

**ANALISIS MITIGASI PEMANCANGAN TERHADAP PIPA MIGAS PADA  
PROYEK REKLAMASI PULAU SEGITIGA JIPE  
TUGAS AKHIR**



**DISUSUN OLEH :**

**ARRAYA FREDERICKO ROMANZA**  
NPM. 22035010063

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2026**

**ANALISIS MITIGASI PEMANCANGAN TERHADAP PIPA MIGAS PADA  
PROYEK REKLAMASI PULAU SEGITIGA JIPE  
TUGAS AKHIR**



**OLEH :**

**ARRAYA FREDERICKO ROMANZA**

**NPM. 22035010063**

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

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS MITIGASI PEMANCANGAN TERHADAP PIPA MIGAS PADA  
PROYEK REKLAMASI PULAU SEGITIGA JIPE**

Disusun Oleh:

**ARRAYA FREDERICKO ROMANZA**  
NPM. 22035010063

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 Jumat, 22 Mei 2026


Dosen Pembimbing Utama

  
**Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah S.T., M.T.**  
NIP/NPT. 20119860129207

Dosen Pembimbing Pendamping

  
**Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.**  
NIP/NPT. 198903042019032017

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

  
**Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP.**  
NIP. 19650403 199103 2001

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS MITIGASI PEMANCANGAN TERHADAP PIPA MIGAS PADA  
PROYEK REKLAMASI PULAU SEGITIGA JIPE**

Disusun Oleh:

**ARRAYA FREDERICKO ROMANZA**  
NPM. 22035010063

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 Jumat, 22 Mei 2026

Dosen Pembimbing:  
Dosen Pembimbing Utama


  
**Dr. Ir. Yerry Kahaditu Firmansyah S.T., M.T.**  
NIP/NPT. 20119860129207

Dosen Pembimbing Pendamping

  
**Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.**  
NIP/NPT. 198903042019032017

Tim Penguji:


1. Penguji I

  
**Bagas Arvaseta, S.T., M.S.**  
NIP/NPT. 199312252022031006

2. Penguji II

  
**Karina Mcilawati Eka Putri, S.T., M.T.**  
NIP/NPT. 19940523 202406 2 001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

  
**Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP.**  
NIP. 19650403 199103 2001

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arraya Fredericko Romanza  
NPM : 22035010063  
Program : Sarjana(S1)/~~Magister (S2)~~/Doktor (S3)  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Fakultas Teknik & 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 ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/~~Tesis/Disertasi~~ 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, .....

Yang Membuat pernyataan



Arraya Fredericko Romanza  
NPM 22035010063

## ABSTRAK

Pekerjaan pemancangan fondasi tiang pancang pada proyek reklamasi Pulau Segitiga di kawasan Java Integrated Industrial Port Estate (JIPE) menghadapi tantangan geoteknik yang kompleks akibat keberadaan pipa migas eksisting pada lapisan tanah lempung lunak. Aktivitas pemancangan menggunakan *Hydraulic impact hammer* berpotensi memicu desakan tanah lateral masif dan getaran dinamis yang mengancam integritas struktural pipa terhadap risiko *buckling* hingga kegagalan sambungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak pemancangan tersebut dan merumuskan strategi mitigasi teknis berupa metode *pre-boring* dengan selubung *casing* baja. Pendekatan kuantitatif diterapkan melalui kombinasi analisis analitis-empiris dan pemodelan numerik tingkat lanjut, yang meliputi pemrosesan data parameter tanah, perhitungan kapasitas daya dukung tiang kelompok, perhitungan manual desakan tanah dan getaran, serta simulasi dua dimensi menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D. Berbagai skenario mitigasi dengan variasi kedalaman *pre-boring* dimodelkan secara detail untuk mengevaluasi efektivitasnya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemancangan tanpa mitigasi menghasilkan desakan lateral dan getaran kritis yang melampaui batas izin SNI, AWWA, serta standar keamanan sektor migas. Sebaliknya, penerapan konfigurasi proteksi *pre-boring* pada kedalaman optimal terbukti sangat efektif memangkas desakan lateral secara drastis serta mereduksi intensitas getaran secara signifikan, sehingga seluruh respon deformasi berada aman di bawah ambang batas desain yang diizinkan. Temuan ini memberikan kontribusi praktis sebagai acuan perencanaan fondasi tiang pancang pada proyek infrastruktur reklamasi yang bersinggungan dengan jaringan pipa bawah tanah sensitif.

Kata kunci: pemancangan tiang pancang, pipa migas, desakan tanah, getaran, PLAXIS 2D, mitigasi.

