



## Analisis Komparatif Daya Dukung & Penurunan Pondasi Menggunakan Metode Analitis dan Metode Elemen Hingga (Studi Kasus: Borehole 1 Proyek Apartment Mega Techno City di Kota Batam)

<sup>1,\*</sup> Valerianus Kevin Mauthonic, <sup>2</sup>Jody Martin Ginting

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Kota Batam, 29442, Indonesia

Corresponding Author: \*mauthonickevin@gmail.com

### Abstract

Batam City is a city with high attractiveness for tourists, both local and foreign tourists. In an effort to support and accommodate tourists visiting the city of Batam, the construction of hotels and apartments has been intensively carried out. Due to limited land, the high rise building model is one of the most effective building models to build. To guarantee high rise building performance, it is necessary to plan well in design from a structural point of view. In this case foundation as one of the elements of the structure is also an important part, so it needs to be planned well too. The bearing capacity of the foundation and the settlement in the foundation are two important things that need to be considered in foundation planning. In this study, an analysis of the bearing capacity of the foundation using the Meyerhof method and the finite element method (Plaxis 2D) and foundation settlement analysis using the elastic reduction method and the finite element method (Plaxis 2D) was carried out on the Mega Techno City Apartment construction project in Batam. The results of this analysis are in the form of bearing capacity based on the Meyerhof method is 3.330,8 kN and 3.351,6 kN based on the finite element method, as for the settlement, 53,1 mm is obtained for the elastic settlement method and 9,64 mm for the finite element method, the settlement still meets the SNI 8640 – 2017 standard. Based on these external differences, it can be used as a reference in conservative design.

Keywords: foundation bearing capacity, foundation settlement, meyerhof method, elastic decline method, plaxis 2D.

### Abstrak

Kota Batam menjadi kota dengan daya tarik yang tinggi bagi para wisatawan, baik wisatawan lokal maupun wisatawan mancanegara. Dalam upaya mendukung dan mengakomodasi para wisatawan yang berkunjung ke Kota Batam maka gencar dilakukan pembangunan hotel hingga apartment. Karena keterbatasan lahan, model bangunan tinggi menjadi salah satu model bangunan yang cukup efektif untuk dibangun. Untuk menjamin performa bangunan tinggi perlu direncanakan dengan baik dalam pendesainan dari segi strukturalnya. Dalam hal ini pondasi sebagai salah satu elemen struktur ikut menjadi bagian penting, sehingga perlu direncanakan dengan baik pula. Daya dukung pondasi dan penurunan pada pondasi merupakan dua hal krusial yang harus diperhatikan dalam perencanaan pondasi. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap daya dukung pondasi menggunakan metode Meyerhof dan metode elemen hingga (Plaxis 2D) dan analisis penurunan pondasi menggunakan metode penurunan elastis dan metode elemen hingga (Plaxis 2D) pada proyek pembangunan Apartment Mega Techno City di Batam. Hasil dari analisis ini berupa daya dukung berdasarkan metode Meyerhof sebesar 3.330,8 kN dan 3.351,6 kN berdasarkan metode elemen hingga. Adapun untuk penurunannya diperoleh 53,1 mm untuk metode penurunan elastis dan 9,64 mm untuk metode elemen hingga. Penurunan ini masih memenuhi standart SNI 8640 – 2017. Berdasarkan perbedaan luaran ini dapat digunakan sebagai referensi dalam pendesainan yang konservatif.

Kata kunci: daya dukung pondasi, penurunan pondasi, metode meyerhof, metode penurunan elastis, plaxis 2D.

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

## 1. Pendahuluan

Secara geografis, Kota Batam terletak di perbatasan tiga negara: Indonesia, Malaysia, dan Singapura. Hal ini menjadikan Kota Batam sebagai pintu gerbang wisatawan mancanegara untuk masuk ke Indonesia. Pada Juli 2022, tercatat 57.139 wisman masuk ke Kota Batam [12]. Untuk mendukung sektor pariwisata, pembangunan hotel dan apartemen gencar dilakukan secara intensif untuk menampung wisatawan ke Batam. Karena keterbatasan lahan, model gedung bertingkat merupakan cara yang efektif untuk mengatasi masalah tersebut.

