

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

KAJI ULANG NERACA AIR WADUK SEMPOR KABUPATEN KEBUMEN BERBASIS MODEL *SOIL WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)

AYU SEPTYANDINI YUDIVA PUTRI



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kaji Ulang Neraca Air Waduk Sempor Kabupaten Kebumen berbasis model *Soil Water Assessment Tool* (SWAT)” adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Ayu Septyandini Yudiva Putri
F4501241017



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

AYU SEPTYANDINI YUDIVA PUTRI. Kaji Ulang Neraca Air Waduk Sempor Kabupaten Kebumen berbasis model *Soil Water Assessment Tool* (SWAT). Dibimbing oleh ASEP SAPEI dan CHUSNUL ARIF.

Waduk Sempor di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, memiliki peran penting sebagai sumber air irigasi, penyedia air bersih, dan pengendali banjir. Namun, perubahan tata guna lahan di daerah tangkapan air (DTA), khususnya konversi lahan hijau menjadi permukiman, telah menyebabkan peningkatan limpasan permukaan dan sedimentasi, yang berdampak pada penurunan kapasitas tampungan dan ketersediaan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model Soil and Water Assessment Tool (SWAT) dalam memodelkan debit masuk (*inflow*) ke Waduk Sempor serta menganalisis neraca air tahunan sebagai dasar pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Model SWAT dikalibrasi dan divalidasi menggunakan data debit observasi dari BBWS Serayu Opak. Hasil validasi menunjukkan kinerja model yang sangat baik dengan nilai NSE sebesar 0,83 dan R^2 sebesar 0,87. Hasil simulasi operasional waduk menunjukkan Waduk Sempor berada dalam kondisi penuh selama 36 hari, cukup selama 311 hari, dan defisit selama 18 hari, dengan tingkat keberhasilan pemenuhan kebutuhan air mencapai 95%. Total *inflow* tahunan sebesar 184,02 juta m^3 dan *outflow* sebesar 186,45 juta m^3 menghasilkan defisit 2,43 juta m^3 . Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan waduk perlu dievaluasi agar distribusi air bisa lebih menyesuaikan dengan perubahan kondisi musim.

Kata kunci: Inflow, Neraca Air, Outflow, SWAT, Waduk



SUMMARY

AYU SEPTYANDINI YUDIVA PUTRI. Review of the Sempor Reservoir Water Balance in Kebumen Regency based the Soil Water Assessment Tool (SWAT) model. Supervised by ASEP SAPEI and CHUSNUL ARIF.

The Sempor Reservoir in Kebumen Regency, Central Java, plays an important role as a source of irrigation water, a provider of clean water, and a flood control measure. However, changes in land use in the catchment area, particularly the conversion of green areas into residential areas, have led to increased surface runoff and sedimentation, which have impacted the reservoir's storage capacity and water availability. This study aims to evaluate the performance of the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model in modeling inflow to Sempor Reservoir and analyzing the annual water balance as a basis for sustainable water resource management. The SWAT model was calibrated and validated using observed flow data from the Serayu Opak Water Resources Management Agency (BBWS). Validation results showed excellent model performance with an NSE value of 0.83 and an R^2 value of 0.87. Operational reservoir simulation results indicated that Sempor Reservoir was at full capacity for 36 days, sufficient for 311 days, and in deficit for 18 days, with a water demand fulfillment rate of 95%. The annual total inflow of 184,02 million m^3 and outflow of 186,45 million m^3 resulted in a deficit of 2,43 million m^3 . This indicates that reservoir management needs to be evaluated to better align water distribution with seasonal condition changes.

