

**ANALISIS POTENSI LIKUIFARSI TANAH BERDASARKAN DATA
SONDIR (CPT) PADA WILAYAH TANGGUL BARAT
PT. FREEPORT INDONESIA**



RAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Dibuat Oleh :

DEWI MELIRINA PUTRI
63061001029

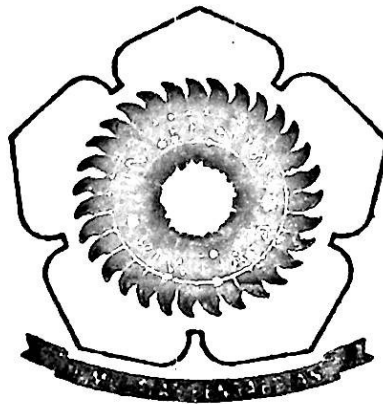
Dosen Pembimbing:

RATNA DEWI, S.T., M.T.
Ir. HAMDANI, M.S.

UNIVERSITAS SRWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2011

S
624.1507
Dir.
a
2011

**ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI TANAH BERDASARKAN DATA
SONDIR (CPT) PADA WILAYAH TANGGUL BARAT
PT. FREEPORT INDONESIA**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Disusun Oleh :

**DIAH MEIRINA PUTRI
03061001023**

Dosen Pembimbing:

**RATNA DEWI, S.T., M.T.
Ir. HAMDANI, M.S.**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2011**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : DIAH MEIRINA PUTRI
NIM : 03061001023
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISIS POTENSI LIKUFAKSI TANAH
BERDASARKAN DATA SONDIR (CPT) PADA
WILAYAH TANGGUL BARAT PT. FREEPORT
INDONESIA**

PEMEMBING TUGAS AKHIR

Tanggal Pembimbing Utama,



Retna Dewi, S.T., M.T.
NIP. 19740615 200003 2 001

Tanggal Pembantu Kedua,



Ir. Hamdani, M.S.
NIP. 19490211 198602 1 001

Tanggal Ketua Jurusan,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 19581211 198703 1 002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : DIAH MEIRNA PUTRI
NIM : 03061001023
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS POTENSI LIKUFAKSI TANAH
BERDASARKAN DATA SONDIR (CPT) PADA
WILAYAH TANGGUL BARAT PT. FREEPORT
INDONESIA

Inderalaya, Februari 2011

Ketua Jurusan,

Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 19581211 198703 1 002

Dosen Pembimbing,

Ratna Dewi, S.T., M.T.
NIP. 19740615 200003 2 001

ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI TANAH BERDASARKAN DATA SONDIR (CPT) PADA WILAYAH TANGGUL BARAT PT. FREEPORT INDONESIA

ABSTRAKSI

Salah satu faktor penyebab kerusakan bangunan sipil akibat gempa bumi adalah peristiwa pencairan tanah atau dikenal dengan peristiwa likuifaksi. Kerusakan yang ditimbulkan oleh peristiwa likuifaksi umumnya berupa berkurangnya daya dukung tanah yang menyebabkan terjadinya penurunan bangunan secara tidak merata. Peristiwa likuifaksi cenderung terjadi pada tanah pasir jenuh. Untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan tidak hanya dengan merencanakan suatu struktur yang tahan gempa namun perlu ditinjau juga kekuatan tanah dimana struktur dibangun. Oleh karena itu penting sekali mempelajari lebih seksama agar dapat menganalisa bagian mana dari tanah yang dapat terlikuifaksi.

Penelitian dilakukan untuk menganalisis potensi likuifaksi yang kemungkinan akan terjadi di daerah yang direkayasa untuk pengendapan dan pengendalian *tailing* PT. Freeport Indonesia, yaitu *Modified Ajkwa Deposition Area* (ModADA). Data penelitian merupakan data sekunder berupa hasil pengujian sondir (CPT) di sepanjang tanggul barat (*west levee*). Kondisi muka air tanah berkedalaman 0,25 hingga 3 meter di bawah permukaan tanah. Analisis likuifaksi menggunakan *software* NovoCPT dengan *output* berupa nilai Faktor Keamanan (FK) dimana jika $FK \leq 1$ maka tanah berpotensi terjadi likuifaksi.

