

EVALUASI DAN SIMULASI POLA OPERASI WADUK SERMO DI KABUPATEN KULON PROGO

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:
FRANSISCA NATANIA KARINA REDIASTI
NPM : 17 02 16816



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JANUARI 2021**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

EVALUASI DAN SIMULASI POLA OPERASI WADUK SERMO DI KABUPATEN KULON PROGO

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 03 Januari 2021

Yang membuat pernyataan,

(Fransisca Natania Karina Rediasti)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

EVALUASI DAN SIMULASI POLA OPERASI WADUK SERMO DI KABUPATEN KULON PROGO

Oleh :

FRANSISCA NATANIA KARINA REDIASTI

NPM. : 17 02 16816

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,

Pembimbing



(Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

EVALUASI DAN SIMULASI POLA OPERASI WADUK SERMO DI KABUPATEN KULON PROGO



Oleh :

FRANSISCA NATANIA KARINA REDIASTI

NPM. : 17 02 16816

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng		
Anggota	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng		
Anggota	: Ir. Haryanto YW., M.T.		

LEMBAR PERSEMBAHAN

“My Soul finds rest in God alone; my salvation comes from him. He alone is my rock and my salvation; he is my fortress, I will never be shaken.”

-Psalms 62: 1-2-

“Make room for your growing branches you can't bloom by holding on to wilted leaves. Dust off the wings and straighten that crown you're not done fighting.”

-Lorelei-

**Tugas Akhir Ini Saya Persembahkan Teristimewa Untuk Kedua Orang Tua
Saya Tercinta.**

KATA PENGHANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat, dan karunianya penulis dapat menyelesaikan dokumen penelitian ini. Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi dan Simulasi Pola Operasi Waduk Sermo di Kabupaten Kulon Progo” ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan *insight* baru bagi para peneliti maupun pihak-pihak terkait perihal pentingnya evaluasi sebuah pola operasi waduk secara berkala agar fungsi waduk dapat berjalan sebagaimana mestinya sampai dengan usia rencana.

Tugas Akhir ini terdiri dari enam bagian utama. Bab 1 merupakan pendahuluan yang menjelaskan latar belakang masalah dan pemilihan topik penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, dan batasan penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini. Bab 2 merupakan Tinjauan Pustaka yang berisi gambaran penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan konsep penelitian ini. Bab 3 berisikan teori umum penelitian dan Bab 4 membahas metode penelitian yang digunakan. Bab 5 terdiri dari pengolahan data dan analisis data. Terakhir, bab 6 menjelaskan kesimpulan akhir dari analisa dan saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian ini berikutnya.

Dalam melakukan penelitian hingga penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, ST., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Dr.-Ing. Agustina Kiky Anggraini, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mendampingi, mengarahkan, dan memberikan kritik dan saran dari awal hingga akhir pengerjaan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku coordinator Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Keluargaku: Papa Dr. Ir. Yustinus Hanugerah Purwadi, M.T. Mama Theresia Sriyati, dan kakak Irene Hanusia Indira Satiti, S.T., M.Sc. yang selalu memberikan dukungan penuh, cinta dan semangat dan tidak hentinya mendoakan penulis agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
6. Sahabat–sahabat dari SMA Stella Duce 1, Charyn, Diva, Intan, Nia, Laras, Tanti dan Marza yang selalu memberikan motivasi, hiburan dan doa demi kelancaran Tugas Akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Sahabat–sahabat lainnya Angie, Clara dan Cynthia yang selalu hadir memberi semangat dan menjadi tempat keluh kesah selama perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Richo dan Cindy teman sesama penjurusan Hidrologi yang telah bersedia menjadi teman bertukar pikiran dan membantu menjawab kebingungan penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman S1 Universitas Atma Jaya Yogyakarta antara lain Michael, Julyanto, Lidya, Cik Siska, Helfran, Jihan, dan Gaby serta yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat dan doa demi kelancaran Tugas Akhir ini dan yang telah banyak membantu selama proses perkuliahan di mulai hingga selesai.

Tentu saja, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, penulis harapan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan karya ilmiah ini kedepannya.

