

**PEMODELAN POLA OPERASI BENDUNGAN SANGIRAN**

***THE OPERATION PATTERN MODELLING OF  
SANGIRAN RESERVOIR***

**TESIS**

*Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret*



**Disusun Oleh :**

**RIFKI MAULANA**

**S941608019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**2020**

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Pola Operasional Bendungan Sindang Heula Dalam Menghadapi Perubahan Iklim .....	5
2.1.2 Studi Aturan Lepasn Untuk Waduk di Bendungan Pengga Kabupaten Lombok Tengah .....	5
2.1.3 Evaluasi Pola Operasi Waduk Selorejo Akibat Perubahan Iklim di Kabupaten Malang Jawa Timur .....	6
2.1.4 Optimasi Pola Operasi Waduk Sutami Menggunakan Model Pemrograman Linier Kabur ( <i>Fuzzy Linear Programming</i> ).....	6
2.1.5 Evaluasi dan Simulasi Pola Operasi Waduk Tilong Di Kabupaten Kupang .....	7
2.1.6 Simulasi Pola Operasi Waduk Pandanduri dengan Optimasi Faktor K Irigasi 7	7
2.1.7 Optimasi Pola Operasi Waduk Untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Air (Studi Kasus Waduk Wonogiri) .....	8
2.1.8 Analisis kebaruan (Novelty) .....	8
2.2. Landasan Teori Penelitian .....	13

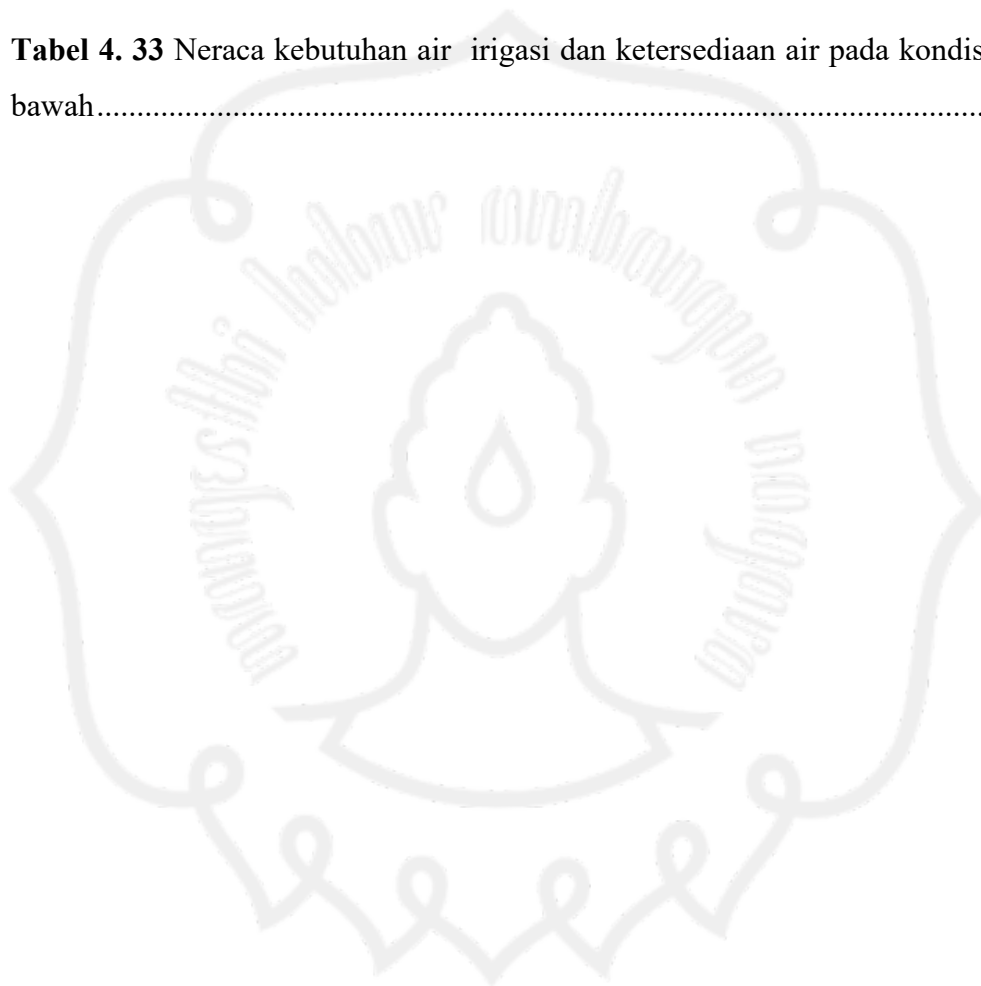
2.2.1	Data Klimatologi.....	13
2.2.2	Data Hujan Harian.....	13
2.2.3	Data Luas DAS .....	14
2.2.4	Data Irigasi.....	14
2.2.5	Data <i>Outflow</i> Bendungan .....	18
2.3.	Kebutuhan Air Irigasi .....	20
2.5.	Analisa Ketersediaan Air.....	21
2.6.	Perhitungan Debit Andalan .....	21
2.7.	Perhitungan <i>Inflow</i> Waduk .....	23
2.8.	Analisa Kebutuhan Air Irigasi.....	25
2.9.	Analisa Kebutuhan <i>Outflow</i> .....	28
2.10.	Kesetimbangan Air.....	29
2.11.	Rumusan Permodelan.....	29
2.12.	Analisa Model.....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
3.2.	Data Penelitian.....	35
3.3.	Cara Pengumpulan Data .....	35
3.4.	Tahapan Penelitian .....	35
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Pola Operasi Rencana Waduk Sangiran .....	41
4.1.1	Rencana Pola Operasi Waduk.....	41
4.1.2	Pengaturan Elevasi Muka Air Waduk Sangiran.....	42
4.2	Analisa Realisasi Pola Operasi .....	42
4.2.1	Pola Operasi Eksisting .....	42
4.2.2	Debit Keluaran ( <i>Outflow</i> ) Bendungan Sangiran Kondisi Eksisting...46	
4.2.3	Analisis Hidrologi.....	48
4.2.4	Data Hidrologi.....	48
4.2.2	Curah Hujan .....	48
4.2.3	Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	49
4.2.4	Uji Konsistensi Data .....	52
4.2.5	Uji Outlier Inlier.....	54

