



**PERENCANAAN BENDUNG PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO DI KALISAT JAMPIT DENGAN  
VARIASI TIPE MERCU OGEE**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh.

**MUHAMMAD ARIF BUDIMAN  
NIM 071910301095**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, Yang Maha Esa, Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang selalu memberikan nikmat yang tidak akan bisa aku dustakan.
2. Rasulullah Muhammad SAW, junjungan kita yang telah menyampaikan ajaran Islam ke seluruh penjuru dunia, yang selalu menunjukkan sikap dan sifat mulia.
3. Bapakku, Achmad Sofyan dan Mamaku, Mardiani yang aku cintai, yang senantiasa mencurahkan kasih sayangnya kepadaku, yang selalu mendoakanku, yang selalu sabar, yang selalu percaya padaku, apapun yang terjadi. Terima Kasih untuk semuanya.
4. Tetehku Ridhawati Iriani dan Adikku Aulia Rahma, terima kasih terus mendukung tiap langkah A'a.
5. Semua guruku sejak TK hingga SMA, Bu Entin, Pak Farid, Bu Yuni, Pak Ketut, Bu Wiwik, Pak Erno, Bu Anik, Pak Gusfan, Bu Indra, Pak Krisna, Pak Hernu, Pak Dwi, Pak Kristianta, Pak Samsul, Pak Jojok, Mbak Rohanna dan semua dosen jurusan teknik sipil Universitas Jember.
6. Teman-teman yang selalu setia berbagi denganku, Adi, Dyota, Baim, Septian, Cepot, Anam, Bahar, Fatih, Boy dan semua teman di jurusan teknik sipil. Kalian keren.
7. Wendy Yuhardika Marta Prabawanti, S.Ked., yang dengan penuh cinta selalu menyemangatiku, menjadi sumber inspirasiku, dan membuatku merasa keren bak ksatria dari Persia.
8. Almamater Teknik Universitas Jember.
9. *Hackers*, kalian mengajarkanku tentang *passion*, tentang menikmati proses, tentang berbagi dan tentu saja, masa remaja yang indah.

## MOTTO

**“ Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang.  
Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Maha Pemurah lagi Maha  
Penyayang. Yang menguasai hari pembalasan. Hanya kepada Engkaulah kami  
menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami mohon pertolongan.  
Tunjukilah kami jalan yang lurus, (yaitu) jalan yang telah Engkau  
anugerahkan nikmat kepada mereka; bukan (jalan) mereka yang dimurkai dan  
bukan (pula jalan) mereka yang sesat. ”**

**(Q.S. Al Faatihah)**

**“ Maka nikmat Tuhan-Mu yang manakah yang kamu dustakan? ”**

**(Q.S. Ar Rahman: 55)**

**“ Sesungguhnya setelah kesulitan ada kemudahan ”**

**(Q.S. Al Insyirah: 6)**

**“ Kita mungkin melakukan kesalahan, kita mungkin mengalami kekalahan.  
Tapi, kita tahu, kita tak akan menyerah, sampai yang tersisa hanya  
sepercik senyum kemenangan ”**

**(Muhammad Arif Budiman)**

**“ Jika kita bisa menyelesaikan sebuah masalah sendirian, maka kita bisa  
menyelesaikan sejuta tiga ratus ribu empat ratus tujuh puluh  
sembilan koma lima masalah dengan cara bekerja sama ”**

**(Muhammad Arif Budiman)**

**“ Membuat motto itu mudah, tapi menjalaninya itu agak susah ”**

**(Muhammad Arif Budiman)**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Arif Budiman

NIM : 071910301095

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : "Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kalisat Jampit dengan Variasi Tipe Mercu Ogee" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 November 2012

Yang menyatakan,

Muhammad Arif Budiman

NIM. 071910301095



**PERENCANAAN BENDUNG PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO di KALISAT JAMPIT DENGAN  
VARIASI TIPE MERCU OGEE**

