

STUDI EFEKTIVITAS PEREDAM ENERGI
BENDUNG PAMARAYAN-JAWA BARAT
DENGAN UJI MODEL FISIKA 3 DIMENSI

Pribadi Maulana
NRP : 0121113

Pembimbing : Maria Christine S.,Ir. M.Sc

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG

ABSTRAK

Bendung Gerak Pamarayan Lama dibangun pada tahun 1911, terletak di Sungai Ciujung- Jawa Barat, dimana sungai tersebut mengairi sawah seluas 22.500 ha. Bendung ini mengalami kerusakan total dan digantikan oleh Bendung Gerak Pamarayan Baru yang mulai dioperasikan pada tahun 1997. Pada saat pelaksanaan konstruksi bendung baru (1992 sampai dengan tahun 1997) telah terjadi banjir yang cukup besar pada tahun 1994 dan 1996 yang mengakibatkan terjadinya kerusakan bendung yang cukup parah terutama bangunan peredam energinya dan dikhawatirkan Bendung Gerak Pamarayan Baru sendiri terancam roboh. Untuk menghindari hal tersebut diatas maka dibangunlah bangunan peredam energi dengan desain alternatif yang baru agar dapat digunakan dengan kondisi dasar sungai yang sudah tergerus.

Efektivitas kinerja dari beberapa perencanaan bangunan peredam energi diuji dengan uji model fisik yang kemudian dari model tersebut dipelajari arah aliran, kecepatan aliran dan penggerusan yang terjadi dihilir bangunan peredam energi agar kemudian didapatkan bentuk peredam energi yang optimal dan efisien. Hasil percobaan desain alternatif yaitu bangunan peredam energi dengan tipe mercu berganda yang dimodifikasi adalah tidak terlalu dalam besar penggerusan yang terjadi dan terdapat gerusan kecil di kanan dan di hilir peredam energi. Hasil percobaan ini menjadi pertimbangan sebelum bangunan tersebut diterapkan pada kondisi yang sebenarnya.

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan pada desain alternatif yang direncanakan telah cukup mampu dalam meredam energi akibat aliran yang mengalir dari mercu bendung dan gerusan yang terjadi tidak cukup besar. Adapun saran yang diajukan adalah agar cepat dilaksanakan pembangunan untuk mengamankan bendung agar tidak terjadi kerusakan yang lebih lanjut pada bangunan Bendung Gerak Pamarayan Baru..

DAFTAR ISI

Halaman

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Angkutan Sedimen.	5
2.1.1 Macam-macam angkutan sedimen	6
2.1.2 Proses angkutan sedimen	9
2.1.3 Masalah penggerusan setempat	11
2.2 Bangunan Peredam Energi	13
2.2.1 Tipe bangunan peredam energi	14
2.2.2 Faktor Pemillihan Tipe	20

2.3 Model dan Prototipe	21
2.3.1 Skala Model	22
2.3.2 Model Tanpa Distorsi	28
2.3.3 Model Dengan Distorsi	28
2.3.4 Pengaruh Skala (Scale Effect)	29
2.4 Konsolidasi Pondasi	30
2.4.1 Jenis dan konstruksi konsolidasi pondasi	31
2.4.2 Pemilihan tipe konsolidasi pondasi	39

BAB 3 DESKRIPSI MODEL

3.1 Prototip Model	41
3.1.1 Gambaran Umum	42
3.1.2 Data Teknis Bangunan	43
3.2 Deskripsi Model Dua Dimensi	44
3.2.1 Konstruksi Model	44
3.2.2 Skala model dua dimensi	46
3.3 Deskripsi Model Tiga Dimensi	47
3.3.1 Skala model tiga dimensi	47
3.3.2 Konstruksi Model	48
3.3.3 Alat dan Perlengkapan Model	50
3.3.4 Konfigurasi Pemodelan	50
3.4 Program Uji Model Hidraulik	51
3.4.1 Percobaan Pengaliran	51
3.4.2 Percobaan Keadaan aliran Bendung	51
3.4.3 Percobaan Kapasitas Pengaliran Pelimpah	52

3.4.4 Percobaan Kapasitas Peredam Energi.....	52
3.4.5 Percobaan Penggerusan.....	53
3.5 Pengukuran	54
3.5.1 Parameter yang diukur	54
3.5.2 Alat Pengukuran yang dipakai	56
3.5.3 Cara Pengukuran	58
 BAB 4 HASIL UJI MODEL HIDRAULIK	
4.1 Hasil Pengukuran/Pengujian	61
4.2 Analisa Hasil Percobaan Dua Dimensi	62
4.2.1 Hasil Percobaan Desain Awal	62
4.2.2 Hasil Percobaan Desain Alternatif	66
4.3 Analisa Hasil Percobaan Tiga Dimensi	72
4.3.1 Hasil Percobaan Desain Awal	72
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	78
5.1.1 Kesimpulan Khusus	79
5.1.2 Kesimpulan Umum	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR NOTASI

A	= Luas (m^2)
C	= Koefisien Chezy
d	= Diameter butir
F	= Luas basah
Fr_p	= Bilangan Froude di prototipe
Fr_m	= Bilangan Froude di model
h	= Tinggi (m)
I	= Kemiringan garis energi
K	= Kekasaran
L	= Panjang (m)
N	= Jumlah putaran
n	= Koefisien manning
n^*	= Jumlah putaran baling-baling perdetik
n_v	= Skala kecepatan aliran
n_t	= Skala waktu aliran
n_Q	= Skala debit
n_c	= Skala koefisien Chezy
n_n	= Skala koefisien Manning
R	= Jari-jari hidraulik
T	= waktu pengamatan (detik)
t	= Waktu aliran (detik)
V	= Volume (m^3)
v	= Kecepatan (m/det)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gerakan-gerakan dari muatan sedimen dasar	7
Gambar 2.2 Gerakan-gerakan sedimen melayang	8
Gambar 2.3 Sedimen Muatan bilas (<i>wash load</i>)	8
Gambar 2.4 Peredam energi Tipe Vlughter	15
Gambar 2.5 Peredam energi Tipe MDO	16
Gambar 2.6 Peredam Energi Tipe Bak Tenggelam	16
Gambar 2.7 Peredam Energi Tipe Bucket	17
Gambar 2.8 Peredam Energi Tipe MDL	17
Gambar 2.9 Peredam Energi Tipe Schoklitch.....	17
Gambar 2.10 Peredam Energi Tipe USBR I	18
Gambar 2.11 Peredam Energi Tipe USBR II.....	19
Gambar 2.12 Peredam Energi Tipe USBR III	19
Gambar 2.13 Peredam Energi Tipe USBR IV	20
Gambar 2.14 Hubungan model dan prototip pada pengaliran melalui Bangunan pelimpah.....	20
Gambar 2.15 Lapis lindung batu dan hamparan lindung batu	32
Gambar 2.16 Contoh konsolidasi pondasi dari blok beton tipe salib	33
Gambar 2.17 Contoh pemasangan beton salib.....	34

Gambar 2.18 Contoh konsolidasi pondasi dengan patok-patok	
diatas blok beton	34
Gambar 2.19 Fungsi blok beton tipe salib	35
Gambar 2.20 Blok beton tipe bentuk Y	35
Gambar 2.21 Blok beton tipe bentuk H	36
Gambar 2.22 Blok beton tipe bentuk Tetrapot.....	36
Gambar 2.23 Blok beton tipe bentuk Hexapot.....	36
Gambar 2.24 Contoh konsolidasi pondasi dengan blok beton pracetak	38
Gambar 4.1 Model Hidraulik Seri 1	62
Gambar 4.2 Model Hidraulik Seri 2	63
Gambar 4.3 Model Hidraulik Seri 3	64
Gambar 4.4 Model Hidraulik Seri 4	65
Gambar 4.5 Model Hidraulik Seri 5	65
Gambar 4.6 Model Hidraulik Seri 6	67
Gambar 4.7 Model Hidraulik Seri 7	68
Gambar 4.8 Model Hidraulik Seri 8	69
Gambar 4.9 Model Hidraulik Seri 0	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Skala Besaran Model Dua Dimensi	46
Tabel 2.2 Skala Besaran Model Tiga Dimensi.....	48
Tabel 4.1 Perubahan-perubahan Desain Hidraulik	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Gambar lokasi dan potongan bendung	84
a. Denah Bendung Gerak Pamarayan.....	85
b. Tampak Atas Bendung Gerak Pamarayan	86
c. Tampak Potongan Melintang Bendung.....	87
Lampiran 2 Hasil Pengujian Model 2 Dimensi	88
A. Model Hidraulik Seri 1	89
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 1 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	89
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 1- Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	90
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 1 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	91
B. Model Hidraulik Seri 2	92
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 2 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	92
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 2 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	93
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 2 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	94
C. Model Hidraulik Seri 3	95
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 3 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	95
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 3 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	96
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 3 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	97
D. Model Hidraulik Seri 4	98
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 4 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	98
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 4 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	99

3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 4 - Debit 2000 m ³ / det	100
E. Model Hidraulik Seri 5	101
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 5 - Debit 500 m ³ / det	101
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 5 - Debit 1000 m ³ / det	102
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 5 - Debit 2000 m ³ / det	103
F. Model Hidraulik Seri 6	104
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 6 - Debit 500 m ³ / det	104
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 6 - Debit 1000 m ³ / det	105
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 6 - Debit 2000 m ³ / det	106
G. Model Hidraulik Seri 7	107
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 7 - Debit 500 m ³ / det	107
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 7 - Debit 1000 m ³ / det	108
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 7 - Debit 2000 m ³ / det	109
H. Model Hidraulik Seri 8	110
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 8 - Debit 500 m ³ / det	110
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 8 - Debit 1000 m ³ / det	111
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 8 - Debit 2000 m ³ / det	112
Lampiran 3 Hasil Pengujian Model 3 Dimensi	113
A. Model Hidraulik Seri 0	114
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 0 - Debit 500 m ³ / det	114
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 0 - Debit 1000 m ³ / det	115
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 0 - Debit 2000 m ³ / det	116
4. Pola Arah aliran Seri 0 - Debit 500 m ³ / det	117

5. Pola Arah aliran Seri 0 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	118
6. Pola Arah aliran Seri 0 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	119
7. Kecepatan Aliran Seri 0 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	120
8. Kecepatan Aliran Seri 0 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	121
9. Kecepatan Aliran Seri 0 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	122
10. Profil Aliran Seri 0 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	123
11. Profil Aliran Seri 0 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	124
12. Profil Aliran Seri 0 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	125
B. Model Hidraulik Seri 0.2	126
1. Garis Tinggi Penggerusan Seri 0 - Debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	126
2. Garis Tinggi Penggerusan Seri 0 - Debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	127
3. Garis Tinggi Penggerusan Seri 0 - Debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	128
Lampiran 4 Gambar Foto Hasil Pengujian	129
1. Bendung dan peredam energi (seri 0)	130
2. Aliran masuk ke arah bendung-debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	130
3. Aliran di bendung dan peredam energi-debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	131
4. Penggerusan dihilir bendung-debit $500 \text{ m}^3 / \text{det}$	131
5. Aliran di bendung dan peredam energi-debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	132
6. Penggerusan dihilir bendung-debit $1000 \text{ m}^3 / \text{det}$	132
7. Aliran di bendung dan peredam energi-debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	133
8. Penggerusan dihilir bendung-debit $2000 \text{ m}^3 / \text{det}$	133