



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**EVALUASI KESTABILAN LERENG
TUBUH BENDUNGAN CENGKLIK KABUPATEN BOYOLALI
PROVINSI JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

**AJI PULUNG WICAKSONO
21100111130038**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
JULI 2017**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**EVALUASI KESTABILAN LERENG
TUBUH BENDUNGAN CENGKLIK KABUPATEN BOYOLALI
PROVINSI JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1

**AJI PULUNG WICAKSONO
21100111130038**



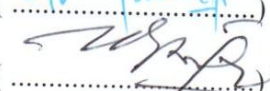
**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Aji Pulung W
NIM : 21100111130038
Departemen : Teknik Geologi
Judul Skripsi : Evaluasi Kestabilan Lereng Tubuh Bendungan Cengklik
Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Penguji I	: Najib, S.T., M.Eng., Ph.D	()
Penguji II	: Devina Trisnawati, S.T., M.Eng	()
Penguji III	: Ir. Wahyu Krisna H, M.T	()

Semarang, 31 Juli 2017

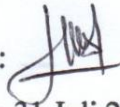
Ketua Departemen Teknik Geologi



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan
dengan benar.

Nama : Aji Pulung W
NIM : 21100111130038

Tanda tangan: 
Tanggal : 31 Juli 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aji Pulung Wicaksono
NIM : 21100111130038
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

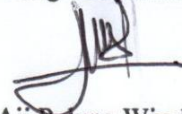
**“Analisis Kestabilan Lereng Tubuh Bendungan Cengklik Kabupaten Boyolali
Provinsi Jawa tengah”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 31 Juli 2017

Yang menyatakan



Aji Pulung Wicaksono

HALAMAN PERSEMBAHAN

**“SETIAP ORANG ITU JENIUS, NAMUN JIKA ANDA MENILAI IKAN DARI
KEMAMPUANNYA MEMANJAT POHON, DIA AKAN MEYAKINI SEPANJANG
HIDUPNYA BAHWA DIA ITU BODOH.” (ALBERT EINSTEIN)**

KATA PENGANTAR

Bendungan disamping memiliki manfaat yang besar, juga menyimpan potensi bahaya yang besar pula. Dikarenakan potensi bahaya dari bendungan yang besar maka diperlukan adanya suatu penelitian terhadap faktor keamanan kestabilan lereng dari bendungan tersebut sehingga bahaya-bahaya yang ditimbulkan akibat kerusakan dari bendungan dapat dihindari, sebagai contoh yaitu runtuhnya bendungan yang mengakibatkan bencana banjir bandang pada daerah sekitar apabila faktor keamanan kestabilan lereng dari bendungan tersebut tidak diperhatikan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor keamanan kestabilan lereng tubuh Bendungan Cengklik, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. Faktor keamanan kestabilan lereng pada suatu bendungan merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan agar adanya indikasi kerusakan pada bendungan tersebut dapat segera terdeteksi dan dapat segera dilakukan penanganan.

Penulis berharap penelitian ini mampu menjadi acuan bagi pihak terkait dalam merencanakan penanganan yang tepat terhadap indikasi kerusakan pada Bendungan Cengklik, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah.

Semarang, 31 Juli 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga Laporan Tugas Akhir ini bisa disusun, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Najib, ST., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro dan selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir saya.
2. Ibu Devina Trisnawati, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir saya.
3. Bapak Yoga Aribowo, ST., MT selaku Dosen Wali yang telah banyak membantu dalam saran akademik saya.
4. Ibuku, Bapakku, dan Adikku yang selalu memberikan kasih sayang yang tiada taranya, semangat dan doa serta bantuan moral dan materiil dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Dwiyanto Joko Suprpto, MT selaku Pembimbing 1 dari PT. SELIMUT BUMI ADHI CIPTA yang sudah sabar memberikan arahan dan bimbingan untuk menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Mas Tulus, ST selaku Pembimbing 2 dari PT. SELIMUT BUMI ADHI CIPTA yang sudah sabar memberikan arahan dan bimbingan untuk menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Kepada seluruh teman – teman Teknik Geologi Universitas Diponegoro khususnya angkatan 2011 yang selalu memberikan keceriaan dan semangat.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.

Semarang, 31 Juli 2017

Penulis

ABSTRAK

Penyelidikan faktor keamanan kestabilan lereng bendungan merupakan hal penting yang harus selalu diperhatikan dalam melakukan investigasi dan perawatan terhadap indikasi kerusakan suatu bendungan. Penyelidikan mengenai faktor keamanan lereng bendungan dalam penelitian ini dilakukan di Bendungan Cengklik Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dari kestabilan lereng tubuh bendungan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode observasi dan metode analisis data secara kuantitatif berupa pemetaan geoteknik, pemboran inti dan pengambilan contoh tanah terganggu dan tidak terganggu untuk uji laboratorium mekanika tanah guna mendapatkan nilai parameter material bendungan. Nilai parameter material bendungan digunakan untuk melakukan perhitungan dan simulasi tingkat keamanan lereng dengan bantuan perangkat lunak *Slide 6.0* berdasarkan metode *Fellenius* pada 10 kondisi yang berbeda, yaitu kondisi bendungan kosong tanpa beban gempa bagian hulu, kondisi bendungan kosong dengan beban gempa bagian hulu, kondisi bendungan kosong tanpa beban gempa bagian hilir, kondisi bendungan kosong dengan beban gempa bagian hilir, kondisi bendungan muka air maksimum tanpa beban gempa bagian hulu, kondisi bendungan muka air maksimum dengan beban gempa bagian hulu, kondisi bendungan muka air maksimum tanpa beban gempa bagian hilir, kondisi bendungan muka air maksimum dengan beban gempa bagian hilir, kondisi bendungan muka air turun tiba-tiba tanpa beban gempa bagian hulu dan kondisi bendungan muka air turun tiba-tiba tanpa beban gempa bagian hilir. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa kestabilan lereng tubuh bendungan ada yang tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) faktor keamanan bendungan sehingga rawan terjadi longsoran. Kestabilan lereng yang tidak memenuhi SNI faktor keamanan bendungan terdapat pada 2 kondisi yang disimulasikan yaitu kondisi muka air maksimum pada lereng hilir tanpa beban gempa dan kondisi muka air maksimum pada lereng hilir dengan beban gempa.

Kata kunci: Bendungan, Kestabilan Lereng, Faktor Keamanan, *Fellenius*

ABSTRACT

The examination of safety factors in slope stability is a crucial thing that must be considered in the investigation and dam maintenance. This study conducted in “Bendungan Cengklik Kabupaten Boyolali”. The purpose of this study is to determine the value of slope safety factors and stability of the dam’s body. This study uses the observation and qualitative analysis data methodology of geotechnical mapping course, core drilling and undisturbed sample for soil mechanics laboratory test in order to obtain the parameter value of dam materials. The parameter value of dam materials used to perform calculation and simulation of safety in slope stability level, which, helped by Slide 6.0 software based on Fellenius method with ten different conditions. Slope stability that does not meet the safety standards based on two simulation conditions, the maximum water surface conditions on the lower slope without seismic load and the maximum water surface conditions on the lower slope with seismic load.

Keywords: Dam, Slope Stability, Safety Factors, *Fellenius*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Rumusan dan Batasan Masalah	2
1.3.1 Rumusan Masalah.....	2
1.3.2 Batasan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kondisi Umum Kabupaten Boyolali	5
2.2 Geologi Regional Kabupaten Boyolali.....	6
2.2.1 Geomorfologi Regional.....	6
2.2.2 Statigrafi Regional	7
2.2.3 Sumber Daya Air.....	8
2.3 Definisi Bendungan	9
2.4 Bendungan Urugan	10
2.5 Tanah	14
2.6 Penyelidikan Geoteknik.....	16
2.6.1 Penyelidikan Permukaan.....	16
2.6.2 Penyelidikan Bawah Permukaan.....	17
2.7 Gempa Bumi.....	20
2.7.1 Pengaruh Gempa Bumi terhadap Bangunan	20
2.7.2 Metode Analisis Gaya Gempa	22
2.7.3 Analisis Gempa Bumi pada Bendungan	22
2.8 Kestabilan Lereng Tubuh Bendungan	27
2.9 Spesifikasi Bendungan	32
BAB III METODOLOGI.....	33
3.1 Metode Penelitian	33
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	34

3.3	Tahapan Penelitian	35
3.3.1	Tahapan Pendahuluan	35
3.3.2	Tahapan Pengambilan Data Lapangan.....	35
3.3.3	Tahapan Pengambilan Data Laboratorium.....	36
3.3.4	Tahapan Pengolahan Data.....	37
3.4	Hipotesis Penelitian	39
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1	Penyelidikan Permukaan	40
4.2	Penyelidikan Bawah Permukaan	44
4.2.1	Pemboran Inti	44
4.2.2	Uji SPT	44
4.3	Uji Laboratorium Mekanika Tanah	45
4.4	Analisis Gempa.....	46
4.5.1	Klasifikasi Kelas Risiko.....	47
4.5.2	Koefisien Gempa.....	48
4.5	Analisis Kestabilan Lereng.....	50
4.8.1	Kondisi Bendungan Kosong	51
4.8.2	Kondisi Muka Air Maksimum.....	54
4.8.3	Kondisi Muka Turun Tiba-tiba.....	57
4.8.4	Pembahasan Hasil Analisis.....	59
4.6	Rekomendasi Penanggulangan	62
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66
	DAFTAR PUSTAKA	67
	LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Administrasi Jawa Tengah dan lokasi Penelitian (www.gesospasial.bnpb.go.id)	4
Gambar 2.1	Peta Administrasi Kabupaten Boyolali (Badan Pusat Statistik Kabupaten Boyolali, 2012)	5
Gambar 2.2	Peta Fisiografi daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (van Bemmelen, 1949 dengan modifikasi warna)	7
Gambar 2.3	Peta Geologi Regional daerah Penelitian (Sudarno dkk, 1992)	8
Gambar 2.4	Peta Zona Gempa Indonesia (Puslitbang Sumber Daya Air, 2004 (Pd T-14-2004-A))	25
Gambar 2.5	Ilustrasi Gaya Penahan dan Gaya Penggerak (<i>Soedibyo</i> , 1993)	29
Gambar 2.6	Penjabaran Gaya-gaya yang bekerja pada Bidang Gelincir (<i>Soedibyo</i> , 1993)	29
Gambar 2.7	Cara penentuan besar gaya N dan T (<i>Soedibyo</i> , 1993)	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1	Kenampakan lempung kepasiran pada STA 2	40
Gambar 4.2	Kenampakan pasir kerikilan pada STA 4.....	41
Gambar 4.3	Kenampakan pasir kerikilan pada STA 5.....	41
Gambar 4.4	Kenampakan pasir kerakalan pada STA 22	42
Gambar 4.5	Kenampakan pasir kerakalan pada STA 24	42
Gambar 4.6	Peta Geoteknik Lokasi Penelitian	43
Gambar 4.7	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi bendungan kosong pada lereng hulu tanpa beban gempa	52
Gambar 4.8	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi bendungan kosong pada lereng hilir tanpa beban gempa.....	52
Gambar 4.9	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi bendungan kosong pada lereng hulu dengan beban gempa	53
Gambar 4.10	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi bendungan kosong pada lereng hilir dengan beban gempa.....	53
Gambar 4.11	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi muka air maksimum pada lereng hulu tanpa beban gempa	55
Gambar 4.12	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi muka air maksimum pada lereng hilir tanpa beban gempa.....	55
Gambar 4.13	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi muka air maksimum pada lereng hulu dengan beban gempa	56
Gambar 4.14	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi muka air maksimum pada lereng hilir dengan beban gempa.....	56

Gambar 4.15	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi muka air turun tiba-tiba pada lereng hulu tanpa beban gempa	58
Gambar 4.16	Hasil analisis kestabilan lereng kondisi muka air turun tiba-tiba pada lereng hilir tanpa beban gempa.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi umum bendungan urugan (<i>Soedibyo</i> , 1993)	12
Tabel 2.2	Hubungan kisaran antara Nilai N(SPT) dengan Kuat Tekan menurut Terzaghi dan Peck, 1948.....	19
Tabel 2.3	Kriteria Faktor Risiko untuk evaluasi keamanan bendungan (Pd T-14-2014-A, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah).....	23
Tabel 2.4	Kelas Risiko Bendungan dan Bangunan Air (Pd T-14-2014-A, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah).....	23
Tabel 2.5	Kriteria Beban Gempa untuk desain bendungan (Pd T-14-2014-A, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah) ...	24
Tabel 2.6	Periode ulang dan percepatan gempa (Peta Zona Gempa Indonesia, 2004 (Pd T-14-2014-A)).....	26
Tabel 2.7	Faktor koreksi pengaruh jenuh tanah dan batuan (Peta Zona Gempa Indonesia, 2004 (Pd T-14-2014-A))	27
Tabel 2.8	Fk ijin stabilitas lereng berdasarkan SNI	28
Tabel 3.1	Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian.....	34
Tabel 4.1	Hasil Penyelidikan Bawah Permukaan	43
Tabel 4.2	Hasil uji laboratorium Mekanika Tanah	44
Tabel 4.3	Parameter Nilai dan Desain.....	50
Tabel 4.4	Rekapitulasi Kestabilan Lereng Bendungan	59
Tabel 4.5	Nilai Faktor Keamanan	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Peta Geoteknik	70
Lampiran 2	Foto <i>Core Box</i>	72
Lampiran 3	Log Bor	84
Lampiran 4	Hasil Uji <i>Index Properties</i>	91
Lampiran 5	Hasil Uji <i>Direct Shear</i>	104
Lampiran 6	Tahapan Permodelan Kestabilan Lereng menggunakan <i>Software Slide 6.0</i>	117