

SKRIPSI

**PENYUSUNAN POLA OPERASI WADUK BENDO
DENGAN MEMPERHITUNGGAN EARLY RELEASE**



**JOVAN FORTINO CENDRA
NPM : 6102001011**

PEMBIMBING: BAMBANG ADI RIYANTO, Ir. M.Eng.

KO-PEMBIMBING: Ir. WILLY, ST.MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

SKRIPSI

**PENYUSUNAN POLA OPERASI WADUK BENDO
DENGAN MEMPERHITUNGKAN EARLY RELEASE**



**JOVAN FORTINO CENDRA
NPM : 6102001011**

PEMBIMBING: Bambang Adi Riyanto, Ir. M.Eng.

KO-PEMBIMBING: Ir. Willy, ST.MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

SKRIPSI

**PENYUSUNAN POLA OPERASI WADUK BENDO
DENGAN MEMPERHITUNGGAN EARLY RELEASE**



**JOVAN FORTINO CENDRA
NPM : 6102001011**

BANDUNG, 26 JULI 2024

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:

TANDA TANGAN

TANDA TANGAN

**Ir. Bambang Adi Riyanto,
M.Eng.**

Ir. Willy, ST.MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

SKRIPSI

**PENYUSUNAN POLA OPERASI WADUK BENDO
DENGAN MEMPERHITUNGKAN EARLY RELEASE**



**JOVAN FORTINO CENDRA
NPM : 6102001011**

PEMBIMBING: Ir. Bambang Adi Riyanto, M.Eng.

**KO-
PEMBIMBING:** Ir. Willy, ST.MT.

PENGUJI 1: Ir. Albert Wicaksono, Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Obaja Triputera Wijaya, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : JOVAN FORTINO CENDRA
Tempat, tanggal lahir : Bogor, 09 Oktober 2002
NPM : 6102001011
Judul skripsi : **PENYUSUNAN POLA OPERASI WADUK
BENDO DENGAN MEMPERHITUNGGAN
EARLY RELEASE**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 26 Juli 2024

E-Materai dan Tandatangan Mhs



Jovan Fortino Cendra

PENYUSUNAN POLA OPERASI WADUK BENDO DENGAN MEMPERHITUNGGAN EARLY RELEASE

Jovan Fortino
NPM: 6102001011

Pembimbing: Ir. Bambang Adi Riyanto, M.Eng.
Ko-Pembimbing: Ir. Willy, ST.MT.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024

ABSTRAK

Bendungan Bendo merupakan sebuah bendungan yang diresmikan pada tahun 2021, yang dibangun untuk menyelesaikan masalah kekeringan di Kabupaten Ponorogo dan Madiun. Akan tetapi, Bendungan Bendo tidak dibangun untuk menanggulangi banjir. Bendungan Bendo hanya memiliki pelimpah tak berpintu untuk melimpaskan banjir ke Sungai Keyang, tanpa memiliki kemampuan untuk mengontrol debit *outflow*. Oleh karena itu studi ini dilakukan agar Bendungan Bendo mampu untuk menanggulangi banjir periode ulang 25 tahun dengan memanfaatkan bangunan eksisting. Upaya dilakukan dengan memanfaatkan pintu *intake* bawah sebagai sarana pembuangan air darurat untuk menurunkan elevasi Muka Air Waduk (MAW) sebelum terjadi banjir, agar bendungan mampu untuk menampung volume banjir yang disebut dengan *early release*. Elevasi MAW ditetapkan ke elevasi *flood control* dengan penurunan MAW sebesar 4 m ketika operator mendapatkan informasi prediksi hujan 7 hari ke depan dari BMKG bahwa akan terjadi hujan ekstrem. Penerapan dari *early release* dapat mereduksi debit puncak *outflow* Bendo sebesar 73,28% dari 229,69 m³/s menjadi 71,60 m³/s dan mampu menanggulangi banjir Q25 sejauh 30 km dari Bendungan Bendo. Apabila prediksi hujan dari BMKG gagal, simulasi sebesar 20 tahun menunjukkan bahwa penerapan *early release* hanya sedikit mengurangi keberhasilan panen daerah irigasi Bendo.

Kata Kunci: Bendungan Bendo, *Early Release*, Neraca Air, Penelusuran Banjir, Periode Ulang.

