

TUGAS AKHIR

**OPTIMASI DESAIN KOLAM PEREDAM ENERGI BENDUNG
GERAK TORPEDO DENGAN APLIKASI GEOSTUDIO DI
KECAMATAN WULUHAN, KABUPATEN JEMBER**



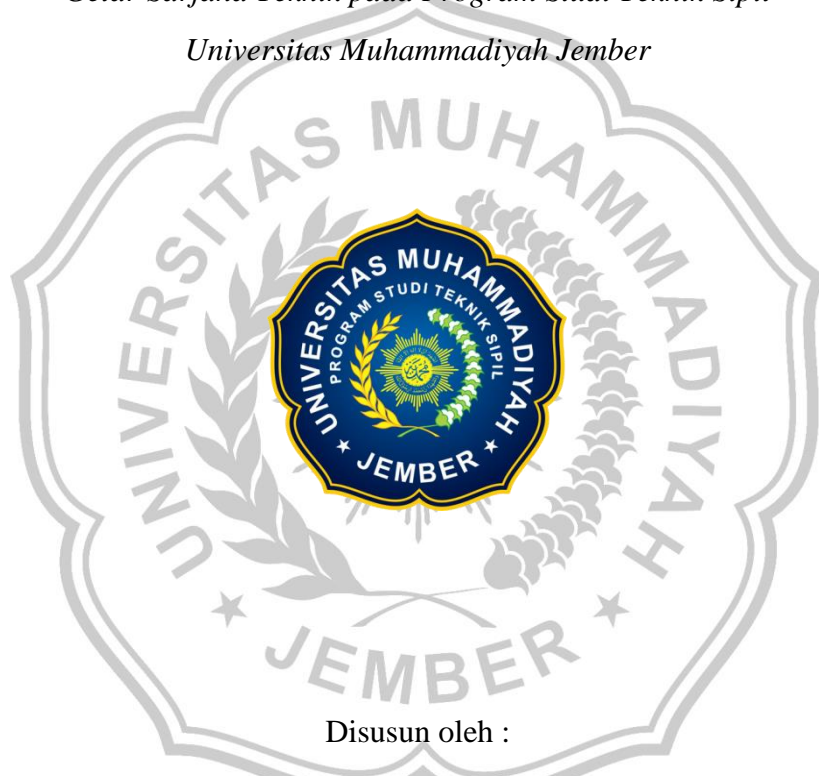
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2023

TUGAS AKHIR

**OPTIMASI DESAIN KOLAM PEREDAM ENERGI BENDUNG
GERAK TORPEDO DENGAN APLIKASI GEOSTUDIO DI
KECAMATAN WULUHAN, KABUPATEN JEMBER**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jember*



Disusun oleh :

DWI DITA WAHYUNING TIYAS

NIM : 1810611004

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**OPTIMASI DESAIN KOLAM PEREDAM ENERGI BENDUNG GERAK
TORPEDO DENGAN APLIKASI GEOSTUDIO DI KECAMATAN
WULUHAN, KABUPATEN JEMBER**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jember*

Yang diajukan oleh :

DWI DITA WAHYUNING TIYAS

1810611004

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM

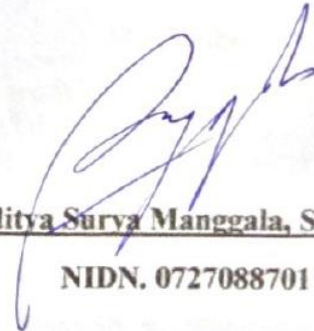
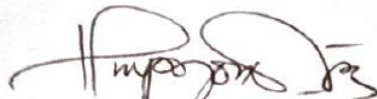
Arief Alihudien, ST., MT

NIDN. 0705047806

NIDN. 0725097101

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Ir. Pujo Priyono, MT

Aditya Surya Manggala, ST., MT

NIDN. 002126402

NIDN. 0727088701

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

OPTIMASI DESAIN KOLAM PEREDAM ENERGI BENDUNG GERAK
TORPEDO DENGAN APLIKASI GEOSTUDIO DI KECAMATAN
WULUHAN, KABUPATEN JEMBER

Disusun oleh :