Model bangunan tinggi atau yang lebih diketahui sebagai *high rise building* merupakan model bangunan bertingkat yang kini banyak diterapkan di seluruh dunia. Hal ini sejalan dengan efektifitas penggunaan dan penghematan lahan yang ada. Di luar itu, pencapaian kinerja gedung ini tentunya membutuhkan ketelitian dan perencanaan yang baik dari tahap perencanaan hingga konstruksi lapangan, mulai dari struktur atas (*upper structure*) hingga struktur bawah (*lower structure*). Struktur atas merupakan bagian bangunan yang terletak di atas tanah meliputi kolom, balok, pelat dan lain-lain. Struktur bawah merupakan bagian struktur yang letaknya di bawah tanah, dalam hal ini dimaksud dengan pondasi.

Pondasi adalah elemen struktur bangunan bawah yang memikul beratnya sendiri dan semua beban gaya bangunan atas dan kemudian memindahkannya ke lapisan tanah dan batu di bawahnya [11]. Sebagai suatu bagian dari struktur bawah, pondasi menjadi salah satu elemen struktur yang penting dalam

perencanaan awal bangunan. Dalam proses pelaksanaannya, selain harus memenuhi standar kekuatan, pondasi juga harus efisien dan ekonomis. Oleh karena itu, pondasi *bored pile* digunakan pada Proyek Pembangunan *Apartment Mega Techno City*.

Terdapat dua persyaratan umum yang perlu dipertimbangkan pada desain pondasi. Pertama, tanah dasar harus bisa menahan beban bangunan tanpa mengalami keruntuhan geser (*shear failure*), dan yang kedua penurunan pada pondasi harus dalam batas yang diizinkan [4].

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan analisa daya dukung dengan metode *Meyerhof* (1976) dan penurunan tiang dengan metode penurunan elastis dan dibandingkan menggunakan software geoteknik *Plaxis 2D* yang menggunakan konsep metode elemen hingga (*Finite Element Method*). Dalam penelitian ini digunakan metode *Meyerhof* (1976) karena ketersediaan data yang mendukung dan kredibel untuk diterapkan dalam penelitian ini dan juga Metode elemen hingga (*Plaxis 2D*) sebagai bentuk modernisasi untuk perbandingan dalam penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan dengan rumusan masalah berikut:

1. Berapakah perbandingan perhitungan daya dukung pondasi menggunakan metode *Meyerhof* (1976) dan metode elemen hingga?
2. Berapakah perbandingan perhitungan penurunan pondasi menggunakan metode penurunan elastis dan metode elemen hingga terhadap SNI- 8460 – 2017?

Dari latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian bertujuan menganalisis daya dukung dan penurunan

---

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

pondasi berdasarkan perhitungan dengan metode analitis dan metode elemen hingga dan membandingkan hasil perhitungan terkait metode yang digunakan.

Dalam penelitian dilakukan pada borehole 1 proyek Apartment Mega Techno City Batam.

Data tanah menggunakan data SPT yang disediakan oleh PT. Prataman Widya.

Data pembebanan struktur menggunakan data dari PT. Ingenevo Indo Jaya.

Adapun dalam proses penelitian ini, penulis melakukan studi literasi berdasarkan kajian-kajian terdahulu terkait metode yang digunakan dalam analisis daya dukung dan penurunan pondasi tiang guna mendapatkan data pendukung dan memastikan penulisan ini tetap dalam kaidah yang difokuskan.

Andi Romadhoni (2022) melakukan analisis terkait daya dukung pondasi bore pile dalam penelitiannya yang berjudul "Analisa Daya Dukung Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Mandailing Natal", penelitian tersebut bertujuan untuk mencari perbandingan daya dukung pondasi bore pile pada tiap titik bor menggunakan metode analitis dan *software* Plaxis [6].

Enden Mina, Rama Indera Kusuma, Ero Prahara Mahardika (2019) melakukan analisis tentang daya dukung dan penurunan pondasi dalam penelitiannya yang berjudul "Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) Dan Cone Penetration Test (CPT) (Studi Kasus : East Cross Taxiway Bandara Internasional Soekarno – Hatta)", penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang berdasarkan perhitungan manual dengan metode *Meyerhof* berdasarkan data SPT dan CPT, dan penurunan pondasi

menggunakan metode *Vesic* dan bantuan perangkat lunak GEO5 [7].