**SKRIPSI**

Diajukan Guna Melengkapi Tugas Akhir Dan Memenuhi Syarat-Syarat  
Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) Teknik  
Dan Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD ARIF BUDIMAN**  
**NIM. 071 910 301 095**

Skripsi ini telah disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 2 November 2012 :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr.Ir. Entin Hidayah, M UM.  
NIP. 1966 1215 199503 2 001

M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19721223 199803 1 002

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kalisat Jampit dengan Variasi Tipe Mercu Ogee” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Senin

tanggal : 5 November 2012

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Wiwik Yunarni W, ST., MT.  
NIP. 1970 0613 199802 2 001

Dr.Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP. 1966 1215 199503 2 001

Anggota I,

Anggota II,

M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19721223 199803 1 002

Ketut Aswatama, ST., MT.  
NIP. 1970 0713 200012 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

### **Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kalisat**

**Jampit dengan Variasi Tipe Mercu Ogee;** Muhammad Arif Budiman, 071910301095; 2012; 71 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Bendung merupakan salah satu dari komponen bangunan sipil pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang berfungsi untuk menaikkan elevasi muka air sungai sehingga dapat dialihkan kedalam intake. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan bendung yang tepat dan aman terhadap stabilitas bendungnya dengan beberapa kombinasi tipe mercu ogee pada bendung pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Kalisat Jampit.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merencanakan hidrolis bendung dengan memilih kombinasi dari empat tipe mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam. Setelah itu dilakukan analisis stabilitas bendung dengan cara menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada bendung saat kondisi air normal dan banjir. Kemudian dilakukan kontrol stabilitas sesuai dengan syarat-syarat keamanan terhadap bahaya guling, bahaya geser dan daya dukung tanah.

Dari hasil perencanaan intake, diketahui bendung dengan mercu vertikal tidak dapat dikombinasikan dengan drop intake. Hasil analisis stabilitas pada kondisi air normal dan banjir diketahui bahwa semua kombinasi bendung aman terhadap stabilitasnya, kecuali bendung yang menggunakan kombinasi mercu ogee *upstream* 1:1 tidak aman terhadap geser pada kondisi air banjir. Perencanaan bendung pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Kalisat Jampit menggunakan bendung dengan kombinasi mercu ogee *upstream* 3:1, *drop intake*, dan peredam energi bak tenggelam, karena hasil analisis menunjukkan stabilitas terhadap geser ( $SF=5,713$ ) dan stabilitas terhadap guling teraman ( $SF=1,298$ ).

## SUMMARY

**Weir Plan of Microhydro Power Plant at Kalisat Jampit with Variation of Spillway Ogee;** Muhammad Arif Budiman, 071910301095; 2012; 71 pages; Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; Jember University.

Weir is one of the components of civil building power plants microhydro power plants that serves to raise the elevation so that the river water can be diverted into the intake. The purpose of this study is to plan safety weir to stability some combination of spillway ogee at the Kalisat Jampit, Bondowoso.

The steps undertaken in this study is to plan a hydraulic weir by selecting any combination the type of spillway ogee, drop intake and bucket type settling basin. Once that was done the weir stability analysis by analyzing the forces acting on the weir during normal water conditions and flooding. Then the stability is controlled in accordance with the terms bolsters safety against danger, the danger of sliding and the carrying capacity of the soil.

The result of intake planning, spillway ogee vertical can not be combined with drop intake. The results of stability analysis in the normal and flood water conditions is known that all combinations of weir safety against stability except at the weir that uses a combination of spillway ogee upstream 1:1 is not secure against sliding stability. Weir Plan of Microhydro Power Plant at Kalisat Jampit is decided to use spillway ogee upstream 3:1, drop intake, and settling basin bucket type, because it has the best sliding ( $SF=5,713$ ) and bolster stability ( $SF=1,298$ ).