DEVELOPMENT OF BENDO DAM OPERATION PATTERN BY INCORPORATING EARLY RELEASE

Jovan Fortino
NPM: 6102001011

Advisor: Ir. Bambang Adi Riyanto, M.Eng.
Co-Advisor: Ir. Willy, ST.MT.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULY 2024

ABSTRACT

Bendo Dam is a dam commissioned in 2021, which was built to solve the drought problem in Ponorogo and Madiun Regencies. However, the Bendo Dam was not designed to mitigate the flood issue. The Bendo Dam only has a free spillway to discharge floodwaters into the Keyang River, without the ability to control the outflow discharge. Hence, an attempt was made to make Bendo Dam able to mitigate the 25-year return period flood by utilizing the existing building, by utilizing the lower intake gate as a means of emergency water release to lower the reservoir water elevation level before the flood occurs, so that the dam is able to accommodate the flood volume, which is called early release. The reservoir water elevation is set to the flood control elevation of +216.62 m immediately after the operator receives information on rain predictions for the next 7 days from BMKG that there will be extreme rain. The application of early release can reduce the peak discharge of Bendo outflow by 73,28% from 229,69 m³/s to 71,60 m³/s and able to address the Q25 flood as far as 30 km from Bendo Dam. If the rain prediction from BMKG is incorrect, a 20-year simulation shows that the application of early release only slightly reduce the harvest success of Bendo irrigation area.

Keywords: Bendo Dam, Early Release, Water Balance, Flood Routing, Return Period

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perencanaan Pola Operasi Waduk Bendo dengan Memperhatikan *Early Release*”. Pada kesempatan ini, dengan rendah hati dan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan dorongan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang berperan dalam penyelesaian skripsi ini, diantaranya kepada:

1. Ir. Bambang Adi Riyanto, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, kritik, ilmu, saran, dan waktunya kepada penulis.
2. Ir. Willy, ST.MT. selaku dosen ko-pembimbing atas waktu yang telah diberikan untuk membimbing, mengecek, dan mendidik penulis selama proses penulisan skripsi.
3. Ir. Albert Wicaksono, Ph.D, Calvin Wimordi, S.T., M.Eng., Doddi Yudianto, Ph.D, Finna Fitriana, S.T., M.S, Obaja Triputera Wijaya, Ph.D., Ir. Stephen Sanjaya, S.T., M.Sc., Ir. Dr. Steven Reinaldo Rusli, dan Theo Senjaya, S.T., M.Eng, selaku dosen-dosen di bidang Teknik Sumber Daya Air atas masukan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi.
4. Orang tua penulis atas dukungannya selama proses penyusunan skripsi.
5. Faisal Arya Nugroho, S.T. atas ilmu dan referensi yang telah diberikan.
6. Evely Tirza yang telah membantu penulis dalam format penulisan.
7. Teman-teman atas dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kriteria sempurna, untuk itu penulis menerima dengan terbuka semua kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada penulis serta pembaca.

Bandung, 26 Juli 2024



Jovan Fortino Cendra

6102001011



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	v
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.2.1 Maksud.....	3
1.2.2 Tujuan	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metodologi Penelitian	4
BAB 2 Dasar Teori.....	5
2.1 Debit Andalan	5
2.2 Penelusuran Banjir Waduk.....	5
2.3 Simulasi Waduk	7
2.3.1 Pola Operasi Waduk (POW).....	8
2.3.2 Rencana Tahunan Operasi Waduk (RTOW).....	9
2.4 Analisis Hidraulika.....	9
2.4.1 Kriteria Aliran	10
2.4.2 Analisis Penampang Sungai.....	10
2.4.3 Pemodelan HEC-RAS.....	11
2.5 Early Release.....	17
BAB 3 Ketersediaan Data	18

