

No.13/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2024

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *HELICAL PILE* TERHADAP
PENURUNAN TANAH SAAT TERJADI GEMPA**



**Disusun untuk melengkapi syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

**Nizar Ferdinand
NIM 2001411001**

Dosen Pembimbing :

**Yelvi S.T., M.T
NIP. 197207231997022002**

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024

No.13/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2024

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH *HELICAL PILE* TERHADAP
PENURUNAN TANAH SAAT TERJADI GEMPA**



**Disusun untuk melengkapi syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

**Nizar Ferdinand
NIM 2001411001**

Dosen Pembimbing :

**Yelvi S.T., M.T
NIP. 197207231997022002**

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2024**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul :

**ANALISIS PENGARUH *HELICAL PILE*
TERHADAP PENURUNAN TANAH SAAT TERJADI GEMPA**
yang disusun oleh Nizar Ferdinand (NIM 2001411001)
telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam
Sidang Tugas Akhir Tahap 2

Pembimbing

Yelvi S.T., M.T
NIP 197207231997022002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul:

ANALISIS PENGARUH *HELICAL PILE*

TERHADAP PENURUNAN TANAH SAAT TERJADI GEMPA

yang disusun oleh Nizar Ferdinand (NIM 2001411001) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Selasa, 6 Agustus 2024.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Sutikno,S.T.,M.T. 196201031985031004	
Anggota	Putera Agung Maha Agung,S.T.,M.T.,Ph.D. 196606021990031002	
Anggota	Handi Sudardja,S.T.,M.Eng. 196304111988031001	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars

NIP. 197407061999032001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN DEKLARASI ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nizar Ferdinand

NIM : 2001411001

Program Studi : D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan

Email : Nizar.ferdinand.ts20@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : ANALISIS PENGARUH *HELICAL PILE* TERHADAP
PENURUNAN TANAH SAAT TERJADI GEMPA

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat dengan judul:

“ANALISIS PENGARUH *HELICAL PILE* TERHADAP PENURUNAN TANAH
SAAT TERJADI GEMPA”

adalah benar-benar hasil karya saya sendiri yang diadopsi dari hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan referensi acuan yang tertera dalam referensi pada Skripsi saya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Skripsi ini hasil plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi ataupun konsekuensi atas perbuatan saya.

Jakarta, 2 Agustus 2024
Yang Membuat Pernyataan

Nizar Ferdinand
NIM 2001411001

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



KATA PENGANTAR

Pertama-tama kami ucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah yang telah di berikan, penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh *Helical Pile* Terhadap Penurunan Tanah Saat Terjadi Gempa”. Adapun maksud dan tujuan penyusunan Skripsi ini untuk memenuhi syarat kelulusan Diploma IV Jurusan Teknik Sipil Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Jakarta.

Pada kesempatan ini penulis juga menuliskan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam mengarahkan dan membimbing dalam penyusunan Skripsi ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibunda Heryati & Ayahanda Bambang sebagai orang tua penulis yang telah membersarkan dan menyayangi dengan sepenuh hati. Tanpa adanya mereka, penulis disini tak berarti apa apa. Karena doa dari mereka yang setiap hari panjatkan untuk anaknya membuat penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penulis mempersembahkan Skripsi ini untuk mereka, sebagai tanda terimakasih atas perjuangan dan segala jerih payah yang telah di berikan, yang tentunya tidak akan terbalaskan oleh apapun.
2. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Jakarta.
4. Ibu Yelvi S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu memberikan arahan dan membantu serta masukan dalam penyelesaian Laporan Skripsi ini.
5. Ibu A'isyah Salimah, S.T., M.T. dan tim pengujian likuefaksi yang selalu membantu dan memberikan arahan serta masukan dalam pengujian laboratorium.
6. Ibu Ulfah musyfa sebagai pembimbing dari luar kampus yang telah berpengalaman di bidang geoteknik, saya sangat berterimakasih atas bimbingan dan arahan beliau sebagai guru saya dalam mempelajari aplikasi plaxis dan pembelajaran bidang geoteknik lainnya.
7. Aldo Wirastana Adinegara, S.T., M.T. sebagai praktisi dan alumni yang sudah membantu serta membimbing saya dalam mempelajari aplikasi plaxis saya

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ucapkan terimakasih banyak atas ke bersediaan dan waktunya untuk mengajari saya.

