

SKRIPSI

**STUDI PENETAPAN POLA OPERASI WADUK DELINGAN,
KABUPATEN KARANGANYAR**



JOVIAN
NPM : 6101801194

PEMBIMBING: Albert Wicaksono, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022

SKRIPSI

**STUDY ON DETERMINATION OF DELINGAN DAM
OPERATION PLAN, KARANGANYAR REGENCY**



**JOVIAN
NPM : 6101801194**

ADVISOR: Albert Wicaksono, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JULY 2022**

SKRIPSI
STUDI PENETAPAN POLA OPERASI WADUK
DELINGAN, KABUPATEN KARANGANYAR



NAMA: JOVIAN
NPM: 6101801194

PEMBIMBING: Albert Wicaksono, Ph.D.

PENGUJI 1: Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Bambang Adi Riyanto, M.Eng.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI
2022

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Jovian

NPM : 6101801194

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~) dengan judul:

Studi Penetapan Pola Operasi Waduk untuk Bendungan Delingan, Kabupaten Karanganyar

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 15 Juli 2022



) coret yang tidak perlu

STUDI PENETAPAN POLA OPERASI WADUK DELINGAN, KABUPATEN KARANGANYAR

Jovian
NPM: 6101801194

Pembimbing: Albert Wicaksono, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022

ABSTRAK

Pengoperasian waduk dengan pelimpah berpintu memerlukan suatu pola operasi pintu pelimpah yang memadai agar tidak terjadi pengeluaran air secara berlebihan sehingga waduk mampu dimanfaatkan untuk pengendalian banjir dan penyediaan air. Dalam upaya mengoptimalkan operasi waduk tersebut, dibutuhkan pengaturan operasi waduk yang terintegrasi dengan memperhitungkan debit *outflow* terhadap kapasitas waduk dan saluran hilir. Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji secara komprehensif keterkaitan operasi pelimpah dengan pola operasi waduk Bendungan Delingan, Kabupaten Karanganyar. Analisis dilakukan dengan data hujan GPM terkoreksi untuk menghasilkan debit *inflow* metode NRECA untuk simulasi waduk. Evaluasi menunjukkan bahwa tinggi jagaan pada Q_{1000} dan Q_{PMF} tidak memenuhi syarat tinggi jagaan minimum, sehingga diperlukan penurunan elevasi muka air waduk agar tinggi jagaan minimum terpenuhi. Analisis penelusuran banjir menunjukkan muka air waduk perlu diturunkan hingga elevasi +204,36 m pada Q_{1000} dan +202,04 m pada Q_{PMF} pada musim hujan. Evaluasi terhadap penurunan muka air waduk ini menunjukkan penurunan persentase layanan irigasi sebesar 6,2%, namun tinggi jagaan bertambah 37 cm dan reduksi debit bertambah 28,6% serta reduksi volume banjir bertambah 21,5%. Untuk meminimalkan kerugian layanan, operasi pintu pelimpah dapat dilakukan secara insidental dengan mengacu pada peramalan hujan. Elevasi muka air diturunkan menjadi +204,36 m apabila diperkirakan terjadi hujan sebesar 219,4 mm dan menjadi +202,04 m saat terjadi hujan sebesar 530,9 mm. Operasi pintu pelimpah dapat dikaji lebih detail menggunakan data yang lebih lengkap dan perangkat lunak yang dapat memodelkan pembukaan pintu secara bertahap.