3.1 Wilayah Studi.....	18
3.1.1 Kondisi Umum.....	18
3.1.2 Letak Geografis.....	18
3.1.3 Kondisi Topografi.....	22
3.1.4 Kondisi Tata Guna Lahan.....	24
3.2 Data Teknis Bendungan.....	26
3.2.1 Elevasi Bendungan.....	26
3.2.2 Pelimpah Bendungan.....	26
3.2.3 Bangunan Pengambilan.....	26
3.2.4 Kurva Elevasi-Tampungan Bendungan.....	29
3.3 Debit Banjir.....	30
3.4 Kebutuhan Air.....	32
3.5 Prediksi Hujan.....	34
BAB 4 Hasil Analisis.....	36
4.1 Analisis Banjir Eksisting.....	36
4.1.1 Penelusuran Banjir Waduk Eksisting.....	36
4.1.2 Model Banjir HEC-RAS Eksisting.....	37
4.2 Analisis Banjir Early Release.....	44
4.2.1 Penelusuran Banjir Early Release.....	44
4.2.2 Model Banjir HEC-RAS Early Release.....	47
4.3 Perencanaan POW dan RTOW dengan Pertimbangan Early Release.....	54
4.3.1 Debit Andalan.....	55
4.3.2 Prediksi Tahun 2024.....	59
4.3.3 Simulasi Waduk.....	60
4.4 Penurunan Muka Air Waduk.....	64
4.5 Operasi Early Release.....	72

BAB 5 Kesimpulan dan Saran	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	78



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

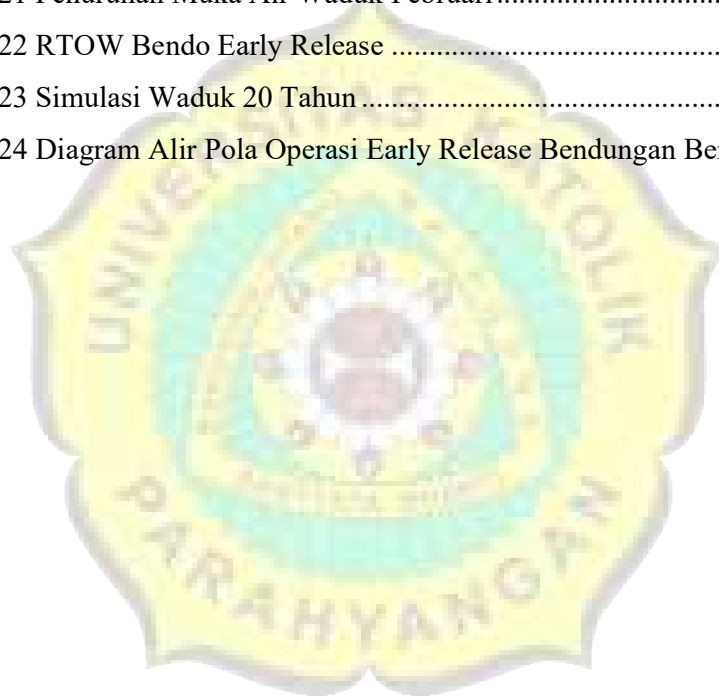
A	: Luas penampang (m^2) saluran
C	: Koefisien kehilangan akibat pelebaran atau penyempitan
E	: Tinggi energi spesifik (m)
g	: Percepatan gravitasi (m/s^2)
h_e	: Kehilangan energi (m)
I	: Debit masuk (m^3/s)
I_1	: Aliran masuk pada waktu ke 1 (m^3/dtk)
I_2	: Aliran masuk pada waktu ke 2 (m^3/dtk)
L	: Jarak antar penampang melintang (m)
L_{ch}	: Jarak penampang melintang untuk palung sungai (m)
L_{lob}	: Jarak penampang melintang untuk bantaran kiri (m)
L_{rob}	: Jarak penampang melintang untuk bantaran kanan (m)
m	: Peringkat data
n	: Jumlah data
n	: Koefisien Manning
n_c	: Nilai manning komposit
n_i	: Nilai manning sub penampang i
O	: Debit keluar (m^3/s)
O_1	: Aliran keluar pada waktu ke 1 (m^3/dtk)
O_2	: Aliran keluar pada waktu ke 2 (m^3/dtk)
P	: Keliling basah total palung sungai

