



**PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG ANTARA
PROGRAM LPILE DAN METODE BROMS**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

U SYARIF HIDAYATULLAH
41122010064
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG ANTARA
PROGRAM LPILE DAN METODE BROMS**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
SYARIF HIDAYATULLAH
41122010064
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syarif Hidayatullah
NIM : 41122010064
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul: “PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG ANTARA PROGRAM LPILE DAN METODE BROMS” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Februari 2026



Syarif Hidayatullah

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Syarif Hidayatullah

NIM : 41122010064

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir / Tesis

/ Praktek Keinsinyuran : PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG
ANTARA PROGRAM LPILE DAN METODE
BROMS

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 19 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **9 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 19 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

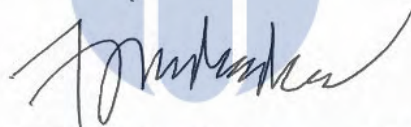
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Syarif Hidayatullah
NIM : 41122010064
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG
ANTARA PROGRAM LPILE DAN METODE
BROMS

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 7 Februari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, M.T.Eng
NIDN: 0014126401

MERCU BUANA

Jakarta, 18 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0416086504

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0325067505

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT., atas segala limpahan rahmat, karunia, hidayah, dan pertolongan-Nya. Berkat izin dan kehendak-Nya, penulis diberikan kesehatan, kekuatan, kesabaran, serta keteguhan hati dalam menjalani seluruh proses perkuliahan hingga akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tanpa pertolongan dan ridho-Nya, penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Segala kemudahan yang penulis peroleh, baik dalam proses pembelajaran, penelitian, maupun penyusunan tugas akhir, merupakan bukti nyata kasih sayang dan kebesaran Allah SWT. Oleh karena itu, tugas akhir ini penulis persembahkan sebagai bentuk rasa syukur dan penghambaan kepada-Nya, dengan harapan semoga karya ini dapat memberikan manfaat, menjadi amal kebaikan, serta mendapatkan ridho dari Allah SWT.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan studi di Universitas Mercu Buana;
3. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan pelayanan yang baik kepada semua mahasiswa untuk kelancaran studi;
4. Bapak Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah membantu penulis dalam administrasi dokumen;

5. Bapak Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, M.T.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
6. Ibu saya selaku mamah kandung penulis yang telah mendoakan, menyangai, dan memberikan dukungan kepada penulis tanpa henti di setiap hari hingga penulis bisa kuliah sampai sejauh ini, bahkan berdiri dengan kaki penulis sendiri. Banyak terima kasih atas segala yang di berikan dan di korbakan, perempuan hebat nan kuat seperti malaikat kecil yang kehilangan sayapnya;
7. Alm. Bapak saya selaku ayah penulis yang semasa hidupnya selalu diam-diam memberikan semangat dan doa yang terbaik. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai bentuk penghormatan dan bakti atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang telah diberikan. Maaf atas kesalahan penulis yang belum sempat terucap dan tenang disana;
8. Saudari-saudara penulis Sazkiya Muraja Azaima dan Syaid Ar-Rasyid yang selalu membantu mengerjakan tugas dan menemani penulis dalam susah maupun senang;
9. Teman-teman SMA “Bacem” yang membuat keseharian penulis bewarna dan membawa kebahagiaannya yang mendalam, susah senang bersama banyak memori yang tersimpan;
10. Teman-teman kuliah, Muhammad Alief Harsya, Mukhlis Ade Surya, Juliawan Wahyu Pratama, M. Sirhan Al Mutawally, Aura Azzahra, Aydina Irsyad Aryasatya Sigit, Gibran Arya Widyadhana, Rindu Nadhira Sari, Wahyu Ikhsanul Aula, Kavindra Reynard D, Eva Rizki Anggraeni, Basma Ismaya Rustiawan, Haikal Hadyan A. S, Abdul Bais Nadin, Faiz Assyfa N.R.D, Nadine Ramadhany, dan Wildan Fazri yang selalu menemani penulis di saat kesepian tempat keluh kesah, tukar pikiran, dan canda tawa;
11. Lagu yang berjudul “Nina-Feast” yang telah menopang kehidupan penulis di masa-masa sulitnya. Seperti di sebuah lirik “Tumbuh lebih baik, cari panggilanmu. Jadi lebih baik dibanding diriku” buang semua ego dan berkembanglah dalam segala aspek, latih pola pikir, dan mental di kehidupan kedua (kehidupan setelah keluar dari zona nyaman);

12. Untuk saya sendiri yang sudah berjuang dan bertahan hingga sejauh ini untuk mencapai masa depan yang gemilang. Banyak pengorbanan yang diperlukan, banyak mimpi yang harus terkubur, dan banyak cobaan yang di lewati. Manusia hebat yang berjuang untuk keluar dari zona nyamannya dengan merubah semua pola hidupnya dari semua aspek kehidupan.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.



