

**ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE USBR IV
(UJI MODEL DI LABORATORIUM)**



KAPORAN TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

**Evi Junaina Wardah Pamungkas
03101401082**

Dosen Pembimbing :

**Ir. Sarino, MSCE
Muhammad Baitullah Al Amin S.T.,M.Eng**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

2014

627107

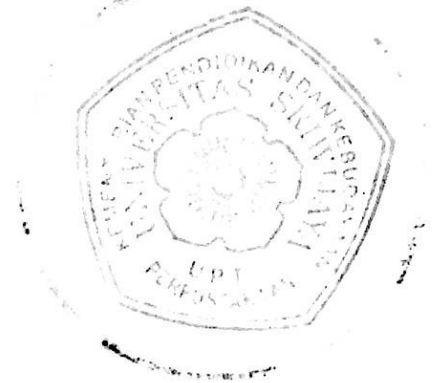
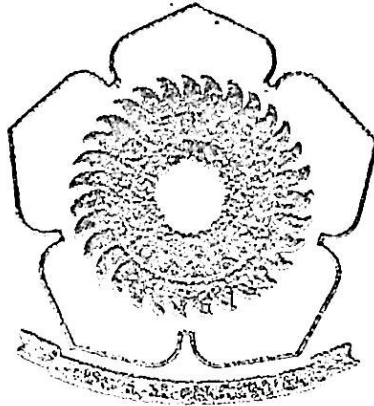
Evi

or

2014

~~R 5376~~ R 5376/5393

**ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE USBR IV
(UJI MODEL DI LABORATORIUM)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

Evi Jumaina Wardah Pamungkas
03101401082

Dosen Pembimbing :

Ir. Sarino, MSCE
Muhammad Baitullah Al Amin S.T.,M.Eng

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2014

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Evi Junainah Wardah P
NIM : 03101401082
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Laporan : “ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE
USBR IV (UJI MODEL DI LABORATORIUM)”

Palembang, Juni 2014

Dosen Pembimbing Utama,



Ir. Sarino, MSCE

NIP. 19590609197031004

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Evi Junainah Wardah P
NIM : 03101401082
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Laporan : “ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE
USBR IV (UJI MODEL DI LABORATORIUM)”

Palembang, Juni 2014

Dosen Pembimbing Kedua,



M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng

NIP.198601242009121004

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Evi Junainah Wardah P
NIM : 03101401082
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Laporan : "ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE
USBR IV (UJI MODEL DI LABORATORIUM)"

Palembang, Juni 2014

Ketua Jurusan,



Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S

NIP. 19600701 198710 2 001

Motto dan Persembahan

MOTTO

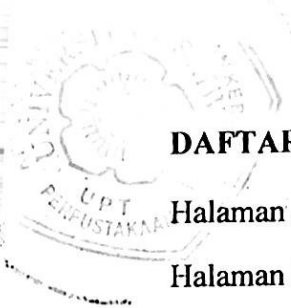
The moment you're ready to quit, is usually the moment right before a miracle happens. Don't give up.

Take a risk. Take a chance. Make a change. And breakaway!

(Kelly Clarkson)

Karya ini saya persembahkan untuk:

- 1. Allah SWT...*
- 2. Mama dan Abi tercinta yang selalu mendukung ku, melimpahkan kasih sayangnya yang luar biasa...*
- 3. Saudara-saudara ku tersayang, Kak Thomy, Cik, Kak Adi, dan Mia...*
- 4. Sahabat-sahabat ku tersayang...*
- 5. Almameterku ...*



DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS SRI JAYADARMAS
NO. DAFTAR 0000143418
TANGGAL 13 OCT 2019

Halaman Judul.....

Halaman Persetujuan.....

