

**STUDI POLA OPERASI WADUK
(Studi Kasus Waduk Randugunting, Kabupaten Blora)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh :

**JUNARIO VITO ARDANA
SATRIO SINUNG NUGROHO**

**NIM: 16.B1.0050
NIM: 16.B1.0113**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
Oktober 2020**

STUDI POLA OPERASI WADUK
(Studi Kasus Waduk Randugunting, Kabupaten Blora)

Oleh :

JUNARIO VITO ARDANA NIM: 16.B1.0050
SATRIO SINUNG NUGROHO NIM: 16.B1.0113

Telaah diperiksa dan disetujui

Tanggal 22 Oktober 2020 Tanggal 22 Oktober 2020

 22/10/20

Dosen Pembimbing I
(Ir. Budi Santosa, M.T)



Dosen Pembimbing II
(Daniel Hartanto, ST., MT)

Mengetahui, 22 Oktober 2020


Dekan Fakultas Teknik
Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT.)


UNIVERSITAS KATOLIK
BOGORIA PRANATA
FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata No. 0047/SK.Rek/X/2013 perihal Pernyataan Keaslian Skripsi, Tugas Akhir dan Tesis, maka yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Junario Vito Ardana NIM : 16.B1.0050

Nama : Satrio Sinung Nugroho NIM : 16.B1.0113

Sebagai penulis tugas akhir yang berjudul:

Studi Pola Operasi Waduk (Studi Kasus Waduk Randugunting, Kabupaten Blora)

Menyatakan bahwa tugas akhir merupakan karya akademik yang ditulis oleh penulis, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi lain atau diterbitkan oleh orang lain. Secara tertulis, semua rujukan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ditulis dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini terdapat sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka penulis menyatakan sanggup menerima segala akibatnya sesuai dengan hukuman dan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata, dan atau peraturan serta perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 20 Oktober 2020



Junario Vito Ardana
16.B1.0050



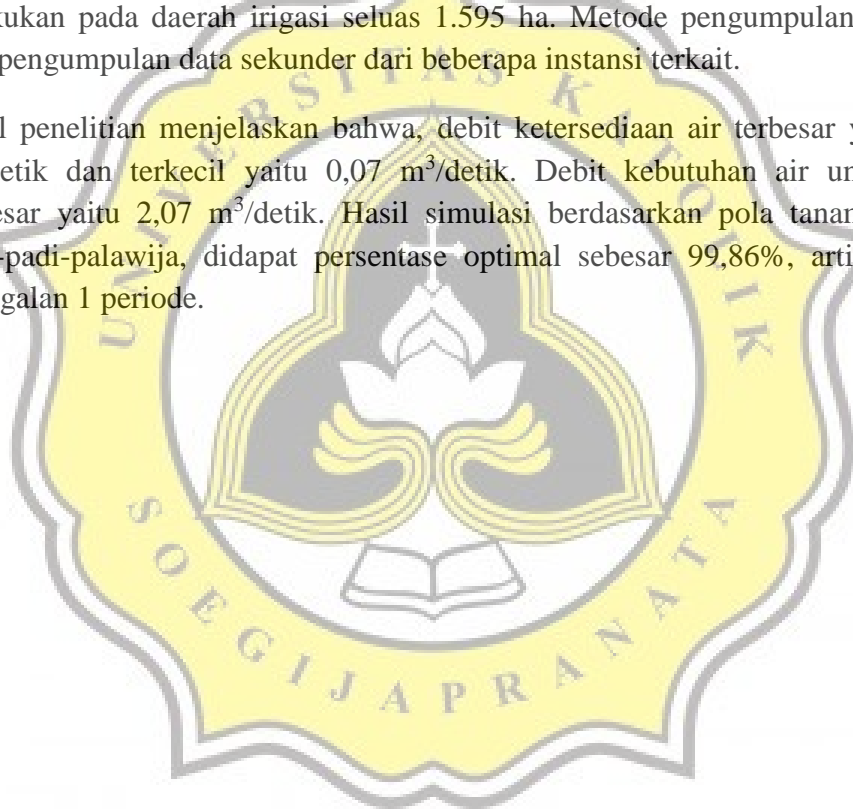
Satrio Sinung Nugroho
16.B1.0113

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar debit ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai Randugunting, menganalisis besar debit kebutuhan air untuk irigasi pada Daerah Irigasi Kedungsapen dan melakukan simulasi menggunakan pola tanam eksisting sehingga didapat pola tanam yang optimal.