Yogyakarta, 03 Januari 2021

Fransisca Natania Karina Rediasti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI, ARTI LAMBANG, SINGKATAN	xvii
INTISARI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pemanfaatan Waduk	8
2.2 Kapasitas Tampungan Waduk	9
2.3 Pengaruh Pola Operasi Terhadap Efektivitas Waduk	11
2.4 Evaluasi Kinerja Waduk	12
2.5 Posisi Penelitian	15
BAB III LANDASAN TEORI.....	20
3.1 Waduk.....	20
3.2 Debit Andalan.....	22
3.3 <i>Inflow</i>	23

3.4	<i>Outflow</i>	24
3.5	Tampungan Waduk	24
3.6	Keandalan Waduk	26
3.7	Sedimentasi	26
3.8	Analisa Klimatologi	27
	3.8.1 Evaporasi	29
	3.8.2 Evapotranspirasi	29
3.9	Tinggi Muka Air (Elevasi Air).....	30
3.10	Pelimpah (<i>Spillway</i>).....	30
3.11	Pola Operasi Waduk	30
3.12	Simulasi	32
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		34
4.1	Rancangan Penelitian	34
4.2	Lokasi Penelitian	35
4.3	Objek Penelitian	35
4.4	Metode Pengumpulan Data.....	35
4.5	Instrumen Penelitian.....	36
4.6	Detail Pengerjaan Perhitungan	36
	4.6.1 Prosedur Penentuan <i>Inflow</i>	36
	4.6.2 Prosedur Perhitungan Debit Andalan	37
	4.6.3 Prosedur Perhitungan Klimatologi	37
	4.6.3.1 Perhitungan Tekanan Uap Jenuh	37
	4.6.3.2 Perhitungan Tekanan Uap Nyata	37
	4.6.3.3 Perhitungan Perbedaan Tekanan Uap	38
	4.6.3.4 Perhitungan Fungsi Angin.....	38
	4.6.3.5 Perhitungan Faktor Pembobot R_n & W	38
	4.6.3.6 Perhitungan Faktor Pembobot U & RH	39
	4.6.3.7 Perhitungan Radiasi Terrestrial Ekstra.....	39
	4.6.3.8 Perhitungan Radiasi Sinar Matahari	40
	4.6.3.9 Perhitungan Radiasi Gelombang Pendek <i>Netto</i>	40
	4.6.3.10 Perhitungan Radiasi Gelombang Panjang <i>Netto</i>	40

4.8.3.11	Perhitungan Radiasi Netto	41
4.8.3.12	Perhitungan Faktor Koreksi	42
4.8.3.13	Perhitungan Potensial Evaporasi	42
4.8.3.14	Perhitungan Evaporasi	43
4.6.4	Prosedur Penentuan Kebutuhan Irigasi dan Air Baku.....	44
4.6.4.1	Perhitungan Kebutuhan di Sub Daerah Irigasi	44
4.6.4.2	Perhitungan Kebutuhan Irigasi Total	44
4.6.4.3	Perhitungan Debit Alokasi Air untuk Irigasi	44
4.6.5	Prosedur Pelaksanaan Simulasi	44
4.6.5.1	Pelaksanaan Simulasi untuk Kebutuhan	44
4.6.5.2	Pelaksanaan Simulasi untuk Operasi Pemberian air.....	45
4.7	Tahapan Penelitian	47
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....		52
5.1	Penentuan <i>Inflow</i>	52
5.2	Perhitungan Debit Andalan	52
5.3	Perhitungan Klimatologi	55
5.3.1	Perhitungan Tekanan Uap Jenuh	56
5.3.2	Perhitungan Tekanan Uap Nyata	56
5.3.3	Perhitungan Perbedaan Tekanan Uap	57
5.3.4	Perhitungan Fungsi Angin	57
5.3.5	Perhitungan Faktor Pembobot R_n & W	58
5.3.6	Perhitungan Faktor Pembobot U & RH	58
5.3.7	Perhitungan Radiasi Terrestrial Ekstra	59
5.3.8	Perhitungan Radiasi Sinar Matahari	59
5.3.9	Perhitungan Radiasi Gelombang Pendek Netto	60
5.3.10	Perhitungan Radiasi Gelombang Panjang Netto	61
5.3.11	Perhitungan Radiasi Netto	63
5.3.12	Perhitungan Faktor Koreksi	63
5.3.13	Perhitungan Potensial Evaporasi	64
5.3.14	Perhitungan Evaporasi	65
5.4	Penentuan Kebutuhan Irigasi dan Air Baku.....	66

