

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT  
GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN NILAI SPT**


**(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Tanggul dan Drainage  
PT. Komatsu Indonesia)**



**DISUSUN OLEH:**  
**KHAIRUNNISA PUSPITA NINGTYAS**  
**41114120080**

**DOSEN PEMBIMBING:**  
**Ir. DESIANA VIDAYANTI, M.T**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2020**

	<b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG          PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL          FAKULTAS TEKNIK          UNIVERSITAS MERCU BUANA</b>	<b>Q</b>
---	---	----------

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir : ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN NILAI SPT**

Disusun oleh

**Nama : KHAIRUNNISA PUSPITA NINGTYAS**

**NIM : 41114120080**

**Program Studi : TEKNIK SIPIL**


Telah diajukan dan dinyatakan layak diujikan pada sidang sarjana :

Tanggal :

Mengetahui,

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Pembimbing Tugas Akhir



**Ir. Desiana Vidayanti, M.T**

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Acep Hidayat, S.P., M.T**

**LEMBAR PERNYATAAN  
SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : KHAIRUNNISA PUSPITA NINGTYAS  
Nomor Induk Mahasiswa : 41114120080  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 26 November 2020  
Yang memberikan pernyataan



Khairunnisa Puspita Ningtyas  
NIM: 41114120080

## ABSTRAK

KHAIRUNNISA PUSPITA NINGTYAS. ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN NILAI SPT (Studi kasus: Proyek Pembangunan Tanggul dan Drainage PT Komatsu Indonesia). Dibimbing oleh DESIANA VIDAYANTI.

Indonesia merupakan wilayah dengan potensi gempa bumi yang besar. Hal ini disebabkan lokasi Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama bumi yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Dalam dunia teknik sipil, gempa bumi menimbulkan beberapa resiko yang sangat penting untuk diperhitungkan, yaitu kegagalan struktur. Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini, yaitu menganalisis potensi likuifaksi yang terjadi pada proyek yang ditinjau. Berkaca pada kejadian bencana alam di Palu pada September 2018 lalu, akibat guncangan gempa bumi, terjadi gejala likuifaksi dimana terjadi kenaikan dan penurunan permukaan tanah. Tanah di daerah tersebut tiba tiba berubah menjadi lumpur dan menyeret bangunan di atasnya.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mencari parameter-parameter yang mempengaruhi potensi likuifaksi di lokasi penelitian; (2) menganalisis perhitungan Cyclic Stress Ratio (CSR) dan Cyclic Resistance Ratio (CRR) dengan menggunakan data Standard Penetration Test (SPT) serta data gempa yang terjadi; (3) menghitung faktor keamanan akibat peristiwa likuifaksi pada tanah yang ditinjau berdasarkan data Standard Penetration Test (SPT); (4) menganalisis potensi likuifaksi yang terjadi pada lokasi penelitian. Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi, antara lain : prosedur dan langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan dengan langkah apa data-data tersebut diperoleh dan selanjutnya diolah untuk dianalisis.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan, data tanah yang digunakan dalam Analisa ini terdiri dari tiga titik pengambilan sample. Data yang digunakan adalah data SPT pada DB I (dengan MAT 1,10 mtr), DB II (dengan MAT 1,50 mtr), DB III (dengan MAT 2,8 mtr). Tanah didominasi jenis Lanau. Dari hasil perhitungan yang didapat dengan mengambil sample perhitungan pada 9,5 SR, mengartikan bahwa lapisan tanah di lokasi penelitian aman terhadap likuifaksi hingga 9,5 SR (Analisa hanya sampai 9,5 SR). Saran yang dapat diambil dari penelitian ini, hasil analisis perhitungan yang diperoleh sebaiknya dibandingkan dengan metode perhitungan lainnya, seperti perhitungan dengan menggunakan data laboratorium atau juga dengan data pengujian sondir atau CPT; jumlah titik pengujian sebaiknya lebih banyak, agar ada data pembandingan satu dengan lainnya, dan mendapatkan data lapisan berpotensi likuifaksi lebih akurat; untuk analisa MSF sebaiknya menggunakan lebih banyak data SR, agar lebih akurat dan diketahui range besar gempa magnitude berapa lokasi penelitian berpotensi likuifaksi; sistem pondasi yang akan digunakan sebaiknya tetap mengacu pada analisa potensi likuifaksi pada lokasi yang ditinjau.

