

TESIS

ANALISIS DIMENSI PELIMPAH DARURAT EMBUNG TIRAWAN DENGAN APLIKASI MODEL SISTEM DINAMIK



Disusun oleh :
**PRO PATRIA
AWAN RISDIYANTO**

NIM : 13117006

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAROTAMA
SURABAYA**

2022

TESIS

ANALISIS DIMENSI PELIMPAH DARURAT EMBUNG TIRAWAN DENGAN APLIKASI MODEL SISTEM DINAMIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar
Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Narotama Surabaya

Disusun oleh :

PRO PATRIA
AWAN RISDIYANTO

NIM : 13117006

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAROTAMA
SURABAYA**

2022

PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS DIMENSI PELIMPAH DARURAT EMBUNG TIRAWAN DENGAN APLIKASI MODEL SISTEM DINAMIK

Disusun oleh :

AWAN RISDIYANTO

NIM : 13117006

TELAH DISETUJUI UNTUK DI PUBLIKASIKAN OLEH :

DOSEN PEMBIMBING

Tanggal : 5 Maret 2022



Dr. Ir. ADI PRAWITO, M.M., M.T.

NIDN. 0706056601

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAROTAMA**

Tanggal : 5 Maret 2022



Dr. ATIK WAHYUNI, S.T., M.T.

NIDN. 1003107801

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DIMENSI PELIMPAH DARURAT EMBUNG TIRAWAN DENGAN APLIKASI MODEL SISTEM DINAMIK

Disusun oleh :

AWAN RISDIYANTO

NIM : 13117006

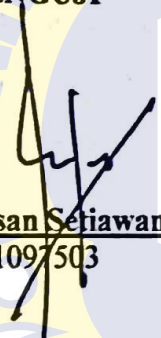
Telah diujikan dan dipertahankan
Di hadapan Tim Penguji
Pada hari Sabtu, Tanggal 5 Maret 2022

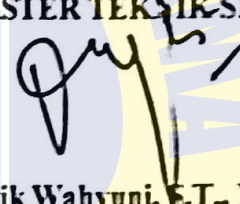
Susunan Dewan Penguji :

Mengetahui,

KETUA PENGUJI

**KETUA PROGRAM STUDI
MAGISTER TEKNIK SIPIL**


Dr. M. Ikhsan Setiawan, S.T., M.T.
NIDN. 0701097503


Dr. Atik Wahvuni, S.T., M.T.
NIDN. 1003107801

SEKRETARIS

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
BAYU MU KOMPUTER**


Dr. Ir. F. Rooslan Edv Santosa, M.M.
NIDN. 0722126301


Dr. Chabo Darujati, S.T., M.T.
NIDN. 0710297402

ANGGOTA


Dr. Ir. Adi Prawito, M.M., M.T.
NIDN. 0706056601

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini, Saya :

Nama : AWAN RISDIYANTO

NIM : 13117006

Judul Tesis : ANALISIS DIMENSI PELIMPAH DARURAT
EMBUNG TIRAWAN DENGAN APLIKASI
MODEL SISTEM DINAMIK

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan/Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, Maret 2022

PRO PATRIA Yang membuat pernyataan



AWAN RISDIYANTO

NIM : 13117006

ANALISIS DIMENSI PELIMPAH DARURAT EMBUNG TIRAWAN DENGAN APLIKASI MODEL SISTEM DINAMIK

Awan Risdiyanto¹, Adi Prawito²

¹Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya, ar3fs007@gmail.com

²Dosen Pembimbing Magister Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya,
adi.prawito@narotama.ac.id.

