

ANALISIS DEBIT ALIRAN DAS CITARUM HULU DENGAN MODEL SWAT SEMI-DISTRIBUTED HIDROLOGI

Adi Setiadi Nugraha

Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

korespondensi: adisnpsda@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemantauan fluktuasi debit aliran pada sungai umumnya dilakukan melalui pos pemantauan atau Pos Duga Air (PDA). Namun, jika suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) tidak memiliki PDA, debit sungai dapat dihitung menggunakan model hidrologi. Salah satu model yang sering digunakan adalah model Semi-Distributed dengan Soil and Water Assessment Tool (SWAT), yang dapat diolah melalui software ArcGIS. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keandalan model SWAT dalam memprediksi debit aliran pada DAS Citarum Hulu. Berdasarkan hasil deliniasi DAS, luas DAS Citarum Hulu diketahui sebesar 557,1 km². Simulasi selama satu tahun menggunakan metode SWAT pada DAS ini menghasilkan debit maksimum sebesar 441 m³/detik dan debit minimum sebesar 2,15 m³/detik. Sementara itu, data observasi dari pos duga air menunjukkan debit maksimum 460 m³/detik dan debit minimum 4,06 m³/detik. Meskipun terdapat perbedaan antara hasil simulasi dan observasi, selisihnya tidak signifikan. Setelah dilakukan kalibrasi, diperoleh nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) lebih dari 0,56, yang menunjukkan bahwa model SWAT memenuhi standar. Selain itu, koefisien korelasi (R) sebesar lebih dari 0,79 mengindikasikan hubungan yang kuat antara hasil simulasi dan data observasi. Dengan demikian, model SWAT dinilai handal dan layak diterapkan dalam pemodelan debit aliran di DAS Citarum Hulu. Metode ini dapat menjadi alternatif yang efektif untuk memperkirakan debit sungai di wilayah tersebut, terutama di DAS yang tidak memiliki pos pemantauan debit.

Kata Kunci: Debit, Soil and Water Assessment Tool (SWAT), Validasi.

ABSTRACT

Flow discharge fluctuations in a river can be monitored if the watershed has a water monitoring post. However, when such a post is unavailable, flow discharge can be estimated using a hydrological model. One such model is the semi-distributed Soil and Water Assessment Tool (SWAT), which can be implemented with ArcSWAT software. This study aims to assess the reliability of the SWAT model when applied to the Upstream Citarum Watershed. From watershed delineation, the Upstream Citarum Watershed covers an area of 557.1 km². Simulations over a one-year period using SWAT produced a maximum flow discharge of 441 m³/second and a minimum of 2.15 m³/second. In comparison, observational data from the water estimation post showed a maximum discharge of 460 m³/second and a minimum of 4.06 m³/second. Although there is a difference between the simulated and observed discharge values, the discrepancy is relatively small. After calibration, the model yielded a Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) value greater than 0.56, indicating that the model meets acceptable standards. Additionally, the correlation coefficient (R) was found to be greater than 0.79, which demonstrates a strong correlation between the simulated and observed data. These results suggest that the SWAT model is reliable and can be effectively applied to model flow discharge in the Upstream Citarum Watershed. Consequently, the SWAT method can be considered a viable option for generating flow discharge data, especially in watersheds without direct monitoring posts.

Keywords: Discharge, Soil and Water Assessment Tool (SWAT), Validation.