5.4.1	Perhitungan Irigasi di Kamal.....	67
5.4.2	Perhitungan Irigasi di Pengasih	67
5.4.3	Perhitungan Irigasi di Pekik – Jamal.....	69
5.4.4	Perhitungan Kebutuhan Irigasi Total.....	70
5.4.5	Perhitungan Debit Alokasi Air untuk Irigasi	71
5.4.6	Kebutuhan Air Baku (PDAM)	74
5.5	Penentuan Pola Operai Waduk Sermo	74
5.6	Pelaksanaan Simulasi	76
5.6.1	Pelaksanaan Simulasi dengan Probabilitas 20%.....	78
5.6.1.1	Pelaksanaan Simulasi Untuk Kebutuhan	79
5.6.1.2	Pelaksanaan Simulasi Untuk Operasi Pemberian Air.....	82
5.6.2	Pelaksanaan Simulasi dengan Probabilitas 50%	86
5.6.2.1	Pelaksanaan Simulasi Untuk Kebutuhan	86
5.6.2.2	Pelaksanaan Simulasi Untuk Operasi Pemberian Air.....	88
5.6.3	Pelaksanaan Simulasi dengan Probabilitas 80%.....	91
5.6.3.1	Pelaksanaan Simulasi Untuk Kebutuhan	91
5.6.3.2	Pelaksanaan Simulasi Untuk Operasi Pemberian Air	94
5.7	Evaluasi Pola Operasi Waduk Lama (<i>Existing</i>)	97
5.7.1	Pola Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 20%.....	98
5.7.2	Pola Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 50%	100
5.7.3	Pola Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 80%	101
5.8	Pelaksanaan Simulasi Baru	103
5.9	Evaluasi Pola Operasi Waduk Baru	105
5.9.1	Pola Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 20%	105
5.9.2	Pola Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 50%	107
5.9.3	Pola Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat	

Probabilitas 80%	108
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	111
6.1 Kesimpulan	111
6.2 Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rangkuman Penelitian	17
Tabel 5.1	<i>Inflow</i> Waduk Sermo	115
Tabel 5.2	Perhitungan Probabilitas	116
Tabel 5.3	Perhitungan Debit Andalan Probabilotas 20% (Bulan Desember Periode 1)	117
Tabel 5.4	Debit Andalan Waduk Sermo	117
Tabel 5.5	Faktor – Faktor Berpengaruh Dalam Tampungan Waduk	118
Tabel 5.6	Perhitungan Evaporasi Menggunakan Metode Penman Modifikasi	119
Tabel 5.7	Penentuan Kebutuhan Air untuk Irigasi	118
Tabel 5.8	Penentuan Kebutuhan Air untuk Air Baku	119
Tabel 5.9	Batas Pola Operasi Waduk Sermo	120
Tabel 5.10	Simulasi Perhitungan Kebutuhan Menggunakan Probabilitas 20%	121
Tabel 5.11	Simulasi Perhitungan Operasi Pemberian Air Menggunakan Probabilitas 20%	122
Tabel 5.12	Simulasi Perhitungan Kebutuhan Menggunakan Probabilitas 50%	124
Tabel 5.13	Simulasi Perhitungan Operasi Pemberian Air Menggunakan Probabilitas 50%	125
Tabel 5.14	Simulasi Perhitungan Kebutuhan Menggunakan Probabilitas 80%	127
Tabel 5.15	Simulasi Perhitungan Operaso Pemberian Air Menggunakan Probabilitas 80%	128
Tabel 5.16	Simulasi Baru Perhitungan Kebutuhan Menggunakan Probabilitas 20%	130
Tabel 5.17	Simulasi Baru Perhitungan Kebutuhan Menggunakan Probabilitas 50%	131
Tabel 5.18	Simulasi Baru Perhitungan Kebutuhan Menggunakan	

	Probabilitas 80%	132
Tabel 5.19	Simulasi Baru Perhitungan Operasi Pemberian Air	
	Menggunakan Probabilitas 20%	133
Tabel 5.20	Simulasi Baru Perhitungan Operasi Pemberian Air	
	Menggunakan Probabilitas 50%	135
Tabel 5.21	Simulasi Baru Perhitungan Operasi Pemberian Air	
	Menggunakan Probabilitas 80%	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Administrasi Kabupaten Kulon Progo	3
Gambar 1.2	Peta DAS Serang	4
Gambar 3.1	Neraca Hidrologi Pada Sungai	24
Gambar 3.2	Neraca Hidrologi Pada Waduk	27
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian	43
Gambar 5.1	Grafik Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 20%	99
Gambar 5.2	Grafik Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 50%	100
Gambar 5.3	Grafik Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air saat Probabilitas 80%	102
Gambar 5.4	Grafik Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air Baru saat Probabilitas 20%	106
Gambar 5.5	Grafik Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air Baru saat Probabilitas 50%	107
Gambar 5.6	Grafik Operasi Pemberian Air dan Kebutuhan Air Baru saat Probabilitas 80%	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekapitulasi <i>Inflow</i> Waduk Sermo	115
Lampiran 2	Rekapitulasi Debit Andalan	117
Lampiran 3	Faktor – Faktor Berpengaruh dalam Tampungan Waduk	118
Lampiran 4	Perhitungan Klimatologi	119
Lampiran 5	Rekapitulasi Kebutuhan Air Waduk Sermo	118
Lampiran 6	Batas Pola Operasi Waduk Sermo	120
Lampiran 7	Hasil Perhitungan Simulasi (<i>Existing</i>)	121
Lampiran 8	Hasil Perhitungan Simulasi Baru	130

DAFTAR NOTASI, ARTI LAMBANG, DAN SINGKATAN

P	: Probabilitas
m	: Nomor urut data
n	: Jumlah data
ea	: Tekanan uap jenuh
f(U)	: Fungsi angin
W	: Fungsi pembobot Rn & W
Rs	: Radiasi terrestrial ekstra
Rs'	: Radiasi sinar matahari
Rns	: Radiasi gelombang pendek <i>netto</i>
Rn	: Radiasi <i>netto</i>
Rn1	: Radiasi gelombang panjang <i>netto</i>
n/N	: Lama penyinaran
f(T)	: Faktor temperatur
f(ed)	: Fungsi angin
f(n/N)	: Fungsi lama penyinaran
C	: Faktor koreksi
Eo	: Evaporasi
Kn	: Kebutuhan irigasi

INTISARI

EVALUASI DAN SIMULASI POLA OPERASI WADUK SERMO DI KABUPATEN KULON PROGO, Fransisca Natania Karina Rediasti, NPM 170216816, Tahun 2021, Bidang Peminatan Keairan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Waduk merupakan salah satu bangunan air yang penting. Waduk berfungsi untuk menyeimbangkan inkonsistensi antara kebutuhan air dengan sumber daya air yang tersedia. Diperlukan sebuah pola operasi waduk yang digunakan sebagai pedoman dalam menentukan debit *outflow* guna memenuhi kebutuhan sehari-hari. Namun seiring berjalannya waktu banyak ditemukan pola operasi yang sudah tidak efisien lagi untuk digunakan.

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data dilakukan dengan pengajuan permohonan untuk memperoleh data hidrologis dari instansi terkait. Data hidrologis yang diperoleh dari instansi tersebut kemudian diolah melalui metode *Flow Characteristic* dengan berbasis pada tahun kering, tahun normal, dan tahun basah. Sedangkan untuk perhitungan neraca air menggunakan metode *probalistic*.

Dari hasil perhitungan hidrologi diperoleh debit andalan maksimum pada musim basah sebesar 5,06 m³/detik, pada musim kering sebesar 1,28 m³/detik, dan pada kondisi normal sebesar 2,51 m³/detik. Pengeluaran di Waduk Sermo dipantau menggunakan elevasi muka air waduk. Dari grafik pola operasi lama diperoleh data untuk pola operasi kering dari 115,30 m hingga 123,55 m, pada pola operasi normal dari 126,94 m hingga 133,91 m, pada pola operasi basah dari 134,22 m hingga 136,60 m. Hasil penerapan pola operasi tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan air yang ada di daerah layanan sehingga perlu adanya evaluasi untuk menganalisis pola operasi lama. Dari perhitungan simulasi hidrologi untuk pola operasi baru diperoleh hasil sebagai berikut: untuk pola operasi kering dari 115,38 m hingga 122,36 m, pada pola operasi normal dari 125,26 m hingga 134,01 m, dan pada pola operasi basah dari 135,07 m hingga 136,60 m. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka perlu adanya pola operasi baru sebagai koreksi atas pola operasi lama dikarenakan sudah tidak efektif lagi untuk digunakan. Dari hasil perhitungan simulasi menunjukkan bahwa pola operasi waduk yang baru dapat dijadikan pedoman untuk pelayanan waduk Sermo di dalam memenuhi kebutuhan pemanfaatan air.

Kata kunci: Pola Operasi, Waduk, Evaluasi, Simulasi