

**STUDI OPTIMASI
DIMENSI TEROWONGAN PENGELAK
STUDI KASUS
PADA
PLTA TALAWI MALUKU UTARA**



Oleh:

Harry Surwianto Sutomo

1053057003

Tugas Akhir ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2012**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Harry Surwianto Sutomo
NIM : 1053057003
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Studi Optimasi Dimensi Terowongan Pengelak
(studi kasus pada PLTA Talawi)
Tanggal Sidang : 10 Februari 2012
Tim Penguji : 1. Ir. Setiyadi MT
2. Prof. Ir. Ika Bali, M.Eng, PhD.
3.

Jakarta, 8 Februari 2012
Pembimbing,

(Ir. Setiyadi MT)

Mengesahkan:
Ketua Program Studi,

(Prof. Ir. Ika Bali, M.Eng, Ph.D)

ABSTRAK

PLTA Talawi direncanakan akan dibangun dalam memenuhi kebutuhan listrik Propinsi Maluku Utara. PLTA Talawi adalah suatu pembangkit listrik tenaga air yang mengandalkan sistem tampungan atau waduk. Salah satu bangunan terpentingnya adalah bendungan. Bangunan bendungan, dalam pembangunannya memiliki tingkat resiko yang tinggi. maka sebelum pembangunannya dilaksanakan, pengeringan tempat dimana bendungan itu akan dibangun menjadi faktor penting. Pengeringan dilaksanakan dengan membangun bendung elak serta terowongan elak yang akan menahan dan mengalihkan aliran sungai, yang kemudian setelah melewati tempat pembangunan bendungan, aliran air tersebut dialirkan lagi ke alur aliran sungai semula. Untuk maksud tersebut diperlukan. Penentuan dimensi terowongan elak sangat berkaitan dengan tinggi bendung elak, sehingga diperlukan optimasi dimensi terowongan elak, yang berkaitan dengan besarnya biaya yang harus dikeluarkan.

Kata kunci: Terowongan elak, Bendung elak, Optimasi, PLTA Talawi..

ABSTRACT

Talawi hydropower planned to be built to meet the electricity needs of North Maluku. Talawi Hydropower is a reservoir systems type. One of the most important structure is the dam. Dam structure, its construction has a high degree of risk. then before construction is carried out, drying the place where the dam was to be built to be an important factor. Drying is carried out by building cofferdams and diversion tunnels that will hold and divert the flow of the river, which then once past the dam construction place, the water flow is channeled back into the flow of the original stream. For the purposes of that requirement. Determination of the dimensions of the tunnel is associated with high of cofferdam, requiring optimization of the dimensions of the diversion tunnel, relating to the costs to be incurred.

Keywords: Diversion Tunnel, Cofferdam, Optimization, Talawi hydropower,

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur saya panjatkan pada ALLAH SWT atas ridhoNYA dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir yang berjudul Studi Optimasi Dimensi Terowongan Pengelak (Studi Kasus pada PLTA Talawi Maluku Utara) ini, yang dilaksanakan di Semester Ganjil 2011/2012, merupakan salah satu bagian dari tahapan proses dalam studi kelayakan secara keseluruhan, yang biasa dilakukan oleh para praktisi di lapangan. Hasil akhir yang diperoleh merupakan dimensi optimum dengan biaya termurah untuk jenis terowongan dan bendung elak tertentu.

Perkenankan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada, Bapak Ir. Setiyadi MT sebagai pembimbing yang telah memberikan petunjuk, pengarahan dan bimbingan yang sangat berharga, dan Ir Efendi Tambunan reg. rer sebagai korektor format dari Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Kepala Program Studi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia, Prof. Ir. Ika Bali M.Eng., Ph.D. yang telah memberikan bekal etika, pengetahuan, saran serta kritiknya, dan isteri dan anak saya, Dra. Rr. Dewi Ratna Dumila M.Pd dan R. Nindra S. Putera Negara serta kedua orang tua yang turut memberikan semangat dan doa hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Sebagai penutup penulis menyadari bahwa studi ini masih banyak

kekurangannya, penulis tetap berharap masukan-masukan dari para pembaca.

Jakarta, Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 UMUM.....	1
1.2 LINGKUP PEMBAHASAN.....	2
1.3 STRUKTUR PENYAJIAN TUGAS AKHIR	3
1.4 LOKASI	3
1.5 DEFINISI.....	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	8
2.1 DASAR TEORI HIDROLOGI.....	8
2.2 PENGUJIAN DATA HIDROLOGI.....	9
2.2.1 Uji Ketiadaan Trend	9
2.2.2 Uji Stasioner	10
2.2.3 Uji Persistensi	12
2.3 PARAMETER DATA HUJAN.....	12
2.3.1 Perhitungan Rata-rata	13
2.3.2 Perhitungan Deviasi Standar	13
2.3.3 Koefisien Kemencengan	14
2.4 CURAH HUJAN RENCANA	16
2.5 PENENTUAN KALA ULANG	16
2.6 UJI KECOCOKAN METODA DISTRIBUSI PELUANG	17
2.6.1 Uji Chi-Square	17
2.6.2 Uji Kolmogorov-Smirnov	18
2.7 METODA DISTRIBUSI PELUANG.....	19

