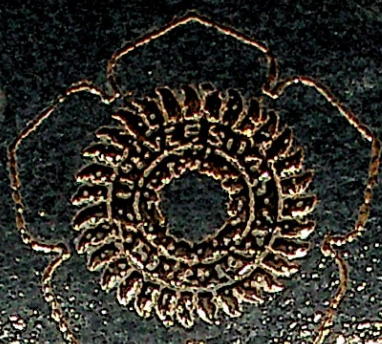


PERBUAHAN ENERGI PADA PERALATAN DAN  
SISTEM HIDROLOGI



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Departemen Teknik Mesin dan Teknik Industri  
Fakultas Teknik Universitas Sepuluh Nopember

Oleh:  
NIA RUTAMA  
00671001692

Departemen  
SISTEM MESIN

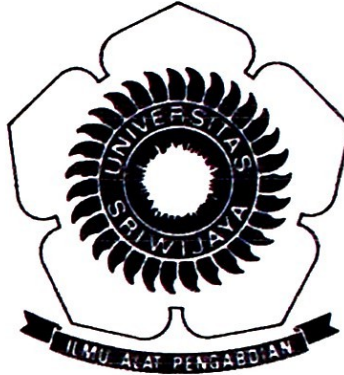
Fakultas Teknik  
Universitas Sepuluh Nopember

7

S  
621.38107  
Ria  
P  
2012

24223/24773

**PENGURANGAN ENERGI PADA PELIMPAH BERTERAP  
(UJI MODEL HIDROLIK)**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Oleh:**

**RIA RUTAMA**  
03071001032

**Pembimbing I**

Ir. SARINO, M.S.C.E.

**Pembimbing II**

AGUS LETARI YUONO, S.T, M.T

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2012**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**N A M A** : RIA RUTAMA  
**N I M** : 03071001032  
**JURUSAN** : TEKNIK SIPIL  
**JUDUL** : PENGURANGAN ENERGI PADA PELIMPAH  
BERTERAP ( UJI MODEL HIDROLIK)

Inderalaya, Februari 2012

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE**

**NIP. 19581211 198703 1 002**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : RIA RUTAMA

NIM : 03071001032

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

JUDUL : PENGURANGAN ENERGI PADA PELIMPAH BERTERAP  
(UJI MODEL HIDROLIK)

Pembimbing Utama



**Ir. H. SARINO, M.S.C.E.**  
NIP. 19590906 198703 1 004

Palembang, Februari 2012

Pembimbing Kedua



**AGUS LETARI YUONO, S.T, M.T**  
NIP. 19680524 200012 1 001

MOTTO :

*Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”(QS. Al-Insyirah, 6-8)*

*Kupersembahkan untuk:*

- ♥ *ALLAH swt*
- ♥ *Kedua Orangtua dan adikku tercinta*
- ♥ *My partner, Rizki Husni*
- ♥ *Teman-teman angkatan 2007*
- ♥ *Almamaterku*

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : RIA RUTAMA  
Tempat dan Tanggal Lahir : PALEMBANG, 15 JUNI 1989  
Jurusan / Fakultas : TEKNIK SIPIL/TEKNIK  
N I M : 03071001032

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Seluruh data, informasi, interpretasi, serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan hasil pengamatan, penelitian, pengelolaan, serta pemikiran saya dengan pengarahan dari pembimbing yang telah ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lainnya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Inderalaya, Januari 2012  
Yang Membuat Pernyataan,

Ria Rutama  
NIM. 03071001032

## ABSTRAK

Bangunan pelimpah berfungsi untuk menaikkan taraf muka air sampai batasan tertentu. Kenaikan muka air tersebut menimbulkan permasalahan gangguan terhadap keseimbangan aliran, serta limpasan dan terjunan yang memiliki energi dan kecepatan yang lebih besar dari aliran aslinya. Dalam upaya menurunkan energi yang keluar dari pelimpah, dilakukan penelitian untuk mengetahui perilaku peredaman energi yang terjadi pada pelimpah untuk 3 (tiga) jenis pelimpah berterap yang berbeda. Dalam pengerjaannya mengacu pada model fisik yang dikembangkan berupa model tentative hidrolika saluran terbuka tidak didasarkan pada prototype bangunan tertentu dilapangan. Hasil penelitian yang didapat adalah penurunan energi pada pelimpah berterap datar paling besar, dengan tingkat peredaman 80,96% ,tinggi loncatan hidrolik dan panjang loncatan hidrolik pada pelimpah berterap datar lebih kecil dibandingkan pelimpah berterap 10° dan pelimpah berterap 20°.

