PEMODELAN DEBIT AIR SUNGAI LANDAK MENGGUNAKAN SWAT+

PRAWIRA DININGRAT
NIM H1071191007

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PEMODELAN DEBIT AIR SUNGAI LANDAK MENGGUNAKAN SWAT+

PRAWIRA DININGRAT
H1071191007

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pemodelan Debit Air Sungai Landak Menggunakan SWAT+
Nama Mahasiswa	: Prawira Diningrat
NIM	: H1071191007
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	: 24 Januari 2025
SK Pembimbing	: No. 735/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 4 Maret 2024
SK Penguji	: No. 5582/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 31 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Joko Sampurno, S.Si., M.Si.
NIP198408252008011004

Pembimbing II

Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si.
NIP197910252005011002

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Dr. Muhammad Ishak Jumarang, S.Si., M.Si.
NIP197409212003121004

Anggota Penguji

Muliadi, S.Si., M.Si.
NIP197005101999031003

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)

Dr. Joko Sampurno, S.Si., M.Si
NIP198408252008011004

Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)

Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si
NIP197910252005011002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prawira Diningrat

NIM : H1071191007

Program Studi/ Jurusan : Geofisika/Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak,



Prawira Diningrat
H1071191007

Pemodelan Debit Air Sungai Landak Menggunakan SWAT+

Abstrak

Sungai Landak merupakan sungai yang sangat krusial perannya bagi masyarakat yang tinggal di sepanjang tepi sungai tersebut. Oleh karena itu, informasi terkait debit Sungai Landak menjadi sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana banjir di daerah tersebut. Pada penelitian ini, curah hujan dari satelit *The Global Precipitation Measurement* (GPM) diolah menggunakan model *Soil and Water Assessment Tool (SWAT+)* untuk mensimulasikan debit air pada tanggal 1 Januari 2022 sampai 31 Juli 2024. Hasil validasi menunjukkan nilai korelasi sebesar 0,87 dan R^2 mencapai 0,75. Hal ini mencerminkan bahwa pemodelan debit air yang dibuat cukup akurat dalam merepresentasikan debit air sebenarnya. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan oleh pemerintah setempat dalam perencanaan mitigasi bencana banjir di masa mendatang.

Kata kunci: Debit Air, SWAT+, GPM, Sungai Landak, Mitigasi

Modeling of Water Discharge in the Landak River Using SWAT+

Abstract

The Landak River is a very crucial river for the people living along its banks. Therefore, information related to the discharge of the Landak River becomes very important for water resource management and flood disaster mitigation in the area. In this study, rainfall from the Global Precipitation Measurement (GPM) satellite was processed using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT+) model to simulate water discharge from January 1 2022 to July 31 2024. The validation results showed a correlation value of 0,87 and an R^2 of 0,75. This reflects that the model is accurate in representing the actual water discharge. The results of this study can be used as a reference by the local government in planning future flood disaster mitigation.

Keywords: Water Discharge, SWAT+, GPM, Landak River, Mitigation

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "**Pemodelan Debit Air Sungai Landak Menggunakan SWAT+**" tepat pada waktunya. Penyusunan usulan penelitian ini diajukan sebagai syarat dalam penyusunan tugas akhir. Dalam penyusunan usulan penelitian ini penulis banyak mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. Allah SWT yang telah memberikan segala limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar.
2. Rasulullah SAW yang telah memberikan motivasi dalam menjalani kehidupan sehingga sesulit apapun tugas akhir dapat dijalani dengan lancar.
3. Kedua orang tua (Bapak Adi Zulmiardi & Ibu Yetti Wahyuni), Abang (Rizki Aditya & Satria Imam Syuhada), Adik (Mutiara Viesta, Reza Surya Kusuma & Panji Muhammad), serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan baik secara moril maupun non moril sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ini.
4. Kementrian Pendidikan, Kedudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan kesempatan penulis untuk berkuliah menggunakan beasiswa Bidikmisi dari semester 1 hingga selesai.
5. Dr. Joko Sampurno, S.Si., M.Si. selaku pembimbing 1 serta Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si. selaku pembimbing 2 yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
6. Dr. Muhammad Ishak Jumarang, S.Si., M.Si. selaku penguji 1 dan Muliadi, S.Si., M.Si. selaku penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis terkait kekurangan pada penelitian.
7. Dosen dan tenaga pendidik di Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura yang senantiasa tulus memberikan ilmu yang sangat berguna bagi penulis lewat perkuliahan, interaksi sehari-hari di kampus, dan kegiatan di luar kampus.

8. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika khususnya Stasiun Meteorologi Kelas IV Maritim Pontianak yang memberikan ilmu bermanfaat selama penulis menjalankan Kerja Praktek.
9. Lembaga FKMI Fikri FMIPA UNTAN, HMG FMIPA UNTAN, BKMI UNTAN, KAMMI UNTAN, dan Rumah Hijrah yang telah memberikan ruang belajar untuk menambah *soft skill* dan *hard skill* hingga saat ini.
10. Teman-teman geofisika 2019 yang memberi dukungan dan semangat serta berjuang bersama selama penulis menempuh masa studi demi meraih gelar Sarjana Sains.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu tanpa mengurangi rasa terima kasih dari penulis

Pontianak, 9 Januari 2025

Prawira Diningrat

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI viii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xi

DAFTAR SINGKATAN xii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 DAS Landak 4
2.2 Siklus Hidrologi 6
2.3 Debit Aliran Sungai dan Metode Pengukuran 7
2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Debit Aliran Sungai 8
2.5 Kebencanaan Terkait Debit Aliran Sungai 8
2.6 Metode Pengukuran Debit Air Sungai 9
2.7 Pemodelan Debit Air Sungai dengan SWAT+ 10
2.6.1 SWAT+ 10
2.6.2 *Land Use dan Land Cover* 11
2.6.3 *Topography dan Slope* 12
2.6.4 *Slope Adjustments* 12
2.6.5 *Soil Type* 14
2.6.6 *Soil Temperature* 15
2.6.7 *Soil Hydrological Groups* 16
2.6.8 *Soil Erosion* 16
2.6.9 *Surface Runoff* 17
2.6.10 *Solar Radiation* 19
2.6.11 *Daily Air Temperature* 20
2.6.12 *Evapotranspiration* 20
2.6.13 *Precipitation* 20
2.6.14 *Maximum Half-Hour Rainfall* 21
2.6.15 *Water Quality* 21
2.6.16 *Water Temperature* 22
2.6.17 *Water Vapor* 23
2.6.18 *Hydrological Simulation* 23
2.8 *Delineate Watershed* 24
2.9 *Hydrological Response Unit* (HRU) 25

BAB III METODOLOGI 27

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 27
3.2 Data Penelitian..... 27
3.3 Prosedur Pengambilan Data 28
3.4 Diagram Alir Penelitian..... 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 *Watershed* 30
4.2 *Hydroglogical Response Unit* (HRU)..... 31
4.3 *Edit Input* dan *Run* SWAT+ 33
4.4 Analisis Hasil Pemodelan..... 37
BAB V PENUTUP..... 43
5.1 Kesimpulan..... 43
5.2 Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN..... 56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP..... 64

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Peta Sungai Landak Menggunakan QGIS 4
Gambar 2.2 Air Terjun di Gunung Niut 5
Gambar 2.3 Kotak Sederhana Perhitungan Debit Air 6
Gambar 2.4 *The Water Cycle* 6
Gambar 2.5 *Landuse and Landcover Map* 11
Gambar 2.6 Korelasi Antara Limpasan dan Curah Hujan 18
Gambar 2.7 Perbandingan Antara Distribusi Kelembaban Model Prediksi Green & Ampt dan Distribusi Kelembaban Sebenarnya 18
Gambar 2.8 *Major Rivers in* Kaski *District* 25
Gambar 2.9 *Hydroglogical Response Unit* (HRU) 26
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian 27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian 29
Gambar 4.1 Tahap Awal SWAT+ 30
Gambar 4.2 Hasil *Delineate Watershed* 31
Gambar 4.3 Hasil *Create* HRU 32
Gambar 4.4 Hasil *Import Watershed* 33
Gambar 4.5 *Weather Generators* 34
Gambar 4.6 *Weather Stations* 34
Gambar 4.7 SWAT+ *Check* 1 Januari - 31 Desember 2023 35
Gambar 4.8 SWAT+ *Check* 1 Januari - 31 Juli 2024 36
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Debit Air SWAT+ GPM dengan GFMS 37
Gambar 4.10 Grafik Debit Air Sungai Landak SWAT+ 1 Januari 2023 - 31 Juli 2024 38
Gambar 4.11 Grafik Grafik Curah Hujan Sungai Landak SWAT+ 1 Januari 2023 - 31 Juli 2024 38
Gambar 4.12 Anomali *Sea Surface Temperature* (SST) 39
Gambar 4.13 Perbandingan Debit Air SWAT+ vs Indeks ENSO ONI 1 Januari 2023 - 31 Juli 2024 40
Gambar 4.14 *Streamflow* 1 Januari 2023 - 31 Desember 2023 41
Gambar 4.15 *Streamflow* 1 Januari 2024 - 31 Juli 2024 42

