

Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Proyek Pembangunan Rsntt18-01 Pasar Jum'at Jakarta Selatan

* Muhammad Rizki Arif¹, Nur Syahidah Aini², Hadyan Arifin Bustam³, Nurwanda Sari⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Perkeretaapian, Institut Teknologi Sumatera,
Lampung Selatan (0721) 8030188

ARTICLE INFORMATION

Received: October 04, 2025

Revised: October 27, 2025

Accepted: October 29, 2025

Available online: October 30, 2025

KEYWORDS

Standard Penetration Test (SPT), Bored Pile, Bearing Capacity

* CORRESPONDENCE

muhammad.arif@ka.itera.ac.id

A B S T R A C T

As urban populations grow, additional housing is urgently needed. The development of housing infrastructure is therefore crucial to supporting the community's daily activities. The Pasar Jumat High-Rise Apartment Development Project (RSNTT18-01) is located on Jalan Sapta Taruna Raya in Lebak Bulus, South Jakarta. One area worked on is the foundation. A foundation is defined as a construction at the base of a structure or building that transfers the load from the upper part of the structure or building to the soil layer below. Every foundation must be able to support loads up to a predetermined safety limit. This study aims to determine the bearing capacity of the piles that can withstand these loads. The RSNTT18-01 project uses a bored pile foundation. The bearing capacity of a bored pile foundation is calculated using bored Penetration Test (SPT) data. According to the research, the bearing capacity of a bored pile at a depth of 12 meters is $3,8 \times 10^6$ N, with a structural load (Pu) equal to 6.5647 x 10⁹ N, then one pile cap requires 18 piles..

1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan suatu proyek terdapat pekerjaan struktur bawah dan struktur atas. Pekerjaan struktur bawah sangat penting dikarenakan meliputi pekerjaan pondasi yang mempengaruhi struktur bangunan. Pondasi adalah bagian dasar bangunan yang berfungsi untuk meneruskan beban dari struktur atas ke lapisan tanah di bawahnya. Tiang, atau pilar, adalah bagian konstruksi pondasi yang berbentuk batang yang berfungsi untuk meneruskan beban dari struktur atas ke lapisan tanah di sekitar tiang pada kedalaman tertentu [1]. Tahanan samping, juga dikenal sebagai daya dukung ujung tiang, dan daya dukung ujung tiang, adalah penyaluran di mana beban disalurkan melalui selimut tiang dengan tanah di sekitar tiang bor [2]. Maka dari itu, penggunaan pondasi tiang bor digunakan sesuai dengan kondisi tanah dan beban struktur bangunan berupa bangunan tingkat tinggi diperlukan pendukung yang kuat di bawahnya

Sebuah bangunan khususnya bangunan tinggi, diperlukan perhitungan pondasi yang baik. Penentuan kapasitas beban maksimum dan kapasitas izin dari tiang bor berdasarkan data tanah dan beban struktur, untuk memastikan stabilitas dan keamanan bangunan. Tujuan dari penelitian ini menganalisis perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* dari data SPT. Pondasi bangunan diperlukan perencanaan berdasarkan jenis, kekuatan, dan daya dukung tanah tempat berdirinya. Untuk tanah yang stabil dan memiliki daya dukung baik, maka pondasinya juga membutuhkan konstruksi yang sederhana. Jika tanahnya termasuk daya dukung buruk dan berlapis, maka pondasinya juga harus lebih kompleks. Dalam perencanaan pondasi harus memperhatikan daya dukung tanah dan penurunan [3].