Halaman Pengesahan.....iii

Halaman Motto dan Persembahan.....iv

Kata Pengantar.....v

Daftar isivii

Daftar Tabelx

Daftar Gambarxi

Daftar Lampiranxii

Abstrakxiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penulisan 2

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan 2

1.5 Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya 4

2.2 Definisi Bendung 5

 2.2.1 Bendung Tetap..... 6

 2.2.2 Bendung Gerak..... 6

2.3 Mercu Bendung 7

 2.3.1 Mercu Bulat 7

 2.3.2 Mercu Ogee..... 8

2.4 Kolam Peredam Energi 9

 2.4.1 Kolam Olak Tipe Vlugther..... 12

 2.4.2 Kolam Olak tipe Schoklitch..... 12

 2.4.3 Kolam Olak Bucket..... 13

 2.4.4 Kolam Olak USBR 13

	2.5 Loncatan Hidraulik	18
	2.5.1 Loncatan Hidrolik Air Pada Saluran Empat Persegi Datar	20
	2.5.2 Sifat-Sifat Dasar Loncatan Hidrolik.....	20
	2.5.3 Loncatan Dengan Ambang	21
	2.5.4 Panjang Loncatan Air	22
	2.5.5 Lokasi Loncatan Hidrolik Yang Terjadi Pada Pintu Air	22
	2.6 Gerusan Lokal	23
	2.6.1 Faktor Yang Mempengaruhi Kedalaman Gerusan	25
	2.6.1.1 Kecepatan Aliran	25
	2.6.1.2 Kedalaman Aliran	26
	2.6.1.3 Ukuran Butiran	27
	2.6.2 Metode Lacey.....	27
	2.7 Model Fisik Hidraulik	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	3.1 Umum	30
	3.2 Tinjauan Studi atau Studi Literatur	32
	3.3 Persiapan Laboratorium dan Alat-Alat	32
	3.4 Persiapan Pelaksanaan Penelitian	36
	3.4.1 Persiapan Sedimen	36
	3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan	37
	3.5 Pelaksanaan Pendahuluan	38
	3.6 Pelaksanaan Penelitian	38
	3.6.1 Prosedur Pelaksanaan Pembacaan Flowmeter	39
	3.6.2 Pelaksanaan Penelitian Gerusan	39
	3.7 Analisis Hasil Percobaan	40
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
	4.1 Data Hasil Penelitian	41

4.1.1	Pemeriksaan Material Dasar.....	41
4.1.2	Permodelan Bendung.....	43
4.1.2.1	Permodelan Bendung Model 1	43
4.1.2.2	Permodelan Bendung Model 2	44
4.2	Analisa Hasil Penelitian di Laboratorium	49
4.2.1	Analisis Data Bendung Model 1	50
4.2.2	Analisis Data Bendung Model 2	53
4.3	Data kedalaman Gerusan (Kontur)	57
4.3.1	Pola Gerusan Dengan Menggunakan Program <i>Surfer</i>	62
4.4	Tinjauan Terhadap Gerusan	65
4.4.1	Kedalaman Gerusan Bendung model 1 debit $1,381 \times 10^{-3}$ m^3/det	65
4.4.2	Kedalaman Gerusan Bendung model 1 debit $2,064 \times 10^{-3}$ m^3/det	62
4.4.3	Kedalaman Gerusan Bendung model 1 debit $2,389 \times 10^{-3}$ m^3/det	62
4.4.4	Kedalaman Gerusan Bendung model 1 debit $1,354 \times 10^{-3}$ m^3/det	67
4.4.5	Kedalaman Gerusan Bendung model 1 debit $2,003 \times 10^{-3}$ m^3/det	67
4.4.6	Kedalaman Gerusan Bendung model 1 debit $2,385 \times 10^{-3}$ m^3/det	68
4.5	Pembahasan	71
BAB V	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Hasil Data Analisa Saringan Pasir	41
Tabel IV.2	Data Hasil Percobaan	49
Tabel IV.3	Perhitungan Karakteristik Aliran Bendung Model 1	62
Tabel IV.4	Perhitungan Karakteristik Aliran Bendung Model 2	62
Tabel IV.5	Kedalaman Gerusan Bendung Model 1 Debit $1,381 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	63
Tabel IV.6	Kedalaman Gerusan Bendung Model 1 Debit $2,064 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	63
Tabel IV.7	Kedalaman Gerusan Bendung Model 1 Debit $2,389 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	64
Tabel IV.8	Kedalaman Gerusan Bendung Model 2 Debit $1,354 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	65
Tabel IV.9	Kedalaman Gerusan Bendung Model 2 Debit $2,003 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	66
Tabel IV.10	Kedalaman Gerusan Bendung Model 2 Debit $2,385 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	67
Tabel IV.11	Perbandingan Kedalaman Gerusan	75

