

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG
BERDASARKAN DATA *STANDARD PENETRATION TEST* (SPT)
AKIBAT ADANYA GAYA ANGKAT (*UPLIFT FORCE*)**

TUGAS AKHIR



OLEH :

M. YUSRIL INZA MAHENDRA
22035010090

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2026

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG
BERDASARKAN DATA *STANDARD PENETRATION TEST (SPT)* AKIBAT
ADANYA GAYA ANGKAT (*UPLIFT FORCE*)**

TUGAS AKHIR



OLEH

M. YUSRIL INZA MAHENDRA

22035010090

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2026

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN
DATA STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AKIBAT ADANYA GAYA
ANGKAT (UPLIFT FORCE)**

Disusun Oleh:

M. YUSRIL INZA MAHENDRA
NPM. 22035010090

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Rabu, 8 Juli 2026**

**Dosen Pembimbing:
Dosen Pembimbing I**

Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah ST., MT.
NIP. 20119860129207

Dosen Pembimbing II

Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NIP. 198903042019032017

**Tim Penguji:
1. Penguji I**

Bagas Arvaseta S.T., M.S.
NIP. 199312252022031006

2. Penguji II

Karina Meilawati Eka Putri, S.T., M.T.
NIP. 199405232024062001

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN
DATA *STANDARD PENETRATION TEST (SPT)* AKIBAT ADANYA GAYA
ANGKAT (*UPLIFT FORCE*)**

Disusun Oleh:

M. YUSRI INZA MAHENDRA
NPM. 22035010090

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Rabu, 8 Juli 2026**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah ST., MT.
NIP. 20119860129207

Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NIP. 198903042019032017

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Yusril Inza Mahendra
NPM : 22035010090
Program : Sarjana(S1)/~~Magister (S2)~~/ ~~Dokter (S3)~~
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 16 Juli 2026

Yang Membuat pernyataan



M. YUSRIL INZA MAHENDRA
2203501090

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN
DATA *STANDARD PENETRATION TEST* (SPT) AKIBAT ADANYA GAYA
ANGKAT (*UPLIFT FORCE*)**

Oleh:

M. Yusril Inza Mahendra

Jurusam Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia

22035010090@student.upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Fluktuasi muka air tanah tidak hanya memicu gaya angkat hidrostatik pada pelat fondasi (A. Rifai and T. S. Kurniadi, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja fondasi tiang pancang yang mengalami kenaikan akibat muka air tanah dengan ketinggian maksimal sepanjang 2.5 meter. Analisis ini dilakukan terhadap kapasitas daya dukung aksial dengan menggunakan metode Nakazawa, K. (1983), deformasi defleksi lateral menggunakan aplikasi PLXIS.. Dari permasalahan tersebut mengonfirmasi bahwa gaya angkat akibat air tanah memberikan dampak signifikan yang dapat memperlemah kapasitas serta meningkatkan risiko deformasi pada fondasi. Pada analisis, diperoleh kapasitas daya dukung ultimit sebesar 406.9 kN dan 602.08 kN pada diameter 0.6 cm. Kondisi ini dinilai membahayakan stabilitas struktur jika tidak segera ditangani. Sebagai langkah mitigasi, penelitian ini melakukan upaya optimasi melalui perubahan dimensi komponen struktur. Solusi yang diusulkan adalah memperbesar diameter tiang pancang dari ukuran semula 0,6 meter menjadi 1 meter dari kenaikan 2,207 meter menjadi 5 cm dengan acuan kenaikan pada fondasi menggunakan acuan SNI (perlu dievaluasi), ASTM (sedang), dan FHWA (dapat diterima) dan 0.6196 meter menjadi 3.32 cm dengan acuan kenaikan Kenaikan pada fondasi menggunakan acuan SNI (aman), ASTM (aman), dan FHWA (kecil). Acuan (SNI, ASTM, dan FHWA) guna memastikan seluruh kinerja fondasi tetap berada dalam batas aman dan memenuhi persyaratan teknis.