Pondasi *bored pile* adalah pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. Pada pembangunan RSNTT18-01 ini

digunakan pondasi *bored pile* dikarenakan tanah dasar yang kokoh mempunyai daya dukung besar dalam kedalaman yang sangat dalam yaitu kurang lebih 15 meter [4]. Dari hasil pembebanan pada struktur bangunan, hasil tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan jumlah tiang, daya dukung tiang, rasio tulangan pile cap dan *bored pile*. Dikarenakan bangunan merupakan bangunan tingkat tinggi dan perhitungan daya dukung tanah untuk pondasi rumah susun tingkat tinggi belum banyak diperhitungkan. Maka penelitian ini dilakukan untuk mengkontrol perencanaan *pile cap* dan *bored pile*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian tentang Analisis Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Tingkat Tinggi (RSNTT18-01) yang berlokasi di Jalan Sapta Taruna Raya, Lebak Bulus Jakarta Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian evaluasi (metode studi kasus), dimana peneliti melakukan analisis ulang terhadap daya dukung fondasi dan melihat dari hasil analisis daya dukung apakah fondasi mampu menahan beban struktur atas bangunan atau tidak setelah adanya penambahan ruangan pada bangunan.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang ditetapkan oleh seorang peneliti dengan tujuan untuk mendapatkan informasi dan menarik sebuah kesimpulan. Secara garis besar terdapat dua macam variabel yaitu variabel yang dipengaruhi dan variabel yang mempengaruhi. Variabel yang dipengaruhi adalah variabel terikat dan variabel yang mempengaruhi adalah variabel bebas [5]. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan daya dukung fondasi *bored pile*

Daya dukung tiang yang akan dianalisis pada penelitian ini menggunakan perhitungan beban struktur atas yang sudah dianalisis pada SAP 2000. Beban yang digunakan sebesar $P_u = 6,5647 \times 10^9$ N. Kondisi tanah memiliki kepadatan yang tinggi di nilai N-SPT mencapai > 50. Sehingga dengan beban struktur yang ada perlu dilakukan perhitungan daya dukung tiang bor untuk mengetahui kapasitas daya dukung pondasi.

b. Perhitungan struktur atas

Dalam suatu struktur, terdapat berbagai jenis gaya yang akan memberikan beban pada sistem strukturnya. Beban tersebut meliputi berat dari struktur itu sendiri, beban yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan, serta beban yang muncul akibat peristiwa alam seperti angin dan gempa [6].

2.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data primer pada penelitian ini didapatkan dari hasil pengujian. Kemudian terdapat juga data sekunder pada penelitian ini didapatkan dari mengumpulkan data dari studi literatur pada jurnal, dan *text book*.

2.5 Tahap dan Prosedur Penelitian

Tahapan dalam analisis data merupakan suatu langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dengan permasalahan yang ada sehingga dapat dianalisis secara akurat untuk mencapai tujuan penulisan [7].

Tahapan dalam penulisan laporan penelitian ini yaitu [4]:

- Melakukan *review* dan kajian studi pustaka terhadap buku-buku dan jurnal yang saling berkesinambungan dengan bidang ilmu keteknik sipil khususnya di bagian pondasi tiang *bored pile*.
- Melakukan peninjauan langsung ke lokasi penelitian dan menentukan cakupan/wilayah untuk memperoleh data yang tersedia.
- Melaksanakan pengumpulan data primer dan data sekunder
- Melakukan Analisa dan perhitungan mengenai nilai hasil daya dukung pondasi tiang *bored pile* sesuai dengan langkah-langkah metode dan rumus yang telah dikaji dan dibahas pada tinjauan pustaka dengan data yang didapatkan dari hasil pengujian di lapangan dan di laboratorium.
- Melakukan perbandingan data dari uji lapangan dan perhitungan analisa daya dukung pondasi tiang *bored pile* yang didapatkan menggunakan metode analitis.
- Membuat kesimpulan dan saran dari hasil yang didapatkan melalui perhitungan yang dilakukan sebelumnya .

2.6 Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

2.6.1 Daya Dukung

Analisis daya dukung bertujuan untuk memahami seberapa kuat tanah dalam menahan beban dari pondasi yang ada di atasnya [9]. Daya dukung menunjukkan seberapa baik tanah dapat mencegah pergeseran saat ada beban, yaitu seberapa besar tahanan geser yang dapat diberikan oleh tanah pada area pergeseran ini [8]. Ketika tanah diberikan beban, kekuatan itu dihasilkan dari kohesi tanah, yang dipengaruhi oleh jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung pada tekanan normal yang ada di area geser. Gesekan antara partikel-partikel tanah sebanding dengan tekanan normal yang ada di bidang gesernya [10].