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Hasil Data Analisa Saringan Pasir	41
Tabel IV.2	Data Hasil Percobaan	49
Tabel IV.3	Perhitungan Karakteristik Aliran Bendung Model 1	62
Tabel IV.4	Perhitungan Karakteristik Aliran Bendung Model 2	62
Tabel IV.5	Kedalaman Gerusan Bendung Model 1 Debit $1,381 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	63
Tabel IV.6	Kedalaman Gerusan Bendung Model 1 Debit $2,064 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	63
Tabel IV.7	Kedalaman Gerusan Bendung Model 1 Debit $2,389 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	64
Tabel IV.8	Kedalaman Gerusan Bendung Model 2 Debit $1,354 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	65
Tabel IV.9	Kedalaman Gerusan Bendung Model 2 Debit $2,003 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	66
Tabel IV.10	Kedalaman Gerusan Bendung Model 2 Debit $2,385 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	67
Tabel IV.11	Perbandingan Kedalaman Gerusan	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Mercu Bulat	9
Gambar II.2	Mercu Ogee	9
Gambar II.3	Kondisi Aliran di Atas Mercu	10
Gambar II.4	Kolam Olak Tipe Vlughter	12
Gambar II.5	Kolam Olak Tipe Schoklitch.....	13
Gambar II.6	Kolam Olak Tipe Bucket.....	13
Gambar II.7	Kolam Olak Tipe USBR I	14
Gambar II.8	Kolam Olak Tipe USBR II	15
Gambar II.9	Kolam Olak Tipe USBR III	15
Gambar II.10	Kolam Olak Tipe USBR IV	16
Gambar II.11	Loncat Air	18
Gambar II.12	Hubungan Kedalaman Gerusan Dan Waktu	25
Gambar II.13	Hubungan Kedalaman Gerusan dengan kecepatan Geser	26
Gambar II.14	Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Aliran	26
Gambar II.13	Hubungan Kd dan Y_o/b Dengan Ukuran Relatif b/d_{50}	27
Gambar III.1	Diagram Alir Penelitian	31
Gambar III.2	Hm 140 <i>Sediment Transport Channel</i>	33
Gambar III.3	Nixon Streamflow-430	33
Gambar III.4	Dimensi Kolam	34
Gambar III.5	Dimensi Kolam Olak Model 1	34
Gambar III.6	Dimensi Kolam Olak Model 2	35
Gambar III.7	Alat Ukur Penggaris	35
Gambar III.8	Alat Ukur Kedalaman	36
Gambar IV.1	Gradasi Tanah Pasir.....	42
Gambar IV.2	Sketsa Bendung Model 1	43
Gambar IV.3	Permodelan Bendung 1	44
Gambar IV.4	Sketsa Bendung Model 2	48

Gambar IV.5	Permodelan Bendung 2	49
Gambar IV.6	Pola Gerusan Bendung 1 Debit $1,381 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	62
Gambar IV.7	Pola Gerusan Bendung 1 Debit $2,064 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	62
Gambar IV.8	Pola Gerusan Bendung 1 Debit $2,389 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	63
Gambar IV.9	Pola Gerusan Bendung 2 Debit $1,354 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	63
Gambar IV.10	Pola Gerusan Bendung 2 Debit $2,003 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	64
Gambar IV.11	Pola Gerusan Bendung 2 Debit $2,385 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	64
Gambar IV.12	Grafik Hubungan Q dan Kedalaman Gerusan Bendung 1.....	70
Gambar IV.13	Diagram Hubungan Q dan Kedalaman Gerusan Bendung 2	70

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE USBR-IV (UJI MODEL HIDROLIK DI LABORATORIUM).”

Tujuan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah selain untuk melengkapi salah satu syarat menyelesaikan studi S1 di jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yaitu agar mahasiswa dapat menerapkan teori yang di dapat pada bangku kuliah dalam pelaksanaan sebuah proyek pembangunan di lapangan.

Dalam penyajian yang sederhana, laporan ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan yang dimiliki penulis.

Untuk itu, setiap kritik dan saran yang bersifat positif akan diterima dengan segala kerendahan hati dan lapang dada, karena hal ini merupakan suatu langkah untuk peningkatan kualitas diri dan pembekalan pengetahuan dimasa yang akan datang.

Selain ucapan terimakasih kepada Allah SWT, tak lupa pula ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya ditujukan bagi semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu antara lain :

1. Ibu Prof.Dr.Badia Parizade, M.B.A selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. H. Sarino, MSCE selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberi bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
5. Bapak M. Baitullah, S.T.M.Eng selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberi bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
6. Abi Drs. H. Khaeri, M.Si.,M.Pdi. dan Mama Aminah yang telah membesarkan, merawat, membimbing, memberikan perhatian dan kasih sayang, terima kasih

atas doa, dukungan, semangat, nasihat kalian yang merupakan kehidupan bagi saya.

7. Keluargaku tercinta Kak Thomy, Cik, Kak Adi, Mia, Kak Yoda, Yuk Heppy dan malaikat kecil Jihan yang telah memberikan doa, dukungan, semangat dan bantuan selama ini.
8. Sahabat saya Olin ,Adit, JP Family, teman-teman semasa SMA dan SMP yang selalu memberi semangat selama saya mengerjakan laporan ini.
9. Teman seperjuangan selama 4 tahun terakhir Annisa Nurani, Nur Fitriana, dan Aderia Ardianti yang telah mewarnai hari-hariku selama di bangku kuliah.
10. Teman-teman Sipil 2010 dan Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu baik pelaksanaan Penelitian maupun dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih banyak saya ucapkan. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua. Amin.

Akhirnya Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi Penulis pribadi dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juni 2014

Penulis

ANALISIS GERUSAN DI HILIR BENDUNG TIPE USBR-IV (UJI MODEL DI LABORATORIUM)

Loncatan hidrolis terjadi apabila suatu aliran berubah dari kondisi superkritis ke kondisi subkritis (Raju, 1986). Loncatan hidraulik memiliki energi aliran yang tinggi, sehingga dapat menyebabkan penggerusan di hilir bendung. Untuk melindungi bendung dari bahaya penggerusan, diperlukan suatu desain kolam olakan yang mampu meredam energi dari loncatan hidraulik tersebut sehingga dasar sungai dapat terlindungi. Pada penelitian ini dibuat suatu alat peraga berupa bendung dengan kolam olakan peredam energi untuk mengetahui karakteristik loncatan air dan pola gerusan dengan menggunakan 2 model kolam olakan yang berbeda dimensi ukurannya. Pada kolam olak model 1, dimensinya berdasarkan ukuran *flume* dengan tinggi mercu 7 cm, panjang kolam olak 11 cm dan lebar kolam olak 8,6 cm. Sedangkan kolam olak model 2, dimensinya menggunakan rumus empiris dengan tinggi mercu 4,5 cm, panjang kolam olak 9,5 cm, dan lebar kolam olak 8,6 cm. Kedua model kolam olak ini dibuat untuk mengetahui perbedaan karakteristik pola aliran, efektifitas kolam olak dengan berbagai variasi debit, dan pola gerusan yang terjadi di hilir bendung. Penelitian menggunakan tiga variasi debit yang berbeda dalam tiga kali simulasi. Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan kolam olak diperoleh kedalaman gerusan untuk bendung model 1 yaitu 0,03 cm, 0,032 cm, dan 0,0332 cm. Sedangkan untuk kedalaman gerusan bendung model 2 yaitu 0,022 cm, 0,026 cm, dan 0,029 cm. Hasil dari running menunjukkan gerusan maksimum bergantung pada kecepatan aliran, tinggi aliran di hilir kolam olakan, angka Reynold dan angka Froude.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai mempunyai peranan yang penting bagi kehidupan manusia. Salah satunya adalah sebagai sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi, penyediaan air minum, kebutuhan industri dan lain-lain. Kebutuhan air bagi kepentingan manusia semakin meningkat sehingga perlu dilakukan penelitian atau penyelidikan masalah ketersediaan air sungai dan kebutuhan area di sekelilingnya, agar pemanfaatan dapat digunakan secara efektif dan efisien, maka dibuatlah dengan pembangunan sebuah bendung.

Optimalisasi pelayanan air untuk berbagai kepentingan tak jarang dihadapkan dengan berbagai permasalahan. Salah satu permasalahan adalah terjadinya penggerusan/pengikisan di hilir bendung yang disebabkan adanya energi aliran yang tinggi, sebagai akibat adanya loncatan air (*hydraulic jump*) yang tidak terkendali.

Peninggian muka air karena adanya pembendungan mengakibatkan adanya perbedaan tinggi energi (*head*) antara hulu dengan hilir bendung, apabila air dari hulu melintas bendung akan mempunyai energi yang besar sehingga kecepatan aliran yang melintas akan semakin besar. Oleh karena itu aliran yang mengalir pada permukaan bendung yang miring dalam keadaan superkritis sedangkan kondisi aliran dibagian hilir yang landai adalah subkritis.

Perubahan aliran dari superkritis ke subkritis menyebabkan terjadinya loncatan hidraulik (Raju, 1986). Akibat loncatan hidraulik ini sering menimbulkan gulungan ombak atau pusaran (*vortex*) yang bisa menyebabkan gerusan pada dasar saluran, terutama bagian hilir yang tidak diberi perlindungan.

Guna mengantisipasi dan menanggulangi bahaya penggerusan tersebut, maka diperlukan suatu konstruksi peredam energi (kolam olak) yang dapat berfungsi mereduksi energi dan melindungi dasar sungai. Beberapa model kolam olakan telah diperkenalkan oleh *United States Bureau Of Reclamation* (USBR) yang telah teruji konstruksinya, sehingga memudahkan dalam penelitian.

Walaupun menggunakan kolam olakan tipe USBR yang dapat meredam energi, akan tetapi kenyataannya masih terjadi gerusan pada dasar saluran disebelah hilir kolam olakan (Abdurrosyid, 2005), hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada

bangunan tersebut. Oleh karena itu perlu adanya kajian laboratorium mengenai gerusan dan penanggulangannya/perlindungannya disebelah hilir kolam olakan.

1.2. Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang dirumuskan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik aliran pada hulu dan hilir bendung?
2. Bagaimana hubungan antara kedalaman gerusan terhadap variasi debit dan loncatan hidraulik?
3. Bagaimana perbandingan gerusan antara bendung model 1 dan bendung model 2?

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dari kajian ini adalah :

1. Mengetahui perilaku aliran pada hilir bendung dengan peredam energi kolam olakan USBR-IV.
2. Mengetahui gerusan maksimum dan minimum yang terjadi di hilir bendung akibat adanya variasi debit dan loncatan hidraulik.
3. Mengetahui perbandingan gerusan antara bendung model 1 dan bendung model 2.

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup penelitian ini dilakukan di laboratorium mengenai pola gerusan yang terjadi di hilir bendung. Penelitian dibatasi pada tipe kolam olakan yang dipakai yaitu kolam olakan bendung tipe USBR-IV. Air yang digunakan adalah air tak bersedimen.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, disusun menjadi beberapa bab pembahasan, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis memberikan gambaran mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori-teori dasar yang digunakan di dalam penelitian analisis gerusan yang terjadi di hilir bendung menggunakan kolam olakan tipe USBR-IV melalui penggunaan model hidraulik.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi prosedur kerja menggunakan kolam olakan bendung tipe USBR-IV di laboratorium untuk mendapatkan pola gerusan yang terjadi di hilir kolam olakan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan data-data yang diperoleh dari percobaan laboratorium, dilakukan analisa dan dicarikan hubungan antara kedalaman gerusan dan variasi debit, karakteristik aliran, serta perbandingan bendung model 1 dan bendung model 2.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan atas hasil analisa data-data yang dihasilkan dari percobaan menggunakan kolam olakan bendung tipe USBR-IV dan saran-saran yang diberikan untuk mengatasi dampak gerusan yang terjadi pada hilir kolam olakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrosyid, Jaji. 2005. *Gerusan di Hilir Kolam Olak Bendung*. Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Chow, Ven Te. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Erlangga, Jakarta.
- Maraden, Sutyas Aji. 2008. *Loncatan Air Pada Saluran Miring Terbuka Dengan Variasi Panjang Kolam Olakan*.
- Neill, C. R.. 1973. *Guide to Bridge Hydraulics*. Project Committee on Bridge Hydraulics – Roads and Transportation Association of Canada, Canada.
- Raju, Ranga K.G. 1986. *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Raudkivi, A.J. and Ettema, R.. 1983. *Clear-Water Scour at Cylindrical Piers*, *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol 109, No. 3, Am. Soc. Civ. Engrs., pp. 338-350.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.