



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG
PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN EMBUNG WARU
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA (*FINITE ELEMENT METHOD*)
DI DESA NGANDONG, KECAMATAN EROMOKO,
KABUPATEN WONOGIRI, JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

**PRASTOWO FAIZ NUR
211001102120003**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
MEI 2017**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG
PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN EMBUNG WARU
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA (*FINITE ELEMENT METHOD*)
DI DESA NGANDONG, KECAMATAN EROMOKO,
KABUPATEN WONOGIRI, JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

**PRASTOWO FAIZ NUR
211001102120003**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
MEI 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : PRASTOWO FAIZ NUR

NIM : 21100112120003

Departemen : Teknik Geologi

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kestabilan Lereng Pada Perencanaan Pembangunan Embung Waru Dengan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) di Desa Ngandong, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri, 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 : Ir. Prakosa Rachwibowo, MS

NIP. 195203091983031001

()

Penguji II : Narulita Santi, ST., M.Eng

NIK. 198807160115012044

()

Penguji III : Ir. Wahyu Krisna Hidajat, MT

NIP. 195909091987031001

()

Semarang, 2 Mei 2017

Ketua Departemen Teknik Geologi



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


NIP.197710202005011001

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 : Prastowo Faiz Nur

NIM : 21100112120003

Tanda tangan : 

Tanggal : 2 Mei 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Prastowo Faiz Nur
NIM : 21100112120003
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 Pada Perencanaan Pembangunan Embung Waru Dengan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) di Desa Ngandong, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/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 : 2 Mei 2017

Yang menyatakan



Prastowo Faiz Nur

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T, karena atas ridho-Nya, tugas akhir ini dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Tugas akhir ini merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kestabilan desain lereng bendungan pada perencanaan pembangunan Embung Waru di Desa Ngandong, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah.

Pelaksanaan penelitian pada akhirnya dapat terselesaikan dengan baik berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada penyusunan tugas akhir ini tentunya masih terdapat kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan pada penelitian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan, tambahan pengetahuan dan gambaran mengenai analisis kestabilan lereng bendungan dengan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) dan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Semarang, 2 Mei 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dalam iman, sehat dan berkah bagi penulis. Tidak lupa shalawat serta salam untuk Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikut yang kelak mendapat syafaatnya, semoga penulis termasuk di dalamnya, Aamiin. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan terlaksana tanpa adanya dukungan, kritik dan saran yang sangat membantu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orangtua, kedua adik dan keluarga besar tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan inspirasi dalam hidup penulis.
2. Bapak Ir. Prakosa Rachwibowo, MS selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan dan kritik dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Ibu Narulita Santi, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan dan kritik dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Ir. Wahyu Krisna Hidajat, M.T selaku dosen penguji sekaligus dosen wali yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan dan kritik dalam menyelesaikan tugas akhir, serta sudah memberikan bimbingan dalam perkuliahan dari tahap orientasi awal kuliah hingga akhir kuliah.
5. Bapak Najib, ST, M.Eng.,Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro.
6. Seluruh dosen dan staff karyawan Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro yang telah memberikan pengajaran, pelayanan dan ilmu yang bermanfaat.
7. Goji Pamungkas, ST yang telah membantu penulis selama pelaksanaan tugas akhir.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Geologi angkatan 2012 yang telah memberikan banyak semangat, kritik dan saran.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis selama ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

SARI

Pada saat musim kemarau, air merupakan hal yang sulit didapatkan di Desa Ngandong, Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri. Embung adalah solusi dari kesulitan air tersebut. Diperlukan rekayasa geoteknik berupa bendungan supaya air dapat terkumpul.

Dibutuhkan tipe bendungan yang efektif untuk membuat embung tersebut. Kemudian juga desain lereng bendungan yang optimal dan angka faktor keamanannya.

Analisis kestabilan lereng bendungan dengan metode elemen hingga menggunakan *software plaxis* 8.6. Analisis pertama pada desain dengan kemiringan lereng bendungan yang dianjurkan. Kemudian ketika tidak aman, desain kemiringan lereng bendungan dirubah.