2.6.2 Kapasitas Daya Dukung Izin Tiang

Kapasitas nilai daya dukung izin tiang ditentukan oleh sifat tanah di bawahnya dan melihat kriteria penurunan serta stabilitas yang diperlukan, termasuk faktor aman untuk mencegah keruntuhan. Biasanya, analisis daya dukung izin diperoleh dari daya dukung maksimal dibagi dengan faktor aman yang tepat dan dilakukan dengan metode empiris untuk membuat perhitungan lebih mudah [10].

$$q_a = \frac{q_{ult}}{SF} \quad (1)$$

Dimana :

q_a = Daya dukung izin (kN).

q_{ult} = Daya dukung ultimit (kN).

SF = Faktor keamanan ($SF=3$).

(Sumber : Rohani, 2024)

2.6.3 Kapasitas Daya Ultimit Tiang

Kapasitas atau daya dukung tanah ($q_u = q_{ult} = \text{ultimate bearing capacity}$) merujuk pada tekanan maksimum yang mampu ditahan oleh tanah akibat beban yang diterapkan tanpa menyebabkan terjadinya geser pada tanah di bawah dan di sekitar fondasi. Dalam analisis daya dukung tanah, fokus utamanya adalah pada kemampuan tanah untuk mendukung beban yang diberikan oleh fondasi yang berada di atasnya [11]. Kapasitas daya dukung ultimate tiang (Q_u) merupakan total dari daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s) yang berhubungan dengan interaksi antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya [12]. Bila dinyatakan dalam persamaan dapat dirumuskan seperti berikut:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \quad (2)$$

Dimana :

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ultimit tiang (kN).

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN).

(Sumber : Oemar, 2021)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

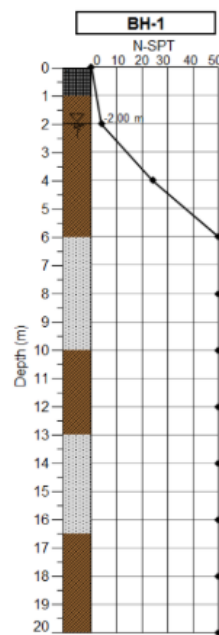
Data tanah yang digunakan merupakan data dari Standard Penetration Test (SPT) yang diperoleh dari Bor Log BH 01. Nilai NSPT yang berasal dari BH 01 dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Nilai NSPT BH 01

| Layer | Kedalaman (m) | Klasifikasi Jenis Tanah | NSPT |
|-------|---------------|--|------|
| 1 | 0,00 – 1,00 | Material pengisi | 0 |
| 2 | 1,00 – 2,50 | Lempung, berwarna coklat kegelapan, sangat keras | 4 |
| 2 | 2,50 – 4,00 | Lempung, berwarna coklat cerah, sangat padat | 24 |
| 2 | 4,00 – 6,00 | Lempung, berwarna coklat cerah, sangat keras. | 50 |
| 3 | 6,00 – 10,00 | Kerikil pasiran sisipan bongkahan batu pasir, berwarna coklat kegelapan, sangat padat. | 50 |
| 4 | 10,20 – 12,00 | Lempung, berwarna coklat kegelapan, sangat padat. | 50 |
| 4 | 12,00 – 13,00 | Lempung, berwarna abu-abu, sangat keras. | 50 |
| 5 | 13,00 – 16,50 | Pasir kerikil sisipan boulder, berwarna abu-abu kehitaman, sangat padat. | 50 |
| 6 | 16,50 – 20,00 | Pasir kerikil sisipan boulder, berwarna abu-abu muda kehijauan, sangat padat. | 50 |

(Sumber : Laporan Akhir Penyelidikan Tanah, 2019)

Telah diperoleh data meliputi statifikasi tanah dan parameter tanah serta N-SPT. Data tanah ini nantinya akan dibutuhkan untuk menghitung analisa daya dukung pondasi tiang *bored pile*. Kondisi lapisan tanah titik BH-01 mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman sekitar 4 meter ditemukan lapisan batuan lempung berpsir dengan konsistensi lunak dan kadar air yang tinggi. Selanjutnya dari kedalaman 4 meter hingga 6 meter ditemukan lapisan lempung kelanauan dengan konsistensi kaku. Pada kedalaman 6 meter hingga kedalaman sekitar 20 meter ditemukan lapisan yang sangat kaku mengandung pasir dengan kepadatan yang tinggi di nilai N-SPT mencapai > 50.



