

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### ANALISA STABILITAS LERENG WADUK CACABAN AKIBAT PENGARUH ALIRAN REMBESAN

*(Analysis of Slope Stability in Cacaban Dam Cause Seepage Flow )*

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan  
Pendidikan Sarjana Tingkat Strata Satu (S1)  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro  
Semarang

disusun oleh :

**Berlinda Kurniyan S**                    **L2A3 02 106**  
**Farid Susanto**                         **L2A3 04 018**

Menyetujui,  
Semarang, Juni 2007

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

**DR. Ir. Sri Prabandiyani, MS**  
**NIP. 130 916 166**

**Ir. Muhrozi, MS**  
**NIP. 131 672 178**

Mengetahui,  
Ketua Program Ekstensi Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**Ir. Moga Narayudha, SP1**  
**NIP. 130 810 731**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-NYA sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “**Analisa Stabilitas Lereng Waduk Cacaban Akibat Pengaruh Aliran Rembesan**”. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana tingkat Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Tujuan utama dari pembuatan laporan tugas akhir ini adalah membentuk kemampuan mahasiswa dalam penerapan ilmu rekayasa sipil, untuk memahami dan memecahkan masalah dalam dunia teknik sipil atas dasar konsep umum yang telah dibakukan. Penerapan ilmu ini sangat penting, mengingat banyaknya perkembangan dan penyempurnaan teori dalam prakteknya di lapangan yang tidak di dapatkan di bangku perkuliahan.

Dalam menyelesaikan laporan ini, penyusun banyak dibantu oleh berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Bambang Pudjianto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Moga Narayudha, Sp1 selaku Ketua Pelaksana Program Ekstensi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Slamet Hargono, Dipl. Ing selaku Sekretaris Program Ekstensi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, MSc, dan Ir. Muhrozi, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Ir. YI. Wicaksono, MS selaku Dosen Wali angkatan 2002.
6. Ir. Sutarto Edhisono, Dipl. HE, MT selaku Dosen Wali angkatan 2004.
7. Seluruh dosen, staf pengajar, dan civitas akademika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
8. Ir. Dwiyanto Joko Suprpto, MT, dan Ir. Didiak Djarwadi yang telah banyak berjasa bagi penyusun dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

9. Pimpinan dan seluruh staf PT. Addicon Mulya.
10. Kedua orang tua atas segala dukungan baik moril maupun materiil.
11. Seluruh keluarga, kakak, adik, keponakan, dan kekasih tercinta atas segala doa, , cinta, perhatian dan kasih sayangnya selama ini.
12. Teman – teman di Teknik Sipil atas kerja sama, doa, dukungan, dan semua yang telah terjalin selama ini.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusun, baik secara moril maupun materiil, mohon maaf karena tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan sumbangan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Juni 2007

Penyusun

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	1
1.3 Lokasi Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.2 Sistem Klasifikasi Tanah .....	5
2.2.1 Klasifikasi Tanah Berdasar Tekstur .....	6
2.2.2 Klasifikasi Tanah Sistem AASTHO .....	7
2.2.3 Klasifikasi Tanah Sistem UNIFIED.....	9
2.3 Penyelidikan Tanah.....	10
2.3.1 Boring.....	10
2.4 Parameter Tanah .....	11
2.4.1 Modulus Young.....	11
2.4.2 Poisson Ratio.....	12
2.4.3 Sudut Geser Dalam .....	13
2.4.4 Kohesi .....	13
2.5 Kekuatan Geser Tanah .....	13
2.6 Daya dukung Tanah .....	15
2.7 Teori Kelongsoran .....	15
2.8 Faktor Penyebab Kelongsoran .....	19

2.8.1	Faktor penyebab dari dalam .....	19
2.8.2	Faktor penyebab dari luar .....	20
2.8.3	Pengaruh Iklim .....	21
2.8.4	Pengaruh Air .....	21
2.8.5	Pengaruh Rangkak ( <i>Creep</i> ) .....	22
2.9	Pekerjaan Penanggulangan Kelongsoran .....	22
2.10	Stabilitas Lereng.....	23
2.10.1	Metode Irisan ( <i>Method of Slice</i> ).....	26
2.10.2	Metode Bishop's ( <i>Bishop's Method</i> ) .....	27
2.10.3	Metode Fellinius .....	30
2.11	Metode Elemen Hingga .....	34
2.11.1	Uraian Umum.....	34
2.11.2	Elemen untuk analisa dua dimensi.....	34
2.11.3	Interpolasi <i>Displacement</i> .....	35
2.11.4	Regangan .....	36
2.11.5	Hukum Konstitutif ( <i>Constitutive Law</i> ) .....	36
2.11.6	Matrix Kekakuan Elemen .....	37
2.11.7	Matrix Kekakuan Global .....	38
2.11.8	Analisa Elastis Dua Dimensi .....	38

### BAB III METODOLOGI

3.1	Uraian Umum .....	39
3.2	Tahap Persiapan .....	39
3.3	Tahap Pengumpulan Data .....	39
3.3.1	Data Primer .....	39
3.3.2	Data Sekunder .....	40
3.4	Tahap Analisa dan Pengolahan Data .....	40
3.5	Pemecahan Masalah .....	41
3.6	Alur Pembuatan Tugas Akhir .....	41

### BAB IV ANALISA DATA

4.1	Tinjauan Umum .....	43
4.2	Pengumpulan Data .....	43

4.2.1	Data Primer .....	43
4.2.2	Data Sekunder .....	44
4.3	Analisa Kestabilan Lereng .....	51
4.3.1	Perhitungan Kestabilan Lereng dalam Berbagai Kondisi ..	52
4.3.2	Hasil Analisa Aliran Air dalam Tubuh Waduk .....	54
4.3.3	Hasil Analisa Stabilitas Lereng Waduk Cacaban .....	59
BAB V PEMECAHAN MASALAH		
5.1	Uraian Umum .....	67
5.2	Aplikasi Geosintetik .....	67
5.3	Rekomendasi Perbaikan .....	69
5.3.1	Pola Jaringan <i>Strip Drain</i> .....	69
5.3.2	Hasil Analisa setelah Penambahan <i>Strip Drain</i> .....	74
BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT - SYARAT		
6.1	Ketentuan dan Persyaratan Umum .....	77
6.2	Ketentuan dan Persyaratan Administrasi .....	82
6.3	Syarat – syarat Teknis .....	92
BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA		
7.1	Perhitungan Volume Pekerjaan.....	99
7.2	Daftar Harga Upah dan bahan.....	101
7.3	Analisa Harga Satuan.....	103
7.4	Analisa Pekerjaan.....	104
7.5	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	105
BAB VIII PENUTUP		
8.1	Kesimpulan .....	106
8.2	Saran .....	107
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi tanah Sistem AASHTO .....	8
Tabel 2.2	Simbol klasifikasi tanah berdasarkan <i>Unified System</i> .....	10
Tabel 2.3	Nilai perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Bowles, 1991) .....	12
Tabel 2.4	Nilai perkiraan angka <i>Poissons</i> tanah .....	12
Tabel 2.5	Sudut sudut petunjuk menurut <i>Fellenius</i> .....	33
Tabel 4.1	Hasil uji berat volume tanah bahan timbunan Waduk Cacaban .....	46
Tabel 4.2	Hasil uji geser langsung timbunan Waduk Cacaban .....	48
Tabel 4.3	Hasil uji batas Atterberg .....	50
Tabel 4.4	Perubahan Faktor Keamanan akibat Tersumbatnya <i>toe drain</i> .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian .....	2
Gambar 2.1	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA .....	7
Gambar 2.2	Hubungan Kuat Geser Tanah dengan Kemantapan Lereng .....	14
Gambar 2.3	<i>Rotational slide</i> .....	17
Gambar 2.4	<i>Translation slide</i> .....	17
Gambar 2.5	<i>Surface slide</i> .....	18
Gambar 2.6	<i>Deep slide</i> .....	18
Gambar 2.7	Analisis Stabilitas Lereng .....	26
Gambar 2.8	Gaya – gaya yang Bekerja pada Irisan Bidang Longsor .....	27
Gambar 2.9	Gaya-gaya dan Asumsi Bidang pada Tiap Pias Bidang Longsor .....	31
Gambar 2.10	Posisi Titik Pusat Busur Longsor pada Garis PQ .....	33
Gambar 2.11	Contoh Jaring – Jaring dari Elemen Hingga .....	34
Gambar 2.12	Elemen –elemen <i>triangular dan lagrage</i> .....	35
Gambar 2.13	Elemen –elemen <i>six – node triangular</i> .....	35
Gambar 2.14	Analisa Tegangan Bidang .....	38
Gambar 3.1	Bagan alir pembuatan tugas akhir .....	42
Gambar 4.1	Gradasi bahan timbunan waduk cacaban .....	46
Gambar 4.2	Posisi bahan <i>embankment core</i> dan <i>earthfill</i> yang disarankan pada grafik Atterberg Limit .....	49
Gambar 4.3	Posisi bahan timbunan waduk cacaban pada grafik casagrande yang dimodifikasi .....	51
Gambar 4.4	Konfigurasi Elemen untuk Analisa Aliran Air pada Waduk Cacaban ...	53
Gambar 4.5	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk kosong, <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya .....	54
Gambar 4.6	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk rata-rata, <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya .....	54
Gambar 4.7	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk penuh, <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya .....	55
Gambar 4.8	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk kosong, <i>toe drain</i> tersumbat sebagian .....	55