- P : Keliling basah total palung sungai
- P_i : Keliling basah sub penampang i
- $P(X \geq x)$: Probabilitas terjadinya X yang lebih dari atau sama besar x ($m^3/detik$)
- Q_{ch} : Jumlah aljabar debit rata-rata palung sungai
- Q_{lob} : Jumlah aljabar debit rata-rata bantaran kiri
- Q_{rob} : Jumlah aljabar debit rata-rata bantaran kanan
- R : Jari-jari hidraulik (meter) = A/P dengan A adalah luas penampang (m^2) saluran dan P adalah keliling basah saluran (m)
- S : Kemiringan dasar saluran (m/m)
- \bar{S}_f : Kehilangan energi rata-rata antar 2 penampang
- S_1 : Tampungan pada waktu ke 1 (m^3/dtk)
- S_2 : Tampungan pada waktu ke 2 (m^3/dtk)
- v : Kecepatan aliran (m/s)
- X : Seri data debit
- x : Debit andalan dengan probabilitas tertentu
- y : Tinggi energi tekanan (m)
- Z : Perbedaan tinggi antara elevasi dasar saluran dengan bidang persamaan (m)
- Δt : Interval waktu (detik)
- ΔS : Perubahan volume tampungan (m^3)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Irigasi Bendungan Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	1
Gambar 1.2 Diagram Alir Wilayah Studi	4
Gambar 2.1 Ilustrasi Penelusuran Banjir Waduk (Ven Te Chow, 1997).....	7
Gambar 2.2 Klasifikasi Jenis Aliran Pada Saluran Terbuka (Ven Te Chow, 1997)	10
Gambar 2.3 Energi Dalam Saluran Terbuka (Ven Te Chow, 1997).....	13
Gambar 3.1 Peta Administrasi	19
Gambar 3.2 Peta Area Genangan Bendungan Bendo	20
Gambar 3.3 Peta Citra Situasi Bendungan Bendo	21
Gambar 3.4 Peta Topografi	23
Gambar 3.5 Peta Tata Guna Lahan	25
Gambar 3.6 Tata Letak Bendungan Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	28
Gambar 3.7 Detail Pintu Intake (BBWS Bengawan Solo, 2023)	28
Gambar 3.8 Kurva Elevasi - Tampang Waduk Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023)	30
Gambar 3.9 Hidrograf Inflow Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	30
Gambar 3.10 Kebutuhan Air (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	33
Gambar 3.11 Perbandingan Prediksi Hujan BMKG dan CLIME terhadap PCH Sooko (BBWS Bengawan Solo, 2023)	34
Gambar 4.1 Geometri Sungai Keyang	37
Gambar 4.2 Lateral Inflow Sungai Keyang	38
Gambar 4.3 Peta Banjir Q25 Eksisting	41
Gambar 4.4 Potongan Memanjang Banjir Q25 Eksisting.....	42
Gambar 4.5 Potongan Melintang Banjir Q25 Hulu	43
Gambar 4.6 Potongan Melintang Banjir Q25 Tengah	43
Gambar 4.7 Potongan Melintang Banjir Q25 Hilir.....	43
Gambar 4.8 Penampang Melintang Q25 Hulu <i>Bankfull</i>	44
Gambar 4.9 Potongan Memanjang Banjir Q25 Early Release.....	50
Gambar 4.10 Penampang Melintang Q25 Banjir Hulu Early Release.....	51
Gambar 4.11 Penampang Melintang Banjir Q25 Tengah Early Release.....	51
Gambar 4.12 Penampang Melintang Banjir Q25 Hilir Early Release	51

Gambar 4.13 Reduksi Banjir Early Release Bagian Hulu Sungai Keyang.....	53
Gambar 4.14 Reduksi Banjir Early Release Bagian Tengah Sungai Keyang.....	53
Gambar 4.15 Reduksi Banjir Early Release Bagian Hilir Sungai Keyang	54
Gambar 4.16 Grafik Debit 10 Harian Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	56
Gambar 4.17 Grafik Debit Andalan Bendo.....	58
Gambar 4.18 Simulasi Waduk 20 Tahun Bendungan Bendo	62
Gambar 4.19 RTOW Bendo.....	63
Gambar 4.20 <i>Rating Curve</i> Elevasi – Outflow Pintu <i>Intake</i> Bawah Bendungan Bendo	65
Gambar 4.21 Penurunan Muka Air Waduk Februari.....	67
Gambar 4.22 RTOW Bendo Early Release	68
Gambar 4.23 Simulasi Waduk 20 Tahun	71
Gambar 4.24 Diagram Alir Pola Operasi Early Release Bendungan Bendo	73