Gambar 1. Data Uji N-SPT pada Titik BH-01

3.1 Analisis Daya Dukung Bored Pile dari Hasil Standard Penetration Test (SPT)

Metode statis yang diterapkan untuk menentukan daya dukung fondasi memanfaatkan data dari *Standard Penetration Test* (SPT) dengan mempertimbangkan sifat tanah yang terdapat di lokasi konstruksi, yang memiliki tipe tanah lempung berbatu [13]. Berikut adalah beberapa metode statis yang dapat diterapkan untuk menganalisis daya dukung fondasi tersebut.

3.1.1 Metode Luciano Decourt (1982)

Kapasitas daya dukung untuk fondasi *bored pile* yang dikembangkan oleh Luciano Decourt (1982) ditentukan dengan memanfaatkan informasi mengenai daya dukung ujung tiang (Q_p) serta daya dukung selimut tiang (Q_s).

1. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

Daya dukung ujung tiang fondasi dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = \alpha \times A_p \times N_p \times K \quad (3)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

α = Koefisien dasar tiang

A_p = Luas penampang ujung tiang (m^2).

$$N_p = \frac{N_{p1} + N_{p2}}{2}$$

N_1 = Nilai rata-rata (NSPT) 4D di bawah ujung tiang.

N_2 = Nilai rata-rata (NSPT) 4D di atas ujung tiang.

K = Koefisien yang tergantung dari jenis tanah (kN/m^2).

(Sumber : Atmaia, 2021)

Tabel 2. Nilai Koefisien Tanah

| Jenis tanah | K (kN/m^2) |
|----------------|----------------|
| Lempung | 12 |
| Lanau lempung | 20 |
| Lanau berpasir | 25 |
| Pasir | 40 |

Sumber : Wardani, 2017

Tabel 2. Koefisien Dasar Tiang α (Decourt & Quaresma, 1978)

| Soil/Pile | Driven Pile | Bored Pile | Bored Pile (Bentonite) | Cotinaous Hollow Anger | Root Piles | Injected Piles (High Pressure) |
|--------------------|-------------|------------|------------------------|------------------------|------------|--------------------------------|
| Clay | 1,00 | 0,85 | 0,85 | 0,30 | 0,85 | 1,00 |
| Intermediate Soils | 1,00 | 0,60 | 0,60 | 0,30 | 0,60 | 1,00 |
| Sands | 1,00 | 0,50 | 0,50 | 0,30 | 0,50 | 1,00 |

Sumber : Wardani, 2017

3.1.2 Metode Meyerhoff (1982)

Kapasitas beban yang dapat ditopang oleh pondasi *bored pile* menurut metode Meyerhoff (1956) ditentukan melalui perhitungan daya dukung pada bagian ujung tiang (Q_p) serta daya dukung selimut tiang (Q_s) [14].

1. Daya dukung ujung tiang (Q_p)
Daya dukung ujung tiang untuk tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q_p = 4 \times A_p \times N_p \quad (4)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

A_p = Luas penampang (m^2).

N_p = Rata-rata NSPT dari 8D sampai 4D (kN/m²).

(Atmaia, 2021)

2. Daya dukung selimut tiang (Q_s)
Daya dukung selimut tiang untuk tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q_s = 0,2 \times N_s \times A_s \quad (5)$$

Daya dukung selimut tiang untuk tanah kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = 0,5 \times N_s \times A_s \quad (6)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung selimut tiang (kN).