Kata kunci: Fondasi, Tanah, Gaya Angkat

***ANALYSIS OF SUPPORT CAPACITY AGAINST UPLIFT FORCE ON PILE
FOUNDATIONS BASED ON STANDARD PENETRATION TEST (SPT) DATA***

By:

M. Yusril Inza Mahendra

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Science

Veteran National Development University, East Java, Indonesia

22035010090@student.upnjatim.ac.id

ABSTRACT

Fluctuations in the groundwater table do not only induce hydrostatic uplift on foundation slabs (A. Rifai and T. S. Kurniadi, 2023). This study aims to analyze the performance of pile foundations that experience uplift due to a groundwater table rise with a maximum height of 2.5 meters. This analysis was conducted on the axial bearing capacity using the method by Nakazawa, K. (1983), and on lateral deflection using the PLXIS software. The results confirm that uplift forces caused by groundwater have a significant impact that can weaken the foundation's capacity and increase the risk of deformation. The analysis yielded ultimate bearing capacities of 406.9 kN and 602.08 kN for a diameter of 0.6 cm. These conditions are deemed hazardous to structural stability if not addressed immediately. As a mitigation measure, this study sought to optimize the design by modifying the dimensions of the structural components. The proposed solution is to increase the pile diameter from the original 0.6 meters to 1 meter and the foundation settlement from 2.207 meters to 5 cm, using settlement criteria based on SNI (requires evaluation), ASTM (moderate), and FHWA (acceptable) standards, and from 0.6196 meters to 3.32 cm, with foundation settlement criteria based on SNI (safe), ASTM (safe), and FHWA (minimal) standards. These standards (SNI, ASTM, and FHWA) ensure that all foundation performance remains within safe limits and meets technical requirements.

Keywords: Foundation, Soil, Lift Force

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Daya Dukung Terhadap Gaya Angkat (*Uplift Force*) Pada Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT)” dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan Tugas Akhir ini:

1. Bapak Prof. Dr. Ir Akhmad Fauzi, MMT.,IPU. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dian Purnamawati Solin S.T., M.T., M.Sc. selaku Dosen Penasehat Akademik.
5. Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Kepada pahlawan penulis, almarhum Ayah tercinta, yang kini telah berada di sisi Tuhan. Terima kasih atas kasih sayang, doa, pengorbanan, serta setiap perjuangan yang telah Ayah berikan kepada penulis. Meskipun Ayah hanya sempat menemani perjalanan penulis hingga tahun kedua perkuliahan, seluruh kenangan, nasihat, dan nilai-nilai kehidupan yang Ayah tanamkan akan selalu hidup dalam hati penulis. Anak kecilmu ini mengucapkan terima kasih atas segala hal yang telah Ayah berikan. Setiap langkah dalam penyusunan skripsi ini selalu diiringi dengan kenangan tentang Ayah, yang menjadi pengingat sekaligus penyemangat ketika penulis merasa lelah, ragu, dan kebingungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga skripsi ini menjadi salah satu wujud kecil dari perjuangan dan harapan yang pernah Ayah titipkan kepada penulis.
7. Kepada cinta pertama penulis, Ibu tercinta, terima kasih atas kasih sayang, doa, pengorbanan, serta perjuangan yang tidak pernah berhenti diberikan kepada penulis hingga berada di titik ini. Anak kecilmu ini mengucapkan terima kasih karena telah

menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan alasan untuk terus berjuang menyelesaikan setiap proses dalam kehidupan, termasuk penyusunan skripsi ini. Setiap nasihat, omelan, dan perhatian yang Ibu berikan selalu menjadi pengingat bagi penulis untuk tetap bertanggung jawab, bangkit ketika merasa lelah, serta tidak mudah menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan. Terima kasih atas segala pengorbanan yang telah Ibu lakukan, terutama di tahun terakhir perkuliahan ketika jarak membuat kita hanya dapat bertemu beberapa kali dalam satu semester. Meskipun waktu kebersamaan menjadi terbatas, kasih sayang, doa, dan dukungan Ibu tidak pernah berkurang sedikit pun. Penulis berharap pencapaian ini dapat menjadi salah satu bentuk kebahagiaan dan rasa terima kasih atas seluruh perjuangan yang telah Ibu berikan.

8. Teman-teman "Cangkrok Tot", sahabat yang telah menemani penulis sejak bangku SMA dan selalu memberikan warna dalam setiap perjalanan kehidupan. Meskipun kesempatan untuk bertemu tidak sering dan hanya dalam waktu yang singkat, setiap pertemuan selalu menghadirkan cerita, tawa, dan makna yang begitu berharga. Terima kasih atas persahabatan, doa, dukungan, serta semangat yang selalu diberikan kepada penulis. Kehadiran kalian menjadi salah satu alasan bagi penulis untuk terus melangkah dan menyelesaikan skripsi ini hingga akhir.
9. Teman-teman magang di Proyek Hotel Patra Surabaya yang telah menjadi rekan selama pelaksanaan kegiatan magang hingga proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, kerja sama, serta berbagai pengalaman dan ilmu yang telah dibagikan, sehingga memberikan motivasi dan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2022 yang telah menjadi rekan seperjuangan selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, semangat, serta kerja sama yang telah terjalin selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Semoga seluruh perjuangan yang telah dilalui bersama dapat mengantarkan kita semua meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.) dan mencapai cita-cita di masa yang akan datang.