Kata Kunci: Bendungan Delingan, pola operasi waduk, operasi pelimpah, penyediaan air, tinggi jagaan

STUDY ON DETERMINATION OF DELINGAN DAM OPERATION PLAN, KARANGANYAR REGENCY

**Jovian
NPM: 6101801194**

Advisor: Albert Wicaksono, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG
JULY 2022**

ABSTRACT

The operation of reservoirs with gated spillways requires an adequate plan of spillway gate operations that there is no excessive discharge of water so that the reservoir can be used for flood control and water supply. In an effort to optimize the reservoir operation, an integrated reservoir operation by calculating the outflow discharge to the reservoir capacity and downstream channels is needed. This study is intended to comprehensively examine the linkage between the spillway operation and the operating plan of the Delingan Dam, Karanganyar Regency. The analysis was carried out with corrected GPM rain data to produce the inflow discharge with NRECA method for reservoir simulation. The evaluation shows that the guard height at Q1000 and QPMF does not meet the minimum freeboard height requirements, so it is necessary to decrease the reservoir water level so that the minimum freeboard height is met. Flood routing analysis shows that the reservoir water level needs to be lowered to an elevation of +204.36 m in Q1000 and +202.04 m in QPMF in the monsoon. Evaluation of the water level decline of this reservoir showed a decrease in the irrigation service rate of 6.2%, but the freeboard height increased by 37 cm and the reduction in discharge increased by 28.6% and the reduction in flood volume increased by 21.5%. To minimize service losses, the spillway operation can be carried out incidentally by referring to the rain forecast. The water level is lowered to +204.36 m if 219.4 mm of rain is expected and to +202.04 m when it is 530.9 mm of rain. Spillway operations can be studied in more detail using a more complete data and a software that can model the spillway opening gradually.

Keywords: Delingan Dam, dam operation plan, spillway operation, water supply, freeboard height

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Skripsi ini berjudul “Studi Penetapan Pola Operasi Waduk Delingan, Kabupaten Karanganyar”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis tidak lepas dari bimbingan, saran, kritik, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Albert Wicaksono, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, pengalaman, kritik, dan saran untuk penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan secara langsung dan tidak langsung.
3. Bapak Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D., Bapak Bambang Adi Riyanto, Ir., M. Eng., Ibu F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE., Bapak Salahudin Gozali, Ph.D., Bapak Doddi Yudianto, Ph.D., Bapak Dr.-Ing. Bobby Minola Ginting, Bapak Stephen Sanjaya, M.Sc. Ibu Finna Fitriana, M.S. selaku dosen di Pusat Studi Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam proses pengerjaan skripsi.
4. Megan Fiona Laurensia, Angela Grace, dan Ivana Natalia Hidayat selaku teman-teman Pusat Studi Teknik Sumber Daya Air yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan skripsi.
5. Nandy Juniyanto, M Rifky Farras, Meishella Deviana, Prosper Kristoporos Nosa, Kristie Karissa, Chara Gratia selaku teman-teman PSM Unpar 2018 yang berproses bersama dalam mengerjakan skripsi.

6. Muhammad Annura Subhan, Kores Abimael, Catharina Sirait, Friska Aurelia, Gabriela Fharine, Oryza Raras, Chandra Utama, Gracia Evelin selaku teman-teman PSM Unpar yang telah banyak memberikan bantuan dalam proses pengerjaan skripsi.
7. Hendra Martin, Metta Gani, Michael Isaac, Valent Pangrastika, Wendelin, dan Marvella selaku teman-teman yang telah mendampingi dan membantu dalam proses pengerjaan skripsi.
8. Wilbert Wylie, Jeffrey Owen, Michael Franciudi, Alvin Hariman, selaku teman-teman yang memberikan dukungan dalam proses pengerjaan skripsi.
9. Teresa Retno Arsanti, S.IP. yang selalu memberi motivasi dan dukungan tanpa henti kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulisan skripsi ini secara langsung atau tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Bandung, Juli 2022



Jovian

6101801194

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-6
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Analisis Ketersediaan Air	2-1
2.1.1 Teori Model NRECA	2-1
2.1.2 Debit Andal	2-4
2.2 Kebutuhan Air Tanaman	2-5
2.3 Persamaan Dasar Keseimbangan Air Waduk	2-9

