

SKRIPSI

**PERBANDINGAN PENURUNAN ANTARA METODE
TERZAGHI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA
DENGAN MENGGUNAKAN MIDAS GTS NX**



**RAVI PURNAMA LAISA
NPM : 6101901198**

PEMBIMBING: Siska Rustiani, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING: Martin Wijaya, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
2024**

SKRIPSI

**PERBANDINGAN PENURUNAN ANTARA METODE
TERZAGHI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA
DENGAN MENGGUNAKAN MIDAS GTS NX**



**RAVI PURNAMA LAISA
NPM : 6101901198**

BANDUNG, 10 JANUARI 2024

PEMBIMBING:

Siska Rustiani, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING:

Martin Wijaya, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024**

SKRIPSI

PERBANDINGAN PENURUNAN ANTARA METODE TERZAGHI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA DENGAN MENGGUNAKAN MIDAS GTS NX




RAVI PURNAMA LAISA
NPM : 6101901198

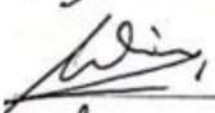
PEMBIMBING: Siska Rustiani, Ir., M.T.


**KO-
PEMBIMBING:** Martin Wijaya, Ph.D.


PENGUJI 1: Aswin Lim, Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.









UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Ravi Purnama Laisa

NPM : 6101901198

Program Studi : Geoteknik

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~ dengan judul:

Perbandingan Penurunan antara Metode Terzaghi dengan Metode Elemen Hingga dengan Menggunakan MIDAS GTS NX

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 5 Januari 2024



(Ravi Purnama Laisa)

^{*)} coret yang tidak perlu

PERBANDINGAN PENURUNAN ANTARA METODE TERZAGHI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA DENGAN MENGGUNAKAN MIDAS GTS NX

Ravi Purnama Laisa
NPM: 6101901198

Pembimbing: Siska Rustiani, Ir., M.T.
Ko-Pembimbing: Martin Wijaya, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024

ABSTRAK

Dalam rekayasa geoteknik, perhitungan penurunan tanah atau penurunan permukaan tanah merupakan suatu hal yang sangat penting. Penurunan tanah dapat memiliki dampak pada stabilitas berbagai struktur seperti gedung, jembatan, jalan, serta infrastruktur lainnya. MIDAS GTS NX merupakan sebuah program yang mempermudah menganalisis penurunan tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang dapat memberikan hasil yang lebih optimal dan akurat dibandingkan dengan metode Terzaghi. Dari penelitian ini dilakukan analisis berupa perbandingan penurunan antara metode Terzaghi dengan metode elemen hingga dengan menggunakan program MIDAS GTS NX. Dari analisis tersebut, didapat hasil yang serupa antara MIDAS GTS NX dengan metode Terzaghi yaitu dibawah 5%.

Kata Kunci: Metode Elemen Hingga, Metode Terzaghi, MIDAS GTS NX, Penurunan Tanah, *Soft Soil*

COMPARISON OF SETTLEMENT BETWEEN TERZAGHI METHOD AND FINITE ELEMENT METHOD USING MIDAS GTS NX

Ravi Purnama Laisa
NPM: 6101901198

Advisor: Siska Rustiani, Ir., M.T.
Co-Advisor: Martin Wijaya, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM

(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)

BANDUNG
JANUARY 2024

ABSTRACT

In geotechnical engineering, the calculation of soil settlement or ground surface settlement is a crucial aspect. Soil settlement can have implications on the stability of various structures such as buildings, bridges, roads, and other infrastructure. MIDAS GTS NX is a program that facilitates the analysis of soil settlement using the finite element method, providing more optimal and accurate results compared to the Terzaghi method. This study involved an analysis comparing the settlement between the Terzaghi method and the finite element method using the MIDAS GTS NX program. The analysis revealed similar results between MIDAS GTS NX and the Terzaghi method, with settlement values below 5%.

