Jurnal KARAJATA ENGINEERING
Vol. 4 No. 2, Desember 2024, pp. 171-181, eISSN: 2775-5266
https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/karajata
DOI http://dx.doi.org/xx.xxxx/karajata

Integrasi Model Hujan-Aliran Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus DAS Katingan Provinsi Kalimantan Tengah)

Destia Fitri Yusrianti[1], Nomeritae[2], Raden Haryo Saputra[3]

[1*]*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Indonesia*
[2]*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Indonesia*
[3]*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Indonesia*
**Email: destiafitri0702@gmail.com*

Abstract: The Katingan watershed in Central Kalimantan Province, Indonesia, has experienced land use changes that have led to a reduction in the groundwater recharge areas. This study aims to examine the hydrological response of the Katingan watershed due to land cover changes by simulating the discharge of the Katingan River in Kasongan using the Arc-SWAT model integrated with Geographic Information System or GIS. The calibration results showed that the dominant physical parameters influencing the model were CN2 and ALPHA_BF. The CN2 value increased from 80 in 2013 to 83 in 2022, indicating a decrease in recharge areas and an increase in surface runoff volume. Meanwhile, the ALPHA_BF value remained 1 for all calibration years, indicating no significant changes in groundwater volume. The best-performing model was found for the calibration and validation years 2022 and 2023, indicating that land cover changes had a significant impact on the hydrological response of the Katingan watershed.

Keywords: Watershed; Arc-SWAT; calibration; validation

1. PENDAHULUAN

DAS atau Daerah Aliran Sungai merupakan area tanah yang terintegrasi dengan satu sungai beserta anak sungainya, yang berperan sebagai tempat untuk mengumpulkan, menyimpan, dan mengalirkan air hasil dari hujan menuju danau atau laut secara alami. (UU No. 7 tahun 2004). DAS Katingan terletak di Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia, yang proses pelestariannya diperlukan perencanaan dan pengambilan keputusan yang tepat. Untuk memprediksi pengaruh terhadap kondisi hidrologi suatu DAS, perlu metode yang mengintegrasikan sumber daya lahan dan air dengan penggunaan lahan.

Salah satu model hidrologi yang memiliki kemampuan untuk menggambarkan hidrologi wilayah aliran sungai adalah SWAT (Tools for Soil Water Assessment). Parameter statistik tertentu (NSE, RSR, R2 dan PBIAS) digunakan untuk menentukan relevansi model SWAT. ArcSWAT adalah ekstensi tambahan pada ArcGIS yang salah satu kegunaannya adalah untuk mendelineasi Batas DAS dengan bahan utama data DEM (Digital Elevation Model) (Nurfitri dkk., 2022).

Dalam menentukan hubungan antara hasil model SWAT dan debit terukur sungai secara keseluruhan dilakukan dengan cara kalibrasi. Kalibrasi dilakukan untuk

mengetahui apakah model bisa untuk mempresentasikan kondisi di lapangan atau tidak. Pada penelitian ini kalibrasi dilakukan dengan metode coba-coba dalam menentukan nilai parameter terbaik untuk mengetahui keakuratan model (Dwirani dkk., 2019).

Setelah kalibrasi selesai, semua parameter dengan nilai yang berhasil diperoleh langsung ditetapkan sebagai skenario baku untuk digunakan pada tahap berikutnya, validasi. Ini dilakukan dengan menjalankan SWAT selama satu tahun atau bulan setelah periode kalibrasi untuk memastikan bahwa model dan parameter yang diperoleh selama proses kalibrasi dan ditetapkan sebagai skenario baku adalah valid. (Adam dkk., 2023)