Analisis penelitian ini dilakukan menggunakan metode dari FJ. Mock untuk analisis debit ketersediaan, metode dari Thomas-Fiering untuk memperpanjang data dan metode dari Penman-Monteith untuk analisis klimatologi. Penelitian ini dilakukan pada daerah irigasi seluas 1.595 ha. Metode pengumpulan data yaitu dari pengumpulan data sekunder dari beberapa instansi terkait.

Hasil penelitian menjelaskan bahwa, debit ketersediaan air terbesar yaitu 33,67 m³/detik dan terkecil yaitu 0,07 m³/detik. Debit kebutuhan air untuk irigasi terbesar yaitu 2,07 m³/detik. Hasil simulasi berdasarkan pola tanam eksisting padi-padi-palawija, didapat persentase optimal sebesar 99,86%, artinya terjadi kegagalan 1 periode.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Studi Pola Operasi Waduk (Studi Kasus Waduk Randugunting, Kabupaten Blora)** dapat diselesaikan dengan baik.

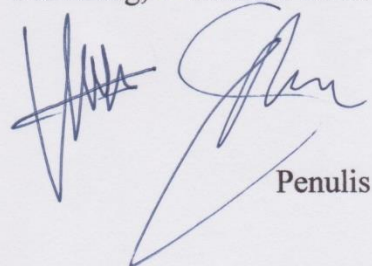
Penyusunan penelitian ini bertujuan untuk memenuhi kewajiban mata kuliah Tugas Akhir yang dilaksanakan pada semester 8. Selain itu, Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan mahasiswa mengenai ilmu Teknik Sipil sehingga bisa mengetahui pelaksanaan pada lapangan.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak karena atas bimbingan dan saran untuk penyusunan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Slamet Riyadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
2. Bapak Daniel Hartanto, ST. M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang dan pembimbing selama proses penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Budi Santosa, M.T., selaku dosen pembimbing selama proses penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Daniel Hartanto, ST. M.T., selaku dosen pembimbing selama proses penyusunan proposal tugas akhir.
5. Teman-teman Teknik Sipil dari semua angkatan atas segala dukungannya dan bimbingannya.

Demikian halnya Tugas Akhir ini, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 20 Oktober 2020.



Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Junario Vito Ardana
: Satrio Sinung Nugroho
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“Studi Pola Operasi Waduk (Studi Kasus Waduk Randugunting, Kabupaten Blora)”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

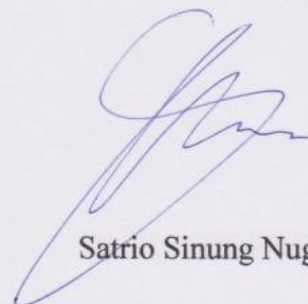
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 20 Oktober 2020

