

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur tiada henti terucap kehadirat Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW, karena atas taufik, rahmat dan hidayah-Nya skripsi yang berjudul **“OPTIMASI RULE CURVE OPERASI WADUK PENGGA DENGAN ALGORITMA GENETIK”** dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam penggerjaan tugas ini masih banyak kekurangan sehingga skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penyusun.

Dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu dan Ayah tercinta atas perhatian dan kasih sayang kalian serta motivasi yang tak henti-hentinya dalam mendukung studi ini.
2. Ir. Moch. Sholichin, MT., Ph. D. selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan.
3. Dr. Ir. Widandi Soetopo, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang memberikan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ir. Heri Suprijanto, MS. selaku dosen pembimbing yang memberikan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Dr.Eng. Andre Primantyo H, ST., MT. selaku dosen penguji yang memberikan saran yang sangat penting dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Dr.Eng. Donny Harisuseno, ST., MT. selaku dosen penguji yang memberikan saran yang sangat penting dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan WRE '10.

Akhir kata penyusun mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif guna kesempurnaan tugas ini, serta penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Malang, September 2014

Penyusun

**DAFTAR ISI****RINGKASAN**

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
-----------------------------	---

<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
-------------------------	----

<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
---------------------------	---

<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
----------------------------	-----

<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
------------------------------	------

**BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Rumusan Masalah .....	3
1.5. Tujuan dan Manfaat.....	3

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Umum.....	4
2.1.1. Ciri Fisik Waduk .....	4
2.1.2. Lengkung Kapasitas Waduk.....	5
2.2. Distribusi curah hujan wilayah/daerah ( <i>regional distribution</i> ) .....	6
2.3. Debit Andalan Metode DR. FJ.MOCK.....	8
2.4. Operasi dan Pola Operasi Waduk.....	14
2.4.1. Simulasi .....	14
2.4.2. Pendekatan Operasi Waduk.....	16
2.4.3. Kegagalan dan Keandalan Waduk.....	16
2.5. Pedoman Lepasan Pola Operasi Waduk ( <i>Rule Curve</i> ) .....	17
2.6. Model Hidrologi Matematik.....	18
2.6.1. Umum .....	18
2.6.2. Perbedaan Model Deterministik dan Stokastik .....	19
2.7. Model Optimasi Secara Umum .....	19
2.8. Optimasi dengan Algoritma Genetik (AG) .....	20
2.9. Bahasa Pemrograman Untuk Simulasi Stokastik .....	21

