

ANALISIS OPERASI WADUK WONOGIRI MENGGUNAKAN SOLVER

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



Diajukan oleh :

GURITNO SIGIT SAPUTRO
D100130207

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS OPERASI WADUK WONOGIRI MENGGUNAKAN SOLVER

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

GURITNO SIGIT SAPUTRO
D 100 130 207

Pembimbing Utama



Gurawan Djati W, S.T, M. Eng
NIK : 782

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS OPERASI WADUK WONOGIRI MENGGUNAKAN SOLVER

Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran

Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji

pada tanggal 22 Februari 2020

diajukan oleh:

GURITNO SIGIT SAPUTRO

D 100 130 207

Pembimbing Utama

Gurawan Djati W, S.T., M. Eng

NIK : 782

Susunan Dewan Penguji:

Penguji 1

Ir. Isnugroho, CES

NIP : 1955.03.06.1982.02.1.001

Penguji 2

Ir. Achmad Karim F, M.T

NIK : 496

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Mochamad Solikin, M.T

NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : GURITNO SIGIT SAPUTRO
Nim : D 100 130 207
Fakultas/Program Studi : TEKNIK/TEKNIK SIPIL
Judul : ANALISIS OPERASI WADUK WONOGIRI
MENGUNAKAN SOLVER

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semua telah saya jelaskan darimana sumbernya. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 22 Februari 2020

Yang menyatakan



Guritno Sigit Saputro
NIM : D100130207

KATA PENGANTAR

Bismilahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah- Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan dan menyusun Laporan Tugas Akhir berupa Penelitian Laboratorium dengan judul : **“ANALISIS OPERASI WADUK WONOGIRI MENGGUNAKAN SOLVER”**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai syarat untuk mencapai derajat kesarjanaan.

Penyusun Tugas Akhir ini didasarkan dari pelaksanaan penelitian melalui data yang dianalisis menggunakan program Ms Excel serta bimbingan dosen pembimbing, oleh karenanya dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Dr. Mochamad Solikin selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Gurawan Djati W, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis yang sangat bermanfaat sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Isnugroho, CES. selaku dosen Penguji 1 pada Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Achmad Karim F, M.T, selaku dosen penguji 2 pada Tugas Akhir ini.
6. Bapak Gurawan Djati W, S.T., M.Eng, selaku dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak/Ibu Dosen Atas kesediaanya membimbing, memberikan waktu serta ilmu kepada penulis selama belajar di Program Studi Teknik Sipil.

8. Jajaran staff Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberi kelancaran kepada penulis.
9. Bapak, Ibu, Kakak, Adik dan keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dorongan semangat.
10. Teman-teman Seperjuangan, Destrian Adi Nugroho, Muhammad Farid Luthfi, Satrio Muhammad Wildan, Slamet Harmono, Setiyawan Bahari dan Yoga Febriyanto yang selalu memberikan semangat dan waktu luangnya dalam membantu dalam bentuk apapun tanpa kalian belum tentu Tugas Akhir ini selesai.
11. Untuk Tiwi Soedarmadji (Chang'e), yang menjadikan penulis termotivasi serta selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Rekan Teknik Sipil angkatan 2013 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
13. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Surakarta, Oktober 2020

Penulis

Guritno Sigit Saputro
NIM : D100130207

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan terselesainya Tugas Akhir ini untuk :

- ❖ Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
- ❖ Bapakku Wahyono dan Ibuku Sri Rahayuningsih terima kasih atas dukungan, perhatian, motivasi, nasehat, dan do'a yang selalu kalian panjatkan selama ini sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
- ❖ Sahabat-sahabat seperjuangan saya Destrian Adi Nugroho, Muhammad Farid Luthfi, Satrio Muhammad Wildan, Slamet Harmono, Setiyawan Bahari dan Yoga Febriyanto terimakasih atas semua bantuan dan arahan sejak menginjak bangku perkuliahan sampai sekarang.
- ❖ Yang terkasih Tiwi Soedarmadji (Chang'e) yang telah memotivasi serta selalu memberikan dukungan, semangat dan doanya.
- ❖ Untuk semua orang yang telah meragukan saya karena kalian saya menjadi termotivasi dan membuktikan kalau saya bisa.
- ❖ Agama, Bangsa, Negara, Almamater, dan semua pihak yang telah membantu.