Agata Iwan Candra, Anasrudin Yusuf, Amanda Rizky F. (2018) melakukan analisis daya dukung tanah dalam penelitiannya yang berjudul "Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pada Pembangunan Gedung LP3M Universitas Kadiri", penelitian ini bertujuan untuk menghitung daya dukung *Strous* metode *Trofimankove*, metode *Meyerhof*, metode *Bagemann* dan cara umum yang hasilnya digunakan sebagai pemenuhan penelitian dan acuan dalam perencanaan lanjutan [8].

Melingga Jiandi Rahmad (2021) melakukan analisis terkait kuat dukung dan penurunan pondasi tiang mini dalam penelitiannya yang berjudul "Analisa Kuat Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Mini Berdasarkan Data Sondir Pada Gedung Kantor Pertahanan Nasional Kota Pekanbaru", penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui kuat dukung berdasarkan data sondir *existing* dengan metode statis dan metode elemen hingga 2D aman terhadap beban yang bekerja, dan untuk mengetahui faktor aman dan penurunan pondasi menggunakan metode statis dan metode elemen hingga 2D [9].

Muslimah Muthmainnah (2021) melakukan analisis terkait kapasitas dukung dan penurunan pondasi tiang pancang dalam penelitiannya yang berjudul "Analisis Kapasitas Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Dimensi", tujuan dalam penelitian ini diantaranya adalah untuk mengetahui kapasitas dukung dari alternatif desain pondasi tiang pancang dan untuk mengetahui besarnya nilai penurunan yang terjadi pada desain alternatif pondasi pada

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

proyek pembangunan gedung DLC fakultas kedokteran gigi UGM [10].

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam proses penelitian merupakan pendekatan terhadap metode penelitian analisis data kuantitatif, dimana dalam penelitian yang dilakukan difokuskan dalam perhitungan statistik dan matematis, serta dilakukan pemodelan dan analisis dengan bantuan perangkat lunak berkonsep metode elemen hingga.

Dalam penelitian ini perhitungan matematis dilakukan untuk menentukan daya dukung pondasi menggunakan metode analitis oleh Meyerhof (1976) berdasarkan data N-SPT yang didapatkan dari hasil pengujian langsung di lapangan yaitu dengan cara *Standart Penetration Test* (SPT) dan dilakukan juga perhitungan secara analitis untuk menentukan besarnya penurunan pondasi yang terjadi setelah pondasi menerima beban yang direncanakan.

Pada penelitian ini juga dilakukan pemodelan dan analisis dengan program geoteknik *Plaxis 2D* yang memiliki konsep perhitungan elemen hingga, dalam penggunaan program ini dibutuhkan data-data berisi sifat atau parameter tanah yang mendukung analisis yang dilakukan.

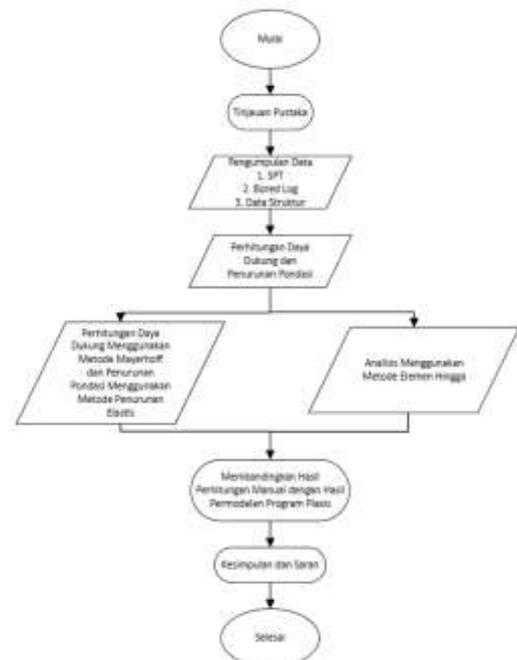
### 2.1. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini juga digunakan data-data pendukung dalam proses penelitian yang dilakukan. Data-data yang digunakan dalam menunjang penelitian ini diantaranya adalah data primer dan data sekunder.

Data primer dalam penelitian ini merupakan data yang belum tercatat dalam *database* pengerjaan konstruksi pada lokasi studi kasus penelitian ini, adapun dalam penelitian ini data primer berupa data nilai koreksi terhadap data N-SPT yang perlu diperhitungkan ulang oleh penulis dalam kaitannya untuk menunjang perhitungan yang dilakukan oleh penulis.