Berdasarkan data seismotektonik dan *output* program NovoCPT terhadap data sondir (CPT) menunjukkan bahwa setiap titik sondir pada kedalaman tertentu di wilayah Tanggul Barat PT. Freeport Indonesia ini berpotensi untuk terlikuifaksi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai faktor keamanan terhadap bahaya likuifaksi yang rendah yaitu berkisar antara 0,03-0,46. Jenis lapisan tanah pada zona terlikuifaksi yaitu berupa pasir (*sand*), pasir berkerikil (*gravelly sand*), lanau berpasir hingga lanau berlempung (*sandy silt to clayey silt*), dan pasir berlanau (*silty sand*), cenderung terjadi pada kedalaman di bawah muka air tanah.

Kata kunci: likuifaksi, gempa, CPT

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini guna melengkapi persyaratan ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan tugas akhir yang berjudul **ANALISIS POTENSI LIKUIFAKSI TANAH BERDASARKAN DATA SONDIR (CPT) PADA WILAYAH TANGGUL BARAT PT. FREEPORT INDONESIA** ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya, khususnya pada :

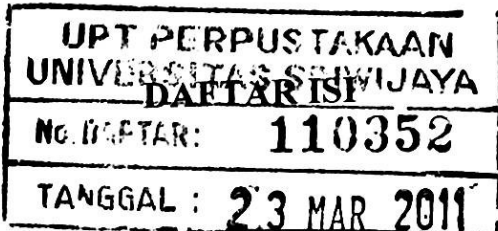
1. Bapak Ir. H. Yakni Idris M.Sc., MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T., Phd., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Bapak Ir. Hamdani, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Masyhur Irsyam, Bapak Aleksander Purba, dan sdr. Usamah Juniansyah yang telah membantu memberikan banyak informasi dan pengetahuan, serta Ibu Yulia Hastuti yang selalu memberi semangat.
5. Seluruh staff administrasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman seperjuangan khususnya angkatan 2006 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan skripsi ini di masa yang akan datang.

Akhirnya penulis mengharapkan kiranya skripsi ini dapat berguna bagi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan pembaca yang berminat.

Palembang, Februari 2011

Penulis



	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Abstraksi.....	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah.....	2
1.4.2 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5 Rencana Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Likuifaksi	4
2.2 Potensi Terjadinya Likuifaksi	4
2.3 Perkembangan Penelitian Potensi Likuifaksi	6
2.4 Jenis Tanah Yang Mengalami Likuifaksi	7
2.4.1 Likuifaksi Pada Tanah Pasir	7
2.4.2 Likuifaksi Pada Tanah Pasir Berlanau	9
2.4.3 Likuifaksi Pada Tanah Lempung	10
2.5 Analisis Potensi Likuifaksi	11
2.5.1 Analisis Potensi Likuifaksi Berdasarkan Uji Sondir	11
2.5.2 Pengenalan Program NovoCPT	12
2.5.3 Analisis Likuifaksi Berdasarkan Uji Sondir dengan NovoCPT.....	13
2.6 Contoh Peristiwa Likuifaksi dan Kerusakan yang Ditimbulkan.....	14