2.4	Penentuan Pola Operasi Waduk.....	2-9
2.5	The Hydrologic Modeling System (<i>HEC-HMS</i>)	2-10
BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA		3-1
3.1	Data Teknis Bendungan Delingan	3-1
3.2	Ketersediaan Data	3-2
3.3	Data Debit Banjir Rencana	3-6
3.4	Kapasitas Tampungandan Bendungan.....	3-7
3.5	Pola Operasi Pintu Pelimpah	3-8
3.6	Debit Bukaan Pintu Pelimpah.....	3-9
BAB 4 ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	Analisis Debit <i>Inflow</i>	4-1
4.2	Kebutuhan Air Tanaman.....	4-4
4.3	Simulasi Waduk Bendungan Delingan.....	4-5
4.4	Pola Operasi Waduk	4-7
4.5	Pola Operasi Pelimpah.....	4-8
4.6	Pola Operasi Waduk Terkoreksi.....	4-13
4.7	Diskusi Hasil Analisis.....	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii
LAMPIRAN 1 KOREKSI DATA GPM		L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN DEBIT DENGAN METODE NRECA		L2-1
LAMPIRAN 3 SIMULASI WADUK		L3-1

LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR..... L4-1

LAMPIRAN 5 PEMBUATAN POLA OPERASI WADUK L5-1

LAMPIRAN 6 HASIL SIMULASI TINGGI JAGAAN DENGAN *SOFTWARE* HEC-HMS L6-1

LAMPIRAN 7 HASIL SIMULASI *OUTFLOW* DENGAN *SOFTWARE* HEC-HMS L7-1

LAMPIRAN 8 PEMBUATAN POLA OPERASI WADUK TERKOREKSI..... L8-1



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



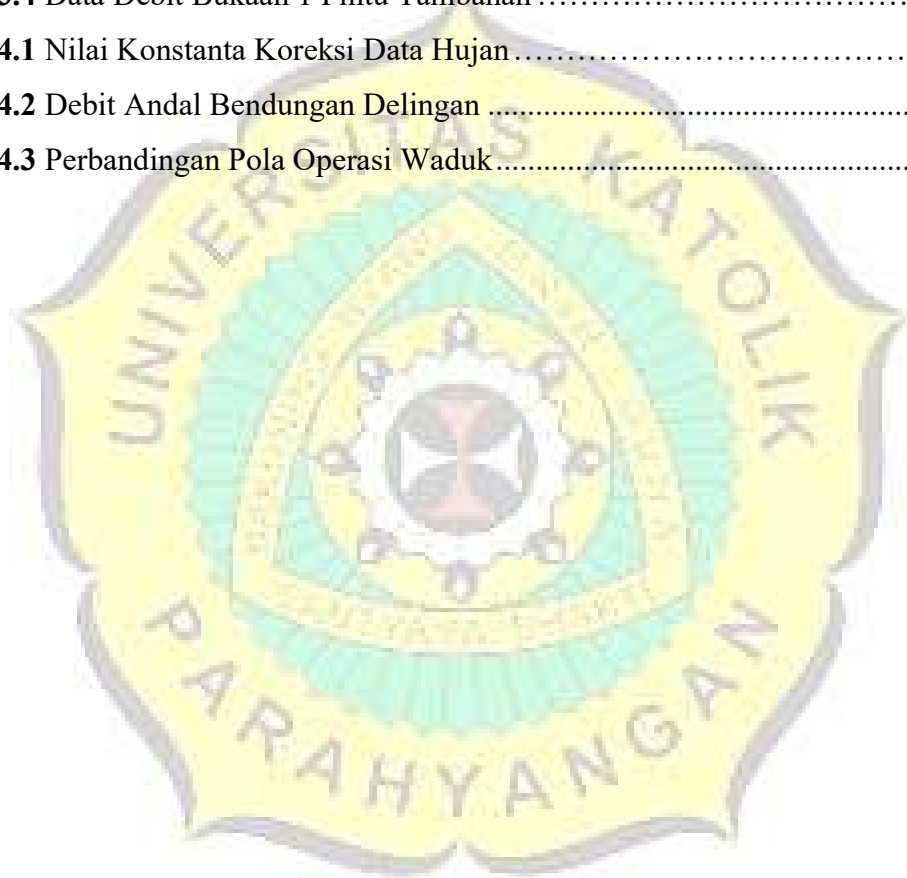
DAS	:	Daerah Aliran Sungai
e	:	Bilangan Eksponen (2,7182)
ET	:	Evapotranspirasi Tanaman (mm/hari)
ET ₀	:	Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)
GPM	:	<i>Global Precipitation Measurement</i>
I	:	Debit Masuk (m ³ /s)
IR	:	Kebutuhan Air di Sawah (mm/hari)
k	:	Konstanta
kc	:	Koefisien Tanaman
m	:	nomor urut dari nilai besar hingga nilai kecil
M	:	Kebutuhan Air Puncak (mm/hari)
MAN	:	Muka Air Normal
MT	:	Masa Tanam
n	:	Jumlah Data
NRECA	:	<i>National Rural Electric Cooperative Association</i>