A_s = Luas penampang ujung tiang (m^2).

N_s = Rata-rata NSPT sepanjang tiang tertanam (kN/m²).

(Atmaia, 2021)

3. Rumus Meyerhoff 1956

Dari rumus 4, 5, dan 6 di atas merupakan gabungan rumus sehingga menjadi perhitungan Meyerhoff (1956). Nilai 40 merupakan harga batas untuk N_b (harga N-SPT pada elevasi dasar tiang) dan harag batas untuk 0,2 N adalah 10 ton/m² menganjurkan formula daya dukung untuk tiang pancang sebagai berikut:

$$q_p = 40 \times N_b \times A_p + 0,2 \times N \times A_s \quad (7)$$

Dengan:

q_p = Daya dukung tiang tunggal (N)

$N_b = \frac{N_1 + N_2}{2}$

- N_1 = Nilai SPT 4D dibawah lokasi ujung *bored pile*
 N_1 = Nilai SPT 10D diatas lokasi ujung *bored pile*
 A_p = Luas permukaan *bored pile*
 N = Rata-rata nilai SPT dari sampai dengan kedalaman yang *bored pile* yang ditentukan

(Sumber: Atmaia, 2021)

3.2 Pembebanan

Dalam suatu struktur, terdapat berbagai jenis gaya yang akan memberikan beban pada sistem strukturnya. Beban tersebut meliputi berat dari struktur itu sendiri, beban yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan, serta beban yang muncul akibat peristiwa alam seperti angin dan gempa. Secara umum, sebuah struktur bangunan dianggap aman dan stabil apabila mampu menahan semua beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Beban yang ada di dalam struktur mencakup beban mati, beban hidup, beban yang disebabkan oleh angin, dan beban yang disebabkan oleh gempa [15].

1. Beban mati akibat beban sendiri

Beban mati diartikan sebagai beban yang dihasilkan oleh komponen-komponen dari struktur bangunan, termasuk balok, kolom, dan pelat lantai.

2. Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan yang digunakan adalah :

Beban mati tambahan pada pelat lantai:

Space keramik per cm

tebal space 2 cm

$$= 0,02 \times 21 \text{ kN/m}^3$$

$$= 4,2 \times 10^{-1} \text{ kN/m}^2$$

Lantai keramik

$$= 0,01 \times 22 \text{ kN/m}^3$$

tebal 1 cm

$$= 2,2 \times 10^{-1} \text{ kN/m}^2$$

Plafon dan penggantung

$$= 0,2453 \text{ kN/m}^2$$

Mekanikal elektrik

$$= 0,18 \text{ kN/m}^2$$

Sanitasi dan plumbing

$$= 0,2943 \text{ kN/m}^2$$

TOTAL

$$= 1,3596 \text{ kN/m}^2$$

Beban mati tambahan pada balok tepi:

Dinding bata ringan

$$= 1,8 \text{ kN/m}^2$$

3. Beban hidup

Beban hidup dapat dijelaskan sebagai beban yang tidak menyebabkan dampak permanen pada struktur, contohnya adalah beban yang ditimbulkan oleh penghunian suatu bangunan. Mengacu pada peranan struktur gedung sebagai apartemen, maka sesuai dengan ketentuan Pembebanan Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung SNI 1727-2013. Tabel 4-1 merekomendasikan beban hidup di lantai ruangan rumah susun sebesar $4,79 \text{ KN/m}^2$ dan di atap sebesar $2,87 \text{ KN/m}^2$ karena didesain sebagai helipad.