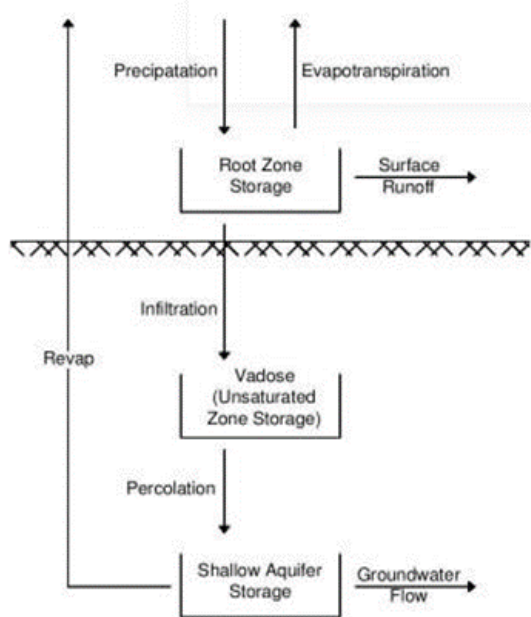
PENDAHULUAN

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besaran debit pada sungai antara lain adalah karakteristik curah hujan, iklim, serta tutupan lahan yang ada pada suatu DAS tersebut [1]. Fluktuasi debit pada sungai dapat dipantau apabila pada DAS tersebut memiliki pos duga

air (PDA). Namun apabila pada suatu DAS tidak memiliki pos duga air, maka besaran debit sungai dapat dicari menggunakan pendekatan model hidrologi [2]. Salah satu model hidrologi yang dapat memperkirakan besaran debit pada suatu sungai adalah model *semi-distributed* dengan *soil and water*

assessment tool (SWAT) [3]. Model *soil and water assessment tool* dapat dikerjakan dengan bantuan ArcSWAT. ArcSWAT merupakan salah satu tools yang ada di *software* ArcGIS. *Output* yang dapat diperoleh nantinya berupa *Direct Run-off* [4].

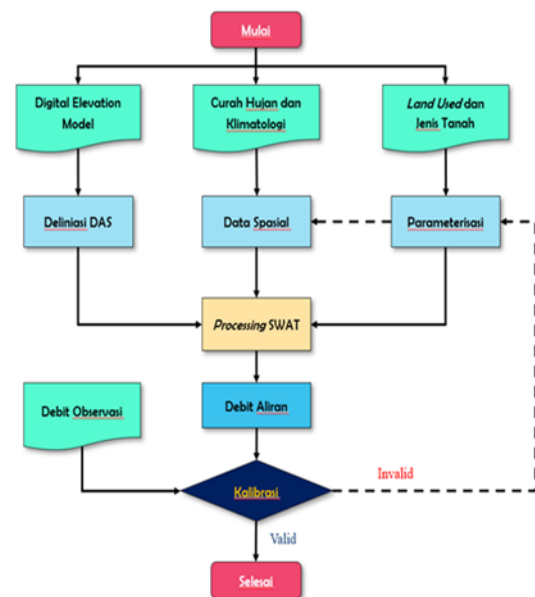
TINJAUAN PUSTAKA



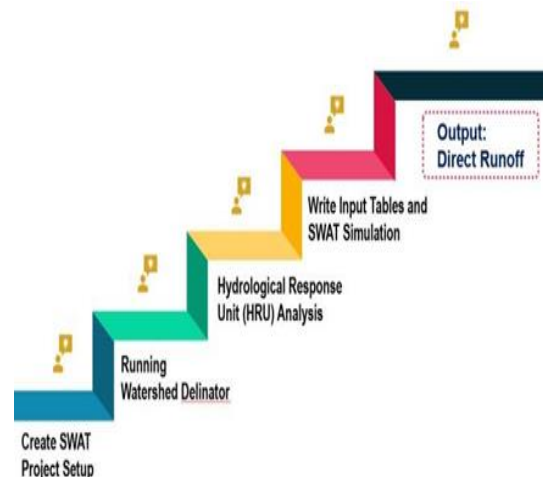
Gambar 1 : Skema Model SWAT

Model hidrologi yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold untuk *Agricultural Research Service* (ARS) dari USDA pada awal 1990-an dikenal sebagai *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) [5]. SWAT adalah alat evaluasi air tanah yang dirancang untuk memprediksi dampak manajemen lahan pertanian terhadap ketersediaan air, sedimentasi, dan bahan kimia pada DAS yang kompleks. SWAT memperhitungkan berbagai jenis tanah, tata guna lahan, dan manajemen kondisi DAS selama periode waktu yang lama [6].

