

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOMPARATIF RISIKO LIKUEFAKSI
DENGAN PENDEKATAN EMPIRIS BERDASARKAN
NILAI *STANDART PENETRATION TEST* (SPT)**

**STUDI KASUS: *CENTRAL BUSINESS DISTRICT*
(CBD) PIK II**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta**

Oleh :

NAMA : RANI NOVIA RHAMA DELIA

NPM : 2110015211053



**PROGRAM STRUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

PADANG

2025

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta.

Nama Mahasiswa : Rani Novia Rhama Delia

Nomor Pokok Mahasiswa : 2110015211053

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul
**ANALISIS KOMPARATIF RISIKO LIKUEFAKSI DENGAN PENDEKATAN
EMPIRIS BERDASARKAN NILAI *STANDART PENETRATION TEST* (SPT)
STUDI KASUS: *CENTRAL BUSINESS DISTRICT* (CBD) PIK II**

Adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metode kesipilan.
- 2) Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka karya
Tugas Akhir ini batal.

Padang, 18 September 2025

Yang membuat pernyataan



Rani Novia Rhama Delia

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KOMPARATIF RISIKO LIKUEFAKSI DENGAN
PENDEKATAN EMPIRIS BERDASARKAN NILAI STANDART
PENETRATION TEST (SPT) STUDI KASUS: CENTRAL BUSINESS
DISTRICT (CBD) PIK II**

Oleh:

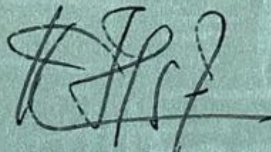
Nama : RANI NOVIA RHAMA DELIA
NPM : 2110015211053
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 09 September 2025

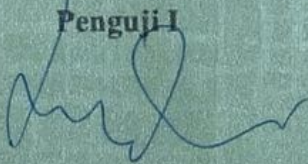
Menyetujui:

Pembimbing/Penguji



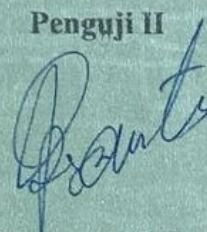
(Dr. Eng. Ir. H. Indra Farni, M.T., IPU., ASEAN Eng.)

Penguji I



(Dr. Eng. Khadavi, S.T., M.T.)

Penguji II



(Risayanti, S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KOMPARATIF RISIKO LIKUEFAKSI DENGAN
PENDEKATAN EMPIRIS BERDASARKAN NILAI STANDART
PENETRATION TEST (SPT) STUDI KASUS: CENTRAL BUSINESS
DISTRICT (CBD) PIK II**

Oleh:

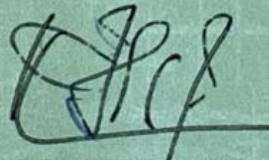
Nama : RANI NOVIA RHAMA DELIA
NPM : 2110015211053
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 09 September 2025

Menyetujui:

Pembimbing



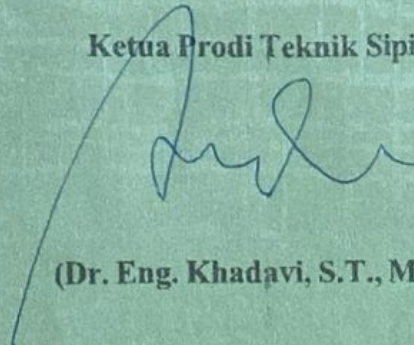
(Dr. Eng. Ir. H. Indra Fanni, M.T., IPU., ASEAN Eng.)

Dekan FTSP

Ketua Prodi Teknik Sipil



(Dr. Rini Mulyani, S.T., M. Sc (Eng.))



(Dr. Eng. Khadavi, S.T., M.T.)

ANALISIS KOMPARATIF RISIKO LIKUEFAKSI DENGAN PENDEKATAN EMPIRIS BERDASARKAN NILAI *STANDART PENETRATION TEST* (SPT) STUDI KASUS: *CENTRAL BUSINESS DISTRICT* (CBD), PIK II

Rani Novia Rhama Delia¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta¹
deliarani09@gmail.com

