



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE
LIMIT EQUILIBRIUM PADA TUBUH BENDUNG NGANDONG
KABUPATEN WONOGIRI**

TUGAS AKHIR

Yuko Riswandha

21100112130068

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

SEMARANG

MARET 2017



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE
LIMIT EQUILIBRIUM PADA TUBUH BENDUNG NGANDONG
KABUPATEN WONOGIRI**

TUGAS AKHIR

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

Yuko Riswandha

21100112130068

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

SEMARANG

MARET 2017

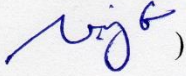
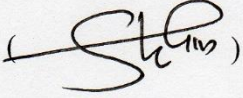

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Yuko Riswandha
NIM : 21100112130068
Departemen : Teknik Geologi
Judul Skripsi : Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode *Limit Equilibrium* pada Tubuh Bendung Ngandong, Kabupaten Wonogiri

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ Strata 1 pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing	: Najib, ST., M.Eng., Ph.D NIP.197710202005011001	()
Pembimbing	: Fahrudin, ST., MT. NIP. 198301222006041002	()
Penguji	: Ir. Prakosa Rachwibowo, MS NIP. 195203091983031001	()

Semarang, 6 Maret 2017
Ketua,
Departemen Teknik Geologi
Fak. Teknik Undip



Najib, ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 197710202005011001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

NAMA : Yuko Riswandha
NIM : 21100112130068
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

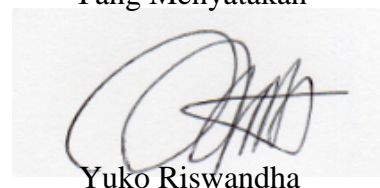
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode *Limit Equilibrium* pada Tubuh Bendung Ngandong, Kabupaten Wonogiri”

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 mempublikasikan 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 : 6 Maret 2017
Yang Menyatakan



Yuko Riswandha

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

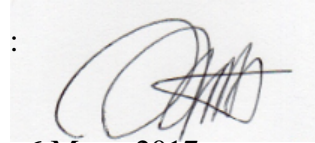
Dengan ini saya Yuko Riswandha menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sudah pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S-1) dari Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam Tugas Akhir ini yang berasal dari karya orang lain baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan berupa mengutip nama sumber penulis secara tepat dan semua isi dari Tugas Akhir sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Nama : Yuko Riswandha

NIM : 21100112130068

Tanda Tangan :



Tanggal : 6 Maret 2017

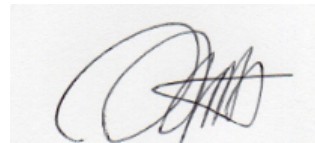
KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah dan nikmat-Nya yang tiada kira sehingga penulis memiliki kekuatan dan kemampuaanserta ketabahan dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir di PT. INAKKO dengan judul “Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode *Limit Equilibrium* pada Tubuh Bendung Ngandong, Kabupaten Wonogiri”. Adapun tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sajana Teknik pada Program studi Teknik Geologi , Fakultas Teknik, Unuversitas Diponegoro, Semarang.

Dalam Laporan Tugas Akhir ini, penulis berusaha memberikan gambaran tentang analisis dan perhitungan kestabilan lereng dalam studi kasus pembuatan Bendung di Desa Ngandong yang nantinya bangunan tersebut dapat bertahan lama dari kemungkinan yang dapat menyebabkan kelongsoran pada lereng tubuh Bendung. Selain penulis juga memberikan gambaran beberapa metode dalam analisi dan perhitungan tersebut dengan memasukkan beberapa parameter fisik maupun mekanik tanah/ batuan yang akan dijadikan sebagai tubuh Bendung dan pondasi yang nantinya dapat digunakan dalam optimalisasi dan efisiensi seberapa aman lereng tubuh Bendung. Hal tersebut juga nantinya dimaksudkan untuk merencanakan desain dan jumlah material tubuh Bendung serta kemiringan sehingga kontraktor dapat mengeluarkan biaya agar dapat ditekan seporposional mungkin denga kelerengan yang aman.

Kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan pada penelitian Tugas Akhir ini. Penunis berharap semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi semua pihak khususnya pembaca.

