

TINJAUAN FONDASI *BORE PILE* PADA STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH JALAN WAIPIA-SALEMAN I KABUPATEN MALUKU TENGAH

Siti Hajar Renngur¹⁾, Henriette Dorothy Titaley¹⁾, Maslan Abdin³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

sitirennngur03@gmail.com¹⁾, titalyhd@gmail.com²⁾, maslanabdin15@gmail.com³⁾

ARTICLE HISTORY

Received:

September 11, 2025

Revised

October 18, 2025

Accepted:

October 27, 2025

Online available:

October 29, 2025

Keyword:

Bore pile foundation, bearing capacity, settlement.

*Correspondence:

Name: Siti Hajar Renngur

E-mail: sitirennngur03@gmail.com

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

ABSTRACT

The foundation is a lower structure that transfers the load from the upper structure to the ground below. On the Waipia - Saleman I road section on Central Maluku Regency at STA 35+000, 200 m long cantilever retaining wall was built and combined with 60 cm diameter bore pile foundation with a depth of 14 m which functions to secure slope areas that are prone to landslides. This study aims to calculate the load received by the bore pile foundation, the bearing capacity and the settlement that occurs in the bore pile foundation. The bearing capacity of a single pile is calculated from N-SPT data using conventional methods, namely the Mayerhoff method and the Reese & O'Neil methods. The bearing capacity of the pile group is calculated using the efficiency value from the Converse-Labarre Formula. The calculation of the settlement of a single pile and the settlement of the pile group are calculated based on the Vesic method. Based on the calculation results, the smallest load on the bore pile foundation was 1502.88 kN, with a distributed load at the base of the retaining wall of 41.75 kN/m². The calculation resulted of the single pile bearing capacity using the Mayerhoff method yielded an average allowable bearing capacity (Q_{all}) of 153 7.34 kN, and using the Reese & O'Neil method, the lowest permissible bearing capacity (Q_{all}) at Bore Hole 02 was 1118.67 kN. The smallest group pile allowable bearing capacity (Q_{gall}) at Bore Hole 02 was 2505.82 kN. The settlement calculation of the bore pile foundation using the Vesic method for single piles (S) was 0.0420 m, and for group piles (S_g) was 0.0939 m, which was considered safe and technically acceptable because it was smaller than the allowable settlement (S_i), which was 0.151 m.

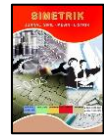
Keywords: *Bore Pile Foundation, Bearing Capacity, Settlement*

1. PENDAHULUAN

Fondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi meneruskan beban struktur atas ke tanah dibawahnya. Secara umum, fondasi terdiri dari dua jenis yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam (Bowles, 2005). Fondasi bore pile merupakan salah satu jenis fondasi dalam yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan dicor (Jusi, 2018). Kapasitas dukung merupakan kemampuan struktur untuk memikul beban yang diterima dari struktur itu sendiri maupun beban dari struktur atas. Kapasitas dukung fondasi *bore pile* didapat dari kuat dukung ujung (*end bearing capacity*)

yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan kuat dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari kuat dukung gesek antara fondasi *bore pile* dan tanah disekelilingnya. Penurunan disebabkan karena pemberian beban diatas tanah yang mengakibatkan tegangan pada lapisan tanah dibawah beban tersebut. Adanya pembebanan tersebut mengakibatkan keluarnya air pori disertai berkurangnya volume tanah (Islam. U., et al., 2022).

Pada ruas Jalan Waipia Saleman I STA 35+000 rawan akan terjadinya longsor akibat dari kondisi tanah dan lereng yang curam, ketinggian lereng mencapai 15,468 m. Adapun faktor lain seperti curah hujan tinggi



yang mengakibatkan tanah menyerap air dan masuk ke dasar lereng sehingga menimbulkan longsor. Salah satu cara penanganan yang dilakukan yaitu dengan membangun Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe kantilever sepanjang 200 m dan digabungkan dengan fondasi *bore pile*. Fondasi ini sering digunakan untuk mengamankan dan menjaga kestabilan di daerah lereng. Fondasi *bore pile* yang digunakan berdiameter 60 cm. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk meninjau kembali kinerja fondasi *bore pile*.