## PRAKATA

*Alhamdulillah*, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kalisat Jampit dengan Variasi Tipe Mercu Ogee*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Jojok Widodo S, ST.,MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. M. Farid Ma'ruf, ST.,MT., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember
4. Dr.Ir. Entin Hidayah, M UM. selaku Dosen Pembimbing I, M. Farid Ma'ruf, ST.,MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II, Wiwik Yunarni W, ST.,MT., selaku Dosen Penguji I, Ketut Aswatama, ST.,MT., selaku Dosen Penguji II, Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D., yang sangat membantu selama penyusunan skripsi.
5. Erno Widayanto, ST.,MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Kedua orang tuaku dan seluruh keluargaku yang telah memberikan dorongan dan doa demi terselesaikannya skripsi ini;
7. Teman-teman Jurusan Sipil Angkatan 2007 dan seluruh pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, November 2012

Penulis,

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Bendung (<i>weir</i>)</b> .....	4
<b>2.2 Perencanaan Hidraulik Bendung</b> .....	4
2.2.1 Perencanaan Mercu Bendung .....	4
2.2.2 Perencanaan Intake .....	7
2.2.3 Bangunan Pembilas .....	11
2.2.4 Perhitungan Muka Tinggi Air Hilir .....	11

2.2.5 Bangunan Peredam Energi .....	12
2.2.6 Panjang Rembesan .....	14
2.2.7 Analisis Stabilitas Bendung .....	15
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Tahap Persiapan .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Tahap Pengumpulan Data .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Perencanaan Hidraulik Bendung .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Pemilihan Tipe Mercu Ogee .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5 Jadwal Kerja .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 4. PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Umum .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Lebar Bendung .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Elevasi Puncak Mercu Bendung .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 Perencanaan Hidraulik Bendung .....</b>	<b>31</b>
4.4.1 Perhitungan Tinggi Air Banjir di Atas Mercu .....	31
4.4.1.1 Mercu Ogee <i>Upstream</i> 3:1 .....	31
4.4.1.2 Mercu Ogee <i>Upstream</i> 3:2 .....	34
4.4.1.3 Mercu Ogee <i>Upstream</i> 1:1 .....	36
4.4.1.4 Mercu Ogee <i>Upstream</i> Vertikal .....	38
4.4.2 Perencanaan Bangunan Intake .....	40
4.4.5.1 Kesesuaian Tipe Mercu Ogee dengan Drop Intake .....	42
4.4.3 Perhitungan Tinggi Muka Air Hilir .....	43
4.4.4 Kolam Peredam Energi Bak Tenggelam .....	44
4.4.5 Perhitungan Panjang Rembesan dan Tekanan Air Tanah .....	46
4.4.5.1 Perhitungan Panjang Rembesan dan Tekanan Air Tanah Mercu Ogee 3:1 .....	46