Semarang, 6 Maret 2017
Penulis



HALAMAN PERSEMBAHAN

**“ALLAH YANG MENCIPTAKAN TUJUH LANGIT DAN DARI (PENCIPTAAN)
BUMI JUGA SERUPA.” (QS ATH THALAAQ :12)**

**“HAKIKAT HIDUP BUKANLAH APA YANG KITA KETAHUI, BUKAN BUKU-
BUKU YANG KITA BACA ATAU KALIMAT-KALIMAT YANG KITA
PIDATOKAN, MELAINKAN APA YANG KITA KERJAKAN, APA YANG
PALING MENGAJAR DI HATI, JIWA DAN INTI KEHIDUPAN KITA”**

**““APA GUNANYA ILMU KALAU TIDAK MEMPERLUAS JIWA SESEORANG
SEHINGGA IA BERLAKU SEPERTI SAMUDERA YANG MENAMPUNG
SAMPAH-SAMPAH. APA GUNANYA KEPANDAIAN KALAU TIDAK
MEMPERBESAR KEPERIBADIAN SESEORANG SEHINGGA IA MAKIN
SANGGUP MEMAHAMI ORANG LAIN?”**

**“TUHAN TIDAK MENUNTUN KITA UNTUK SUKSES MELAINKAN UNTUK
BERJUANG TANPA HENTI”**

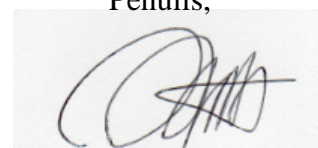
UCAPAN TERIMA KASIH

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. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan kasih sayang yang tiada taranya, semangat dan doa serta bantuan moral dan material dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Najib, ST., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro dan Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir saya.
3. Bapak Fahrudin, ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir saya
4. Bapak Ir. Prakosa Rachwibowo, MS. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang selalu sabar memberikan arahan, kritikan dan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir saya.
5. Pak Kresno dan Mas Goji selaku pembimbing dari Teknik Sipil Undip yang telah memberikan arahan, bimbingan serta motivasi untuk menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Prastowo Faiz selaku patner pemetaan lapangan dan analisis perencanaan Bendung untuk menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini
7. Teman-teman Kontrakan Permata Tembalang yang selalu memberikan motivasi dan hiburan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Kepada seluruh teman – teman Teknik Geologi Universitas Diponegoro khususnya angkatan 2012 yang selalu memberikan keceriaan dan semangat
9. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.

Semarang, 6 Maret 2017

Penulis,



ABSTRAK

Krisis kebutuhan air sedang melanda daerah selatan dari Kabupaten Wonogiri terutama di Desa Ngandong, Kecamatan Eromoko. Guna memenuhi krisis air tersebut maka akan dibangun suatu bendung. Upaya dalam perencanaan bendung tersebut dibutuhkan beberapa kajian salah satunya analisis kestabilan lereng pada bagian hulu maupun hilir agar bangunan yang telah direncanakan bisa aman dan tidak membahayakan masyarakat sekitar ketika terjadi longsor.

Metode analisa kestabilan lereng, yang paling umum ialah metode kesetimbangan batas atau *Limit Equilibrium*, yaitu *Bishop* dan *Morgenstern price* dengan mengetahui nilai *Factor of Safety (FoS)* atau faktor keamanan. Tingkat kestabilan lereng tersebut ditentukan dari penyelidikan lapangan berupa pemetaan geoteknik, pemboran inti, uji laboratorium, dan perhitungan beban gempa. Pemetaan geoteknik dan pemboran inti digunakan untuk mengetahui kondisi dan penyebaran tanah/ batuan yang terdapat disekitar daerah penelitian. Sedangkan, Uji laboratorium guna mendapat nilai parameter material Bendung dan pondasi yang nantinya akan dihitung dan disimulasikan dengan bantuan *software slope-w2007* pada kondisi yang berbeda-beda. Perhitungan beban gempa dilakukan untuk memprediksi apabila terjadi gempa yang nantinya dapat menyebabkan terjadinya longsor.