Indra Farni²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta²
indrafarni@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana gempa bumi dan fenomena likuefaksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi likuefaksi di kawasan *Central Business District* (CBD) Pantai Indah Kapuk II, menggunakan pendekatan empiris berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT). Metode yang digunakan adalah analisis komparatif antara metode Youd et al. (2001) dan *Hyperbolic Function* (HBF) (2012) dengan validasi menggunakan program LiqIT v.4.7.7.5. Data penelitian meliputi lima titik uji SPT dengan variasi magnitudo gempa Mw 6,1; Mw 6,8; dan Mw 7,5 serta percepatan tanah maksimum (PGA) sebesar 0,082g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode HBF menghasilkan nilai *Safety Factor* (SF) yang lebih konservatif, dengan Faktor keamanan mencapai 0,084 hingga 17,684 pada metode HBF dan 0,758 hingga 13,630 pada metode Youd et al sedangkan pogram LiqIT 0,730 hingga 5,000. Nilai faktor keamanan Mw 6,1 dan Mw 6,8 yang pastinya memiliki faktor keamanan yang cukup tinggi sedangkan pada Mw 7,5 memiliki faktor keamanan terendah karena kekuatan gempa yang tinggi.

Kata Kunci: Likuefaksi, *Standard Penetration Test*, Tanah Reklamasi, Analisis Empiris

Pembimbing



Dr. Eng. Ir. H. Indra Farni, M.T., IPU., ASEAN Eng

COMPARATIVE ANALYSIS OF LIQUEFACTION RISK USING AN EMPIRICAL APPROACH BASED ON STANDARD PENETRATION TEST (SPT) VALUES: A CASE STUDY OF THE CENTRAL BUSINESS DISTRICT (CBD), PIK II

Rani Novia Rhama Delia¹

Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning,
Bung Hatta University¹
deliarani09@gmail.com

Indra Farni²

Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning,
Bung Hatta University²
indrafarni@bunghatta.ac.id

ABSTRACT

Indonesian, located at the confluence of three major tectonic plates, has a high vulnerability to earthquakes and liquefaction phenomena. This study aims to analyze liquefaction potential in the Central Business District (CBD) of Pantai Indah Kapuk II, using empirical approaches based on Standard Penetration Test (SPT) data. The methodology employed comparative analysis between Youd et al. (2001) and Hyperbolic Function (HBF) (2012) methods with validation using LiqIT v.4.7.7.5 software. Research data included five SPT test points with earthquake magnitude variations of Mw 6.1, Mw 6.8, and Mw 7.5, and peak ground acceleration (PGA) of 0.082g. The findings indicate that the HBF method yields more conservative Safety Factor (SF) estimates, with values ranging from 0.084 to 17.684, in contrast to the Youd et al. method's SF range of 0.758 to 13.630. Validation using LiqIT produced SF values between 0.730 and 5.000. For Mw 6.1 and Mw 6.8, the computed SFs denote a satisfactorily high safety margin, whereas the lowest SFs were obtained for Mw 7.5, attributable to the elevated seismic intensity.

Keyword: Liquefaction, Standard Penetration Test, Reclaimed Land, Empirical Analysis

Advisor



Dr. Eng. Ir. H. Indra Farni, M.T., IPU., ASEAN Eng²

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan Judul **“ANALISIS KOMPARATIF RISIKO LIKUEFAKSI DENGAN PENDEKATAN EMPIRIS BERDASARKAN NILAI *STANDART PENETRATION TEST* (SPT) STUDI KASUS: *CENTRAL BUSINESS DISTRICT* (CBD) PIK II”** ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

- 1) Allah SWT, karena dengan berkat dan anugerah-Nya saya dapat menyelesaikan Proposal ini.
- 2) Ibu Dr. Rini Mulyani ST., M.Sc (Eng.) selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta.
- 3) Bapak Dr. Eng. Ir. H. Indra Farni, M.T., IPU., ASEAN Eng. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan pengalaman beliau dalam penulisan Tugas Akhir ini kepada penulis.
- 4) Bapak Dr. Eng. Khadavi S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
- 5) Ibu Zufrimar, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta.
- 6) Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Dan kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam tugas akhir ini namun satu persatu tidak bisa penulis sebutkan.
- 7) Kedua orang tua, akak yogi, uda devri, uni windha, dan abang dira yang terhebat, sumber semangat penulis, Berkat doa, motivasi dan dukungan yang tak terkira telah menjadikan penulis semangat sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan kesehatan dan umur yang panjang kepada kalian.