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Skrip Kode *Google Earth Engine* (GEE) untuk Mengetahui Curah Hujan dari Satelit *The Global Precipitation Measurement* (GPM) Setiap Stasiun 56

Lampiran 2. Skrip Kode GEE untuk Mengetahui *Soil Map* dari USDA *System* 59

Lampiran 3. Skrip Kode *Google Colab* untuk Mengubah Data Setiap 30 Menit Menjadi Data Harian GPM 61

Lampiran 3. Tabel Data Stasiun 62

Lampiran 4. Tabel Data 63

DAFTAR SINGKATAN

ADCP	*Acoustic Doppler Current Profiler*
AWC	*Available Water Capacity*
BP-NN	*Back Propagation Neural Network*
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
CCTV	*Closed-Circuit Television*
CN	*Curve Number*
DAS	Daerah Aliran Sungai
DEM	*Digital Elevation Model*
DSDAN	Dewan Sumber Daya Air Nasional
ENSO	*El Niño-Southern Oscillation*
ESCO	*The Soil Evaporation Compensation*
FC	*Field Capacity*
GEE	*Google Earth Engine*
GFMS	*Global Flood Monitoring System*
GPM	*Global Precipitaiton Measurement*
HRU	*Hydrological Response Unit*
Kalbar	Kalimantan Barat
LULC	*Landuse Landcover*
NOAA	*National Oceanic and Atmospheric Administration*
NRCS	*Natural Resource Conservation Service*
ONI	*Oceanic Niño Index*
QGIS	*Quantum Geographic Information System*
SCS	*Soil Conservation Service*
SST	*Sea Surface Temperature*
STARI	*Space Time Autoregressive Integrated*
SWAT	*Soil and Water Assessment Tool*
SWC	*Soil Water Content*
Texas A&M	*Texas Agricultural & Mechanical University*

USDA-ARS	*United State Department of Agriculture - Agricultural Research Service*
USEPA	*United States Environmental Protection Agency*
USGS	*United States Geological Survey*
WP	*Wilting Point*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Landak adalah salah satu sungai di Kalimantan Barat yang mengalir ke barat daya Pulau Kalimantan melalui sebagian besar wilayah Kabupaten Landak. Selain itu, Sungai Landak melintasi tiga Kabupaten/Kota: Kabupaten Landak, Kabupaten Kubu Raya, dan Kota Pontianak. Sumber air Sungai Landak berasal dari Pegunungan Niut yang berada di perbatasan Kabupaten Landak dan Kabupaten Bengkayang, tepatnya dari lereng timur Gunung Nyiut (1.701 m di atas permukaan laut) yang terletak di Desa Tengon Pelaik. Aliran Sungai Landak bermuara di Sungai Kapuas tepatnya di tengah Kota Pontianak.

Bencana hidrometeorologi adalah bencana terbesar di Provinsi Kalimantan Barat (Kalbar), khususnya daerah aliran sungai (DAS) Sungai Landak (Kurniawan, 2019). Bencana hidrometeologi yang terjadi umumnya berupa banjir. Hal ini karena Kalbar memiliki curah hujan yang tinggi (Haque *et al*., 2022). Tingginya intensitas curah hujan dapat memicu peningkatan debit air sungai sehingga menyebabkan banjir (Hermon, 2012).