Hasil analisis kestabilan lereng bendungan dengan perbandingan lereng vertikal:horizontal pada bagian hulu 1:1,5 dan pada bagian hilir 1:1,25 menghasilkan beberapa kondisi dengan angka faktor keamanan yang lebih kecil dari yang diijinkan, sehingga kemiringan lereng bendungan perlu dirubah. Hasil perubahan lereng bendungan dengan perbandingan lereng vertikal:horizontal pada bagian hulu 1:1,9 dan pada bagian hilir 1:1,6 pada kondisi selesai konstruksi tanpa beban gempa dan dengan pengaruh beban gempa *upstream* dan *downstream*, kondisi muka air normal tanpa beban gempa dan dengan pengaruh beban gempa *upstream* dan *downstream*, kondisi muka air maksimum tanpa beban gempa dan dengan pengaruh beban gempa *upstream* dan *downstream*, serta kondisi muka air turun tiba-tiba (*rapid drawdown*) tanpa pengaruh beban gempa menghasilkan angka faktor keamanan lebih dari yang disyaratkan, sehingga bendungan aman.

Kata kunci: Embung, Bendungan, kestabilan lereng, Metode Elemen Hingga, faktor keamanan.

ABSTRACT

During the dry season, water in Ngandong District of Eromoko, Wonogiri is something difficult to get. Small reservoir is one of the solution for the problem. Small dam is needed in order to catched up and collected water in the reservoir area.

Effective type of dam is needed. Also the optimum slope of dam and the safety factor.

In this research, slope stability analysis using finite element method in software Plaxis 8.6. In the first analysis process, we use dam slope value from recommendation to all of simulated condition, then if the program says the result of safety factor below the value allowed by standard required so the dam slope desain is recharge.

The calculation of slope stability dam analysis with a slope ratio of vertical:horizontal on the upstream side 1: 1.5 and downstream side 1: 1.25 resulting some conditions which the safety factor is smaller than requirement so the slope of the dam needs to be changed. The dam slope changes with slope ratio of vertical: horizontal on the upstream side 1: 1.9 and downstream side 1: 1.6 on the condition of after construction, without seismic load and seismic load effects upstream and downstream, the normal water level conditions without seismic load and the effect of seismic load upstream and downstream, the maximum water condition without seismic load and the effect of seismic load of upstream and downstream, and the rapid drawdown condition without seismic load generate safety factor value more than requirement, therefore the dam is safe.

Keywords: Small resevoir, dam, slope stability, Finite Element Method, safety factor.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iv
Kata Pengantar	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Sari	vii
Abstract	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Maksud dan Tujuan	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan	2
I.3 Rumusan dan Batasan Masalah	2
1.3.1 Rumusan Masalah.....	2
1.3.2 Batasan Masalah	3
I.4 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	3
I.5 Penelitian Terdahulu	4
I.6 Kerangka Pikir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Geologi Regional Daerah Penelitian.....	7
II.1.1 Geomorfologi	8
II.1.2 Struktur Geologi.....	8
II.1.3 Stratigrafi.....	9
II.2 Embung	12
II.3 Bendungan	13
II.4 Bendungan Urugan	15
II.5 Penyelidikan Geofisika Dengan Metode Geolistrik	21
II.6 Kestabilan Lereng Bendungan.....	22
II.6.1 Metode Elemen Hingga.....	24
II.6.2 Pengaruh Bendungan Terhadap Beban Gempa.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
III.1 Metode Penelitian	36
3.1.1 Metode Deskriptif.....	36
3.1.2 Metode Analisis	36
III.2 Alat dan Data Sekunder.....	36
3.2.1 Alat	36
3.2.2 Data Sekunder	37
III.3 Tahapan Penelitian	37
III.4 Hipotesis Penelitian	38