Kerangka pikir penelitian merupakan suatu tahapan- tahapan yang menjelaskan terkait langkah analisis suatu penelitian.



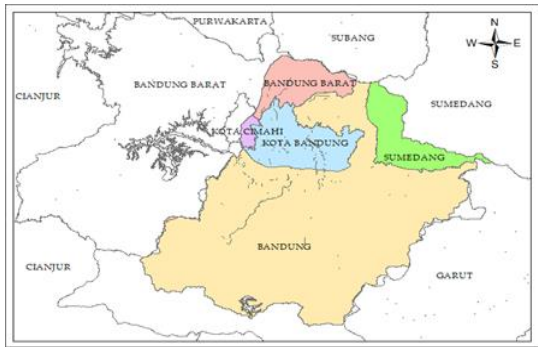
Gambar 2 : Bagan Alir Penelitian



Gambar 3 : Tahapan Pemodelan SWAT

METODE

Studi ini dilakukan di daerah aliran sungai Citarum Hulu yang terletak di Provinsi Jawa Barat. DAS Citarum Hulu melintasi beberapa Kota dan Kabupaten, seperti Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan Kabupaten Sumedang.



Gambar 4 : Lokasi Penelitian

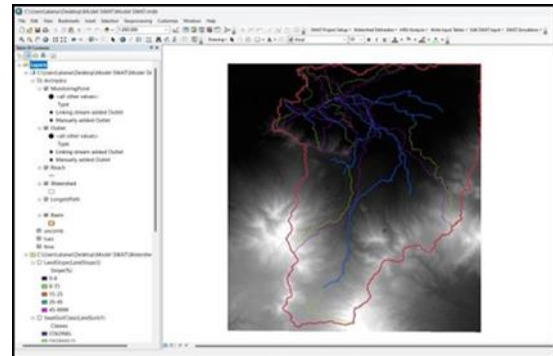
Data-data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari instansi-instansi terkait yang berhubungan dengan judul penelitian. Data-data sekunder tersebut antara lain:

- Data curah hujan harian dan debit observasi, BBWS Citarum, PUPR.
- Data klimatologi, BMKG.
- Tutupan lahan tahun, KLHK.
- Topografi, BIG.
- Geologi, ESDM.
- Jenis Tanah, Bakosurtanal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal untuk memodelkan debit aliran dengan metode SWAT adalah mendeliniasi DAS. Deliniasi DAS pada penelitian ini berdasarkan data dari DEM disekitar wilayah DAS yang akan diteliti. Metode yang digunakan dalam proses deliniasi ini adalah metode *threshold*, dimana besar kecilnya nilai *threshold* yang digunakan akan menentukan

jumlah jaringan sungai yang akan terbentuk pada DAS tersebut [7].

