

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Hutagalung, Mario Sahalana

2018

Analisis Potensi Likuifaksi Akibat Gempa (studi kasus : Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan)

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/112>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA
(STUDI KASUS : REKLAMASI PELABUHAN KONTAINER BELAWAN)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Geoteknik)

Disusun Oleh :

MARIO SAHALANA HUTAGALUNG

120310044



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS
SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA
(STUDI KASUS : REKLAMASI PELABUHAN KONTAINER BELAWAN)

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Geoteknik)

Disusun Oleh :

MARIO SAHALANA HUTAGALUNG

120310044

Seminar Proposal : 08 Desember 2017

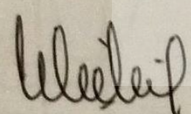
Seminar Isi : 02 November 2018

Sidang Sarjana : 20 Desember 2018

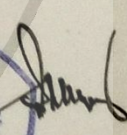
Disetujui Oleh :


(Ir. Simon Dertha Tarigan, MT.)
Pembimbing Utama

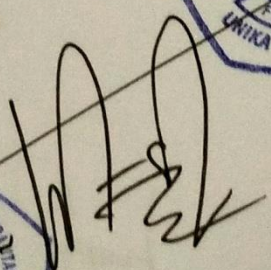
Disahkan Oleh :


(Ir. Simon Dertha Tarigan, MT.)
Koordinator Tugas Akhir




H. Silitonga, MT.)
Kaprodi Teknik Sipil




(Ir. Oloan Sitohang, MT.)
Dekan Fakultas Teknik

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA
(STUDI KASUS : REKLAMASI PELABUHAN KONTAINER BELAWAN)

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Geoteknik)

Disusun Oleh :

MARIO SAHALANA HUTAGALUNG

120310044

Seminar Proposal : 08 Desember 2017

Seminar Isi : 02 November 2018

Sidang Sarjana : 20 Desember 2018

Disetujui Oleh :

(Ir. Simon Dertha Tarigan, MT.)

Pembanding I

Disahkan Oleh :

(Ir. Martius Ginting, MTSi.)

Pembanding II

(Samsuardi Batubara, ST. MT.)

Pembanding III

(Ir. Binsar Silitonga, MT.)

Pembanding IV

PERNYATAAN ORIGINALITAS

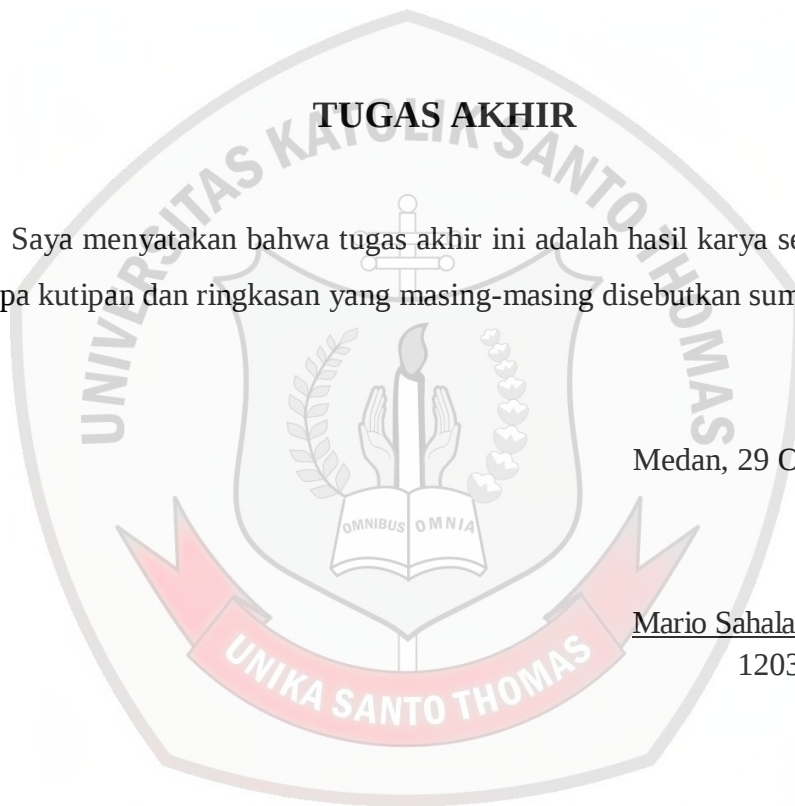
ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI AKIBAT GEMPA (STUDI KASUS : REKLAMASI PELABUHAN KONTAINER BELAWAN)

TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri, dengan beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 29 Oktober 2018

Mario Sahalana Hutagalung
120310044



LEMBAR PERSEMBAHAN

“Takut akan TUHAN adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan.”

(Amsal 1 :7)

“Dan bukan hanya itu saja. Kita malah bermegah juga dalam kesengsaraan kita, karena kita tahu, bahwa kesengsaraan itu menimbulkan ketekunan, dan ketekunan menimbulkan tahan uji dan tahan uji menimbulkan pengharapan.”

(Roma 5 : 3 - 4)

“Not everything that counts can be counted and not everything that's counted truly counts.”

(Albert Einstein)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik St. Thomas Sumatera Utara, Medan. Tugas Akhir ini berjudul ***“Analisis Potensi Likuifaksi Akibat Gempa (Studi Kasus : Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan)”***. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa dukungan moril, material, spiritual maupun dari segi administrasi. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Oloan Sitohang, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik St. Thomas Sumatera Utara.
2. Bapak Ir. Binsar Silitonga, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik St. Thomas Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Simon Dertha, MT. Selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik St. Thomas Sumatera Utara, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, dukungan, bimbingan serta meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Samsuardi Batubara, ST. MT. dan Bapak Ir. Martius Ginting, MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga dan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Katolik St. Thomas Sumatera Utara.
6. Teristimewa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta. Ayahanda SP. Hutagalung dan Ibunda R. Hutabarat (†). Kakak dan Abang : Almeria Lasriama Hutagalung, SE. Harianto Hutagalung, Amd. dan Lewiarta Sasta Hutagalung, SH. yang telah banyak memberikan doa, motivasi dan

kekuatan mental, serta finansial kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dan perkuliahan ini.

7. Terimakasih untuk Abanganda alumni Program Studi Teknik Sipil Unika St. Thomas Sumatera Utara Angkatan 2010, Johannes Lumbantoruan, ST. dan Angkatan 2007, Rajinda Bintang, ST. MT. yang telah memberikan bantuan dan dorongan sehingga tugas akhir ini selesai.
8. Terimakasih untuk Anthonius Onggo, Rio Sandy, Leonardo Fransiskus, dan Reindes Sibagariang yang telah memberikan bantuan dan dorongan sehingga tugas akhir ini selesai.
9. Kepada pihak pengelola dan pengembang yang termasuk dalam Proyek Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan yang telah memberikan dukungan berupa data-data kebutuhan analisis yang mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Kepada teman-teman mahasiswa angkatan 2012 Fakultas Teknik Universitas Katolik St. Thomas Sumatera Utara, yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga tugas akhir ini selesai.
11. Abang/kakak stambuk dan Adik-adik Stambuk serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Unika St. Thomas Sumatera Utara, yang telah memberikan banyak masukan dan dukungan.
12. Serta pihak-pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan karunia-Nya Kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan. Sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, saya mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, 29 Oktober 2018

Penulis

Mario Sahalana Hutagalung
NPM : 120310044

ABSTRAK

Salah satu dampak yang disebabkan oleh bencana gempa bumi adalah fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat tegangan siklis atau getaran yang disebut dengan likuifaksi. Likuifaksi biasanya terjadi pada tanah pasir yang bersifat lepas (*Loose*) dan jenuh air.

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui potensi terjadinya likuifaksi pada area Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan, sehingga hasilnya dapat dijadikan masukan maupun bahan pertimbangan bagi pihak pengembang Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan, serta dapat dijadikan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa yang hendak melakukan penelitian mengenai hal yang sama.

Analisis potensi likuifaksi dilakukan dengan Metode *Simplified Procedure*. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan besarnya nilai percepatan puncak pada batuan dasar di area penelitian berdasarkan Peta *Hazard Gempa Indonesia 2010*. Kemudian mengumpulkan data investigasi lapisan tanah berdasarkan pengujian CPT-u pada daerah penelitian. Berdasarkan data-data tersebut, dapat dicari nilai percepatan pada setiap lapisan tanah, sehingga dapat diketahui percepatan tersebut mengalami pembesaran (*Amplifikasi*) atau perkecilan (*Deamplifikasi*) ketika bergerak dari batuan dasar menuju permukaan tanah.

Dengan melakukan perbandingan antara tegangan geser rata-rata yang diakibatkan oleh percepatan gempa dengan tegangan vertikal efektif di setiap lapisan tanah, maka akan diketahui nilai CSR (*Cyclic Stress Ratio*). Selanjutnya mencari nilai CRR (*Cyclic Resistant Ratio*) yang merupakan nilai ketahanan lapisan tanah terhadap likuifaksi, sehingga dengan besaran nilai CRR tertentu, dapat diketahui nilai penetrasi konus terkoreksi (q_{c1N}). Ketiga parameter tersebut kemudian dihubungkan dalam grafik NCEER 1996 untuk mengetahui lapisan-lapisan tanah yang berpotensi likuifaksi atau tidak saat terjadi gempa.

Berdasarkan analisis perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa area Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan memiliki lapisan tanah yang berpotensi likuifaksi jika terjadi gempa.

Analisis potensi likuifaksi pada penelitian ini dilakukan berdasarkan data penyelidikan tanah yaitu CPTu. Di mana kondisi reklamasi pada saat pengujian CPTu masih dalam tahap *preloading* dan *prefabricated vertical drain* (PVD), sehingga kondisi reklamasi belum terkonsolidasi sempurna. Dengan demikian disarankan untuk mengkaji ulang potensi likuifaksi pada Area Reklamasi Pelabuhan Kontainer Belawan, setelah tahapan *preloading* dan PVD selesai dengan data penyelidikan tanah yang terbaru.

Kata kunci : Gempa bumi, Likuifaksi, NCEER 1996, CSR (*Cyclic Stress Ratio*), CRR (*Cyclic Resistant Ratio*)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.3.1. Tujuan Penelitian.....	2
1.3.2. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Pembatasan Masalah.....	2
1.5. Prosedur Penelitian.....	3
BAB II STUDI PUSTAKA.....	4
2.1. Gempa Bumi.....	4
2.1.1. Gempa Tektonik.....	4
2.1.2. Karakteristik Gempa Elcentro.....	9
2.2. Defenisi Tanah.....	10
2.3. Penyelidikan Tanah di Lapangan.....	10

2.3.1. <i>Cone Penetration Test (CPT)</i>	11
2.3.1.1. Metode CPT/Sondir.....	13
2.3.1.2. Keunggulan CPT.....	14
2.3.1.3. Kelemahan CPT.....	14
2.3.2. <i>Cone Penetration Test Dengan Pressure Measurement (CPTu)</i>	14
2.3.2.1. Keunggulan CPTu Dibandingkan Dengan CPT.....	16
2.3.3. <i>Standart Penetration Test (SPT)</i>	16
2.3.3.1. Faktor Koreksi Nilai N-SPT.....	18
2.4. Karakteristik Tanah.....	20
2.5. Defenisi Likuifaksi.....	21
2.5.1. Syarat Terjadinya Likuifaksi.....	22
2.5.2. Mekanisme Terjadinya Likuifaksi.....	28
2.6. Parameter-Parameter Dalam Analisis Potensi Likuifaksi.....	29
2.6.1. Tegangan Vertikal Total.....	29
2.6.2. Tegangan Vertikal Efektif.....	30
2.6.3. Percepatan Gempa.....	30
2.6.3.1. Percepatan Puncak Pada Batuan Dasar (PGA).....	30
2.6.3.2. Percepatan Pada Permukaan Tanah (a_{max}).....	31
2.6.4. Modulus Geser Maksimum (G_{max}).....	32
2.6.5. Nilai q_c Terkoreksi (q_{c1N}).....	33
2.6.6. Faktor Reduksi (r_d).....	33
2.6.7. <i>Cyclic Stress Ratio (CSR)</i>	34
2.6.8. <i>Cyclic Resistant Ratio (CRR)</i>	36
2.7. Usaha – Usaha Dalam Memitigasi Potensi Likuifaksi.....	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1. Lokasi Penelitian.....	38
3.2. Identifikasi Masalah.....	40
3.3. Metode Analisis Potensi Likuifaksi.....	40
3.3.1. Data Tanah.....	40
3.3.2. Parameter Tanah.....	40
3.3.3. CSR (<i>Cyclic Stress Ratio</i>) Akibat Gempa.....	41
3.3.4. CRR (<i>Cyclic Resistant Ratio</i>).....	41
3.3.5. Metode NCEER 1996.....	41
3.4. Bagan Prosedur Penelitian.....	43
BAB IV ANALISIS DATA.....	44
4.1. Pemeriksaan Data.....	44
4.2. Menentukan Percepatan Puncak di Batuan Dasar (PGA).....	54
4.3. Perhitungan Percepatan Pada Permukaan Tanah.....	55
4.3.1. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-1.....	56
4.3.2. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-2.....	59
4.3.3. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-3.....	61
4.3.4. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-4.....	62
4.3.5. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-10.....	64
4.3.6. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-11.....	65
4.3.7. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-12.....	67
4.3.8. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-13.....	68
4.3.9. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-19.....	70
4.3.10. Perhitungan Pada Lokasi CPTu-20.....	71

4.4. Perhitungan Nilai <i>Cyclic Stress Ratio</i> (CSR)	72
4.4.1. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-1.....	73
4.4.2. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-2.....	75
4.4.3. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-3.....	76
4.4.4. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-4.....	76
4.4.5. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-10.....	77
4.4.6. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-11.....	77
4.4.7. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-12.....	78
4.4.8. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-13.....	78
4.4.9. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-19.....	79
4.4.10. Perhitungan Nilai CSR Lapisan Tanah Pada Titik CPTu-20.....	79
4.5. Perhitungan Nilai q_{c1N} dan Nilai <i>Cyclic Resistant Ratio</i> (CRR).....	80
4.6. Analisis Potensi Likuifaksi.....	85
4.6.1. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-1.....	85
4.6.2. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-2.....	87
4.6.3. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-3.....	88
4.6.4. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-4.....	90
4.6.5. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-10.....	91
4.6.6. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-11.....	93
4.6.7. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-12.....	94
4.6.8. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-13.....	96
4.6.9. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-19.....	97
4.6.10. Potensi Likuifaksi Pada Titik CPTu-20.....	99

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
5.1. Kesimpulan.....	101
5.2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN.....	104



DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. 2010. *Principles Of Geotechnical Engineering*, Stanford. Cengage Learning Publishing.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) II*. Jakarta: Erlangga.
- Hasmar, Halim. 2007. *Evaluasi Potensial Likuifaksi Akibat Gempa Bumi Tektonik Lapisan Pasir Jenuh Air dengan Metode Shaking Table*. Logika. Vol.4, No 1.
- Irsyam, Masyhur. 2006. *Pengantar Dinamika Tanah dan Rekayasa Gempa*. Bandung: ITB.
- Razali. 2008. *Tesis : Rekonturing Zona Percepatan Gempa di Permukaan Tanah Provinsi Sumatera Utara dengan Program Aplikasi Shake2000*. Program Pascasarjana Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sinaga, J. Frans Bolmen. 2013. *Tugas Akhir : Analisis Potensi Likuifaksi Pada Proyek Ware House Belawan*. Program Pendidikan Sarjana Ekstension Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Seed, H.B., dan Idriss, I.M., *Simplified Procedure For Evaluating Soil Liquefaction Potential*, Geotech Div., ASCE 97(9)1249-1273, 1971.
- Youd, T.L., and Idriss, I.M., *Liquefaction Resistance of Soils : Summary Report From The 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils*, Member., Fellow., ASCE.
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia. 2010. *Peta Hazard Gempa Indonesia 2010*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- www.puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/.