**BAB III Metodologi Penelitian**

3.1. Kajian Umum Daerah Studi .....	23
3.1.1. Tinjauan Administratif dan Geografis .....	23

3.1.2. Tinjauan Sosial Ekonomi Masyarakat .....	26
3.1.3. Kondisi Iklim dan Curah Hujan.....	27
3.2. Pengumpulan Data Untuk Studi .....	27
3.3. Data Teknis Waduk Pengga .....	28
3.4. Tahapan Studi dan Metode Pengolahan Data.....	29
3.4.1. Perhitungan Hidrologi .....	30
3.4.2. Rumusan Metode Algoritma Genetik.....	32
3.4.3. Model Optimasi <i>Rule Curve</i> Dengan Algoritma Genetik .....	34
3.4.4. Tahapan Pengerjaan Skripsi .....	35
<b>BAB IV Analisa dan Pembahasan</b>	
4.1. Analisa Data Curah Hujan.....	36
4.1.1. Umum .....	36
4.1.2. Data Hujan .....	36
4.1.3. Curah Hujan Andalan .....	41
4.1.4. Curah Hujan Efektif.....	41
4.2. Analisa Evapotranspirasi .....	43
4.3. Analaisa Kebutuhan Air Irigasi .....	46
4.3.1. Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan.....	46
4.3.2. Pola Tata Tanam Eksisting .....	48
4.4. Data Inflow Waduk Pengga .....	52
4.4.1. Analisa Debit Aliran Rendah Dengan Metode FJ. Mock .....	52
4.4.2. Data Debit Dari Limpasan Bendungan Batujai .....	58
4.5. Pengujian Statistik Rangkaian Data Debit Inflow.....	61
4.5.1. Uji Ketidakadaan <i>Trend</i> Rangkaian Data Debit Inflow .....	61
4.5.2. Uji Stasioner Rangkaian Data Debit Inflow .....	64
4.6. Skenario Pola Debit Inflow Waduk Pengga .....	67
4.7. Rumusan <i>Rule Curve</i> Operasi Waduk Pengga .....	72
4.8. Model Simulasi Algoritma Genetik .....	75
4.9. Model Optimasi <i>Rule Curve</i> Waduk Pengga Dengan Algoritma Genetik .....	78
4.9.1. Proses Inisialisasi Pada Algoritma Genetik.....	78
4.9.2. Proses Perbaikan Pada Algoritma Genetik.....	84
4.10. Tipikal <i>Rule Curve</i> Dari Waduk Pengga Berdasarkan Skenario Pola Debit Inflow .....	87
4.10.1. Tipikal <i>Rule Curve</i> Skenario Tahun Basah .....	87

4.10.1.1. Intensitas Tanam <i>Rule Curve</i> Tahun Basah .....	90
4.10.1.2. Rerata Pemenuhan Kebutuhan Irigasi Tiap Musim Tanam Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Basah.....	91
4.10.1.3. Kebutuhan Air Irigasi Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Basah.....	92
4.10.2. Tipikal <i>Rule Curve</i> Skenario Tahun Normal .....	93
4.10.2.1. Intensitas Tanam <i>Rule Curve</i> Tahun Normal.....	96
4.10.2.2. Rerata Pemenuhan Kebutuhan Irigasi Tiap Musim Tanam Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Normal .....	97
4.10.2.3. Kebutuhan Air Irigasi Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Normal .....	98
4.10.3. Tipikal <i>Rule Curve</i> Skenario Tahun Kering .....	99
4.10.3.1. Intensitas Tanam <i>Rule Curve</i> Tahun Kering.....	102
4.10.3.2. Rerata Pemenuhan Kebutuhan Irigasi Tiap Musim Tanam Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Kering .....	103
4.10.3.3. Kebutuhan Air Irigasi Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Kering .....	104
<b>BAB V Penutup</b>	
5.1. Kesimpulan.....	105
5.2. Saran .....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	ix