O	:	Debit Keluar (m ³ /s)
P	:	Probabilitas Debit Aliran yang Terjadi Dilampaui (%)
POW	:	Pola Operasi Waduk
RMSE	:	<i>Root Mean Square Error</i>
S	:	Kebutuhan Air untuk Penjenuhan (mm)
T	:	Jangka Waktu Penyiapan Lahan (hari)
TMA	:	Tinggi Muka Air (m)
Q	:	Debit Air Masuk (m ³ /s)
Q ₁₀₀₀	:	Debit Periode Ulang 1000 Tahun (m ³ /s)
Q _{PMF}	:	Debit PMF (m ³ /s)
ΔS	:	Perubahan Tampung (m ³ /s)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian.....	1-6
Gambar 2.1	Skema Model NRECA.....	2-1
Gambar 2.2	Grafik Perbandingan AET/PET	2-3
Gambar 2.3	Grafik Rasio Tampungn Kelengasan Tanah	2-3
Gambar 3.1	Peta Lokasi Bendungan Delingan	3-1
Gambar 3.2	Skema Pelimpah Bendungan Delingan	3-2
Gambar 3.3	Lokasi Stasiun Hujan Bendungan Delingan	3-3
Gambar 3.4	Perbandingan Data GPM Terkoreksi dengan Data Stasiun Delingan	3-4
Gambar 3.5	Debit Inflow dan Elevasi Muka Air Bendungan Delingan.....	3-5
Gambar 3.6	Data Evapotranspirasi Bendungan Delingan	3-6
Gambar 3.7	Data Debit Banjir Rencana pada Berbagai Periode Ulang	3-7
Gambar 4.1	Koreksi Hujan dengan Lengkung Probabilitas	4-2
Gambar 4.2	Kalibrasi Debit Inflow Bendungan Delingan.....	4-3
Gambar 4.3	Prediksi Debit Inflow Bendungan Delingan.....	4-4
Gambar 4.4	Debit Andal Bendungan Delingan.....	4-4
Gambar 4.5	Hasil Perhitungan Nilai DR.....	4-5
Gambar 4.6	Simulasi Waduk Bendungan Delingan.....	4-6
Gambar 4.7	Perbandingan Supply Air dan Kebutuhan Air.....	4-7
Gambar 4.8	Pola Operasi Waduk Bendungan Delingan	4-8
Gambar 4.9	Skema Model HEC-HMS	4-9
Gambar 4.10	Hubungan Elevasi Awal dengan Tinggi Jagaan	4-9
Gambar 4.11	Hasil Simulasi Q_{1000}	4-10
Gambar 4.12	Hasil Simulasi Q_{PMF}	4-11
Gambar 4.13	Hasil Simulasi Q_{PMF} dengan Pengeluaran dari Outlet	4-12
Gambar 4.14	Hasil Simulasi Q_{PMF} dengan Elevasi Muka Air Awal +202,04 m....	4-13
Gambar 4.15	Pola Operasi Waduk Terkoreksi.....	4-14