## ABSTRACT

KHAIRUNNISA PUSPITA NINGTYAS. ANALYSIS OF POTENTIAL LIQUEFACTION DUE TO AN EARTHQUAKE USING SPT VALUE (Case study: PT Komatsu Indonesia Embankment and Drainage Construction Project). Supervised by DESIANA VIDAYANTI.

Indonesia is a region with the potential for large earthquakes. This is due to Indonesia's location at the meeting point of the Earth's three main tectonic plates, namely the Eurasian, Indo-Australian and Pacific Plates. In the world of civil engineering, earthquakes pose several risks that are very important to take into account, namely structural failure. The problem that will be discussed in this final assignment is analyzing the potential for liquefaction that occurs in the project under review. Reflecting on the natural disaster in Palu in September 2018, due to earthquake shocks, liquefaction symptoms occurred where the land surface rose and fell. The soil in the area suddenly turned to mud and dragged down the buildings above it.

This research aims to (1) look for parameters that influence the liquefaction potential at the research location; (2) analyzing the calculation of the Cyclic Stress Ratio (CSR) and Cyclic Resistance Ratio (CRR) using Standard Penetration Test (SPT) data as well as earthquake data that occurred; (3) calculate the safety factor due to liquefaction events on the land being reviewed based on Standard Penetration Test (SPT) data; (4) analyze the potential for liquefaction that occurs at the research location. The research method provides an overview of the research design which includes, among other things: procedures and steps that must be taken, research time, data sources, and with what steps the data is obtained and then processed for analysis.

The results of this research can be concluded, the soil data used in this analysis consists of three sampling points. The data used is SPT data on DB I (with MAT 1.10 mtr), DB II (with MAT 1.50 mtr), DB III (with MAT 2.8 mtr). The soil is dominated by silt type. From the calculation results obtained by taking calculation samples at 9.5 SR, it means that the soil layer at the research location is safe against liquefaction up to 9.5 SR (Analysis only up to 9.5 SR). Suggestions that can be taken from this research are that the calculation analysis results obtained should be compared with other calculation methods, such as calculations using laboratory data or also with sondir or CPT test data; The number of test points should be greater, so that there is data to compare with each other, and to obtain more accurate data on potentially liquefaction layers; for MSF analysis, it is better to use more SR data, so that it is more accurate and knows the range of earthquake magnitudes and how many research locations have the potential for liquefaction; The foundation system that will be used should still refer to the analysis of liquefaction potential at the location being reviewed.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan Tugas Akhir dengan judul: **ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA DENGAN MENGGUNAKAN NILAI SPT**. Tak lupa salawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw, yang telah membimbing pendahulu-pendahulu kita dengan menyampaikan penyempurnaan ajaranNya yang dapat dijadikan pedoman hingga saat ini.

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Mercubuana. Dan tugas akhir ini juga bertujuan memperluas wawasan bagi yang membacanya.

Penghargaan dan terima kasih penulis berikan pihak-pihak yang turun membantu sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik, yaitu kepada:

1. Pembimbing Tugas Akhir, Ibu Ir. Desiana Vidayanti, M.T yang telah dengan penuh kelapangan hati untuk menerima saya sebagai mahasiswi bimbingannya dan dengan sabar menuntun agar terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Kepala Prodi Program Studi Teknik Sipil, Bpk. Acep Hidayat, S.T, M.T yang telah dengan tekun selalu mengingatkan mahasiswa akan schedule Tugas Akhir ditengah kesimpangsiuran schedule akibat wabah covid 19.
3. Kedua Orang tua dan suami saya, yang senantiasa bersedia menjaga anak anak saya ketika saya sedang penuh tugas kuliah dan deadline untuk Tugas Akhir.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan ini dan semoga bermanfaat bagi saya selaku penulis dan kita semua selaku pembaca.

Jakarta, 28 November 2020

Khairunnisa Puspita Ningtyas

Penulis Tugas Akhir

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I - PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-2
I.3 Maksud dan Tujuan.....	I-2
I.4 Manfaat Penelitian.....	I-2
I.5 Pembatasan Masalah.....	I-3
I-6 Sistematika Penulisan.....	I-3
<b>BAB II - TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 Gempa Bumi.....	II-1
II.2 Geoteknik.....	II-5
II.2.1 Mekanika Tanah.....	II-5
II.2.1.1 Tanah.....	II-6
II.2.1.2 Penyeldikan Tanah.....	II-14
II.2.2 Teknik Rekayasa Fondasi.....	II-21
II.2.2.1 Daya Dukung Tanah.....	II-21
II.2.2.2 Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah.....	II-23
II.2.3 Fondasi Dalam.....	II-24
II.3 Likuifaksi .....	II-30
II.3.1 Kerentanan Likuifaksi .....	II-33
II.3.2 Metode Evaluasi Likuifaksi.....	II-36
II.4 Analisa Likuifaksi.....	II-38

II.4.1	Parameter-parameter yang Memengaruhi Potensi Likuifaksi.....	II-38
II.4.2	Metode-metode untuk Mengevaluasi Likuifaksi.....	II-40
II.4.2.1	Metode Evaluasi Cyclic Stress Ratio (CSR).....	II-41
II.4.2.2	Metode Evaluasi Cyclic Resistance Ratio (CRR).....	II-42
II.4.2.3	Magnitude Scaling Factors (MSF).....	II-44
<b>BAB III - METEDOLOGI PENELITIAN</b>		
III.1	Pendahuluan .....	III-1
III.2	Teknik Penelitian.....	III-1
III.2.1	Teknik Pengumpulan Data.....	III-1
III.2.2	Teknik Pengolahan Data.....	III-6
III.3	Diagram Alir Penelitian.....	III-6
<b>BAB IV - ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>		
IV.1	Pengumpulan Data.....	IV-1
IV.1.1	Data Sejarah Gempa.....	IV-1
IV.1.2	Hasil Penyelidikan Tanah.....	IV-2
IV.1.3	Analisa Jenis dan Sifat Tanah.....	IV-4
IV.2	Percepatan Gempa.....	IV-4
IV.3	Parameter-parameter yang Memengaruhi Potensi Likuifaksi.....	IV-5
IV.3.1	Menghitung Teg. Vertikal Total ( $\sigma_v$ ) & Teg. Vertikal Efektif ( $\sigma'_v$ ).....	IV-5
IV.3.2	Menghitung Faktor Reduksi ( $r_d$ ).....	IV-7
IV.3.3	Menghitung koreksi Nilai N-SPT.....	IV-8
IV.4	Menghitung <i>Cyclic Stress Ratio</i> (CSR).....	IV-10
IV.5	Menghitung <i>Cyclic Resistance Ratio</i> ( $CRR_{7.5}$ ).....	IV-11
IV.6	Menghitung <i>Magnitude Scaling Factor</i> (MSF).....	IV-13
IV.7	Menghitung <i>Cyclic Resistance Ratio</i> ( $CRR_M$ ).....	IV-14
IV.8	Menghitung <i>Safety Factor</i> (FS) terhadap likuifaksi.....	IV-17
IV.9	Hasil Analisa Potensi Likuifaksi.....	IV-19



**BAB V - PENUTUP**

V.1 Kesimpulan..... V-1  
V.2 Saran..... V-4

**DAFTAR PUSTAKA..... Pustaka-1**

**LAMPIRAN..... Lampiran-1**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Gambar peta tektonik kepulauan Indonesia
- Gambar 2. Gambar lempeng tektonik dunia
- Gambar 3. Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun
- Gambar 4. Wilayah gempa Jakarta
- Gambar 5. Diagram fase tanah
- Gambar 6. Klasifikasi tanah menurut Mississippi River Commission
- Gambar 7. Ilustrasi analisis daya dukung tanah oleh Terzaghi (1943)
- Gambar 8. Grafik daya dukung tanah Terzaghi
- Gambar 9. Variasi nilai maksimum dari  $N_c^*$  &  $N_q^*$  dengan sudut geser tanah (Meyerhof, 1976)
- Gambar 10. Variasi nilai  $\lambda$  dengan panjang bagian tiang yang tertanam
- Gambar 11. Variasi nilai  $\alpha$  pada tanah lempung “*cohesion undrained*”
- Gambar 12. Hubungan antara Magnitude Gempa dengan Jarak Kritis Kejadian Likuifaksi (Sumber : Bureau Reclamation, 1984)
- Gambar 13. Idealisasi elemen tanah di lapangan saat gempa (Sumber : Seed & Idriss, 1966)
- Gambar 14. Variasi tegangan geser dari respon analisis (Sumber : Seed & Idriss, 1966)
- Gambar 15. Hubungan antara jarak epicentral site dan momen magnitude (Sumber : Kramer, 1996)
- Gambar 16. Pengaruh OCR pada tegangan yang menyebabkan likuifaksi pada uji sample shear (Sumber : Seed dan Peacock, 1971)
- Gambar 17. Denah pengambilan sample titik Sondir (S) dan Bor Dalam (DB)
- Gambar 18. Hasil *Standard Penetration Test* (SPT) pada DB I
- Gambar 19. Hasil *Standard Penetration Test* (SPT) pada DB II
- Gambar 20. Hasil *Standard Penetration Test* (SPT) pada DB III
- Gambar 21. Wilayah gempa Jakarta
- Gambar 22. Grafik Kedalaman, CSR, CRR, dan FS pada titik DB I, DB II, dan DB III

## DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing wilayah gempa Indonesia
- Tabel 2. Sifat-sifat teknis tanah
- Tabel 3. Klasifikasi tanah system AASHTO
- Tabel 4. Klasifikasi tanah system Unified
- Tabel 5. Klasifikasi tanah system Unified (lanjutan)
- Tabel 6. Jenis-jenis tanah
- Tabel 7. Hubungan nilai N dengan kerapatan relative  $D_r$   
Terzaghi dan Peck (1948)
- Tabel 8. Hubungan nilai N, konsisten dan kuat geser tekan bebas  $q_u$   
Terzaghi dan Peck (1948)
- Tabel 9. Nilai factor daya dukung tanah Terzaghi
- Tabel 10. Korelasi nilai N dan  $\gamma$  pada tanah kohesif dan non kohesif
- Tabel 11. Koreksi-koreksi yang digunakan dalam uji SPT  
(Youd, T.L & Idriss, I.M., 2001)
- Tabel 12. Pemeriksaan Jenis Tanah di titik DB I, DB II, DB III dengan SPT
- Tabel 13. Teg vertical total & efektif pada titik DB I, dengan MAT 1,10 mtr
- Tabel 14. Teg vertical total & efektif pada titik DB II, dengan MAT 1,50 mtr
- Tabel 15. Teg vertical total & efektif pada titik DB III, dengan MAT 2,80 mtr
- Tabel 16. Analisa Faktor Reduksi ( $r_d$ )
- Tabel 17. Analisa nilai  $C_N$
- Tabel 18. Analisa nilai  $N_{160}$
- Tabel 19. Analisa *Cyclic Stress Ratio* (CSR) pada titik DB I, DB II, DB III
- Tabel 20. Perhitungan nilai  $N_{160cs}$  titik DB I, DB II, DB III (*Fines Content* >50%)
- Tabel 21. Analisa *Cyclic Resistance Ratio* ( $CRR_{7.5}$ ) pada titik DB I, DB II, DB III
- Tabel 22. Analisa MSF dengan Magnitude gempa 5,5-9,5 SR
- Tabel 23. Analisa  $CRR_M$  dengan Magnitude gempa 5,5-9,5 SR pada titik DB I
- Tabel 24. Analisa  $CRR_M$  dengan Magnitude gempa 5,5-9,5 SR pada titik DB II
- Tabel 25. Analisa  $CRR_M$  dengan Magnitude gempa 5,5-9,5 SR pada titik DB III
- Tabel 26. Analisa *FS* titik DB I, MAT 1,10 mtr, Skala Magnitude Gempa 9,5 SR
- Tabel 27. Analisa *FS* titik DB II, MAT 1,50 mtr, Skala Magnitude Gempa 9,5 SR
- Tabel 28. Analisa *FS* titik DB III, MAT 2,80 mtr, Skala Magnitude Gempa 8 SR
- Tabel 29. Parameter-parameter yang memengaruhi potensi likuifaksi

Tabel 30. Parameter-parameter yang memengaruhi potensi likuifaksi (lanjutan 1)

Tabel 31. Parameter-parameter yang memengaruhi potensi likuifaksi (lanjutan 2)

Tabel 32. Parameter-parameter yang memengaruhi potensi likuifaksi (lanjutan 3)