3.3 Perhitungan Bored Pile

3.3.1 Perhitungan daya dukung tiang tunggal

Penggunaan rumus pada perhitungan merujuk pada Meyerhoff (1956) menganjurkan formula daya dukung untuk tiang bor sebagai berikut :

$$q_p = 40 \times N_b \times A_p + 0,2 \times N \times A_s \quad (7)$$

Dengan:

q_p = Daya dukung tiang tunggal (N)

$$N_b = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

N_1 = Nilai SPT 4D dibawah lokasi ujung *bored pile*

N_1 = Nilai SPT 10D diatas lokasi ujung *bored pile*

A_p = Luas permukaan *bored pile*

N = Rata-rata nilai SPT dari sampai dengan kedalaman yang *bored pile* yang ditentukan

(Sumber: Atmaia, 2021)

Perhitungan daya dukung tiang tunggal berikut diambil sampel pada *bored pile* titik 24A. *Bored pile* titik 24A sendiri memiliki kedalaman 12 m dengan diameter *bored pile* 1200 mm dan ketebalan selimut *bored pile* 50 mm.

Adapun daya dukung tiang dapat dihitung sebagai berikut.

N_1 = Nilai SPT pada kedalaman 12 + 4 x 1,2 yaitu 16,8 m dengan nilai SPT sebesar 50.

N_2 = Nilai SPT pada kedalaman 12 - 10 x 1,2 yaitu 0 dengan nilai SPT sebesar 0.

$$N_b = \frac{50+0}{2} = 25$$

$$N = \frac{2+4+13+23+37+50+50+50+50+50+50}{12} = 35,75$$

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{22 \times (1200)^2}{28} = 1131428,5710 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \sum \frac{\pi D^2}{4} = \left(\frac{22 \times ((1200)^2 - (1100)^2)}{28} \right) = 180714,2857 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} q_p &= 40 \times N_b \times A_p + 0,2 \times N \times A_s \\ &= 40 \times 25 \times 1131428,5710 + 0,2 \times 35,75 \times 180714,2857 \\ &= 1132720678 \text{ N} \end{aligned}$$

$$q_{\text{izin}} = \frac{q_p}{\text{Safety Factor}} = \frac{1132720678}{3} = 377573559 \text{ N} = 3,8 \times 10^6 \text{ N}$$

3.3.2 Perhitungan jumlah tiang

1. Menghitung jumlah tiang yang dibutuhkan dalam satu *pilecap*

Jumlah tiang sendiri dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$n = \sum \frac{P_u}{q_{\text{izin}}} \quad (8)$$

Dengan:

n = jumlah tiang yang dibutuhkan dalam satu *pilecap*

P_u = Gaya aksial (N)

q_{izin} = daya dukung tiang tunggal yang diizinkan (N)

(Sumber : Atmaia, 2021)

Berdasarkan SAP 2000 14 didapatkan P_u sebesar $6,5647 \times 10^9$ N. Sehingga jumlah tiang yang dibutuhkan dalam satu *pilecap*.

$$n = \frac{6,5647 \times 10^9}{377573559} = 17,3865 = 18 \text{ tiang}$$

2. Perhitungan rasio tulangan (ρ) yang dibutuhkan karena berpengaruh terhadap perhitungan tulangan utama. Berdasarkan SAP 2000 14, didapatkan bahwa $\mu_u = 97,7637$ kN.m. Dengan aplikasi PCAColumn, didapatkan bahwa $\rho = 0,01$ sebagai rasio tulangan guna menghitung tulangan utama.

3. Perhitungan luas dan jumlah tulangan utama

Tulangan utama adalah tulangan utama yang dipasang pada *bored pile*. Adapun luas tulangan utama dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut.

$$A_s = \rho \frac{\pi D^2}{4} = 0,01 \times \frac{22 \times 1200^2}{28} = 11314,2857 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_s \text{ tulangan}} = \frac{11314,2857}{\frac{22}{28} \times 25^2} = 23,04 = 24 \text{ tulangan}$$

4. Perhitungan Tulangan Sengkang

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

Dengan :

$$\phi = 0,6$$

$f'c$ = Kuat Tekan Rencana (MPa)

b_w = Lebar badan pile cap (mm)

d = Tebal efektif *pile cap* (mm)

Dengan begitu, besar ϕV_c adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d \\ &= 0,6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{35,81} \times 8400 \times 1202,5 \\ &= 6044585,592 \text{ N} \end{aligned}$$