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Tanaman Padi ¹	2-7
Tabel 3.1 Hubungan Elevasi-Luas-Volume Bendungan Delingan.....	3-7
Tabel 3.2 Pola Operasi Pintu Pelimpah	3-8
Tabel 3.3 Data Debit Bukaan 1 Pintu Utama	3-9
Tabel 3.4 Data Debit Bukaan 1 Pintu Tambahan	3-10
Tabel 4.1 Nilai Konstanta Koreksi Data Hujan	4-1
Tabel 4.2 Debit Andal Bendungan Delingan	4-3
Tabel 4.3 Perbandingan Pola Operasi Waduk.....	4-14



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L4.1 Perhitungan Re.....	L4-3
Tabel L1.1 Koreksi Data GPM.....	L1-1
Tabel L2.1 Kalibrasi Model NRECA.....	L2-1
Tabel L2.2 Prediksi Debit Inflow NRECA	L2-3
Tabel L3.1 Simulasi Waduk.....	L3-1
Tabel L4.1 Perhitungan DR.....	L4-1
Tabel L5.1 Perhitungan Pola Operasi Waduk Tahun Kering.....	L5-1
Tabel L5.2 Perhitungan Pola Operasi Waduk Tahun Normal	L5-2
Tabel L5.3 Perhitungan Pola Operasi Waduk Tahun Basah.....	L5-3
Tabel L6.1 Hasil Simulasi Tinggi Jagaan terhadap Berbagai Elevasi Muka Air...L6-1	
Tabel L7.1 Hasil Simulasi Outflow Q_{1000}	L7-1
Tabel L7.2 Hasil Simulasi Q_{PMF}	L7-2
Tabel L7.3 Hasil Simulasi Pembukaan Outlet	L7-5
Tabel L7.4 Hasil Simulasi Outflow Q_{PMF} dengan Elevasi +202,04 m.....	L7-6
Tabel L8.1 Perhitungan Pola Operasi Waduk Terkoreksi Tahun Kering.....	L8-1
Tabel L8.2 Perhitungan Pola Operasi Waduk Terkoreksi Tahun Normal	L8-2
Tabel L8.3 Perhitungan Pola Operasi Waduk Terkoreksi Tahun Basah.....	L8-3

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan air merupakan salah satu kebutuhan primer manusia dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat beberapa alternatif dalam memenuhi ketersediaan air tersebut, salah satunya adalah melalui pemanfaatan infrastruktur bangunan air yang bersifat kolektif. Bendungan, sebagai salah satu infrastruktur bangunan air, berperan secara signifikan dalam persediaan air dan irigasi, karena dapat menjadi tempat penampungan air yang kemudian didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan primer manusia tersebut. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2015, bendungan adalah bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, juga untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk. Selain fungsi utama tersebut, waduk dapat dimanfaatkan pula sebagai sarana pariwisata, olahraga, budi daya perikanan, dan/atau pembangkit listrik (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020).

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan bendungan besar menjadi semakin banyak. Saat ini telah ada 45.000 bendungan besar yang telah dibangun di seluruh dunia sejak tahun 1950-an, di mana setengah dari total bendungan tersebut dibangun, terutama atau khususnya, untuk keperluan irigasi (World Commission on Dams, 2001). Tren meningkatnya kebutuhan dan pembangunan waduk besar pun juga terjadi di Indonesia. Pada tahun 1995, terdapat 82 bendungan besar dari lebih dari 100 bendungan yang dibangun (Kasiro, et al., 1995) yang kemudian bertambah menjadi 237 bendungan pada tahun 2021 (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2022). Dalam mendefinisikan bendungan besar tersebut, menurut ICOLD (*International Commission on Large Dams*), bendungan besar adalah bendungan dengan tinggi 15 meter atau lebih dari dasar

fondasi hingga puncak, atau bendungan dengan tinggi antara 5 hingga 15 meter yang mempunyai tampungan lebih dari 3 juta meter kubik.