2.6.1 Peristiwa Likuifaksi Akibat Gempa Niigata, Jepang (1964).....	14
2.6.2 Peristiwa Likuifaksi Akibat Gempa di Loma Prieta, California (1989)	15
2.6.3 Peristiwa Likuifaksi Akibat Gempa di Bantul, Yogyakarta (2006)	16
2.6.4 Peristiwa Likuifaksi Akibat Gempa Flores, Maumere (1989).....	17
2.7 Usaha Perbaikan Tanah yang Dapat Dilakukan untuk Mengurangi Potensi Likuifaksi.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Umum	19
3.2 Studi Pustaka.....	20
3.3 Pengumpulan Data	20
3.4 Pengolahan Data.....	20
3.5 Analisa dan Pembahasan Hasil.....	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Gambaran Wilayah.....	26
4.1.1 Letak Geografis.....	26
4.2 Struktur Geologi dan Seismik Papua.....	28
4.3 Data Sondir (CPT) Pada Lokasi Penelitian.....	29
4.4 Analisis Potensi Likuifaksi dengan Program NovoCPT.....	32
4.4.1 <i>Output</i> Program NovoCPT.....	33
4.4.2 Pembahasan Hasil <i>Output</i>	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
Daftar Pustaka.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Korelasi antara <i>Local Magnitude</i> (ML), Percepatan Gempa (a_{max}), Waktu Gempa, dan Skala Intensitas MMI.....	5
4.1 Data Kedalaman dan Lokasi Titik Sondir (CPT).....	29
4.2 Elevasi Titik-Titik Pengukuran CPT.....	30
4.3 Zona Likuifaksi pada Masing-Masing Titik Sondir.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Identifikasi Tanah Berpotensi Mengalami Likuifaksi.....	8
2.2 Korelasi Antara Rasio Tegangan Geser Seismik dan Nilai Konus CPT Terkoreksi yang Menyebabkan Adanya Likuifaksi Untuk Tanah Pasir.....	9
2.3 Korelasi Antara Rasio Tegangan Geser Seismik dan Nilai Konus CPT Terkoreksi yang Menyebabkan Adanya Likuifaksi Untuk Tanah Pasir Berlanau.....	9
2.4 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Langkah-Langkah Menjalankan Program NovoCPT...	13
2.5 Apartemen yang terbalik di Niigata karena tanah terlikuifaksi akibat gempa.....	15
2.6 Selokan bawah tanah yang mengapung karena pencairan tanah.....	15
2.7 Model kegagalan tanah, disebut <i>lateral spreading</i> , salah satu akibat terjadinya likuifaksi di sekitar Sungai Pajaro.....	16
2.8 Kerusakan struktur jalan di daerah Distrik Marina, San Fransisco, akibat adanya likuifaksi.....	16
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2 Diagram Alir Program NovoCPT.....	21
3.3 Tampilan jendela Project Information.....	22
3.4 Import data CPT dan tampilan CPT File Processing.....	22
3.5 Tampilan menu utama setelah dimasukkan data CPT.....	23
3.6 Tampilan jendela untuk mengubah data CPT.....	23
3.7 Tampilan Analisis Potensi Likuifaksi.....	24
3.8 <i>Soil Behaviour Chart</i> , menurut Robertson et. al. 1990 dan Jefferies Been 2006....	25
4.1 Kawasan <i>Modified Ajkwa Deposition Area</i> (ModADA).....	26
4.2 Peta Wilayah Kontrak Karya PT. Freeport Indonesia.....	27
4.3 Peta percepatan gempa di permukaan tanah, <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA) periode 50 tahun dengan kemungkinan 10%.....	28
4.4 Potongan Memanjang Tanggul Barat (ModADA).....	31
4.5 Input data sondir yang diformat dalam bentuk <i>notepad</i>	32
4.6 Input data topografi dan seismik.....	32
4.7 Grafik perbandingan parameter tanah hasil sondir dengan kedalaman untuk titik sondir W1.....	33
4.8 Grafik CSR, CRR, dan Faktor Keamanan titik sondir W1.....	33
4.9 Sifat Tanah menurut Robertson et. al. 1990 untuk titik sondir W1.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

1. Tabel *Output* Program NovoCPT untuk Analisis Potensi Likuifaksi Pada Masing-Masing Titik Sondir
2. *Output* Berupa Grafik Perbandingan Parameter Tanah Hasil Uji Sondir, CSR, CRR dan Faktor Keamanan Terhadap Kedalaman serta *Soil Behaviour Type* menurut Robertson et. al. 1990
3. Data Gempa Februari 2004 di Papua, Indonesia, berdasarkan *United State Geological Survey* (USGS)

Lampiran B

1. Surat Keterangan Tugas Akhir
2. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir
3. Kartu Asistensi
4. Lembar Revisi Laporan Tugas Akhir
5. Surat Keterangan Selesai Revisi
6. Jurnal Kantilever

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gempa bumi merupakan bencana alam yang tidak dapat dielakkan. Peristiwa gempa dengan skala besar selalu mengakibatkan kerugian bagi manusia, baik moril maupun materil seperti kerusakan rumah maupun bangunan lainnya. Salah satu faktor penyebab kerusakan bangunan sipil akibat gempa bumi adalah peristiwa pencairan tanah pasiran yang jenuh atau dikenal dengan peristiwa likuifaksi.

Sampai saat ini perencanaan bangunan yang mempertimbangkan likuifaksi belum banyak dilakukan. Misalnya Indonesia, sebagian kota-kota besar di Indonesia terletak di daerah pantai yang material tanahnya banyak mengandung pasir sehingga sangat mungkin mengalami likuifaksi jika terjadi gempa bumi dengan skala yang relatif besar.

Kerusakan yang ditimbulkan oleh peristiwa likuifaksi pada umumnya berupa berkurangnya daya dukung tanah yang menyebabkan terjadinya penurunan bangunan secara tidak merata. Peristiwa likuifaksi ini cenderung terjadi pada jenis tanah pasir jenuh. Untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan tidak hanya dengan merencanakan suatu struktur yang tahan gempa namun perlu ditinjau juga kekuatan tanah dimana struktur dibangun. Oleh karena itu penting sekali mempelajari secara lebih seksama untuk dapat menganalisa bagian mana dari tanah yang dapat terlikuifaksi.

PT Freeport Indonesia, salah satu perusahaan tambang terkemuka di Indonesia, secara administrasi terletak di kota Timika, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan penambangan yang disebut *tailing* atau sirsat (sisa pasir tambang) dibuang ke aliran Sungai Ajkwa yang dikenal dengan ModADA (*Modified Ajkwa Deposition Area*) yaitu daerah yang direkayasa dan dikelola bagi pengendapan dan pengendalian *tailing*. Saat ini, daerah tersebut memiliki luas ± 235 kilometer persegi dan dibatasi oleh 2 buah tanggul yaitu tanggul barat (West Levee) dan tanggul timur (East Levee). Untuk meningkatkan sistem termasuk melakukan inspeksi maka diambil data sondir yang kemudian akan digunakan untuk berbagai penyelidikan tanah. Korelasi data sondir (CPT) tersebut

dapat digunakan untuk menganalisis potensi terjadinya likuifaksi yang diinterpretasikan melalui program NovoCPT.

1.2. Perumusan Masalah

Likuifaksi pada dasarnya adalah proses berubahnya tanah dari keadaan solid menjadi liquid, sebagai akibat naiknya tekanan air pori yang diikuti penurunan tegangan efektif tanah. Hal ini selanjutnya menyebabkan tanah kehilangan kekuatan yang akhirnya tanah tidak lagi mempunyai daya dukung.

Pada daerah aliran sungai tempat pembuangan *tailing* PT Freeport Indonesia merupakan daerah pasir jenuh ditambah lagi kandungan *tailing* berupa pasir sisa tambang memungkinkan terjadinya likuifaksi. Maka dari itu dilakukan analisis potensi likuifaksi berdasarkan korelasi data sondir (CPT). Untuk mengetahui potensi likuifaksi tersebut akan digunakan software NovoCPT yang dirancang untuk menginterpretasi data sondir (CPT) dalam rangka menyelidiki perilaku tanah dan perkiraan sifat fisik dan mekanik tanah.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi terjadinya likuifaksi khususnya pada daerah tanggul barat (West Levee) di wilayah ModADA (*Modified Ajkwa Deposition Area*), sehingga pada akhirnya dapat memberi manfaat dan menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan bangunan terkait dengan struktur tanahnya.