- 8) Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Hatta terkhususnya Dila, Rossa, Ida, dan Vina yang selalu memberikan semangat, kebersamaan, dan motivasi selama proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas dukungan, kerja sama, serta cerita suka duka yang telah dilalui bersama, yang menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik penulis. Semoga kita semua senantiasa diberi kemudahan dalam menyelesaikan studi dan meraih kesuksesan di masa depan.
- 9) Sahabat kecil penulis yaitu Sheva dan Nisa yang selalu memberikan motivasi, doa, dan dorongan positif. Kehadiran kalian menjadi penyemangat tersendiri bagi penulis untuk tetap konsisten, berjuang, dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.
- 10) Dan kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam Tugas Akhir ini namun satu persatu tidak bisa penulis sebutkan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak mengandung kelemahan dan kekurangan baik segi materi, penyajian maupun pemilihan kata-kata. Oleh karena itu, penulis akan sangat menghargai kepada siapa saja yang berkenan memberikan masukan, baik berupa koreksi maupun kritikan yang dapat penulis jadikan bahan pertimbangan bagi penyempurnaan laporan ini.

Padang, 18 September 2025

Rani Novia Rhama Delia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.1.1 Klasifikasi Tanah.....	5
2.1.2 Tegangan Tanah, Tekanan Air Pori, dan Peningkatan Air Pori Pada Tanah	6
2.2 Gempa Bumi.....	11
2.2.1 <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA)	12
2.2.2 Kekuatan Gempa.....	14
2.3 Likuefaksi	15
2.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi likuefaksi.....	16
2.3.2 Tipe-Tipe Likuefaksi.....	17
2.3.3 Syarat-Syarat terjadinya likuefaksi	18
2.4 Metode Analisa Likuefaksi	20

2.4.1 Pembahasan Metode Analisa	21
2.5 <i>Liquefaction Potential Index</i> (LPI)	31
2.6 Program LiqIT v.4.7.7.5	33
2.7 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODELOGI PENELITIAN	38
3.1 Pendahuluan.....	38
3.2 Lokasi Penelitian	39
3.3 Pengumpulan Data.....	40
3.3.1 Metode pengumpulan data tanah	40
3.3.2 Metode pengumpulan <i>history</i> gempa.....	40
3.4 Analisa Manual	41
3.5.1 Menghitung nilai percepatan tanah maksimum (a_{max}).....	41
3.5.2 Menentukan tegangan tanah dan tekanan air pori	41
3.5.3 Menentukan faktor reduksi (rd)	41
3.5.4 Menentukan nilai <i>cyclic stress ratio</i> (CSR).....	41
3.5.5 Mencari nilai magnitude scaling factor (MSF).....	42
3.5.6 Menentukan nilai <i>cyclic resistance ratio</i> (CRR)	42
3.5.7 Menentukan faktor keamanan (SF).....	43
3.5 Menentukan peningkatan tekanan air pori (Δu).....	43
3.6 <i>Liquefaction Potential Index</i> (LPI)	43
3.7 Perhitungan Dengan Program LiqIT v.4.7.7.5	44
3.7.1 Input data tanah.....	44
3.7.2 Input parameter umum tanah	45
3.7.3 Input parameter perhitungan.....	46
3.7.4 Hasil Perhitungan.....	46
3.8 Variasi Parameter Gempa.....	47

3.9 Validasi dan Perbandingan Metode.....	48
3.10 Bagan Alir Penelitian	49
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Pendahuluan.....	52
4.2 Pengumpulan Data Tanah	52
4.3 Pengumpulan Data Gempa	52
4.4 Pengolahan Manual Data Standart Penetration Test (SPT)	57
4.4.1 Tegangan tanah (σ_v), dan tekanan air pori (u).....	57
4.4.2 Nilai $N_{1(60)}$	63
4.5 Analisis Potensi Likuefaksi.....	70
4.5.1 Metode Youd et al (2001)	70
4.5.2 Metode Hyperbolic Function (2012)	78
4.6 Menentukan Peningkatan Air Pori (Δu).....	85
4.7 Pembahasan	92
4.7.1 Metode Youd et al (2001)	92
4.7.2 Metode HBF (2012).....	99
4.7.3 Hasil Analisa LiqIT	106
4.7.4 Perbandingan Nilai SF Dari 3 Metode.....	112
4.8 Hasil peningkatan air pori (Δu).....	126
4.9 Menentukan Tingkat Risiko Akibat likuefaksi	128
4.9.1 Frekuensi (PL)	129
4.9.2 Konsekuensi (LPI)	145
4.9.3 Menentukan nilai risiko dengan menggunakan matriks risiko	167
4.10 Perhitungan Likuefaksi Dengan Program LiqIT v.4.7.7.5 Pada Data SPT.....	172
4.10.1 Input Data	172
4.10.2 Proses Perhitungan Data	175