Yang menyatakan



Junario Vito Ardana

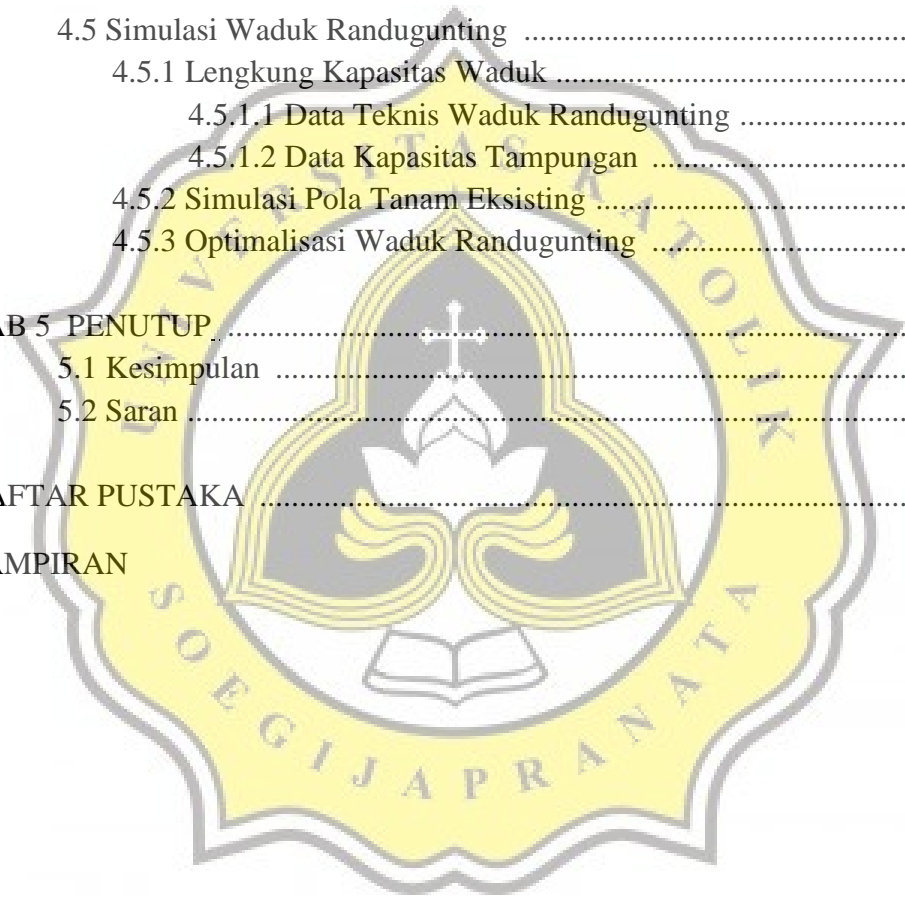


Satrio Sinung Nugroho

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.5 Diskripsi Lokasi Studi	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Waduk	4
2.2 Analisis Ketersediaan Air	11
2.2.1 Curah Hujan Kawasan	11
2.2.2 Analisis Klimatologi	13
2.2.3 Debit Aliran Sungai	18
2.3 Analisis Kebutuhan Air Irigasi	25
2.4 Pola Operasi Waduk	30
2.5 Penelitian Terdahulu	34
BAB 3 METODE PENELITIAN	36
3.1 Uraian Umum	36
3.2 Studi Literatur	37
3.3 Pengumpulan Data Sekunder	38
3.4 Pengolahan Data	39
3.5 Simulasi Pengoperasian Waduk	41
BAB 4 ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR	43
4.1 Uraian Umum	43
4.2 Analisis Ketersediaan Air	43
4.2.1 Analisis Hidrologi	44
4.2.1.1 Analisis Daerah Aliran Sungai Randugunting	44