## **ABSTRACT**

Pile driving work for foundations on the Triangle Island reclamation project in the Java Integrated Industrial Port Estate (JIPE) zone faces complex geotechnical challenges due to the presence of an existing oil and gas pipeline within soft clay layers. Piling operations utilizing a Hydraulic Impact Hammer potentially induce massive lateral soil displacement and dynamic vibrations, threatening the pipeline's structural integrity with risks ranging from buckling to joint failure. This study aims to evaluate these piling impacts and formulate a technical mitigation strategy using pre-boring methods with steel casing sleeves. A quantitative approach was applied by combining analytical-empirical analysis and advanced numerical modeling, encompassing soil parameter data processing, pile group bearing capacity evaluation, manual calculations of soil displacement and vibration, and two-dimensional simulation using PLAXIS 2D software. Various mitigation scenarios with varying pre-boring depths were modeled in detail to assess their effectiveness. The simulation results demonstrate that unmitigated piling generates critical lateral displacement and vibration that exceed the allowable limits set by SNI, AWWA, and oil and gas sector safety standards. Conversely, implementing the proposed pre-boring protection configuration at the optimal depth is proven highly effective in drastically slashing lateral displacement and significantly attenuating vibration intensity, thereby maintaining all deformation responses safely below allowable design thresholds. These findings offer a practical contribution as a reference for foundation pile planning in reclamation infrastructure projects that intersect with sensitive underground pipeline networks.

Keywords: pile driving, oil and gas pipeline, soil heave, vibration, PLAXIS 2D, mitigation.

## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga “Tugas Akhir Analisis Mitigasi Pemancangan Terhadap Pipa Migas Pada Proyek Reklamasi Pulau Segitiga Jiipe” dapat terselesaikan dengan baik.

Laporan tugas akhir ini disusun dengan tujuan untuk menyelesaikan tugas akademik dan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan laporan ini, penulis menerima banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan dan pemilihan topik Tugas Akhir juga menjadi inspirasi untuk menjadi orang yang serba bisa di segala bidang.
5. Ibu Dian Purnamawati Solin, S.T., M. Sc., selaku Dosen yang tidak sekedar membimbing penulis dalam penyusunan laporan namun menjadi inspirasi untuk terus melangkah maju dan menjadi orang yang lebih baik kedepannya.
6. Kedua Orang Tua Tercinta, pilar kekuatan utama dalam hidup penulis. Terima kasih atas doa-doa tulus yang dipanjatkan di setiap sujud, atas kasih sayang yang tak bertepi, serta pengorbanan yang tak mungkin sanggup penulis balas. Gelar ini adalah persembahan kecil atas air mata dan keringat yang telah Ayah dan Ibu tumpahkan demi masa depan penulis
7. Apresiasi terhadap semua pihak yang telah membersamai penulis bahkan sebelum penulisan dimulai, terimakasih atas kepercayaan yang telah ditanamkan dan

diberikan, terimakasih karena telah memberikan arti dan tujuan dalam hidup penulis sehingga penulis tetap ada hingga hari dimana karya ini dituliskan

8. Apresiasi khusus penulis tujukan kepada Nur Intan Terima kasih telah menjadi sosok partner inspiratif yang memberikan energi positif di saat penulis menghadapi tantangan tersulit dalam penelitian ini. Kerja keras dan dedikasi yang ditunjukkan selalu menjadi pengingat bagi penulis bahwa setiap usaha besar memerlukan fondasi ketekunan yang kuat. Keberadaannya telah memberikan 'warna' dan motivasi tambahan yang membantu penulis menjaga fokus serta stabilitas mental hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Terima kasih telah menjadi inspirasi yang melampaui batas jarak.
9. Rekan-Rekan Teknik Sipil atas kebersamaan dan bantuan selama masa perkuliahan. Terima kasih telah menjadi ruang diskusi yang suportif dan rekan seperjuangan dalam dinamika kehidupan kampus.
10. Rekan-rekan Bandcuters, terimakasih atas segala kebersamaan dan dukungan yang ada selama ini, terimakasih telah kebersamai penulis di segala kondisi, baik sedih maupun senang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih memiliki ruang untuk perbaikan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat yang nyata bagi pengembangan ilmu teknik sipil di Indonesia.

Surabaya, 25 Mei 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Lokasi Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tanah .....	5
2.1.1 Pengertian Tanah .....	5
2.1.2 Klasifikasi Tanah .....	6
2.1.3 Bore-log .....	9
2.2 Fondasi Tiang Pancang.....	10
2.2.1 Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang.....	12
2.2.2 Jumlah Kelompok Tiang Pancang .....	13
2.2.3 Penurunan Kelompok Tiang Pancang.....	13
2.3 Sistem Hammer Pile Pelaksanaan Tiang Pancang.....	14
2.4 Pengaruh Desakan Tanah Terhadap Bangunan .....	16
2.5 Pengaruh Getaran Pemancangan Terhadap Sekitar .....	17
2.6 Plaxis.....	18
BAB III .....	20
3.1 Flowchart .....	20
3.2 Umum .....	21
3.3 Studi Literatur .....	21
3.4 Pengumpulan Data Sekunder.....	21
3.5 Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang .....	27
3.5.1 Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji Bore-Log dan Data Laboratorium Metode Reese & Wright.....	27
3.6 Fondasi Kelompok Tiang Pancang .....	29
3.7 Penurunan Pada Tiang Pancang.....	30
3.8 Analisis Desakan Tanah.....	32
3.9 Analisis Getaran Pemancangan .....	36
3.10 Perencanaan Mitigasi .....	37
BAB IV .....	38