Gambar 4.9	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk rata-rata, <i>toe drain</i> tersumbat sebagian .....	56
Gambar 4.10	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk penuh, <i>toe drain</i> tersumbat sebagian .....	56
Gambar 4.11	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk kosong, <i>toe drain</i> berfungsi baik .....	57
Gambar 4.12	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk rata-rata, <i>toe drain</i> berfungsi baik .....	57
Gambar 4.13	Kondisi aliran pada Waduk Cacaban saat air waduk penuh, <i>toe drain</i> berfungsi baik .....	58
Gambar 4.14	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk kosong, <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya .....	60
Gambar 4.15	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk rata-rata, <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya .....	60
Gambar 4.16	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk penuh, <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya .....	61
Gambar 4.17	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk kosong, <i>toe drain</i> tersumbat sebagian .....	61
Gambar 4.18	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk rata-rata, <i>toe drain</i> tersumbat sebagian .....	62
Gambar 4.19	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk penuh, <i>toe drain</i> tersumbat sebagian .....	62
Gambar 4.20	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk kosong, <i>toe drain</i> berfungsi baik .....	63
Gambar 4.21	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk rata-rata, <i>toe drain</i> berfungsi baik .....	63
Gambar 4.22	Pola Longsoran dan Faktor Aman saat air waduk penuh, <i>toe drain</i> berfungsi baik .....	64
Gambar 5.1	Potongan Melintang <i>strip drain</i> pada Lereng Hilir Waduk Cacaban .....	70
Gambar 5.2	Potongan Melintang Tipikal Waduk Cacaban dengan tambahan <i>strip drain</i> pada Lereng Hilir .....	71
Gambar 5.3	Pola <i>strip drain</i> pada Lereng Hilir Waduk Cacaban .....	72
Gambar 5.4	Hubungan antara <i>volume flow rate</i> filter geotextile dengan $d_{15}$ <i>base soil</i> (Lawson 1992) .....	73

Gambar 5.5	Kondisi Aliran pada Waduk Cacaban sebelum Perbaikan, saat air waduk Penuh dan <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya.....	74
Gambar 5.6	Pola Longsoran dan Faktor Aman sebelum Perbaikan, saat air waduk penuh dan <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya. ....	74
Gambar 5.7	Pola Aliran Air setelah Penambahan <i>Strip drain</i> , saat air waduk penuh dan <i>toe drain</i> tersumbat seluruhnya.....	75
Gambar 5.8	Pola Longsoran dan Faktor Aman setelah Penambahan <i>Strip Drain</i> . ....	75