III.5 Diagram Alir Penelitian.....	39
BAB IV PEMBAHASAN.....	40
IV.1 Penyelidikan Permukaan	40
IV.1.1 Pemetaan Geologi	40
IV.1.2 Pemetaan Geoteknik.....	47
IV.2 Penyelidikan Bawah Permukaan	51
IV.3 Korelasi Log Pemboran Inti, Uji Sondir dan Penampang Geolistrik	54
IV.4 Uji Laboratorium Mekanika Tanah	56
IV.5 Desain Bendungan.....	56
IV.6 Parameter Mekanik Material Bendungan.....	59
IV.7 Perhitungan Koefisien Beban Gempa	63
IV.8 Analisis Kestabilan Bendungan.....	64
IV.8.1 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Bendungan Dengan Perbandingan Vertikal:Horizontal Pada Bagian Hulu 1:1,5 dan Bagian Hilir 1:1,25	64
IV.8.2 Perubahan Kemiringan Lereng Bendungan.....	76
IV.8.3 Hasil Analisis Kestabilan Lereng Bendungan Dengan Perbandingan Vertikal:Horizontal Pada Bagian Hulu 1:1,9 dan Bagian Hilir 1:1,6	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	87
V.1 Kesimpulan	87
V.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	93-101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian (Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, 2000).....	4
Gambar 1.2	Diagram ikan penelitian	5
Gambar 1.3	Kerangka pikir penelitian	6
Gambar 2.1	Peta Fisiografi daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (Van Bemmelen, 1949)	7
Gambar 2.2	Peta struktur Pulau Jawa (Sribudiyani dkk, 2003)	9
Gambar 2.3	Kolom Stratigrafi Pegunungan Selatan, Jawa Tengah dan penarikan umur absolut menurut peneliti terdahulu (Surono, dkk. 1992 dalam Sartika, 2011).....	11
Gambar 2.4	Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro (Surono, dkk, 1992) ...	12
Gambar 2.5	Embung Gunung Panggung di Desa Tambakromo, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul	13
Gambar 2.6	Bendungan urugan tanah dengan drainase kaki (Soediby, 2003).	15
Gambar 2.7	Penampang melintang bendungan urugan tanah dengan drainase horizontal (Soediby, 2003)	16
Gambar 2.8	Penampang melintang bendungan urugan tanah dengan drainase tegak (Soediby, 2003).....	16
Gambar 2.9	Penampang melintang bendungan urugan tanah dengan drainase kombinasi (Soediby, 2003).....	16
Gambar 2.10	Penampang melintang bendungan urugan pasir dan kerikil dengan lapisan kedap air tegak (Soediby, 2003)	17
Gambar 2.11	Penampang melintang bendungan urugan pasir dan kerikil dengan lapisan kedap air miring (Soediby, 2003)	17
Gambar 2.12	Penampang melintang bendungan urugan pasir dan kerikil dengan lapisan kedap air tegak tidak simetris (Soediby, 2003) ...	17
Gambar 2.13	Penampang melintang Bendungan Ouchi di Jepang (Soediby, 2003).....	18
Gambar 2.14	Penampang melintang Bendungan Kuzuryu di Jepang (Soediby, 2003)	18
Gambar 2.15	Penampang melintang Bendungan Mrica, Jawa Tengah (Soediby, 2003)	19
Gambar 2.16	Penampang melintang Bendungan Otsuna, Jepang (Soediby, 2003).....	19
Gambar 2.17	Penampang melintang Bendungan Kangaroo Creek, Australia (Soediby, 2003)	20
Gambar 2.18	Penampang melintang Bendungan Vailere, Amerika Selatan (Soediby, 2003)	20
Gambar 2.19	Konfigurasi Metode Geolistrik Resistivitas (Reynold, 1997)	22
Gambar 2.20	Kondisi muka air turun tiba-tiba (Soediby, 2003).....	24
Gambar 2.21	Proses perhitungan faktor keamanan dalam FEM (Liong dan Herman, 2012).....	25
Gambar 2.22	Peta Zona Gempa Indonesia (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010).....	35