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai kekasaran manning (Modul HEC-RAS 2D)	16
Tabel 3.1 Fungsi Hubungan Elevasi – Tampang (BBWS Bengawan Solo, 2023)	29
Tabel 3.2 Inflow Banjir Bendo.....	31
Tabel 3.3 Inflow Puncak Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023)	32
Tabel 3.4 Kebutuhan Air Irigasi DI Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	33
Tabel 3.5 Perbandingan BMKG dan CLIME (BBWS Bengawan Solo, 2023)	35
Tabel 4.1 Reduksi Banjir Bendo Eksisting	36
Tabel 4.2 Lateral Inflow Sungai Keyang (BBWS Bengawan Solo, 2023).....	39
Tabel 4.3 Hasil Penelusuran Banjir Q2.....	45
Tabel 4.4 Hasil Penelusuran Banjir Q5.....	45
Tabel 4.5 Hasil Penelusuran Banjir Q10.....	46
Tabel 4.6 Hasil Penelusuran Banjir Q25.....	46
Tabel 4.7 Hasil Penelusuran Banjir Q50.....	46
Tabel 4.8 Hasil Penelusuran Banjir Q100.....	47
Tabel 4.9 Outflow Bendungan Bendo dengan Penerapan Early Release	48
Tabel 4.10 Input Model Steady Flow dengan Penerapan Early Release	49
Tabel 4.11 Debit 10 Harian Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023)	57
Tabel 4.12 Klasifikasi Tahun Hujan	59
Tabel 4.13 Prediksi Hujan Jawa Tengah 2024 (BMKG, 2023)	60
Tabel 4.14 Hasil Simulasi Waduk.....	60
Tabel 4.15 Teknis Pembuangan Air Early Release (BBWS Bengawan Solo, 2023)	64
Tabel 4.16 Waktu Penurunan MAW dan Recovery Bendo	66
Tabel 4.17 Tabel Keberhasilan Panen Kegagalan Early Release	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Elevasi MAW Penelusuran Banjir Eksisting.....	78
Lampiran 2 Tabel Penelusuran Banjir Waduk Bendo Tanpa Early Release	80
Lampiran 3 Tabel Elevasi MAW Penelusuran Banjir Eksisting.....	83
Lampiran 4 Grafik Penelusuran Banjir Q2	84
Lampiran 5 Grafik Penelusuran Banjir Q5	84
Lampiran 6 Grafik Penelusuran Banjir Q10	85
Lampiran 7 Grafik Penelusuran Banjir Q25	85
Lampiran 8 Grafik Penelusuran Banjir Q50	85
Lampiran 9 Grafik Penelusuran Banjir Q100	86

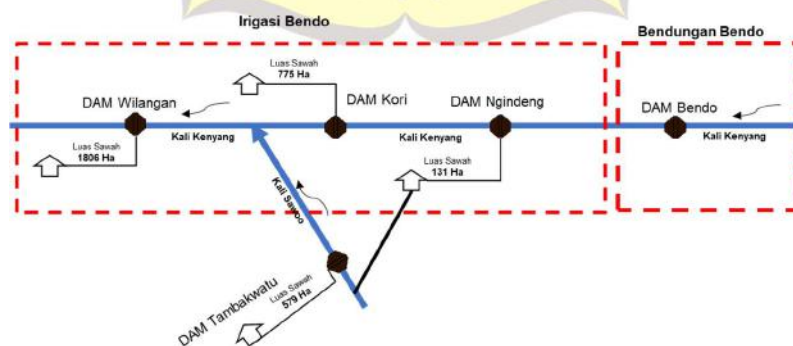


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis air yang terjadi terutama pada musim kemarau merupakan suatu permasalahan yang masih banyak terjadi di dunia, tak terkecuali di Indonesia. Masalah kekurangan air ini bisa terjadi di Indonesia meskipun Indonesia merupakan negara tropis dengan curah hujan rata-rata sebesar 2762,81 mm per tahun (Worldbank, 2021). Masalah kekeringan ini bisa menyebabkan kegagalan panen seperti kejadian gagal panen yang terjadi di Kabupaten Ponorogo pada tahun 2015 silam (Ahmad Subekhi, SUN TV, 2015). Hal ini bisa terjadi karena debit air yang mengalir di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Tengah tidak cukup untuk dialokasikan ke Daerah Irigasi (DI) yang harus dilayani meskipun sudah terdapat beberapa bangunan air yang berfungsi untuk meningkatkan suplai air ke daerah layanannya, seperti Bendung Ngindeng, Bendung Kori, Bendung Tambakwatu, dan Bendung Wilangan yang melayani DI Bendo dengan luas total 3299 ha, dimana di hilirnya juga terdapat Bendung Jati yang melayani DI Saluran Induk Madiun. Oleh karena itu, dilakukanlah upaya agar masalah kekurangan air pada musim kering bisa diatasi dengan pembangunan sebuah Bendungan di daerah hulu Kabupaten Ponorogo yang diberi nama Bendungan Bendo, yang berhasil dibangun pada tahun 2021.



