

ANALISIS KENAIKAN KUAT GESER TANAH DENGAN VARIASI BEBAN MENGGUNAKAN *HARDENING SOIL MODEL*

AZIS MUTAQIN¹, INDRA NOER HAMDHAN²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: azizmataqin92@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung lunak merupakan masalah dalam bidang konstruksi karena memiliki karakteristik kuat geser rendah, kompresibilitas tinggi serta koefisien permeabilitas yang rendah. Kuat geser tanah merupakan parameter yang sangat penting dalam menghitung daya dukung tanah diperlukan tanah dengan kondisi daya dukung yang baik di dunia konstruksi. Kuat geser tanah ini dapat meningkat nilainya dengan dipengaruhi oleh proses konsolidasi karena keluarnya air pori hingga terdisipasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kenaikan kuat geser tanah akibat beban dengan pendekatan numerik menggunakan aplikasi Plaxis 2D soil model Hardening Soil dan pendekatan analitis menggunakan persamaan empiris. Berdasarkan hasil pemodelan yang dilakukan bahwa kenaikan kuat geser tanah meningkat dengan selisih berkisar 10,67% – 52,70%. Sedangkan dibandingkan dengan analisis dengan pendekatan analitis menghasilkan selisih berkisar 0,122% – 37%.

Kata Kunci: Gain Strength, Plaxis 2D, Hardening Soil Model, Tanah Lempung Lunak

ABSTRACT

Soft clay is a significant challenge in the field of construction due to its characteristics of low shear strength, high compressibility, and low permeability coefficient. Shear strength is a crucial parameter for calculating soil bearing capacity, which is essential for ensuring adequate load-bearing conditions in construction. The shear strength of soil can increase due to consolidation processes, where pore water is expelled and dissipated. This study aims to analyze the increase in soil shear strength due to loading using a numerical approach with the Plaxis 2D Hardening Soil model and an analytical approach with empirical equations. Based on the modeling results, the increase in soil shear strength ranged from approximately 10.67% to 52.70%. In comparison, the analysis using the analytical approach resulted in a difference ranging from approximately 0.122% to 37%.

Keywords: Gain Strength, Plaxis 2D, Hardening Soil Model, Soft Clay

1. PENDAHULUAN

Beberapa wilayah di Indonesia memiliki lapisan tanah lempung lunak yang tebal, tanah lunak merupakan masalah dalam bidang konstruksi karena memiliki karakteristik kuat geser rendah, kompresibilitas tinggi serta koefisien permeabilitas yang rendah. Kuat geser tanah merupakan parameter yang sangat penting dalam menghitung daya dukung tanah diperlukan tanah dengan kondisi daya dukung yang baik di dunia konstruksi. Kuat geser tanah ini dapat meningkat nilainya dengan dipengaruhi oleh proses konsolidasi karena keluarnya air pori hingga terdisipasi

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kenaikan nilai kuat geser tanah (*gain strength*) dengan variasi beban dengan menggunakan pendekatan numerik menggunakan aplikasi Plaxis 2D *soil model Hardening Soil* yang dibandingkan dengan pendekatan analitis dengan menggunakan rumus empiris.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung Lunak

Tanah lempung lunak termasuk tanah yang bermasalah di bidang konstruksi, karena mempunyai daya dukung yang rendah dan penyebarannya cukup luas di Indonesia. Kondisi tanah lunak seperti lempung cenderung kurang stabil, bahkan tidak mampu dalam mendukung beban konstruksi

Untuk dapat mengetahui suatu tanah termasuk tanah lempung lunak atau tidak, dapat dilakukan pengujian. Pengujian yang dapat dilakukan yaitu *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT). Menurut hasil *Standard Penetration Test* (SPT) tanah lempung lunak memiliki nilai N-SPT yang rendah yaitu Nilai N-SPT 0-5. Nilai 0 – 2,5 termasuk tanah lempung sangat lunak dan nilai 2,5 – 5 termasuk tanah lempung lunak. Selain dari hasil *Standard Penetration Test* (SPT), menurut hasil dari *Cone Penetration Test* (CPT) jika hasil qc berada pada nilai $< 5 \text{ kg/cm}^2$ termasuk tanah lempung sangat lunak. Sedangkan jika nilai qc berada pada nilai 5 – 10 kg/cm^2 termasuk tanah lempung lunak. Tanah lempung lunak juga mempunyai nilai kuat geser terdrainase (cu) sebesar $<0,25 \text{ kg/cm}^2$. (Mochtar,2006)

2.2 Kuat Geser *Undrained* (Cu)

Kuat geser *Undrained*, adalah kekuatan tanah pada saat dibebani hingga runtuh dalam keadaan tak terdrainase. Prinsip dari kuat geser *undrained* adalah keadaan yang tidak terdrainase, ketika diberikan suatu pembebanan. Pada tanah lempung dengan nilai permeabilitas yang rendah, kuat geser *undrained* akan membutuhkan waktu yang cukup panjang.

2.3 *Gain Strength*

Gain strength adalah proses kenaikan kuat geser tanah (cu) yang diakibatkan oleh proses konsolidasi yang terjadi. *Gain strength* terjadi pada kuat geser *undrained* (cu) karena akibat konsolidasi kadar air berubah mudahnya kadar air turun, *undrained shear strength* naik. Peningkatan tegangan efektif juga meningkatkan kuat geser tanah. Kondisi *undrained* terjadi pada tanah lempung karena permeabilitasnya yang rendah. Menurut Mesri (1975) dalam Jie Han (2015), perhitungan *gain strength* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Su' = Su_0 + K x \Delta\sigma x U$$

Halmana :

Su'	= Nilai kuat geser Undrained baru (kN/m^2)
Su_o	= Nilai kuat geser Undrained lama (kN/m^2)
K	= Konstanta (0,22)
U	= Derajat Konsolidasi (%)
$\Delta\sigma$	= Penambahan Tegangan Tanah (kN/m^2)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, dimulai dari perumusan masalah, pengumpulan tinjauan pustaka, pengumpulan data yang dibutuhkan, kemudian dilakukan pemodelan di Plaxis 2D dengan variasi beban 15kN, 30kN, dan 60kN, untuk melihat kenaikan nilai kuat geser tanah *undrained*. Selain itu dibandingkan kenaikan nilai kuat geser tanah *undrained* dengan persamaan empiris.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Tanah

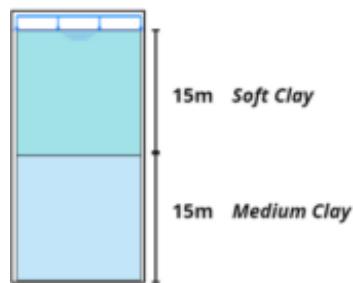
Data parameter tanah ini diperoleh berdasarkan hasil korelasi nilai N-SPT. Dibawah ini merupakan resume parameter tanah yang digunakan dengan *soil model Hardening Soil* yang dimodelkan pada penelitian ini, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Parameter Tanah Lempung Lunak

Klasifikasi Tanah	Soft Clay	Medium Clay	Unit
Model	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	-
Tipe	<i>Undrained A</i>	<i>Undrained A</i>	-
N-SPT	2	6	-
C_u	10	30	kN/m^2
c'	1	3	kN/m^2
Φ'	26	30	°
γ_{unsat}	16	17	kN/m^3
γ_{sat}	17	18	kN/m^3
E	2500	15000	kN/m^2
E_{50}	2000	12000	kN/m^2
E_{od}	1600	9600	kN/m^2
E_{ur}	4800	28800	kN/m^2
m	1	1	-
K_x	8.64×10^{-5}	8.64×10^{-5}	m/day
K_y	8.64×10^{-5}	8.64×10^{-5}	m/day

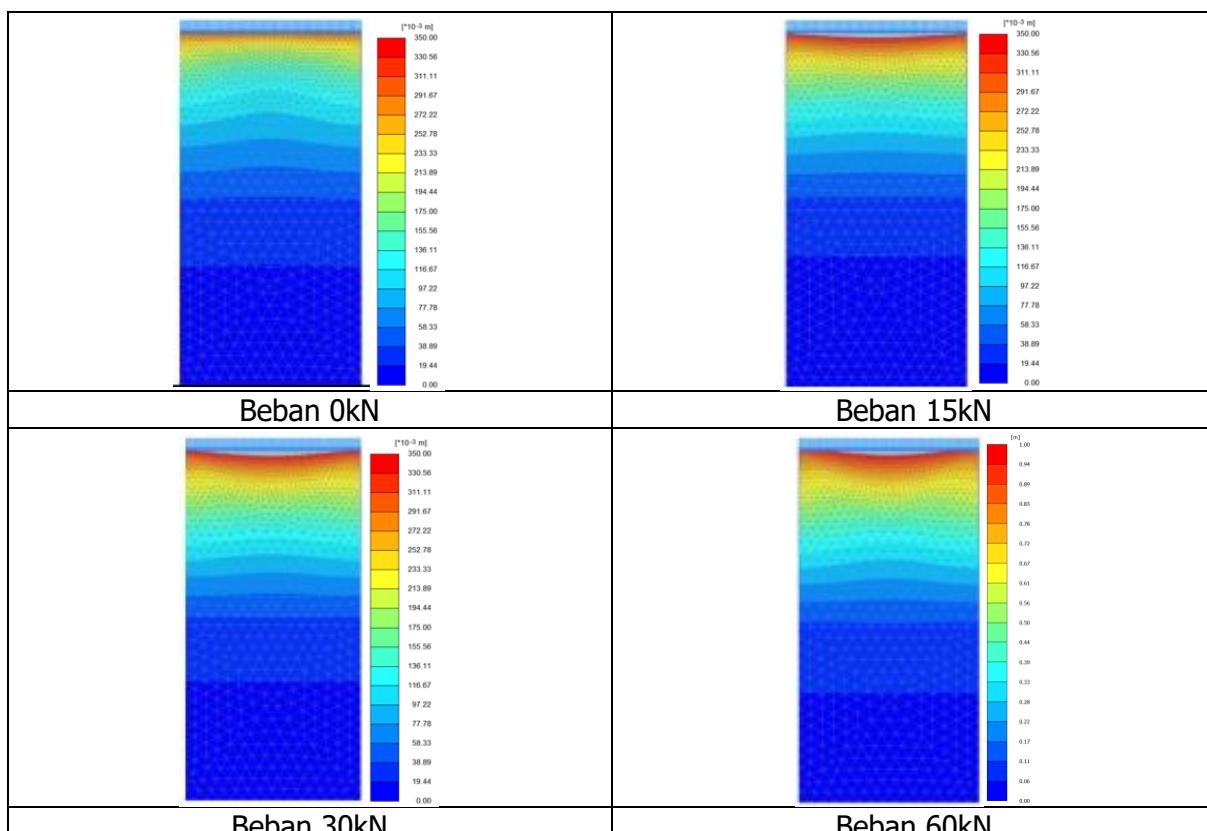
4.2 Hasil dan Analisis Pemodelan

Pada penelitian ini dengan pemodelan lebar 15m dengan kedalaman 30m dapat dilihat pada **Gambar 1**.



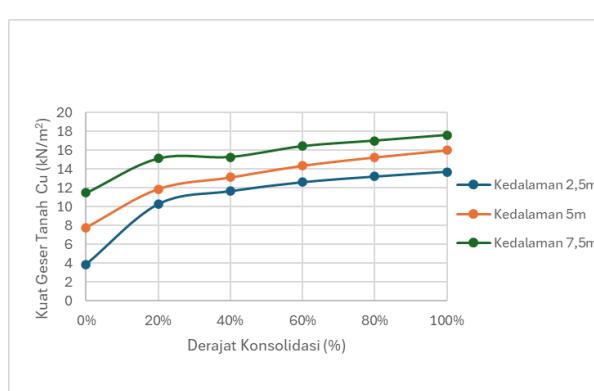
Gambar 1. Pemodelan Geometri (*Plane Strain*)

Dengan hasil output pemodelan dapat dilihat pada **Gambar 2.**

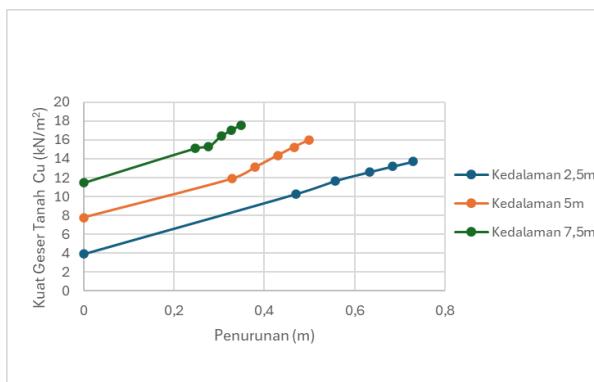


Gambar 2. Hasil Pemodelan Variasi Beban

Dengan hasil output pemodelan dapat dilihat pada **Gambar 3. Dan Gambar 4.**



Gambar 3. Grafik Nilai Kuat Geser Tanah Cu dengan Derajat Konsolidasi



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Geser Tanah Cu dengan Penurunan

Dengan perbandingan hasil Kenaikan nilai kuat geser tanah dengan pendekatan analitis dengan pendekatan numerik dapat dilihat pada **Tabel 2**. Sampai **Tabel 4**.

Tabel 2. Hasil Kenaikan Nilai Kuat Geser Tanah Kedalaman 2,5m

Beban (kN)	Analisis Empiris (kN/m²)	Analisis Plaxis 2D (kN/m²)
15	7.167	6.484
30	10.421	8.942
60	16.928	13.707

Tabel 3. Hasil Kenaikan Nilai Kuat Geser Tanah Kedalaman 5m

Beban (kN)	Analisis Empiris (kN/m²)	Analisis Plaxis 2D (kN/m²)
15	10.620	10.271
30	13.652	12.388
60	19.718	15.998

Tabel 4. Hasil Kenaikan Nilai Kuat Geser Tanah Kedalaman 7,5m

Beban (kN)	Analisis Empiris (kN/m²)	Analisis Plaxis 2D (kN/m²)
15	14.172	13.531
30	16.872	15.148
60	22.271	17.581

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis kenaikan kuat geser tanah (*gain strength*) dengan pendekatan numerik menggunakan aplikasi Plaxis 2D bahwa kenaikan kuat geser tanah menghasilkan selisih berkisar 10,67% – 52,70%. Sedangkan dibandingkan dengan pendekatan analitis dengan rumus empiris menghasilkan selisih berkisar 0,122% – 37%. Dari hasil analisis juga dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban yang bekerja semakin besar juga kenaikan nilai kuat geser tanah (*gain strength*) yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Han, Jie. 2015. *Principles and Practice of Ground Improvement*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Mesri, G. (1975). "New design procedure for stability of soft clays." *Discussion, J.of the Geotech. Eng. Div., ASCE*, 101(4), 409-412
- Mochtar, Indrasurya B. 2006. Alternatif Perbaikan Tanah untuk Gedung dan Bangunan di atas Tanah Sangat Lunak Tanpa Pondasi Tiang Pancang. Fakultas Teknik Universitas Panca Bhakti
- Terzaghi, K. and Peck, R. B. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley & Co.