4.10.3 Hasil Perhitungan Data	176
4.11 Hasil Analisis Data.....	180
4.12 Komparatif tiga metode	183
No.....	183
Penjelasan Singkat	183
BAB V KESIMPULAN	200
5.1 Kesimpulan	200
5.2 Saran	202
DAFTAR PUSTAKA	204
LAMPIRAN	208

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i>	6
Tabel 2. 2 Nilai empiris D_r , ϕ , γ , berdasarkan nilai N koreksi	10
Tabel 2. 3 Nilai Empiris untuk γ dan kuat tekan bebas (q_u) dan konsistensi dari tanah kohesif berdasarkan nilai N koreksi.....	11
Tabel 2. 4 Penentuan fitness content (FC)	27
Tabel 2. 5 Parameter Koefisien Metode HBF	29
Tabel 2. 6 Nilai Koreksi	29
Tabel 2. 7 Kategori peluang terjadinya likuefaksi	32
Tabel 2. 8 Klasifikasi Potensi Likuefaksi Berdasarkan Nilai LPI	33
Tabel 2. 9 Perbandingan hasil riset terdahulu dengan kajian saat ini	35
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Percepatan Maksimum (PGA)	56
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_v) Pada Titik 1	59
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_v) Pada Titik 2	60
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_v) Pada Titik 3	61
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_v) Pada Titik 4	62
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_v) Pada Titik 5	63
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai $(N_1)_{60}$ Pada Titik 1	65
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai $(N_1)_{60}$ Pada Titik 2	66
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai $(N_1)_{60}$ Pada Titik 3	67
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai $(N_1)_{60}$ Pada Titik 4	68
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai $(N_1)_{60}$ Pada Titik 5	69
Tabel 4. 12 Potensi likuefaksi dengan metode Youd et. al (2001) Titik 1	73
Tabel 4. 13 Potensi likuefaksi dengan metode Youd et. al (2001) Titik 2	74
Tabel 4. 14 Potensi likuefaksi dengan metode Youd et. al (2001) Titik 3	75
Tabel 4. 15 Potensi likuefaksi dengan metode Youd et. al (2001) Titik 4	76
Tabel 4. 16 Potensi likuefaksi dengan metode Youd et. al (2001) Titik 5	77

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Analisis Potensi Likuefaksi Metode HBF (2012) Pada Titik 1	80
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Analisis Potensi Likuefaksi Metode HBF (2012) Pada Titik 2	81
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Analisis Potensi Likuefaksi Metode HBF (2012) Pada Titik 3	82
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Analisis Potensi Likuefaksi Metode HBF (2012) Pada Titik 4	83
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Analisis Potensi Likuefaksi Metode HBF (2012) Pada Titik 5	84
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Perhitungan Peningkatan air pori titik 1	86
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Perhitungan Peningkatan air pori titik 2	88
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Perhitungan Peningkatan air pori titik 3	89
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Perhitungan Peningkatan air pori titik 4	90
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Perhitungan Peningkatan air pori titik 5	91
.Tabel 4. 27 Rekapitulasi Perbandingan Nilai SF Pada Titik 1	121
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Perbandingan Nilai SF Pada Titik 2.....	122
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Perbandingan Nilai SF Pada Titik 3.....	123
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Perbandingan Nilai SF Pada Titik 4.....	124
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Perbandingan Nilai SF Pada Titik 5.....	125
Tabel 4. 32 Nilai Probabilitas (Frekuensi) Youd et al. pada titik 1	130
Tabel 4. 33 Nilai Probabilitas (Frekuensi) HBF pada titik 1	131
Tabel 4. 34 Nilai Probabilitas (Frekuensi) LiqIT pada titik 1	132
Tabel 4. 35 Nilai Probabilitas (Frekuensi) Youd et al. pada titik 2	133
Tabel 4. 36 Nilai Probabilitas (Frekuensi) HBF pada titik 2	134
Tabel 4. 37 Nilai Probabilitas (Frekuensi) LiqIT pada titik 2.....	135
Tabel 4. 38Nilai Probabilitas (Frekuensi) Youd et al. pada titik 3	136
Tabel 4. 39 Nilai Probabilitas (Frekuensi) HBF pada titik 3	137
Tabel 4. 40 Nilai Probabilitas (Frekuensi) LiqIT pada titik 3	138
Tabel 4. 41Nilai Probabilitas (Frekuensi) Youd et al. pada titik 4.....	139
Tabel 4. 42 Nilai Probabilitas (Frekuensi) HBF pada titik 4	140
Tabel 4. 43 Nilai Probabilitas (Frekuensi) LiqIT pada titik 4.....	141