4.2.1.2 Analisis Curah Hujan Kawasan	46
4.2.2 Analisis Klimatologi	50
4.2.3 Analisis Debit Ketersediaan Air Metode FJ. Mock	58
4.2.4 Analisis Bangkitan Data Debit <i>Inflow</i>	66
4.3 Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pola Tanam Eksisting	75
4.3.1 Perhitungan Curah Hujan Efektif	77
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Air Penyimpanan Lahan	81
4.3.3 Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Tanaman	83
4.4 Neraca Debit Air	88
4.5 Simulasi Waduk Randugunting	90
4.5.1 Lengkung Kapasitas Waduk	90
4.5.1.1 Data Teknis Waduk Randugunting	90
4.5.1.2 Data Kapasitas Tampungan	91
4.5.2 Simulasi Pola Tanam Eksisting	95
4.5.3 Optimalisasi Waduk Randugunting	101
BAB 5 PENUTUP	109
5.1 Kesimpulan	109
5.2 Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Waduk Randugunting	3
Gambar 2.1	Tubuh Bendung Saguling	5
Gambar 2.2	Pintu Pengambilan	5
Gambar 2.3	Pintu Penguras	6
Gambar 2.4	Kantong Lumpur	6
Gambar 2.5	Peredam Energi	7
Gambar 2.6	Mercu Tipe Bulat	9
Gambar 2.7	Mercu Tipe Ogee	9
Gambar 2.8	Mercu Tipe Vlughter	10
Gambar 2.9	Pembagian bobot dengan Metode <i>Polygon Thiessen</i>	12
Gambar 2.10	Lengkung Kapasitas Waduk	31
Gambar 2.11	Model Simulasi	32
Gambar 3.1	Alir Penelitian	37
Gambar 3.2	Alir Pengerjaan dan Pengolahan Data	42
Gambar 4.1	Peta DAS Randugunting	44
Gambar 4.2	<i>Polygon Thiessen</i> DAS Randugunting	45
Gambar 4.3	Grafik Curah Hujan Kawasan 2010-2019	49
Gambar 4.4	Lokasi Stasiun Klimatologi Tempuran	53
Gambar 4.5	Grafik Evapotranspirasi Tahun 2011-2014	57
Gambar 4.6	Kondisi Tata Guna Lahan DAS Randugunting	58
Gambar 4.7	Grafik Debit Ketersediaan Air Tahun 2010-2019	65
Gambar 4.8	Grafik Bangkitan Debit <i>Inflow</i>	74
Gambar 4.9	Skema Irigasi DI Kedungsapen	76
Gambar 4.10	Grafik Hasil <i>Trendline</i> pada Bulan Januari	79
Gambar 4.11	Grafik kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Pola Tanam Eksisting	87
Gambar 4.12	Neraca Debit Ketersediaan Air (Q80%) dan Kebutuhan Air Irigasi	89
Gambar 4.13	Kurva Lengkung Kapasitas Waduk Randugunting	93
Gambar 4.14	Potongan Melintang Tubuh Bendungan Randugunting	94
Gambar 4.15	Grafik Elevasi Muka Air di Volume Tampungan Efektif	100
Gambar 4.16	Grafik Persentase Gagal Alternatif Awal Masa Tanam	105
Gambar 4.17	Grafik Hubungan Persentase Gagal Awal Masa Tanam Pertama (Desember-02) dan Penambahan Luas DI	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien K_a dan K_p	8
Tabel 2.2	Nilai Radiasi <i>Terrestrial</i> (R_a)	16
Tabel 2.3	Angka Koreksi Penman (C)	18
Tabel 2.4	Persentase Lahan Tidak Tertutup Vegetasi (m)	19
Tabel 2.5	Nilai SMC Berdasarkan Tipe Tanaman dan Tanah	20
Tabel 2.6	Nilai Perkolasi	26
Tabel 2.7	Koefisien Tanaman (K_c)	26
Tabel 4.1	Koordinat Stasiun Hujan DAS Randugunting	44
Tabel 4.2	Contoh Form Data Hujan Harian Stasiun Todanan Tahun 2017	46
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Curah Hujan Kawasan 2010-2019	48
Tabel 4.4	Data Klimatologi 2011-2014 Stasiun Tempuran	50
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Tahun 2014	56
Tabel 4.6	Rata-Rata Evapotranspirasi (2011-2014)	57
Tabel 4.7	Analisis Nilai Persentase Lahan Tidak Tertutup Vegetasi (m)	59
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Debit Ketersediaan Air Bulanan Tahun 2010	62
Tabel 4.9	Rekap Debit Ketersediaan Air Tahun 2010-2019	64
Tabel 4.10	Perhitungan Koefisien Korelasi (r_j)	67
Tabel 4.11	Perhitungan Koefisien Regresi (b_j)	67
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Parameter Statistik	68
Tabel 4.13	Bilangan Random (t_i) Tahun ke 1-20	69
Tabel 4.14	Debit Ketersediaan Air (2010-2019) dan Bangkitan Debit <i>Inflow</i> (2020-2039)	72
Tabel 4.15	Data Hujan 15 Harian DAS Randugunting Tahun 2010-2019	77
Tabel 4.16	Data Curah Hujan 15 Harian Sebelum dan Sesudah Diurutkan ..	78
Tabel 4.17	Probabilitas dan Data Hujan Bulan Januari	79
Tabel 4.18	Rekap Nilai Curah Hujan Efektif (R_{80})	80
Tabel 4.19	Curah Hujan Efektif Tanaman Padi (Re_{padi})	80
Tabel 4.20	Curah Hujan Efektif Tanaman Palawija ($Re_{palawija}$)	81
Tabel 4.21	Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan	83
Tabel 4.22	Kebutuhan Air Irigasi	86
Tabel 4.23	Perhitungan Debit Andalan (Q80%)	88
Tabel 4.24	Lengkung Kapasitas Waduk Randugunting	92
Tabel 4.25	Hasil Simulasi Pola Tanam Eksisting Tahun 2010	97
Tabel 4.26	Persentase Periode Terlayani Tahun 2010-2039	98
Tabel 4.27	Elevasi Muka Air Tampungan Tahun 2010-2019	99
Tabel 4.28	Rekap Kebutuhan Air Irigasi Masa Tanam Alternatif	101
Tabel 4.29	Hasil Simulasi Awal Masa Tanam Pertama	103
Tabel 4.30	Persentase Periode Terlayani Tahun 2010-2039	104
Tabel 4.31	Kebutuhan Air Irigasi (Optimalisasi)	106
Tabel 4.32	Persentase Optimalisasi Awal Masa Tanam Pertama (Desember- 02)	107