11. Penulis juga ingin menyampaikan apresiasi kepada grup musik “Perunggu” yang secara tidak langsung telah menemani perjalanan penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Iringan lagu-lagu mereka memberikan ketenangan di tengah kejenuhan, semangat di saat lelah, serta menjadi pengingat bahwa setiap proses memiliki waktunya masing-masing. Meskipun tidak terlibat secara langsung dalam penyusunan penelitian ini, kehadiran karya-karya mereka menjadi teman yang memberikan warna tersendiri selama proses pengerjaan skripsi.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah dengan tulus memberikan doa, dukungan, motivasi, bantuan, serta semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap bentuk kebaikan yang diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung, memiliki arti yang sangat berharga dan menjadi salah satu faktor yang membantu penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Tuhan Yang Maha Esa.
13. Kepada setiap tempat yang pernah menjadi persinggahan penulis selama menyusun skripsi ini. Mungkin bagi orang lain tempat-tempat tersebut hanyalah ruang biasa, namun bagi penulis setiap sudutnya menyimpan cerita, perjuangan, serta kenangan yang akan selalu dikenang. Di sanalah berbagai ide lahir, rasa lelah perlahan menghilang, dan semangat kembali tumbuh untuk menyelesaikan setiap kalimat dalam skripsi ini. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan yang sederhana, tetapi begitu berarti.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini agar bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 8 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Fondasi.....	7
2.2.1 Fondasi Tiang Pancang	7
2.3 Tanah.....	8
2.3.1 Tanah Lunak.....	9
2.3.2 Parameter Tanah.....	9
2.4 Penyelidikan Tanah.....	12
2.5 Data Tanah	12
2.5.1 <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	12
2.6 Pembebanan	13
2.6.1 Beban Hidup	14
2.6.2 Beban Mati.....	14
2.6.3 Beban Gempa.....	14
2.7 Gaya Aksial Fondasi	17
2.8 Gaya Vertikal Fondasi.....	17

2.9 Gaya Angkat (<i>Uplift Force</i>)	17
2.10 Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang	18
BAB III	20
METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alur	20
3.2 Studi Literatur	20
3.3 Pengumpulan Data	21
3.3.1 Layout Fondasi	21
3.3.2 Data Lingkungan	22
3.3.3 Data Tanah	23
3.4 Pembebanan	29
3.5 Daya Dukung Aksial	29
3.7 Deformasi Pada Fondasi	30
3.8 <i>Positive Skin friction</i>	31
3.9 Gaya Angkat (<i>Uplift Force</i>)	32
3.10 Analisa Kekuatan Tiang Pancang	32
3.10 Hasil dan Kesimpulan	33
BAB IV	34
HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Analisis Data N-SPT	34
4.1.1 Koreksi Nilai Standard Penetration Test Di Lapangan	34
4.1.2 Koreksi N-SPT Terhadap Tekanan Overburden	36
4.1.3 Koreksi N-SPT Terhadap Muka Air Tanah	38
4.2 Analisis Pemodelan Menggunakan SAP 2000	39
4.2.1 Pemodelan Pembebanan Pada SAP 2000	39
4.2.2 Hasil Pemodelan Fondasi Pada SAP 2000	40
4.2.3 Hasil Pemodelan Pembebanan Pada SAP 2000	41
4.3 Analisis Daya Dukung	42
4.3.1 Perhitungan Daya Dukung Tanpa Perbesaran Diameter	43