2.7.1	Distribusi Gumbel Tipe I	21
2.7.2	Distribusi Log Pearson Tipe III.....	22
2.7.3	Distribusi Log Normal.....	23
2.8	HUJAN	24
2.8.1	Curah Hujan dan Durasi Hujan	24
2.8.2	Curah Hujan Titik dan Area.....	25
2.9	CURAH HUJAN RENCANA DI POS PENAKAR	25
2.10	BANJIR – HIDROGRAF BANJIR RENCANA	26
2.11	HIDROGRAF SATUAN	27
2.12	KONDISI PENGALIRAN TEROWONGAN PENGELAK.....	29
2.12.1	Kondisi Aliran Bebas.....	29
2.12.2	Kondisi Aliran Bertekanan.....	30
2.12.3	Penampang Terowongan Pengelak.....	32
2.13	PENELUSURAN BANJIR.....	33
2.14	PERHITUNGAN PENELUSURAN BANJIR.....	36
2.15	PENUTUP TEROWONGAN PENGELAK	41
2.16	BENDUNG ELAK	41
2.17	KUANTITAS DAN BIAYA	41
2.18	ANALISA OPTIMASI	43
BAB 3 DATA DAN PERMASALAHAN.....		44
3.1	TATALETAK DAN POTONGAN.....	44
3.2	DATA HUJAN JAM-JAMAN.....	44
3.3	DATA HUJAN HARIAN MAKSIMUM TAHUNAN	49
3.4	DATA DEBIT.....	50

3.5	DATA HIDROLOGI.....	51
3.6	DATA HIDROLIKA.....	51
3.7	DATA HARGA SATUAN.....	52
3.8	PERMASALAHAN	53
BAB 4 PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN		54
4.1	UMUM.....	54
4.2	PENGUJIAN DATA HIDROLOGI.....	54
4.2.1	Uji Ketiadaan Trend	54
4.2.2	Uji Stasioner	56
4.2.3	Uji Persistensi	58
4.3	PENENTUAN KALA ULANG	60
4.4	PENENTUAN METODA DISTRIBUSI PELUANG	61
4.4.1	Perhitungan Uji Kolmogorov-Smirnov.....	61
4.4.1.1	Tahapan Uji untuk Metoda Gumbel Tipe I	61
4.4.1.2	Tahapan Uji untuk Metoda Log Pearson III	62
4.4.1.3	Tahapan Uji untuk Metoda Log Normal	65
4.4.2	Uji Chi-Square	71
4.4.2.1	Tahapan Uji Chi-Square untuk metoda Gumbel I.....	71
4.4.2.2	Tahapan Perhitungan Uji Chi-Square untuk Metoda Log Pearson III	74
4.4.3	Hasil Uji Kecocokan.....	82
4.5	PERHITUNGAN DISTRIBUSI PELUANG	82
4.6	ANALISA HYETOGRAF	87
4.7	PERHITUNGAN CURAH HUJAN AREA	89
4.8	ANALISA HIDROGRAF DAN HIDROGRAF SATUAN.....	89
4.9	PENELUSURAN BANJIR (ROUTING).....	93

4.10	PERHITUNGAN KUANTITAS	101
4.11	PERHITUNGAN BIAYA.....	102
4.12	ANALISA OPTIMASI	103
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.14.1	Kurva Tampungan Waduk.....	37
Tabel 2.17.1	Formula Perhitungan Kuantitas Pekerjaan Sipil.....	42
Tabel 3.2.1	Data Curah Hujan Jam-jaman Stasiun Igabola dan Goal.....	48
Tabel 3.3.1	Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun BMG Ternate.....	50
Tabel 4.2.1	Ringkasan Hasil Uji Data Hidrologi.....	60
Tabel 4.4.1	Uji Kecocokan Smirnov – Gumbel Tipe 1.....	68
Tabel 4.4.2	Uji Kecocokan Smirnov – Log Pearson Tipe 3.....	69
Tabel 4.4.3	Uji Kecocokan Smirnov – Log Normal.....	70
Tabel 4.4.4	Ringkasan Hasil Uji Smirnov pada Metoda Distribusi Peluang.....	71
Tabel 4.4.5	Uji Kecocokan Chi-Square – Gumbel Tipe 1.....	81
Tabel 4.4.6	Uji Kecocokan Chi-Square – Log Pearson Tipe 3.....	81
Tabel 4.4.7	Uji Kecocokan Chi-Square – Log Normal.....	81
Tabel 4.4.8	Ringkasan Hasil Uji Chi-Square.....	81
Tabel 4.4.9	Hasil Uji Kecocokan.....	82
Tabel 4.5.1	Hasil Perhitungan Distribusi Peluang.....	86
Tabel 4.9.1	Kurva Tampungan Waduk.....	94
Tabel 4.9.2	Unsur Geometrik Saluran Berpenampang Lingkaran.....	97
Tabel 4.9.3	Hasil Tinggi Bendung Elak.....	100
Tabel 4.10.1	Contoh Hasil Perhitungan Kuantitas Tinggi Bendung Elak.....	102
Tabel 4.11.1	Hasil Perhitungan Eskalasi Biaya.....	103
Tabel 4.12.1	Tabel Hasil Estimasi Biaya.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.5.1 Peta Lokasi	6
Gambar 1.5.2 Daerah Tangkapan Hujan PLTA Talawi.....	6
Gambar 1.5.3 Contoh Outlet Terowongan Elak	7
Gambar 1.5.4 Contoh Inlet Terowongan Elak.....	7
Gambar 2.8-1 Faktor Reduksi Area	25
Gambar 3.2-1 Sketsa Tata Letak Umum PLTA.....	45
Gambar 3.2-2 Sketsa Tata Letak Bangunan Penglak	45
Gambar 3.2-3 Sketsa Potongan Bendungan Utama dan Bendung Elak Hulu	46
Gambar 3.2-4 Sketsa Terowongan Elak	47
Gambar 4.6-1 Distribusi Hujan Jam-Jaman.....	88
Gambar 4.6-2 Pola hyetograf	88
Gambar 4.12-1 Grafik Optimasi.....	104