Perhitungan kapasitas dukung tiang tunggal berdasarkan data N-SPT menggunakan metode konvensional yaitu metode Mayerhoff dan metode Reese & O'Neil. Kapasitas dukung kelompok tiang dihitung berdasarkan nilai efisiensi yang disarankan oleh Converse-Labarre Formula. Perhitungan penurunan tiang tunggal dan penurunan kelompok tiang dihitung berdasarkan metode Vesic. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban yang diterima fondasi *bore pile*, kapasitas dukung dan penurunan yang terjadi pada fondasi *bore pile*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pihak konsultan, kontraktor maupun instansi terkait dalam perencanaan fondasi *bore pile* yang lebih efisien dan aman, khususnya pada struktur dinding penahan tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

(Hidayati, M., et al., 2020) meneliti perencanaan *bore pile* pada proyek pengelolaan irigasi di Binjai Utara. Penelitian ini menggunakan data sondir untuk menganalisis daya dukung dan penurunan pondasi. Hasilnya menunjukkan bahwa variasi diameter tiang memengaruhi kapasitas dukung dan deformasi tanah.

(Tanjung, D., et al., 2024) melakukan penelitian pada proyek *Underpass* Beurawe di Banda Aceh dengan fokus pada analisis stabilitas dinding *bore pile* terhadap tekanan tanah aktif dan pasif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan muka air tanah dapat menurunkan faktor keamanan hingga 20%.

(Pratama, 2023) meneliti pengaruh konfigurasi kelompok pondasi *bore pile* terhadap daya dukung dan penurunan pada pekerjaan Jembatan Tanah Tinggi di Kota Tangerang. Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi jarak antar tiang berpengaruh besar terhadap daya dukung kelompok pondasi.

(Tahir, 2023) meninjau kinerja fondasi *bore pile* pada proyek perbaikan jalan pantai di Ambon. Hasilnya menunjukkan bahwa curah hujan tinggi dan beban kendaraan berat meningkatkan tekanan lateral secara signifikan. Penelitian ini lebih menekankan aspek hidrologi dibanding analisis daya dukung *bore pile* secara struktural.

Penelitian ini memiliki beberapa kebaruan dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Pertama, penelitian ini dilakukan di wilayah Maluku Tengah, tepatnya di Jalan Waipia-Saleman I, yang memiliki kondisi tanah berlempung, curah hujan tinggi serta risiko erosi dan pergeseran lereng yang berbeda wilayah penelitian sebelumnya. Kedua, penelitian ini mengkombinasikan data lapangan yaitu N-SPT (*Standard Penetration Test*) dengan beberapa metode analitis yaitu Mayerhoff, Reese&O'Neil dan Vesic untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kinerja *bore pile* dalam menahan beban serta menghitung daya dukung ujung (*end bearing capacity*) dan daya dukung gesek (*skin friction*), data ini juga digunakan untuk memperkirakan besarnya penurunan yang terjadi akibat beban dari struktur dinding penahan tanah. Ketiga, penelitian ini difokuskan pada struktur dinding penahan tanah di tepi jalan yang menahan beban dari lalu lintas kendaraan serta tekanan tanah akibat lereng, berbeda dengan penelitian terdahulu yang berfokus pada irigasi, jembatan atau *underpass*.

2.2 Fondasi

Fondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya (Hardiyatmo, 2022). Terdapat dua klasifikasi fondasi yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam. Fondasi dangkal didefinisikan sebagai fondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti : fondasi telapak, fondasi memanjang dan fondasi rakit. Fondasi dalam didefinisikan sebagai fondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya fondasi sumuran dan fondasi tiang.

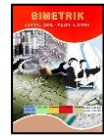
2.3 Fondasi *Bore Pile*

Fondasi *bore pile* adalah fondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu. Fondasi *bore pile* dipergunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Fondasi *bore pile* digunakan pada tanah yang kaku dan stabil, sehingga saat proses pengeboran tanah akan tetap stabil. Setelah proses pengeboran kemudian diisi dengan tulangan dan dicor dengan beton.

2.4 Beban Yang Dipikul Fondasi *Bore Pile*

Untuk menganalisis beban yang diterima fondasi *bore pile*, perlu dihitung terlebih dahulu berat sendiri dinding penahan tanah yang bekerja secara vertikal (Suripin, 2007).