ABSTRAK

Pelimpah darurat Embung Tirawan direncanakan untuk dapat mengalirkan debit banjir awal pada saat pintu pengatur di atas pelimpah lama tertutup sehingga akan tersedia waktu yang cukup untuk membuka pintu pengatur untuk melewati debit banjir puncak melalui kedua pelimpah dengan aman. Di lain sisi elevasi pelimpah darurat dirancang agar dapat menampung volume air yang maksimal sehingga dapat meningkatkan cadangan air baku pada saat musim kemarau. Maka diperlukan pendekatan yang efektif dan efisien dalam analisis faktor-faktor yang berperan pada perencanaan pelimpah darurat dengan prioritas memenuhi ketersediaan tampungan air baku yang optimal dan meningkatkan faktor keamanan terhadap banjir. Penelitian ini akan menggunakan metode pemodelan dengan teknik simulasi sebagai sarana berbasis untuk memahami sistem dan hubungan antara faktor-faktor terkait. Pemodelan dibuat dengan tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah analisis model sistem. Tahap kedua adalah pembuatan diagram kausatik, dan tahap ketiga adalah mensimulasikan operasi bukaan pintu pengatur pelimpah eksisting beserta rancangan skenario elevasi dan dimensi pelimpah darurat yang akan digunakan. Hasil dari penelitian ini, dari skenario model yang dilakukan maka diperoleh elevasi pelimpah darurat yang efektif pada + 69.50 dan lebar pelimpah darurat sebesar 20 m. Pelimpah mampu melewati banjir desain Q_{1000} tanpa operasi pintu pengatur dengan jagaan banjir minimal 0.41 m sehingga tidak terjadi limpasan di atas tubuh embung (overtopping) dengan tampungan cadangan air baku pada kisaran 240,649.69 m³. Dari hasil simulasi juga diketahui bahwa operasi pintu pelimpah utama berfungsi untuk menambah faktor keamanan tambahan kapasitas pengeluaran debit banjir saat kondisi darurat dan tidak dapat dioperasikan untuk optimalisasi tampungan.

PRO PATRIA

Kata kunci : embung, pelimpah, pintu pengatur, pelimpah darurat, program dinamik.

DIMENSION ANALYSIS OF THE EMERGENCY SPILLWAY OF TIRAWAN DAM WITH THE APPLICATION OF THE SYSTEM DYNAMIC MODEL

Awan Risdiyanto¹, Adi Prawito²

¹ Master of Engineering Student at Narotama University Surabaya, East Java,
ar3fs007@gmail.com

² Advisor Lecturer at Narotama University Surabaya, East Java, adi.prawito@narotama.ac.id.

ABSTRACT

Tirawan Dam emergency spillway is planned to be able to release the initial flood discharge when the sluice gate above the main spillway is closed so that there will be sufficient time to open the sluice gate to pass the peak flood discharge through the two spillways safely. On the other hand, the elevation of the emergency spillway is designed to accommodate the maximum volume of water so that it can increase raw water reserves during the dry season. Therefore, an effective and efficient approach is needed in the analysis of the factors that play a role in emergency overflow planning with the priority of meeting the availability of optimal raw water storage and increasing the safety factor against flooding. This research will use modeling method with simulation technique as a based means to understand the system and the relationship between related factors. The modeling is made in three main stages. The first stage is the analysis of the system model. The second stage is the creation of a caustic diagram, and the third stage is simulating the operation of the existing overflow sluice gate opening along with the design of the elevation scenario and the dimensions of the emergency spillway that will be used. The results of this study, from the model scenario carried out, the effective emergency spillway elevation is + 69.50 m and width is 20 m. The spillway is able to pass the Q_{1000} design flood without the operation of the control gate with a minimum free board of 0.41 m so that there is no overtopping of the dam crest with the raw water reservoir capacity in the range of 240,649.69 m³. From the simulation results, it is also known that the operation of the main spillway serves to add an additional safety factor to the discharge capacity of the flood discharge during an emergency condition and cannot be operated to optimize the reservoir capacity.

Kata kunci : reservoir, spillway, sluice gate, emergency spillway, dynamic program.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, Pemberi Ilmu dan Pemberi Petunjuk, yang ilmu-Nya meliputi segala manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.

Penelitian tesis dengan judul “Analisis Dimensi Pelimpah Darurat Embung Tirawan Dengan Aplikasi Model Sistem Dinamik” ini dipenuhi penulis sebagai syarat kelulusan jenjang pendidikan S2 pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Narotama Surabaya.