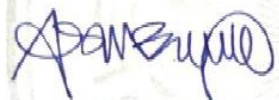
DWI DITA WAHYUNING TIYAS

1810611004

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Tugas Akhirnya pada sidang Tugas Akhir pada 21 Maret 2023 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM

NIDN. 0705047806

Dosen Penguji I



Ir. Pujo Priyono, MT

NIDN. 002126402

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM

NIDN. 0705047806

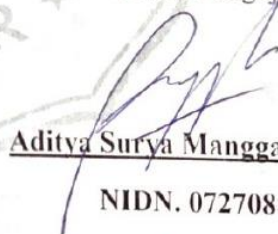
Dosen Pembimbing II



Arief Alihud.en, ST., MT

NIDN. 0725097101

Dosen Penguji II



Aditya Surya Manggala, ST., MT

NIDN. 0727088701

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Taufiq Abadi, ST., MT

NIDN. 0710096603

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwi Dita Wahyuning Tiyas

NIM : 1810611004

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau karya orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan karya saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jember, 8 April 2023

Yogyakarta, 8 April 2023

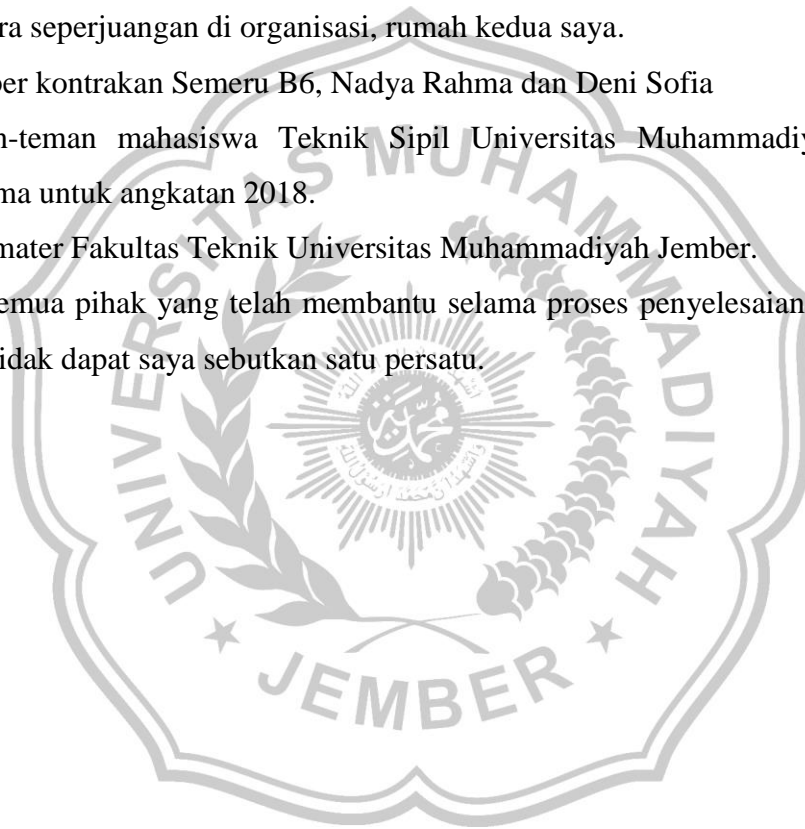
Yogyakarta, 8 April 2023
Dwi Dita Wahyuning Tiyas

NIM 1810611004

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Bapak Ahmad Huzaini dan Ibu Sri Wahyuni, terimakasih untuk semua do'a, semangat, dan pengorbanan yang selalu kebersamai saya hingga saat ini.
2. Kakak saya Reny Romadhoni Puspitasari, dan saudara-saudara saya di rumah yang selalu memberi support kepada saya.
3. Saudara seperjuangan di organisasi, rumah kedua saya.
4. Member kontrakan Semeru B6, Nadya Rahma dan Deni Sofia
5. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember terutama untuk angkatan 2018.
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
7. Dan semua pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.



MOTTO

“ Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan mereka sendiri”

(Qs. Ar-Ra'd : 11)

“ Apa saja yang kamu infakkan di jalan Allah niscaya akan dibalas dengan cukup kepadamu dan kamu tidak akan dirugikan.”

(Qs Al-Anfal : 60)

“ Demi pena dan apa yang dituliskannya.”