Tabel 4. 44 Nilai Probabilitas (Frekuensi) Youd et al. pada titik 5	142
Tabel 4. 45 Nilai Probabilitas (Frekuensi) HBF pada titik 5	143
Tabel 4. 46 Nilai Probabilitas (Frekuensi) LiqIT pada titik 5	144
Tabel 4. 47 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode Youd et al pada titik 1	146
Tabel 4. 48 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode HBF pada titik 1	147
Tabel 4. 49 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) LiqIT titik 1	148
Tabel 4. 50 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode Youd et al pada titik 2	150
Tabel 4. 51 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode HBF pada titik 2	151
Tabel 4. 52 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) LiqIT pada titik 2	152
Tabel 4. 53 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode Youd et al pada titik 3	155
Tabel 4. 54 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode HBF pada titik 3	156
Tabel 4. 55 Nilai Probabilitas (Frekuensi) LiqIT pada titik 3	157
Tabel 4. 56 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode Youd et al pada titik 4	159
Tabel 4. 57 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode HBF pada titik 4	160
Tabel 4. 58 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode LiqIT pada titik 4	161
Tabel 4. 59 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode Youd et al pada titik 5	163
Tabel 4. 60 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) Metode HBF pada titik 5	164
Tabel 4. 61 Nilai Indeks Potensi Likuefaksi (Konsekuensi) LiqIT pada titik 5	165
Tabel 4. 62 Tabel Komparasi metode Seed etl al (1975), Youd et al (2001), dan HBF (2012).....	183

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tegangan efektif melalui interaksi gaya antar partikel tanah.....	7
Gambar 2. 2 Peta Lempeng Tektonik Indonesia	12
Gambar 2. 3 Koordinat bumi	13
Gambar 2. 4 Gempa di Palu.....	15
Gambar 2. 5 Tanah yang mengalami likuefaksi.....	16
Gambar 2. 6 Perbandingan r_d terhadap Kedalaman	23
Gambar 2. 7 Kurva CSR terhadap $(N_1)_{60CS}$	28
Gambar 2. 8 Matriks Resiko	32
Gambar 3. 1 Lokasi PIK II Uji N-SPT	39
Gambar 3. 2 Titik Lokasi Uji N-SPT (BH1-BH5).....	39
Gambar 3. 3 LiqIT v.4.7.7.5 Masukkan Data SPT	44
Gambar 3. 4 LiqIT v.4.7.7.5 General Parameters	45
Gambar 3. 5 LiqIT v.4.7.7.5 SPT <i>Calculation Parameters</i>	46
Gambar 3. 6 Bagan Alir Penelitian	49
Gambar 3. 7 Bagan Alir Perhitungan Metode Youd et al (2001).....	50
Gambar 3. 8 Bagan Alir Perhitungan Metode HBF (2012)	51
Gambar 4. 1 Tampilan website USGS	53
Gambar 4. 2 Wilayah penelitian spesifik	54
Gambar 4. 3 Hasil pencarian data gempa	54
Gambar 4. 4 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 1	92
Gambar 4. 5 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 2.....	93
Gambar 4. 6 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 3.....	93
Gambar 4. 7 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 4.....	94
Gambar 4. 8 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 5.....	94
Gambar 4. 9 Potensi Likuefaksi Titik 1 Metode Youd et al.....	95
Gambar 4. 10 Potensi Likuefaksi Titik 2 Metode Youd et al.....	96
Gambar 4. 11 Potensi Likuefaksi Titik 3 Metode Youd et al.....	97
Gambar 4. 12 Potensi Likuefaksi Titik 4 Metode Youd et al.....	97
Gambar 4. 13 Potensi Likuefaksi Titik 5 Metode Youd et al.....	98
Gambar 4. 14 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 1	100
Gambar 4. 15 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 2.....	100