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala atas nikmat kesehatan, waktu, ilmu, dan hikmah serta takdir yang terbaik bagi penulis.
2. Mama dan Papa, Rahimahullah, atas dukungan dan kasih sayang tanpa batas kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Adi Prawito, M.M., M.T. yang mendukung penuh penulis untuk mengambil studi S2 dan juga selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar memberikan arahan, nasihat, bimbingan, dukungan, dan semangat selama penulisan dan penyelesaian tesis.
4. Bapak Dr. M. Ikhsan Setiawan, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Ir. F. Rooslan Edy Santosa, M.MT. selaku Dosen Penguji dalam memberikan arahan dan masukan pada penyusunan tesis ini sehingga menjadi lebih baik.
5. Dr. Ir. H. Sri Wiwoho Mudjanarko, ST., M.T., IPM. selaku Rektor Universitas Narotama Surabaya beserta jajaran serta civitas akademika yang telah memberi kesempatan dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Studi S2 di Universitas Narotama Surabaya.
6. Ibu Dr. Atik Wahyuni, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya.
7. Bapak Dr. Cahyo Darujati, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Narotama Surabaya.
8. Istriku tercinta Cicilia Sandra Effendie dan putri putriku tersayang Farah

Khoirunnisa Riscilia, Safira Azzah Riscilia, dan Firna Najwa Riscilia atas pengertian dan kesabaran serta semangat dan dukungan doa yang tulus kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas segala bantuan, dukungan dan doa dalam penyelesaian penelitian tesis ini.

Semoga penelitian tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi rekan-rekan di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Narotama pada khususnya.

Surabaya, Maret 2022
Penulis

AWAN RISDIYANTO
NIM : 13117006



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PRASYARAT GELAR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Lokasi Penelitian.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1. Studi Awal	6
2.2. Analisis Hidrologi.....	7
2.2.1. Analisis Curah Hujan Desain	8
2.2.1.1. Analisa Distribusi Frekuensi Metode EJ. Gumbel	8
2.2.1.2. Analisa Distribusi Frekuensi Metode Log Person III.....	9
2.2.2. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi	10
2.2.2.1. Uji Distribusi Probabilitas Chi-Square	10
2.2.2.2. Uji Distribusi Probabilitas Smirnov – Kolmogrov	11

2.2.3. Uji Pemilihan Distribusi Frekuensi	12
2.2.4. Analisis Debit Banjir Desain HSS Nakayasu.....	16
2.3. Bangunan Pelimpah	18
2.3.1. Tipe Pelimpah.....	19
2.3.2. Klasifikasi Pelimpah.....	19
2.3.3. Komponen Pelimpah	21
2.3.4. Desain Hidraulis Pelimpah.....	21
2.3.4.1. Bentuk Mercu	20
2.3.4.2. Kriteria Desain Tinggi Tekanan Melalui Pelimpah	23
2.3.4.3. Desain Puncak Pilar dan Tumpuan	23
2.3.5. Kapasitas Pelimpah dan Tampungan Banjir	24
2.4. Pintu Pengatur.....	25
2.5. Penelusuran Banjir Lewat Waduk	27
2.6. Model Simulasi	31
2.7. Pemodelan Sistem.....	32
2.8. Pemodelan Sistem Dinamik.....	33
2.8.1. Pendekatan Dalam Sistem Dinamik.....	33
2.8.2. Causal Loop Diagram.....	34
2.8.3. Stock dan Flow Diagram.....	35
2.9. Hasil Penelitian Terdahulu.....	37
2.10. Keterbaharuan Penelitian Ini.....	40
2.11. Analisis Posisi Penelitian.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1. Diagram Metodologi.....	45
3.2. Identifikasi Kondisi dan Permasalahan	46
3.3. Studi Literatur.....	46
3.4. Pengumpulan dan Analisis Data.....	46
3.5. Identifikasi Variabel	47
3.6. Penyusunan Model	47
3.7. Formulasi Model.....	48
3.8. Verifikasi dan Validasi Model.....	48
3.9. Penyusunan Skenario	48