Keywords: Inflow, Outflow, Reservoir, SWAT, Water Balance



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB



IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

KAJI ULANG NERACA AIR WADUK SEMPOR KABUPATEN KEBUMEN BERBASIS MODEL *SOIL WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT)

AYU SEPTYANDINI YUDIVA PUTRI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

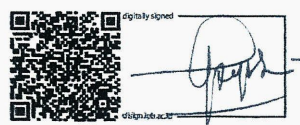
Judul Penelitian : Kaji Ulang Neraca Air Waduk Sempor Kabupaten
Kebumen berbasis Model *Soil Water Assessment Tool*
(SWAT)

Nama : Ayu Septyandini Yudiva Putri
NIM : F4501241017

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Asep Sapei, MS
NIP. 19561025 198003 1 003



Pembimbing 2:

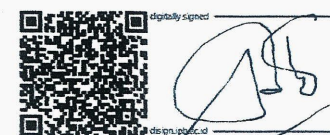
Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP, M.Si.
NIP. 19801206 200501 1 004



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si.
NIP. 19730411 200501 1 002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr.
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal ujian: 30 Juli 2025

Tanggal Pengesahan: 08 AUG 2025



PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penelitian berjudul “Kaji Ulang Neraca Air Waduk Sempor Kabupaten Kebumen berbasis model *Soil Water Assessment Tool* (SWAT)” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Magister Teknik Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan (SIL), Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Terima kasih diucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tesis ini, khususnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Asep Sapei, MS dan Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP, M.Si. selaku komisi pembimbing yang telah membimbing, memberi masukan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
2. Prof. Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si. sebagai dosen penguji pada sidang ujian tesis saya atas masukan yang telah diberikan.
3. BBWS Serayu Opak dan BPSDA Probolo yang telah memberikan data dan informasi yang dibutuhkan dalam menyusun tugas akhir.
4. Orang tua penulis Bapak Marlius dan Ibu Eva Riyani, nenek, kakak penulis Delila Utary Yudiva Putri dan adik penulis Ayesha Salwa Yudiva Putri dan M. Tahsin Agha Afkar serta keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan kasih sayang maupun dukungan.
5. Akmal Ikhsan Maulana SIL 57 dan Bang Muzhaffar Harits SIL 56 yang sudah banyak membantu dan memberikan masukan serta arahan.
6. Maulina Lamuse, Owen Rantelino, Bima Pramudya dan Bima Sukma Aji selaku teman suka maupun duka serta senantiasa memberikan bantuan dan semangat selama penyusunan tesis ini.
7. Abidiya, Advent, Arief, Atika, Cantika, Dela, Dimas, Fathur, Gagas, Hilda, Idham, Intan, Japran, Juan, Lala, Luthfi, Memel, Resti, Teja, Tere, Ubed, Vito selaku teman-teman penulis.
8. Ate, Aat, Atikah, Tazkia, Pipit, Kak Eka, Kak Ide, Kak Wulan, Kak Filzha, Kak Tenri, Kak Zie serta teman-teman mahasiswa S2 Teknik Sipil dan Lingkungan lainnya yang selalu menemani dalam proses perkuliahan dan memberikan bantuan selama perkuliahan di Departemen SIL.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini memiliki banyak kekurangan sehingga diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penulisan selanjutnya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Ayu Septyandini Yudiva Putri



- 

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Waduk.....	4
2.2 Aliran Masuk Waduk (<i>Inflow</i> Waduk).....	4
2.3 Pemodelan Hidrologi SWAT (<i>Soil and Water Assessment Tool</i>).....	5
2.4 Aliran Keluar Waduk (<i>Outflow</i> Waduk).....	5
2.4.1 Kebutuhan Air Irigasi.....	6
2.4.2 Kebutuhan Air PDAM	6
III METODOLOGI.....	9
3.1 Waktu dan Tempat.....	9
3.2 Alat dan Bahan.....	9
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.3.1 Curah Hujan Andalan.....	12
3.3.2 Penerapan Model SWAT	14
3.3.3 Simulasi Debit Andalan	16
3.3.4 Kebutuhan Air Irigasi.....	17
3.3.5 Kebutuhan Air PDAM	21
3.3.5 Neraca Air Waduk	21
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	22
4.2 Model SWAT	25
4.2.1 Delineasi DAS Sempor	25
4.2.2 Pembentukan Hydrological Response Unit (HRU)	26
4.2.3 Penerapan Model SWAT	27

