

# STUDI PERENCANAAN HIDRAULIK PEREDAM ENERGI TIPE *MDO* DENGAN MODEL FISIK DUA DIMENSI

**Rokki M N Hutagalung**

**NRP : 0421016**

**Pembimbing : ENDANG ARIANI., Ir., Dipl. HE**

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

---

## ABSTRAK

Dalam perencanaan bangunan air, umumnya hanya ditinjau dari keamanan terhadap faktor alam yang terjadi di sekitarnya. Perencana tidak memperhatikan keamanan akibat pengaruh bangunan terhadap perubahan morfologi sungai jauh di daerah udik dan di hilir bangunan, serta pengaruh perubahan lingkungan yang terjadi. Salah satu dari bangunan air tersebut adalah bendung dengan kelengkapannya yang dibangun melintang sungai atau sudetan yang sengaja dibuat untuk meninggikan taraf muka air sehingga air dapat mengalir ke saluran atau jaringan berikutnya.

Model untuk penelitian dilakukan di Laboratorium Hidraulika dan Mekanika Fluida Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha. Faktor utama terjadinya penggerusan yang dalam di hilir bendung adalah peredam energi yang belum berfungsi secara optimal. Maka untuk mengatasi penggerusan yang terjadi di hilir bendung, dilakukan modifikasi terhadap model fisik peredam energi dan juga penambahan terhadap kelengkapan dari peredam energi itu sendiri yaitu penambahan pengaman gerusan berupa rip-rap batu, merubah lantai kolam olak menjadi lebih panjang dari pada desain awal dan merubah ukuran ambang hilir.

Hasil percobaan pada peredam energi dengan kondisi model awal dengan debit mendekati 100% ( $Q = 0,036075 \text{ m}^3/\text{detik}$ ) penggerusan yang terjadi adalah sedalam  $-4 \text{ cm}$ . Maka dilakukan pemodifikasian yang pertama yaitu pemasangan rip-rap batu diameter  $3 \text{ cm}$  dengan panjang  $20 \text{ cm}$  serta kedalaman  $5 \text{ cm}$  dengan debit mendekati 100% ( $Q = 0,035842 \text{ m}^3/\text{detik}$ ), penggerusan yang terjadi adalah sedalam  $-2 \text{ cm}$ . Pemodifikasian inipun tidak membuahkan hasil yang baik, maka dilakukanlah pemodifikasian yang ke-dua yaitu dengan memperpanjang lantai kolam olak serta memperlebar ambang hilir dengan debit mendekati 100% ( $Q = 0,036308 \text{ m}^3/\text{detik}$ ), penggerusan yang terjadi adalah sedalam  $-5 \text{ cm}$ . Setelah pemodifikasian yang ke-dua, penggerusan yang terjadi justru semakin besar, maka pemodifikasian yang ke-tiga dilakukan, yaitu memasang rip-rap batu diameter  $3 \text{ cm}$  dengan panjang  $20 \text{ cm}$  serta kedalaman  $5 \text{ cm}$  dengan debit mendekati 100% ( $Q = 0,036308 \text{ m}^3/\text{detik}$ ), penggerusan yang terjadi adalah sedalam  $-3 \text{ cm}$ . Pemodifikasian inipun masih dapat membahayakan konstruksi bendung, maka dilakukan pemodifikasian yang ke-empat yaitu memperbanyak pemasangan rip-rap batu diameter  $3 \text{ cm}$  panjang  $30 \text{ cm}$  dan kedalaman  $5 \text{ cm}$  dengan debit mendekati 100% ( $Q = 0,036308 \text{ m}^3/\text{detik}$ ), penggerusan yang terjadi adalah sedalam  $-1 \text{ cm}$ . Pemodifikasian yang ke-empat sudah cukup baik, tapi untuk efisiensi dilakukan pemodifikasian yang ke-lima dengan pemasangan rip-rap batu diameter  $2 \text{ cm}$  dengan debit mendekati 100% ( $Q = 0,036308 \text{ m}^3/\text{detik}$ ) penggerusan yang terjadi adalah sedalam  $-1 \text{ cm}$ . Sementara untuk pasir yang dipakai diklasifikasikan dengan menggunakan metoda USCS (*unified soil classification system*) dengan cara melihat *soil classification chart*, maka contoh tanah ini termasuk pasir dengan gradasi yang buruk yang bersimbol grup  $- \text{SP}$  dengan nilai  $G_s$  sebesar  $2,66$ .

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR</b> .....	i
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	1
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan .....	2
1.4 Sistematika Pembahasan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1 Pengertian Bendung .....	3
2.1.1 Klasifikasi Bendung .....	3
2.1.2 Komponen Utama Bendung .....	4
2.2 Peredam Energi .....	6
2.2.1 Macam – Macam Peredam Energi .....	6
2.2.2 Perinsip Pemecahan Energi .....	11
2.3 Alat Ukur Thomson .....	11
2.4 .....	Bera
t Jenis Butir Pasir .....	12
2.4.1 Tujuan Percobaan .....	12
2.4.2 Alat – Alat yang Digunakan .....	12
2.4.3 Prosedur Percobaan Kalibrasi <i>Erlenmeyer</i> .....	12
2.5 Ukuran Butir Pasir .....	13
2.5.1 Tujuan Percobaan .....	13
2.5.2 Alat-alat yang Digunakan .....	14
2.5.3 Prosedur Percobaan .....	14
<b>BAB III PENYAJIAN DATA KASUS</b> .....	15
3.1 Deskripsi Model Peredam Energi Tipe <i>MDO</i> .....	15
3.2 Data Desain Model Peredam Energi Tipe <i>MDO</i> .....	17
3.3 Prosedur Kerja .....	19
<b>BAB IV ANALISIS DATA</b> .....	22
4.1 Analisis Percobaan Lengkung Debit .....	22

4.2 Analisis Penggerusan di Hilir Bendung .....	23
4.2.1 Penggerusan pada Model Desain Awal .....	23
4.2.2 Penggerusan pada Model Perubahan Ke-1 .....	31
4.2.3 Penggerusan pada Model Perubahan Ke-2 .....	38
4.2.4 Penggerusan pada Model Perubahan Ke-3 .....	45
4.2.5 Penggerusan pada Model perubahan Ke-4.....	52
4.2.6 Penggerusan pada Model Perubahan Ke-5 .....	59
4.3 Analisis Karakteristik Pasir.....	67
4.3.1 Penentuan Berat Jenis Butir Pasir ( <i>Specific Gravity-Gs</i> ).....	67
4.3.2 Analisis Ukuran Butir pasir .....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>75</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Komponen utama bendung .....	5
Gambar 2.2 Peredam energi tipe <i>Vlughter</i> .....	6
Gambar 2.3 Peredam energi tipe cekung .....	7
Gambar 2.4 Peredam energi tipe <i>Schoklitsch</i> .....	7
Gambar 2.5 Peredam energi tipe <i>USBR</i> .....	8
Gambar 2.5 Peredam energi tipe <i>MDO</i> .....	8
Gambar 2.7 Grafik dimensi peredam energi tipe <i>MDO</i> (I).....	9
Gambar 2.8 Grafik dimensi peredam energi tipe <i>MDO</i> (II) .....	9
Gambar 2.9 Sketsa Alat Ukur Thomson .....	11
Gambar 3.1 Saluran terbuka.....	16
Gambar 3.2 Model peredam energi tipe <i>MDO</i> .....	17
Gambar 3.3 Desain peredam energi tipe <i>MDO</i> .....	19
Gambar 3.4 Bagan alir prosedur kerja.....	21
Gambar 4.1 Grafik hubungan $Q_{\text{Thomson}}$ dan $\Delta h_{\text{Thomson}}$ .....	23
Gambar 4.2 Kondisi model awal.....	24
Gambar 4.3 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 25%.....	26
Gambar 4.4 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 50%.....	28
Gambar 4.5 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 100%.....	30
Gambar 4.6 Kondisi model setelah dilakukan perubahan ke-1 .....	31
Gambar 4.7 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 25%.....	33
Gambar 4.8 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 50%.....	35
Gambar 4.9 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 100%.....	37
Gambar 4.10 Kondisi model setelah dilakukan perubahan ke-2.....	38
Gambar 4.11 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 25%.....	40
Gambar 4.12 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 50%.....	42
Gambar 4.13 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 100%.....	44
Gambar 4.14 Kondisi model setelah dilakukan perubahan ke-3.....	45
Gambar 4.15 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 25%.....	47
Gambar 4.16 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 50%.....	49

Gambar 4.17 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 100%.....	51
Gambar 4.18 Kondisi model setelah dilakukan perubahan ke-4.....	52
Gambar 4.19 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 25%.....	54
Gambar 4.20 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 50%.....	56
Gambar 4.21 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 100%.....	58
Gambar 4.22 Kondisi model setelah dilakukan perubahan ke-5.....	59
Gambar 4.23 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 25%.....	61
Gambar 4.24 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 50%.....	63
Gambar 4.25 Profil aliran dan penggerusan dengan $Q_{\text{Thomson}}$ 100%.....	65
Gambar 4.26 Grafik Kalibrasi Erlenmeyer.....	67
Gambar 4.27 Grafik <i>percent finer</i> .....	70

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

B	= lebar saluran (m)
c	= koefisien debit sebesar 1,39
Cu	= koefisien keserbasamaan
Cc	= koefisien gradasi
D10	= diameter butiran tanah dimana 10% lolos ayakan
D30	= diameter butiran tanah dimana 30% lolos ayakan
D60	= diameter butiran tanah dimana 60% lolos ayakan
G	= percepatan gravitasi ( $\text{m/detik}^2$ )
Gs	= berat spesifik tanah
Gt	= berat spesifik air pada saat T
h	= tinggi mercu terhadap muka air udik (m)
Q	= debit aliran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )
q	= debit per satuan lebar ( $\text{m}^2/\text{detik}$ )
$Q_{Thomson}$	= debit Thomson ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )
a	= tinggi ambang hilir / ensill (m)
2a	= lebar ambang hilir / ensill (m)
T	= temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
D2	= tinggi muka air hilir terhadap permukaan pasir (m)
Ds	= tinggi puncak mercu ke permukaan kolam olak (m)
W1	= berat botol <i>Erlenmeyer</i> + berat air + berat tanah (gr)
W2	= berat botol <i>Erlenmeyer</i> + berat air (gr)
Ws	= berat tanah kering (gr)
z	= elevasi m.a udik bendung – elevasi m.a hilir bendung (m)

$L$  = panjang kolam olak (m)

$\Delta h$  = bacaan awal dikurangi bacaan akhir (m)

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Data bacaan <i>Thomson</i> .....	17
Tabel 4.1 Perhitungan $\Delta h_{\text{Thomson}}$ dan $Q_{\text{thomson}}$ .....	22
Tabel 4.2 Perubahan Model.....	66
Tabel 4.3 Kalibrasi <i>Erlenmeyer</i> .....	67
Tabel 4.4 Berat Spesifik.....	68
Tabel 4.5 Analisa Tapis.....	70



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran L.1 Data <i>Specific Gravity of Water</i> .....	75
Lampiran L.2 Data <i>Specific Gravity</i> Beberapa Jenis Tanah .....	75
Lampiran L.3 <i>Soil Classification Chart</i> .....	76