Kata kunci : Pelimpah Berterap, Pengurangan Energi



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, karena hanya dengan izin dan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul *“Penurunan Energi pada Pelimpah Berterap (Uji Model Hidrolik)”*. Laporan tugas akhir ini di tempuh guna memenuhi salah satu syarat mencapai Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang ada pada diri penulis.. Oleh karena itu, dengan berjiwa besar penulis akan menerima dengan baik saran serta kritik yang membangun sebagai perbaikan guna menambah wawasan dimasa yang akan mendatang.

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membimbing dan membantu dalam penulisan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada :

1. Bapak Ir. H. Sarino, MSCE, selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan hingga selesainya tugas akhir ini.
2. Bapak Agus Lestari Yuono, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Pembantu Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan hingga selesainya tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Budhi Setiawan, ST., MT., PhD, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh staf Dosen Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan hingga selesainya perkuliahan.
6. Ayah dan Ibunda tercinta, terima kasih atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan yang tak terhingga.
7. My partner Rizki Husni, terima kasih atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tiada henti kepada penulis.



8. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Teman seperjuanganku Ditri Ratih Kumalasari, teman-teman angkatan 2007 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah membantu selama kuliah maupun dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini,
10. Teman-teman kost Ria Mandala, terima kasih atas semangat dan dukungannya.
11. Semua orang yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah bersedia membantu menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Indralaya, Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul .....	i
Halaman Persetujuan .....	ii
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Pernyataan .....	v
Abstraksi .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Lampiran .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penulisan .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	2
1.5 Rencana Sistematika Penulisan .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Pengertian Bendung.....	5
2.2.1 Mercu Bendung.....	6
2.2.2 Pelimpah Mercu Bulat.....	6
2.2.3 Pelimpah Mercu Ogee.....	8
2.2.4 Pelimpah Berterap .....	10
2.2.5 Regim Aliran Pelimpah Berterap.....	12
2.3 Analisa Hidraulika pada Pelimpah .....	13
2.3.1 Aliran pada Pelimpah.....	13
2.3.2 Koefisien Debit Limpahan.....	14
2.3.3 Tinggi Muka Air diatas Pelimpah.....	15

2.4 Loncatan Hidraulik.....	17
2.4.1 Loncatan Hidraulik Bebas.....	17
2.4.2 Loncatan Hidraulik Tenggelam.....	18
2.4.3 Sifat-sifat Dasar Loncatan Hidraulik.....	21
BAB III METODOLOGI .....	23
3.1 Umum.....	23
3.2 Tahap Studi Literatur.....	24
3.3 Persiapan Laboratorium dan Alat yang Digunakan.....	24
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.4.1 Prosedur Pelaksanaan untuk Mendapatkan Nilai Pengali Flowmeter.....	27
3.4.2 Prosedur Pelaksanaan untuk Mendapatkan Nilai Koefisien debit.....	28
3.4.3 Prosedur Pelaksanaan untuk Mendapatkan Profil Aliran	28
3.5 Pengolahan data Hasil Penelitian.....	29
3.5.1 Metode Analisa Data untuk Nilai Pengali Pembacaan Flowmeter.....	29
3.5.3 Metode Analisa Data untuk Mencari Nilai Profil Muka Air diatas mercu pelimpah.....	29
3.5.4 Metode Analisa Data untuk Mencari Nilai Pengurangan Energi pada pelimpah.....	29
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	30
4.1 Analisa Hasil.....	30
4.1.1 Perhitungan Nilai Pengali Pembacaan Flowmeter.....	30
4.1.2 Perhitungan Koefisien Pelepasan.....	33
4.1.3 Perhitungan Debit yang Melalui Pelimpah.....	35
4.1.4 Perhitungan Profil Muka Air diatas Pelimpah.....	36



4.1.5 Perhitungan Nilai Pengurangan Energi pada Pelimpah.....	40
4.1.6 Perhitungan Efisiensi Loncatan Hidrolik.....	50
4.2 Pembahasan.....	58
BAB V PENUTUP .....	62
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA .....	xvi
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Nilai K dan n.....	8
4.1	Rekapitulasi perhitungan nilai debit.....	36
4.2	Tinggi muka air pada pelimpah berterap datar.....	37
4.3	Tinggi muka air pada pelimpah berterap 10°.....	37
4.4	Tinggi muka air pada pelimpah berterap 20°.....	38
4.5	Penurunan energi pada pelimpah berterap datar.....	48
4.6	Penurunan energi pada pelimpah berterap 10°.....	48
4.7	Penurunan energi pada pelimpah berterap 20°.....	49
4.8	Rekapitulasi penurunan energi pada pelimpah.....	49
4.9	Rekapitulasi nilai bilangan Froude.....	57
4.10	Rekapitulasi tinggi loncatan hidrolis.....	57
4.11	Rekapitulasi panjang loncatan hidrolis.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bendung dengan mercu bulat.....	7
2.2 Harga Koefisien $C_0$ untuk bendung ambang bulat.....	7
2.3 Koefisien $C_1$ sebagai fungsi perbandingan $P/H_1$ .....	8
2.4 Bentuk-bentuk mercu Ogee.....	9
2.5 Faktor koreksi untuk selain tinggi rencana pada mercu ogee.....	10
2.6 Harga koefisien $c_2$ untuk mercu ogee dengan muka hulu melengkung.	10
2.7 Jenis aliran pada pelimpah berterap.....	11
2.8 Daerah aliran pada pelimpah berterap.....	12
2.9 Permulaan aliran skimming.....	13
2.10 Koefisien limpahan dipengaruhi oleh faktor $P/H_0$ .....	14
2.11 Koefisien limpahan dipengaruhi oleh faktor $H_e/H_0$ .....	14
2.12 Koefisien limpahan dipengaruhi oleh faktor kemiringan hulu.....	15
2.13 Tinggi muka air diatas pelimpah.....	15
2.14 Sketsa loncatan hidraulik.....	17
2.15 Persamaan momentum dalam loncatan hidraulik.....	17
2.16 Loncatan tenggelam ( <i>submerge jump</i> ).....	18
2.17 Sketsa loncatan tenggelam.....	19
2.18 Berbagai jenis loncatan hidrolis.....	20
3.1 Bagan alir penelitian.....	24
3.2 Set saluran terbuka.....	25
3.3 Pelimpah berterap datar.....	26
3.4 Pelimpah berterap $10^\circ$ .....	26
3.5 Pelimpah berterap $20^\circ$ .....	26
3.6 Nixon streamflow-430 beserta baling-baling yang digunakan.....	27
4.1 Grafik muka air pada pelimpah berterap datar.....	38
4.2 Grafik muka air pada pelimpah berterap $10^\circ$ .....	39
4.3 Grafik muka air pada pelimpah berterap $20^\circ$ .....	39
4.4 Pembagian titik pengukuran pada pelimpah.....	40



4.5	Loncatan hidrolik pada pelimpah.....	50
4.6	Grafik pengurangan energi.....	58
4.7	Grafik hubungan debit (Q) terhadap $Y_2$ .....	59
4.8	Grafik hubungan debit (Q) terhadap panjang loncatan hidrolik.....	60
4.9	Grafik efisiensi loncatan hidrolik.....	61

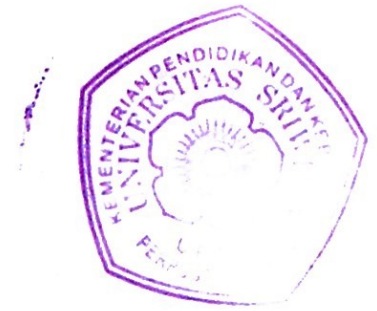
## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Foto-Foto Hasil Penelitian

Lampiran 2 : Gambar Desain Pelimpah

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Pada saluran terbuka kita mengenal aliran beraturan yang berubah beraturan secara tiba-tiba. Perubahan ini dapat disebabkan oleh adanya gangguan pada penampang saluran dalam arah vertikal, yaitu suatu perubahan penampang yang tegak lurus terhadap aliran, misalnya pelimpah, ambang pintu air dan sebagainya.

Fungsi utama dari suatu pelimpah adalah menaikkan elevasi muka air dari sungai yang dibendung sampai taraf tertentu, sehingga air yang dibendung dapat mengalir secara aliran gravitasi sampai ke areal pertanian yang diairi. Kenaikan muka air tersebut menyebabkan perbedaan elevasi muka air antara hulu dan hilir pelimpah menjadi tinggi. Perbedaan elevasi ini akan menimbulkan limpasan atau terjunan yang mempunyai energi besar dan kecepatan yang lebih tinggi dari aliran aslinya atau perubahan jenis aliran dari aliran subkritis menjadi aliran superkritis, sehingga mengganggu keseimbangan aliran.

Aliran superkritis yang terjadi pada pelimpah akan menyebabkan terjadinya loncatan hidrolis (*Hydraulic jump*) dan hal ini akan mempengaruhi besarnya penggerusan setempat di hilir pelimpah.

Dari beberapa bendung yang ada di Indonesia, sebagian besar kerusakan yang terjadi disebabkan oleh gerusan lokal di hilir pelimpah. Oleh karena itu diperlukan penelitian tentang struktur bendung yang sesuai dengan keadaan lokasi pembangunan pelimpah nantinya sehingga pembangunannya dapat seefisien mungkin.

Untuk mengatasi hal ini diperlukan usaha untuk mengurangi gerusan lokal di hilir bendung. Artinya selain mampu berfungsi melimpaskan debit sesuai dengan kapasitas yang direncanakan, konstruksi tersebut juga dapat berfungsi untuk meredam energi dari pelimpah. Oleh karena itu dilakukan penelitian di laboratorium dengan menggunakan model saluran terbuka untuk mengetahui bagaimana tingkat pengurangan energi pada pelimpah berterap.



## **1.2 Perumusan Masalah**

Bagaimana efektifitas pengurangan energi pada pelimpah berterap datar dan pelimpah berterap dengan anak tangga miring terhadap variasi debit dan punggung pelimpah.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana pengurangan energi yang terjadi pada pelimpah untuk 3 (tiga) jenis pelimpah berterap yang berbeda terhadap debit yang bervariasi.
2. Mengetahui bagaimana tinggi setelah loncatan yang terjadi pada pelimpah terhadap variasi debit.
3. Mengetahui bagaimana efisiensi loncatan hidrolis yang terjadi pada pelimpah berterap.

## **1.4 Ruang Lingkup Penulisan**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrologi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya dengan memfokuskan penelitian pada pengujian model fisik penurunan energi pada pelimpah berterap.

## **1.5 Rencana Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut:

### **a. Bab I. Pendahuluan**

Pada Bab I ini akan dibahas mengenai latar belakang , masalah yang dibahas dalam penelitian ini, tujuan, yang ingin dicapai, ruang lingkup pembahasan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### **b. Bab II. Tinjauan Pustaka**

Pada Bab II ini akan dibahas mengenai teori umum mengenai bangunan pelimpah, aliran pada pelimpah, analisa perhitungan dan persamaan-persamaan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan mengenai penurunan energi pelimpah.

c. Bab. III Metodolgi penelitian

Pada Bab III ini akan dibahas mengenai langkah-langkah dan pelaksanaan penelitian dan metode yang digunakan dalam menganalisis data yang didapatkan.

d. Bab. IV Analisa dan Pembahasan

Pada Bab IV ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian di laboratorium yang telah didapatkan.

e. Bab. V

Pada Bab ini V berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran untuk memperbaiki penelitian dimasa yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T. 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta: Erlangga.
- Chanson, H. 1994, *Comparation of Energy Dissipation Between Nappe and Skimming Flow Regime on Stepped Chute*, Journal of Hydraulic Research, Vol 32, No. 2, pp. 213-218.
- Edijatno, Anwar Nadjadji, Dermawan Very. *Physical Hydraulic Model Investigation of Flow and Energy Dissipation on Smooth and Stepped Spillway with Steep Flow*, International Journal of Academic Research, Vol. 3, No. 1, pp. 727-731.
- Masrevaniah Aniek. *Penurunan Energi pada Pelimpah Berterap*, Agritek, Vol.16, No. 9, hal. 1722-1731.
- Mawardi Erman. 2006, *Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis*, Bandung: Alfabeta.
- Dermawan Very, Anwar Nadjadji, Edijatno. *Hydraulic Model of Flow Conditions on Stepped Spillway Due to Number of Steps*, International Journal of Academic Research, Vol. 2, No. 5, pp. 200-205.
- Khatsuria, R.M. 2005, *Hydraulics of Spillways and Energy Dissipators*, New York: Marcel Dekker.
- Chamani, M. R. & Rajaratnam, N. 1999, *Characteristic of Skimming Flow Over Stepped Spillway*. Journal of Hidraulic Engineering Vol. 125, No.4, 361 – 368.
- Chanson, H. 1994, *Hidraulic of Skimming Flow over Stepped Channels and Spillways*. Journal of Hidraulic Reasearch, Vol 32, No. 3, 445-650.
- Anonim. 1986, *Standar perencanaan Irigasi – Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02*, Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung: CV. Galang Persada.