Gambar 1.1 Skema Irigasi Bendungan Bendo (BBWS Bengawan Solo, 2023)

Menurut Peraturan Menteri PUPR No.27/PRT/M/2015, bendungan merupakan konstruksi berupa urugan tanah, urugan batu, atau beton untuk menampung dan menahan air sehingga terbentuk tampungan air yang disebut sebagai waduk. Bendungan berfungsi sebagai upaya pemanfaatan sumber daya air pada waktu yang dibutuhkan serta sebagai pengendalian daya rusak air. Untuk mengoptimalkan pengoperasian dari bendungan, perlu ada sistem Pola Operasi Waduk (POW) untuk memenuhi kebutuhan alokasi air serta diperlukan juga POW dari *early release* yang diperuntukkan untuk mengetahui pola operasi waduk pada kondisi banjir. Bendungan Bendo berhasil dalam meningkatkan suplai air ke beberapa bendung yang berada di hilir bendungan. Akan tetapi, hasil dari studi sebelumnya menyatakan bahwa dengan pelimpah Bendungan Bendo yang tidak berpintu, Bendungan Bendo tidak mampu untuk mengendalikan banjir 25 tahun. Hal ini bisa terjadi karena Bendungan Bendo hanya dirancang untuk menyediakan air pada musim kering saja, tidak untuk mengatasi banjir di hilir bendungan. Oleh karena itu, studi ini akan melakukan kajian untuk melakukan konfirmasi dari kapasitas Sungai Keyang serta menyusun strategi penanganan banjir dengan memanfaatkan fasilitas yang sudah terbangun di Bendungan Bendo, yakni *intake* berbentuk lingkaran dengan diameter 1,2 m.

Dengan menurunkan tinggi muka air di tampungan waduk, maka kapasitas tampungan waduk akan meningkat sehingga daya reduksi banjir dari Bendungan Bendo akan meningkat. Sistem ini disebut dengan sistem *early release* yang sesuai dengan namanya, akan mengeluarkan air terlebih dahulu untuk menyiapkan tampungan sebelum debit banjir datang. Diperlukan waktu yang tidak singkat untuk menurunkan muka air agar kapasitas waduk meningkat. Oleh karena itu akan dimanfaatkan data prediksi curah hujan yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), atau (CLIME).

Akan tetapi, penurunan muka air waduk akan berdampak ke alokasi air. Oleh karena itu dibutuhkan Pola Operasi Waduk yang sudah mempertimbangkan sistem *early release ini*. Pola Operasi Waduk (POW) sendiri memiliki arti “Penampungan aliran air sungai ke dalam sebuah waduk (*reservoir*) dan pelepasan daripada air yang telah ditampung tersebut untuk berbagai tujuan tertentu” (Cahaya Santoso Samosir et al, 2015). Setelah volume air dikeluarkan dari tampungan waduk,

kapasitas dari waduk untuk menyediakan air di musim kering akan jauh berkurang. Studi ini akan melakukan kajian dengan mempertimbangkan solusi yang bisa mengatasi masalah ketersediaan air dan banjir. Apabila harus ada salah satu aspek yang harus dikorbankan, maka akan dilakukan kajian terhadap dampak dari masing-masing kejadian untuk menentukan mana yang memiliki dampak lebih masif terhadap masyarakat.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Skripsi ini bermaksud untuk menyusun Pola Operasi Waduk Bendo dengan mempertimbangkan kebutuhan alokasi air untuk irigasi dan air baku dan kebutuhan penyediaan tampungan sebelum banjir datang (*early release*).