Adapun data sekunder yang dipakai dalam mendukung penelitian ini adalah data-data yang diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu, buku-buku terkait dan berbagai literasi pendukung yang berkaitan dengan tema penelitian yang dilakukan peneliti, beberapa data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diantaranya data korelasi N-SPT terhadap parameter tanah yang diperlukan.

Sebagai gambaran yang jelas untuk penerapan metode penelitian dalam penelitian ini, penulis menggambarannya dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

## 2.2. Daya Dukung Tiang

Analisis daya dukung merupakan analisis kemampuan tanah dalam mendukung beban yang diterima oleh pondasi dari struktur yang terletak di atasnya [3]. Perhitungan daya dukung tiang dapat dilakukan dengan uji laboratorium dan uji lapangan. Uji laboratorium terdiri dari konsolidasi, direct shear, triaksial, konsolidasi dan lain-lain. Sedangkan uji lapangan terdiri dari *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT).

## 2.3. Standard Penetration Test (SPT)

*Standard Penetration Test* (SPT) adalah pengujian secara langsung di lapangan dengan cara melakukan pengeboran pada titik-titik tertentu atau biasa disebut borehole yang bertujuan untuk mendapatkan informasi dari lapisan tanah yang ada di bawah permukaan tanah.

## 2.4. Daya Dukung Pondasi Metode Meyerhof (1976)

Daya dukung pondasi berdasarkan data SPT bisa dihitung menggunakan metode Meyerhof (1976).

Daya dukung ujung tiang dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut :

$$Q_p = 38 \times N_b \times A_p \times \frac{L_b}{B} \quad (1)$$

Dimana  $Q_p$  adalah daya dukung ujung,  $N_b$  adalah nilai rata-rata N-SPT 8D di atas dasar tiang dan 4D di bawah dasar tiang,  $A_p$  adalah luas permukaan penampang ( $m^2$ ),  $L_b$  adalah tebal lapisan tahanan (m),  $B$  adalah diameter tiang (m).

Daya dukung selimut tiang dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut :

$$Q_s = \frac{1}{100} \times \sigma \times N_{60} \quad (2)$$

Dimana  $Q_s$  adalah daya dukung selimut tiang,  $\sigma$  adalah tegangan referensi sebesar 100 kN/m<sup>2</sup>,  $N_{60}$  adalah nilai-nilai N-SPT terkoreksi

Daya dukung ultimate tiang dapat dihitung menggunakan persamaan (3) berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (3)$$

Dimana  $Q_u$  adalah daya dukung ultimate tiang,  $Q_p$  adalah daya dukung ujung tiang,  $Q_s$  adalah daya dukung selimut tiang.

Daya dukung ijin tiang dihitung menggunakan persamaan (4) berikut :

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (4)$$

Dimana  $Q_a$  adalah daya dukung ijin, dan SF adalah Faktor aman.

## 2.5. Penurunan Pondasi

Penurunan pada pondasi merupakan peristiwa dimana pondasi menunjukkan penurunan pada level setelah pondasi tersebut bekerja menerima beban. Pada kondisi pondasi masuk ke dalam tanah yang keras dan kuat, penurunan pondasi dapat diminimalisir dan memenuhi batas ijin penurunan. Metode yang umumnya dipakai untuk menghitung penurunan pada pondasi tiang tunggal adalah metode penurunan elastis.

Perhitungan penurunan pondasi dengan metode penurunan elastis merupakan akumulasi dari beberapa penurunan yang dialami oleh tiang ketika menerima beban sehingga disebut juga penurunan total.

Penurunan total (S) dapat dihitung dengan persamaan (5) sebagai berikut:

### Informasi Artikel

$$S = S1 + S2 + S3 \quad (5)$$

Dimana  $S$  adalah penurunan total (m),  $S1$  adalah penurunan elastis tiang (m),  $S2$  adalah penurunan pada ujung tiang akibat pembebanan (m),  $S3$  adalah penurunan tiang akibat beban yang tersalur sepanjang tiang (m).