Gambar 4. 16 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 3.....	101
Gambar 4. 17 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 4.....	101
Gambar 4. 18 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 5.....	102
Gambar 4. 19 Potensi Likuefaksi Titik 1 Metode HBF (2012)	103
Gambar 4. 20 Potensi Likuefaksi Titik 2 Metode HBF (2012)	103
Gambar 4. 21 Potensi Likuefaksi Titik 3 Metode HBF (2012)	104
Gambar 4. 22 Potensi Likuefaksi Titik 4 Metode HBF (2012)	104
Gambar 4. 23 Potensi Likuefaksi Titik 5 Metode HBF (2012)	105
Gambar 4. 24 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 1 LiqIT	106
Gambar 4. 25 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 2 LiqIT	107
Gambar 4. 26 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 3 LiqIT	107
Gambar 4. 27 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 4 LiqIT	108
Gambar 4. 28 Sebaran Nilai CRR dan CSR Titik 5 LiqIT	108
Gambar 4. 29 Potensi Likuefaksi Titik 1 LiqIT.....	109
Gambar 4. 30 Potensi Likuefaksi Titik 2 LiqIT.....	110
Gambar 4. 31 Potensi Likuefaksi Titik 3 LiqIT.....	110
Gambar 4. 32 Potensi Likuefaksi Titik 4 LiqIT.....	111
Gambar 4. 33 Potensi Likuefaksi Titik 5 LiqIT.....	111
Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan SF Titik 1 Mw 6,1.....	112
Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan SF Titik 1 Mw 6,8.....	113
Gambar 4. 36 Grafik Perbandingan SF Titik 1 Mw 7,5.....	113
Gambar 4. 37 Grafik Perbandingan SF Titik 2 Mw 6,1.....	114
Gambar 4. 38 Grafik Perbandingan SF Titik 2 Mw 6,8.....	114
Gambar 4. 39 Grafik Perbandingan SF Titik 2 Mw 7,5.....	115
Gambar 4. 40 Grafik Perbandingan SF Titik 3 Mw 6,1.....	115
Gambar 4. 41 Grafik Perbandingan SF Titik 3 Mw 6,8.....	116
Gambar 4. 42 Grafik Perbandingan SF Titik 3 Mw 7,5.....	116
Gambar 4. 43 Grafik Perbandingan SF Titik 4 Mw 6,1.....	117
Gambar 4. 44 Grafik Perbandingan SF Titik 4 Mw 6,8.....	117
Gambar 4. 45 Grafik Perbandingan SF Titik 4 Mw 7,5.....	118
Gambar 4. 46 Grafik Perbandingan SF Titik 5 Mw 6,1.....	118
Gambar 4. 47 Grafik Perbandingan SF Titik 5 Mw 6,8.....	119

Gambar 4. 48 Grafik Perbandingan SF Titik 5 Mw 7,5.....	119
Gambar 4. 49 Grafik peningkatan tekanan air pori BH-1.....	126
Gambar 4. 50 Grafik peningkatan tekanan air pori BH-2.....	126
Gambar 4. 51 Grafik peningkatan tekanan air pori BH-3.....	127
Gambar 4. 52 Grafik peningkatan tekanan air pori BH-4.....	127
Gambar 4. 53 Grafik peningkatan tekanan air pori BH-5.....	128
Gambar 4. 54 LPI dan Tingkat risiko metode Youd et al. Titik 1	167
Gambar 4. 55 LPI dan Tingkat risiko metode HBF Titik 1	167
Gambar 4. 56 LPI dan Tingkat risiko LiqIT Titik 1.....	168
Gambar 4. 57 LPI dan Tingkat risiko metode Youd et al. Titik 2	168
Gambar 4. 58 LPI dan Tingkat risiko metode HBF Titik 2	168
Gambar 4. 59 LPI dan Tingkat risiko metode LiqIT Titik 2.....	169
Gambar 4. 60 LPI dan Tingkat risiko metode Youd et al. Titik 3	169
Gambar 4. 61 LPI dan Tingkat risiko metode HBF Titik 3	169
Gambar 4. 62 LPI dan Tingkat risiko metode LiqIT Titik 3.....	170
Gambar 4. 63 LPI dan Tingkat risiko metode Youd et al. Titik 4.....	170
Gambar 4. 64 LPI dan Tingkat risiko metode HBF Titik 4	170
Gambar 4. 65 LPI dan Tingkat risiko LiqIT Titik 4.....	171
Gambar 4. 66 LPI dan Tingkat risiko metode Youd et al. Titik 5	171
Gambar 4. 67 LPI dan Tingkat risiko metode HBF Titik 5	171
Gambar 4. 68 LPI dan Tingkat risiko metode LiqIT Titik 5.....	172
Gambar 4. 69 Input data SPT kawasan pusat bisnis, PIK II, Jl. Letjen S. Parman, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten.....	173
Gambar 4. 70 Paraeter umum likuefaksi	173
Gambar 4. 71 Metode perhitungan MSF yang digunakan.....	174
Gambar 4. 72 Metode perhitungan faktor reduksi (rd).....	174
Gambar 4. 73 Parameter umum perhitungan likuefaksi	175
Gambar 4. 74 Parameter perhitungan data SPT.....	175
Gambar 4. 75 Perhitungan likuefaksi menggunakan data SPT	176
Gambar 4. 76 Grafik SPT, <i>Shear Stress Ratio</i> , FS dan <i>Settlements</i>	176
Gambar 4. 77 Grafik potensial likuefaksi.....	177
Gambar 4. 78 Hasil Perhitungan CSR di setiap lapisan tanah.....	177