3.10. Analisis Dan Interpretasi	49
3.11. Kesimpulan dan Saran	49
BAB IV ANALISIS DATA, FORMULASI DAN SKENARIO MODEL	50
4.1. Deskripsi Masalah	50
4.2. Analisis Data	51
4.2.1. Analisis Hidrologi.....	51
4.2.1.1. Analisis Curah Hujan Desain	51
a. Data Hujan	51
b. Karakteristik DAS	53
c. Analisa Distribusi Frekuensi Metode EJ. Gumbel.....	54
d. Analisa Distribusi Frekuensi Metode Log Person III..	56
4.2.1.2. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi	58
a. Uji Distribusi Probabilitas Chi-Square	58
b. Uji Distribusi Probabilitas Smirnov - Kolmogorov.....	59
4.2.1.3. Uji Pemilihan Distribusi Frekuensi	59
4.2.1.4. Analisis Debit Banjir Desain	60
4.2.2. Analisis Hidrolika Pelimpah.....	62
a. Analisis Hidrolika Pelimpah Utama	62
b. Analisis Hidrolika Pelimpah Darurat.....	63
4.2.3. Lengkung Kapasitas Waduk.....	65
4.2.4. Penelusuran Banjir Lewat Waduk (Flood Routing)	66
4.3. Identifikasi Variabel	67
4.4. Causal Loop Diagram.....	68
4.5. Stock And Flow Diagram	69
4.6. Verifikasi dan Validasi Model.....	70
4.6.1. Verifikasi Model.....	70
4.6.2. Validasi Model	70
4.6.2.1. Kecukupan Batasan	71
4.6.2.2. Penilaian Struktur	71
4.6.2.3. Konsistensi Dimensi.....	71
4.7. Hubungan Dan Pengaruh Variabel	71
4.8. Skenario Dan Analisis Hasil.....	75

4.8.1. Penyusunan Skenario	75
4.8.2. Analisis Hasil	80
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
5.1. Kesimpulan.....	84
5.2. Saran	84



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Karakteristik Distribusi Frekwensi	13
Tabel 2.2. Nilai Koefisien Limpasan untuk Metode Rational	15
Tabel 2.3. Patokan Banjir Desain Dan Kapasitas Pelimpah Untuk Bendungan	25
Tabel 2.4. Simbol Stock dan Flow Diagram.....	35
Tabel 2.5. Daftar Penelitian Terdahulu Yang Relevan	42
Tabel 2.6. Road Map Penelitian.....	44
Tabel 4.1. Curah Hujan Rerata Daerah (mm).....	52
Tabel 4.2. Curah Hujan Maksimum Daerah	53
Tabel 4.3. Analisis Hujan Rancangan Metode EJ Gumbel.....	54
Tabel 4.4. Hujan Rancangan Metode EJ Gumbel.....	55
Tabel 4.5. Uji Chi- Square	55
Tabel 4.6. Uji Smirnov – Kolmogorof.....	56
Tabel 4.7. Analisis Hujan Rancangan Log Person Type III	56
Tabel 4.8. Hujan Rancangan Log Person Type III	57
Tabel 4.9. Uji Kesesuaian Distribusi Chi-Square	58
Tabel 4.10. Perhitungan Chi-Square.....	58
Tabel 4.11. Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov – Kolmogorov	59
Tabel 4.12. Pemilihan Distribusi Frekuensi.....	59
Tabel 4.13. Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu	61
Tabel 4.14. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu.....	61
Tabel 4.15. Data Operasi Pintu Pengatur Pelimpah Utama	63
Tabel 4.16. Hubungan Elevasi Air Waduk dengan Debit Pelimpah (Q), B : 10 m.....	64
Tabel 4.17. Hubungan Elevasi Air Waduk dengan Debit Pelimpah (Q), B : 15 m.....	64
Tabel 4.18. Hubungan Elevasi Air Waduk dengan Debit Pelimpah (Q), B : 20 m.....	64
Tabel 4.19. Hubungan Elevasi Muka Air, Volume Waduk Dan Luas Area Genangan.....	65
Tabel 4.20. Perhitungan Faktor Tampung Waduk	66

Tabel 4.21. Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah untuk Q1000	66
Tabel 4.22. Rekap Analisis Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah untuk Q ₁₀₀₀	67
Tabel 4.23. Skenario Model Perencanaan Pelimpah Darurat	75
Tabel 4.24. Hasil Simulasi Skenario I Model Perencanaan Pelimpah Darurat	81
Tabel 4.25. Hasil Simulasi Skenario II Model Perencanaan Pelimpah Darurat	82
Tabel 4.26. Hasil Simulasi Skenario III Model Perencanaan Pelimpah Darurat	83