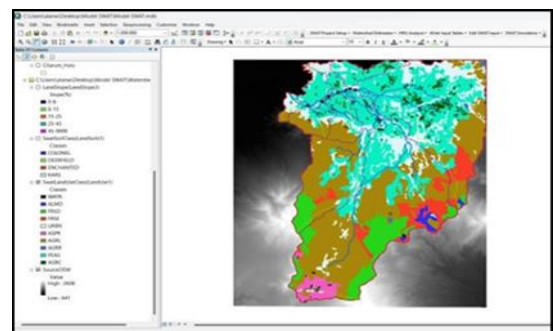


Gambar 5 : Hasil Deliniasi DAS

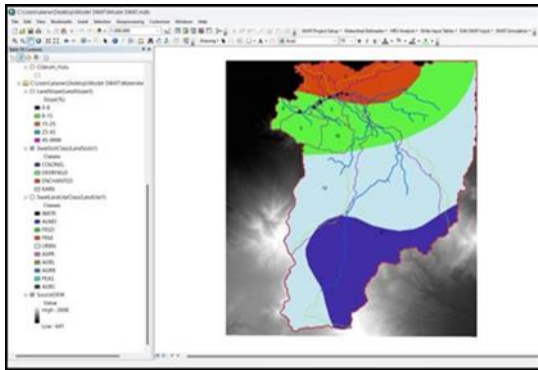
Tahapan kedua setelah menyelesaikan *watershed deliniator* adalah *HRU Analysis*. Pada *HRU Analysis* dimasukan data *land use* dan data *soil* yang nantinya akan disesuaikan dengan data *base* SWAT [8].

Setelah data *land use* dan *soil* telah disesuaikan dengan data *base* SWAT, maka tahap selanjutnya melakukan klasifikasi *land use*, *soil* dan *slope definition*[9].

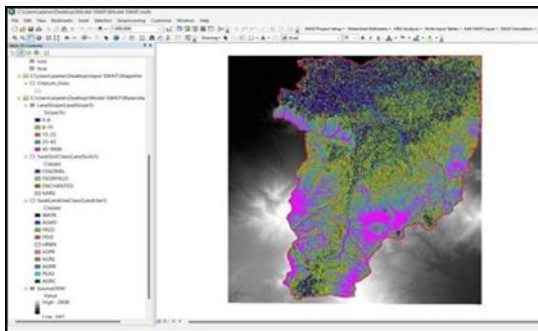
Berikut merupakan hasil pengklasifikasian dari ke-3 data tersebut.



Gambar 6 : Hasil Pengklasifikasian Land Use

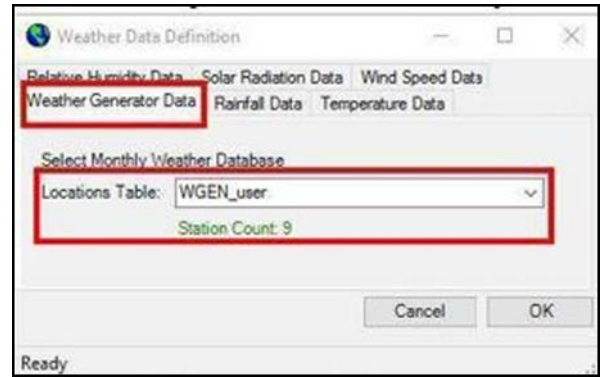


Gambar 7 : Pengklasifikasian Hasil Soil



Gambar 8 : Slope Definition

Tahapan ke-tiga setelah *HRU Analysis* adalah menginput data *Weather Station*. Pada tahapan sebelumnya (*HRU Analysis*) adalah memasukan data tutupan lahan dan jenis tanah, sedangkan pada tahap ini adalah memasukan data yang terkait dengan hidroklmatologi seperti curah hujan, temperatur udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin [9]. Data yang digunakan adalah data harian (*daily*) selama 1 (satu) tahun pada tahun 2016. Data-data tersebut disusun berdasarkan format *database* SWAT dan disimpan pada file txt. Berikut merupakan kolom *input* untuk masing-masing parameter di atas.



Gambar 9 : Input Weather Generator Data

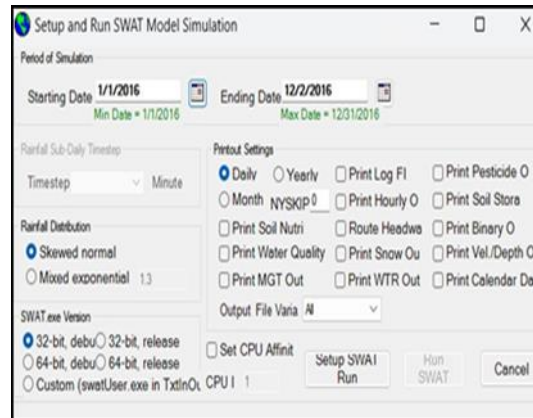
Setelah semua data hidroklmatologi selesai di input, maka selanjutnya pada write input table, pilih select all dan klik create table. Setelah semua data telah diinput dan disesuaikan dengan data base dari SWAT itu sendiri, maka model SWAT sudah siap untuk di running.



