

SKRIPSI

**TINJAUAN STABILITAS SISTEM PENAHAN
LUMPUR DI PORONG, SIDOARDJO – JAWA TIMUR
DALAM KONDISI STATIK DAN DINAMIK**



**KENNY HUANG
NPM: 2013410097**

**PEMBIMBING:
Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI**

SKRIPSI

**TINJAUAN STABILITAS SISTEM PENAHAN
LUMPUR DI PORONG, SIDOARDJO – JAWA TIMUR
DALAM KONDISI STATIK DAN DINAMIK**



**KENNY HUANG
NPM: 2013410097**

PEMBIMBING:

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

SKRIPSI

**TINJAUAN STABILITAS SISTEM PENAHAN LUMPUR
DI PORONG, SIDOARJO - JAWA TIMUR DALAM
KONDISI STATIK DAN DINAMIK**



**KENNY HUANG
NPM: 2013410097**

**BANDUNG, 16 JUNI 2017
PEMBIMBING**

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

**TINJAUAN STABILITAS SISTEM PENAHAN LUMPUR DI PORONG,
SIDOARDJO – JAWA TIMUR DALAM KONDISI STATIK DAN
DINAMIK**

**Kenny Huang
NPM: 2013410097**

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S1/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2017**

ABSTRAK

Lumpur yang terjadi di Sidoardjo atau yang dikenal dengan LUSI merupakan semburan lumpur vulkanik yang terjadi pada bulan Mei 2006 di Sidoardjo, Jawa Timur. Dampak yang diakibatkan oleh semburan lumpur ini mempengaruhi aktivitas ekonomi di Jawa Timur yang telah menenggelamkan lahan industry, daerah permukiman, sekolah, dan fasilitas infrastruktur lainnya. Sampai sekarang elevasi tertinggi lumpur sudah berada pada +14m sedangkan tanggul yang dibangun didekatnya hanya 3m. Oleh karena itu dilakukan tinjauan stabilitas sistem penahan lumpur yang sudah ada untuk mengetahui seberapa besar faktor keamanan tanggul tersebut pada kondisi statik dan dinamik. Keadaan statik adalah keadaan normal ketika sistem tersebut tidak diberikan gempa sedangkan keadaan dinamik adalah keadaan pada saat sistem diberikan simulasi gempa. Analisis pada penelitian ini berupa seberapa besar faktor keamanan yang dihasilkan ketika pemodelan diberikan gempa dan tidak diberikan gempa. Hasil dari penelitian ini adalah nilai faktor keamanan dan total pergeseran yang dialami oleh sistem penahan lumpur.

Kata-kata kunci: Lumpur Sidoardjo, Statik, Dinamik, Faktor Keamanan, Stabilitas.

**REVIEW OF STABILITY SYSTEM MUDGING IN PORONG,
SIDOARDJO – EAST JAVA IN STATIC AND DINAMIC CONDITIONS**

**Kenny Huang
NPM: 2013410097**

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S1/XI/2013)
BANDUNG
JULI 2017**

ABSTRAK

The mud that occurred in Sidoardjo or known as LUSI is a volcanic mud eruption that occurred in May 2006 in Sidoardjo, East Java. The impacts caused by this mudflow affect economic activity in East Java that has drowned industrial land, residential areas, schools and other infrastructure facilities. Until now the highest elevation of the mud is already at + 14m while the dyke is built nearby only 3m. Therefore a review of the stability of an existing mud retaining system is needed to find out how much of the embankment security factor is in static and dynamic conditions. Static state is a normal situation when the system is not given an earthquake while the dynamic state is a state when the system is given simulation of earthquake. The analysis in this research is to determine the value of the security factor that produced when the model is given by earthquake and vice versa. The result of this research is the value of safety factor and total friction experienced by the mud retaining system.