Perhitungan beban vertikal dihitung dengan cara membagi dinding penahan tanah menjadi beberapa



segmen disertai dengan beban merata (q) yaitu bahu jalan.

$$\text{Berat } (W) = \text{Volume Penampang } (m^3) \times \text{Berat Jenis Bahan } (kN/m^3) \dots \dots \dots (1)$$

Berdasarkan teori kapasitas dukung (*Bearing Capacity*), perlu diperhitungkan beban yang terdistribusi pada dasar dinding penahan tanah yaitu beban per satuan luas dimana tanah masih dapat didukung oleh fondasi tanpa mengalami keruntuhan. Beban yang terdistribusi pada dasar dinding penahan tanah dihitung menggunakan persamaan:

$$q = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

q : Distribusi beban pada dasar DPT (kN/m²)

P : Beban terpusat (kN)

A : Luasan fondasi (m²)

2.5 Kapasitas Dukung Fondasi Bore Pile

1. Kapasitas Dukung Berdasarkan Metode Mayerhoff

Perhitungan untuk kapasitas dukung fondasi *bore pile* setiap lapisan tanah menggunakan data N-SPT dengan metode (Mayerhof, 1956) tanah non kohesif sebagai berikut :

$$Q_p = 40 \times N\text{-SPT} \times A_p \dots \dots \dots (3)$$

Untuk tahanan gesek fondasi *bore pile* dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_s = 2 \times N\text{-SPT} \times P \times L_i \dots \dots \dots (4)$$

Sehingga daya dukung ultimate fondasi *bore pile* dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \dots \dots \dots (5)$$

Untuk daya dukung izin dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{all} = Q_{ult} / SF \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

N-SPT: Nilai N-SPT pada kedalaman yang ditentukan

Q_p: Kapasitas ujung tiang (kN)

Q_s: Kapasitas gesek tiang (kN)

A_p: Luas penampang tiang (m²)

L : Kedalaman tanah (m)

d : Lebar fondasi (m)

P : Keliling fondasi (m)

40 : Koefisien perlawanan ujung tiang yang dianjurkan Mayerhoff.

2. Kapasitas Dukung Berdasarkan Metode O'Neil & Reese.

(O'Neil, M. W., dan Reese, 1989) dari menyatakan untuk tahanan ujung tiang *bore pile* sebagai berikut :

$$Q_p = A_p \cdot f_p \dots \dots \dots (7)$$

$$f_p = 0,60 \sigma N60 \leq 4500 \text{ kPa} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

f_p: tahanan ujung neto per satuan luas (kPa)

db : diameter ujung bawah tiang *bore pile* (m)

σ : tegangan referensi = 100 kPa

N60: N-SPT yang dikoreksi terhadap prosedur pengujian.

Untuk tahanan gesek fondasi *bore pile* dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_s = A_s \times \beta \times p_{o' rata-rata} \dots \dots \dots (9)$$

Sehingga daya dukung ultimate fondasi *bore pile* dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s - W_p \dots \dots \dots (10)$$

Untuk daya dukung izin dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{all} = Q_{ult} / SF \dots \dots \dots (11)$$

3. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Kapasitas dukung kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan oleh persamaan :

$$Q_g = E_g \times n \times Q_{all} \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan :

Q_g : Beban maksimum kelompok tiang yang menyebabkan keruntuhan

n : Jumlah tiang kelompok

E_g : Efisiensi kelompok tiang

Q_{all} : Kapasitas dukung tiang tunggal

2.6 Penurunan Fondasi Bore Pile

1. Perhitungan Penurunan Segera Tiang Tunggal Menggunakan Metode Vesic

$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q \times L}{A_p \times E_p} \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan :

S : Penurunan tiang tunggal (m)

D : Diameter tiang (m)

Q : Beban yang bekerja (kN)

L : Panjang tiang (m)

A_p : Luas penampang tiang (m²)

E_p : Modulus elastis tiang = 4700√f'_c

2. Penurunan Kelompok Tiang Menggunakan Metode Vesic

Menurut (Vesic, 1977), penurunan tiang kelompok dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{D}} \dots \dots \dots (14)$$

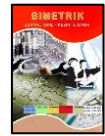
Keterangan :

S_g : penurunan kelompok tiang (m)

S : penurunan total akibat fondasi tiang tunggal (m)

B_g : lebar kelompok tiang (m)