Keywords: Finite Element Method, MIDAS GTS NX, Soil Settlement, Soft Soil, Terzaghi Method

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Diagram Alir	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 CPTu (<i>Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement</i>)	5
2.2 Penurunan Tanah	5
2.2.1 Penurunan Segera	5
2.2.2 Penurunan Konsolidasi	5
2.2.2.1 Penurunan <i>Under Consolidated</i>	6
2.2.2.2 Penurunan <i>Normally Consolidated</i>	6

2.2.2.3	Penurunan <i>Over Consolidated</i>	7
2.3	Fase Konsolidasi Tanah	9
2.3	Metode Elemen Hingga.....	9
2.4	MIDAS GTS NX.....	10
2.4.1	Parameter Tanah pada MIDAS GTS NX.....	10
2.5	Klasifikasi Tanah	13
2.6	<i>Soft Soil</i>	13
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		14
3.1	Stratifikasi Tanah	14
3.2	Penentuan Parameter Tanah.....	14
3.3	Perhitungan Metode Terzaghi	14
3.4	Pemodelan pada Program MIDAS GTS NX	14
3.4.1	<i>Input</i> Material dan Properti	17
3.4.2	<i>Input Boundary Condition</i>	18
3.4.3	<i>Construction Stage</i>	19
3.4.4	<i>Analysis Case</i>	20
BAB 4 ANALISIS DATA		22
4.1	Stratifikasi Tanah	22
4.2	Parameter Tanah untuk Metode Terzaghi dan Pemodelan MIDAS GTS NX	22
4.2.1	Penentuan Berat Isi Tanah	22
4.2.2	Penentuan Modulus Elastisitas.....	23
4.2.3	Penentuan C_c untuk Metode Terzaghi	23
4.2.4	Penentuan λ untuk Pemodelan MIDAS GTS NX.....	23
4.2.5	Penentuan <i>Poisson's Ratio</i>	24
4.2.6	Penentuan Kohesi Tanah.....	24

4.2.7 Penentuan Sudut Geser Dalam.....	24
4.2.8 Penentuan Permeabilitas	25
4.3 Hasil Analisis Metode Terzaghi.....	25
4.3.1 Variasi 1	25
4.3.2 Variasi 2	26
4.3.3 Variasi 3	27
4.4 Hasil Analisis Pemodelan MIDAS GTS NX	28
4.4.1 Variasi 1	28
4.4.2 Variasi 2	29
4.4.3 Variasi 3	30
4.5 Perbandingan Hasil Penurunan Tanah Menggunakan Perhitungan Metode Terzaghi dengan Pemodelan MIDAS GTS NX.....	31
4.6 Rekapitulasi Perbandingan Hasil Penurunan Tanah Metode Terzaghi dengan Metode Elemen Hingga	31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN 1 DATA CPTu	36
LAMPIRAN 2 HASIL PERHITUNGAN METODE TERZAGHI VARIASI 1..	37
LAMPIRAN 3 HASIL PERHITUNGAN METODE TERZAGHI VARIASI 2..	39
LAMPIRAN 4 HASIL PERHITUNGAN METODE TERZAGHI VARIASI 3..	41

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

B	:	Panjang Timbunan (m)
C	:	Kohesi Tanah (kN/m^2)
C_c	:	Indeks Kompresi
C_r	:	Indeks Kompresi Kembali
E	:	Modulus Elastisitas (kN/m^2)
e_0	:	Angka Pori
H	:	Tebal Lapisan (m)
k	:	Permeabilitas (m/hari)
q_0	:	Tegangan Akibat Timbunan (kN/m^2)
S_c	:	Penurunan Konsolidasi (m)
V	:	Volume (m^3)
W	:	Berat Tanah (kN)
z	:	Kedalaman (m)
α	:	Sudut ($^\circ$)
π	:	$\text{PI} / 3,14$
ϕ	:	Sudut Geser Dalam ($^\circ$)
P'_0	:	Tegangan Overburden Efektif (kN/m^2)
ΔP	:	Tegangan Akibat Beban Luar (kN/m^2)
γ	:	Berat Isi Tanah (kN/m^3)
γ'	:	Berat Isi Tanah Efektif (kN/m^3)
γ_{sat}	:	Berat Isi Tanah Tersaturasi (kN/m^3)
ν	:	<i>Poisson's Ratio</i>
λ	:	$\frac{C_c}{2,3}$

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Pemodelan Geometri Variasi 1	15
Gambar 3.2 Pemodelan Geometri Variasi 2	15
Gambar 3.3 Pemodelan Geometri Variasi 3	15
Gambar 3.4 <i>Mesh</i> Pemodelan Variasi 1	16
Gambar 3.5 <i>Mesh</i> Pemodelan Variasi 2	16
Gambar 3.6 <i>Mesh</i> Pemodelan Variasi 3	16
Gambar 3.7 <i>Input Data Material</i>	17
Gambar 3.8 <i>Input Data Properti</i>	17
Gambar 3.9 <i>Boundary Condition</i>	18
Gambar 3.10 <i>Self-Weight</i>	18
Gambar 3.11 <i>Initial Analysis</i>	19
Gambar 3.12 <i>Fill Analysis</i>	20
Gambar 3.13 <i>Analysis Case Setting</i>	20
Gambar 3.14 Tombol <i>Perform</i> untuk Menjalankan Analisis	21
Gambar 4.1 Hasil Analisis Variasi 1	28
Gambar 4.2 Besar Penurunan Tanah Variasi 1	28
Gambar 4.3 Hasil Analisis Variasi 2	29
Gambar 4.4 Besar Penurunan Tanah Variasi 2	29
Gambar 4.5 Hasil Analisis Variasi 3	30
Gambar 4.6 Besar Penurunan Tanah Variasi 3	30
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hasil Penurunan Tanah	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Bowles (1997)).....	11
Tabel 2.2 Nilai Tipikal Poisson's Ratio (Bowles (1986), Kulhawy dan Mayne (1990), and Lambe dan Whitman (1979)).....	11
Tabel 2.3 Besaran Sudut Geser dalam Tanah (Bowles,1989).....	12
Tabel 2.4 Rentang Nilai Permeabilitas (Siregar et al., 2013).....	12
Tabel 4.1 Stratifikasi Tanah	22
Tabel 4.2 Penentuan Berat Isi Tanah.....	22
Tabel 4.3 Penentuan Modulus Elastisitas.....	23
Tabel 4.4 Penentuan Nilai C_c	23
Tabel 4.5 Penentuan Nilai λ	23
Tabel 4.6 Penentuan Nilai v	24
Tabel 4.7 Penentuan Nilai C	24
Tabel 4.8 Penentuan Nilai ϕ	24
Tabel 4.9 Penentuan Nilai k	25
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Metode Terzaghi Variasi 1	25
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Metode Terzaghi Variasi 2	26
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Metode Terzaghi Variasi 3	27
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Penurunan Tanah	31

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA CPT _u	36
LAMPIRAN 2 HASIL PERHITUNGAN METODE TERZAGHI VARIASI 1..	37
LAMPIRAN 3 HASIL PERHITUNGAN METODE TERZAGHI VARIASI 2..	39
LAMPIRAN 4 HASIL PERHITUNGAN METODE TERZAGHI VARIASI 3..	41



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rekayasa geoteknik, perhitungan penurunan tanah atau penurunan permukaan tanah merupakan suatu hal yang sangat penting. Penurunan tanah dapat memiliki dampak pada stabilitas berbagai struktur seperti gedung, jembatan, jalan, serta infrastruktur lainnya. Terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya penurunan tanah salah satunya yaitu karena proses pemadatan tanah akibat beban yang diberikan di atasnya. Ini dapat terjadi selama konstruksi bangunan, penggalian tanah, atau aktivitas berat lainnya.