4.4.5.2 Perhitungan Panjang Rembesan dan Tekanan Air Tanah Mercu Ogee 3:2 .....	50
4.4.5.3 Perhitungan Panjang Rembesan dan Tekanan Air Tanah Mercu Ogee 1:1 .....	50
<b>4.5 Analisis Stabilitas Bendung .....</b>	<b>50</b>
4.4.1 Analisis Stabilitas Bendung Mercu Ogee Upstream 3:1 .....	51
4.4.2 Analisis Stabilitas Bendung Mercu Ogee Upstream 3:2 .....	63
4.4.3 Analisis Stabilitas Bendung Mercu Ogee Upstream 1:1 .....	65
<b>4.6 Pemilihan Tipe Mercu Pada Bendung .....</b>	<b>67</b>
<b>BAB. 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>69</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>69</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Harga-harga K dan n .....	7
Tabel 2.2 Harga-harga c yang bergantung kepada kemiringan saringan ....	10
Tabel 2.3 Harga-harga minimum angka rembesan Lane .....	15
Tabel 2.4 Harga-harga $\zeta$ .....	17
Tabel 4.1 Simulasi perhitungan tinggi energi di atas mercu ogee .....	32
Tabel 4.2 Koordinat permukaan hilir mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	33
Tabel 4.3 Simulasi perhitungan tinggi energi di atas mercu ogee .....	34
Tabel 4.4 Koordinat permukaan hilir mercu ogee <i>upstream</i> 3:2 .....	35
Tabel 4.5 Simulasi perhitungan tinggi energi di atas mercu ogee .....	36
Tabel 4.6 Koordinat permukaan hilir mercu ogee <i>upstream</i> 1:1 .....	37
Tabel 4.7 Simulasi perhitungan tinggi energi di atas mercu ogee .....	38
Tabel 4.8 Koordinat permukaan hilir mercu ogee <i>upstream</i> vertikal .....	39
Tabel 4.9 <i>Trial and error</i> tinggi air pada saluran pengumpul .....	41
Tabel 4.10 Kesesuaian kombinasi tipe mercu ogee dengan drop intake ....	42
Tabel 4.11 <i>Trial and error</i> kedalaman maksimum air sungai .....	44
Tabel 4.12 Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air pada kondisi normal dan banjir pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	48
Tabel 4.13 Kombinasi tipe mercu ogee, tipe intake dan tipe peredam energi .....	51
Tabel 4.14 Perhitungan gaya akibat berat sendiri bendung .....	52
Tabel 4.15 Perhitungan gaya gempa .....	53
Tabel 4.16 Perhitungan gaya hidrostatis kondisi air normal .....	53
Tabel 4.17 Perhitungan gaya angkat kondisi air normal .....	54
Tabel 4.18 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal .....	59
Tabel 4.19 Perhitungan gaya hidrostatis kondisi air banjir .....	60

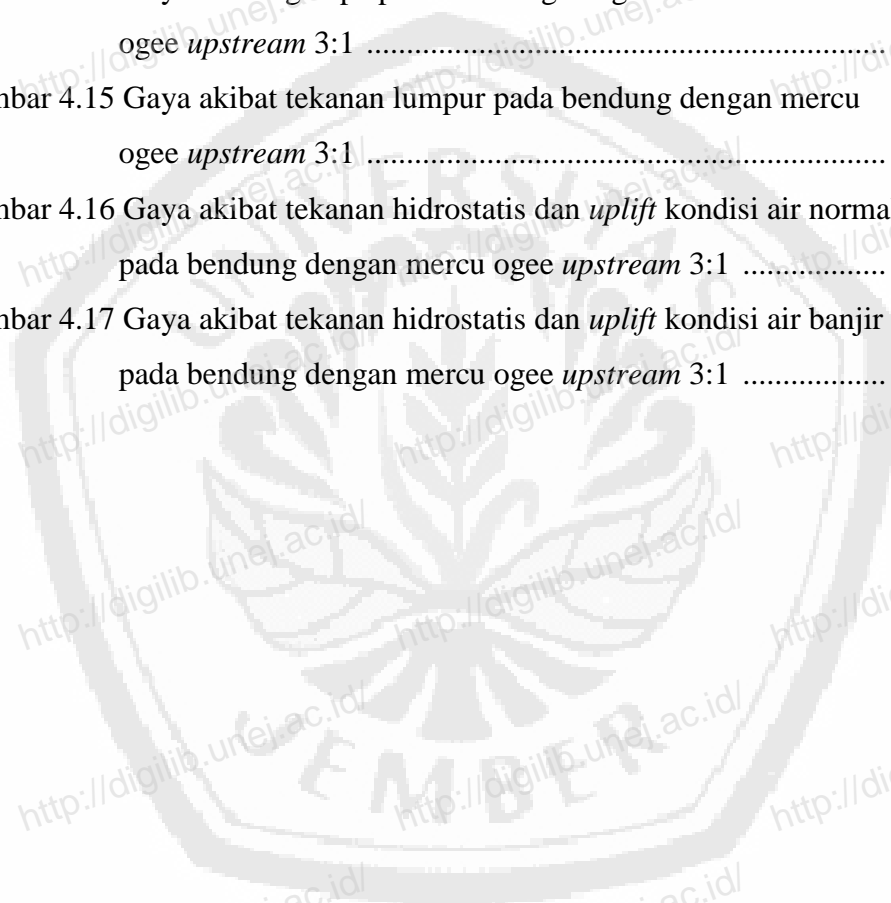
Tabel 4.20 perhitungan gaya angkat pada kondisi banjir .....	61
Tabel 4.21 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir .....	62
Tabel 4.22 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal .....	63
Tabel 4.23 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir .....	64
Tabel 4.24 Rekap gaya-gaya pada kondisi air normal .....	65
Tabel 4.25 Rekap gaya-gaya pada kondisi air banjir .....	66
Tabel 4.26 Rekapitulasi stabilitas bendung pada kondisi air normal .....	68
Tabel 4.27 Rekapitulasi stabilitas bendung pada kondisi air banjir .....	68



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Gambaran umum Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ....	2
Gambar 2.1 Koefisien $C_0$ .....	5
Gambar 2.2 Koefisien $C_1$ .....	6
Gambar 2.3 Koefisien $C_2$ .....	6
Gambar 2.4 Koefisien buang untuk pintu air gesek tegak vertikal .....	8
Gambar 2.5 Drop Intake .....	9
Gambar 2.6 Jari-jari minimum bak tenggelam .....	13
Gambar 2.7 Batas minimum tinggi air hilir .....	14
Gambar 2.8 Gaya-gaya yang bekerja pada bedung .....	15
Gambar 3.1 Peta lokasi rencana dan tata guna lahan Kalisat Jampit .....	22
Gambar 3.2 Peta topografi rencana kali Blawan, Kalisat Jampit .....	23
Gambar 3.3 Empat tipe mercu ogee .....	26
Gambar 4.1 Mercu Ogee <i>Upstream</i> 3:1 .....	33
Gambar 4.2 Mercu Ogee <i>Upstream</i> 3:2 .....	35
Gambar 4.3 Mercu Ogee <i>Upstream</i> 1:1 .....	37
Gambar 4.4 Mercu Ogee <i>Upstream</i> Vertikal .....	39
Gambar 4.5 Dimensi saluran pengumpul .....	42
Gambar 4.6 Kombinasi mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 dan mercu ogee <i>upstream</i> 3:2 dengan drop intake .....	42
Gambar 4.7 Kombinasi mercu ogee <i>upstream</i> 1:1 dan mercu ogee <i>upstream</i> Vertikal dengan drop intake .....	43
Gambar 4.8 Penampang sungai .....	43
Gambar 4.9 Mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 dengan peredam energi bak tenggelam .....	45
Gambar 4.10 Mercu ogee <i>upstream</i> 3:2 dengan peredam energi bak tenggelam .....	45

Gambar 4.11 Mercu ogee <i>upstream</i> 1:1 dengan peredam energi bak tenggelam .....	46
Gambar 4.12 Panjang Rembesan pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	49
Gambar 4.13 Gaya akibat berat sendiri pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	55
Gambar 4.14 Gaya akibat gempa pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	55
Gambar 4.15 Gaya akibat tekanan lumpur pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	56
Gambar 4.16 Gaya akibat tekanan hidrostatik dan <i>uplift</i> kondisi air normal pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	57
Gambar 4.17 Gaya akibat tekanan hidrostatik dan <i>uplift</i> kondisi air banjir pada bendung dengan mercu ogee <i>upstream</i> 3:1 .....	58





## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air tanah pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu ogee upstream 3:2 .....	72
Lampiran B. Perhitungan panjang rembesan dan tekanan air tanah pada kondisi normal dan banjir pada kombinasi mercu ogee upstream 1:1 .....	74
Lampiran C. Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu ogee <i>upstream</i> 3:2 .....	76
Lampiran D. Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dengan kombinasi mercu ogee <i>upstream</i> 1:1 .....	86
Lampiran E. Laporan penyelidikan tanah .....	96