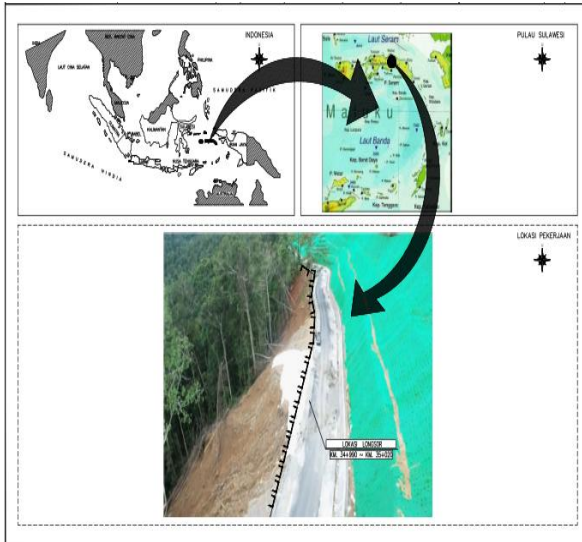
D : diameter tiang tunggal (m)



3. METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berada pada Ruas Jalan Waipia - Saleman I, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber : Penulis, 2024

3.2 Jenis Data

Adapun jenis data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui pihak lain dikumpulkan oleh penulis untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Data sekunder ini, meliputi : Gambar Kerja, Data Tanah *Standard Penetration Test (SPT)*.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang dilakukan untuk memperoleh data. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsultasi langsung dengan pihak konsultan yang menangani Proyek Penanganan Longsoran Ruas Jalan Waipia-Saleman I Kabupaten Maluku Tengah STA 35+000 dan memperoleh data sekunder berupa :

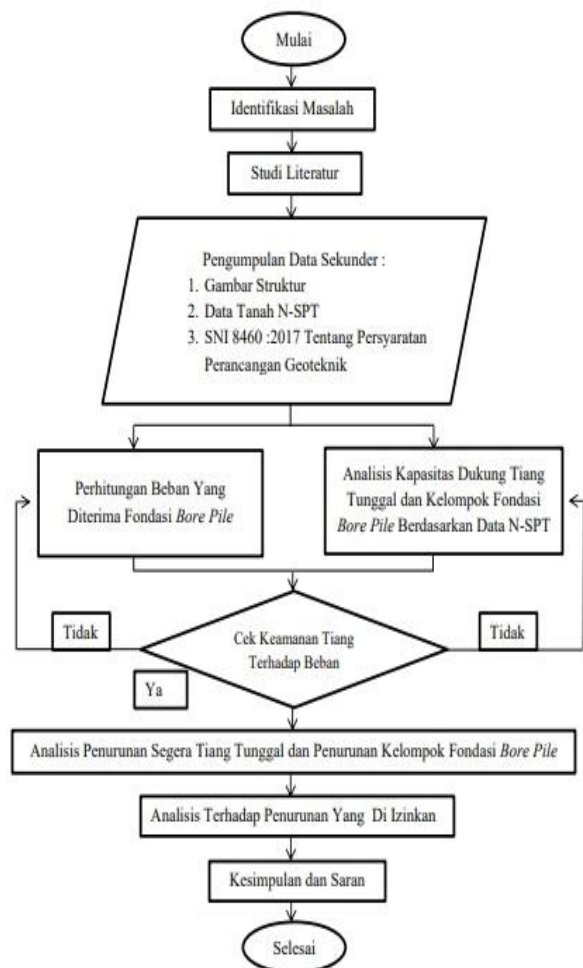
1. Data tanah *Standard Penetration Test (SPT)*
2. Gambar struktur.

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari referensi sesuai dengan metode analisis yang digunakan.
2. Pengumpulan data untuk membantu penelitian. Beberapa data yang dikumpulkan adalah gambar kerja, Data Tanah Standart

Penetration Test (SPT) dan SNI 8460 :2017 Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik(Badan Standardisasi Nasional, 2017).

3. Menganalisis beban yang dipikul fondasi *bore pile*.
4. Menganalisis kapasitas dukung tiang tunggal fondasi *bore pile* berdasarkan data N-SPT menggunakan metode Mayerhof dan O’Neil & Reese.
5. Menganalisis kapasitas dukung kelompok fondasi *bore pile*.
6. Menghitung penurunan tiang tunggal pada fondasi *bore pile* menggunakan metode Vesic
7. Menghitung penurunan kelompok tiang menggunakan metode Vesic dan kontrol terhadap penurunan yang diizinkan. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Sumber : Penulis, 2024



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Beban Yang diterima Fondasi Bore Pile

Tabel 1. Hasil Perhitungan Berat Dinding Penahan Tanah

| Titik Bor | Berat (W) |
|--------------|------------|
| Bore Hole 01 | 1522.28 kN |
| Bore Hole 02 | 1507.68 kN |
| Bore Hole 03 | 1502.88 kN |