Indonesia sebagai negara beriklim tropis dengan dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau, sering mengalami ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Ketika musim kemarau, kekurangan jumlah air mengakibatkan kekeringan, sedangkan ketika musim hujan, air cenderung berlebih yang menyebabkan terjadinya banjir. Mempertimbangkan fenomena tersebut, waduk merupakan infrastruktur yang krusial karena pada musim hujan air berlebih dapat disimpan dalam waduk dan dikeluarkan pada musim kemarau. Agar operasi waduk dapat dilaksanakan secara optimal, dibutuhkan pengetahuan pengaturan operasi waduk yang baik, yaitu dengan model operasi yang menghitung debit *outflow* terhadap kapasitas waduk dan saluran hilir (Ariberto, Yudianto, & Sanjaya, 2021).

Studi yang dilakukan oleh Ariberto, Yudianto, & Sanjaya (2021) pada Bendungan Delingan yang terletak di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah menghasilkan suatu pola operasi pintu pelimpah terhadap kapasitas tampungan dan saluran di bendungan tersebut. Studi terhadap pola operasi pintu pelimpah ini dilakukan karena Bendungan Delingan dilengkapi dengan dua buah pelimpah ambang bebas ogee, dan delapan buah ambang berpintu yang pengoperasiannya mempengaruhi tampungan air pada Bendungan Delingan. Sebagai tindak lanjut untuk melengkapi studi tersebut, penelitian ini bermaksud untuk mengkaji keterkaitan antara operasi pelimpah dengan operasi waduk untuk mengairi daerah irigasi seluas 1.126 ha (PT. Mettana, 2019). Studi ini diharapkan dapat menghasilkan suatu pola operasi waduk untuk pemanfaatan yang optimal.

1.2 Inti Permasalahan

Pengoperasian waduk dengan pelimpah berpintu, memerlukan suatu pola operasi pintu pelimpah yang memadai agar tidak terjadinya suatu bencana yang diakibatkan oleh keruntuhan bendungan. Di sisi lain, air pada waduk juga diperlukan untuk menyediakan air bagi keperluan irigasi. Kedua hal ini menjadi kontradiksi mengingat pengeluaran secara berlebih melalui pintu air dapat mengurangi volume

air tertampung dengan cukup signifikan, sehingga mengurangi suplai air bagi irigasi. Guna mengatasi kedua hal ini, diperlukan suatu pola operasi waduk yang terintegrasi. Pada studi Ariberto, Yudianto, & Sanjaya (2021), cakupan yang diambil berhenti pada pola operasi pintu pelimpah yang berfokus pada simulasi dengan debit banjir, namun belum secara spesifik memperhitungkan debit *outflow* untuk irigasi. Selain itu, pada studi tersebut simulasi dengan debit banjir Q_{1000} dan Q_{PMF} masih tidak memenuhi syarat tinggi jagaan sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk melengkapi studi Ariberto, Yudianto, & Sanjaya (2021).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Membuat pola operasi waduk pada Bendungan Delingan dengan mempertimbangkan pola operasi pintu pelimpah.
2. Mengkaji keterkaitan pola operasi pintu pelimpah terhadap pola operasi waduk pada Bendungan Delingan.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis curah hujan rencana pada daerah studi dengan metode NRECA menggunakan data GPM dari Juni 2000 – September 2021.
2. Melakukan simulasi waduk dengan debit *inflow* rencana yang dihasilkan dari perhitungan metode NRECA dan debit *outflow* yang digunakan untuk kebutuhan irigasi dengan pola tanam padi-padi-palawija.
3. Membuat pola operasi waduk Bendungan Delingan dengan kondisi batas atas, normal, dan bawah dengan batasan tidak meninjau gerusan di hilir dan analisis hidraulik.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan untuk mendapatkan dan memahami teori yang berkaitan dengan proses penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