Jakarta, 18 Februari 2026



Syarif Hidayatullah

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syarif Hidayatullah
NIM : 41122010064
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG
ANTARA PROGRAM LPILE DAN METODE
BROMS

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 18 Februari 2026
Yang menyatakan,



Syarif Hidayatullah

**PERBANDINGAN GAYA LATERAL TIANG ANTARA PROGRAM
LPILE DAN METODE BROMS
SYARIF HIDAYATULLAH**

ABSTRAK

Fondasi tiang yang menerima beban lateral merupakan elemen penting dalam desain struktur, terutama pada konstruksi yang terpapar gaya horizontal seperti angin, gempa, dan arus air. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan respons gaya lateral tiang menggunakan dua pendekatan analisis yang berbeda, yaitu program LPILE sebagai metode numerik berbasis analisis elemen hingga dan metode Broms sebagai pendekatan analitis klasik. Studi dilakukan dengan memodelkan tiang tunggal pada berbagai kondisi tanah, termasuk tanah kohesif dan tanah granular, serta variasi panjang dan diameter tiang. Parameter yang dianalisis meliputi defleksi lateral, momen lentur maksimum, dan distribusi gaya sepanjang tiang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa LPILE mampu memberikan hasil yang lebih rinci dan realistis karena mempertimbangkan interaksi nonlinier antara tanah dan struktur, serta profil tanah berlapis. Sebaliknya, metode Broms memberikan hasil yang lebih konservatif dan cenderung menyederhanakan kondisi tanah sebagai homogen. Perbedaan signifikan ditemukan pada nilai defleksi dan momen lentur, terutama pada kondisi tanah lunak dan tiang panjang. Meskipun metode Broms masih relevan untuk estimasi awal dan desain konservatif, LPILE lebih direkomendasikan untuk analisis mendalam dengan data geoteknik yang lengkap. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi para insinyur dalam memilih metode analisis yang sesuai berdasarkan kompleksitas proyek dan ketersediaan data tanah, serta meningkatkan akurasi dalam perencanaan fondasi tiang yang menerima beban lateral.

Kata Kunci: gaya lateral tiang, LPILE, metode Broms, analisis fondasi, interaksi tanah-struktur.

**COMPARISON OF LATERAL PILE FORCES BETWEEN THE LPILE
PROGRAM AND THE BROMS METHOD
SYARIF HIDAYATULLAH**

ABSTRACT

Pile foundations subjected to lateral loads play a crucial role in structural design, especially for constructions exposed to horizontal forces such as wind, earthquakes, and water currents. This study aims to compare the lateral response of piles using two distinct analytical approaches: the LPILE program, which utilizes nonlinear finite element analysis, and the Broms method, a classical analytical technique. The research involves modeling single piles under various soil conditions, including cohesive and granular soils, with variations in pile length and diameter. Key parameters analyzed include lateral deflection, maximum bending moment, and load distribution along the pile shaft. The results indicate that LPILE provides more detailed and realistic outcomes due to its ability to account for nonlinear soil–structure interaction and layered soil profiles. In contrast, the Broms method yields more conservative estimates by simplifying soil conditions as homogeneous and linear. Significant differences were observed in deflection and bending moment values, particularly in soft soil scenarios and longer piles. While the Broms method remains useful for preliminary design and conservative assessment, LPILE is recommended for comprehensive analysis when detailed geotechnical data is available. This study is expected to guide engineers in selecting appropriate analysis methods based on project complexity and data availability, ultimately improving the accuracy and reliability of pile foundation design under lateral loading.

Keywords: lateral pile load, LPILE, Broms method, foundation analysis, soil–structure interaction.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Maksud penelitian.....	3
1.4.2 Tujuan penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	5
1.6.1 Pembatasan masalah	5
1.6.2 Ruang lingkup masalah.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penyelidikan Tanah (Soil Investigation)	8
2.1.1 Index properties	8

2.1.2 Engineerig properties	10
2.2 Tiang Pondasi	13
2.2.1 Tiang pendek.....	13
2.2.2 Tiang panjang.....	14
2.2.3 Perbedaan tiang pendek dan panjang.....	14
2.2.4 Menentukan tiang pendek dan panjang.....	15
2.3 Teori Gaya Lateral pada Tiang	15
2.4 Respons Tiang Elastis akibat Beban Lateral	17
2.5 Kondisi Batas Kepala Tiang	18
2.4.1 Kepala tiang bebas	19
2.4.2 Kepala tiang kaku	19
2.6 Metode Broms	19
2.7 Metode Numerik dengan Program LPILE.....	23
2.6.1 Kurva p-y	24
2.6.2 Pemodelan tiang dengan program LPILE.....	26
2.6.3 Parameter yang digunakan (Input pada program LPILE).....	26
2.6.4 Hasil yang dikeluarkan (Output program LPILE)	26
2.8 Perbandingan Metode Broms dan program LPILE	27
2.9 Kerangka Berpikir	27
2.10 Penelitian Terdahulu.....	29
2.11 Celah dan Inovasi Penelitian	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Objek Penelitian.....	32
3.3 Diagram Alur Penelitian	33
3.4 Teknik Kompilasi dan Analisa Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Data Tanah.....	35
4.1.1 Nilai regangan tanah (E50)	35
4.1.2 Nilai Modulus of subgrade reaction (K)	37
4.1.3 Korelasi nilai kohesi (Cu)	39
4.1.4 Korelasi nilai sudut geser dalam (ϕ)	40