4.1	Koreksi N-SPT.....	38
4.1.1	Koreksi Terhadap Faktor Alat Pengujian .....	39
4.1.2	Koreksi Terhadap <i>Overburden Pressure</i> .....	40
4.1.3	Koreksi Terhadap Muka Air Tanah .....	41
4.2	Perencanaan fondasi tiang pancang .....	44
4.2.1	Daya Dukung Ujung Tiang.....	45
4.2.2	Daya Dukung Selimut Tiang .....	48
4.2.3	Daya dukung ultimit .....	51
4.2.4	Daya dukung izin.....	51
4.3	Daya Dukung Fondasi Kelompok.....	53
4.4	Penurunan Fondasi Kelompok Tiang .....	56
4.5	Perhitungan Manual Analisis Desakan Akibat Pemancangan .....	60
4.6	Perhitungan Manual Analisis Getaran Akibat Pemancangan .....	62
4.7	Analisis Menggunakan Software Plaxis 2D .....	64
4.7.1	Pemodelan Material .....	64
4.7.2	Pemodelan Tiang Pancang.....	68
4.8	Analisis Desakan Akibat Pemancangan Terhadap Pipa Migas .....	71
4.9	Analisis Getaran Akibat Pemancangan Terhadap Pipa Migas .....	77
4.10	Mitigasi Desakan dan Getaran Akibat Pemancangan.....	79
4.11	Skema Mitigasi .....	88
4.11.1	Penentuan Titik dan Urutan Prioritas.....	88
4.11.2	Penentuan Area Kerja ( <i>Working Area</i> ).....	89
4.11.3	Urutan Kerja Mitigasi ( <i>Sequence of Mitigation</i> ) .....	89
4.12	Metode Pelaksanaan Mitigasi .....	89
4.12.1	Konstruksi Platform Kerja dan Elevasi Operasional .....	90
4.12.2	Metode Pengeboran dengan Stabilisasi <i>Slurry (Bentonite)</i> .....	90
4.12.3	Prosedur Bertahap Pelaksanaan Pemancangan.....	91
4.12.4	Pengawasan dan Penjaminan Mutu ( <i>Quality Assurance</i> ).....	92
BAB V	.....	93
5.1	Kesimpulan .....	93
5.2	Saran .....	94
DAFTAR PUSTAKA	.....	96
LAMPIRAN-LAMPIRAN	.....	100

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Skema Pengujian SPT.....	9
Gambar 2.2 Variasi Bentuk Tiang Pancang.....	11
Gambar 2.3 Mekanisme Daya Dukung.....	13
Gambar 2.4 Penurunan Kelompok Tiang.....	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Layout Causeway.....	22
Gambar 3.3 Denah Pemancangan dan Pipa Migas.....	22
Gambar 3.4 Lokasi Penyelidikan Tanah.....	23
Gambar 3.5 Grafik N-SPT.....	23
Gambar 3.6 Susunan Fondasi Kelompok Tiang.....	30
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Koreksi Nilai N-SPT.....	39
Gambar 4.2 Potongan Memanjang.....	54
Gambar 4.3 Potongan Melintang.....	54
Gambar 4.4 Pemodelan Stratigrafi Tanah.....	65
Gambar 4.5 Input Parameter Tanah.....	66
Gambar 4.6 Fase pemancangan pada Plaxis 2D.....	73
Gambar 4.7 Output Desakan.....	74
Gambar 4.8 Output Grafik Desakan.....	74
Gambar 4.9 Grafik Desakan Pada Titik Tinjau Pipa Migas.....	75
Gambar 4.10 Grafik Desakan Tanah Dampak Pemancangan Tanpa Mitigasi.....	76
Gambar 4.11 Spesifikasi Casing Untuk <i>Preboring</i> .....	81
Gambar 4.12 Pemodelan <i>Preboring</i> .....	82
Gambar 4.13 Permodelan Fase <i>Preboring</i> .....	82
Gambar 4.14 Output Desakan Setelah Mitigasi.....	83
Gambar 4.15 Grafik Desakan Pada Titik Tinjau Pipa Migas Setelah Mitigasi.....	83
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Nilai Desakan Dengan dan Tanpa Mitigasi.....	84
Gambar 4.17 Daya Dukung Fondasi Akibat <i>Preboring</i> .....	87
Tabel L.1 Desakan Per-Kedalaman Pemancangan.....	107
Tabel L.3 Daya Dukung Fondasi Setelah <i>Preboring</i> .....	108