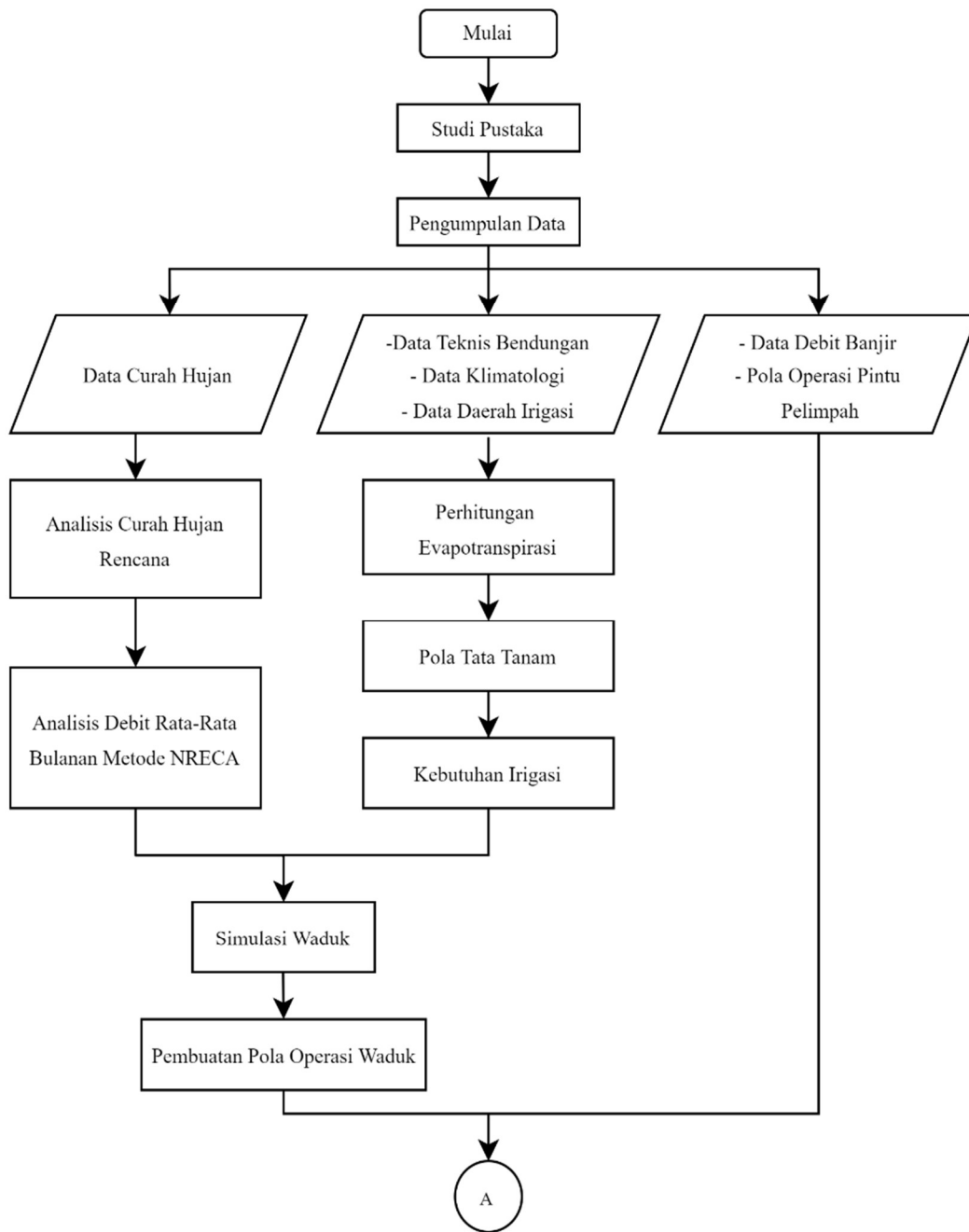
Data yang dikumpulkan berupa data hujan, peta hidrologi pos hujan, data hujan pada lokasi studi, data pencatatan *inflow* dan elevasi muka air Bendungan Delingan, pola operasi pelimpah, dan data debit bukaan pintu pelimpah. Hal ini dilakukan agar dapat melakukan simulasi hujan-debit metode NRECA, simulasi waduk, dan pemodelan pada *software* HEC-HMS.