Kata-kata kunci: Sidoardjo Mud, Static, Dinamic, Safety Factor, Stability.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke Tuhan yang Maha Esa atas berkat, penyertaan, dan kuasa-Nya penyusunan skripsi tinjauan stabilitas sistem penahan lumpur di Porong, Sidoarjo – Jawa Timur dalam kondisi static dan dinamik dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pak Paulus selaku pembimbing yang telah dengan sabar, baik hati, tekun, tulus dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran kepada penulis selama menyusun skripsi. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan pula kepada:

1. Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T. selaku kepala Laboratorium Geoteknik dan dosen teknik pondasi penulis.
 2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. sebagai dosen KBI Geoteknik yang membantu penulis.
 3. Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. selaku dosen mekanika tanah yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
 4. Bapak Adit dan Kak Isal selaku asisten di GEC yang membantu penulis dalam melakukan pemodelan pada program komputer PLAXIS.
 5. Papa, mama, adik tercinta yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi kepada penulis.
 6. Bimo, Tiara, Nicolas, Mitzi, Darleen, Dhaning, Ichsan, yang telah menemani, mengingatkan, dan memberikan semangat kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini.
 7. Keluarga Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2013 yang telah memberikan banyak momen – momen berharga.
 8. Dosen – dosen Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan.
 9. Ryan Alexander yang bersedia meminjamkan buku – buku kepada penulis.
 10. Kevin Cornelius, Daniel Nataprawira kosan bersedia diganggu waktunya dan meminjamkan kamarnya untuk bermalam untuk mengerjakan skripsi.
- Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak

terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Bandung, Juni 2017



Kenny Huang
201340082

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap: Kenny Huang

NPM: 2013410097

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“TINJAUAN STABILITAS SISTEM PENAHAN LUMPUR DI PORONG, SIDOARDJO – JAWA TIMUR DALAM KONDISI STATIK DAN DINAMIK”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat.

Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juli 2017



Kenny Huang

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRAK	iii
PRAKATA	v
PERNYATAAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	1-1
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.6 Sistematika Penulisan	1-2
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Lereng	2-1
2.1.1 Lereng Alam (<i>Natural slopes</i>)	2-1
2.1.2 Lereng Buatan (<i>Man Made Slopes</i>)	2-1
2.2 Kelongsoran	2-2
2.2.1 Pengelompokan Longsor oleh Nemcok, Pasek, dan Rybar dari Cekoslowakia (1972):	2-3
2.3 Penyebab Terjadinya Longsor	2-4
2.4 Analisis Kestabilan Lereng	2-4
2.5 Hal yang Diperlukan untuk Menganalisis Kestabilan Lereng	2-5
2.6 Cara Menganalisis Kestabilan Lereng	2-7
2.7 Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>)	2-9

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1	Pengumpulan dan Pengolahan Data	3-1
3.2	Metode Elemen Hingga (MEH).....	3-1
3.3	Program Komputer Plaxis	3-1
3.3.1	Input Data	3-2
3.3.2	Input Gambar	3-3
3.3.3	Input material.....	3-4
3.3.4	Mesh Generation	3-7
3.3.5	Initial Condition.....	3-7
3.3.6	Generate Water Pressure	3-7
3.3.7	Perhitungan pada program komputer plaxis.....	3-7
3.3.8	Hasil keluaran (<i>Output</i>)	3-9
BAB 4	DATA DAN ANALISIS	4-1
4.1	Deskripsi Geologi dan Masalah	4-1
4.2	Kondisi Geologi Tanggul Lumpur Sidoardjo	4-1
4.2.1	Kondisi Geologi Tanggul Lumpur Sidoardjo	4-1
4.2.2	Data Investigasi Tanah	4-1
4.3	Korelasi Empirik	4-6
4.3.1	Angka Poisson	4-6
4.3.2	Modulus Elastisitas Tanah.....	4-7
4.3.3	Angka Permeabilitas Tanah.....	4-7
4.4	Pemasukan Data Dengan Menggunakan Program Komputer PLAXIS	4-8
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