MOTTO

"Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang amat bersih"

(Q.S. Al-Furqan : 48)

"Dialah Yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezki untukmu"

(Q.S. Al-Baqarah : 22)

"Ya Allah, Tunjukilah kami jalan yang lurus, yaitu jalan orang-orang yang telah Engkau anugerahkan nikmat kepada mereka, bukan mereka yang dimurkai dan bukan pula jalan mereka yang sesat."

(Q.S. Al-Fatihah : 6-7)

"Bukanlah orang-orang yang paling baik dari pada kamu siapa yang meninggalkan dunianya karena akhirat, dan tidak pula meninggalkan akhiratnya karena dunianya, sehingga ia dapat kedua-duanya semua. Karena di dunia itu menyampaikan akhirat. Dan janganlah kamu jadi memberatkan atas sesama manusia".

(H.R Muslim)

"Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun. Karena yang menyukaimu tidak membutuhkan itu, dan yang membencimu tidak akan mempercayai itu."

(Ali Bin Abi Thalib R.A)

"Diantara tanda adanya keyakinan, adalah kemantapan. Diantara tanda adanya kemantapan, adalah adanya ketenangan dalam menghadapi tantangan."

(Prof. Dr. KH Buya Syakur Yasin M.A)

"Tidak semua perkara susah itu bisa dipermudah, jika ingin mudah lalui dulu yang susah."

(Guritno Sigit Saputro)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Batasan Masalah.....	2
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III LANDASAN TEORI.....	6
A. Fungsi dan Karakteristik Waduk.....	6
B. Teknik Optimasi	8
C. Efisiensi Irigasi	11
BAB IV METODE PELAKSANAAN	13
A. Bahan / Materi Tugas Akhir	13
B. Peralatan Tugas Akhir	13
C. Tahapan Pelaksanaan.....	13

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN	15
A. Karakteristik Waduk	15
B. Neraca Air	16
C. Optimasi Operasi Waduk Wonogiri Menggunakan Solver	20
D. Perbandingan Faktor K dengan Penelitian Terdahulu	21
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	25
A. Kesimpulan	25
B. Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Grafik Hubungan Antara Luas, Volume, dan Elevasi Waduk	7
Gambar 4. 1. Diagram Alur Penelitian.....	14
Gambar 5. 1. Grafik Hubungan Elevasi, Luas dan Volume Waduk	15
Gambar 5. 2. Grafik Neraca Air	19
Gambar 5. 3. Grafik Tinggi Muka Air dan Volume Dalam 12 Tahun.....	20
Gambar 5. 4. Grafik Rerata Tinggi Muka Air Dalam 12 Tahun 5 Alternatif	21
Gambar 5. 5. Grafik Perbandingan Nilai Faktor K Alternatif Terbaik	24

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1. Hubungan Elevasi, Luas, dan Volume Waduk Wonogiri	16
Tabel 5. 2. Analisa Neraca Air.....	18
Tabel 5. 3. Nilai Rata-rata Faktor (k) Alternatif 10 Bayu Ramadhan.....	22
Tabel 5. 4. Nilai Rata-rata Faktor (k) Alternatif 1 Guritno Sigit Saputro	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Percobaan Alternatif 1	28
Lampiran 2. Percobaan Alternatif 2	40
Lampiran 3. Lampiran Percobaan Alternatif 3	52
Lampiran 4. Percobaan Alternatif 4	64
Lampiran 5. Percobaan Alternatif 5	76
Lampiran 6. Kegiatan Konsultasi Tugas Akhir.....	88

ANALISIS OPERASI WADUK WONOGIRI MENGGUNAKAN SOLVER

Guritno Sigit Saputro, Gurawan Djati Wibowo, Isnugroho, Achmad Karim F
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani, Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura, 57102, Indonesia
Email : astroboykw1@gmail.com

ABSTRAK

Waduk Wonogiri merupakan waduk yang memiliki fungsi sangat penting khususnya di Kabupaten Wonogiri dan di wilayah Jawa Tengah pada umumnya. Dengan potensi ketersediaan air yang bersumber dari inflow aliran Sungai Bengawan Solo maka ketersediaan air di Waduk Wonogiri relatif cukup untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan masyarakat yaitu sebagai pengendalian banjir khususnya mengamankan Kota Surakarta dan sekitarnya dari reduksi banjir besaran $4000 \text{ m}^3/\text{dt}$ menjadi $400 \text{ m}^3/\text{dt}$, sebagai penyedia air untuk irigasi seluas ± 28.000 ha meliputi wilayah Karanganyar, Klaten, Sragen, Solo, Sukoharjo dan Wonogiri, untuk suplai air baku ke PDAM sebesar $2,5 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan untuk air industri sebesar $2,1 \text{ m}^3/\text{dt}$, untuk pembangkit tenaga listrik (PLTA) sebesar 40 juta kwh/tahun, dan untuk perikanan darat dan pariwisata di sekitar Waduk bagi warga sekitar. Akan tetapi kenyataan yang ada dilapangan, ketersediaan air untuk irigasi pada musim kemarau sering tidak tercukupi.

