

STUDI PERENCANAAN HIDRAULIK PEREDAM ENERGI TIPE BAK TENGGELAM (CEKUNG) DENGAN MODEL FISIK DUA DIMENSI

Rudi M. Nainggolan
NRP: 0021008

Pembimbing: Ir. Endang Ariani, Dipl.H.E.

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Peredam energi adalah bagian dari bendung yang berfungsi untuk meredam energi aliran air yang akan melalui bendung. Sebagian besar kerusakan bendung di Indonesia di sebabkan oleh penggerusan setempat (*local scouring*) yang terjadi terus-menerus di hilir bendung. Penggerusan setempat ini disebabkan oleh energi potensial yang cukup besar karena adanya perbedaan elevasi muka air di hulu dan di hilir bendung. Penggerusan lokal yang terjadi di hilir bendung yang disebabkan oleh tingginya permukaan air akibat pembendungan, membahayakan konstruksi bendung itu sendiri. Untuk mencegah penggerusan yang terlalu dalam, maka kita melakukan penambahan komponen bendung yaitu dengan memasang peredam energi di hilir bendung.

Faktor utama terjadinya penggerusan yang dalam pada hilir bendung adalah peredam energi yang belum berfungsi secara optimal. Pada penelitian ini digunakan peredam energi tipe Bak Tenggelam (Cekung). Model untuk penelitian dilakukan di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung. Penelitian dilakukan dengan model fisik dua dimensi pada saluran terbuka.

Upaya untuk meminimalisasi penggerusan di hilir bendung dilakukan beberapa kali perubahan model. Hasil penelitian dengan peredam energi tipe Bak Tenggelam (Cekung) menunjukkan bahwa untuk mengurangi terjadinya penggerusan di hilir bendung dilakukan modifikasi desain peredam energi tipe Bak Tenggelam (Cekung), yaitu membuat jari-jari kolam olak dan lebar ambang hilir (*ensill*) lebih besar daripada kriteria desain, menurunkan elevasi kolam olak dan juga penambahan terhadap kelengkapan dari peredam energi itu sendiri yaitu penambahan pengaman gerusan berupa rip-rap batu. Berdasarkan analisis ukuran butir, pasir yang digunakan termasuk pada jenis pasir bergradasi buruk (*poorly graded sand*).

Pada kondisi model awal dengan debit 100% penggerusan yang terjadi sedalam 10 cm. Karena kinerja peredam energi masih jauh dari yang diharapkan maka dilakukan perubahan model I yaitu memperbesar jari-jari kolam olak dan lebar ambang hilir (*ensill*) serta menurunkan elevasi kolam olak, dengan debit 100% penggerusan yang terjadi sedalam 4 cm. Pada perubahan model II dilakukan penambahan rip-rap batu dengan $\varnothing \leq 3$ cm diletakkan pada jarak 20 cm dari ambang hilir (*ensill*) dengan lebar 30 cm serta ketebalan 7 cm, dengan debit 100% hasilnya ternyata tidak ada penggerusan. Untuk perubahan model III hanya mengurangi lebar rip-rap batu menjadi 20 cm, dengan debit 100 % hasilnya tetap tidak ada penggerusan. Jadi, desain peredam energi yang paling optimal yaitu pada perubahan model III.

DAFTAR ISI

Surat Keterangan Tugas Akhir	i
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	ii
Abstrak	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Notasi	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Bendung	4
2.1.1 Klasifikasi Bendung	4
2.1.2 Komponen Utama Bendung	5
2.2 Pengertian Peredam Energi	7
2.2.1 Macam-macam Peredam Energi	7
2.2.2 Prinsip Pemecah Energi	9
2.3 Klasifikasi Tanah	10
2.3.1 Sistem Klasifikasi AASHTO	10
2.3.2 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	12
BAB III PENYAJIAN DATA KASUS	
3.1 Deskripsi Model Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam (Cekung)	15
3.2 Data Desain Model Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam (Cekung)	16
3.3 Prosedur Kerja	20
BAB IV ANALISIS DATA	
4.1 Analisis Percobaan Lengkung Debit	23
4.2 Analisis Penggerusan di Hilir Bendung	24
4.2.1 Penggerusan Pada Model Desain Awal	25
4.2.1.1 Penggerusan Pada Model Desain Awal Dengan Debit 25%	25
4.2.1.2 Penggerusan Pada Model Desain Awal Dengan Debit 50%	28
4.2.1.3 Penggerusan Pada Model Desain Awal Dengan Debit 100%	30
4.2.2 Penggerusan Pada Perubahan Model I	32
4.2.2.1 Penggerusan Pada Perubahan Model I Dengan Debit 25%	32

4.2.2.2	Penggerusan Pada Perubahan Model I Dengan Debit 50%	35
4.2.2.3	Penggerusan Pada Perubahan Model I Dengan Debit 100%	37
4.2.3	Penggerusan Pada Perubahan Model II	39
4.2.3.1	Penggerusan Pada Perubahan Model II Dengan Debit 25%	41
4.2.3.2	Penggerusan Pada Perubahan Model II Dengan Debit 50%	42
4.2.3.3	Penggerusan Pada Perubahan Model II Dengan Debit 100%	44
4.2.4	Penggerusan Pada Perubahan Model III	46
4.2.4.1	Penggerusan Pada Perubahan Model III Dengan Debit 25%	46
4.2.4.2	Penggerusan Pada Perubahan Model III Dengan Debit 50%	49
4.2.4.3	Penggerusan Pada Perubahan Model III Dengan Debit 100%	52
4.3	Analisis Karakteristik Pasir	54
4.3.1	Analisis Ukuran Butir (<i>Sieve Analysis</i>)	54
4.3.2	Penyajian Hasil	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	59
	Daftar Pustaka	60
	Lampiran	61

DAFTAR NOTASI

A	Luas saluran (m^2)
a	Lebar ambang hilir/ <i>ensill</i> (m)
B	Lebar saluran (m)
c	Koefisien debit sebesar 1,39
C_c	Koefisien gradasi
C_u	Koefisien keseragaman
g	Percepatan gravitasi ($m/detik^2$)
H	Tinggi energi (m)
h	Tinggi muka air (m)
h_c	Kedalaman air kritis (m)
Δh	Bacaan awal - Bacaan akhir
$\Delta h_{Thomson}$	Bacaan <i>Thomson</i> akhir – bacaan <i>Thomson</i> awal
Q	Debit aliran ($m^3/detik$)
q	Debit per satuan lebar ($m^2/detik$)
$Q_{Thomson}$	$1.39 \times tg \frac{1}{2} \alpha \times (\Delta h_{Thomson})^{5/2}$
R_{min}	Jari-jari peredam (m)
t	Tinggi muka air hilir terhadap kolam olak
T_{min}	Batas minimum tinggi air hilir (m)
V	Kecepatan aliran air (m/detik)
W_r	Berat tanah tertahan (gr)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen Utama Bendung	6
Gambar 2.2	Peredam Energi Tipe <i>Vlughter</i>	7
Gambar 2.3	Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam (Cekung).....	8
Gambar 2.4	Peredam Energi Tipe <i>Schoklitsch</i>	8
Gambar 2.5	Peredam Energi Tipe USBR	9
Gambar 2.6	Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI)	11
Gambar 3.1	Saluran Terbuka	15
Gambar 3.2	Model peredam energi tipe Bak Tenggelam (Cekung)	16
Gambar 3.3	Grafik Jari-jari Minimum Cekungan	19
Gambar 3.4	Grafik Batas Minimum Tinggi Air Hilir	19
Gambar 3.5	Desain Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam (Cekung)	20
Gambar 3.6	Bagan Alir Prosedur Kerja	22
Gambar 4.1	Grafik hubungan $Q_{Thomson}$ dan $\Delta h_{Thomson}$	24
Gambar 4.2	Kondisi Model Awal	25
Gambar 4.3	Profil Aliran dan Penggerusan Dengan $Q_{Thomson}$ 25%	27
Gambar 4.4	Profil Aliran dan Penggerusan Dengan $Q_{Thomson}$ 50%	29
Gambar 4.5	Profil Aliran dan Penggerusan Dengan $Q_{Thomson}$ 100%	31
Gambar 4.6	Kondisi Model Setelah Dilakukan Perubahan I	32
Gambar 4.7	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 25%	34
Gambar 4.8	Profil Aliran dan Penggerusan Dengan $Q_{Thomson}$ 50%	36
Gambar 4.9	Profil Aliran dan Penggerusan Dengan $Q_{Thomson}$ 100%	38
Gambar 4.10	Kondisi Model Setelah Dilakukan Perubahan II	39
Gambar 4.11	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 25%	41
Gambar 4.12	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 50%	43
Gambar 4.13	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 100%	45
Gambar 4.14	Kondisi Model Setelah Dilakukan Perubahan III	46
Gambar 4.15	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 25%	48
Gambar 4.16	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 50%	50
Gambar 4.17	Profil Aliran dan Penggerusan dengan $Q_{Thomson}$ 100%	52
Gambar 4.18	Kurva Distribusi Ukuran Pasir	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Tanah untuk Sistem AASHTO	12
Tabel 2.2	Klasifikasi Tanah untuk Sistem <i>Unified</i>	14
Tabel 3.1	Data bacaan <i>Thomson</i>	16
Tabel 4.1	Perhitungan $\Delta h_{Thomson}$ dan $Q_{Thomson}$	23
Tabel 4.2	Perubahan Model dan Hasil Penggerusan.....	53
Tabel 4.3	Analisis Ukuran Butir	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1:	Gambar Kontur Penggerusan Pasir pada Model Awal	61
Lampiran 2:	Gambar Kontur Penggerusan Pasir pada Perubahan Model I	62
Lampiran 3:	Gambar Kontur Penggerusan Pasir pada Perubahan Model II	63
Lampiran 4:	Gambar Kontur Penggerusan Pasir pada Perubahan Model III ...	64
Lampiran 5:	Percobaan Analisis Ukuran Butir (<i>Sieve Analysis</i>)	65