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
KP	Kriteria Perencana	4
DPU	Dinas Pekerjaan Umum	6
DAS	Daerah Aliran Sungai	12
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air	22
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>	26
USDA-SCS	<i>Department of Agriculture - Soil Conservation Service</i>	30

Lambang	Nama	Satuan	
Be	Lebar efektif mercu	m	8
B	Lebar riil mercu	m	8
n	Jumlah pilar	buah	8
Kp	Koef. Kontraksi pilar		8
Ka	Koef. Kontraksi pangkal bendungan		8
H ₁	Tinggi energi	m	8
R	Curah hujan rata-rata kawasan	mm	13
Ri	Curah hujan di tiap titik pengamatan	mm	13
Ai	Luas area yang mewakili tiap stasiun hujan	km ²	13
n	Jumlah titik pengamatan		13
ET ₀	Evapotranspirasi	mm/hari	14
C	Angka koreksi Penman		14
W	Faktor pembobotan pengaruh penyinaran matahari pada ET ₀		14
Rn	Radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman	MK/m ² /hari	14
es	Tekanan uap air jenuh	kPa	14
ea	Tekanan uap actual	kPa	14
U	Kec. angin	km/hari	14
f(U)	Fungsi pengaruh angin pada ET ₀	km/hari	14
T	Temperatur udara	°C	15

RH	Kelembaban relatif	%	15
λ	Panas laten untuk penguapan	MJ/kg	15
P	Tekanan atmosfer pada elevasi z	kPa	15
z	Elevasi stasiun	m	15
z_o	Elevasi acuan	m	15
g	Gaya gravitasi	m/s^2	15
R	Konstanta gas spesifik	J/kg/K	15
T_{ko}	Suhu pada elevasi z	Kelvin	15
τ	Konstanta <i>lapse rate</i> udara jenuh	K/m	15
Ra	Radiasi <i>terrestrial</i>		16
Rs	Radiasi gelombang pendek	mm/hari	17
n/N	Prosentase relatif penyinaran matahari	jam/jam	17
Rns	Radiasi netto gelombang pendek	mm/hari	17
α	Koefisien pantulan radiasi tajuk		17
f(T)	Fungsi temperatur udara	mm/hari	17
f(ea)	Fungsi tekanan uap air nyata		17
Rnl	Radiasi netto gelombang panjang	mm/hari	17
γ	Konstanta psikrometrik	kPa/°C	17
E	Perbedaan evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi terbatas	mm	18
h	Jumlah hari hujan	hari	18
m	Prosentase lahan tertutup vegetasu	%	18
ΔS	Perubahan kandungan air tanah		19
P	Hujan selama periode waktu	mm	19
Et	Evapotranspirasi	mm/hr	19
SMC	Kapasitas kelembaban tanah	mm	19
SS	Perubahan kadungan air tanah	mm	19
WS	Kelebihan air	mm	20
I	Laju infiltrasi	mm/hari	20