Gambar 10 : Input Weather Generator Data

Setelah 3 (tiga) tahapan sudah dilakukan, maka masuk pada tahap akhir yaitu running SWAT. Untuk menjalankan model SWAT, pilih SWAT simulation dan klik Setup SWAT

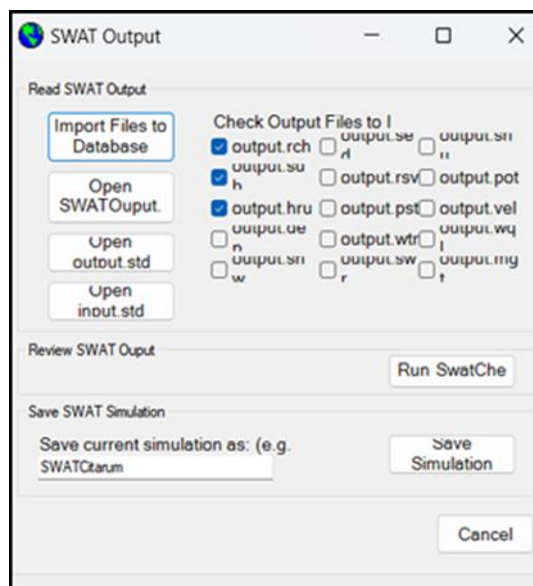
Run. Namun sebelum itu, pastikan periode waktu running-nya sudah diatur dengan benar dan sesuai dengan kebutuhan



Gambar 11 : Tampilan Setup Dan Run Simulation

Pada bagian SWAT Output, klik import files to database dan jangan lupa untuk mencentang

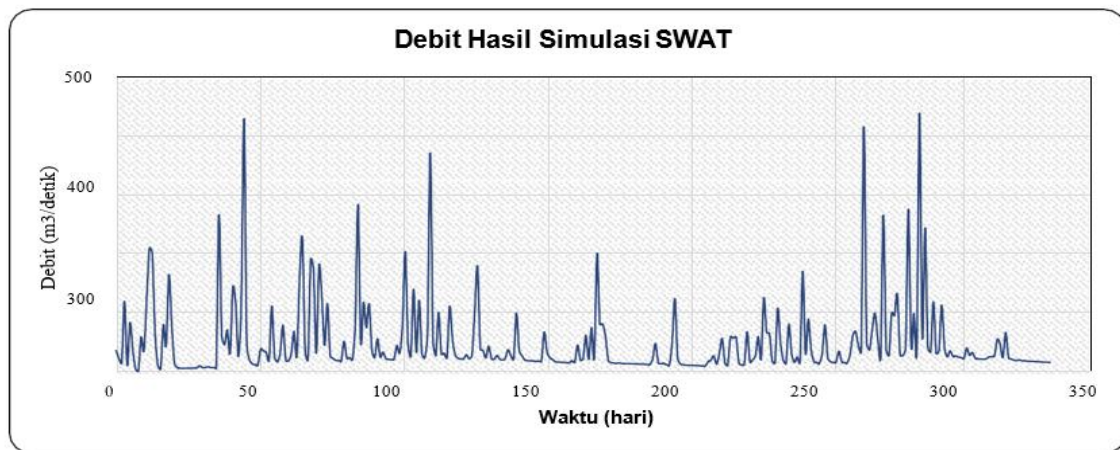
output rch, sub dan hru, agar output debitnya bisa didapatkan.