8. Teman – teman disekitar yang telah membantu selalu hadir dan menemani perjuangan penulis. Kakak – kakak dan Adik – adik tingkat selama penulis berkuliah 4 tahun di Politeknik Negeri Jakarta. Khususnya Prodi TPJJ Angkatan 2021, dan teman teman kelas TPJJ 2020 yang telah meluangkan waktunya mampir ke kosan untuk membantu menghibur dan meberikan semangat. Dengan adanya kehadiran mereka di sekitar penulis baik dalam keadaan suka maupun duka mebuat penulis menjadi merasakan lika – liku kehidupan perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu penulis baik secara langsung maupun tidak, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN DEKLARASI ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Sistematika Panulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tanah	4
2.1.1 Definisi Tanah	4
2.1.2 Klasifikasi Tanah	4
2.1.3 Karakteristik Tanah	7
2.2 Gempa bumi	9
2.2.1 Definsi Gempa Bumi	9
2.2.2 Penyebab Terjadinya Gempa Bumi	10
2.2.3 Dampak Terjadinya Gempa Bumi	10



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3	Definisi Penurunan tanah.....	11
2.3.1	Syarat Terjadinya Penurunan Tanah	11
2.3.2	Dampak Terjadinya Penurunan Tanah.....	12
2.4	Mitigasi Terjadiya Penurunan Tanah.....	13
2.5	Helical Pile	13
2.5.1	Definisi Helical Pile	13
2.5.2	Fungsi Helical Pile	14
2.6	Plaxis 3D.....	14
2.6.1	Definisi Plaxis 3D	14
2.6.2	Kegunaan Plaxis 3D.....	15
2.7	Studi Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Metode Pengumpulan Data.....	17
3.2	Diagram Alir.....	18
3.3	Prosedur Pengujian.....	18
3.3.1	Uji Berat Jenis	18
3.3.2	Uji Analisis Saringan	20
3.3.3	Uji Kerapatan relative (Dr)	21
3.3.4	Uji Direct Shear.....	22
3.3.5	Uji Tinggi Jatuh Pasir	23
3.3.6	Uji Permeabilitas Menggunakan Metode Constan Head	24
3.4	Analisis Daya Dukung Pondasi.....	25
3.4.1	Kapasitas Daya Dukung Ujung (Q_b)	26
3.4.2	Kapasitas Daya Dukung Selimut Tiang (Q_s)	26
3.4.3	Kapasitas Daya Dukung Silinder (Q_c).....	27
3.4.4	Metode Individual Bearing	27
3.4.5	Metode Cylindrical Shear	28
3.5	Analisis Menggunakan Software Plaxis 3D Input Parameter	28
3.5.1	Pemodelan Tanah	31
3.5.2	Pemodelan Helical Pile	32
3.5.3	Menjalankan Proses Running.....	32