i	Koef. infiltrasi	mm	20
Vn	Kandungan air tanah	mm/hari	21
k	Koef. resesi aliran air tanah	mm	21
ΔV_n	Perubahan kandungan air tanah	mm/hari	21
BF	Aliran dasar/aliran air tanah	mm/hari	21
DRo	Aliran langsung	mm/hari	21
Ro	Aliran permukaan	mm/hari	21
P(a)	Besarnya probabilitas	%	22
m	Nomor urutan data debit		22
Qi + 1	debit hasil pembangkitan untuk bulan j dan tahun ke (i + 1)		23
Qi, j-1	debit pada tahun ke i, pada bulan sebelumnya (j - 1)		23
rj	korelasi antara debit bulanan sebelumnya (j - 1) dan bulan j		23
bj	koefisien regresi antara debit bulanan j dan j - 1		23
ti	bilangan random normal		23
Sdj	standar deviasi bulan j		23
Qrerata	debit rata-rata	m ³ /s	23
Xi, j	data debit pada tahun ke i dan bulan ke j		23
WLR	Pengganti lapisan air	mm/bulan	27
IR	Kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan	mm/hari	27
Pr	Perkolasi	mm/hari	27
e	Koefisien		27
M	Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan	mm/hari	27
Eo	Evaporasi potensial	mm/hari	27
S	Kebutuhan air untuk penjenhuan ditambah dengan 50 mm		27
ETc	Kebutuhan air konsumtif	mm/hari	28
Kc	Koef. tanaman		28
NFR	Kebutuhan air sawah	mm/hari	28
Re	Curah hujan relatif	mm/hari	28

	padi/palawija		
EI	Efisiensi irigasi	%	28
DR	Kebutuhan air di pintu pengambilan	lt/dt/ha	29
R ₈₀	Curah hujan efektif 80%	mm/hari	30
A	Luas tampungan	m ²	32
A _{DAS}	Luas DAS	ha	33
A _g	Luas genangan efektif	m ²	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Formulir data hujan harian stasiun Todanan dan Tunjungan 2010 - 2019	L-1
	A.1 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2010.....	L-1
	A.2 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2011.....	L-2
	A.3 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2012.....	L-3
	A.4 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2013.....	L-4
	A.5 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2014.....	L-5
	A.6 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2015.....	L-6
	A.7 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2016.....	L-7
	A.8 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2017.....	L-8
	A.9 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2018.....	L-9
	A.10 Data hujan harian Stasiun Todanan tahun 2019.....	L-10
	A.11 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2010	L-11
	A.12 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2011	L-12
	A.13 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2012	L-13
	A.14 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2013	L-14
	A.15 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2014	L-15
	A.16 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2015	L-16
	A.17 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2016	L-17
	A.18 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2017	L-18
	A.19 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2018	L-19
	A.20 Data hujan harian Stasiun Tunjungan tahun 2019	L-20
Lampiran B	Formulir data klimatologi Stasiun Tempuran pada Tahun 2011 – 2014	L-21
	B.1 Data Klimatologi Kecepatan Angin Tahun 2011-2014	L-21
	B.2 Data Klimatologi Kelembaban Udara Tahun 2011-2014 ..	L-22
	B.3 Data Klimatologi Sinar Matahari Rerata Tahun 2011-2014.....	L-23
	B.4 Data Klimatologi Temperatur Udara Tahun 2011-2014....	L-24
Lampiran C	Hasil Simulasi Menggunakan Pola Tanam Eksisting pada Tahun 2010 – 2039	L-25
	C.1 Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2010	L-25
	C.2 Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2011	L-26
	C.3 Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2012	L-27
	C.4 Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2013	L-28
	C.5 Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2014	L-29

C.6	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2015	L-30
C.7	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2016	L-31
C.8	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2017	L-32
C.9	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2018	L-33
C.10	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2019	L-34
C.11	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2020	L-35
C.12	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2021	L-36
C.13	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2022	L-37
C.14	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2023	L-38
C.15	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2024	L-39
C.16	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2025	L-40
C.17	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2026	L-41
C.18	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2027	L-42
C.19	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2028	L-43
C.20	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2029	L-44
C.21	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2030	L-45
C.22	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2031	L-46
C.23	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2032	L-47
C.24	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2033	L-48
C.25	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2034	L-49
C.26	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2035	L-50
C.27	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2036	L-51
C.28	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2037	L-52
C.29	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2038	L-53
C.30	Hasil Simulasi Tata Tanam Eksisting Tahun 2039	L-54