Hasil analisis kestabilan lereng bendung berdasarkan metode *Bishop* dan *Morgenstern Price* yang telah disimulasikan meliputi kondisi selesai konstruksi tanpa beban seismik dengan nilai Fk 2.021 dan 2.045 serta dengan beban seismik 1.383 dan 1.383. Kondisi *steady state* atau kondisi air normal tanpa seismik nilai Fk 2.298 dan 2,298 serta dengan beban seismik 1.622 dan 1.700. Kondisi banjir tanpa seismik nilai Fk 2.021 dan 2.103 serta dengan beban seismik Fk 1.479 dan 1.1542. Kondisi *rapid drawdown* atau turun tiba-tiba Fk 1.877 dan 1.893. Hasil tersebut memenuhi persyaratan terhadap beberapa kriteria nilai Fk tanpa beban seismik >1,2 dan dengan beban seismik >1,0 dan disimpulkan kestabilan lereng terhadap 7 kondisi tersebut aman dan tidak akan terjadi longsor.

Kata Kunci: Bendung, Kestabilan Lereng, *Limit Equilibrium*, Faktor Keamanan

ABSTRACT

Water crisis is currently attacking some places located in the South of Wonogiri, particularly in Ngandong Village, Eromoko Sub-district. As the best solution to surpass water crisis, is by building a dam. Due to the planning of dam building, some studies had been done. One of them was analyzing the slope stability at upstream and downstream. This study was aimed to make sure the safety level and to minimize the effect of landslide around area.

This study used Bishop and Morgnstern Price of Limit Equilibrium as the method. This was to find out the value of Factor of Safety (FOS). To test the stability of slope included geotechnical mapping, core drilling, laboratory testing, and measurement of earthquake risk. Geotechnical mapping and core drilling is purposed to look at the soil and minerals spreading in the location of research. Meanwhile, laboratory testing is to find out parameter value from the materials that then being calculated and stimulated with Slope-W 2007 Software in seven different conditions. Measurement of earthquake risk is to predict earthquake power that is potentially affected to landslide.

Result of the study obtained End of construction without seismic Fk 2.021 and 2.045 with seismic 1.383 and 1.383. At steady state without seismic Fk 2.298 and 2.298 with seismic 1.622 and 1.700. During flood obtained without seismic Fk 2.021 and 2.103 with seismic 1.479 and 1.542. Score obtained while rapid drawdown without seismic was Fk. 1.877 and 1.893. Those results filled with term Fk score without seismic >1.2 and >1.0 with seismic. This study concluded that slope stability of those seven conditions was safety and proper to prevent from landslide.

Keywords: *Dam, Slope Stability, Limit Equilibrium, Factor of Safety*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
UCAPAN TERIMAKASIH	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.5. Lokasi Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	5
1.8. Penelitian Terdahulu.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka.....	7
2.1. Stratigrafi Daerah penelitian.....	7
2.2. Tektonik Regional	9
2.3. Bendung.....	11
2.4. Desain Bendung	19
2.5. Parameter Fisik dan Mekanik Material Bendung.....	22
2.6. Stabilitas Tubuh Calon Bendung.....	28
2.7. Metode Analisis kestabilan lereng dengan <i>Limit Equilibrium</i>	32
2.8. Stabilitas Bendung akibat Beban Gempa	37
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1. Metodologi Penelitian	42
3.2. Alat dan Data Penelitian.....	43
3.3. Tahapan Penelitian	44
3.3.1. Tahapan Pendahuluan.....	44
3.3.2. Tahapan Pengumpulan Data	44