Penurunan elastis tiang ( $S1$ ) dapat dihitung dengan persamaan (6) sebagai berikut:

$$S1 = \frac{(Qp + \xi Qs)}{Ap \times Ep} \quad (6)$$

Dimana  $Qp$  adalah daya dukung ujung tiang (kN/m<sup>2</sup>),  $Qs$  adalah daya dukung selimut tiang (kN),  $\xi$  adalah koefisien dari skin friction {0,5},  $Ap$  adalah Luas penampang tiang (m<sup>2</sup>),  $Ep$  adalah modulus elastisitas tiang (MPa),  $L$  adalah panjang tiang (m).

Penurunan pada ujung tiang akibat pembebanan ( $S2$ ) dapat dihitung dengan persamaan (7) sebagai berikut:

$$S2 = \frac{Qp \times Cp}{D \times qp} \quad (7)$$

Dimana  $Qp$  adalah daya dukung ujung tiang (kN/m<sup>2</sup>),  $D$  adalah diameter tiang (m), dan  $Cp$  adalah koefisien empiris yang nilainya adalah 0,03.

Penurunan tiang akibat beban yang tersalur sepanjang tiang ( $S3$ ) dapat dihitung dengan persamaan (8) sebagai berikut:

$$S3 = \frac{Qs \times Cs}{L \times Qp} \quad (8)$$

Dimana  $Qp$  adalah daya dukung ujung tiang (kN/m<sup>2</sup>),  $Cs$  adalah sebuah konstanta dengan nilai yang didapatkan dari  $(0,93 + 0,16 \sqrt{L/D} \times Cp)$ ,  $Qs$  adalah daya dukung selimut tiang (kN), dan  $L$  adalah panjang tiang (m).

## 2.6. Penurunan yang Diizinkan Berdasarkan SNI – 8460 – 2017

Faktor yang mempengaruhi penurunan yang diizinkan dari suatu bangunan yaitu jenis, tinggi, kekakuan, dan fungsi bangunan, serta besar dan kecepatan penurunan serta distribusinya. Syarat perbandingan penurunan yang aman yaitu  $S \leq Sizin$ .  $Sizin$  dapat dihitung dengan persamaan (9) sebagai berikut :

$$Sizin = 15 \text{ cm} + \frac{b}{600} \quad (9)$$

Dimana  $b$  adalah diameter tiang (cm).

## 2.7. Metode Elemen Hingga / Plaxis 2D

*Plaxis 2D* mempunyai kapabilitas dalam menganalisis daya dukung pondasi (*bearing capacity*), penurunan (*settlement*) dan faktor keamanan (*safety factor*) secara bersamaan. *Plaxis 2D* adalah perangkat lunak elemen hingga yang kuat dan mudah dipakai untuk analisis deformasi dan stabilitas 2D dalam rekayasa geoteknik dan mekanika batuan.

Adapun langkah-langkah penulis dalam mengoperasikan *Plaxis 2D* dalam penelitian ini yaitu permodelan kondisi tanah dan struktur, pendefinisian material tanah dan struktur, input beban pada struktur, mendefinisikan tahapan konstruksi, perhitungan dan output hasil perhitungan

## 2.8. Daya Dukung Metode Elemen Hingga (*Plaxis 2D*)

Dalam penentuan daya dukung pada metode elemen hingga digunakan hasil luaran faktor aman yang mampu bekerja berdasarkan kinerja tiang pada lapisan tanah. Perhitungan daya dukung pada metode elemen hingga ini didapatkan dengan menggunakan persamaan (10) berikut:

### Informasi Artikel

$$Q_u = \Sigma M_{sf} \times P \quad (10)$$

Dimana  $Q_u$  adalah daya dukung ultimate,  $\Sigma M_{sf}$  adalah nilai faktor aman berdasarkan luaran dari program *Plaxis* 2D, dan  $P$  adalah beban desain pada tiang.

### 2.9. Data Pembebanan

Dalam proses penelitian ini data pembebanan didapatkan dari PT. Ingenevo Indo Jaya. Berdasarkan data yang didapatkan yaitu pembebanan yang direncanakan adalah sebesar 150 Ton.

### 2.10. Parameter Tanah Dalam Analisis Menggunakan *Plaxis* 2D

Dalam proses analisis yang dilakukan menggunakan *Plaxis* 2D digunakan beberapa data pendukung, diantaranya adalah parameter tanah. Karena keterbatasan data yang tersedia, digunakan nilai korelasi terhadap N-SPT [1] [2].