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1.	Besarnya Debit Untuk Berbagai Keperluan .....	8
Tabel 2.2.	Perbedaan Model Deterministik dan Skokastik.....	19
Tabel 3.1.	Data – data Optimasi <i>Rule Curve</i> Operasi Waduk .....	27
Tabel 3.2.	Tahapan Studi dan Metode Pengolahan Data.....	29
Tabel 4.1.	Luasan <i>Poligon Thiessen</i> .....	38
Tabel 4.2.	Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah Dengan <i>Poligon Thiessen</i> Tahun 2000 .....	38
Tabel 4.3.	Curah Hujan Rerata Dearah DAS Pengga .....	40
Tabel 4.4.	Curah Hujan Andalan DAS Pengga .....	41
Tabel 4.5.	Curah Huajn Efektif.....	42
Tabel 4.6.	Analisa Evapotranspirasi Metode Penmann Modifikasi .....	44
Tabel 4.7.	Kebutuhan Air Untuk penyiapan Lahan .....	47
Tabel 4.8.	Pola Tata Tanam Eksisting DI Pengga .....	48
Tabel 4.9.	Kebutuhan Air Baku dan Kebutuhan Air Irrigasi Untuk Optimasi .....	51
Tabel 4.10.	Perhitungan Debit Aliran Rendah Dari Daerah Aliran Sungai Pengga Dengan Metode FJ. Mock Tahun 2000 .....	53
Tabel 4.11.	Rekapitulasi Debit Aliran Rendah Dari Daerah Aliran Sungai Pengga Dengan Metode FJ.Mock dari tahun 2000-2010 .....	56
Tabel 4.12.	Data Debit Dari Limpasan Bendungan Batujai .....	59
Tabel 4.13.	Data Inflow Waduk Pengga.....	60
Tabel 4.14.	Data Debit Inflow Rerata Tahunan Waduk Pengga .....	61
Tabel 4.15.	Analisa Korelasi Peringkat Spearman .....	62
Tabel 4.16.	Pengelompokkan Data Untuk Uji Stasioner.....	65
Tabel 4.17.	Debit Inflow Rerata Tahunan Diurutkan Sepanjang Tahun .....	67
Tabel 4.18.	Debit Inflow Rerata Tahunan Dengan Presentasi Waktu Terlampaui .	68
Tabel 4.19.	Pengelompokkan Pola Debit Inflow Tahunan .....	69
Tabel 4.20.	Hasil Perhitungan Debit Yang Mewakili Jenis Musim Dalam Tahun..	70
Tabel 4.21.	Operasi Waduk Pengga Menurut <i>Rule Curve</i> .....	73
Tabel 4.22.	Inisialisasi Generasi <i>Rule Curve</i> .....	79
Tabel 4.23.	Populasi <i>Rule Curve</i> Sejumlah 120 Dari Hasil Kombinasi Antar Generasi <i>Rule Curve</i> .....	82



Tabel 4.24. Populasi <i>Rule Curve</i> Sejumlah 120 Dari Hasil Kombinasi Antar Generasi <i>Rule Curve</i> .....	84
Tabel 4.25. Hasil Perbaikan Yang Terpilih Menjadi Genrasi <i>Rule Curve</i> Berikutnya .....	85
Tabel 4.26. Generasi <i>Rule Curve</i> Homogen Dari Hasil Optimasi Algoritma Genetik. ....	86
Tabel 4.27. Lepasan Berdasarkan <i>Rule Curve</i> Tahun Basah .....	87
Tabel 4.28. Simulasi Operasi Waduk Pengga Menurut <i>Rule Curve</i> Tahun Basah Tahun 2000 .....	89
Tabel 4.29. Sistem Tanpa Golongan Kebutuhan Air DI Pengga Berdasarkan Pola Tata Tanam Eksisting <i>Rule Curve</i> Tahun Basah Tahun 2000 .....	90
Tabel 4.30. Rerata Pemenuhan Kebutuhan Irigasi Tiap Musim Tanam Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Basah Tahun 2000 .....	91
Tabel 4.31. Hasil Perhitungan Kebutuhan Irigasi Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Basah Tahun 2000 .....	92
Tabel 4.32. Lepasan Berdasarkan <i>Rule Curve</i> Tahun Normal.....	93
Tabel 4.33. Simulasi Operasi Waduk Pengga Menurut <i>Rule Curve</i> Tahun Normal Tahun 2002 .....	95
Tabel 4.34. Sistem Tanpa Golongan Kebutuhan Air DI Pengga Berdasarkan Pola Tata Tanam Eksisting <i>Rule Curve</i> Tahun Normal Tahun 2002.....	96
Tabel 4.35. Rerata Pemenuhan Kebutuhan Irigasi Tiap Musim Tanam Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Normal Tahun 2002.....	97
Tabel 4.36. Hasil Perhitungan Kebutuhan Irigasi Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Normal Tahun 2002 .....	98
Tabel 4.37. Lepasan Berdasarkan <i>Rule Curve</i> Tahun Kering.....	99
Tabel 4.38. Simulasi Operasi Waduk Pengga Menurut <i>Rule Curve</i> Tahun Kering Tahun 2005 .....	101
Tabel 4.39. Sistem Tanpa Golongan Kebutuhan Air DI Pengga Berdasarkan Pola Tata Tanam Eksisting <i>Rule Curve</i> Tahun Kering Tahun 2005.....	102
Tabel 4.40. Rerata Pemenuhan Kebutuhan Irigasi Tiap Musim Tanam Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Kering Tahun 2005 .....	103
Tabel 4.41. Hasil Perhitungan Kebutuhan Irigasi Pada <i>Rule Curve</i> Tahun Kering Tahun 2005 .....	104