3.3.3. Tahapan Pengolahan Data	46
3.4. Hipotesis Penelitian	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Penyelidikan Permukaan	49
4.1.1. Pemetaan geoteknik	49
4.2. Pemboran Inti dan Uji SPT	54
4.3. Korelasi Pemboran Inti	55
4.4. Uji Laboratorium Sampel daerah Penelitian	55
4.4.1. BH-1	57
4.4.2. BH-2	57
4.4.3. TP 1	57
4.5. Spesifikasi Bendung	58
4.6. Parameter Fisik dan Mekanik	61
4.7. Perhitungan Koefisien beban gempa	67
4.8. Analisis Kestabilan Bendung Ngandong	68
4.8.1. Hasil Analisis Kestabilan lereng Bendung Ngandong	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Indeks Lokasi Penelitian	4
Gambar 2.1	Peta Geologi Lokasi Penelitian	8
Gambar 2.2	Statigrafi Geologi Pegunungan Selatan (Surono dkk, 1992)	9
Gambar 2.3	Pola Struktur Pulau Jawa (Sribudiyani dkk, 2003)	10
Gambar 2.4	Bendungan Urugan tanah dengan drainase kaki (Soediby, 2003).....	14
Gambar 2.5	Penampang melintang bendungan urugan tanah dengan drainase horizontal (Soediby, 2003).....	14
Gambar 2.6	Penampang melintang bendungan urugan tanah dengan drainase tegak (Soediby, 2003).....	14
Gambar 2.7	Penampang melintang bendungan urugan tanah dengan drainase kombinasi (Soediby, 2003)	14
Gambar 2.8	Penampang melintang bendungan urugan pasir dan krikil dengan lapisan kedap air tegak (Soediby, 2003)	15
Gambar 2.9	Penampang melintang bendungan urugan pasir dan krikil dengan lapisan kedap air miring (Soediby, 2003)	15
Gambar 2.10	Penampang melintang bendungan urugan pasir dan krikil dengan lapisan kedap air tegak tidak simetris (Soediby, 2003).....	15
Gambar 2.11	Penampang melintang bendungan Ouchi di Jepang (Soediby,2003)	16
Gambar 2.12	Penampang melintang bendungan Kuzuryu di Jepang (Soediby,2003).....	17
Gambar 2.13	Penampang melintang bendungan Mrica di Jawa Tengah (Soediby,2003).....	17
Gambar 2.14	<i>Section</i> tipikal timbunan yang terletak pada tanah (EM 1110-2-2300, <i>US ArmyCorps of Engineer 2004</i>)	19
Gambar 2.15	Ilustrasi gaya penahan dan gaya penggerak (Zakaria,2009)	29
Gambar 2.16	Kondisi muka air turun tiba-tiba (Soediby, 2003).....	31
Gambar 2.17	Peta Gempa Indonesia (Pd T-14-2004-A).....	41
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	48
Gambar 4.1	Peta Geoteknik daerah penelitian.....	53
Gambar 4.2	Breksi Vulkanik pada STA 2	50
Gambar 4.3	Batupasir Tuffan pada STA 12	51