FK	=	Faktor Keamanan
C'	=	Kohesi Efektif
ϕ'	=	Sudut Geser Efektif
μ	=	Sudut
T	=	Tegangan Geser
W	=	Berat Segmen Tanah
α	=	Kemiringan Bidang Longsor
M_i	=	Gambar DI Grafik
θ	=	Sudut Antara Bidang Horizontal Dengan Garis Kerja Kohesi
b	=	Lebar Irisan
[K]	=	Matriks Kekakuan Global
[D]	=	Matriks Perpindahan Global
[R]	=	Matriks Gaya Global
GEC	=	Geotechnical Engineering Consultant
MEH	=	Metode Elemen Hingga
SPT	=	Standard Penetration Test

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>General Settings</i>	3-3
Gambar 3. 2 <i>Material Sets</i>	3-4
Gambar 3. 3 <i>General</i>	3-5
Gambar 3. 4 <i>Parameters</i>	3-6
Gambar 3. 5 <i>Calculation</i>	3-8
Gambar 4. 1 Titik Pengujian CPTU	4-2
Gambar 4. 2 Daerah Pemodelan	4-3
Gambar 4. 3 <i>Staged Construction</i>	4-8
Gambar 4. 4 Pemodelan Pada Plaxis	4-9
Gambar 4. 5 Kondisi Awal	4-10
Gambar 4. 6 Pemodelan Dilakukan Konsolidasi	4-10
Gambar 4. 7 Hasil Pemodelan Konsolidasi Dalam Arrow	4-11
Gambar 4. 8 Hasil Pemodelan Konsolidasi Dalam Shading	4-11
Gambar 4. 9 FK Saat Konsolidasi	4-12
Gambar 4. 10 Utot Dalam <i>Arrow</i> Untuk $g = 0.01g$	4-12
Gambar 4. 11 Utot Dalam <i>Shadings</i> Untuk $g = 0.01g$	4-13
Gambar 4. 12 Nilai FK Untuk $g = 0.01g$	4-13
Gambar 4. 13 Utot Dalam <i>Arrow</i> Untuk $g = 0.015g$	4-14
Gambar 4. 14 Utot Dalam <i>Shadings</i> Untuk $g = 0.015g$	4-14
Gambar 4. 15 Nilai FK Untuk $g = 0.015g$	4-15
Gambar 4. 16 Utot Dalam <i>Arrow</i> Untuk $g = 0.0155g$	4-15
Gambar 4. 17 Utot Dalam <i>Shadings</i> Untuk $g = 0.0155g$	4-16
Gambar 4. 18 Nilai FK Untuk $g = 0.0155g$	4-16
Gambar 4. 19 Utot Dalam <i>Arrow</i> Untuk $g = 0.0159g$	4-17
Gambar 4. 20 Utot Dalam <i>Shadings</i> Untuk $g = 0.0159g$	4-17
Gambar 4. 21 Nilai FK Untuk $g = 0.0159g$	4-18
Gambar 4. 22 Grafik Gempa Vs Faktor Keamanan	4-18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1FK Ditinjau Dari Kelongsoran (Bowles, 1989).....	2-7
Tabel 4. 1CPTU – 1.....	4-3
Tabel 4. 2CPTU – 2.....	4-4
Tabel 4. 3CPTU – 3.....	4-4
Tabel 4. 4CPTU – 4.....	4-4
Tabel 4. 5CPTU – 5.....	4-5
Tabel 4. 6CPTU – 6.....	4-5
Tabel 4. 7CPTU – 7.....	4-5
Tabel 4. 8CPTU – 8.....	4-5
Tabel 4. 9CPTU – 9.....	4-6
Tabel 4. 10CPTU – 10.....	4-6
Tabel 4. 11Nilai Perkiraan Angka Poisson.....	4-7
Tabel 4. 12 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah.....	4-7
Tabel 4. 13 Parameter Tanah.....	4-9
Tabel 4. 14 <i>Displacement</i> Dasar Tanggul Akibat Gempa.....	4-19
Tabel 4. 15 <i>Displacement</i> Maksimum Pada Tanah.....	4-19

