

TESIS
PENGARUH MODULUS ELASTISITAS TANAH TERHADAP
PERILAKU DEFLEKSI DAN LETAK TITIK JEPIT TIANG AKIBAT
GAYA LATERAL

NURMALITA PUTRI



BIDANG REKAYASA GEOTEKNIK
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2025

TESIS
PENGARUH MODULUS ELASTISITAS TANAH TERHADAP
PERILAKU DEFLEKSI DAN LETAK TITIK JEPIT TIANG AKIBAT
GAYA LATERAL

Karya tulis ini sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Lambung Mangkurat

Oleh
NURMALITA PUTRI
2220828320069



BIDANG REKAYASA GEOTEKNIK
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2025

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

Pengaruh Modulus Elastisitas Tanah Terhadap Perilaku Defleksi Dan Letak Titik Jepit
Tiang Akibat Gaya Lateral

Oleh

Nurmalita Putri (2220828320069)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada (17 Desember) 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T.
NIP. 19841031 200812 1 001

Anggota 1 : Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19900306 202203 2 010

Anggota 2 : Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, S.T., M.T.
NIP. 19740809 200003 1 001

Anggota 3 : Dr. Hutagamissufardal, S.T., M.T.
NIP. 19700212 199502 1 001

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Rustam Effendi, M.A.Sc., Ph.D
NIP. 19620426 199003 1 001



Handwritten signatures of the committee members, including the Chairman and three members, with dotted lines below each signature.

Banjarmasin, 02 JAN 2026

Diketahui dan disahkan oleh :



Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM
Dr. Mahmud, S.T., M.T
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Sipil



Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.
NIP. 19790723 200501 2 005

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, 17 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan,

Nurmalita Putri

2220828320069

ABSTRAK

Pengaruh Modulus Elastisitas Tanah Terhadap Perilaku Defleksi Dan Letak Titik Jepit Tiang Akibat Gaya Lateral

Nurmalita Putri
2220828320069

Dr. Ir. Rustam Effendi, M.A.Sc.

Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh variasi modulus elastisitas tanah terhadap respons lateral tiang pancang, khususnya dalam hal profil defleksi dan kedalaman titik jepit (*fixity point*), sebagai parameter penting dalam analisis kapasitas lateral fondasi dalam. Tiang pancang, sebagai salah satu elemen struktural utama pada sistem fondasi dalam, secara fungsional harus mampu mentransfer beban aksial dan lateral ke lapisan tanah pendukung dengan deformasi yang masih dalam batas toleransi. Dalam konteks rekayasa geoteknik, parameter modulus elastisitas tanah mencerminkan kekakuan lapisan tanah dan sangat berpengaruh terhadap distribusi momen lentur serta deformasi lateral tiang yang tertanam.

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimental laboratorium dengan permodelan fisik berskala kecil, yang disusun menggunakan prinsip *scaling laws*. Tanah yang digunakan berasal dari kawasan Gunung Kupang, yang memiliki karakter tanah laterit berbutir halus dan plastisitas tinggi. Variasi jenis tanah dan dimensi tiang dimodelkan untuk mengamati respons struktural akibat beban lateral. Pengolahan data dan visualisasi profil lendutan serta estimasi titik jepit dilakukan menggunakan perangkat lunak matlab, yang berbasis pada pemrograman matriks dan teori pemodelan sistem dinamis.

Dari hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa kedalaman titik jepit pada tiang uji berdiameter 6 mm dan 8 mm di pengaruhi oleh modulus elastisitas tanah. Pada tanah lunak titik jepit berkisar antara 13,1D - 14,2D dengan defleksi berkisar antara 0,26D - 0,44. Sementara itu pada tanah agak kaku berkisar antara 11,3D - 12,5D dengan defleksi 0,25D - 0,37D dan pada tanah keras berkisar antara 7,5D - 9,0D dengan defleksi 0,21D - 0,30D. Nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi secara signifikan menurunkan deformasi lateral dan mendorong kedalaman titik jepit lebih dangkal, yang mencerminkan perbaikan kinerja lateral sistem fondasi.

Kata kunci: modulus elastisitas tanah, gaya lateral, titik jepit, defleksi.

ABSTRACT

The Influence of Soil Elastic Modulus on Lateral Deflection Behavior and Fixity Point of Piles Under Lateral Loading

Nurmalita Putri
2220828320069.

Dr. Ir. Rustam Effendi, M.A.Sc.

This research investigates the effect of soil elastic modulus variation on the lateral behavior of pile foundations, particularly focusing on the deflection profile and the depth of the fixity point, which are critical parameters in assessing the lateral capacity of deep foundations. Pile foundations, as structural elements embedded into the ground, must effectively transfer axial and lateral loads to the supporting soil layers while maintaining deformation within allowable limits. In geotechnical engineering, the elastic modulus of soil represents its stiffness and directly influences the bending moment distribution and lateral deflection behavior of embedded piles.

The research was conducted through a controlled laboratory experiment using scaled physical modeling based on the principles of scaling laws. The soil used was lateritic clay from the Gunung Kupang area, characterized by fine grains and high plasticity. Variations in soil type and pile dimensions were applied to evaluate the structural response under lateral loading. Matlab software was employed for deflection visualization and fixity point estimation, leveraging its matrix-based computational environment and dynamic system modeling capabilities.

The results indicate that the depth of the fixity point for test piles with diameters of 6 mm and 8 mm is significantly influenced by the soil's modulus of elasticity. In soft soil, the fixity point ranges from 13.1D - 14.2D with deflections between 0.26D - 0.44D. In medium-stiff soil, the values range from 11.3D - 12.5D with deflections of 0.25D - 0.37D, while in hard soil, the fixity point occurs at 7.5D - 9.0D with deflections of 0.21D - 0.30D. A higher modulus of elasticity significantly reduces lateral deformation and results in a shallower fixity depth, reflecting an improvement in the lateral performance of the foundation system.

Keywords: soil modulus of elasticity, lateral force, fixity point, deflection.

PRAKATA

Puji syukur yang sedalam-dalamnya penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “Pengaruh Modulus Elastisitas Tanah Terhadap Perilaku Defleksi Dan Letak Titik Jepit Tiang Akibat Gaya Lateral”. Tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi syarat dalam mencapai derajat Magister Teknik Sipil pada Program Studi Pasca Sarjana Universitas Lambung Mangkurat.

Di dalam proses penulisan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. Rustam Effendi, M.A.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan waktu, arahan, ilmu, serta dukungan dalam membimbing penulis hingga selesainya tesis ini.
2. Segenap Dosen dan Civitas Akademik yang telah membantu dan memberikan dukungan.
3. Keluarga, terutama kepada kedua orang tua atas doa yang tulus, kasih sayang, semangat dan dukungan yang diberikan.
4. Rekan-rekan dan sahabat yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama proses studi ini.

Penulis berharap tesis ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi dalam perkembangan dunia konstruksi. Penulis juga menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran beserta kritikan yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Banjarmasin, Desember 2025

Nurmalita Putri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	16
1.5 Batasan Penelitian.....	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Tanah	18
2.2 Fondasi.....	19
2.3 Modulus Elastisitas Tanah	21
2.4 Daya Dukung Tanah	22
2.5 Daya Dukung Fondasi Tiang	22
2.6 Beban Lateral.....	23
2.7 Permodelan	28
2.8 Matlab (<i>Matrix Laboratory</i>)	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Identifikasi Masalah.....	34
3.2 Tahap Studi Pustaka.....	34
3.3 Tahap Pengumpulan Data	36
3.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	36
3.5 Pengujian Model.....	38
3.6 Hasil Pengujian	39
3.7 Kesimpulan dan Saran	39
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Properti Tanah Laterit Gunung Kupang.....	40

4.2 Korelasi Modulus Elastisitas (E) tanah dengan Kohesi	40
4.3 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas (E) Tiang	41
4.4 Hasil Pengujian Permodelan	43
4.5 Hasil Analisis Permodelan Menggunakan software Matlab	61
BAB V PENUTUP	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Bowles,1997).....	21
Tabel II. 2	Faktor-faktor skala (Broms, 1964).....	29
Tabel IV. 1	Properti Tanah Laterit Gunung Kupang.....	40
Tabel IV. 2	Modulus elastisitas Material umum.....	41
Tabel IV. 3	Perbandingan Tiang Model dan Prototype.....	42
Tabel IV. 4	Perhitungan Tiang Panjang.....	42
Tabel IV. 5	Pengujian pada Tanah Lunak dengan Tiang Diameter 6 mm.....	43
Tabel IV. 6	Pengujian pada Tanah Lunak dengan Tiang Diameter 8 mm.....	45
Tabel IV. 7	Pengujian pada Tanah Agak Kaku dengan Tiang Diameter 6 mm....	46
Tabel IV. 8	Pengujian pada tanah agak kaku dengan tiang diameter 8 mm.....	48
Tabel IV. 9	Pengujian pada tanah keras dengan tiang diameter 6 mm.....	49
Tabel IV. 10	Pengujian pada Tanah Keras dengan tiang diameter 8 mm.....	51
Tabel IV. 11	Analisis rata – rata pengujian permodelan tiang diameter 6 mm pada tanah lunak.....	53
Tabel IV. 12	Analisis rata – rata pengujian permodelan tiang diameter 6 mm pada tanah agak kaku.....	53
Tabel IV. 13	Analisis rata – rata pengujian permodelan tiang diameter 6 mm pada tanah Keras.....	54
Tabel IV. 14	Analisi rata – rata pengujian permodelan tiang diameter 8 mm pada tanah lunak.....	57
Tabel IV. 15	Analisis rata – rata pengujian permodelan tiang diameter 8 mm pada tanah agak kaku.....	57
Tabel IV. 16	Analisis rata –rata pengujian permodelan tiang diameter 8 mm pada tanah keras.....	58
Tabel IV. 17	Data Perpindahan Tiang Diameter 6 mm pada Tanah Lunak.....	61
Tabel IV. 18	Data Titik Koordinat Tiang 6 mm pada Tanah Lunak.....	62
Tabel IV. 19	Data Perpindahan Tiang Diameter 8 mm pada Tanah Lunak.....	63
Tabel IV. 20	Data Titik Koordinat Tiang 8 mm pada Tanah Lunak.....	64
Tabel IV. 21	Data Perpindahan Tiang Diameter 6 mm pada Tanah Agak Kaku	66
Tabel IV. 22	Data Titik Koordinat Tiang 6 mm pada Tanah Agak Kaku.....	66

Tabel IV. 23	Data Perpindahan Tiang Diameter 8 mm pada Tanah Agak Kaku	67
Tabel IV. 24	Data Titik Koordinat Tiang 8 mm pada Tanah Agak Kaku.....	68
Tabel IV. 25	Data Perpindahan Tiang Diameter 6 mm pada Tanah Keras.....	70
Tabel IV. 26	Data Titik Koordinat Tiang 6 mm pada Tanah Keras.....	70
Tabel IV. 27	Data Perpindahan Tiang Diameter 8 mm pada Tanah Keras.....	71
Tabel IV. 28	Data Titik Koordinat Tiang 8 mm pada Tanah Keras.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 2 Aplikasi Fondasi Tiang dalam Menahan Beban Lateral (Das, 2014).....	24
Gambar II. 3 Defleksi dan mekanisme keruntuhan untuk fondasi tiang pendek dengan kondisi kepala tiang bebas akibat beban lateral pada tanah kohesif (Broms, 1964)	25
Gambar II. 4 Defleksi akibat beban lateral untuk fondasi tiang pendek dengan kondisi kepala tiang terjepit pada tanah kohesif (Broms, 1964).....	26
Gambar II. 5 Defleksi dan Mekanisme Keruntuhan untuk Fondasi Tiang Panjang dengan Kondisi Kepala Tiang Bebas Akibat Beban Lateral pada Tanah Kohesif (Broms, 1964)	27
Gambar II. 6 Kapasitas beban lateral untuk Fondasi tiang panjang pada tanah kohesif (Brom, 1964).....	27
Gambar II. 7 Defleksi Akibat Beban Lateral untuk Fondasi Tiang Panjang dengan Kondisi Kepala Tiang Terjepit pada Tanah Kohesif (Broms, 1964)	28
Gambar III. 1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar III. 2 Lokasi Penyelidikan Tanah.....	36
Gambar III. 3 Permodelan	38
Gambar IV. 1 Hubungan antara defleksi tiang terhadap beban pada tanah lunak dengan tiang diameter 6 mm	44
Gambar IV. 2 Hubungan antara defleksi tiang terhadap waktu pada Tanah Lunak dengan tiang diameter 6 mm.....	44
Gambar IV. 3 Hubungan antara defleksi tiang terhadap beban pada tanah lunak dengan tiang diameter 8 mm	45
Gambar IV. 4 Hubungan antara defleksi tiang terhadap waktu pada tanah lunak dengan tiang diameter 8 mm	46
Gambar IV. 5 Grafik hubungan antara defleksi tiang terhadap beban pada tanah agak kaku dengan tiang diameter 6 mm	47
Gambar IV. 6 Hubungan antara defleksi tiang terhadap waktu pada tanah agak kaku dengan tiang diameter 6 mm.....	47
Gambar IV. 7 Hubungan antara defleksi tiang terhadap beban pada tanah agak kaku dengan tiang diameter 8 mm.....	48
Gambar IV. 8 Hubungan antara defleksi tiang terhadap waktu pada tanah agak kaku	

dengan tiang diameter 8 mm.....	49
Gambar IV. 9 Hubungan antara defleksi tiang terhadap beban pada tanah keras dengan tiang diameter 6 mm	50
Gambar IV. 10 Hubungan antara defleksi terhadap Waktu pada tanah keras dengan tiang diameter 6 mm	50
Gambar IV. 11 Hubungan antara defleksi tiang terhadap beban pada tanah keras dengan tiang diameter 8 mm	52
Gambar IV. 12 Grafik hubungan antara defleksi tiang terhadap Waktu pada tanah keras dengan tiang diameter 8 nm.....	52
Gambar IV. 13 Hubungan antara defleksi terhadap beban pada tiang dengan diameter 6 mm	56
Gambar IV. 14 Hubungan antara defleksi terhadap waktu pada tiang dengan diameter 0.6 cm.....	56
Gambar IV. 15 Hubungan antara defleksi terhadap beban pada tiang dengan diameter 8 mm	60
Gambar IV. 16 Hubungan antara defleksi terhadap waktu pada tiang dengan diameter 8 mm	60
Gambar IV. 17 Profil defleksi tiang pada tanah lunak diameter 6 mm.....	63
Gambar IV. 18 Profil defleksi tiang pada tanah lunak diameter 8 mm.....	65
Gambar IV. 19 Profil defleksi tiang pada tanah agak kaku diameter 6 mm	67
Gambar IV. 20 Profil defleksi tiang pada tanah agak kaku diameter 8 mm	69
Gambar IV. 21 Profil defleksi tiang pada tanah keras diameter 6 mm.....	71
Gambar IV. 22 Profil defleksi tiang pada tanah keras diameter 8 mm.....	73

DAFTAR PERSAMAAN

Pers. (2.1) Modulus Elastisitas	21
Pers. (2.2) Modulus Elastisitas	21
Pers. (2.3) Beban Lateral	28
Pers. (2.4) Momen maksimum dan Gaya Lateral	28