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh berat sendiri dinding penahan tanah pada Bore Hole-01 sebesar 1522.08 kN, Bore Hole-02 sebesar 1507.68 kN dan Bore Hole-03 sebesar 1502.88 kN. Untuk selanjutnya, perlu dihitung distribusi beban pada dasar dinding penahan tanah. Menghitung Beban Yang Terdistribusi Pada Dasar Dinding Penahan Tanah (q)

Tabel 2. Hasil Perhitungan Distribusi Beban Pada Dasar DPT

| Titik Bor | q (kN/m ²) |
|--------------|------------------------|
| Bore Hole 01 | 42.28 |
| Bore Hole 02 | 41.88 |
| Bore Hole 03 | 41.75 |

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh distribusi beban pada dasar dinding penahan tanah pada Bore Hole-01 sebesar 42.28 kN/m², Bore Hole-02 sebesar 41.88 kN/m² dan Bore Hole-03 sebesar 41.75 kN/m².

4.2 Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Bore Pile Berdasarkan Data N-SPT

1. Kapasitas Dukung Fondasi Bore Pile Tiang Tunggal Berdasarkan Metode Mayerhoff Bore Hole -01

Menghitung kapasitas dukung ujung tiang (Qp) sebagai berikut :

$$Q_p = 40 \times N\text{-SPT} \times A_p$$

$$= 40 \times 60 \times 0.2826 \text{ m}^2$$

$$= 678.24 \text{ kN}$$

Menghitung kapasitas dukung selimut fondasi bore pile (Qs) sebagai berikut:

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

$$= 2 \times 60 \times 1.884 \text{ m} \times 14 \text{ m}$$

$$= 3165.12 \text{ kN}$$

Menghitung kapasitas dukung ultimit fondasi bore pile (Qult) sebagai berikut :

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$= 678.24 \text{ kN} + 3165.12 \text{ kN}$$

$$= 3843.36 \text{ kN}$$

Menghitung kapasitas dukung izin fondasi bore pile (Qall) sebagai berikut :

$$Q_{all} = Q_{ult} / SF$$

$$= 3843.36 \text{ kN} / 2.5$$

$$= 1537.34 \text{ kN}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Fondasi Bore Pile Berdasarkan Metode Mayerhoff

| Titik Bor | Qp (kN) | Qs (kN) | Qult (kN) | Qall (kN) |
|--------------|---------|---------|-----------|-----------|
| Bore Hole 01 | 678.24 | 3165.12 | 3843.36 | 1537.34 |
| Bore Hole 02 | 678.24 | 3165.12 | 3843.36 | 1537.34 |
| Bore Hole 03 | 678.24 | 3165.12 | 3843.36 | 1537.34 |

Sumber : Penulis, 2024

Tabel 3, menunjukkan kapasitas dukung ultimit (Qult) berdasarkan metode Mayerhoff yang di peroleh pada Bore Hole-01 sampai Bore Hole-03 sebesar 3843.36 kN. Dan diperoleh kapasitas dukung izin (Qall) pada Bore Hole-01 sampai Bore Hole-03 sebesar 1537.34 kN. Berdasarkan hasil analisa, perhitungan dari Bore Hole-01 sampai Bore Hole-03 memiliki hasil yang sama dikarenakan fondasi bore pile pada setiap Bore Hole memiliki kedalaman yang sama yaitu 14 m.

2. Kapasitas Dukung Fondasi Bore Pile Tiang Tunggal Berdasarkan Metode O'Neil & Reese

Bore Hole -01

Menghitung Kapasitas Dukung Ujung Tiang (Qp) sebagai berikut :

$$Q_p = A_p \times f_p$$

$$= 0.2826 \text{ m}^2 \times 3600 \text{ kN/m}^2$$

$$= 1017.36 \text{ kN}$$

Menghitung Kapasitas Dukung Ujung Tiang (Qs) sebagai berikut :

$$Q_s = A_s \cdot \beta \cdot \rho'_{rata} - rata$$

$$= 2562.20 \text{ Kn}$$

Menghitung kapasitas dukung ultimit fondasi bore pile (Qult)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s - W_p$$

$$= 1017.36 \text{ kN} + 2562.20 \text{ kN} - 94.95 \text{ kN}$$

$$= 3484.61 \text{ kN}$$

Menghitung kapasitas dukung izin fondasi bore pile (Qall)