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah berdasarkan USCS (unfined soil clasification system)....	8
Tabel 2.2 Kerusakan bangunan berdasarkan kemiringan dan penurunan .....	17
Tabel 3.1 Hasil <i>Bore-Log</i> .....	24
Tabel 3.2 Koreksi N-SPT Lapangan.....	25
Tabel 3.3 Data Hasil Uji Laboratorium Tanah .....	26
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Pemancangan.....	26
Tabel 3.5 Faktor Keamanan.....	28
Tabel 3.6 Intensitas Gaya Geser Pada Dinding Tiang.....	29
Tabel 3.7 Nilai <i>influence factor</i> untuk tanah granular.....	32
Tabel 3.8 Perkiaan rasio Poisson ( $\mu$ ) (Bowles, 1997) .....	32
Tabel 3.9 Perkiraan modulus elastis ( $E$ ).....	32
Tabel 3.10 Korelasi N-SPT dengan $\gamma_{sat}$ untuk tanah kohesif.....	34
Tabel 3.11 Nilai tipikal berat volume tanah .....	34
Tabel 3.12 Korelasi N-SPT dengan Berat Jenis Tanah .....	34
Tabel 3.13 Koefisien permeailitas tanah.....	34
Tabel 3.14 Modulus Elastisitas Tanah.....	34
Tabel 3.15 Tabel Sudut Geser Dalam Tanah.....	35
Tabel 3. 16 Angka <i>Poisson Ratio</i> .....	35
Tabel 3.17 Nilai Kohesi Tanah Untuk Tanah Lempung.....	35
Tabel 3.18 Kriteria Getaran Yang Diizinkan.....	37
Tabel 4.1 Nilai N-SPT Lapangan .....	38
Tabel 4. 2 Koreksi Nilai N-SPT.....	42
Tabel 4.3 Nilai Daya Dukung Ujung Setiap Lapisan Tanah .....	47
Tabel 4.4 Daya Dukung Selimut Tiang Setiap Lapisan Tanah.....	49
Tabel 4.5 Daya Dukung Fondasi Tiang Di Setiap Lapisan Tanah .....	51
Tabel 4.6 Nilai $E_s$ Berdasarkan Klasifikasi Tanah .....	58
Tabel 4.7 Nilai Possion Ratio .....	58
Tabel 4.8 <i>Influence factor</i> .....	59
Tabel 4.9 Perbandingan Kriteria Penurunan Fondasi .....	60
Tabel 4.10 Perhitungan Manual Desakan Lateral.....	61
Tabel 4.11 Parameter Input Tanah Pada Plaxis .....	67

Tabel 4.12 Parameter Nilai Input Material Plate .....	70
Tabel 4.13 Spesifikasi Alat Pemancangan.....	72
Tabel 4.14 Nilai Desakan Pada Pipa.....	75
Tabel 4.15 Komparasi Nilai Desakan Dengan Batas Izin .....	77
Tabel 4.16 Evaluasi Keamanan Pipa Gas Eksisting Terhadap Getaran .....	78
Tabel 4.17 Perbandingan Deformasi Pipa Gas dengan Ambang Batas Izin.....	84
Tabel 4.18 Evaluasi Keamanan Pipa Terhadap Getaran (Dengan Mitigasi) .....	85
Tabel 4.19 Evaluasi Keamanan Pipa Terhadap Getaran (Dengan Mitigasi) .....	86
Gambar L.1 Arah Desakan Tanpa Mitigasi .....	100
Gambar L.2 Shading Desakan Tanpa Mitigasi.....	100
Gambar L.3 Desakan Tanpa Mitigasi .....	101
Gambar L.4 Desakan Pada Pipa Migas Tanpa Mitigasi .....	101
Gambar L.5 Arah Desakan Preboring 12.5 m .....	102
Gambar L.6 Shading Desakan Preboring 12.5 m .....	102
Gambar L.7 Desakan Pada Pipa Migas Dengan Preboring 12.5 m .....	103
Gambar L.8 Arah Desakan Preboring 16 m .....	103
Gambar L.9 Shading Desakan Preboring 16 m .....	104
Gambar L.10 Desakan Pada Pipa Migas Dengan Preboring 16 m .....	104
Gambar L.11 Arah Desakan Preboring 18 m .....	105
Gambar L.12 Shading Desakan Preboring 18 m .....	105
Gambar L.13 Desakan Pemancangan Preboring 18 m .....	106
Gambar L.14 Desakan Pada Pipa Migas Dengan Preboring 18 m .....	106