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Data Teknis.....	34
4.1.1 Data Teknis Tanah	35
4.1.2 Data Teknis Struktur	36
4.2 Analisis Daya Dukung Pondasi.....	37
4.2.1 Kapasitas Daya Dukung Ujung (Q_b)	38
4.2.2 Kapasitas Daya Dukung Selimut Tiang (Q_s)	38
4.2.3 Kapasitas Daya Dukung Silinder (Q_c)	39
4.2.4 Metode Individual Bearing	39
4.2.5 Metode Cylindrical Shear	40
4.3 Permodelan Sebelum Gempa.....	40
4.3.1 Permodelan Tanah Sebelum Gempa.....	40
4.3.2 Permodelan Struktur.....	46
4.3.3 Permodelan Gelombang Gempa	49
4.3.4 Permodelan Tinggi Muka Air Tanah	52
4.3.5 Permodelan Titik Yang Ditinjau	52
4.4 Analisis Menggunakan Plaxis Tanpa Helical Pile.....	54
4.4.1 Hasil Analisis Tanpa Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1 Hz.....	54
4.4.2 Hasil Analisis Tanpa Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1,2 Hz....	58
4.4.3 Hasil Analisis Menggunakan Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1 Hz	62
4.4.4 Hasil Analisis Menggunakan Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1,2 Hz	66
4.4.5 Hasil Analisis Menggunakan Helical Pile Dan Tidak Dengan Variasi 2 Lapisan Tanah Saat Terjadi Gempa 1,2 Hz	70
4.5 Kondisi Pondasi Di Laboratorium Tanpa Helical Pile.....	74
4.5.1 Pondasi Tanpa Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1 Hz.....	74
4.5.2 Pondasi Tanpa Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1,2 Hz.....	75
4.6 Kondisi Di Laboratorium Dengan Helical Pile	76
4.6.1 Pondasi Menggunakan Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1 Hz....	76
4.6.2 Pondasi Menggunakan Helical Pile Dengan Frekuensi Gempa 1 Hz....	77
4.6.3 Persentase perbandingan menggunakan dan tanpa helical pile.....	78



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	xx



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik gradasi tanah yang berpotensi likuefaksi.....	7
Gambar 2. 2 Dampak Fenomena Gempa Bumi di Donggala.....	10
Gambar 2. 3 Penurunan Tanah Akibat Gempa di Donggala.....	12
Gambar 2. 4 Ilustrasi <i>helical pile</i>	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Contoh Input Parameter Untuk Material Tanah.....	31
Gambar 3. 3 Contoh Model tanah.....	32
Gambar 3. 4 Contoh Model <i>Helical Pile</i>	32
Gambar 4. 1 Gambar 2D permodelan pertama	41
Gambar 4. 2 Model plaxis pada permodelan pertama.....	42
Gambar 4. 3 Gambar 2D Permodelan kedua	43
Gambar 4. 4 Model plaxis pada permodelan kedua.....	44
Gambar 4. 5 Gambar 2D permodelan ketiga	45
Gambar 4. 6 Model plaxis pada permodelan ketiga.....	45
Gambar 4. 7 Gambar 2D permodelan struktur tanpa <i>helical pile</i>	46
Gambar 4. 8 Permodelan struktur tanpa <i>helical pile</i> pada palxis.....	47
Gambar 4. 9 Gambar 2D permodelan struktur dengan <i>helical pile</i>	48
Gambar 4. 10 Permodelan <i>helical pile</i> di plaxis	49
Gambar 4. 11 Gelombang gempa 1 Hz.....	50
Gambar 4. 12 Gelombang gempa 1,2 Hz.....	51
Gambar 4. 13 Permodelan Tinggi Muka Air Tanah	52
Gambar 4. 14 Grafik penurunan pada model pertama dengan frekuensi 1 Hz.....	54
Gambar 4. 15 Grafik <i>excess pore water pressure</i> pada model pertama dengan frekuensi 1.....	55
Gambar 4. 16 Grafik penurunan pada model kedua dengan frekuensi 1 Hz	56
Gambar 4. 17 Grafik <i>pore water</i> pada model kedua dengan frekuensi 1 Hz.....	57
Gambar 4. 18 Grafik penurunan pada model ketiga dengan frekuensi 1,2 Hz	58
Gambar 4. 19 Grafik <i>pore water</i> pada model ketiga dengan frekuensi 1,2 Hz.....	59
Gambar 4. 20 Grafik penurunan pada model keempat dengan frekuensi 1,2 Hz	60
Gambar 4. 21 Grafik <i>pore water</i> pada model keempat dengan frekuensi 1,2 Hz.....	61
Gambar 4. 22 Grafik penurunan pada model kelima dengan frekuensi 1 Hz.....	62
Gambar 4. 23 Grafik <i>pore water</i> pada model kelima dengan frekuensi 1 Hz	63



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 24 Grafik penurunan pada model keenam dengan frekuensi 1 Hz	64
Gambar 4. 25 Grafik <i>pore water</i> pada model keenam dengan frekuensi 1 Hz.....	65
Gambar 4. 26 Grafik penurunan pada model ketujuh dengan frekuensi 1,2 Hz.....	66
Gambar 4. 27 Grafik <i>pore water</i> pada model ketujuh dengan frekuensi 1,2 Hz	67
Gambar 4. 28 Grafik penurunan pada model kedelapan dengan frekuensi 1,2 Hz....	68
Gambar 4. 29 Grafik <i>pore water</i> pada model kedelapan dengan frekuensi 1,2 Hz...	69
Gambar 4. 30 Grafik penurunan pada model kesembilan dengan frekuensi 1,2 Hz.	70
Gambar 4. 31 Grafik <i>pore water</i> pada model kesembilan dengan frekuensi 1,2 Hz.	71
Gambar 4. 32 Grafik penurunan pada model kesepuluh dengan frekuensi 1,2 Hz...	72
Gambar 4. 33 Grafik <i>pore water</i> pada model kesepuluh dengan frekuensi 1,2 Hz...	73
Gambar 4. 34 Grafik penurunan pondasi tanpa <i>helical pile</i> dengan frekuensi gempa 1 Hz	75
Gambar 4. 35 Grafik penurunan pondasi tanpa <i>helical pile</i> dengan frekuensi gempa 1,2 Hz	76
Gambar 4. 36 Grafik penurunan pondasi menggunakan <i>helical pile</i> dengan frekuensi gempa 1 Hz	77
Gambar 4. 37 Grafik penurunan pondasi menggunakan <i>helical pile</i> dengan frekuensi gempa 1,2 Hz	78
Gambar 4. 38 Diagram persentase penurunan di laboratorium.....	79
Gambar 4. 39 Diagram persentase tekanan air pori di laboratorium	80
Gambar 4. 40 Diagram persentase penurunan hasil plaxis	81
Gambar 4. 41 Diagram persentase tekanan air pori hasil plaxis	82
Gambar 4. 42 Diagram persentase penurunan hasil plaxis 2 lapis tanah.....	83
Gambar 4. 43 Diagram persentase tekanan air pori hasil plaxis	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir	4
Tabel 2. 2 Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah.....	6
Tabel 2. 3 Butiran Tanah berdasarkan Kerapatan relatif (Dr)	8
Tabel 2. 4 Spesifikasi Material.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3. 1 Alat dan bahan yang digunakan untuk uji berat jenis	19
Tabel 3. 2 Alat dan bahan yang digunakan untuk uji saringan	20
Tabel 3. 3 Alat dan bahan yang digunakan untuk uji kerapatan relative	21
Tabel 3. 4 Alat dan bahan yang digunakan untuk uji <i>direct shear</i>	22
Tabel 3. 5 Alat dan bahan yang digunakan uji tinggi jatuh pasir.....	23
Tabel 3. 6 Alat dan bahan yang digunakan untuk uji permeabilitas	24
Tabel 3. 7 Parameter koefisien β	27
Tabel 3. 8 Parameter input UBC3D	29
Tabel 4. 1 Tabel parameter tanah	35
Tabel 4. 2 Parameter struktur	36
Tabel 4. 3 Koordinat untuk analisis numerik	53

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pengujian labolaturium dan analisis menggunakan Plaxis..xxi	
Lampiran 2. <i>Excess Pore Water Pressure</i>xxii	
Lampiran 3. Spesifikasi <i>helical pile</i> yang digunakan xxiii	
Lampiran 4. Dokumentasi selama pengujian di Labolaturiumxxv	





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah dalam konteks teknik sipil merupakan material alam yang berguna sebagai bahan bangunan, Selain itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregrat (butiran), mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) antara satu sama lain, dan dari bahan-bahan organik yang sudah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel partikel padat tersebut. (Das,1995)

Tanah dapat mengalami gangguan yang mengacu pada kondisi atau peristiwa yang mempengaruhi perilaku dan kinerja tanah. Peristiwa yang sering terjadi di indonesia yaitu gempa bumi. Peristiwa gempa bumi yang pernah terjadi di indonesia yaitu di Kota Palu dan Donggala Sulawesi Tengah, juga mengakibatkan fenomena likuefaksi.

Gempa bumi memicu terjadinya likuefaksi pada tanah yang berpasir lepas dan jenuh air. Sehingga mengakibatkan tanah kehilangan kuat geser yang disebabkan oleh terjadinya gempa bumi. Dampaknya berakibat pada penurunan daya dukung tanah terhadap bangunan. Likuefaksi mengakibatkan keruntuhan daya dukung, pergerakan tanah lateral, serta beda penurunan pada bangunan. (Tijow et al., 2018). Menanggapi akibat yang disebabkan karena terjadinya gempa bumi. Maka diperlukan mitigasi untuk meminimalisir dampak dari fenomena tersebut.

Helical pile merupakan suatu elemen struktur yang penggunaannya di pendam kedalam tanah. Fondasi *helical pile* merupakan suatu sistem fondasi tiang yang pada bagian bawahnya dilengkapi dengan suatu pelat yang menyerupai ulir (*helical plate*) dikenal sebagai pondasi *helical pile*. (Suratman, Fatnanta, F., Satibi S., 2019).

Helical pile yang di uji bersama sampel tanah dalam laboratorium tentunya perlu dilakukan analisis lebih lanjut. Karena di laboratorium memiliki keterbatasan dalam pemodelan lapisan tanah. Menanggapi hal tersebut, dibutuhkan alat bantu untuk analisa numerik agar dapat memodelkan lapisan tanah yang berlapis-lapis. Alat yang digunakan yaitu *software* Plaxis 3D.

Plaxis merupakan suatu *software* yang digunakan untuk menganalisis perilaku tanah,dan struktur terhadap beban geoteknik. Menurut M. Arfan (2018), *Software*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

plaxis adalah perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan pada metoda elemen hingga (*finite element*) sehingga dapat menganalisis deformasi yang terjadi pada saat penurunan stabilitas dari struktur yang dibangun. Dalam penggunaan plaxis sangat memungkinkan untuk analisa numerik dari struktur dan kondisi geologi yang kompleks. Dengan memasukan parameter dan geometri yang sesuai ke dalam model plaxis dapat digunakan untuk memprediksi perilaku tanah sekitar *helical pile* selama terjadi proses gempa bumi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang terdapat beberapa permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kerapatan relatif tanah terhadap penurunan pondasi dengan variasi kerapatan relatif.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *helical pile* terhadap penurunan tanah yang mengalami gempa.
3. Bagaimana penurunan tanah dengan atau tanpa perkuatan *helical pile* berdasarkan hasil analisis plaxis 3D dan pengujian di laboratorium.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar masalah yang dibahas tidak meluas, maka batasan masalah pada penelitian ini hanya difokuskan pada:

1. Sample menggunakan tanah berjenis pasir silika yang bergradasi seragam.
2. Variasi kerapatan relatif (D_r) yang digunakan 40%, 60% dan 70%.
3. Variasi frekuensi gempa yang digunakan 1 Hz dan 1,2 Hz.
4. Jumlah *helical pile* yang digunakan 4 buah.
5. Jumlah *helix* 2 bilah pada setiap *pile*.
6. Bentuk dan dimensi *helix* telah ditentukan.
7. Analisis menggunakan Plaxis 3D.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh kerapatan relatif tanah terhadap penurunan pondasi dengan variasi kerapatan relatif.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan *helical pile* terhadap penurunan tanah pada tanah yang mengalami gempa menggunakan plaxis 3D.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Membandingkan linearitas grafik penurunan tanah dengan atau tanpa perkuatan *helical pile* berdasarkan hasil analisis plaxis 3D dan pengujian di laboratorium.

1.5 Sistematika Panulisan

Penyusunan penelitian ini, sistematika penulisan yang akan digunakan terdiri dari lima bab sehingga memberikan gambaran yang jelas dan mempermudah pembahasan, diantaranya:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematik penulisan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan di bahas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian yaitu gempa bumi, dampak dari gempa bumi, penurunan tanah, mitigasi bencana, jenis perkuatan struktur yang digunakan dan penelitian terdahulu. Tinjauan Pustaka diperoleh dari buku-buku referernsi yang ada dan sumber lain yang mendukung penelitian ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan tentang metodologi yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan. Berikut perihal yang di bahas pada bab ini yaitu objek penelitian, metode pengumpulan data, tahapan penyusunan, dan bagan alir yang digunakan pada penelitian ini.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai data primer untuk menganalisa pengaruh struktur helical pile terhadap penurunan tanah ketika terjadi gempa bumi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil uji laboratorium dan analisis menggunakan plaxis 3d dengan berbagai variasi kerapatan relatif tanah dan frekuensi gempa hingga model struktur, didapatkan sebagai dibawah ini.

1. Setelah melakukan pengujian dan analisis menggunakan *software* dengan variasi kerapatan relatif tanah yang berbeda serta variasi pada lapisan tanah, diketahui bahwa kerapatan relatif dapat mempengaruhi penurunan pondasi yang terjadi.
2. Pada pengujian menggunakan atau tanpa *helical pile* didapatkan hasil grafik penurunan dengan menggunakannya *helical pile* mengalami pengurangan penurunan pada pondasi. Penggunaan *helical pile* memberikan pengaruh yang baik terhadap upaya pencegahan penurunan pondasi.
3. Grafik perbandingan penggunaan *helical pile* dan tanpa pada pengujian di laboratorium dan hasil analisis plaxis didapatkan grafik yang linear. Pada grafik pengujian di laboratorium dan analisis dengan plaxis sama sama mengalami perbaikan dengan adanya penggunaan *helical pile*.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat disampaikan mengenai penelitian yang dilakukan ini guna mengembangkan dan memperbaiki pada penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan variasi jenis tanah yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai bahan material untuk *helical pile* serta variasi dimensi dan jumlah *helix* pada *pile*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Alia, Filda Nur (2020) Ta: *Analisis Perbandingan Daya Dukung Tekan Dan Tarik Pada Fondasi Helical Pile Antara Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi Dan Pengujian Di Lapangan*. Skripsi Thesis, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Arfan, M. dan Anggraini, N. (2018). *Case Study of Lahat Road Failure SP Air DinginKM 229 + 000 The Plaxis Program*, Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian TeknikSipil, Vol 5, No, hal. 235–246.
- Bawah, D., & Pronab, R. (2018). *RAJAT Abhay Sirsikar Pemenuhan sebagian untuk Gelar INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL DURGAPUR Oleh DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL Institut Teknologi Nasional Durgapur Teknik Sipil Disertasi diserahkan ke STUDI PERILAKU HELICAL PILE PADA PT TANAH TANPA KOHESI*.
- BECKER, D. E. A. M. I. D., & LAFLEUR, J. (2006). *CANADIAN FOUNDATION ENGINEERING. MANUAL 4th EDITION CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY 2006*. 1–503.
- Brinkgreve, R.B.J.n et al, 2019, Plaxis 2D Version 8, Book, Delft University of Technology & PLAXIS b.v., The Netherlands, Belanda
- Boulangier, R.W. dan I.M. Idriss. 2008. *Soil Liquefaction During Earthquake*. Oakland: Earthquake Engineering Research Institute.
- Byrne, P.M., Park, S.S., Beaty, M., Sharp, M.K., Gonzalez, L., & Abdoun, T. (2004). *Numerical modeling of liquefaction and comparison with centrifuge tests*, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 41(2):193-211.
- Das, Braja. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2018). *Principles of foundation engineering*. Cengage learning.
- Das, B. M. (2019). *Advanced soil mechanics*. CRC press.
- Enggariansyach, I., 2023, *Pemanfaatan Citra Satelit Sentinel-1A untuk Analisis Deformasi Vertikal Menggunakan Metode Differential Interferometry*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Synthetic Aperture Radar (Studi Kasus: Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi), Tugas Akhir, Institut Teknoogi Sumatra, Lampung.