Gambar 4. 79 Sambungan Hasil Perhitungan pada Gambar 4.48	178
Gambar 4.80 Hasil Perhitungan CRR7,5 di Setiap Lapisan Tanah	179
Gambar 4. 81 Faktor Keamanan dan Total Penurunan Tanah	180
Gambar 4. 82 Indeks Potensi Likuefaksi	180
Gambar 4. 83 Metode Seed et al. (1975)	197
Gambar 4. 84 Metode Youd et al. (2001).....	198
Gambar 4. 85 Metode HBF (2012).....	199

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana alam, khususnya gempa bumi. Gempa bumi merupakan fenomena alam yang telah menyebabkan bencana dan menimbulkan kerusakan di Indonesia. Letak geografis Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, yang menjadikannya bagian dari Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*). Akibatnya, wilayah Indonesia sangat rawan terhadap aktivitas seismik dan geoteknik ekstrem, termasuk likuefaksi (Nurlita Fitri et al, 2025). Likuefaksi adalah fenomena geoteknik yang terjadi ketika tanah jenuh air kehilangan kekuatan gesernya akibat peningkatan tekanan air pori selama gempa, sehingga tanah berperilaku seperti fluida (Mina et al, 2018).

Sebuah gempa bumi dengan kecepatan 7,4 SR melanda Kota Palu, yang berada di Provinsi Sulawesi Tengah pada jumat 28 September 2018, merupakan contoh fenomena likuefaksi yang cukup besar. (CSRRP, 2024). *Central Business District* (CBD) Pantai Indah Kapuk II (PIK II) di Kecamatan Kosambi dan Teluknaga, Kabupaten Tangerang, Banten adalah area yang menunjukkan dinamika yang signifikan dalam pembangunan. Letaknya yang strategis di pesisir menjadikan kawasan ini memiliki elevasi rendah, muka air tanah yang cukup dangkal, dan tanah endapan alluvial jenuh air semua merupakan karakteristik utama tanah yang rentan mengalami likuefaksi. Oleh karena itu, kajian mengenai risiko likuefaksi sangat penting, tidak hanya untuk memastikan keselamatan bangunan dan manusia.

Sebagian besar studi dahulu hanya menerapkan satu jenis pendekatan empiris, sehingga belum memberikan gambaran perbandingan terhadap Penilaian likuefaksi. Wilayah CBD PIK II sebagai kawasan reklamasi yang dirancang sebagai pusat bisnis dan hunian kelas atas belum banyak dikaji secara khusus dalam konteks risiko likuefaksi. padahal, dengan tanah hasil timbunan yang didominasi oleh material lepas dan jenuh air adalah dua faktor yang sangat berkontribusi terhadap risiko likuefaksi (Diana et al., 2024)

Untuk menilai potensi likuefaksi, berbagai metode telah dikembangkan. Salah satu pendekatan yang paling populer di seluruh dunia adalah pendekatan empiris yang didasarkan pada data *Standard Penetration Test* (SPT). Metode pertama diciptakan oleh Seed dan Idriss (1971), tetapi telah diperbarui oleh Youd et al. (2001) dan ada juga metode *Hyperbolic Function* (2012). Pendekatan ini memasukkan parameter-parameter koreksi nilai *Standard Penetration Test* (SPT), tekanan efektif, dan *Cyclic Stress Ratio* (CSR) terhadap *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) (Bryantt, 2020).