Nilai-nilai korelasi ini diambil dari beberapa penelitian terkait sebelumnya [5].

Nilai parameter tanah yang diaplikasikan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Parameter Tanah

Parameter Tanah	Kedalaman		
	0 - 5m	5 - 32,5m	32,5 - 34,5m
Jenis tanah	Pasir berlanau	Lempung	Pasir berlanau
Nilai N-SPT Koreksi	2,73	28	70
Model material	MC	MC	MC
Jenis material	Drain	Undrain	Drain
Berat isi tanah jenuh	16 kN/m <sup>3</sup>	20 kN/m <sup>3</sup>	21 kN/m <sup>3</sup>
Berat isi tanah tak jenuh	15 kN/m <sup>3</sup>	19 kN/m <sup>3</sup>	20 kN/m <sup>3</sup>
Modulus Elastisitas	5 Mpa	20 Mpa	5 Mpa
Kohesi	0	200	0
Sudut geser	25	0	41
Angka poisson	0,3	0,3	0,3
Rinter	0,8	0,8	0,8

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Daya Dukung Pondasi Metode Meyerhof (1976)

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan yang ada pada

metode *Meyerhof* (1976), didapatkan rekapitulasi hasil perhitungan seperti pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil analisis daya dukung pondasi metode *Meyerhof* (1976)

NO.	Parameter	Simbol	Pers.	Nilai
1.	Diameter	B		0,7m
2.	Luas tiang	$A_p$		0,385m <sup>2</sup>
3.	Daya dukung ujung	$Q_p$	(1)	1.212.2 kN

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

4.	Daya dukung selimut	Qs	(2)	2.118,6 kN
5.	Daya dukung ultimate	Qu	(3)	3.330,8 kN
6.	Daya dukung ijin	Qa	(4)	1.110,3 kN

### 3.2. Penurunan Pondasi Menggunakan Metode Penurunan Elastis

Hitungan penurunan elastis atau penurunan total dihitung menggunakan metode penurunan elastis pada persamaan (5), sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya penurunan ini merupakan akumulasi terhadap penurunan-penurunan yang terjadi pada tiang. Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan yang dilakukan:

Langkah pertama dalam perhitungan penurunan total yaitu menghitung penurunan elastis tiang (S1), perhitungan ini diperoleh dari persamaan (6) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{(1.212,2 + 0,5 \times 2.118,6) \times 32}{0,385 \times 27,081 \times 10^6} \\
 &= \frac{35.109,8}{10.416.706,65} \\
 &= 0,0033 \text{ m} \approx 3,3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Langkah kedua adalah menghitung penurunan pada ujung tiang akibat pembebanan (S2), perhitungan ini diperoleh dari persamaan (7) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 q_p &= \frac{Q_p}{A_p} = \frac{1.212,2}{0,385} \\
 &= 3.148,57 \text{ kN/m}^2 \\
 S_2 &= \frac{1212,2 \times 0,09}{0,7 \times 3.148,57} \\
 &= \frac{109,098}{2203,99}
 \end{aligned}$$

$$= 0,049 \text{ m} \approx 49 \text{ mm}$$

Langkah ketiga adalah menghitung penurunan tiang akibat beban yang tersalur sepanjang tiang (S3), perhitungan ini diperoleh dari persamaan (8) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C_s &= (0,93 + 0,16 \frac{\sqrt{L}}{D}) \times C_p \\
 &= (0,93 + 0,16 \frac{\sqrt{32}}{0,7}) \times 0,09 \\
 &= 0,181 \\
 S_3 &= \frac{2.118,6 \times 0,181}{32 \times 3.148,57} \\
 &= \frac{383,46}{100.754,24} \\
 &= 0,0038 \text{ m} \approx 3,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Langkah terakhir dalam perhitungan penurunan elastis atau penurunan total dapat dihitung menggunakan persamaan (5) :

$$\begin{aligned}
 S &= 3,3 \text{ mm} + 49 \text{ mm} + 3,8 \text{ mm} \\
 &= 56,1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Penurunan yang diizinkan diperoleh dari persamaan (9) :

$$\begin{aligned}
 S_{izin} &= 15 \text{ cm} + \frac{70}{600} \\
 S_{izin} &= 15,1 \text{ cm} = 151 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

