

TUGAS AKHIR

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA
BUMI MENGGUNAKAN DATA SPT (*STANDAR
PENETRATION TEST*) DAN CPT (*CONE
PENETRATION TEST*)**

***ANALYSIS OF LIQUIFACTION POTENTIAL DUE TO
EARTHQUAKE USING SPT (STANDARD
PENETRATION TEST) AND CPT (CONE
PENETRATION TEST)***

**(Studi Kasus Pembangunan New Yogyakarta International Airport (NYIA)
di Kulon Progo, Desa Glagah dan Desa Palihan)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Rizka Amalia Lestari
14 511 407**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2018

TUGAS AKHIR

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA
BUMI MENGGUNAKAN METODE SPT (STANDAR
PENETRATION TEST)**

***ANALYSIS OF LIQUIFACTION POTENTIAL DUE TO
EARTHQUAKE EARTHQUAKE USING SPT
(STANDARD PENETRATION TEST)***

**(Studi Kasus Pembangunan New Yogyakarta International Airport (NYIA)
di Kulon Progo, Desa Glagah, Desa Jangkar, dan Desa Palihan)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Rizka Amalia Lestari
14 511 407**

Disetujui :

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, flowing loop followed by a few sharp strokes.

**Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T
Tanggal 31 JULI 2018**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 2018

Yang membuat pernyataan,

Rizka Amalia Lestari

(14511407)

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum, Wr. Wb.,

Alhamdulillah Alhamdulillah Alhamdulillah Robbil'alamin. Puji dan syukur penyusun panjatkan atas nikmat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya, *Allahumma Sholli 'Ala Sayyidina Muhammad wa 'ala ali Sayyidina Muhammad*, yang telah membawa zaman meninggalkan zaman kebodohan dan telah menjadi teladan yang sempurna.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Selanjutnya, izinkanlah penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T selaku dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, pembelajaran, dan nasihat baik serta motivasi yang membangkitkan semangat penulis selama penyusunan tugas akhir sehingga penulis termotivasi untuk terus menjadi lebih semangat.
2. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr., Ir., M.T selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Seluruh dosen, pengajar, laboran, asisten, karyawan Teknik Sipil-UII yang telah memberikan ilmu dan memfasilitasi kegiatan pembelajaran penyusun selama masa kuliah,

4. Mama tersayang Lily Mariana dan Papa terhebat Bujang Thaha yang selalu mendoakan dan menjadi motivasi terbesar penyusun dalam menuntut ilmu. Terima kasih tiada akhir atas semua doa, kasih sayang, kesabaran, dan ketegaran membesarkan dan mendidik anak-anak sehingga penulis menjadi seperti sekarang ini.
5. Abang terkasih Muhammad Fajarulhuda yang selalu mengajarkan untuk terus berusaha dan pantang menyerah dalam mengapai kesuksesan akhirat maupun dunia.
6. Sahabat terbaik Indriati Melanda yang selalu memberikan semangat dan motivasi tanpa lelah.
7. Hamima Sariri yang juga berpengaruh besar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
8. Gilang Sasi Kirono yang selalu memotivasi dengan “selow aja” dan selalu ada walaupun sebenarnya antara ada dan tiada.
9. Aulia Putri, Wahyu, Bintang Rizky, Ilma, Nida, Nadya, Mei, Argo, Arnas, Nubu, Putra, Febrian dan kelas J teman pertama di sipil yang selalu mendoakan penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Fuanda, Afdala dan Samsudin yang menjadi teman sepermainan selalu ada saat lelah mengerjakan Tugas Akhir ini.
11. Teman kos Wisma Anugrah Saumi, Mba Deska, Ica, Vera yang mewarnai hari-hari aku.
12. Mouza, Obet, Poko, Moshy, Monel kucing-kucing ku tersayang
13. Keluarga Sipil 14 yang menjadi rekan bahkan saudara selama menjalani masa kuliah. Terima kasih atas bantuan dan dorongannya.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Penyusun berharap semoga penelitian yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi dunia Teknik Sipil Indonesia dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisis Potensi Likuifaksi Pada Proyek Wire House Belawan	4
2.2 Evaluasi Potensi Likuifaksi Dengan Uji Pembebanan Siklik dan Uji Lapangan	5
2.3 Potensi Likuifaksi di Kali Opak Imogiri	7
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Karakteristik Dasar Tanah	11
3.2 Klasifikasi Tanah USCS	17
3.3 Gempa Bumi	20
3.4 Likuifaksi	22
3.4.1 Definisi Likuifaksi	23