1.2.2 Tujuan

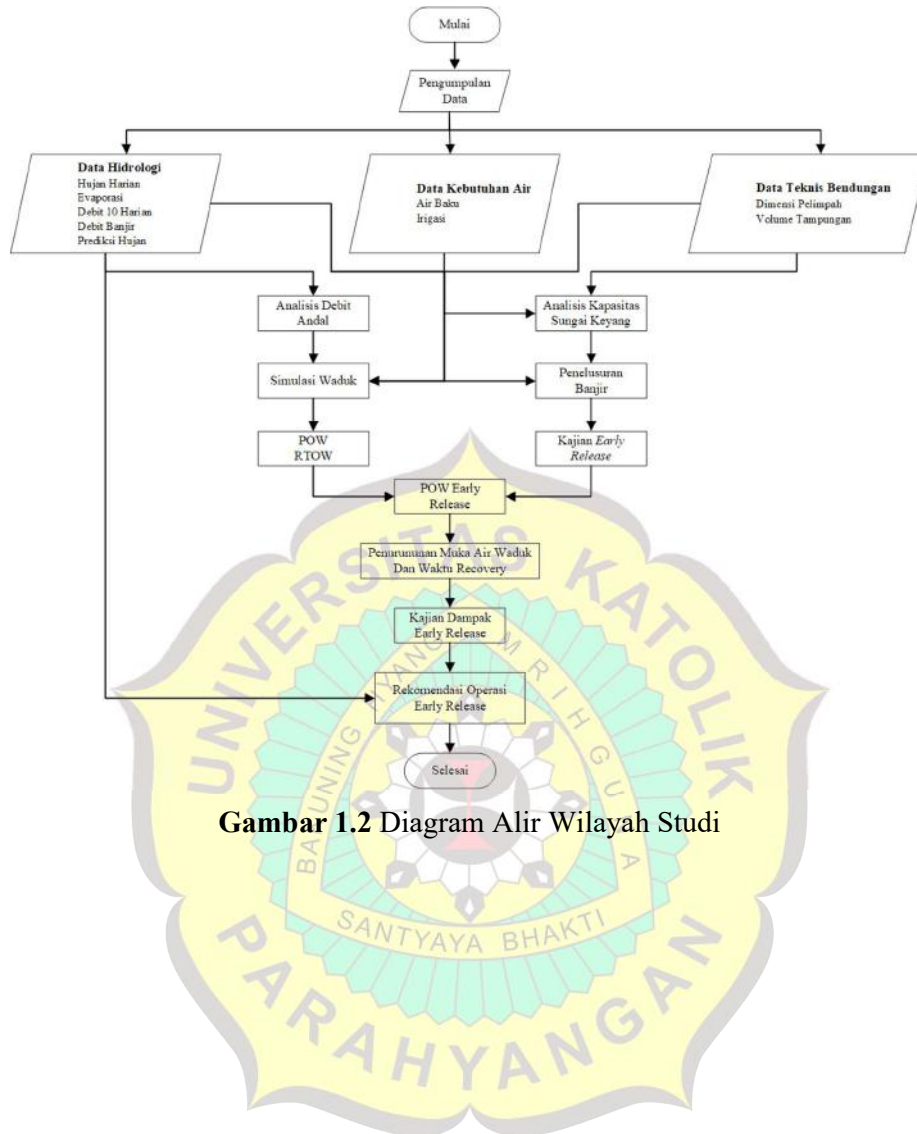
Tujuan studi ini adalah memperoleh Pola Operasi Waduk Bendo yang bisa mengendalikan banjir 25 tahun di hilir Bendungan Bendo sesuai dengan PermenPU 12 tahun 2014, tanpa mengorbankan kemampuan Bendungan Bendo untuk memberikan alokasi air untuk kebutuhan air baku dan irigasi masyarakat.

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dari tugas akhir ini, yakni:

1. Analisis hidrologi terkait debit masuk waduk dan analisis debit banjir pada berbagai periode ulang menggunakan data studi terdahulu.
2. Kebutuhan air irigasi, air baku dan *maintenance flow* menggunakan data studi terdahulu.
3. Analisis banjir dilakukan menggunakan HEC-RAS 1D dengan opsi floodplain-mapping karena keterbatasan data DEM di bantaran sungai yang kurang bagus untuk analisis 2D. Dalam analisis 1D ini, digunakan simulasi *steady flow* karena dalam kajian ini tidak ditinjau luas genangan dan tinggi banjir, hanya untuk menentukan apakah lokasi kajian tersebut mengalami banjir atau tidak. Selain itu, *steady flow* dipilih atas pertimbangan tujuan pemodelan dan stabilitas waktu yang dibutuhkan oleh pemodelan *unsteady flow*.

1.4 Metodologi Penelitian



Gambar 1.2 Diagram Alir Wilayah Studi