}$$

$$= 0,0083 \text{ cm} = 0,083 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan perkiraan penurunan tiang tunggal dapat dilihat pada tabel tabel berikut

Tabel 1. Perkiraan penurunan tiang tunggal

No	Bentuk penuruna	Penurunan Tiang (S)
1	Untuk tiang dukung ujung	1,53 mm
2	Untuk penurunan tiang elastis	0,083 mm
Perkiraan penurunan total		1,613 mm

Pada umumnya penurunan yang diizinkan ≤ 1 (25,4 mm). Penurunan total tiang tunggal adalah $1,613 \text{ mm} < 25,4 \text{ mm}$.

Hasil dari perhitungan dapat dilihat perbandingan daya dukung berdasarkan data sondir (CPT) dan data SPT. Perbedaan daya dukung tersebut bisa disebabkan karena jenis dan kedalaman tanah yang berbeda. Apabila daya dukung yang diijinkan satu tiang diketahui, maka daya dukung kelompok tiang dapat ditentukan dengan menggandakannya terhadap efisiensi kelompok tiang. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah metode *Converse-labarre* dan metode *Los Angeles Group*.berikut adalah hasil yang diperoleh sebagai berikut:

- a. Perhitungan daya dukung berdasarkan data sondir (CPT-S2).

Dengan metode *Aoki dan De Alencar*. Sondir (CPT-S2) pada kedalaman 6,20 m, Qult = 506,082 ton

Dengan metode Mayerhoff. Sondir (CPT-S2) pada kedalaman 6,20 m, dengan nilai PPK = 202 kg/cm, dan JHL = 326 kg/cm, Qult = 1096,739 ton.

- b. Perhitungan daya dukung berdasarkan data SPT.

Dengan metode mayerhoff. SPT,BH-1 Qult = 177,81 ton

- c. Daya dukung kapasitas ijin kelompok atau group berdasarkan faktor efisiensi dengan beberapa metode pada pile cap 45 dengan 45 tiang.

Tabel 2. Metode Converse Labarre diperoleh kapasitas kelompok ijin tiang

Titik	Dari data Sondir	Dari data Sondir	Dari data SPT
	Metode <i>Aoki dan De Alencar</i>	Metode Mayerhoff	
2	5520,347 Ton	9671,603 Ton	4848,879 Ton

Tabel 3. Metode Los Angeles Group diperoleh kapasitas kelompok ijin tiang

Titik	Dari data Sondir	Dari data Sondir	Dari data SPT
	Metode <i>Aoki dan De Alencar</i>	Metode Mayerhoff	
2	2304,699 Ton	4037,814 Ton	2024,367 Ton

5. KESIMPULAN

Hasil perhitungan daya dukung ultimit pada tiang kedalaman 6,20 m berdasarkan data sondir (CPT-S2), dan data (SPT-BH1) adalah sebagai berikut:

- a. Dari data sondir dengan *Aoki dan De Alencar*, Qult = 506,082 Ton
- b. Dari data Sondir dengan Metode Mayerhoff, Qult = 1096,739 Ton
- c. Dari data SPT, Qult = 177,81 Ton

Hasil perhitungan daya dukung kapasitas ijin kelompok tiang (*pile group*) berdasarkan efisiensi dengan menggunakan 45 tiang kelompok:

- a. Metode *Converse Labbare* diperoleh kapasitas kelompok/group ijin tiang ($E_g = 0,8976$)
 - Dari data sondir dengan *Aoki dan De Alencar*, Qijin = 5520,347 Ton
 - Dari data Sondir dengan Metode Mayer hoff, Qijin = 9671,603 Ton
 - Dari data SPT, Qijin = 4848,879 Ton
- b. Metode *Los Angeles Group* diperoleh kapasitas Kelompok/group ijin tiang ($E_g = 0,83$)
 - Dari data sondir dengan *Aoki dan De Alencar*, Qijin = 2304,699 Ton
 - Dari data sondir dengan Metode Mayerhoff, Qijin = 4037,814 Ton
 - Dari data SPT, Metode Mayerhoff Qijin = 2024,367 Ton

Berdasarkan perhitungan daya dukung ultimit tiang pancang menggunakan hasil data Sondir dengan Metode Mayerhoff diperoleh daya dukung pondasi tiang pancang sebesar, Qult = 1096,739 Ton. Sebab itu pondasi akan aman jika daya dukung pondasi lebih besar dari pada beban-beban yang bekerja pada bangunan Apartemen Princeton Boutique Living

Saran yang dapat diberikan Untuk penelitian selanjutnya apabila ingin menghitung besarnya daya dukung Pondasi tiang pancang, lebih baik memiliki kelengkapan data yang berhubungan dengan teknisis tanah. Hal ini dapat mempermudah dalam melakukan perhitungan serta analisis untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat menganalisis daya dukung pondasi lebih baik memakai hasil data Sondir karena lebih aktual.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arivai, M., & Setiawati, M. (2017). Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Hotel Santika Premiere Palembang (Studi Kasus: Kel. Talang Jame,

- Kec. Sukarame). *Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 4(3), 84–88.
- Bowles, J. E. (2005). Analisis Dan Desain Pondasi Jilid 2 Edisi Keempat. In *Jakarta: Erlangga* (Vol. 2, p. 474).
- Braja M. Das Noor Endah Indrasurya B, mochtar jilid 1. (2020). *Mekanika Tanah*.
- Hanafi, M. R., Tohir, M., Siswa, K., Sipil, J. T., & Sipil, J. T. (1945). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Langsung Dan Metode Aoki Dealencar Pada Gedung Lembaga Pembinaan Khusus Anak (Lpka) Klas Ii Samarinda Di Kota Tenggarong.
- Hary Christady Hardiyatmo. (2015). *Analisis dan perencanaan FONDASI II* (ketiga). Gadjah Mada University Pres Anggota IKAPI.
- Horionti, E. (2002). *Desain Pondasi*.
- Ir. Sardjono HS. (2021). *PONDASI TIANG PANCANG II* (keempat). C.V.'SINAR WIJAYA'' Surabaya.
- Mina, E., Kusuma, R. I., & Gultom, L. R. (2018). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Uji Standard Penetration Test (Spt) Dan Data Uji Cone Penetration Test (CPT) (Studi kasus proyek Apartemen Maqna Residence Kebon Jeruk - Jakarta). *Jurnal Fondasi*, 7(2).
<https://doi.org/10.36055/jft.v7i2.4072>
- Setiyo, D., Suhendra, S., & Nuklirullah, M. (2019). Analisa Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Tiang Pancang pada Rencana Pembangunan Komplek Pendidikan Islam Al Azhar 57 Jambi. *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(2), 80.
<https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i2.54>
- Wardani, M. K. (2017). Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Metode Statis Metode Dinamis Dan Kekuatan Bahan Berdasarkan Data NSPT (Studi Kasus *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 1–6.
http://ejournal.unira.ac.id/index.php/jurnal_rekayasa_teknik_sipil/article/view
- Yuliawan, E., & Rahayu, T. (2018). Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Pengujian Spt Dan Cyclic Load Test. *Jurnal Konstruksia*, 9(2), 1–13.