Sedangkan $V_u = 6564753,32 \text{ N}$. Karena $\phi V_c < V_u$, maka dibutuhkan tulangan sengkang dengan jumlah sebagai berikut. Sebagai informasi, tulangan sengkang menggunakan D13.

$$S1 = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_c} = \frac{\frac{22}{28} \times 13^2 \times 400 \times 1202,5}{1007430,932} = 63,3988 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

$S2 = 48 \times \text{diameter sengkang}$

$S3 = 16 \times \text{diameter tulangan utama}$

$S4 = \text{Diameter tiang pancang}$

Selain melihat dari bagian tanah, kita juga perlu memeriksa dari segi bahan. Jadi, kita harus mengevaluasi ulang keselamatan pondasi *bored pile* berdasarkan bahan dengan langkah-langkah berikut.

3.4 Perencanaan Pile Cap

3.4.1 Kontrol kekuatan geser kelompok

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d \quad (9)$$

Dengan :

$$\phi = 0,6$$

$f'c$ = Kuat tekan rencana (MPa)

b_w = Lebar badan pile cap (mm)

d = Tebal efektif *pile cap* (mm)

(Sumber : Atmaia, 2021)

Dimana ϕV_c harus lebih besar dibandingkan dengan V_u . Lebar badan *pile cap* (b_w) sendiri sebesar 8400 mm dan ketebalan 1300 mm. Sehingga tebal efektifnya dapat dihitung dengan langkah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} d &= h - \text{selimut beton} - \text{sengkang} - \frac{1}{2} \text{ tulangan utama} \\ &= 1300 - 75 - 10 - \frac{25}{2} \\ &= 1202,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.4.2 Perhitungan rasio tulangan (ρ) yang dibutuhkan

Berdasarkan SAP 2000 14 didapatkan nilai $M_u = 97,7637 \text{ kN.m}$ sehingga:

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{9,7764 \times 10^7}{8400 \times 1202,5^2} = 0,0080 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85f'_c} = \frac{420}{0,85 \times 35,810} = 13,7983 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn \times m}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,7983} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,0080 \times 13,7983}{400}} \right) = 0,000020003 \\
 P_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035
 \end{aligned} \tag{10}$$

Karena $\rho_{\text{perlu}} < P_{\text{min}}$, maka digunakan $P_{\text{min}} = 0,0035$ sebagai rasio tulangan guna menghitung tulangan pasak/stek

3.4.3 Perhitungan luas dan jumlah tulangan pasak/stek

Tulangan pasak/stek adalah tulangan utama yang dipasang pada *pile cap*. Tulangan ini sendiri adalah terusan dari tulangan utama pada kolom. Adapun luas tulangan pasak/stek berikut:

$$\begin{aligned}
 A_s &= pbd = 0,0035 \times 8400 \times 1202,5 = 35353,5000 \text{ mm}^2 \\
 n &= \frac{A_s}{A_s \text{ tulangan}} = \frac{35353,5000}{\frac{22}{28} \times 25^2} = 71,9926 = 72 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian di proyek RSNTT18-01 Lebak Bulus, Jakarta Selatan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa daya dukung izin tiang bor dengan pembagi faktor aman ($SF = 3$) sebesar $3,8 \times 10^6$ N mampu menahan beban struktur atas $6,5647 \times 10^9$ N. Sehingga jumlah tiang yang dibutuhkan dalam satu pilecap sebanyak 18 tiang. Selanjutnya, dari hasil analisis didapatkan jumlah tulangan utama *bored pile* sebesar 24 tulangan. Dari hasil analisis didapatkan jumlah tulangan utama pada *pile cap* sebanyak 72 tulangan.
2. Hasil N-SPT pada lapisan tanah titik BH-01 mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman sekitar 4 meter ditemukan lapisan batuan lempung berpsir dengan konsistensi lunak dan kadar air yang tinggi. Selanjutnya dari kedalaman 4 meter hingga 6 meter ditemukan lapisan lempung kelanauan dengan konsistensi kaku. Pada kedalaman 6 meter hingga kedalaman sekitar 20 meter ditemukan lapisan yang sangat kaku mengandung pasir dengan kepadatan yang tinggi di nilai N-SPT mencapai > 50 .

5. SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang diperoleh, penulis memberikan beberapa saran dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Data yang lengkap sangat diperlukan untuk menunjang dalam pembuatan analisa perhitungan sesuai dengan standar dan syarat-syaratnya.
2. Diperlukan ketelitian yang baik dalam menghitung dan menginput data teknis dalam perencanaan kapasitas daya dukung pondasi *bored pile*.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kapasitas daya dukung pondasi *bored pile* pada beberapa kondisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu dan melancarkan penelitian ini. Dosen pembimbing, semua pihak di Proyek RSNTT18-01 Lebak Bulus, Jakarta Selatan. Sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Edwar, "Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Pembangunan Rumah Sakit Regina Maris Medan," 2023.
- [2] J. Statika, "Analisis daya dukung tiang bor menggunakan metode empirik dari data pengujian sondir," vol. 10, no. 2, 2024.
- [3] B. M. Siagian and B. F. S. Manurung, "Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Pada Pembangunan Gedung SMK Tunas Harapan Bangsa Cianjur," *Repository.Unkris.Ac.Id*, pp. 1–8, 2023.
- [4] D. L. Tobing, "Analisis daya dukung pondasi bore pile pada proyek pembangunan gedung wahid hasyim apartmen medan," 2019.
- [5] L. M. Atmaia, "Perencanaan Fondasi Tiang Pancang Pada Proyek Gedung Mpp (Mall Pelayanan Publik) Kab. Grobogan Jawa Tengah," 2021.
- [6] N. L. Khomsati, I. W. Jirna, and E. Setyawan, "Perbandingan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Tunggal Menggunakan Data Standard Penetration Test (Spt) Dan Pile Driving Analyzer (Pda) Test Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang," *Bangunan Teor. Prakt. Penelitian, dan Pengajaran Tek. Bangunan*, 2019.
- [7] U. Jusi, "Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test)," *SIKLUS J. Tek. Sipil*, 2018.
- [8] I. Irianto and G. Lidwina Karma, "Kajian Daya Dukung Pondasi Bored Pile Pada Pembangunan Gedung Bank Indonesia Jayapura Papua," *Portal Sipil*, 2017.
- [9] E. Yulawan and T. Rahayu, "3147-7365-1-Sm," pp. 1–13, 2018.
- [10] Rohani, *Analisis Daya Dukung Fondasi Bored Pile Pada Proyek Gedung Mice Kawasan Tana Mori-Ntt*. 2024.
- [11] M. F. Dirgananta, "Perencanaan Ulang Pondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Diameter Menggunakan Metode Meyerhoff, Aoki & De Alencar, Dan Luciano Decourt (Redesign Pile Foundation With Dimentional Variation Using Meyerhoff, Aoki & De Alencar, And Luciano Decourt Method)," *Yogyakarta Univ. Islam Indones.*, 2018.
- [12] F. Oemar *et al.*, "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Bore Pile Pada Pembangunan Proyek Fly Over Martadinata Kota Tangerang," *J. Tek. Sipil-Arsitektur*, 2021.
- [13] S. Permana and A. Gunawan, "Evaluasi Pondasi Bored Pile pada Proyek Kolam Ponds dengan Pile Driving Analyze Test," *J. Konstr.*, vol. 18, no. 2, pp. 51–61, 2021.
- [14] R. Zain, A. Azizi, and M. A. Salim, "Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Pada Proyek Pembangunan Gedung K Universitas Muhammadiyah Purwokerto Analysis of Bearing Capacity and Settlement of Bore Pile Foundations in K Building Project University of Muhammadiyah Purwokerto," *CIVeng*, vol. 2, no. 2, pp. 59–68, 2021.
- [15] M. K. Wardani, "Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Metode Statis Metode Dinamis Dan Kekuatan Bahan Berdasarkan Data NSPT (Studi Kasus Pembangunan Hotel Ayola Surabaya)," *Rekayasa J. Tek. Sipil*, 2017.