Seiring dengan krusialnya peran Sungai Landak, maka informasi terkait debit sungai menjadi sangat penting. Informasi terkait debit air dapat diperoleh dari pengamatan langsung atau diprediksi dengan data model. Contoh prediksi debit air dengan model yang pernah dilakukan diantaranya: dengan *Back Propagation Neural Network* (BP-NN) (Rezaei *et al*., 2015). Selanjutnya, prediksi dapat juga dilakukan dengan model regresi linier (Sutrisno *et al*., 2020) dan model *Space Time Autoregressive Integrated* (STARI) (Alawiyah *et al*., 2020). Selain itu, debit air juga dapat diprediksi dengan model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) yang divalidasi dengan data debit sungai yang diamati (Junaidi, 2015).

SWAT adalah model matematika berbasis fisika yang digunakan untuk memodelkan sistem hidrologi secara spasial. SWAT menggabungkan *Hydrological Response Unit* (HRU) dengan mempertimbangkan penggunaan lahan, jenis tanah, dan kemiringan (Omani *et al*., 2007). Penggunaan SWAT telah meluas di Asia dan

wilayah lainnya karena permintaan akan alat evaluasi yang efektif dalam menangani masalah sumber daya air yang kompleks (Gassman *et al*., 2022). Versi terbaru SWAT, yaitu SWAT+ telah diintegrasikan ke dalam *Quantum Geographic Information System* (QGIS) melalui plugin yang membantu dalam pemantauan dan pengendalian erosi tanah, polusi sumber non-titik, serta pengelolaan area sungai (Lupia & Pulighe, 2022).

SWAT merupakan model yang dapat digunakan untuk prediksi debit air dari data hujan harian, bulanan atau tahunan (Hidayat, 2023). Hasil prediksi dari model SWAT menunjukkan kesesuaian yang cukup baik dengan debit yang diukur secara langsung di lapangan (Rachman *et al*., 2017). Berdasarkan perbandingan antara prediksi data debit dengan debit aktual, model SWAT menunjukkan kemampuan yang baik dalam memprediksi variasi aliran pada bulan dengan debit air tinggi maupun rendah (Ferijal, 2012).

Pada penelitian ini, model SWAT+ digunakan untuk memodelkan fluktuasi debit air Sungai Landak. SWAT+ digunakan untuk memprediksi kejadian di masa depan yang terjadi di dalam DAS Sungai Landak dan membantu dalam pemahaman, serta merencanakan langkah-langkah untuk melestarikan sumber daya alam (Cotter *et al*., 2003). Hasil prediksi debit air akan divalidasi melalui data debit air dari model debit air global. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu pemerintah setempat dalam hal pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana banjir di DAS Sungai Landak.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah:

a. Bagaimana memodelkan fluktuasi debit air Sungai Landak menggunakan model SWAT+?
b. Bagimana hasil analisis pemodelan debit air SWAT+ di Sungai Landak?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

a. Simulasi data yang dianalisis dimulai dari 1 Januari 2023 sampai 31 Juli 2024.
b. Resolusi DEM yang digunakan adalah 30 m.
c. Input curah hujan menggunakan data global satelit *The Global Precipitation Measurement* (GPM) dari tahun 2022 sampai 2024.
d. Pemanasan data dilakukan selama 1 tahun sebelum data yang dianalisis.
e. Data validasi menggunakan data prediksi *Global Flood Monitoring System* (GFMS) *University of* Maryland dengan resolusi 1 km.
f. Tidak menggunakan data *humidity, temperature, wind speed* dan *solar radiation*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

a. Memodelkan fluktuasi debit air Sungai Landak menggunakan model SWAT+.
b. Menganalisis hasil *output* pemodelan debit air SWAT+ di Sungai Landak.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan terhadap *civitas academica* maupun masyarakat umum mengenai fluktuasi debit air Sungai Landak. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah setempat dalam hal menjaga sumber daya air sungai. Selain itu, info terkait debit air Sungai Landak juga dapat digunakan untuk memitigasi bencana banjir.