$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\
 &= 4356.77 \text{ kN} / 2.5 \\
 &= 1393.84 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Fondasi Bore Pile Berdasarkan Metode Reese & O'Neil

| Titik Bor | Qp (kN) | Qs (kN) | Qult (kN) | Qall (kN) |
|--------------|---------|---------|-----------|-----------|
| Bore Hole 01 | 1017.36 | 2562.20 | 3484.61 | 1393.84 |
| Bore Hole 02 | 1017.36 | 1874.26 | 2796.67 | 1118.67 |
| Bore Hole 03 | 1017.36 | 3434.36 | 4356.77 | 1742.71 |

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan kapasitas dukung ultimit (Qult) berdasarkan metode Reese & O'Neil yang di peroleh pada Bore Hole-01 sebesar 3484.61 kN, Bore Hole-02 sebesar 2796.67 kN dan Bore Hole-03 sebesar 4356.77 kN. Dan diperoleh kapasitas dukung izin (Qall) pada Bore Hole-01 sebesar 1297.30 kN Bore Hole-02 sebesar 1118.67 kN dan Bore Hole-03 sebesar 1393.84 kN.

3. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang (Qg) dan kapasitas dukung izin kelompok tiang (Qgall) Berdasarkan Metode Mayerhoff
Bore Hole 01

$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g \times n \times Q_{all} \\
 &= 0.84 \times 8 \times 1537.34 \text{ kN} \\
 &= 10330.92 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Bore Hole 01

$$\begin{aligned}
 Q_{gall} &= Q_g / SF \\
 &= 10330.92 \text{ kN} / 3 \\
 &= 3443.64 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Kelompok Tiang (Qg) dan Kapasitas Dukung Kelompok Tiang(Qgall) Berdasarkan Metode Mayerhoff

| Titik Bor | Qg (kN) | Qgall (kN) |
|--------------|----------|------------|
| Bore Hole 01 | 10330.92 | 3443.64 |
| Bore Hole 02 | 10330.92 | 3443.64 |
| Bore Hole 03 | 10330.92 | 3443.64 |

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh kapasitas dukung kelompok tiang (Qg) pada Bore Hole 01 sampai Bore

Hole 03 sebesar 10330.92 kN dan kapasitas dukung izin kelompok tiang (Qgall) pada Bore Hole 01 sampai Bore Hole 03 sebesar 3443.64 kN

4. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang (Qg) dan kapasitas dukung izin kelompok tiang (Qgall) Berdasarkan Metode Reese & O'Neil
Bore Hole 01

$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g \times n \times Q_{all} \\
 &= 0.84 \times 8 \times 1393.84 \text{ kN} \\
 &= 9366.60 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Bore Hole 01

$$\begin{aligned}
 Q_{gall} &= Q_g / SF \\
 &= 9366.60 \text{ kN} / 3 \\
 &= 3122.2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Kelompok Tiang (Qg) dan Kapasitas Dukung Izin Kelompok Tiang (Qgall) Berdasarkan Metode Reese & O'Neil.

| Titik Bor | Qg (kN) | Qgall(kN) |
|--------------|----------|-----------|
| Bore Hole 01 | 9366.6 | 3122.2 |
| Bore Hole 02 | 7512.46 | 2505.82 |
| Bore Hole 03 | 11711.01 | 3903.67 |

Sumber : Penulis, 2024

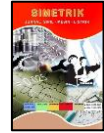
Berdasarkan Tabel 6, diperoleh kapasitas dukung kelompok tiang (Qg) terbesar pada Bore Hole 03 yaitu 11711.01 kN dan terkecil pada Bore Hole 02 yaitu 7517.46 kN. Diperoleh kapasitas dukung izin kelompok tiang (Qgall) terbesar pada Bore Hole 03 yaitu 3903.67 kN dan yang terkecil pada Bore Hole 02 yaitu 2505.82 kN

4.3 Analisis Penurunan Yang Terjadi Pada Fondasi Bore Pile

1. Menghitung penurunan segera tiang tunggal berdasarkan metode Vesic.

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{D}{100} + \frac{Q \times L}{A_p \times E_p} \\
 S &= \frac{0.60 \text{ m}}{100} + \frac{1779.03 \text{ kN} \times 14 \text{ m}}{0.2826 \text{ m}^2 \times 2524521.98 \text{ kN/m}^2} \\
 S &= 0.0409 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan penurunan segera tiang tunggal berdasarkan metode Vesic pada fondasi bore pile sebesar 0.0409 m atau 4.09 cm . Nilai ini mencerminkan besarnya deformasi vertikal yang terjadi akibat beban kerja yang diterima. Dengan hasil 4.09 cm, fondasi bore pile menunjukkan respon deformasi yang masih dalam batas toleransi. Dalam praktik rekayasa geoteknik, penurunan izin untuk struktur dinding penahan



tanah umumnya berada antara kisaran 2.5 cm hingga 5 cm.