4.3.2 Perhitungan Daya Dukung Dengan Perbesaran Diameter	47
4.4 Muka Air Tanah (MAT)	50
4.5 Pehitungan <i>Positive Skin friction</i>	51
4.6 Gaya Angkat Pada Fondasi (<i>Uplift Force</i>).....	53
4.7 Analisis Gaya Vertikal Fondasi dengan Aplikasi PLAXIS	54
4.7.1 Pemodelan Tanah	54
4.7.2 Pemodelan Fondasi	56
4.7.3 Hasil Analisis Vertikal.....	59
4.8 Hasil Penurunan Fondasi Menggunakan Plaxis.....	60
BAB V	64
PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Fondasi Akibat Gaya Uplift.....	2
Gambar 1.2	Lokasi Penelitian	4
Gambar 2.1	Fondasi Tiang Pancang.....	8
Gambar 2.2	Tanah	8
Gambar 2.3	Tanah Lunak pada Proyek Penelitian	9
Gambar 2.4	Skema Urutan Pelaksanaan Uji	13
Gambar 2.5	Respon Spektra Kota Surabaya	15
Gambar 2.6	Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	16
Gambar 2.7	Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	16
Gambar 2.8	Klasifikasi Situs Gempa	17
Gambar 2.9	Mekanisme daya dukung fondasi	18
Gambar 3.1	Diagram Alir	20
Gambar 3.2	Potongan Fondasi	21
Gambar 3.3	Denah Fondasi Hotel Zona A	22
Gambar 3.4	Topografi	22
Gambar 3.5	Area Pengujian Tanah.....	23
Gambar 3.6	Klasifikasi Tanah	23
Gambar 3.7	N-SPT Profile Proyek.....	24
Gambar 3.8	Tabel Koreksi N-SPT	25
Gambar 3.9	Gambar Korelasi Penetrasi Sifat Tanah Berdasarkan SPT Tanah Kohesif.....	27
Gambar 3.10	Boring Log 1.....	28
Gambar 3.11	Boring Log 2.....	28
Gambar 3.12	Positife <i>Skin friction</i>	31
Gambar 3.13	Software Plaxis	33
Gambar 3.14	Software SAP2000	33
Gambar 4.1	Pemodelan Fondasi dan Gedung 3D.....	40
Gambar 4.2	Pemodelan Fondasi 3D.....	41
Gambar 4.3	Response Spectrum	42
Gambar 4.4	Daya Dukung Tiang Tunggal Dimensi 0,6 Meter	44
Gambar 4.5	Daya Dukung Tiang Tunggal Dimensi 0,6 Meter	46
Gambar 4.6	Daya Dukung Dengan Perbesaran Diameter	48
Gambar 4.7	Daya Dukung Dengan Perbesaran Diameter	50
Gambar 4.8	Muka Air Tanah	51

Gambar 4.9 Pemodelan Tanah Boring Log 1	54
Gambar 4.10 Pemodelan Tanah Boring Log 2	55
Gambar 4.11 Boring Log 1 Diameter 0.6 Meter	56
Gambar 4.12 Boring Log 1 Diameter 0.6 Meter	57
Gambar 4.13 Boring Log 1 Diameter 1 Meter	57
Gambar 4.14 Boring Log 1 Diameter 0.6 Meter	58
Gambar 4.15 Analisis Kenaikan Vertikal Boring Log 1	59
Gambar 4.16 Analisis Kenaikan Vertikal Boring Log 2.....	60
Gambar 4.17 Analisis Penurunan Vertikal Boring Log 1	61
Gambar 4.18 Analisis Penurunan Vertikal Boring Log 2	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Nilai Modulus Elastisitas Tanah	10
Tabel 2.3 Nilai Angka Poisson Tanah	10
Tabel 2.4 Nilai Kohesi Pada Tanah	11
Tabel 2.5 Nilai Sudut Geser Pada Tanah	11
Tabel 4.1 Koreksi N-SPT Boring Log 1	34
Tabel 4.2 Koreksi N-SPT Boring Log 2	35
Tabel 4.3 Koreksi N-SPT Terhadap Tekanan Overburden Boring Log 1	36
Tabel 4.4 Koreksi N-SPT Terhadap Tekanan Overburden Boring Log 2	37
Tabel 4.5 Koreksi Terhadap Muka Air Tanah Bor Log 1	38
Tabel 4.6 Daya Dukung Tiang Tunggal Dimensi 0,6 Meter	43
Tabel 4.7 Daya Dukung Tiang Tunggal Dimensi 0,6 Meter	45
Tabel 4.8 Daya Dukung Dengan Perbesaran Diameter 1 Meter	47
Tabel 4.9 Daya Dukung Dengan Perbesaran Diameter 1 Meter	49
Tabel 4.10 Positive Skin friction Boring Log 1	51
Tabel 4.11 Positive Skin friction Boring Log 2	52
Tabel 4.12 Pemodelan Tanah Boring Log 1	55
Tabel 4.13 Pemodelan Tanah Boring Log 2	55
Tabel 4.14 Parameter Fondasi dan Pile Cap	58
Tabel 4.15 Acuan Deformasi	62
Tabel 4. 16 Hasil Acuan Deformasi	63