(Qs. Al-Qolam : 01)

“ Ada 3 pekerjaan wajib bagi pemuda: menimba ilmu, mensucikan diri dan berolahraga, dengan cara itu manusia akan selamat dari hempasan badai gelombang samudera, dan akan sampai pada pantai kebahagiaan dan iman.”

(Ayatollah Ali Khamenei)

“ Tujuan pendidikan itu untuk mempertajam kecerdasan, memeperkukuh kemauan serta memperhalus perasaan.”

(Tan Malaka)

“ Stay true to yourself, keep fighting for yourself, be patient, because good things take a time. Keep spirit and never give up.”

(me)

**Optimasi Desain Kolam Peredam Energi Bendung Gerak Torpedo dengan
Aplikasi Geostudio di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember**
*Design Optimization of Torpedo Weir Energy Absorbing Pond with Geostudio Application
in Wuluhan District, Jember Regency*

Abstrak

Bendung gerak merupakan jenis bendung yang elevasi muka airnya dapat dikendalikan sesuai yang dikehendaki dengan membuka dan menutup pintu air. Namun limpahan air yang terus menerus akan mengakibatkan struktur tanah menjadi jenuh, hingga mengakibatkan meningkatnya nilai angka pori dan mempengaruhi stabilitas bendungan termasuk stabilitas bangunan peredam energi bendung. Maka dari itu perlu diketahui bagaimana dimensi efektif bangunan peredam energi sehingga diharapkan dapat tahan terhadap gaya internal dan eksternal yang bekerja seperti penggulingan, pergeseran, rembesan dan pengelembungan yang mungkin terjadi. Adapun analisa yang digunakan yaitu mencari debit banjir rencana menggunakan metode rasional, kemudian menghitung perencanaan dimensi bangunan peredam energi bendung gerak menggunakan tipe MDO. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan panjang lantai dasar bangunan peredam energi tipe MDO senilai 5.67 m, tinggi ambang akhir 1.5 m, dan lebar ambang akhir 2.9 m. Stabilitas bendung terhadap guling $1.8 > 1.5$ (aman), dan terhadap geser $2. > 1.5$ (aman) pada kondisi normal. Analisa faktor keamanan bangunan peredam energi bendung gerak dengan nilai factor keamanan terhadap daya dukung tanah $26.60 < 76.11$ (aman), terhadap rembesan adalah $1.17 > 1$ (aman) dan nilai factor keamanan terhadap pengelembungan adalah $2.13 > 1$ (aman). Kemudian dilakukan pemodelan rembesan pada keadaan tanah jenuh dalam bentuk 2D menggunakan aplikasi *Geostudio Seep-w*.

Kata Kunci : Bendung Gerak, MDO, Faktor Keamanan, *Geostudio Seep-w*

Abstract

*A mobile weir is a type of weir whose water level elevation can be controlled as desired by opening and closing the floodgates. However, the continuous overflow of water will cause the soil structure to become saturated, resulting in an increase in the void ratio and affect the stability of the dam, including the stability of the weir energy absorbing structure. Therefore, it is necessary to know how the effective dimensions of energy absorbing buildings are so that they are expected to be able to withstand internal and external forces such as overturning, shifting, seepage and swelling that may occur. The analysis used is to find the planned flood discharge using the rational method, then calculate the planning dimensions of the weir energy damper building using the MDO type. Based on the research results, it was found that the length of the ground floor of the MDO type energy absorbing building was 5.67 m, the final threshold height was 1.5 m, and the final threshold width was 2.9 m. Weir stability against overturning $1.8 > 1.5$ (safe), and against shear $2. > 1.5$ (safe) under normal conditions. The safety factor analysis of energy damping dams with a safety factor value for soil carrying capacity is $26.60 < 76.11$ (safe), for seepage is $1.17 > 1$ (safe) and the safety factor for swelling is $2.13 > 1$ (safe). Then seepage modeling is carried out on saturated soil conditions in 2D using the *Geostudio Seep-w* application.*

Keywords: Weir, MDO, Safety Factor, *Geostudio Seep-w*

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim, dengan menyebut kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Jember dengan baik.