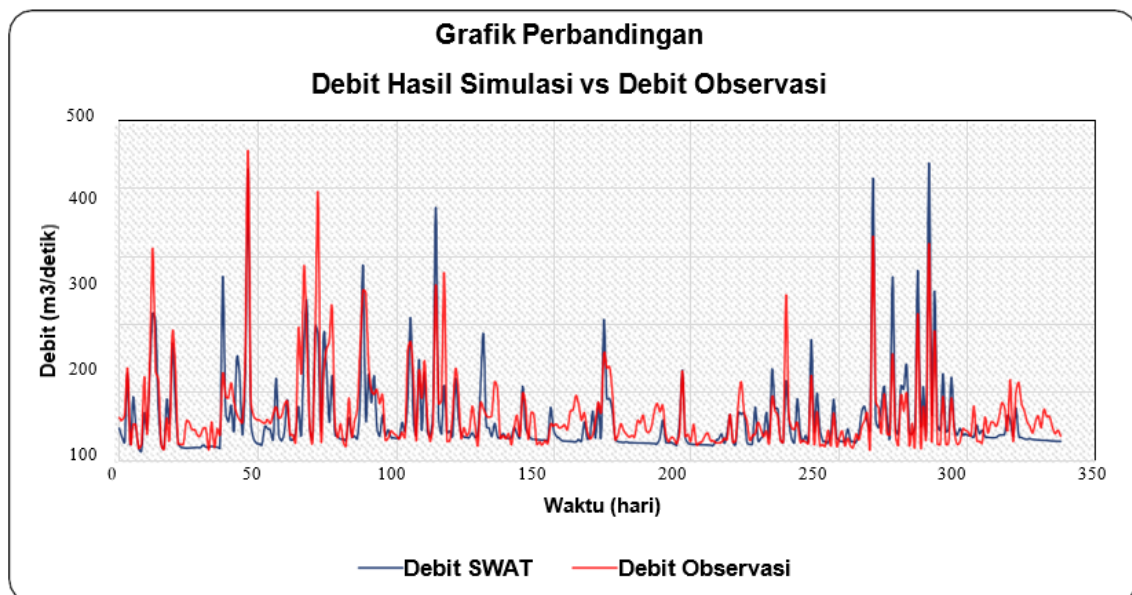
Gambar 12 : Read SWAT Output

Output dari running SWAT dapat dilihat pada folder scenarios. Output akan disajikan dalam microsoft access data base. Berikut

merupakan hasil debit aliran DAS Citarum hulu selama 1 (satu) tahun pada tahun 2016 berdasarkan hasil simulation SWAT



Gambar 13 : Debit Hasil Simulasi SWAT



Gambar 14 : Grafik Perbandingan Debit

Tabel 1 : Kriteria Koefisien Korelasi

Nilai R	Interpretasi
0 - 0,19	Sangat Rendah
0,20 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Kuat
0,8 - 1	Sangat Kuat

Sumber : Sugiyono, 2017

Tabel 2 : Kriteria Nilai NSE

Nilai NSE	Interpretasi
NSE > 0.75	Baik
0.36 < NSE < 0.75	Memenuhi
NSE < 0.36	Tidak Memenuhi

Sumber : Motovilov.et al, 1999

Setelah dilakukan kalibrasi, maka didapat nilai Correl sebesar 0,79, dan NSE sebesar 0,56. Berdasarkan tabel kriteria nilai koefisien korelasi, maka hasil model ini dikategorikan “kuat” dan berdasarkan kriteria nilai NSE maka pemodelan ini masuk dalam interpretasi memenuhi syarat.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa metode SWAT dapat diaplikasikan dengan baik pada Sub DAS Citarum Hulu untuk memodelkan debit aliran. Hasil simulasi selama satu tahun menunjukkan bahwa debit aliran maksimum yang dihasilkan sebesar 441 m³/detik dan debit minimum sebesar 2,15 m³/detik. Meskipun terdapat perbedaan dengan data debit observasi dari pos duga air, di mana debit maksimum sebesar 460 m³/detik dan debit minimum 4,06 m³/detik, perbedaan tersebut tidak signifikan. Setelah dilakukan kalibrasi, model SWAT menunjukkan hasil yang cukup memadai dengan nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) Sebesar 0,56 Dan Korelasi (R) Sebesar 0,79. Hal Ini Menunjukkan Bahwa Model SWAT Dapat Diandalkan Dan Layak Diterapkan Sebagai Alat Pemodelan Debit Aliran Pada Sub DAS Citarum Hulu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] U. Sukmayu, S. Ab, M. A. Saputra, I. Iskandar, D. A. Susanto, And S. Anugrah Amdani, “Jurnal Teslink : Teknik Sipil Dan Lingkungan Aplikasi Arc-Swat Pada Analisis Debit Banjir Rencana Di Daerah Aliran Sungai Cimandiri Kabupaten Sukabumi,”