Gambar 4.4	Lempung Paisran. Pada STA 6	52
Gambar 4.5	<i>Section Zoning</i> Bendung Ngandong.....	60
Gambar 4.6	Hasil Pengujian <i>Triaxial CU Optimum Borrow</i> Bendung	62
Gambar 4.7	Desain Bendungan Ngandong.....	70
Gambar 4.8	Rekonstruksi <i>Phreatic line</i> pada kondisi Selesai Konstruksi.....	71
Gambar 4.9	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi selesai konstruksi (a) Analisis Bishop FoS=1.2.021 dan (b) Morgensten-price FoS=2.045	72
Gambar 4.10	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi selesai konstruksi dengan beban gempa (a) Analisis Bishop FoS=1.383 dan (b) Morgensten-price FoS=1.383	72
Gambar 4.11	Rekonstruksi <i>Phreatic line</i> pada kondisi muka air normal	73
Gambar 4.12	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi muka air normal (a) Analisis Bishop FoS=2,298 dan (b) Morgensten-price FoS=2.298	74
Gambar 4.13	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi muka air normal dengan beban gempa (a) Analisis Bishop FoS=1.622 dan (b) Morgensten-price FoS=1.700	74
Gambar 4.14	Rekonstruksi <i>Phreatic line</i> pada kondisi banjir	75
Gambar 4.15	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi banjir (a) Analisis Bishop FoS=2.021 dan (b) Morgensten-price FoS=2.103.....	76
Gambar 4.16	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi banjir dengan beban gempa (a) Analisis Bishop FoS=1.479 dan (b) Morgensten-price FoS=1.542...	76
Gambar 4.17	Rekonstruksi <i>Phreatic line</i> pada kondisi <i>Rapid drawdown</i>	77
Gambar 4.18	<i>Principal incremental strain</i> pada kondisi <i>Rapid drawdown</i> (a) Analisis Bishop FoS=1.877 dan (b) Morgensten-price FoS=1.893	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Rincian Kegiatan	5
Tabel 1.2	Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.1	Elemen Desain pada dam (Look, 2007)	21
Tabel 2.2	Kemiringan Lereng Urugan (Sosodarsono dkk, 1981).....	21
Tabel 2.3	Nilai <i>Unit Weight</i> dari berbagai tanah (Look, 2007)	22
Tabel 2.4	Nilai <i>Unit Weight</i> pada batuan (Look, 2007)	23
Tabel 2.5	Nilai <i>Permeability</i> (Look, 2007)	24
Tabel 2.6	Estimasi Nilai <i>Permeability</i> pada batuan (Look, 2007)	24
Tabel 2.7	Nilai <i>Elastic Modulus</i> dari tanah (Look, 2007)	25
Tabel 2.8	Nilai <i>Elastic Modulus</i> dari batuan (Look, 2007)	26
Tabel 2.9	Nilai <i>Friction Angle</i> pada tanah tipe <i>cohesionless</i> (Look, 2007)	27
Tabel 2.10	Nilai <i>Friction Angle</i> pada batuan (Look, 2007)	28
Tabel 2.11	Persyaratan faktor keamanan minimum untuk stabilitas bendung tipe urugan.....	30
Tabel 2.12	Perbedaan Metode analisis kestabilan lereng (Abranson 2002).....	35
Tabel 2.13	Metode Analisis kestabilan Lereng (Chowdhury, 2010).....	35
Tabel 2.14	Hubungan antara gaya tekan antarririsan dan gaya gesek antarririsan (Juang Wang dan Hong Guang, 2013)	36
Tabel 2.15	Kriteria faktor resiko untuk evaluasi keamanan bendungan (Pd T-14-2004-A).....	38
Tabel 2.16	Kelas resiko bendungan dan bangunan air (Pd T-14-2004-A).....	38
Tabel 2.17	Periode ulang untuk desain bendung akibat beban gempa (Pd T-14- 2004-A).....	39
Tabel 3.1	Alat dan Data Penelitian.....	43
Tabel 4.1	Diskripsi Geologi dari Hasil Pemboran.....	54
Tabel 4.2	Resume uji sampel <i>undisturbed</i> tanah hasil pemboran	56
Tabel 4.3	Resume uji sampel <i>disturbed</i> dengan uji <i>Standart proctor</i>	57
Tabel 4.4	Zonasi Pada Gambar 4.6	61
Tabel 4.5	Parameter Fisik dan Mekanis <i>clay zone</i>	62
Tabel 4.6	Nilai <i>Friction Angle</i> pada tanah tipe <i>cohesionless</i> (Look 2007)	63

Tabel 4.7	Nilai <i>Cohesion</i> dan <i>Friction Angle</i> dari berbagai tipe batuan (Look, 2007).....	64
Tabel 4.8	Nilai <i>unit weight</i> dari berbagai tanah (Look, 2007).....	64
Tabel 4.9	Parameter Fisik dan Mekanis <i>filter</i> dan <i>drain</i>	65
Tabel 4.10	Parameter Fisik dan mekanis <i>Rockfill</i>	66
Tabel 4.11	Parameter Fisik dan mekanis breksi Vulkanik	67
Tabel 4.12	Tipe Analisis dan Kondisi yang ditinjau dari simulasi Bendung Ngandong	69
Tabel 4.13	Persyaratan faktor keamanan minimum untuk stabilitas bendungan tipe urugan.....	70
Tabel 4.14	Hasil Simulasi Kondisi Kestabilan Lereng Bendung Ngandong.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Log Bor	84
Lampiran 2 Hasil Laboraturium <i>Index Propertis</i>	87
Lampiran 3 Data Triaksial CU pada sampel <i>test pit</i>	94
Lampiran 4 Hasil Uji <i>Standart Proctor</i> pada sampel <i>test pit</i>	107
Lampiran 4 Surat-surat Tugas Akhir	114