1.4. Ruang Lingkup

1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah pada penelitian ini adalah daerah tanggul barat (West Levee) pada wilayah ModADA (*Modified Ajkwa Deposition Area*), PT Freeport Indonesia, Timika Papua.

1.4.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi hanya untuk menganalisis potensi likuifaksi pada wilayah ModADA (*Modified Ajkwa Deposition Area*) khususnya daerah tanggul barat (West Levee) dengan bantuan program NovoCPT berdasarkan data sondir (CPT) yang didapat pada daerah tersebut.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan teknik analisis, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi hasil kajian pustaka terhadap pokok bahasan mengenai pencairan tanah (likuifaksi), tanah yang berpotensi likuifaksi, parameter serta metode analisis potensi terjadinya likuifaksi.

BAB III METODOLOGI

Berisi prosedur penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur sampai didapatkan kesimpulan hasil penelitian pada pengolahan data.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian yang diperoleh dari hasil *output* program NovoCPT mengenai ada atau tidak adanya potensi terjadinya likuifaksi di area ModADA.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang diambil dari keseluruhan hasil penelitian dan juga berisi saran yang berguna untuk mengoptimalkan penelitian-penelitian selanjutnya.

Selain berisikan keenam bab tersebut di atas, laporan ini juga dilengkapi dengan kata pengantar, daftar isi, daftar pustaka dan lampiran yang digunakan dalam menyusun laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984.
- Das, Braja M., 1995. *Mekanika Tanah Jilid 1 – 2*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hatmoko, John T., 2008. Evaluasi Potensi Pencairan Tanah (Liquefaction) Akibat Gempa. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (2)*, Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Indrawardani, Diah Ayu, 2000. Evaluasi Potensi Liquefaksi Berdasarkan Data Sondir (CPT). Laporan Tugas Akhir, Universitas Sriwijaya Palembang.
- Koester, Joseph P., 1999. Triggering and Post-Liquefaction Strength Issues in Fine-Grained soil. *Physic and Mechanics of Soil Liquefaction International Workshop*, Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 038 8.
- Lumbunbatu U.M., 2004. Kajian Potensi Bencana Pelulukan (Liquefaction) di Daerah Kendal dan Sekitarnya. *Jurnal Sumber Daya Geologi, 1(1)*, Pusat Survei Geologi.
- Mabrur, Muhammad, 2009. Analisa Potensi Likuifaksi Pada Area Apron Bandar Udara Medan Baru. Laporan Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara.
- PT. Freeport Indonesia, 2006. Ringkasan Eksekutif: 2005 Audit Lingkungan Eksternal. Jakarta: Montgomery Watson Harza (MWH).
- PT. Freeport Indonesia, 2007. Tailings Management: Retain-Reuse-Reclaim. *Tailings and River Management Project (TRMP) Presentation*, Timika, Papua.
- Roberson, P.K., and Wride, B.H., 1989. Cyclic Liquefaction and the Evaluation Based on the SPT and CPT. *Proceedings edited by Youd and Idriss, 1988*, p. 41 -- 88.
- Seed, H.B. and Idriss, I.M., 1971. Simplified Procedure for Evaluation Soil Liquefaction Potential. *Journal of Soil Mechanics and Foundation*, ASCE, vol.97 No.9, pp. 1249 – 1273.
- Suzuki, Y., Koyamada, K., and Tokimatsu, K. (1997). "Prediction of liquefaction resistance based on CPT tip resistance and sleeve friction," *Proc. XIV Intl. Conf. on Soil Mech. and Foundation Engrg.*, Hamburg, Germany, pp. 603-606.
- Stark, T. D. and Olson S.M. 1995. Liquefaction resistance using CPT and field case histories, *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol.121(12), pp.856-869.