53,15mm < 151mm, penurunan memenuhi syarat.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan nilai penurunan elastis atau

#### Informasi Artikel

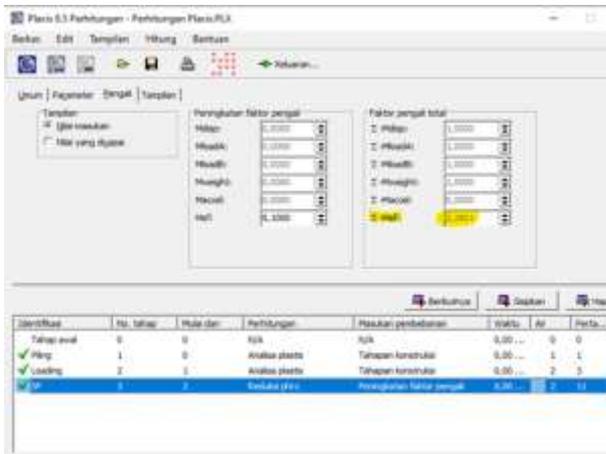
penurunan tiang total lebih kecil dari pada nilai syarat penurunan pada SNI 8460-2017, sehingga penurunan yang terjadi masih memenuhi syarat.

### 3.3. Daya Dukung Pondasi Menggunakan Metode Elemen Hingga / Plaxis 2D

Setelah dilakukan analisis menggunakan Metode elemen hingga (Plaxis 2D) didapatkan factor pengali ( $\Sigma Msf$ ) sebesar 2,28 (Gambar 2), sehingga perhitungan daya dukung dapat dihitung menggunakan persamaan (10) sebagai berikut:

$$Q_u = 2,28 \times 150 \text{ ton}$$

$$Q_u = 342 \text{ ton} = 3.351,6 \text{ kN.}$$



Gambar. 2 Output  $\Sigma Msf$  Plaxis 2D

Berdasarkan hasil perhitungan pada Plaxis 2D didapatkan daya dukung ultimate tiang sebesar 3.351,6 kN.

### 3.4. Penurunan Pondasi Menggunakan Metode Elemen Hingga / Plaxis 2D

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Plaxis 2D, didapatkan penurunan sebesar 9,64 mm atau 0,96 cm (gambar 3), hasil luaran ini kemudian dibandingkan dengan batas

penurunan yang diizinkan berdasarkan SNI 8460 - 2017.

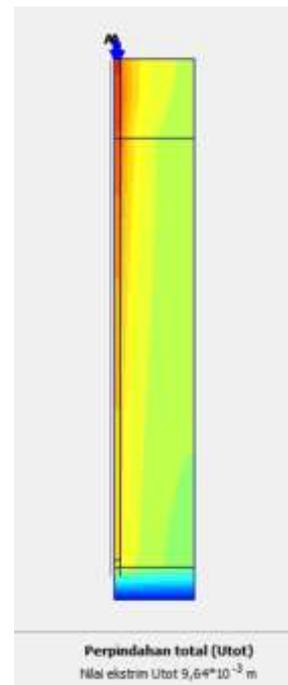
Penurunan yang diizinkan:

$$S_{izin} = 15 \text{ cm} + \frac{b}{600}$$

$$S_{izin} = 15 \text{ cm} + \frac{70}{600}$$

$$S_{izin} = 15,1 \text{ cm} = 151 \text{ mm}$$

0,964 cm < 15,1 cm, penurunan memenuhi syarat.



Gambar. 3 Output penurunan Plaxis 2D

Berdasarkan hasil luaran yang didapat dari Plaxis 2D dan dibandingkan dengan syarat penurunan pada SNI 8460 – 2017, didapatkan nilai luaran Plaxis 2D lebih kecil daripada batas izin, sehingga dapat diketahui bahwa penurunan masih memenuhi syarat.