Penelitian yang dilakukan dengan optimasi simulasi menggunakan solver, sehingga didapatkan hasil analisis yang maksimal. Solver merupakan salah satu perangkat tambahan (add-in) yang digunakan untuk memecahkan masalah yang terdapat dalam program aplikasi Microsoft Excel. Dengan kata lain, Solver dapat menangani masalah yang melibatkan banyak sel variabel dan membantu mencari kombinasi variabel untuk meminimalkan atau memaksimalkan nilai satu sel target. Solver memungkinkan untuk mendefinisikan sendiri suatu batasan atau kendala yang harus dipenuhi agar pemecahan masalah dianggap benar, yaitu dengan menghitung keseimbangan air dengan mempertimbangkan kebutuhan irigasi dan kapasitas tampungan waduk berdasarkan data harian selama 12 tahun kemudian diambil reratanya untuk dibuat alternatif pola pengoperasian waduk. Alternatif terbaik adalah nilai faktor k yang mendekati maksimal pola tanam. Kemudian dijadikan pedoman untuk menentukan tinggi muka air untuk pengoperasiannya.

Hasil penelitian ini berupa nilai faktor k global selama 1 tahun adalah 0,958. Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air di Waduk Wonogiri untuk saat ini cukup untuk memenuhi kebutuhan irigasi. Apabila pengoperasian waduk dioptimalkan dengan berpedoman pada alternatif 1 yang merupakan alternatif terbaik dari hasil analisa yaitu 2 padi dan 1 palawija, maka diperkirakan air yang tersedia akan cukup untuk memenuhi kebutuhan irigasi disepanjang tahun.

Kata kunci : Waduk, Operasi, Optimasi, Simulasi, Solver

OPERATION ANALYSIS OF WONOGIRI CONCRETE USING SOLVER

Guritno Sigit Saputro, Gurawan Djati Wibowo, Isnugroho, Achmad Karim F
Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of
Surakarta

Jl. A Yani, Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura, 57102, Indonesia

Email : astroboykw1@gmail.com

ABSTRACT

The Wonogiri reservoir is a reservoir that has a very important function, especially in Wonogiri Regency and in the Central Java region in general. With the potential for water availability from the inflow of the Bengawan Solo River, the availability of water in the Wonogiri Reservoir is relatively sufficient to meet various community needs, namely as flood control, especially securing the city of Surakarta and its surroundings from flood reduction in the amount of 4000 m³ / s to 400 m³ / s. as a provider of water for irrigation covering an area of ± 28,000 ha covering the areas of Karanganyar, Klaten, Sragen, Solo, Sukoharjo and Wonogiri, for raw water supply to PDAM of 2.5 m³ / s and for industrial water of 2.1 m³ / s, for generators electric power (PLTA) of 40 million kwh / year, and for inland fisheries and tourism around the reservoir for local residents. However, the reality in the field is that the availability of water for irrigation during the dry season is often insufficient.

The research was conducted by optimizing the simulation using a solver, so that the maximum analysis results were obtained. Solver is an add-in that is used to solve problems contained in the Microsoft Excel application program. In other words, Solver can deal with problems involving many variable cells and help find a combination of variables to minimize or maximize the value of one target cell. The solver allows for self-defining a limitation or constraint that must be met in order for the problem solving to be considered correct, namely by calculating the water balance by considering irrigation needs and reservoir storage capacity based on daily data for 12 years then the average is taken to make alternative reservoir operating patterns. The best alternative is the k factor value which is close to the maximum cropping pattern. Then used as a guide to determine the water level for operation.

The results of this study are the value of the global k factor for 1 year is 0.958. So from these results it can be concluded that the current availability of water in the Wonogiri Reservoir is sufficient to meet irrigation needs. If the operation of the reservoir is optimized by referring to alternative 1 which is the best alternative from the results of the analysis, namely 2 rice and 1 secondary crop, it is estimated that the available water will be sufficient to meet irrigation needs throughout the year.

Keywords: Reservoir, Operation, Optimization, Simulation, Solver