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1.	Macam Zona Tampungan Waduk .....	5
Gambar 2.2.	Lengkung kapasitas waduk.....	6
Gambar 2.3.	Pembagian Daerah Metode Thiessen dan Cara Isohiet.....	7
Gambar 2.4.	Model Simulasi .....	15
Gambar 2.5.	Alternatif Solusi .....	19
Gambar 2.6.	Kromosom sebagai Alternatif Solusi .....	20
Gambar 3.1.	Waduk Pengga hasil pencitraan .....	23
Gambar 3.2.	Lokasi Waduk Pengga.....	24
Gambar 3.3.	Sketsa DAS Batujai dan DAS Pengga .....	24
Gambar 3.4.	Peta Topografi Lokasi Studi .....	26
Gambar 3.5.	Peta Administratif Lokasi Studi .....	26
Gambar 3.6.	Diagram Alir perhitungan <i>Low Flow</i> dengan <i>FJ. Mock</i> .....	31
Gambar 3.7.	Diagram Alir Rumusan Metode Algoritma Genetik.....	33
Gambar 3.8.	Diagram Alir Model Optimasi <i>Rule Curve</i> Dengan Algoritma Genetik ....	34
Gambar 3.9.	Diagram Alir Pengerjaan Skripsi.....	35
Gambar 4.1.	Sebaran Stasiun Hujan Pada DAS Pengga .....	37
Gambar 4.2.	<i>Poligon Thiessen</i> 3 Stasiun Penakar Hujan .....	37
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Antara Curah Hujan Rerata Daerah DAS Pengga dan Debit Aliran Rendah Dari Perhitungan Metode FJ. Mock .....	57
Gambar 4.4.	Pola Rangkaian Data Debit Inflow Waduk Pengga Tahun 200-2010.....	64
Gambar 4.5.	Grafik Debit Inflow Rerata Tahun 2000-2010 .....	69
Gambar 4.6.	Grafik Debit Yang Masuk Ke Waduk Pengga Berdasarkan Jenis Musim Dalam Tahun .....	71
Gambar 4.7.	Kromosom Sebagai Variabel Tampungan Waduk .....	75
Gambar 4.8.	Kumpulan Variabel Tampungan Waduk .....	76
Gambar 4.9.	Generasi Turunan Dari Kumpulan Variabel Tampungan Waduk .....	76
Gambar 4.10.	<i>Rule Curve</i> Batas Bawah .....	88
Gambar 4.11.	<i>Rule Curve</i> Tahun Basah .....	91
Gambar 4.12.	Grafik Neraca Air <i>Rule Curve</i> Tahun Basah .....	94
Gambar 4.13.	<i>Rule Curve</i> Tahun Normal.....	96
Gambar 4.14.	Grafik Neraca Air <i>Rule Curve</i> Tahun Normal .....	99
Gambar 4.15.	<i>Rule Curve</i> Tahun Kering.....	101
Gambar 4.16.	Grafik Neraca Air <i>Rule Curve</i> Tahun Kering .....	104

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Data Dan Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah 2001-2010	107-117
Lampiran 2.	Data-data Klimatologi	118-121
Lampiran 3.	Debit Aliran Rendah Metode FJ. Mock 2001-2010	122-132
Lampiran 4.	Simulasi Operasi Waduk Menurut <i>Rule Curve</i> Untuk Semua Tahun Dari Tahun 2000-2010.....	133-144