### 3.5. Perbandingan Penurunan Pondasi Metode Analitis dan Metode Elemen Hingga / Plaxis 2D

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil penurunan pondasi berdasarkan perhitungan pada Sub bab 3.2. & 3.4. dimana kedua metode memiliki hasil yang memenuhi persyaratan SNI 8460 – 2017. Adapun perbedaan nilai yang dihasilkan dapat terjadi disebabkan oleh konsep perhitungan kedua metode. Metode analitis menganalisa kondisi pondasi yang turun ketika dibebani sementara dalam metode elemen hingga / Plaxis 2D selain mempertimbangkan kondisi pembebanan juga mempertimbangkan perilaku tanah yang dimodelkan dalam perhitungan. Dalam hal ini karena keterbatasan data, dalam pemodelan metode elemen hingga yang dilakukan maka sifat tanah yang dianalisis menggunakan data korelasi SPT, hal ini memungkinkan adanya perbedaan kondisi pemodelan dan kondisi aktual di lokasi studi kasus penelitian ini.

#### 4. Kesimpulan

##### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung pondasi dengan metode *Mayerhof* (1976) sebesar 3.330,8 kN dan penurunan pondasi sebesar 53,1mm, sedangkan perhitungan dengan metode elemen hingga memberikan daya dukung pondasi sebesar 3.351,6 kN dan penurunan pondasi sebesar 9,64mm. Daya dukung dengan menggunakan metode *Meyerhof* (1976) memiliki nilai yang lebih besar dibanding metode elemen hingga (*Plaxis 2D*) dan penurunan pondasi berdasarkan metode penurunan elastis memiliki nilai yang lebih besar dibanding metode elemen hingga (*Plaxis 2D*).

##### 4.2. Saran

Penelitian ini jauh dari kata sempurna sehingga sebagai saran untuk penelitian-penelitian yang akan dilakukan atau penelitian lanjutan dari penelitian ini disarankan untuk:

1. Melengkapi data-data pendukung yang untuk mendapatkan hasil yang akurat.
2. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan metode lainnya untuk memvalidasi hasil dari penelitian ini.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini tidak dapat terselesaikan sendiri oleh penulis jika tanpa adanya dukungan pihak-pihak terkait, maka dalam penulisan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada: Tuhan Yang Maha Esa, Orang tua penulis, Civitas akademika Universitas Internasional Batam beserta jajarannya khususnya kepada program studi teknik sipil, PT. Ingenevo Indo Jaya beserta jajarannya, PT. Pratama Widya beserta jajarannya, serta pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

#### Daftar Rujukan

- [1] Darwis. 2018. Dasar-Dasar Mekanika Tanah. Yogyakarta : Pena Indis.
- [2] Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I. Jakarta : Penerbit Erlangga..
- [3] Hardiyatmo, H.C. 2022. Mekanika Tanah I, Edisi 3. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- [4] Bowles, E Joseph. 1997. Analisis dan Desain Pondasi. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [5] Sihaloho, Dodi Sapredes. 2020. Analisis Penurunan Pada Teknologi Mortar Busa Dalam Perencanaan Flyover SP.SKA Kota Pekanbaru. Universitas Riau.
- [6] Romadhoni, Andi. 2022. Analisa Daya Dukung Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Mandailing Natal. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [7] Enden Mina, Rama Indera Kusuma, Ero Mahardika. 2019. Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Berdasarkan Data Standart Penetration Test (SPT) &

---

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

- Cone Penetration Test (CPT). Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [8] Agata Iwan Candra, Anasrudin Yusuf, Amanda Rizky F. 2018. Studi Analisis Daya Dukung Tiang Pada Pembangunan Gedung LP3M Universitas Kadiri. Universitas Kadiri.
- [9] Rahmad, Melingga Jiandi. 2021. Analisa Kuat Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Mini Berdasarkan Data Sondir Pada Gedung Kantor Pertahanan Nasional Kota Pekanbaru. Universitas Islam Riau.
- [10] Muthmainnah, Muslimah. 2021. Analisis Kapasitas Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Dimensi. Universitas Islam Indonesia.
- [11] Riadi, Muchlisin. 24 November 2020. Pondasi (Pengertian, Aspek, Jenis-jenis dan Pembebanan, (<https://www.kajianpustaka.com/2020/11/pondasi.html>)), (diakses 30 Januari 2023).
- [12] Badan Pusat Statistik (BPS). 22 September 2022. Perkembangan Pariwisata Kota Batam. (<https://batamkota.bps.go.id/pressrelease/2022/09/02/477/perkembangan-pariwisata-kota-batam-juli-2022.html>)), (diakses 30 Januari 2023).

---

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi: 14-02-2023 | Selesai Revisi: 21-02-2023 | Diterbitkan Online: 26-10-2023

---