Penelitian menyajikan studi komparatif terhadap metode evaluasi potensi likuefaksi berdasarkan dari uji *in-situ Standard Penetration Test* (SPT) yang diterapkan pada wilayah yang mencerminkan kompleksitas tantangan pembangunan dan geoteknik di Indonesia masa kini. Dengan demikian, studi ini penting untuk membandingkan beberapa pendekatan empiris dalam menilai potensi likuefaksi.

Penelitian ini menjadi sangat penting mengingat potensi kerugian struktural dan ekonomi dari likuefaksi bisa mencapai tingkat yang signifikan. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis, baik untuk perencana teknis, pengembang properti, maupun pihak pemerintah dalam rangka mitigasi risiko bencana geoteknik di masa depan. Oleh karena itu, dipilih judul: **“Analisis Komparatif Risiko Likuefaksi Dengan Pendekatan Empiris Berdasarkan Nilai *Standart Penetration Test* (SPT) Studi Kasus: *Central Business District* (CBD) Pik II”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang penulis diatas, maka penulis merumuskan masalah yang akan diteliti adalah

- a. Bagaimanakah pengaruh variasi magnitudo gempa terhadap potensi likuifasi berdasarkan perbandingan nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR)?
- b. Berapakah nilai Safety Factor (SF) dengan data N-SPT menggunakan metode Youd et al (2001) dan HBF (2012)?
- c. Bagaimanakah peningkatan air pori pada setiap titik penelitian?
- d. Bagaimanakah tingkat potensi risiko likuefaksi yang terjadi akibat likuefaksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari Tugas Akhir ini untuk menganalisis potensi terjadinya likuefaksi dan Tingkat Risiko di Kawasan Pusat Bisnis Pantai Indah Kapuk II-Banten. Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Menganalisis pengaruh variasi besaran magnitudo gempa terhadap potensi likuifaksi berdasarkan perbandingan nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) dengan nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR).
- b. Menganalisis nilai faktor keamanan likuefaksi dengan data N-SPT menggunakan metode Youd et al. (2001) dan *Hyperbolic Function* (2012).
- c. Menentukan nilai peningkatan air pori.
- d. Menentukan tingkatan resiko yang terjadi akibat likuefaksi.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dalam pembahasan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini berfokus pada Kawasan Bisnis Pantai Indah Kapuk 2 di Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten.
- b. Penelitian menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) sebagai parameter utama dalam analisis potensi likuefaksi.
- c. Menganalisis potensi likuefaksi dengan nilai M_w 6.1, M_w 6.8, dan M_w 7.5
- d. Analisis struktur tanah dilaksanakan dengan pendekatan metode empiris.
- e. Perhitungan empiris dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel serta analisis dua dimensi menggunakan program LiqIT v.4.7.7.5 untuk validasi hasil.
- f. Evaluasi potensi likuefaksi dilakukan pada lima titik di Kawasan Bisnis PIK 2, Tangerang.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Teoritis, Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi mahasiswa, peneliti, dan akademisi dalam mengembangkan kajian likuefaksi dengan pendekatan empiris berbasis data *Standard Penetration Test* (SPT).
- b. Manfaat Praktis, Hasil analisis dapat digunakan oleh perencana struktur, konsultan geoteknik, dan pengembang properti ketika mereka merancang fondasi bangunan yang aman terhadap risiko likuefaksi di wilayah pesisir tanah reklamasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian disusun sesuai dengan pedoman penulisan tugas akhir yang telah ditetapkan diuraikan pada penjelasan berikut ini:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penulisan, tujuan, manfaat, pembatasan masalah dan metodologi serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup segala hal yang dapat dijadikan sebagai dasar bagi penulis untuk mendukung analisis pada tugas akhir ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang berbagai tahapan metodologi yang dilakukan dalam pengambilan data yang mendukung analisis tugas

BAB IV : ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang hasil perhitungan Analisa Potensi Likuefaksi pada proyek.

BAB V : PENUTUP

Menyajikan bagian yang berisi tentang kesimpulan dan saran yang diberikan pada laporan tugas akhir ini.