Gambar 3.1	Diagram Alir Tahap Penelitian.....	39
Gambar 4.1	Breksi batupung pada STA 2, Desa Ngandong	41
Gambar 4.2	Breksi vulkanik pada STA 3, Desa Ngandong.....	42
Gambar 4.3	Perlapisan batupasir tuffan dan batulanau pada STA 6, Desa Pundungsari	42
Gambar 4.4	Struktur kekar pada STA 11, Desa Ngandong	43
Gambar 4.5	Struktur sesar turun pada STA 6, Desa Pundungsari (A=Batupasir tuffan, B=Batulanau)	43
Gambar 4.6	Peta geologi daerah rencana Embung Waru dan sekitarnya	44
Gambar 4.7	Sayatan geologi daerah Pundungsari sampai Ngandong.....	45
Gambar 4.8	Peta geomorfologi daerah rencana Embung Waru dan sekitarnya.....	46
Gambar 4.9	Bentuk lahan punggung aliran piroklastik dari STA 7, Desa Pundungsari	47
Gambar 4.10	Sayatan geomorfologi daerah Pundungsari sampai Ngandong	47
Gambar 4.11	Tanah lempung pasir di Dusun Waru, Desa Ngandong	48
Gambar 4.12	Tanah pasir lempungan di Dusun Waru, Desa Ngandong	49
Gambar 4.13	Breksi vulkanik di Dusun Waru, Desa Ngandong.....	49
Gambar 4.14	Peta geoteknik lokasi rencana Embung Waru	50
Gambar 4.15	Penampang 2 dimensi hasil geolistrik pada daerah rencana Embung Waru.....	51
Gambar 4.16	Penampang A'-B' korelasi log pemboran inti, uji sondir dan penampang geolistrik.....	55
Gambar 4.17	Lapisan material bangunan bendungan Embung Waru.....	59
Gambar 4.18	Desain lereng bendungan Embung Waru dengan bagian hulu 1:1,5 dan bagian hulu 1:1,25.....	64
Gambar 4.19	Rekonstruksi <i>phreatic line</i> pada kondisi selesai konstruksi bendungan.....	65
Gambar 4.20	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi selesai konstruksi tanpa beban gempa	65
Gambar 4.21	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi selesai konstruksi dengan beban gempa <i>upstream</i>	66
Gambar 4.22	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi selesai konstruksi dengan beban gempa <i>downstream</i>	66
Gambar 4.23	Rekonstruksi <i>phreatic line</i> pada kondisi muka air normal.....	67
Gambar 4.24	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air normal tanpa beban gempa	67
Gambar 4.25	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>upstream</i>	68
Gambar 4.26	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>downstream</i>	68
Gambar 4.27	Rekonstruksi <i>phreatic line</i> pada kondisi muka air maksimum	69

Gambar 4.28	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air maksimum tanpa beban gempa.....	69
Gambar 4.29	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air maksimum dengan beban gempa <i>upstream</i>	70
Gambar 4.30	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air maksimum dengan beban gempa <i>downstream</i>	70
Gambar 4.31	Rekonstruksi <i>phreatic line</i> pada kondisi muka air turun tiba-tiba (<i>rapid drawdown</i>).....	71
Gambar 4.32	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air turun tiba-tiba (<i>rapid drawdown</i>) tanpa beban gempa	72
Gambar 4.33	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,5, hilir 1:3) pada kondisi muka air turun tiba-tiba (<i>rapid drawdown</i>) tanpa beban gempa.....	75
Gambar 4.34	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:3, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>upstream</i>	75
Gambar 4.35	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,75, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air turun tiba-tiba (<i>rapid drawdown</i>) tanpa beban gempa	76
Gambar 4.36	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:2, hilir 1:1,25) pada kondisi muka air turun tiba-tiba (<i>rapid drawdown</i>) tanpa beban gempa.....	77
Gambar 4.37	Kurva antara angka faktor keamanan dengan kemiringan lereng bendungan bagian hulu pada kondisi muka air turun tiba-tiba tanpa beban gempa	77
Gambar 4.38	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:3, hilir 1:1,5) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>upstream</i>	78
Gambar 4.39	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:3, hilir 1:2) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>upstream</i>	78
Gambar 4.40	Kurva antara angka faktor keamanan dengan kemiringan lereng bendungan bagian hilir pada kondisi muka air normal dengan pengaruh beban gempa <i>upstream</i>	79
Gambar 4.41	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi selesai konstruksi tanpa beban gempa.....	80
Gambar 4.42	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi selesai konstruksi dengan beban gempa <i>upstream</i>	81
Gambar 4.43	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi selesai konstruksi dengan beban gempa <i>downstream</i>	81
Gambar 4.44	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air normal tanpa beban gempa	81
Gambar 4.45	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>upstream</i>	82