Dalam menganalisis penurunan tanah, salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode elemen hingga. Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) adalah suatu metode numerik dengan tujuan memperoleh pemecahan pendekatan dari suatu persamaan diferensial parsial (*Partial Differential Equation*). Keunggulan dari metode ini adalah kemampuannya untuk memodelkan berbagai bentuk geometri struktur yang tidak beraturan, juga aspek nonlinieritas dalam hal geometri maupun material (Santoso, Sulandari, & Pranata, 2012). Hasil analisis metode elemen hingga meliputi distribusi tegangan, perubahan bentuk, perpindahan, serta berbagai parameter fisik lain yang dapat digunakan dalam proses perencanaan, perancangan, dan penilaian kekuatan serta stabilitas beragam struktur dan sistem.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, muncul beberapa *software* yang dapat mempermudah melakukan analisis penurunan. Salah satu *software* yang dapat dimanfaatkan adalah MIDAS GTS NX. MIDAS GTS NX merupakan sebuah program komputer yang dapat mempermudah dalam menganalisis penurunan tanah dengan menggunakan metode elemen hingga, dan program tersebut dapat memberikan hasil yang lebih optimal dan akurat (Makarim & Halim, 2020).

Perbandingan hasil penurunan antara metode Terzaghi dengan metode elemen hingga menggunakan MIDAS GTS NX perlu dilakukan untuk membantu dalam menunjukkan perbedaan dalam akurasi dan keandalan hasil analisis. Hal ini juga dapat membantu insinyur dalam memutuskan metode yang tepat untuk digunakan dalam proyek tertentu berdasarkan kompleksitasnya.

1.2 Inti Permasalahan

MIDAS GTS NX merupakan sebuah program yang mempermudah menganalisis penurunan tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang dapat memberikan hasil yang lebih optimal dan akurat dibandingkan dengan metode Terzaghi. Oleh sebab itu, penulis akan mengetahui seberapa besar perbedaan hasil penurunan menggunakan metode Terzaghi dengan hasil menggunakan program MIDAS GTS NX.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil penurunan antara metode Terzaghi dengan metode elemen hingga dengan jenis tanah *soft soil model* pada program MIDAS GTS NX.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan pada penelitian ini adalah:

- Perhitungan dalam mencari penurunan tanah akibat timbunan menggunakan bantuan program MIDAS GTS NX dengan pemodelan 2D.
- Parameter tanah menggunakan data CPTu.
- Digunakan jenis tanah *soft soil* pada pemodelan 2D.

1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode yang digunakan pada penelitian ini, antara lain:

1. Studi Pustaka

Pada skripsi ini, studi pustaka dilakukan dengan cara mempelajari berbagai sumber seperti buku-buku referensi, literatur, jurnal, artikel serta tulisan

yang terdapat pada internet yang berkaitan dengan penurunan tanah, parameter tanah, *soft soil*, dan CPTu.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder dan penentuan parameter pada studi ini menggunakan hasil pengujian CPTu.

3. Pengolahan Data dan Analisis Data

Analisis dan pemodelan penurunan *soft soil* ini menggunakan program komputer MIDAS GTS NX. Hasil dari perhitungan metode tersebut akan dibandingkan dengan perhitungan menggunakan metode Terzaghi.

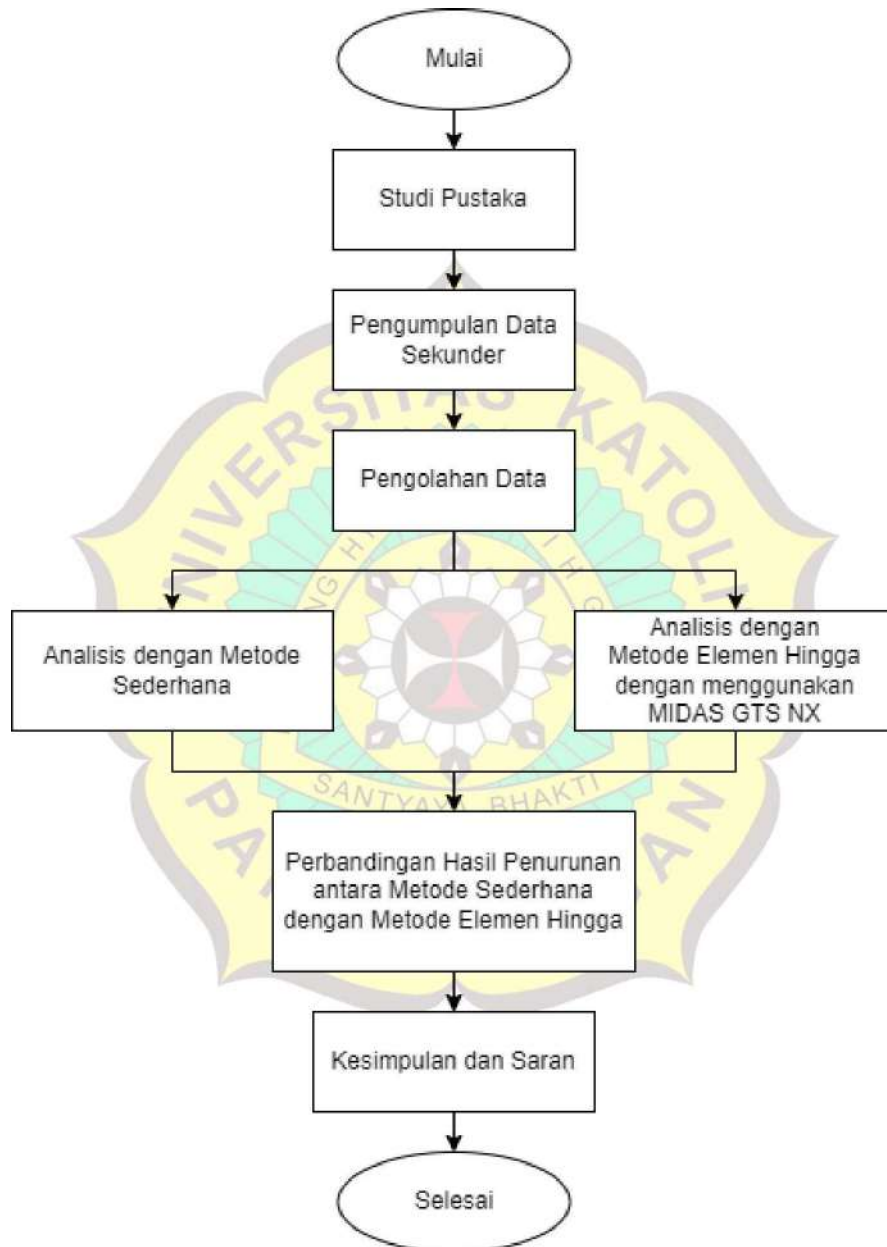
1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini terbagi menjadi lima bab, yaitu:

- **BAB 1: PENDAHULUAN**
Bab ini berisi latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.
- **BAB 2: DASAR TEORI**
Bab ini berisi landasan teori yang menjadi referensi dalam melakukan penelitian. Landasan teori ini didapat berdasarkan studi pustaka yang dilakukan.
- **BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN**
Bab ini berisi mengenai tahapan perhitungan dengan menggunakan metode Terzaghi dan metode elemen hingga pada program MIDAS GTS NX.
- **BAB 4: ANALISIS DATA**
Bab ini berisi mengenai pengolahan data dan analisis yang diperoleh dari metode Terzaghi dan pemodelan menggunakan program komputer MIDAS GTS NX.
- **BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN**
Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dan saran terhadap masalah yang dianalisis.

1.7 Diagram Alir

Penelitian perbandingan hasil penurunan antara metode Terzaghi dengan hasil metode elemen hingga dilakukan berdasarkan diagram alir pada **Gambar 1.1** berikut.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian