

10/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2024

SKRIPSI

**PENGUJIAN SHAKING TABLE DENGAN HELICAL PILE SEBAGAI
PERKUATAN PADA TANAH POTENSI LIKUEFAKSI**



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

Disusun Oleh:

**Satria Eka Satya
NIM 2001411014**

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 milik 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

10/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2024

SKRIPSI

**PENGUJIAN SHAKING TABLE DENGAN HELICAL PILE SEBAGAI
PERKUATAN PADA TANAH POTENSI LIKUEFAKSI**



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

Disusun Oleh:

Satria Eka Satya
NIM 2001411014

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

Skripsi berjudul :

PENGUJIAN SHAKING TABLE DENGAN HELICAL PILE SEBAGAI PERKUATAN PADA TANAH POTENSI LIKUEFAKSI

yang disusun oleh **Satria Eka Satya (NIM 2001411014)**
telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam
Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing

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



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Akhir berjudul :

Pengujian *Shaking Table* Dengan *Helical Pile* Sebagai Perkuatan Pada Tanah Potensi Likuefaksi yang disusun oleh **Satria Eka Satya (NIM 2001411014)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Selasa, 6 Agustus 2024.

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



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

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 PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Satria Eka Satya
NIM : 2001411014
Prodi : D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
Alamat email : satria.ekasatya.ts20@mhs.w.pnj.ac.id
Judul Naskah : PENGUJIAN SHAKING TABLE DENGAN HELICAL
PILE SEBAGAI PERKUATAN PADA TANAH POTENSI
LIKUEFAKSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2023/2024 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan. Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, Agustus 2024

Yang menyatakan,

Satria Eka Satya

- 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



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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada kehadirat Allah SWT karena berkat ramhat dan karunia-Nya, proposal skripsi dengan judul PENGUJIAN SHAKING TABLE DENGAN HELICAL PILE SEBAGAI PERKUATAN PADA TANAH POTENSI LIKUEFAKSI dapat terselaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan bagi mahasiswa program Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan. Dalam penyusunan proposal skripsi ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua penulis, Ibu yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dorongan semangat, dukungan moral serta materil yang tiada hentinya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Ibu Yelvi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah bersedia membimbing dan memberi arahan kepada penulis.
3. bu A'isyah Salimah, S.T., M.T. dan tim pengujian likuefaksi yang memberikan arahan serta masukan dalam pengujian laboratorium.
4. Bapak Andi Indianto, selaku Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Angkatan 2020.
5. Seluruh keluarga PJJ yang telah menemani saat susah dan senang selama berkuliah, dan banyak membantu saat dibangku perkuliahan dan saat penulisan Skripsi ini.

Semoga Allah SWT selalu membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari dengan segala kerendahan hati bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik membangun skhingga dapat memberikan hasil yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis sendiri

Depok, 22 Juli 2024

Satria Eka Satya



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

ABSTRAK

likuefaksi terjadi ketika tanah jenuh air kehilangan kekuatan akibat perubahan tegangan air pori secara mendadak karena pengaruh getaran gempa sehingga dapat menurunkan kapasitas dukung fondasi. Penelitian ini melibatkan model fondasi dangkal dengan dan tanpa helical pile yang diuji pada meja getar untuk mensimulasikan efek gempa. Sampel pasir yang digunakan adalah pasir bergradasi seragam yang dimasukkan ke grafik zona likuefaksi tanah Tsuchida dan berada pada zona *high possibility of liquefaction*. Sampel pasir yang digunakan adalah pasir lepas dengan kerapatan relatif (D_r) 40 %, pasir padat sedang 60 %, dan pasir padat 70 %, dengan frekuensi gempa 1 Hz dan 1,2 Hz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *helical pile* meningkatkan stabilitas fondasi dangkal, mengurangi penurunan, perbedaan penurunan akibat likuefaksi. Pada frekuensi 1 Hz, pengaruh *helical pile* terhadap penurunan adalah 22,05% pada D_r 40 % , 12,83% pada D_r 60 %, dan 10,81% pada D_r 70 %. Sedangkan pada frekuensi 1,2 Hz, adalah 3,52% pada D_r 40 %, 24,79% pada D_r 60%, dan 40,18% pada D_r 70 %. Untuk perbedaan penurunan, pengaruh *helical pile* yang didapat pada frekuensi 1 Hz adalah 35,55% pada D_r 40 %, 29,62% pada D_r 60 %, dan 22,63% pada D_r 70 %. Untuk frekuensi 1,2 Hz, perbedaan penurunan tercatat sebesar 12,89% pada D_r 40 %, 27,26% pada D_r 60 %, dan 53,39% pada D_r 70 %. Temuan ini menunjukkan bahwa helical pile efektif dalam mengurangi penurunan dan perbedaan penurunan fondasi karena dampak dari likuefaksi.

Kata kunci: Gempa Bumi, *Helical pile*, Likuefaksi, Meja Getar



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Liquefaction happens when water-saturated soils lose strength due to sudden changes in pore water pressure under the influence of earthquake ground shaking, which can decrease the bearing capacity of foundations. This study involves shallow foundation models with and without helical piles tested on a shaking table to simulate the effects of earthquakes. The sand samples used are uniformly graded sands that are included in the Tsuchida soil liquefaction zone chart and are in the high possibility of liquefaction zone. The sand samples used were loose sand with relative density (RD) 40%, medium dense sand 60%, and dense sand 70%, with earthquake frequencies of 1 Hz and 1.2 Hz. The test results show that the addition of helical pile increases the stability of shallow foundations, reduces settlement, and the difference in settlement due to liquefaction. At a frequency of 1 Hz, the effect of the helical pile on settlement is 22.05% at Dr 40%, 12.83% at Dr 60%, and 10.81% at Dr 70%. Meanwhile, at a frequency of 1.2 Hz, it is 3.52% at Dr 40%, 24.79% at Dr 60%, and 40.18% at Dr 70%. For differences in settlement, the helical pile effect obtained at a frequency of 1 Hz is 35.55% at Dr 40%, 29.62% at Dr 60%, and 22.63% at Dr 70%. For a frequency of 1.2 Hz, the difference in reduction was recorded at 12.89% at Dr 40 %, 27.26% at Dr 60 %, and 53.39% at Dr 70 %. These findings indicate that helical piles are effective in reducing foundation settlement and settlement difference due to the impact of liquefaction, especially at high vibration frequencies.

Keywords: Earthquake, Helical pile, Liquefaction, Shaking Table



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah.....	5
2.1.1 Definisi Tanah.....	5
2.1.3 Karakteristik Tanah.....	6
2.2 Gempa Bumi	8
2.2.1 Definisi Gempa Bumi.....	8
2.2.2 Penyebab Terjadinya Gempa Bumi.....	9
2.3 Likuefaksi.....	10
2.3.1 Definisi Likuefaksi.....	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



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

2.3.2	Faktor Likuefaksi	11
2.3.3	Syarat – Syarat Terjadinya Likuefaksi	12
2.3.4	Akibat Fenomena Likuefaksi	15
2.4	<i>Helical pile</i>	16
2.4.1	Definisi <i>Helical pile</i>	16
2.4.2	Kelebihan Menggunakan <i>Helical pile</i>	16
2.4.3	Pemilihan Dimensi <i>Helical pile</i>	17
2.4.4	Analisis Numeric <i>Helical pile</i>	17
3.5	Metode Uji Shaking Table One Axis	20
3.6	Komponen <i>Shaking Table</i>	20
3.7	Penelitian Terdahulu	23
3.8	Kebaharuan Penelitian (<i>Novelty</i>).....	24
BAB III METODOLOGI.....		25
3.1	Lokasi Penelitian	25
3.2	Alat Pengujian	25
3.3	Metode Pengumpulan Data	26
3.4	Diagram Alir	27
3.5	Prosedur Pengujian.....	28
3.5.1	Uji Berat Jenis	28
3.5.2	Uji Analisis Saringan	29
3.5.3	Uji Kerapatan relatif (Dr).....	30
3.5.4	Uji <i>Direct Shear</i>	31
3.5.5	Uji Tinggi Jatuh Pasir.....	32
3.5.6	Uji <i>Shaking Table</i>	33
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		35



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

4.1	Data Dimensi Fondasi	35
4.2	Data Sampel Tanah Berbutir	37
4.2.1	Data Analisis Saringan	37
4.2.2	Data Berat Isi Tanah & Maksimum Minimum Densitas Tanah.....	39
4.3	Data Uji Tinggi Jatuh Pasir	41
4.4	Data Hasil Pengujian Shaking Table.....	42
4.4.1	Analisis Potensi likuefaksi	43
4.4.2	Analisis Penurunan Tanah.....	55
4.4.3	Analisis Penurunan Fondasi.....	56
4.4.4	Perbandingan Penurunan Fondasi Dengan Studi Terdahulu.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
5.1.	Kesimpulan.....	62
5.2.	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		65

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah.....	5
Tabel 2. 2 Butiran Tanah berdasarkan Kerapatan relatif (DR)	8
Tabel 2. 3.Intensitas Gempa.....	12
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 4. 1 Analisa Saringan	37
Tabel 4. 2 Tabel Ukuran Pasir.....	37
Tabel 4. 3 Maksimum Minimum Densitas Tanah & Berat Isi Tanah.....	39
Tabel 4. 4 Rekapitulasi nilai γ_{sat} , γ_d , dan e dari variasi kerapatan relatif	41
Tabel 4. 5 Rangkuman Uji Tinggi Jatuh Pasir	41
Tabel 4. 6 Data sampel pengujian	43
Tabel 4. 7 Data tanah Dr 40%	43
Tabel 4. 8 Rekapitulasi nilai γ_{sat}	43
Tabel 4. 9 Rekapitulasi angka pori, γ_{sat} , tegangan total, dan tegangan efektif.....	44
Tabel 4. 10 Hasil Bacaan Tekanan Air Pori (u) dan nilai ru	45
Tabel 4. 11 Nilai ru Maksimum Pengujian	54
Tabel 4. 12 Hasil Penurunan Tanah Dengan Fondasi Dangkal	56
Tabel 4. 13 Hasil Penurunan Tanah Dengan <i>helical pile</i>	56
Tabel 4. 14 Rangkuman Hasil Pengukuran LVDT Pengujian <i>Shaking Table</i>	58
Tabel 4. 15 Penurunan Pengujian Terdahulu	61

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	Likuefaksi Palu Akibat Gempa Bumi	9
Gambar 2. 2	Rekahan atau Patahan Gempa	9
Gambar 2. 3	Ilustrasi Fenomena Likuefaksi	11
Gambar 2. 4	Grafik zona Likuefaksi.....	13
Gambar 2. 5	Fenomena Likuefaksi di Palu.....	15
Gambar 2. 6	Sketsa Mekanisme Konseptual Individual Plate Method.....	18
Gambar 2. 7	Sketsa Mekanisme Konseptual Cylindrical Shear Method.....	19
Gambar 2. 8	<i>Shaking Table</i>	20
Gambar 2. 9	<i>Sand Rainer Box</i>	21
Gambar 2. 10	Tampilan <i>LabView</i>	22
Gambar 3. 1	Shaking Table.....	25
Gambar 3. 2	Diagram Alir	27
Gambar 3. 3	Tampak Samping Model Fondasi	34
Gambar 4. 1	Dimensi Model Helical Pile	36
Gambar 4. 2	Dimensi Model Bracket Helical Pile.....	36
Gambar 4. 3	Dimensi Model Fondasi Dangkal.....	37
Gambar 4. 4	Grafik Distribusi Pasir.....	38
Gambar 4. 5	Grafik distribusi butiran dalam zona tanah likuefaksi	39
Gambar 4. 6	Grafik Perbandingan Tinggi Jatuh terhadap D_r	42
Gambar 4. 7	Grafik Hubungan Waktu Dengan u D_r 40 % Frekuensi 1 Hz.....	48
Gambar 4. 8	Grafik Hubungan Waktu Dengan r_u D_r 40 % Frekuensi 1 Hz	48
Gambar 4. 9	Grafik Hubungan Waktu Dengan u D_r 60 % Frekuensi 1 Hz.....	49
Gambar 4. 10	Grafik Hubungan Waktu Dengan r_u D_r 60 % Frekuensi 1 Hz	49
Gambar 4. 11	Grafik Hubungan Waktu Dengan u D_r 70 % Frekuensi 1 Hz.....	50
Gambar 4. 12	Grafik Hubungan Waktu Dengan r_u D_r 70 % Frekuensi 1 Hz	50
Gambar 4. 13	Grafik Hubungan Waktu Dengan u D_r 40 % Frekuensi 1,2 Hz.....	51
Gambar 4. 14	Grafik Hubungan Waktu Dengan r_u D_r 40 % Frekuensi 1,2 Hz	52
Gambar 4. 15	Grafik Hubungan Waktu Dengan u D_r 60 % Frekuensi 1,2 Hz.....	52
Gambar 4. 16	Grafik Hubungan Waktu Dengan r_u D_r 60 % Frekuensi 1,2 Hz	53
Gambar 4. 17	Grafik Hubungan Waktu Dengan u D_r 70 % Frekuensi 1,2 Hz.....	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Waktu Dengan r_u Dr 70 % Frekuensi 1,2 Hz	54
Gambar 4. 19 Sampel tanah sebelum diberi beban siklik	55
Gambar 4. 20 Penurunan tanah akibat gempa 1 Hz	55
Gambar 4. 21 Letak Sensor LVDT	57
Gambar 4. 22 Kondisi Sebelum Gempa (a), Kondisi Setelah Gempa (b).....	57
Gambar 4. 23 Korelasi Tipe Fondasi dengan Penurunan.....	58
Gambar 4. 24 Korelasi Tipe Fondasi dengan Kemiringan.....	59
Gambar 4. 25 Korelasi Dr dengan Pengaruh HP Terhadap Penurunan	60
Gambar 4. 26 Korelasi Dr dengan Pengaruh HP Terhadap Kemiringan	60
Gambar 4. 27 Pengaruh Perkuatan Helical Pile Terhadap (a) Penurunan (b) Kemiringan	61

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 mengumunkan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagian besar wilayah Indonesia, termasuk yang memiliki tingkat aktivitas gempa yang tinggi, berada di pertemuan empat lempeng tektonik utama bumi, yakni Lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Philipina. gempa bumi terjadi karena adanya gerakan tiba – tiba pada massa kerak bumi yang mengalami rekahan atau patahan (Rokhim, 2022) Contohnya, gempa bumi dan likuefaksi di Palu pada tahun 2018, yang menimbulkan kerusakan dan korban jiwa signifikan. Oleh karena itu, setiap perencanaan pembangunan di Indonesia harus mempertimbangkan risiko gempa dan likuefaksi.

Gempa bumi dan likuefaksi merupakan dua fenomena yang berkaitan, karena getaran yang di akibatkan gempa bumi dapat menyebabkan likuefaksi. Likuefaksi adalah perubahan keadaan tanah pasir yang mengandung air secara berlebihan menjadi bentuk cair. Menurut Seed, seperti yang dikutip oleh Dzakhirah dan Wulandari (2020) Likuefaksi adalah proses kehilangan kekuatan tanah jenuh atau sebagian jenuh akibat tegangan air pori yang timbul akibat getaran gempa atau perubahan mendadak. Sehingga tegangan tanah total hampir seluruhnya digantikan oleh tegangan air pori (Kramer, 1996). Likuefaksi umumnya terjadi pada tanah dengan gradasi buruk, seperti pasir lepas, karena kemampuan tanah tersebut menyimpan air lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang bergradasi baik.

Penurunan tanah yang terjadi akibat likuefaksi dapat terjadi karena kekuatan tanah untuk menahan beban digantikan dengan tegangan air pori. Menurut (Skempton, 1990), penurunan tanah adalah perubahan tinggi tanah yang dapat diakibatkan oleh pembebanan tambahan, baik itu terkait dengan penurunan volumetrik tanah secara langsung atau perubahan dalam kadar air tanah. Penurunan tanah memiliki dampak serius terhadap struktur bangunan dan infrastruktur. Penurunan tanah dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk eksploitasi air tanah, aktivitas manusia, atau proses alamiah seperti likuefaksi atau konsolidasi tanah.

Penurunan tanah dapat merusak struktur bangunan sehingga diperlukan *helical pile* untuk mengurangi kerusakan yang dapat terjadi. *Helical pile* adalah jenis fondasi



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

dalam yang terdiri dari pipa baja panjang yang memiliki pelat-pelat spiral atau heliks di sepanjang pipanya yang sudah di tentukan jarak antar bilahnya. Tiang pancang heliks adalah jenis fondasi dalam yang digunakan secara teratur untuk menopang struktur baru dan yang sudah ada (Orang et al., 2021) Heliks ini bertindak seperti bor, memungkinkan fondasi ini "membor" atau "menggali" ke dalam tanah dengan memutar, sehingga menciptakan dukungan yang kuat untuk beban struktural. *Helical pile* biasanya digunakan di daerah dengan kondisi tanah yang lemah atau tidak stabil. Adapun kelebihan dari *helical pile* adalah dapat di aplikasikan pada bangunan eksisting

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan struktur bangunan terhadap likuefaksi, karena likuefaksi adalah ancaman dan dapat merusak struktur suatu bangunan. Supaya terhindar dari dampak likuefaksi mitigasi yang dapat dilakukan adalah perencanaan fondasi dalam, grouting, DRainage (Brennan dan Madabhushi, 2005), dan *helical pile* (Cerato, 2017). *Helical pile* dapat mengurangi penurunan dan kemiringan fondasi dangkal (Orang et al., 2021). Dengan pengujian *Shaking Table* satu sumbu sebagai alat simulasi likuefaksi akan didapatkan seberapa besar pengaruh perkuatan *helical pile* sebagai mitigasi likuefaksi. Terkait dengan masalah diatas ditulis skripsi ini tentang Analisis Likuefaksi pada Tanah yang Diperkuat *Helical Pile* Menggunakan Pengujian *Shaking Tabel*

1.2. Perumusan Masalah

Pada Penulisan tugas akhir ini penulis membahas permasalahan yaitu:

1. Adakah pengaruh perkuatan *helical pile* yang dipasangkan ke fondasi dangkal terhadap penurunan dan diferensial settlement fondasi pada tanah yang berpotensi mengalami likuefaksi
2. Adakah pengaruh perkuatan *helical pile* yang dipasangkan ke fondasi dangkal terhadap tekanan air pori pada tanah yang berpotensi mengalami likuefaksi
3. Adakah pengaruh frekuensi gempa dan variasi kerapatan relatif (DR) terhadap penurunan tanah.

1.3. Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan yang ditinjau mencakup:



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

1. Sampel tanah pasir yang digunakan adalah pasir silika bergradasi seragam (0,2mm-0,6mm).
2. Variasi kerapatan relatif yang digunakan adalah 40%, 60, dan 70%.
3. *helical pile* yang digunakan adalah 4 dengan 2 helic pada masing-masing pile
4. Frekuensi gempa yang digunakan adalah 1 dan 1,2 Hz.
5. Pada penelitian bukan untuk mendesain struktur *helical pile* yang digunakan. Dimensi yang digunakan adalah panjang 22 cm, diameter tiang 1,27 cm dan diameter helik 5,08 cm.
6. Pengujian ini hanya membandingkan berapa persen pengaruh *helical pile* jika digunakan untuk memperkuat fondasi dangkal.

1.4. Tujuan

Tujuan Penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh perkuatan *helical pile* yang dipasang ke fondasi dangkal terhadap penurunan dan diferensial settlement fondasi pada tanah yang berpotensi mengalami likuefaksi
2. Menganalisis pengaruh perkuatan *helical pile* yang dipasang ke fondasi dangkal terhadap tekanan air pori pada tanah yang berpotensi mengalami likuefaksi
3. Menganalisis pengaruh frekuensi gempa dan variasi kerapatan relatif (DR) terhadap penurunan tanah.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam 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 sistematika penulisan yang berhubungan dengan permasalahan pada Analisis Potensi Likuefaksi pada Tanah yang Diperkuat *helical pile* Menggunakan Shaking Table.



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 II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian yaitu karakteristik tanah, parameter tanah, *Helical pile*, dasar teori dalam membahas likuefaksi dan penelitian terdahulu. Tinjauan pustaka diperoleh dari buku-buku referensi yang ada dan sumber lain yang mendukung penelitian tentang Analisis Potensi Likuefaksi pada Tanah yang Diperkuat *helical pile* Menggunakan Shaking Table.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian yang berisi objek atau lokasi penelitian, metode pengumpulan data, tahapan pengujian, dan bagan alir yang digunakan pada penelitian tentang Analisis Potensi Likuefaksi pada Tanah yang Diperkuat *Helical pile* Menggunakan Shaking Table.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan analisis dari data-data yang didapat melalui berbagai pengujian tentang Analisis Potensi Likuefaksi pada Tanah yang Diperkuat *Helical pile* Menggunakan Shaking Table.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari penelitian dan saran untuk menjawab permasalahan penelitian tentang Analisis Potensi Likuefaksi pada Tanah yang Diperkuat *Helical pile* Menggunakan Shaking Table.



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 V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 1 Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan *helical pile* pada fondasi dangkal mengurangi penurunan, dan perbedaan penurunan akibat likuefaksi. Pada frekuensi 1 Hz, pengaruh kekuatan *helical pile* terhadap penurunan fondasi mencapai 22,05% pada Dr 40 % , 12,83% pada Dr 60 % , dan 10,81% pada Dr 70 %. Sedangkan pada frekuensi 1,2 Hz, pengaruh kekuatan *helical pile* terhadap penurunan meningkat menjadi 3,52% pada Dr 40 % , 24,79% pada Dr 60%, dan 40,18% pada Dr 70 % . Hasil pengujian menunjukkan hasil, pengaruh kekuatan *helical pile* terhadap kemiringan fondasi untuk frekuensi 1 Hz adalah 35,55% pada Dr 40 % , 29,62% pada Dr 60 % , dan 22,63% pada Dr 70 % . Sedangkan untuk frekuensi 1,2 Hz, sebesar 12,89% pada Dr 40 % , 27,26% pada Dr 60 % , dan 53,39% pada Dr 70 % .
- 2 Jika dilihat grafik hasil pengujian menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan dengan adanya kekuatan *helical pile* pada fondasi dangkal terhadap perubahan rasio tegangan air pori (ru).
- 3 Variasi kerapatan relatif (Dr) dan frekuensi gempa mempengaruhi penurunan pada tanah yang dapat dilihat pada sisi box uji. Semakin kecil kerapatan relatif (Dr) dari tanah maka penurunan yang terjadi akan semakin besar. Untuk variasi frekuensi gempa yang semakin besar dapat memperparah penurunan yang terjadi.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan terkait untuk pengembangan penelitian ini sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai potensi likuefaksi dengan lapisan tanah yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan skala atau dimensi yang lebih besar.
3. Perlu adanya sensor LVDT untuk mengukur pergeseran horizontal.



DAFTAR PUSTAKA

- Brennan, A. J., & Madabhushi, S. P. (2005). Liquefaction and drainage in stratified soil. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 131(7), 876-885.
- Indonesia, S. N. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik. *SNI, 8460*, 2017.
- Cerato, A.B., Vargas, T.M. & Allred S.M. (2017). "A critical review: state of knowledge in seismic behavior of *helical piles*." *The Journal of the Deep Foundation Institute* 11(1): 39-87.
- Das, B. M. (2019). *Advanced soil mechanics*. CRC press.
- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2018). *Principles of foundation engineering*. Cengage learning.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). Mekanika Tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) jilid 1. *Erlangga, Jakarta*.
- Dzakirah, F. P., & Wulandari, S. (2020). ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI PADA PESISIR PULAU OBA, MALUKU UTARA: Berdasarkan Data SPT Lapangan dan Tes Laboratorium. *Jurnal Jalan-Jembatan*.
- Fitriana, S. B. A., & Hamdhan, I. N. (2018). Pengaruh Jumlah dan Diameter Helix terhadap Daya Dukung Fondasi Helical Pile. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(1), 56.
- García-Torres, S., & Madabhushi, G. S. P. (2018). Earthquake-induced liquefaction mitigation under existing buildings using drains. In *Physical Modelling in Geotechnics, Volume 2* (pp. 1181-1186). CRC Press.
- Hussein, A. F., & El Naggar, M. H. (2022). Seismic behaviour of piles in non-liquefiable and liquefiable soil. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 20(1), 77-111.
- Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Mase, L. Z. (2014). Analisis Pendahuluan Potensi Likuifaksi di Kali Opak Imogiri Daerah Istimewa Yogyakarta. *Proceeding Of*, 10-11.
- Mulyono, T. (2017). Klasifikasi tanah.
- Orang, M. J., & Motamed, R. (2021). Shake Table Tests on a Shallow Foundation on Liquefiable Soils Supported on *Helical piles*

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



Putra, R. H. Pengaruh Variasi Jarak Pelat Helical Terhadap Daya Dukung Tarik Helical Pile Pada Tanah Gambut (Doctoral dissertation, Riau University).

ROKHIM, A., & WITOYO, D. J. (2022). ANALISA POTENSI LIKUIFAKSI PADA PASIR MENGGUNAKAN ALAT KORINOFACION 2.0 (Studi Kasus pada Pasir Pantai Setrojenar Kabupaten Kebumen) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).

Salimah, A., Alvaro, M. Z., Prakoso, W. A., Harminto, D. S., & Rahayu, W. (2023, December). Experimental analysis of liquefaction potential with variations of soil relative density and earthquake frequency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1266, No. 1, p. 012063). IOP Publishing

Sirsikar, R. A. (2018). *Study of helical pile behaviour in cohesionless soil* (Doctoral dissertation, B. Sc. Dissertation, National Institute of Technology Durgapur, India).

Skempton, A. W. (1990). The Basis of Settlement Analysis. 6th European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vienna, Austria.

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



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA