



Analisis Kapasitas Dukung Dan Penurunan Fondasi Tiang Pada Bangunan PA Dataran Hunipopu SBB

Stensya Greselli Tanamal¹, Henriette Dorothy Titaley², Margie Civitaria Siahay³

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

gresellytanamal@gmail.com¹, titaleyhd@gmail.com², margie.siahay@gmail.com³

ARTICLE HISTORY

Received:

September 15, 2025

Revised

November 2, 2025

Accepted:

November 23, 2025

Online available:

December 09, 2025

Keywords:

Bearing Capacity, Settlement Of Pile Foundations

*Correspondence:

Name: Stensya Greselli Tanamal

E-mail:

gresellytanamal@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 of the substructure is the desired bearing capacity that a pile foundation must provide to support the loads acting on it. The purpose of this study is to obtain the bearing capacity results and settlement of pile foundations at the West Seram Regency Religious Court building using the Mayerhoff method based on the results of the cone penetration test. This study shows that the ultimate bearing capacity calculated for a single pile based on the cone penetration test using the Schertmann and Nottingham Method is 34.3601 kN, while based on the Mayerhoff Method it is 202.58 kN. This indicates that the highest bearing capacity result is based on the Mayerhoff cone penetration test data, and the lowest is based on the Schertmann and Nottingham Method. The calculation results for the settlement of the pile foundation with a group of 3 piles showed a single-pile settlement of 0.03 m and a group pile settlement of 0.06 m.

Keywords: *Bearing Capacity, Pile Foundation Settlement*

1. PENDAHULUAN

Fondasi struktur bagian bawah bertugas mengarahkan beban dari bangunan di atasnya ke tanah di bawah pondasi. Fondasi dianggap aman bila beban yang diteruskan ke tanah tidak melebihi kekuatan tanahnya. Jika kekuatan tanah melebihi batasnya, akan terjadi penurunan yang berlebihan dan keruntuhan tanah.

Fondasi tiang adalah jenis fondasi yang dipilih ketika tanah keras terletak di kedalaman yang sangat dalam. Salah satu metode pemancangan ke dalam tanah adalah dengan menggunakan teknik memasang tiang yang kokoh untuk menahan gaya geser serta cocok untuk tanah lunak.

Kapasitas daya dukung Kelompok tiang pada umumnya fondasi tiang pancang dipasang secara berkelompok. disebut kelompok karena relatif berdekatan dan biasanya dihubungkan menjadi satu bagian dengan menggunakan pile cap.

Untuk menghitung kapasitas kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok tiang. Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan hasil daya dukung dan penurunan fondasi tiang pancang pada bangunan Pengadilan Agama Kabupaten Seram Bagian Barat menggunakan metode Mayerhoff berdasarkan pada data hasil uji sondir. Untuk menghindari



penurunan fondasi yang berlebihan yang dapat mengakibatkan keruntuhan struktur bangunan, maka dilakukan perhitungan penurunan fondasi. Pada proyek pembangunan gedung pengadilan agama, fondasi yang digunakan adalah fondasi concrete pile. Pada pembangunan tersebut penulis jumpai beberapa faktor yang tidak sesuai pada saat di realisasi yaitu pada perencanaan ada 5 tiang dalam 1 kelompok dengan formasi yang berbeda namun pada saat pelaksanaan di lapangan terjadi perubahan pada beberapa kelompok tiang. Dengan permasalahan ini penulis ingin meninjau kembali daya dukung fondasi tiang pancang dan penurunan segera akibat pembebanan struktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1 Beban Yang Dipikul fondasi Tiang Pancang Kapasitas Dukung Tiang Dalam Tanah Granuler Berdasarkan Data Sondir Kapasitas dukung ultimit tiang (Q_u), dihitung dengan persamaan berdasarkan *Metode Schertmann Dan Nottingham*

$$Q_u = A_b \omega q_{ca} + A_s k_f q_f - W \text{ (kg)}$$

Dengan : *Metode Schertmann Dan Nottingham*

A_b = luas ujung bawah tiang (cm^2)

A_s = luas selimut tiang (cm^2)

q_b = tahanan ujung satuan (kg/cm^2)

q_s = tahanan gesek satuan (kg/cm^2)

q_{ca} = tahanan konus rata – rata (kg/cm^2)

q_f = tahanan gesek sisi konus (kg/cm^2)

k_f = koefisien tak berdimensi

ω = koefisien korelasi

Metode *Mayerhof* dapat digunakan untuk memprediksi kapasitas dukung tanah dengan lebih akurat, sehingga dapat membantu dalam desain fondasi yang lebih stabil dan aman

- 2.2 Metode *Mayerhoff* [2]

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

Kapasitas Dukung Tiang Pancang kelompok

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

Dengan :

Θ = efisiensi kelompok tiang

m = jumlah baris tiang

n' = jumlah tiang dalam satu baris

$\Theta = \text{arc tg } d/s$, dalam derajat

s = jarak pusat ke pusat tiang (m)

d = diameter tiang (m)

- 2.3 Efisiensi kelompok tiang didefinisikan sebagai :

$$E_g = \frac{Q_g}{n Q_u}$$

Dengan :

E_g = efisiensi kelompok tiang

Q_g = beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan

Q_u = beban maksimum tiang tunggal yang mengakibatkan keruntuhan

n = jumlah tiang dalam kelompok

Metode Vesic dapat digunakan untuk memprediksi penurunan tiang pancang kelompok dengan lebih akurat, sehingga dapat membantu dalam desain dan konstruksi fondasi yang lebih stabil dan aman.

- 2.4 Penurunan Tunggal

$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q L}{A_p E_p}$$

dengan :

S = penurunan total di kepala tiang (m)

D = dimaeter tiang

Q = beban yang bekerja (kN)

A_p = luas penampang tiang (m^2)

L = panjang tiang (m)

E_p = modulus elastisitas tiang (kN/m^2)

Penurunan kelompok tiang umumnya lebih besar dari pada fondasi tiang tungga, karena pengaruh tegangan pada area yang lebih luas dan lebih dalam

$$2.5 \quad S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

Dengan :

S_g = penurunan fondasi kelompok tiang

S = penurunan fondasi tiang tunggal

B_g = lebar kelompok tiang

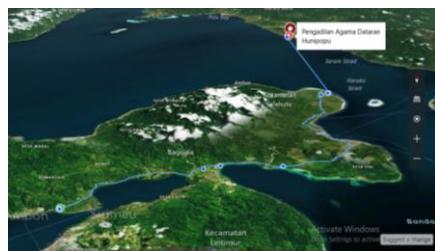
D = diameter atau sisi kelompok tiang



3. METODOLOGI

3.1 Lokasi penelitian

Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Agama ini berlokasi di Jalan Trans Seram Kecamatan kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Jenis Data

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 sondir dan Data ETABS

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 Pembangunan Gedung Pengadilan Agama Dataran Hunipopo SBB dan memperoleh data sekunder berupa :

- Data Sondir (CPT)
- Data ETABS

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 dan kontraktor yang menangani Proyek pembangunan gedung Pengadilan Agama dan memperoleh data sekunder berupa :

- Data tanah Cone Penetration Test (CPT)
- Gambar struktur
- Data ETABS

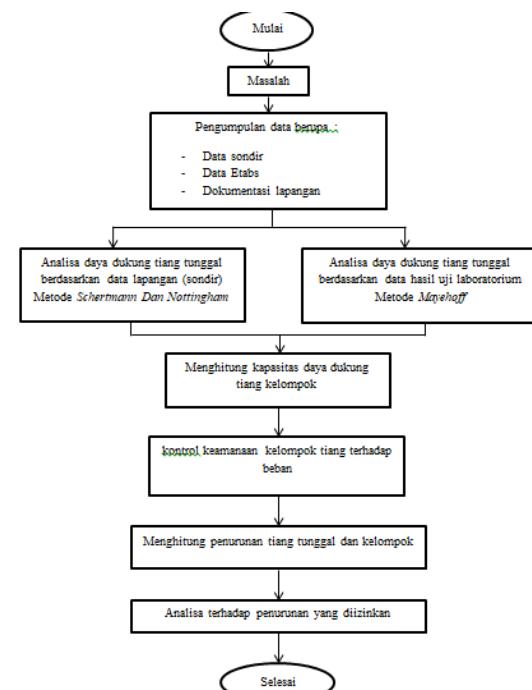
Adapun teknik pengumpulan data berupa Studi Pustaka (Library Research). Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data dan informasi melalui pembacaan literatur seperti jurnal dan buku yang berkaitan dengan penelitian.

3.4 Sumber Data

- Data Primer
Dokumentasi lokasi penelitian
- Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber yang memberikan informasi kepada pengumpul data secara tidak langsung. Hal ini menunjukkan bahwa sumber data penelitian diperoleh secara tidak langsung atau melalui media perantara. Data sekunder untuk penelitian ini berupa rincian tentang dokumen yang berkaitan dengan isu yang diangkat, khususnya data ETABS dan Sondir.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

(Tabel 1. Data Sondir)

kedalaman	Hambatan konus	Jumlah hambatan	Jenis tanah
0 – 1,8	23,33	40,0	Teguh
1,8 – 3,0	42,14	35,0	Kaku
3,0 – 5,4	34,23	35,0	Teguh
5,4 – 7,8	51,92	65,0	Kaku
7,8 – 11,0	86,47	65,0	kaku

Berdasarkan pada tabel 1 di atas, kedalaman 0-2 dengan jenis tanah kaku, kedalaman 2 – 3,2 dengan jenis tanah Teguh, kedalaman 3,2– 5,6 dengan jenis tanah kaku, kedalaman 5,6–7,6 dengan jenis tanah Sangat kaku, kedalaman 7,6 – 16 dengan jenis tanah Keras, dan kedalaman 16 – 19,4 dengan jenis tanah keras.

Metode Schertmann Dan Nottingham :

$$\begin{aligned}
 Qu &= Ab \omega \varphi c a + As K_f \varphi f - W_p \\
 &= 625 \text{ cm}^2 \times 43,235 \text{ cm}^2 + 25 \text{ cm}^2 \times 0,9 \times \\
 &0,5 \text{ kg/cm}^2 - 30312,5 \\
 &= 27021,87 \text{ cm}^2 + 30301,25 \text{ cm}^2 \\
 &= 57323,12 \text{ kg} = 562,15 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Qu hasil data sondir maka diperoleh nilai sebesar 562,15 kN

$$\begin{aligned}
 Qb &= Ab \times f_b \\
 &= 625 \text{ cm}^2 \times 5,606 \text{ cm}^2 \\
 &= 3503,75 \text{ cm}^2 = 34,3601 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Qb hasil data sondir maka diperoleh nilai sebesar 34,3601 kN

$$\begin{aligned}
 Qs &= As \times f_s \\
 &= 4 \times 25 \text{ cm}^2 \times 0,5 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 50 \text{ kg} = 0,490333 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Qs hasil data sondir maka diperoleh nilai sebesar 0,490333 kN

$$\begin{aligned}
 W_p &= Ab \times L \times \gamma b \\
 &= 625 \text{ cm}^2 \times 0194 \text{ cm}^2 \times 25 \\
 &= 3031,25 \text{ cm}^2 = 29,726 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Wp hasil data Sondir maka diperoleh nilai sebesar 29,726 kN

Daya Dukung Fondasi Tunggal Berdasarkan Data Sondir Metode Mayerhoff

$$\begin{aligned}
 Qu &= Qb + Qs - W_p \\
 &= 3503,75 \text{ cm}^2 + 20185 \text{ kg/cm}^2 - 3031,25 \\
 &\text{cm}^2 \\
 &= 20657,5 \text{ kg} = 202,58 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Qu hasil data sondir maka diperoleh nilai sebesar 202,58 kN

$$\begin{aligned}
 Qb &= Ab \times f_b \\
 &= 625 \text{ cm}^2 \times 5,606 \text{ cm}^2 \\
 &= 3503,75 \text{ cm}^2 = 34,3601 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Qb hasil data sondir maka diperoleh nilai sebesar 34,3601 kN

$$\begin{aligned}
 Qs &= \sum As f_s \\
 &= 0,5 \times 4 \times 25 \text{ cm}^2 \times 403,71 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 20185 \text{ kg} = 197,95 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Qs hasil data sondir maka diperoleh nilai sebesar 197,95 kN.

Untuk mengetahui kekuatan maksimal tiang nilai Qu menunjukkan *berapa besar beban maksimum* (dalam kN atau kg) yang bisa ditahan oleh tiang pondasi sebelum mengalami kegagalan misalnya: tiang turun drastis atau tanah di sekitar tiang mengalami keruntuhan

Penghitung Penurunan Tiang Tunggal Penurunan tiang tunggal dan kelompok pada tiang dengan jumlah tiang PC 3 diperoleh : P (bebani aksial) = 54,4903 ton

$$Ap = 0,0625 \text{ m}$$

Berat tiang = Ap x berat jenis beton bertulang $x n x L$

$$\begin{aligned}
 &= 0,0625 \text{ m}^2 \times 2,4 \text{ ton/m}^2 \times 3 \times 19,4 \text{ m} \\
 &= 8,73 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= P + \text{berat tiang} \\
 &= 54,4903 \text{ ton} + 8,73 \text{ ton} \\
 &= 63,22 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ep &= 4700 \sqrt{30 \text{ Mpa}} \\
 &= 25742,96 \text{ Mpa} = 2625051,36 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka dengan menggunakan persamaan tersebut penurunan tiang tunggal (S) adalah :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{D}{100} + \frac{Q \times L}{Ap \times Ep} \\
 S &= \frac{0,25}{100} + \frac{63,22 \text{ ton} \times 19,4 \text{ m}}{0,0625 \text{ m}^2 \times 2625051,36 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

$$S = 0,009 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan penurunan tiang tunggal di atas maka didapatkan hasil sebesar 0,009 m

Menghitung Penurunan Tiang Kelompok Penurunan kelompok



tiang umumnya lebih besar dari pada fondasi tiang tunggal, karena pengaruh tegangan pada area yang lebih luas dan dalam. Vesic (1977) diperoleh sebagai berikut :

Maka :

$$Sg = s \sqrt{\frac{Bg}{D}}$$

$$Sg = 0,009 \text{ m} \sqrt{\frac{1}{0,25}}$$

$$Sg = 0,019 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan penurunan tiang kelompok maka didapatkan hasil sebesar 0,019m.

- Penurunan tiang tunggal: 0,009 m (9 mm)
- Penurunan kelompok tiang: 0,0019 m (1,9 mm)

Ini termasuk kecil dan biasanya AMAN, karena batas toleransi penurunan fondasi bangunan adalah:

(Tabel 2. Data Sondir)

Kategori	Batas Maksimal Penurunan
Bangunan biasa	$\leq 25 \text{ mm}$
Bangunan penting (seperti PA)	$\leq 15 \text{ mm}$

Hasil Anda jauh di bawah batas ini, artinya secara *serviceability* fondasi tersebut layak.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemeriksaan daya dukung dan penurunan tiang pancang di Gedung Pengadilan Agama Kabupaten Seram Bagian Barat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan daya dukung dengan menggunakan metode *Metode Schertmann Dan Nottingham* berdasarkan data sondir maka diperoleh nilai $Qu = 197, 95 \text{ kN}$.

Berdasarkan hasil pemeriksaan penurunan tiang pancang di Gedung Pengadilan Agama Kabupaten Seram Bagian Barat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

2. Penurunan fondasi tiang serta analisis kekuatan tiang pancang dapat diperoleh Penurunan tiang tunggal 0,009 m (9 mm) dan Penurunan kelompok tiang 0,0019 m (1,9 mm).

Maka dapat dinyatakan bahwa fondasi tiang pancang dengan dimensi 0,25 dan panjang tiang 24m dengan jumlah tiang 3 tiang dinyatakan aman.

5.2. Saran

- Guna menyempurnakan penelitian ini agar diperoleh mendapatkan hasil yang lebih optimal kedepannya maka peneliti menyarankan untuk :
- 1 Perhitungan kekuatan tiang pancang secara cermat diperlukan untuk menghindari kerusakan atau penurunan struktur.
 - 2 Analisis pergerakan tiang pancang diperlukan untuk memastikan keamanan dan integritas struktur yang dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. and N. . Schmertmann, *An Investigation of Pile Design Procedures*. Dept.of Civil Eng., Univ. of Florida, 1975.
- [2] Mayerhoff, *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundation*, ASCE Journ. 1976.
- [3] A. S. Vesic, *Design of Pile Foundations*. Washington, D.C: NCHRP Synthesis 42, Transportation Research Board, 1977.