3.4.2	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Potensi Likuifaksi	24
3.4.3	Bahaya yang Disebabkan oleh Peristiwa Likuifaksi	25
3.5	Metode Untuk Menganalisis Potensi Likuifaksi	26
3.5.1	Metode CSR (<i>Cyclic Stress Ratio</i>)	26
3.5.2	Metode CRR (<i>Cyclic Resistance Ratio</i>)	28
BAB IV	METODE PENELITIAN	31
4.1	Tahapan Penelitian	31
4.2	Analisis Data	31
4.3	Bagan Alir Penelitian	33
BAB V	PEMBAHASAN	35
5.1	Klasifikasi Tanah USCS	35
5.2	Analisis Potensi Likuifaksi	39
5.2.1	Data Umum	39
5.2.2	Peta Wilayah Gempa	40
5.2.3	Data Tanah	41
5.2.4	Analisis Data SPT	43
5.2.5	Analisis Data CPT	92
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	118
6.1	Kesimpulan	118
6.2	Saran	118
	DAFTAR PUSTAKA	120

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Penelitian-Penelitian	8
Tabel 3.1	Rentang Ukuran Partikel	11
Tabel 3.2	Macam Tanah	15
Tabel 3.3	Nilai Indeks Plastisitas Tanah dan Macam Tanah	16
Tabel 3.4	Sistem Klasifikasi Tanah USCS	18
Tabel 3.5	Klasifikasi Butiran Tanah Menurut USCS, ASTM, MIT dan <i>International Nomenclature</i>	20
Tabel 3.6	Nilai Faktor Koreksi untuk $(N_1)_{60}$	28
Tabel 5.1	Data Analisa Saringan Tanah Desa Glagaharjo	35
Tabel 5.2	Data Analisa Saringan Tanah Desa Palihan	36
Tabel 5.3	Data SPT	41
Tabel 5.4	Data CPT	42
Tabel 5.5	Perhitungan CSR DB-01	52
Tabel 5.6	Perhitungan CRR DB-01	53
Tabel 5.7	Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-01	54
Tabel 5.8	Perhitungan CSR DB-02	56
Tabel 5.9	Perhitungan CRR DB-02	57
Tabel 5.10	Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-02	58
Tabel 5.11	Perhitungan CSR DB-03	60
Tabel 5.12	Perhitungan CRR DB-03	61
Tabel 5.13	Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-03	62
Tabel 5.14	Perhitungan CSR DB-04	64
Tabel 5.15	Perhitungan CRR DB-04	65
Tabel 5.16	Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-04	66
Tabel 5.17	Perhitungan CSR DB-05	68
Tabel 5.18	Perhitungan CRR DB-05	69
Tabel 5.19	Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-05	70
Tabel 5.20	Perhitungan CSR DB-09	72

Tabel 5.21 Perhitungan CRR DB-09	73
Tabel 5.22 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-09	74
Tabel 5.23 Perhitungan CSR DB-11	76
Tabel 5.24 Perhitungan CRR DB-11	77
Tabel 5.25 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-11	78
Tabel 5.26 Perhitungan CSR DB-32	80
Tabel 5.27 Perhitungan CRR DB-32	81
Tabel 5.28 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-32	82
Tabel 5.29 Perhitungan CSR DB-33	84
Tabel 5.30 Perhitungan CRR DB-33	85
Tabel 5.31 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-33	86
Tabel 5.32 Perhitungan CSR DB-81	88
Tabel 5.33 Perhitungan CRR DB-81	89
Tabel 5.34 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi DB-81	90
Tabel 5.35 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-01	94
Tabel 5.36 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-02	96
Tabel 5.37 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-03	98
Tabel 5.38 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-04	100
Tabel 5.39 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-05	102
Tabel 5.40 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-09	104
Tabel 5.41 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-11	106
Tabel 5.42 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-32	108
Tabel 5.43 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-33	110
Tabel 5.44 Hasil Analisis Potensi Likuifaksi CPT-35	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Untuk Menentukan Potensi Likuifaksi	6
Gambar 3.1 Peta Wilayah Gempa Indonesia Menurut SNI 1726-2012	22
Gambar 3.2 R_d versus <i>Depth Curves Developed</i>	27
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	33
Gambar 5.1 Grafik <i>Size Analisis</i> Desa Glagaharjo	37
Gambar 5.2 Grafik <i>Size Analisis</i> Desa Palihan	37
Gambar 5.3 Klasifikasi Tanah USCS	39
Gambar 5.4 Peta Wilayah Gempa Indonesia Menurut SNI 1726-2012	40
Gambar 5.5 Detail Lapisan Tanah DB-01	43
Gambar 5.6 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-01)	55
Gambar 5.7 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-02)	59
Gambar 5.8 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-03)	63
Gambar 5.9 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-04)	67
Gambar 5.10 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-05)	71
Gambar 5.11 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-09)	75
Gambar 5.12 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-11)	79
Gambar 5.13 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-32)	83
Gambar 5.14 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-33)	87
Gambar 5.15 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (DB-81)	91
Gambar 5.16 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-01)	96
Gambar 5.17 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-02)	98
Gambar 5.18 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-03)	100
Gambar 5.19 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-04)	102
Gambar 5.20 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-05)	104
Gambar 5.21 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-09)	106
Gambar 5.22 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-11)	108
Gambar 5.23 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-32)	110
Gambar 5.24 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-33)	112

Gambar 5.25 Grafik CSR, CRR, FS vs Kedalaman (CPT-35)	114
Gambar 5.26 Grafik FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai SPT	116
Gambar 5.27 Grafik FS vs Kedalaman Berdasarkan Nilai CPT	117

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Detail Lokasi Titik *Deep Boor*
- Lampiran 2 Detail Lokasi Titik Sondir
- Lampiran 3 Data *Standar Penetration Test* (SPT)
- Lampiran 4 Data *Cone Penetration Test* (CPT)
- Lampiran 5 Data Hasil Survei Geoteknik dan Uji Laboratorium
- Lampiran 6 Data Tanah Uji Laboratorium

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

SPT	= <i>Standar Penetration Test</i>
CPT	= <i>Cone Penetration Test</i>
CSR	= <i>Cyclic Stress Ratio</i>
CRR	= <i>Cyclic Resistance Ratio</i>
τ_{ave}	= Tegangan geser akibat gempa
τ_l	= Tegangan geser yang diperlukan untuk mengakibatkan likuifaksi
W	= Kadar air
W_w	= Berat air
W_s	= Berat butiran padat
γ_s	= Berat volume butiran
γ_w	= Berat volume air
γ_d	= Berat volume tanah
LL	= Batas cair tanah
PL	= Batas plastisitas tanah
N	= Jumlah pukulan
PI	= Index Plastisitas
g	= Gravitasi
α_{max}	= Percepatan permukaan horizontal maksimum
r_d	= koefisien tegangan reduksi
FS	= <i>Safety factor</i>
q_{clN}	= Nilai tahanan ujung terkoreksi
Cq	= Faktor normalisasi tahanan ujung konus
Cd	= Faktor reduksi
Cr	= Faktor Terkoreksi
σ	= Total Tegangan
σ'	= Total Tegangan efektif
Rd	= Kerapatan Relatif
e	= Angka pori

ABSTRAK

Terjadinya gempa bumi akan mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan maupun kerusakan pada struktur tanah. Salah satu kerusakan pada struktur tanah adalah likuifaksi. Likuifaksi adalah suatu proses atau kejadian berubahnya keadaan tanah dari keadaan padat menjadi keadaan cair yang disebabkan oleh beban siklik pada waktu terjadi gempa sehingga tekanan air pori (porewater) meningkat mendekati atau melampaui tegangan vertikal. Peristiwa ini akan berpengaruh terhadap struktur di atasnya terlebih jika terjadi pada tanah berpasir yang jenuh. Pada penelitian ini, penulis meninjau lokasi di Kulon Progo yaitu pada Proyek Pembangunan New Yogyakarta International Airport (NYIA).

Metode perhitungan analisis potensi likuifaksi menggunakan persamaan-persamaan yang disarankan oleh National Center For Earthquake Engineering Research (NCEER) USA yaitu berdasarkan pengolahan data SPT (Standar Penetration Test) dan data CPT (Cone Penetration Test). Dari data tersebut, kemudian dapat dihitung nilai Cyclic Stress Ratio (CSR) yang merupakan nilai perbandingan antara tegangan geser rata-rata yang diakibatkan oleh gempa dengan tegangan vertikal efektif di setiap lapisan dan nilai Cyclic Resistance Ratio (CRR) yaitu besarnya ketahanan tanah terhadap likuifaksi. Peristiwa likuifaksi akan terjadi untuk angka keamanan (FS) lebih kecil dari satu berdasarkan dari perbandingan antara nilai CRR dengan nilai CSR.

Adapun hasil dari penelitian potensi likuifaksi ini adalah pada lokasi proyek New Yogyakarta International Airport di Kulon Progo tersebut didapatkan semua titik yang ditinjau mempunyai nilai FS kurang dari satu yang artinya tanah memiliki kerentanan terhadap potensi likuifaksi. Untuk perhitungan berdasarkan data pengujian CPT dan data pengujian SPT pada masing-masing 10 titik yang tersebar zona likuifaksi berada pada kedalaman yang bervariasi berkisar 2 meter hingga 10 meter.

Kata Kunci : *gempa bumi, likuifaksi, uji penetrasi standard (SPT), cyclic stress ratio (CSR), cyclic resistance ratio (CRR), factor safety (FS), NCEER*

ABSTRACT

The occurrence of an earthquake will cause damage to the structure of the building and damage to the structure of the soil. One of the damage to the soil structure is liquefaction. Liquefaction is a process or event that changes the state of the soil from a solid state to a liquid state caused by a cyclic load during an earthquake so that the pressure of the pore (porewater) increases near or exceeds the vertical stress. This event will affect the structure above, especially if it occurs in saturated sandy soil. In this study, the author reviewed the location in Kulon Progo, namely the New Yogyakarta International Airport (NYIA) Development Project.

Calculation method of liquefaction potential analysis uses the equations suggested by the National Center for Earthquake Engineering Research (NCEER) USA, which is based on SPT data processing (Standard Penetration Test) and CPT data (Cone Penetration Test). From these data, then the value of Cyclic Stress Ratio (CSR) can be calculated, which is the ratio between the average shear stress caused by an earthquake with effective vertical stress at each layer and the value of Cyclic Resistance Ratio (CRR), namely the amount of soil resistance to liquefaction. The liquefaction event will occur for the safety factor (FS) smaller than one based on the comparison between the CRR value and the CSR value.

As for the results of this liquefaction potential research, the New Yogyakarta International Airport project location in Kulon Progo found that all points reviewed had FS values of less than one, which meant that the land had a vulnerability to potential liquefaction. For calculations based on CPT test data and SPT test data at each of the 10 points scattered the liquefaction zone is at varying depths ranging from 2 meters to 10 meters.

Keywords : *earthquake, liquefaction, standard penetration test (SPT), cyclic stress ratio (CSR), cyclic resistance ratio (CRR), factor safety (FS), NCEER*