4.1.5 Korelasi berat isi efektif (γ_{eff}).....	42
4.2 Perhitungan Metode Broms Tanah Lempung Fixed Headed Pile	44
4.3 Perhitungan Metode Broms Tanah Lempung Free Headed Pile	49
4.4 Verifikasi Software LPILE	52
4.5 Perbandingan Defleksi vs Beban Lateral (Fixed Head)	53
4.6 Perbandingan Defleksi vs Beban Lateral (Free Head)	59
4.7 Perbandingan Defleksi vs Beban Lateral (Fixed Head & Free Head).....	62
4.6.1 Tanah lempung (BH-03)	62
4.6.2 Tanah pasir (BH-09)	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	77



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Index properties.....	8
Tabel 2.2 Engineering properties	10
Tabel 2.3 modulus tanah horizontal (K)	22
Tabel 2.4 Nilai-nilai n_h	22
Tabel 2.5 Perbandingan metode Broms dan program LPILE.....	27
Tabel 2.6 Penelitian terdahulu.....	29
Tabel 2.7 Celah dan inovasi penelitian	30
Tabel 4.1 Nilai regangan tanah (E50) BH-03	35
Tabel 4.2 Nilai regangan tanah (E50) BH-09	36
Tabel 4.3 Nilai modulus of subgrade reaction (K) BH-03.....	37
Tabel 4.4 Nilai modulus of subgrade reaction (K) BH-09.....	38
Tabel 4.5 Korelasi nilai kohesi (C_u) BH-03	39
Tabel 4.6 Korelasi nilai kohesi (C) BH-09	40
Tabel 4.7 Korelasi nilai sudut geser (ϕ) BH-03	41
Tabel 4.8 Korelasi nilai sudut geser (ϕ) BH-09	42
Tabel 4.9 Korelasi nilai berat isi efektif (γ_{eff}) BH-03.....	43
Tabel 4.10 Korelasi nilai berat isi efektif (γ_{eff}) BH-09.....	43
Tabel 4.11 Modulus tanah horizontal (K)	45
Tabel 4.12 Rekapitulasi Metode Broms Fixed Headed Pile	48
Tabel 4.13 Modulus tanah horizontal (K)	50
Tabel 4.14 Rekapitulasi Metode Broms Fixed Headed Pile	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengujian NSPT	11
Gambar 2.2 Pengujian CPT	12
Gambar 2.3 Respons responsif fondasi tiang terhadap beban lateral.....	17
Gambar 2.4 Diagram respons tiang elastis akibat beban lateral	18
Gambar 2.5 Analisis gaya pada tiang.....	19
Gambar 2.6 Solusi Broms tiang pendek pada (a) pasir dan (b) lempung	20
Gambar 2.7 Solusi Broms tiang panjang pada (a) pasir dan (b) lempung	21
Gambar 2.8 Solusi Broms defleksi kepala tiang (a) pasir & (b) lempung	23
Gambar 2.9 Model kurva p-y untuk tiang pancang yang diberi beban lateral	25
Gambar 2.10 Kerangka berpikir.....	28
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	33
Gambar 4.1 Solusi Broms untuk tiang panjang pada lempung.....	46
Gambar 4.2 Broms untuk menentukan defleksi kepala tiang pada lempung	47
Gambar 4.3 Solusi Broms untuk tiang panjang pada lempung.....	50
Gambar 4.4 Broms untuk menentukan defleksi kepala tiang pada lempung	51
Gambar 4.5 Verifikasi hasil pengujian LPILE.....	53
Gambar 4.6 Def vs beban lateral tanah lempung fixed head (D400 P10).....	54
Gambar 4.7 Def vs beban lateral tanah lempung fixed head (D600 P20).....	55
Gambar 4.8 Def vs beban lateral tanah lempung fixed head (D600 P40).....	56
Gambar 4.9 Def vs beban lateral tanah lempung fixed head (D800 P20).....	57
Gambar 4.10 Def vs beban lateral tanah lempung fixed head (D800 P40).....	58
Gambar 4.11 Def vs beban lateral tanah lempung free head (D400 P10).....	60
Gambar 4.12 Def vs beban lateral tanah lempung free head (D800 P20).....	61
Gambar 4.13 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D400 P10).....	62
Gambar 4.14 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D600 P20).....	63
Gambar 4.15 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D600 P40).....	64
Gambar 4.16 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D800 P20).....	65
Gambar 4.17 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D800 P40).....	66
Gambar 4.18 Def vs beban lateral pasir free & fixed head (D400 P10)	67
Gambar 4.19 Def vs beban lateral pasir free & fixed head (D600 P20)	68

Gambar 4.20 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D600 P40).....	69
Gambar 4.21 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D800 P20).....	70
Gambar 4.22 Def vs beban lateral lempung free & fixed head (D800 P40).....	71



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Tanah (Soil Investigation).....	77
Lampiran 2 Hasil Turnitin.....	83
Lampiran 3 Kartu Asistensi	89