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Tes CPTU
- Lampiran 2 Peta Zonasi Gempa Indonesia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir lumpur panas Sidoarjo merupakan peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran Lapindo Brantas Inc. di Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia. Sampai saat ini semburan Lumpur Lapindo tersebut belum dapat dihentikan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mencegah lumpur mengalir ke daerah sekitar adalah dengan cara membangun tanggul. Tanggul-tanggul tersebut dibangun di sekitar daerah letusan.

Pada kenyataannya, volume lumpur meningkat seiring berjalannya waktu yang menyebabkan tanggul yang dibangun tidak lagi memadai untuk menahan aliran lumpur. Jadi masalah yang dihadapi adalah tentang stabilitas tanggul yang berkaitan dengan suatu faktor keamanan (FK) tertentu. Supaya tanggul tidak mengalami kegagalan lagi, tinjauan stabilitas tanggul menjadi hal yang penting.

1.2 Inti Permasalahan

Tanggul yang digunakan untuk menahan lumpur harus memenuhi stabilitas lereng yang diperlukan. Lumpur dengan volume bertambah yang keluar menyebabkan dorongan pada tanggul dan hal tersebut tidak dapat diperkirakan secara baik sehingga diperlukan desain tanggul yang memenuhi syarat faktor keamanan.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan inti permasalahan yang telah dirumuskan, maksud penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor keamanan dari tanggul Lumpur Sidoarjo yang telah ada.
2. Menganalisis tinggi tanggul *existing* untuk menahan Lumpur Sidoarjo yang telah ada dalam kondisi statik dan dinamik.

Tujuan penelitian ini dilakukan diantara lain untuk:

1. Mengetahui keamanan dan tingkat resiko tanggul lumpur di Sidoardjo.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Tinjauan tanggul diatas tanah lunak.
2. Analisis stabilitas tanggul lumpur Sidoardjomenggunakan program komputer PLAXIS.
3. Analisis pergerakan tanggul dan resiko bahaya pada masyarakat di sekitar tanggul.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian menerapkan metode-metode sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan metode untuk mengumpulkan teori-teori yang digunakan dalam pengkajian masalah yang dilakukan. Studi pustaka didapatkan dari berbagai sumber yaitu dari litelatur, jurnal, serta beberapa tulisan yang terdapat pada internet.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data tanah CPTu yang diperoleh dari pihak GEC untuk memenuhi persyaratan pemodelan pada program komputer PLAXIS.

3. Pemodelan dan analisis menggunakan program komputer PLAXIS.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terdiri dari 5 bab, yaitu:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab 1 berisi tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, sistematika penulisan, dan metodologi penelitian yang akan digunakan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 berisi tentang teori dan konsep yang digunakan untuk memperoleh jawaban secara teoritis atas rumusan masalah.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Bab 3 berisi tentang tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian untuk memperoleh hasil-hasil penelitian.

BAB 4: DATA DAN ANALISIS DATA

Bab 4 berisi pengolahan data dan analisis data yang diperoleh dengan pemodelan menggunakan PLAXIS.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan serta saran dan ide dalam proses penyelesaian penelitian ini.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Studi dimulai dengan studi pustaka mengenai teori-teori yang mendukung penelitian seperti yang berhubungan dengan tanggul dan lumpur. Pada saat bersamaan dapat dilakukan pengumpulan data yang mendukung penelitian. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat ditentukan viskositas dan kedalaman lumpur. Selanjutnya tahap analisis dan simulasi dengan program perangkat lunak yaitu PLAXIS. Hasil simulasi yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan kondisi aktual yang terjadi di lapangan. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan terakhir yaitu penarikan kesimpulan dan selesai.