Penulis membahas materi tentang Bangunan Air dengan judul “*Optimasi Desain Kolam Peredam Energi Bendung Gerak Torpedo dengan Aplikasi Geostudio di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember*” sebagai evaluasi kualitas penguasaan materi yang telah dipelajari saat proses perkuliahan.

Penulis menyadari kekurangan dalam penguasaan ilmu pengetahuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dan jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mendapat banyak bimbingan, saran dan evaluasi dari berbagai pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Pada kesempatan yang baik ini, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember juga selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi serta arahan dalam perkuliahan saya hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Arief Alihudien, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan, evaluasi, serta memberi arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir saya.
3. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberi pengetahuan bermanfaat selama masa perkuliahan.

Jember, 8 April 2023

Penulis

Daftar Isi

SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Dasar Perencanaan Bendung Gerak.....	4
2.1.1 Dimensi dan Konstruksi.....	4
2.2 Analisa Gaya-Gaya yang Bekerja.....	10
2.2.1 Analisis Gaya Vertikal.....	10
2.2.2 Analisis Gaya Horizontal.....	12
2.2.3 Gaya Lain yang Bekerja.....	13
2.3 Kebutuhan Stabilitas.....	18
2.3.1 Ketahanan Terhadap Guling dan Gelincir.....	18
2.3.2 Ketahanan Terhadap Daya Dukung Tanah.....	19

2.4	Aplikasi Software <i>Geostudio</i>	20
2.4.1	Pengenalan Pemodelan dengan <i>Geostudio Seep/W</i>	22
2.4.2	Model Analisis	22
2.4.3	Kondisi Batas (<i>Boundary Condition</i>).....	23
2.4.4	Model Material Pada <i>Seep/W</i>	23
BAB III METODOLOGI		
3.1	Lokasi Penelitian.....	24
3.2	Tahap Persiapan	24
3.3	Tahap Pengumpulan Data	24
3.3.1	Data Primer	25
3.3.2	Data Sekunder.....	25
3.4	Rencana Alir Penelitian	25
3.5	Diagram Alir Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Tinjauan Umum	27
4.2	Analisa Curah Hujan	27
4.2.1	Daerah Aliran Sungai	27
4.2.2	Uji Konsistensi Data.....	28
4.2.3	Curah Hujan Rata-Rata Daerah	31
4.3	Analisa Frekuensi dan Curah Hujan Rencana.....	32
4.3.1	Pengukuran Dispersi.....	33
4.3.2	Pemilihan Jenis Distribusi	34
4.3.3	Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III	35
4.3.4	Uji Kesesuaian Distribusi	37
4.4	Analisa Intensitas Hujan	41
4.5	Analisa Debit Banjir Rencana.....	42
4.6	Analisa Perencanaan Dimensi Bendung	44
4.6.1	Perencanaan Lebar Bendung	44
4.6.2	Perencanaan Lebar Lubang dan Pilar Pembilas	45
4.6.3	Perencanaan Pintu Air	45
4.6.4	Perhitungan Muka Air Sebelum Dibendung	45

4.6.5	Perencanaan Tinggi Energi.....	46
4.6.6	Perencanaan Bukaan Pintu	46
4.6.7	Kontrol Fraude.....	48
4.7	Perencanaan Bangunan Peredam Energi.....	48
4.7.1	Pemilihan Tipe yang Digunakan	48
4.7.2	Perhitungan Desain Dimensi Peredam Energi	48
4.8	Perhitungan Stabilitas dan Gaya yang Bekerja	50
4.8.1	Perhitungan Gaya Horizontal dan Vertikal	51
4.8.2	Rembesan dan Pengelembungan	56
4.8.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah.....	58
4.8.4	Stabilitas Terhadap Geser dan Guling.....	59
4.9	Pemodelan Rembesan Menggunakan Aplikasi <i>Geostudio Seep-w</i>	60
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		xvi
LAMPIRAN		