3. Pemodelan

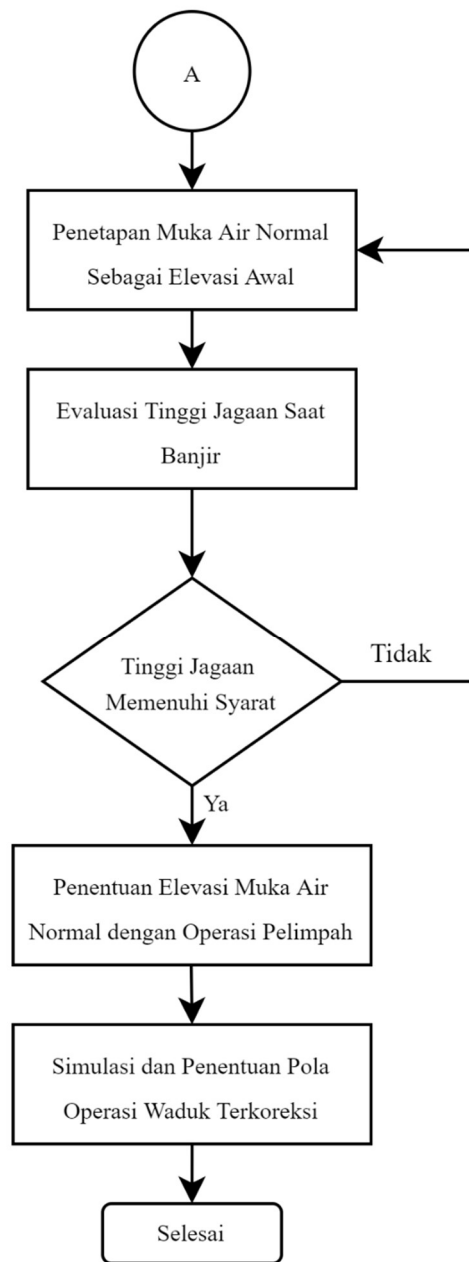
Pemodelan model matematika simulasi waduk dan model HEC-HMS berdasarkan perencanaan dari data yang telah dikumpulkan.

4. Analisis

Analisis berupa simulasi waduk, analisis operasi pintu pelimpah, dan pembuatan pola operasi waduk.



(a)



(b)

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, tujuan penelitian, lingkup masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori yang dibutuhkan untuk analisis, yaitu analisis debit metode NRECA, simulasi waduk, pola operasi waduk, dan kebutuhan air tanaman serta aplikasi HEC-HMS.

BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI DAN DATA YANG TERSEDIA

Bab ini menjelaskan tentang lokasi dari daerah studi, peta hidrologi pos hujan, data hujan pada lokasi studi, data pencatatan *inflow* dan elevasi muka air Bendungan Delingan, pola operasi pelimpah, dan data debit bukaan pintu pelimpah.

BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi tentang hasil dari analisis data, simulasi *software*, dan pola operasi waduk pada Bendungan Delingan

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran untuk hasil penelitian yang telah dilakukan.