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Lokasi Penelitian	5
Gambar 2.1. Parameter HSS Nakayasu.....	17
Gambar 2.2. Komponen Bangunan Pelimpah	20
Gambar 2.3. Pelimpah Tipe I (Kiri) dan Tipe II (Kanan)	21
Gambar 2.4. Pelimpah Tipe III, Mercu Menggantung (Overhang).....	21
Gambar 2.5. Penampang Mercu Ogee Pelimpah	22
Gambar 2.6. Pintu Aliran Bawah.....	26
Gambar 2.7. Koefisien debit μ untuk permukaan pintu datar atau lengkung....	26
Gambar 2.8. Koefisien K untuk debit tenggelam (dari Schmidt)	27
Gambar 2.9. Hubungan Tampungan dan Debit.....	28
Gambar 2.10. Hubungan antara elevasi-volume dan area	28
Gambar 2.11. Prosedur Dasar Storage Routing	29
Gambar 2.12. Hubungan antara Elevasi Mercu dan Outflow	30
Gambar 2.13. Feedback Loop Positif (Osgood, 2011).....	34
Gambar 2.14. Feedback Loop Negatif (Osgood, 2011)	35
Gambar 2.15. Rumus Stock.....	36
Gambar 2.16. Pengaruh Inflow/Outflow pada Stock	36
Gambar 2.17. Persamaan Diferensial	36
Gambar 2.18. Layout Konsep Penelitian Terdahulu Yang Relevan	41
Gambar 3.1. Bagan Alir Metodologi Penelitian.....	45
Gambar 4.1. Potongan Pelimpah Utama Embung Tirawan	50
Gambar 4.2. Lokasi Stasiun Meteorologi.....	52
Gambar 4.3. Curah hujan rerata Daerah.....	52
Gambar 4.4. Grafik Curah Hujan Maksimum Daerah	53
Gambar 4.5. Peta DAS Embung Tirawan	53
Gambar 4.6. Plotting Data Sebaran Metode EJ Gumbel	54
Gambar 4.7. Plotting Data Sebaran Metode Log Person III	57
Gambar 4.8. Curah Hujan Rancangan Metode Log Person III	57
Gambar 4.9. Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu.....	61
Gambar 4.10. Lengkung Kapasitas Waduk Tirawan	65
Gambar 4.11. Flood Routing Waduk Tirawan.....	67

Gambar 4.12. Causal Loop Diagram Perencanaan Pelimpah Darurat	69
Gambar 4.13. Stock And Flow Diagram Perencanaan Pelimpah Darurat	70
Gambar 4.14. Variabel Inflow.....	71
Gambar 4.15. Variabel Tampungan Waduk.....	72
Gambar 4.16. Variabel Tinggi Muka Air	72
Gambar 4.17. Variabel Outflow Pelimpah.....	72
Gambar 4.18. Variabel Outflow Pintu.....	72
Gambar 4.19. Simulasi Model Perencanaan Pelimpah Darurat	76
Gambar 4.20. Grafik Output Variabel Inflow (Debit Banjir).....	76
Gambar 4.21. Grafik Output Variabel Tampungan Waduk (Skenario I).....	77
Gambar 4.22. Grafik Output Variabel Tinggi Muka Air (Skenario I)	77
Gambar 4.23. Grafik Output Variabel Outflow Pelimpah (Skenario I)	77
Gambar 4.24. Grafik Output Variabel Tampungan Waduk (Skenario II).....	78
Gambar 4.25. Grafik Output Variabel Tinggi Muka Air (Skenario II).....	78
Gambar 4.26. Grafik Output Variabel Outflow Pelimpah (Skenario II).....	79
Gambar 4.27. Grafik Output Variabel Tampungan Waduk (Skenario III)	79
Gambar 4.28. Grafik Output Variabel Tinggi Muka Air (Skenario III).....	80
Gambar 4.29. Grafik Output Variabel Outflow Pelimpah (Skenario III).....	80