4.2.6	Analisis Curah Hujan Maksimum (PMP) dan Banjir Maksimum Boleh Jadi (PMF).....	55
4.2.7	Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rancangan .....	61
4.2.8	Perhitungan Curah Hujan Rancangan .....	61
4.7	Analisi Ketersediaan Air .....	62
4.8.1	Ketersediaan Air.....	62
4.8.2	Debit Masuk ( <i>Inflow</i> ) Bendungan.....	63
4.8.2.1	Data Debit .....	64
4.8.2.2	Transformasi Data Curah Hujan .....	64
4.8.3	Debit Air masuk ( <i>inflow</i> ) Bendungan Sangiran.....	64
4.9	Analisis Kebutuhan Air .....	73
4.9.1.	Debit Keluar ( <i>Outflow</i> ) Bendungan .....	73
4.9.2	Evapotranspirasi.....	73
4.9.3	Kebutuhan Air Irigasi.....	74
4.9.4	Kebutuhan Air di Sawah .....	75
4.9.5	Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan .....	75
4.9.6	Kebutuhan Air Tanaman (ETc).....	76
4.9.7	Penggantian Lapisan Tanah .....	76
4.9.8	Perkolasi.....	76
4.9.9	Curah Hujan Efektif.....	77
4.9.10	Effisiensi Irigasi .....	77
4.9.11	Kebutuhan Air Irigasi Bendungan Sangiran .....	77
4.9.12	Kebutuhan Air Untuk Pemeliharaan Sungai .....	81
4.10.	Simulasi Pola Operasi Waduk Sangiran.....	82
4.10.1.	Tampungan Efektif Waduk.....	82
4.10.1.1.	Simulasi Tampungan.....	82
4.10.1.2.	Simulasi Operasi Tampungan .....	82
4.11.	Neraca Air.....	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		95
5.1.	Kesimpulan.....	95
5.2.	Saran .....	96