Fitriana, S. B. A., Hamdhan, I., N., 2018, *Pengaruh Jumlah dan Diameter Helix terhadap Daya Dukung Fondasi Helical Pile*, RekaRacana Jurnal Teknil Sipil, DOI: 10.26760/rekaracana.v4i1.56

Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2015). *Tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dengan sistem klasifikasi unifikasi tanah.*

Kurnia Christy Tijow, Oktovian B. A. Sompie, Jack H. Ticoh, 2018, *Analisis Potensi Likuifaksi Tanah Berdasarkan Data Standart Penetration Test (Spt) Studi Kasus : Dermaga Bitung, Sulawesi Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.7 Juli 2018 (491-500) Issn: 2337-6732

Makra, A., 2013, *Evaluation of the UBC3D-PLM Constitutive Model for Perdition of Earthquake Induced Liquefaction on Embankment Dams*, Thesis

Makra, A. (2013). *Evaluation of the UBC3D-PLM constitutive model for prediction of earthquake induced liquefaction on embankment dams. February*, 1–112.

Margareth, H. (2017). No Title *طرق تدريس اللغة العربية. Экономика Региона*, 32.

Marwanto, A., Budi A. S., Supriyadi A., 2014, *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Dengan Analisis Pushover Terhadap Drift Dan Displacement Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus : Hotel Di Wilayah Surakarta)*. Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 2 No. 3, Universitas Negeri Surakarta, Solo

Meyerhof, G.G. 1957. *Discussion on Research on Determining the Density of Sands by Spoon Penetration Testing*. Prosiding Fourth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. 3. 110.

Mohajeranin, A. et al, 2015, *Soils and Foundations*, Artikel, The Japanese Geotechnical Society, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sandf.2016.01.009>

Mulyono, T. (2022). *Klasifikasi Tanah : Tujuan : March.*

Nurbani, G., 2019, *Analisis Potensi Likuifaksi Pada Tanah Pasir Akibat Beban Gempa Studi Kasus Mataram Nusa Tenggara Barat*. Tugas akhir, Institut Teknologi Nasional, Bandung.



Oleh, D., & Darwis, H. (n.d.). *DASAR-DASAR MEKANIKA TANAH*.

Panjaitan, H., 2017, *Kumpulan Karya Ilmiah Dosen Universitas Kristen Indonesia Delapan Windu UKI*, ISBN: 978-979-8148-52-1, UKI Press, Jakarta.

Plaxis, 2012, *Tutorial Manual*, A.A. Balkema : Rotterdam

Prasetya, A. B., et al, 2017, *Pemantauan Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Tahun 2016 Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.6*, Jurnal Geodesi Undip, Semarang

Shear, C., & Bearing, I. (2015). *Analisis Daya Dukung Helical Pile Menggunakan Metode Elemen Hingga*. x, 1–12.

Srihandayani, S., 2017, *Pengaruh Tanah Ekspansif Pada Bangunan Sipil Dan Solusinya*, Artikel Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Riau

Suratman, Fatnanta, F., Satibi S., 2019. *Prediksi Kapasitas Daya Dukung Helical Pile Tunggal Berdasarkan Data Sondir Pada Tanah Gambut*, dalam Jurnal Teknik Sipil, Vol. 5, No. 1

Terzaghi, K. (1943). *Theory of consolidation*, Wiley Online Library.

Tijow, K. C., Sompie, O. B. A., & Tichoh, J. H. (2018). Analisis Potensi Likuifaksi Tanah Berdasarkan Data Standart Penetration Test (Spt) Studi Kasus : Dermaga Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 6(7), 491–500.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta