

STUDI PERENCANAAN HIDRAULIK BENDUNG TIPE GERGAJI DENGAN UJI MODEL FISIK DUA DIMENSI

Bramantyo Herawanto

NRP : 1021060

Pembimbing : Ir. Endang Ariani, Dipl., HE

ABSTRAK

Bendung merupakan bangunan air yang berfungsi untuk meninggikan muka air hulu, dan untuk mengendalikan kapasitas debit yang melimpah ke hilir. Pada saat ini sudah banyak dilakukan berbagai penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan kapasitas pelimpahan debit yang besar. Salah satu cara untuk mendapatkannya adalah dengan menggunakan bendung tipe gergaji.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kapasitas debit maksimum dan penggerusan lokal yang terjadi di hilir bendung. Penelitian menggunakan saluran terbuka model 2 dimensi yang berada di Laboratorium Hidraulika Universitas Kristen Maranatha dengan panjang saluran 9 m, lebar 1 m dan tinggi 0,62 m. Penelitian menggunakan bendung tipe gergaji yang sebelumnya telah direncanakan dengan dimensi tinggi 0,16 m, lebar 1 meter dan panjang pelimpahan bendung 0,5 m. Pada penelitian ini juga menggunakan peredam energi tipe MDO dengan kedalaman lantai dari mercu bendung 0,18 m, panjang lantai 0,31 m dan tinggi ambang 0,02 m. Material dasar saluran yang digunakan yaitu pasir Garut. Dari data-data hasil percobaan *Grain Size Analysis* (Analisis Ukuran Butir), dengan nilai $C_U = 26,22$ dan $C_C = 4,6$, dapat disimpulkan bahwa tanah yang diuji termasuk kedalam klasifikasi tanah dengan simbol SP-SM (Pasir Bergradasi Buruk dengan Lanau) dengan nilai G_s sebesar 2,65. Pengujian penggerusan dilakukan selama ± 40 menit setelah aliran konstan dan dilakukan dengan 3 debit Thompson yang ditinjau (100%, 60%, dan 30%).

Pola gerusan memberi gambaran tentang gerusan lokal di hilir bendung yang mungkin terjadi. Kedalaman gerusan maksimum yang terjadi pada model awal desain didapat titik terdalam sebesar -2 cm. Kedalaman gerusan maksimum yang terjadi pada perubahan model yaitu dengan menambahkan rip-rap didapat titik terdalam -0,8 cm.

Kata kunci: Bendung, penggerusan lokal, kedalaman gerusan

HIDRAULIC DESIGN STUDY OF LABYRINTH WEIR WITH TWO DIMENSIONAL PHYSICAL MODEL TESTS

Bramantyo Herawanto

NRP : 1021060

Advisor : Ir. Endang Ariani, Dipl., HE

ABSTRACT

Weir is a water construction which has a function to increase the water surface on the upper course, and also to control the discharge capacity that flows to the lower course. Some researches have been done due to get a bigger discharge capacity. One way to achieve this is using a labyrinth type weir.

The objective of this research is to find out the maximum value of debit capacity and local scouring on the course of weir. It uses 2 dimensional model in Maranatha Kristen University Hydraulic Laboratory with 9 m channel length, 1 m width, 0,62 m height. This research is using labyrinth weir that has been design with 0,16 m dimension height, 1 m width, and 0,5 m length of spillway. The height specification of energy dissipator MDO type is 0,18 m from the bottom floor to the weir, its floor length is 0,31 m, and the endsill height is 0,02 m. Garut's sand is used as the material on the bottom channel. The result of Grain Size Analysis gives values of $C_u = 26,22$, and $C_c = 4,6$. The research concludes that the soil is included to the SP-SM classification (Poorly Graded Sand With Silt) with $G_s = 2,65$. This research takes about ± 40 minutes to get a constant flow and uses 3 kinds of Thompson's discharge (100%, 60%, and 30%).

The scouring pattern gives an illustration about local scouring on the lower course of weir that might be happened. The maximum scouring depth in the earlier model pattern is in -2 cm. The maximum scouring depth in the modification model is in -0,8 cm , the modification is given by adding rip – rap.

Keywords : Weir, local scouring, scouring's depth

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN | iii |
| PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR NOTASI | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.3 Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.4 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN LITERATUR | |
| 2.1 Pengertian Bendung | 5 |
| 2.2 Tipe Bendung | 6 |
| 2.2.1 Bendung Tetap | 6 |
| 2.2.2 Bendung Gerak..... | 8 |
| 2.3 Komponen Utama Bendung | 9 |
| 2.3.1 Pelimpah Bendung | 9 |
| 2.3.2 Mercu Bendung | 10 |
| 2.3.3 Bangunan Peredam Energi..... | 11 |
| 2.4 Bendung Tipe Gergaji | 14 |
| 2.4.1 Persyaratan Penerapan Bendung Tipe Gergaji..... | 15 |
| 2.4.2 Keuntungan Bendung Tipe Gergaji | 15 |
| 2.4.3 Desain Hidraulik | 16 |
| 2.5 Debit Aliran | 18 |
| 2.6 Penggerusan Di Hilir Bendung..... | 19 |
| 2.7 Klasifikasi Tanah..... | 20 |
| 2.7.1 Penentuan Berat Jenis Butir (<i>Spesific Gravity-Gs</i>) | 20 |
| 2.7.2 Analisis Ayak | 22 |
| 2.7.3 Sistem Klasifikasi Tanah..... | 23 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Deskripsi Pelaksanaan Penelitian..... | 24 |
| 3.2 Pengujian Lengkung Debit Thompson..... | 26 |
| 3.3 Pengujian Penggerusan di Hilir Bendung | 28 |

| | | |
|---|---|----|
| 3.4 | Perencanaan Dimensi Bendung Tipe Gergaji | 29 |
| 3.5 | Perencanaan Peredam Energi Tipe MDO | 33 |
| 3.6 | Pengujian Berat Jenis Butir (<i>Spesific Gravity-Gs</i>)..... | 34 |
| 3.7 | Pengujian Analisis Ayak..... | 37 |
| BAB IV HASIL ANALISIS PENELITIAN | | |
| 4.1 | Analisis Uji Aliran Pada Thompson | 40 |
| 4.2 | Analisis Penggerusan di Hilir Bendung | 42 |
| | 4.2.1 Penggerusan Pada Model Desain Awal | 43 |
| | 4.2.2 Penggerusan Pada Perubahan Model Desain | 50 |
| 4.3 | Analisis Berat Jenis Butir (<i>Spesific Grafity-Gs</i>) | 57 |
| 4.4 | Analisis Ukuran Butir (<i>Grain Size Analisys</i>) | 60 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN | | |
| 5.1 | Simpulan | 65 |
| 5.2 | Saran | 66 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 67 |
| LAMPIRAN | | 68 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Pelimpah Gergaji Bendungan Way Rarem, Lampung | 2 |
| Gambar 1.2 | Bendung Gergaji Ciwadas, Jawa Barat | 3 |
| Gambar 2.1 | Bendung Susunan Batu Kali | 7 |
| Gambar 2.2 | Bendung Bronjong | 7 |
| Gambar 2.3 | Bendung Cerucuk | 8 |
| Gambar 2.4 | Bendung Gerak | 9 |
| Gambar 2.5 | Bentuk Mercu | 10 |
| Gambar 2.6 | Peredam energi tipe MDO | 13 |
| Gambar 2.7 | Grafik MDO Penentuan Kedalaman Lantai Peredam Energi | 13 |
| Gambar 2.8 | Grafik MDO Penentuan Panjang Lantai Peredam Energi | 14 |
| Gambar 2.9 | Pengaruh Besar Nilai Pelipatan Panjang Pelimpah terhadap Kapasitas Pelimpah | 17 |
| Gambar 2.10 | Alat Ukur Thompson | 18 |
| Gambar 2.11 | Hubungan antara berat volume, air dan berat spesifik | 20 |
| Gambar 3.1 | Tampak Atas Saluran | 24 |
| Gambar 3.2 | Diagram alir pelaksanaan | 25 |
| Gambar 3.3 | Meteran taraf | 27 |
| Gambar 3.4 | Pintu air | 27 |
| Gambar 3.5 | Pengaruh banyak gigi terhadap kapasitas pelimpah | 30 |
| Gambar 3.6 | Sudut dan kemiringan gigi gergaji | 32 |
| Gambar 3.7 | Skema Bendung Tipe Gergaji | 32 |
| Gambar 3.8 | Desain peredam energi tipe MDO | 34 |
| Gambar 4.1 | Grafik Lengkung Debit Thompson | 41 |
| Gambar 4.2 | Grafik Lengkung Debit Melalui Bendung | 42 |
| Gambar 4.3 | Model Desain Awal | 43 |
| Gambar 4.4 | Profil Aliran dan Penggerusan Pada Model Awal (Q 100%) | 45 |
| Gambar 4.5 | Profil Aliran dan Penggerusan Pada Model Awal (Q 60%) | 47 |
| Gambar 4.6 | Profil Aliran dan Penggerusan Pada Model Awal (Q 30%) | 49 |
| Gambar 4.7 | Perubahan Model Desain | 50 |
| Gambar 4.8 | Profil Aliran dan Penggerusan Pada Perubahan Model Desain (Q 100%) | 52 |
| Gambar 4.9 | Profil Aliran dan Penggerusan Pada Perubahan Model Desain (Q 60%) | 54 |
| Gambar 4.10 | Profil Aliran dan Penggerusan Pada Perubahan Model Desain (Q 30%) | 56 |
| Gambar 4.11 | Grafik Kalibrasi Erlenmeyer | 58 |
| Gambar 4.12 | Grafik Hubungan Antara <i>Sieve Opening dan Percent Finer</i> | 61 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 3.1 | Peralatan Uji Lengkung Debit Thompson..... | 26 |
| Tabel 3.2 | Peralatan Uji Penggerusan | 28 |
| Tabel 3.3 | Peralatan Uji Berat Jenis Butir (<i>Spesific Gravity-Gs</i>)..... | 35 |
| Tabel 3.4 | Peralatan Uji Analisa Ayak | 37 |
| Tabel 4.1 | Hasil Uji Debit Thompson | 41 |
| Tabel 4.2 | Hasil Uji Aliran Melalui Bendung | 42 |
| Tabel 4.3 | Rekapitulasi Hasil Uji Penggerusan | 57 |
| Tabel 4.4 | Kalibrasi Erlenmeyer | 57 |
| Tabel 4.5 | Berat Jenis Butir | 58 |
| Tabel 4.6 | Analisis Tapis..... | 60 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|----------------|--|
| a | : Tinggi ambang (m) |
| b | : Lebar satu gigi gergaji (m) |
| B | : Lebar saluran (m) |
| c | : Koefisien aliran (1,39) |
| Cc | : Koefisien gradasi |
| Cu | : Koefisien keseragaman |
| D2 | : Kedalaman air di hilir (m) |
| D10 | : Diameter butir yang bersesuaian dengan 10% lolos ayakan (mm) |
| D30 | : Diameter butir yang bersesuaian dengan 30% lolos ayakan (mm) |
| D60 | : Diameter butir yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan (mm) |
| Ds | : Kedalaman lantai peredam energi (meter) |
| E | : Parameter energi |
| F | : Koefisien pelimpahan mercu |
| Fi | : Persentase lolos saringan no. i |
| g | : Gravitasi (meter/detik ²) |
| Gs | : Berat jenis butir |
| G _T | : Berat jenis dari air pada suhu T°C |
| h | : kedalaman aliran (cm) |
| lg | : Panjang pelimpah bendung tipe gergaji (m) |
| Ls | : Panjang lantai peredam energi (m) |
| n | : Jumlah gigi (buah) |
| p | : Tinggi bendung (m) |
| q | : Debit aliran per satuan lebar (m ² /detik) |
| Q | : Debit aliran (m ³ /dt) |
| Qg | : Debit desain bendung (m ³ /dt) |
| Qn maks | : Debit maksimum (m ³ /dt) |
| Ri | : Persentase kumulatif tertahan saringan no. i |
| W _s | : Berat tanah kering (gram) |
| W ₁ | : Berat Erlenmeyer + aquades + tanah (gram) |

W_2 : Berat Erlenmeyer + aquades (gram)
 z : Beda tinggi muka air udik dan muka air hilir (meter)
 α : Sudut pada alat ukur Thompson (90°)
 Δh : Tinggi muka air pada ambang Thompson (meter)

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| LAMPIRAN 1 Tabel berat jenis air | 68 |
| LAMPIRAN 2 Tabel berat jenis butir | 69 |
| LAMPIRAN 3 Tabel klasifikasi tanah | 70 |
| LAMPIRAN 4 SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR | 71 |
| LAMPIRAN 5 SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR | 72 |