Gambar 4.46	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air normal dengan beban gempa <i>downstream</i> .	82
Gambar 4.47	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air maksimum tanpa beban gempa	83
Gambar 4.48	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air maksimum dengan beban gempa <i>upstream</i>	84
Gambar 4.49	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air maksimum dengan beban gempa <i>downstream</i>	84
Gambar 4.50	Hasil simulasi bendungan Embung Waru (hulu 1:1,9, hilir 1:1,6) pada kondisi muka air turun tiba-tiba (<i>rapid drawdown</i>) tanpa beban gempa	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kemiringan lereng urugan (Sosrodarsono, 1977 dalam Sambudhi dkk, 2006)	21
Tabel 2.2	Persyaratan faktor keamanan minimum untuk stabilitas bendungan tipe urugan (RSNI M-03-2002 dan EM 1110-2-1902) ..	23
Tabel 2.3	Kisaran nilai berat isi (<i>unit weight</i>) untuk tanah dan pecahan batuan (Look, 2007).....	26
Tabel 2.4	Kisaran nilai berat isi (<i>unit weight</i>) untuk batuan utuh (Look, 2007)	26
Tabel 2.5	Nilai khas koefisien permeabilitas bongkah sampai lempung (Look, 2007)	27
Tabel 2.6	Estimasi koefisien permeabilitas berdasarkan banyaknya bidang diskontinuitas (Bell, 1992 dalam Look, 2007)	28
Tabel 2.7	Kisaran nilai modulus elastis kerikil-pasir (Look, 2007)	29
Tabel 2.8	Nilai modulus elastis untuk batuan (Kulhawy, 1978 dalam AASHTO, 2002).....	29
Tabel 2.9	Nilai <i>poisson ratio</i> batuan utuh (Look, 2007).....	30
Tabel 2.10	Nilai <i>poisson ratio</i> untuk tanah (US Industrial floors and pavements guidelines, 1999 dalam Look, 2007)	30
Tabel 2.11	Nilai kohesi dan sudut geser batuan utuh (Look, 2007)	31
Tabel 2.12	Nilai sudut geser batuan lepas (Look, 2007)	31
Tabel 2.13	Kriteria faktor resiko untuk evaluasi keamanan bendungan (Pd T-14-2004-A).....	32
Tabel 2.14	Kelas resiko bendungan dan bangunan air (Pd T-14-2004-A)	33
Tabel 2.15	Periode ulang untuk desain bendungan akibat beban gempa (Pd T-14-2004-A).....	33
Tabel 4.1	Hasil uji sondir pertama (S1) dan pemboran inti kedua (BH-2).....	52
Tabel 4.2	Hasil uji sondir kedua (S2) dan pemboran inti kedua (BH-1)	53
Tabel 4.3	Nilai parameter untuk lapisan batu	60
Tabel 4.4	Nilai parameter untuk lapisan kedap air	60
Tabel 4.5	Nilai parameter untuk lapisan filter	61
Tabel 4.6	Nilai parameter untuk lapisan batuan dasar	62
Tabel 4.7	Rekapitulasi hasil analisis kestabilan lereng pada desain lereng bendungan Embung Waru dengan perbandingan lereng vertikal:horizontal pada bagian hulu1:1,5 dan bagian hilir 1:1,25 menggunakan <i>software plaxis 8.6</i>	72
Tabel 4.8	Rekapitulasi hasil analisis kestabilan lereng pada desain lereng bendungan Embung Waru dengan perbandingan lereng vertikal:horizontal pada bagian hulu1:1,9 dan bagian hilir 1:1,6 menggunakan <i>software plaxis 8.6</i>	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Geolistrik Lintasan A-B Pada Embung Waru, Desa Ngandong, Kecamatan Eromoko, Wonogiri.....	94
Lampiran 2.	Hasil Sondir Manual S.1	95
Lampiran 3.	Grafik Sondir Manual S.1	96
Lampiran 4.	Hasil Sondir Manual S.2	97
Lampiran 5.	Grafik Sondir Manual S.2	98
Lampiran 6.	Soil Test BH.1	99
Lampiran 7.	Soil Test BH.2.....	99
Lampiran 8.	Soil Test Tanah rencana inti bendungan (<i>clay core</i>).....	100
Lampiran 9.	Ukuran butir tanah sampel terganggu (<i>disturbed sample</i>)	101