Jurnal Teslink : Teknik Sipil Dan Lingkungan, Vol. 4, No. 2, Pp. 107–123, 2022, Doi: 10.52005/Teslink.V115i1.Xxx.

- [2] A. Amiruddin, T. Anasiru, U. Tadulako, K. Bumi Tadulako Tondo, J. Soekarno-Hatta Km, And S. Tengah, “Analisa Debit Banjir Rancangan DAS Tojo Metode HSS ITB 1,” *Borneo Engineering*, 2020.
- [3] I. Gustio, D. Putri Jingga, E. Roza Syofyan, And C. Muharis, “Analisa Erosivitas Lahan Pada DAS Batang Agam Dengan Menggunakan Model SWAT Analysis Of Land Erosion In The Batang Agam Watershed Using The SWAT Model,” *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, Vol. 16, No. 1, 2020.
- [4] R. Fattah Pratiwi, M. Amin, And S. Triyono, “Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Analisis Hubungan Rasio Debit Dan Penggunaan Lahan Di DAS Sekampung Hulu Dengan Menggunakan Model SWAT Dan Regresi Linier Berganda Analysis Correlation Of Discharge Ratio And Land Use In Watershed Of Way Sekampung Hulu (Upper Sekampungsystem) Using SWAT Model And Multiple Linier Regression,” 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/Abe/index>
- [5] A. D. Pribadi, R. D. Kusumawati, And A. A. Firdausi, “Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Di Das Sampean Kabupaten Bondowoso,” *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, Vol. 19, No. 2, Pp. 84–101, 2020, Doi: 10.35760/Dk.2020.V19i2.3492.
- [6] D. Wardiman, E. Gas Ekaputra, And D. Yonariza, “Simulasi Konservasi Lahan Kritis Terhadap Hasil Air (Water Yield) Daerah Aliran Sungai (Das) Kuranji Menggunakan Model Swat (Soil And Water Assesment Tool),” 2020.
- [7] M. F. Ikhwal, M. I. Rau, S. Nur, T. Ferijal, W. Prayogo, And S. F. D. Saputra, “Application Of Soil And Water Assessment Tool In Indonesia –

- A Review And Challenges,” *Desalination Water Treat*, Vol. 277, Pp. 105–119, Nov. 2022, Doi: 10.5004/Dwt.2022.29018.
- [8] M. Shalahuddin, A. Malik, And H. M. Saut, “Penggunaan Sistem Informasi Geografis Dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Menggunakan Model Soil And Water Assesment Tool (Swat) Soil Water Assessment Tool (Swat) Model Based On Geographic Information Systems (Gis) Used In Watershed Management,” *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 2022, Doi: 10.31258/Jil.16.2.P.
- [9] A. Fitriana Definnas, R. Fairuzza Reyandal, E. Roza Syofyan, And W. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang, “Analisa Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap DAS Batang Kuranji Dengan Menggunakan Model Soil And Water Assessment Tool (SWAT) Analysis Of The Effect Of Change In Land Use On The Batang Kuranji River Basin Using Soil And Water Assessment Tool (Swat) Models,” *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, Vol. 15, No. 2, 2020.