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Novelty Penelitian.....	9
<b>Tabel 2. 2</b> Klasifikasi jaringan irigasi .....	17
<b>Tabel 4. 1</b> Elevasi Pola Operasi Waduk Sangiran .....	42
<b>Tabel 4. 2</b> Pengaturan Elevasi Muka Air Waduk Sangiran .....	42
<b>Tabel 4. 3</b> Debit pengeluaran (outflow) Bendungan Sangiran .....	47
<b>Tabel 4. 4</b> Data curah hujan maksimum Bendungan Sangiran.....	49
<b>Tabel 4. 5</b> Nilai syarat uji konsistensi data .....	52
<b>Tabel 4. 6</b> Perhitungan konsistensi data dengan metode Rescaled Adjusted Partial Sum (RAPS) Bendungan Sangiran.....	53
<b>Tabel 4. 7</b> Perhitungan uji inlier outlier Bendungan Sangiran.....	54
<b>Tabel 4. 8</b> Distribusi curah hujan rancangan log pearson tipe III.....	61
<b>Tabel 4. 9</b> Curah hujan rancangan Bendungan Sangiran.....	62
<b>Tabel 4. 21</b> Curah hujan 15 harian Bendungan Sangiran tahun 2003 – 2019 .....	67
<b>Tabel 4. 22</b> Hari hujan Bendungan Sangiran tahun 2003 – 2019 .....	68
<b>Tabel 4. 23</b> Perhitungan Evapotranspirasi Potensial dengan Metode Penman Modifikasi Untuk Bendungan Sangiran .....	69
<b>Tabel 4. 24</b> Rekapitulasi Debit Andalan Tahun 2003 – 2019 dengan metode F.J Mock untuk Bendungan Sangiran .....	70
<b>Tabel 4. 25</b> Debit Andalan Bulanan Batas Bawah, Normal dan Batas Atas dengan metode F.J Mock untuk Bendungan Sangiran.....	71
<b>Tabel 4. 26</b> Curah Hujan Andalan R80 Bendungan Sangiran Tahun 2003 – 2019 .....	78

<b>Tabel 4. 27</b> Curah Hujan Efektif Padi dan Palawija Bendungan Sangiran.....	79
<b>Tabel 4. 28</b> Kebutuhan Air Irigasi Bendungan Sangiran.....	80
<b>Tabel 4. 29</b> Simulasi pola operasi Waduk Sangiran kondisi batas bawah.....	83
<b>Tabel 4. 30</b> Simulasi pola operasi Waduk Sangiran kondisi batas normal.....	85
<b>Tabel 4. 31</b> Simulasi pola operasi Waduk Sangiran kondisi batas atas .....	87
<b>Tabel 4. 32</b> Rekapitulasi Pola Operasi Waduk Sangiran .....	89
<b>Tabel 4. 33</b> Neraca kebutuhan air irigasi dan ketersediaan air pada kondisi batas bawah.....	93



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Lokasi Waduk Sangiran .....	2
<b>Gambar 3. 1</b> Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	38
<b>Gambar 4. 1</b> Pola Operasi Aktual Bendungan Sangiran Tahun 2016.....	43
<b>Gambar 4. 2</b> Pola Operasi Aktual Bendungan Sangiran Tahun 2017.....	43
<b>Gambar 4. 3</b> Pola Operasi Aktual Bendungan Sangiran Tahun 2018.....	44
<b>Gambar 4. 4</b> Rencana dan Realisasi Pola Operasi Waduk Sangiran Tahun 2016 .....	45
<b>Gambar 4. 5</b> Rencana dan Realisasi Pola Operasi Waduk Sangiran Tahun 2017	45
<b>Gambar 4. 6</b> Rencana dan Realisasi Pola Operasi Waduk Sangiran Tahun 2018	46
<b>Gambar 4. 7</b> Peta DAS Sangiran.....	51
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik Faktor Penyesuaian Simpangan Baku Terhadap Pengamatan Maksimum Boleh Jadi (PMP) .....	57
<b>Gambar 4. 9</b> Grafik Faktor Penyesuaian Rata-rata dan Simpangan Baku Terhadap Panjang Pengamatan Data .....	57
<b>Gambar 4. 10</b> Faktor Penyesuaian Rata-rata dan Simpangan Baku Terhadap Pengamatan Maksimum .....	58
<b>Gambar 4. 11</b> Grafik Menentukan Harga Km.....	58
<b>Gambar 4. 12</b> Grafik Faktor Reduksi Wilayah Hujan Titik Untuk Hujan Badai.	59
<b>Gambar 4. 13</b> Peta Isohyet untuk Bendungan Sangiran.....	60
<b>Gambar 4. 25</b> Diagram Alir Perhitungan Debit Air Masuk ke Bendungan.....	63
<b>Gambar 4. 26</b> Grafik Debit Andalan Bulanan Batas Bawah, Normal dan Batas Atas .....	72
<b>Gambar 4. 27</b> Grafik Pola Operasi Waduk Sangiran Kondisi Batas Bawah .....	84
<b>Gambar 4. 28</b> Grafik Pola Operasi Waduk Sangiran Kondisi Batas Bawah .....	86

**Gambar 4. 29** Grafik Pola Operasi Waduk Sangiran Kondisi Batas Atas .....88

**Gambar 4. 30** Grafik Rekapitulasi Pola Operasi Waduk Sangiran .....90