2. Menghitung penurunan tiang kelompok berdasarkan metode Vesic

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

$$S_g = 0.0409 \text{ m} \sqrt{\frac{3 \text{ m}}{0.60 \text{ m}}}$$

$$S_g = 0.0914 \text{ m}$$

Hasil perhitungan penurunan tiang kelompok pada fondasi *bore pile* berdasarkan metode Vesic sebesar 0.0914 m. Menunjukkan bahwa penurunan tiang kelompok lebih besar dibandingkan penurunan tiang tunggal, akibat dari interaksi antar tiang.

3. Menghitung penurunan yang diizinkan (S_i) Berdasarkan SNI 8460 : 2017 Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik yaitu penurunan izin $< 15 \text{ cm} + \frac{b}{600}$ (b adalah diameter tiang dalam satuan cm).

$$S \text{ izin} < 15 \text{ cm} + \frac{b}{600}$$

$$S \text{ izin} < 15 \text{ cm} + \frac{60 \text{ cm}}{600}$$

$$S \text{ izin} < 15.10 \text{ cm}$$

$$S \text{ izin} < 0.151 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh penurunan yang diizinkan untuk fondasi *bore pile* adalah sebesar 0.151 m. Sementara itu, hasil penurunan aktual tiang kelompok berdasarkan metode Vesic adalah sebesar 0.0914 m. Karena penurunan aktual masih lebih kecil dari penurunan izin, maka dapat disimpulkan bahwa fondasi *bore pile* yang digunakan pada struktur dinding penahan tanah Jalan Waipia-Saleman I Kabupaten Maluku Tengah STA 35+000 masih dalam batas aman dan dapat diterima secara teknis.

Hal ini menunjukkan bahwa fondasi *bore pile* mampu mendistribusikan beban ke tanah pendukung secara efektif tanpa menyebabkan deformasi berlebih pada struktur dinding penahan tanah. Meskipun penurunan tiang kelompok yang diperoleh lebih besar dari tiang tunggal akibat interaksi antar tiang, namun nilainya masih memenuhi kriteria kelayakan struktur yang telah ditentukan berdasarkan standar perancangan geoteknik.

5. PENUTUP.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Beban yang diterima oleh fondasi *bore pile* diperoleh Berat DPT dan Distribusi Beban Dasar DPT yang terbesar pada Bore Hole 01

yaitu 1522.08 kN dan 42,28 kN/m². Berat DPT dan Distribusi Beban Dasar DPT yang terkecil pada Bore Hole 03 senilai 1502,88 kN dan 41,75 kN/m².

2. Kapasitas dukung fondasi *bore pile* tiang tunggal berdasarkan data N-SPT menggunakan metode Mayerhoff dan Reese & O'Neil. Diperoleh kapasitas dukung izin (Q_{all}) rata-rata berdasarkan metode Mayerhoff yaitu senilai 1537.34 kN. Berdasarkan metode Reese & O'Neil diperoleh kapasitas dukung izin (Q_{all}) terbesar pada Bore Hole-03 yaitu 1742.71 kN dan Q_{all} terkecil pada Bore Hole-02 yaitu 1118.67 kN. Kapasitas dukung kelompok tiang, diperoleh kapasitas dukung izin kelompok (Q_{gall}) rata-rata berdasarkan metode Mayerhoff yaitu senilai 3443.64 kN. Berdasarkan metode Reese & O'Neil pada Q_{gall} terbesar terletak pada Bore Hole 03 yaitu 3903.67 kN dan Q_{gall} terkecil terletak pada Bore Hole 02 yaitu 2505.82 kN.
3. Penurunan yang diizinkan untuk fondasi *bore pile* adalah sebesar 0.151 m. Sementara itu, hasil penurunan aktual tiang kelompok berdasarkan metode Vesic adalah sebesar 0.0914 m. Karena penurunan aktual masih lebih kecil dari penurunan izin, maka dapat disimpulkan bahwa fondasi *bore pile* yang digunakan pada struktur dinding penahan tanah Jalan Waipia-Saleman I Kabupaten Maluku Tengah STA 35+000 masih dalam batas aman dan dapat diterima secara teknis, karena masih memenuhi kelayakan struktur yang telah ditentukan berdasarkan standar perancangan geoteknik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil perhitungan, perlu dianalisa lebih lanjut dengan saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan analisis yang akurat, data yang dimiliki harus benar-benar valid dan lengkap sehingga dalam perhitungan tidak terjadi kesalahan.
2. Perhitungan kapasitas dukung fondasi *bore pile* pada penelitian ini hanya menggunakan metode konvensional yaitu Metode Mayerhoff dan Metode O'Neil & Reese, untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat menghitung menggunakan metode lainnya.
3. Perhitungan penurunan fondasi *bore pile* hanya menggunakan metode Vesic, untuk peneliti selanjutnya bisa menggunakan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA



- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. *Standar Nasional Indonesia, 8460*, 1–323.
- Bowles, J. E. (2005). Analisis Dan Desain Pondasi II. *Erlangga, Jakarta, 2*, 474.
- Fajri Nurul Hakim, M., & Abdul Hadi, M. (2023). Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Berdasarkan Data N-SPT Diverifikasi dengan Nilai PDA dan CAPWAP. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 3(1), 236–247.
- Hidayati, M., A., Hakam, A., & Elizar. (2020). Analisis Pemanfaatan Barisan Tiang Bor Sebagai Konstruksi Penahan Tanah Pada Lokasi yang Sempit dan Padat. *Jurnal Saintis*, 20(02), 69–76. [https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20\(02\).5527](https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20(02).5527)
- Jusi, U. (2018). Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test). *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 50–82. <https://doi.org/10.31849/siklus.v1i2.136>
- Lestaluhu, A., Frans, P. L., & Titaley, H. D. (2024). Tinjauan Fondasi Tiang Pancang Pada Bangunan RTMC Polda Maluku. *Journal Agregate*, 3(1), 65-73.
- Mayerhof, G. G. (1956). *Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils*. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*. [https://doi.org/82\(1\), 866-1](https://doi.org/82(1), 866-1).
- O'Neil, M. W., dan Reese, L. C. (1989). *Drilled Shaft: Construction Procedures and Design Method*.
- Oemar, F., Utama, T. R., Wijaksono, P., Studi, P., Sipil, T., Jayabaya, U., & Pile, B. (2021). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Bore Pile Pada Pembangunan Proyek Fly Over Martadinata Kota Tangerang. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, 20(1), 121–133. <https://doi.org/10.54564/jtsa.v20i1.69>
- Ramdhany, M., & Permana, S. (2021). Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile Menggunakan Nilai Standard Penetration Test (SPT) pada Proyek Pembangunan Kereta Cepat Indonesia China. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 212–218. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.929>
- Rokhman, R., Rini, R. P., Saputra, A., Rusmin, M., & Klau, J. (2023). Tinjauan Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data SPT Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Universitas Muhammadiyah Sorong. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(2), 127–133. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p127-133>
- Pratama, R. (2023). Perbandingan Bentuk Konfigurasi Kelompok Pondasi Bore Pile Terhadap Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Pada Pekerjaan Jembatan Tanah Tinggi 3 Kota Tangerang. *Syntax Literate*, 1264–1277.
- Islam, U., Agung, S., Sandy, Y. T., & Ramadlan, Z. A. (2022). Sarjana, P., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., 30201800193 *Fullpdf (1)*.
- Suripin. (2007). *Struktur Beton Bertulang*. Andi.
- Tanjung, D., Saripah, J., Ayu Nur, M. (2024). Analisis Perencanaan Daya Dukung Pondasi Bore Pile Bangunan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pengelolaan Irigasi Kecamatan Binjai Utara. *Jurnal Teknik Blend Sains*, 3. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v3i2.634>
- Tahir, A. (2023). Analisis Sistem Dinding Penahan Tanah Bore Pile pada Proyek Perbaikan Jalan Pantai di Kota Ambon. *Jurnal Infrastruktur Dan Konstruksi. Universitas Pattimura.*, 92–101.
- Vesic, A. S. (1977). *Design of pile foundations. NCHRP synthesis of highway practice*. <https://doi.org/42>