4.2.4 Kalibrasi dan Validasi	29
4.2.5 Ketersediaan Air Waduk	34
4.3.1 Curah Hujan Kawasan DI Sempor	36
4.3.2 Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif	36
4.3.3 Pola Tanam Daerah Irigasi Sempor.....	36
4.4.4 Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan	37
4.4.5 Kebutuhan Air Bersih di Sawah (NFR)	38
4.5 Kebutuhan Air PDAM	39
4.6 Neraca Air Waduk.....	40
4.7 Elevasi Pola Operasi Waduk.....	41
4.8 Perbandingan Elevasi Waduk.....	43
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48
RIWAYAT HIDUP.....	75

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Data Penelitian	9
Tabel 2 Syarat parameter statistik	13
Tabel 3 Klasifikasi nilai NSE dan nilai R^2	16
Tabel 4 Koefisien Tanaman Padi	18
Tabel 5 Koefisien Tanaman Palawija	18
Tabel 6 Efisiensi Irigasi	20
Tabel 7 Tutupan lahan di area DAS Sempor	22
Tabel 8 Kelas kemiringan di area DAS Sempor	24
Tabel 9 Rekapitulasi hasil pembentukan Sub-Basin pada DAS Sempor	26
Tabel 10 Hasil Reklasifikasi tutupan lahan berdasarkan kode SWAT	27
Tabel 11 Syarat penentuan jenis distribusi frekuensi	35
Tabel 12 Kebutuhan air penyiapan lahan	37
Tabel 13 Nilai NFR dan DR setiap golongan	38
Tabel 14 Status kondisi Waduk Sempor selama setahun	41
Tabel 15 Karakteristik Waduk Sempor	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Zona Tampungan Waduk	4
Gambar 2 Lengkung Kapasitas Waduk Sempor tahun 2024	8
Gambar 3 Peta lokasi penelitian	9
Gambar 4 Diagram Alir Penelitian	11
Gambar 5 Peta sebaran stasiun hujan	22
Gambar 6 Peta tutupan lahan di DAS Sempor	23
Gambar 7 Peta kelas kemiringan di area DAS Sempor	23
Gambar 8 Jenis tanah dan persebarannya di area DAS Sempor	24
Gambar 9 Curah hujan rata-rata harian pada 10 tahun	25
Gambar 10 Peta Sub-Basin pada DAS Sempor	26
Gambar 11 Perbandingan debit simulasi (sebelum proses kalibrasi) dengan debit observasi	28
Gambar 12 Grafik sebar perbandingan debit simulasi (sebelum proses kalibrasi) dengan debit observasi	28
Gambar 13 Grafik nilai t-stat	30
Gambar 14 Grafik nilai p-value	31
Gambar 15 Perbandingan debit simulasi (setelah proses kalibrasi) dengan debit observasi	32
Gambar 16 Grafik sebar perbandingan debit simulasi (setelah proses kalibrasi) dengan debit observasi	32
Gambar 17 Perbandingan debit simulasi (setelah proses validasi) dengan debit observasi	33
Gambar 18 Grafik sebar perbandingan debit simulasi (setelah proses validasi) dengan debit observasi	33
Gambar 19 Curah hujan harian 10 tahun	34

Gambar 20 Debit Andalan Waduk Sempor	35
Gambar 21 Curah hujan andalan dan curah hujan efektif	36
Gambar 22 Kebutuhan air di <i>intake</i>	39
Gambar 23 Neraca Air Waduk Sempor	40
Gambar 24 Fluktuasi elevasi Waduk Sempor	42
Gambar 25 Perbandingan elevasi neraca air dengan elevasi rata-rata 10 tahun terakhir	43
Gambar 26 Grafik sebar perbandingan elevasi neraca air dengan elevasi rata-rata 10 tahun terakhir	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Curah Hujan Harian Rata-Rata Periode 10 Tahun (2015-2024)	48
Lampiran 2 Data Klimatologi Stasiun Sempor (2015-2024)	49
Lampiran 3 Parameter Kalibrasi SWAT	52
Lampiran 4 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat	53
Lampiran 5 Hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof	54
Lampiran 6 Curah Hujan Kawasan Daerah Irigasi Sempor	55
Lampiran 7 Curah Hujan Efektif Padi Dan Palawija	57
Lampiran 8 Pola Tanam Daerah Irigasi Sempor	58
Lampiran 9 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi	59
Lampiran 10 Perhitungan Neraca Air Waduk Sempor	61

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.