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Tipe Pintu Bendung Gerak Vertikal	6
Gambar 2.2 Kolam Peredam Energi Tipe Vlughter.....	8
Gambar 2.3 Denah Kolam Peredam Tipe MDO.....	9
Gambar 2.4 Gaya Angkat pada Pondasi Bendung	11
Gambar 2.5 Metode Angka Rembesan <i>Lane</i>	15
Gambar 2.6 Jaringan Aliran di Bawah Bendungan.....	17
Gambar 2.7 Grafik Daya Dukung <i>Terzaghi</i>	20
Gambar 2.8 Ruang lingkup aplikasi Geostudio	21
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	24
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian	26
Gambar 4.1 Peta Sub-Das Bedadung Lokasi Penelitian	28
Gambar 4.2 Grafik Lengkung Massa Ganda Stasiun Kemuningsari	30
Gambar 4.3 Grafik Lengkung Massa Ganda Stasiun Gumelar Timur.....	31
Gambar 4.4 Grafik Lengkung Massa Ganda Stasiun Tamansari.....	31
Gambar 4.5 Koefisien Debit μ Permukaan Pintu Datar atau Lengkung	47
Gambar 4.6 Koefisien K untuk Debit Tenggelam (<i>Schmid</i>).....	47
Gambar 4.7 Grafik Stilling Basin Tipe MDO.....	50
Gambar 4.8 Pengaruh Tekanan Tanah.....	51
Gambar 4.9 Tekanan Hidrostatik yang Bekerja	52
Gambar 4.10 Tekanan Berat Kolam Peredam Energi	53
Gambar 4.11 Tekanan ke Atas/ Uplift Terhadap Bangunan Peredam Energi	54
Gambar 4.12 Tekanan Gempa Terhadap Bangunan Peredam Energi.....	56
Gambar 4.13 Jendela Aplikasi Geostudio 2018.....	60
Gambar 4.14 Menu Data Analisis.....	61
Gambar 4.15 Sub Menu Units	61
Gambar 4.16 Sub Menu Grid.....	61
Gambar 4.17 Sub Menu Sketch Axes	62
Gambar 4.18 Sub Menu Sketch Lines.....	62

Gambar 4.19 Sub Menu Draw Regions	62
Gambar 4.20 Sub Menu Define Materials	63
Gambar 4.21 Sub Menu Draw Materials	63
Gambar 4.22 Sub Menu Define Boundary Conditions	63
Gambar 4.23 Sub Menu Draw Boundary Conditions	63
Gambar 4.24 Sub Menu Draw Mesh.....	64
Gambar 4.25 Lembar Kerja Pemodelan Dengan Arah Aliran Air.....	64
Gambar 4.26 Tampilan Sub Menu Result Information.....	65



Daftar Tabel

Tabel 2.1 Koefisien Jenis Tanah	14
Tabel 2.2 Periode Ulang dan Percepatan Dasar Gempa, a_c	14
Table 2.3 Angka Rembesan <i>Lane</i> (C_L).....	16
Table 2.4 Kombinasi Pembebanan dan Kenaikan Tegangan Izin	18
Table 2.5 Faktor Keamanan.....	19
Table 4.1 Konsistensi Data Stasiun Kemuningsari	29
Table 4.2 Konsistensi Data Stasiun Gumelar Timur.....	29
Table 4.3 Konsistensi Data Stasiun Tamansari.....	30
Table 4.4 Curah Hujan Rata-Rata Daerah.....	32
Table 4.5 Pemilihan Analisa Distribusi Frekuensi.....	33
Table 4.6 Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi	34
Table 4.7 Syarat Nilai Distribusi.....	35
Table 4.8 Data Logaritma Curah Hujan Maksimum.....	35
Table 4.9 Hasil Perhitungan Nilai K.....	36
Table 4.10 Curah Hujan Rancangan Log Pearson III	37
Table 4.11 Data Curah Hujan Maksimum yang Diurutkan	39
Table 4.12 Kelas Nilai Batas.....	38
Table 4.13 Perhitungan X^2	39
Table 4.14 Uji Distribusi Probabilitas <i>Smirnov Kolmogorov</i>	40
Tabel 4.15 Nilai Koefisien Skewness (C_s)	40
Tabel 4.16 CH Rata-Rata Tiap Kala Ulang/Tahun	42
Tabel 4.17 Nilai Koefisien Limpasan	43
Tabel 4.18 Nilai Muka Air Sebelum Dibendung	45
Tabel 4.19 Nilai <i>Water Total Head</i>	54
Tabel 4.20 Rekapitulasi Gaya yang Bekerja.....	56
Tabel 4.21 Hasil analisa dari aplikasi Geostudio Seep-W	57