Menurut penelitian Basthoni, pemodelan aliran curah hujan dengan Arc-SWAT pada Sub DAS memberikan nilai yang sangat baik terhadap reliabilitas model (Basthoni dkk., 2020). Penggunaan model hidrologi SWAT di Sub DAS Cicatih dapat memprediksi dan mensimulasikan debit aliran dengan baik karena nilai NSE dan R2 pada tahap kalibrasi di Sub DAS Cicatih masing-masing bernilai 0,82 dan 0,85 (Putri dkk., 2021). Model SWAT dapat diaplikasikan dengan baik di DAS Ciliwung hulu 2, serta pada curah hujan rata-rata 10 harian semua komponen aliran telah berkontribusi maksimal untuk debit sungai (Zumaa dkk., 2017). Sementara itu berdasarkan distribusi Log normal, besar debit banjir dengan periode ulang masing-masing 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun adalah 76,38 m3/det, 110,82 m3/det dan 134,62 m3/det (Saputri dkk., 2022). Rata-rata volume potensial air yang masuk ke waduk sebesar 61.166 m3/tahun dengan curah hujan rencana 115,38 mm dan debit banjir rencana 2,54 m3/dtk (Pandjaitan, dkk., 2022)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon hidrologi DAS Katingan terhadap perubahan tutupan lahan dengan melakukan simulasi debit Sungai Katingan di Kecamatan Kasongan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif yang dimaksud adalah metode dimana data numerik digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian, menguji hipotesis, atau memahami fenomena yang terjadi di lokasi penelitian (Ramdhan dkk., 2023).

Lokasi penelitian ini berada pada DAS Katingan tepatnya di Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Outlet DAS Katingan yang menjadi fokus penelitian adalah terletak di Kota Kasongan.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yakni data hujan harian dari pos hujan di sekitar lokasi penelitian dari tahun 2013–2022 (10 tahun), peta topografi DAS Katingan yang dihasilkan oleh DEMNAS (Digital Elevation Model), peta tutupan lahan dari KLHK

(Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan), serta peta jenis tanah dari FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations).*

Setelah data yang diperlukan telah terkumpul maka akan dilakukan pengolahan data, simulasi ARC-SWAT, kalibrasi dan validasi model SWAT.

Performa model ARC-SWAT dalam penelitian ini diukur dengan parameter-parameter statistik sebagai berikut (Kamiana, 2011):

1. NSE

$$\mathrm{NSE} = 1 - \left[\frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}}(\mathrm{Qmod,i} - \overline{\mathrm{Q}}\mathrm{mod,i})^2}{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}}(\mathrm{Qobs,i} - \overline{\mathrm{Q}}\mathrm{obs,i})^2}\right]$$

Dari rumus diatas dapat diketahui kalau Q_{obs} adalah parameter model hasil pengukuran di lapangan (m^3/detik), Q_{mod} adalah parameter model hasil simulasi model (m^3/detik), $\overline{Q}_{obs}$ adalah parameter model pengukuran di lapangan rata-rata (m^3/detik), dan $\overline{Q}_{obs}$ adalah parameter model hasil simulasi model rata-rata (m^3/detik).

Tabel 1. Kriteria Nilai NSE

Nilai NSE	**Interpretasi**
NSE > 0,75	Baik
0,36 < NSE < 0,75	Memenuhi
NSE < 0,36	Tidak memenuhi

2. R^2

R^2 berkisar mulai dari 0 hingga 1, dan nilai yang lebih besar menunjukkan varians simpangan yang lebih rendah. Nilai di atas 0,5 biasanya dianggap diterima.

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}}(\mathrm{Qobs,i} - \overline{\mathrm{Q}}\mathrm{obs,i})\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}}(\mathrm{Qmod,i} - \overline{\mathrm{Q}}\mathrm{mod,i})}{\sqrt{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}}(\mathrm{Qobs,i} - \overline{\mathrm{Q}}\mathrm{obs,i})^2 \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}}(\mathrm{Qmod,i} - \overline{\mathrm{Q}}\mathrm{mod,i})^2}}\right)^2$$

Tabel 2. Kriteria Nilai R2

Nilai R^2	**Interprestasi**
R^2 > 0.85	Sangat Baik
0.75 < $R^2 \leq$ 0.85	Baik
0.60 < $R^2 \leq$ 0.75	Memuaskan
$R^2 \leq$ 0.60	Tidak Memuaskan

3. PBIAS

Nilai PBIAS yang optimal adalah 0,0. Nilai yang rendah menunjukkan bahwa simulasi model yang tepat, sementara nilai yang positif menunjukkan estimasi model yang terlalu rendah, dan nilai yang negatif menunjukkan bias estimasi model yang terlalu tinggi (Rombang dkk., 2022).

$$\text{PBIAS} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Qobs,i - Qmod,i}{\sum_{i=1}^{n} Qobs,i} \times 100$$

Tabel 3. Kriteria Nilai PBIAS

Nilai PBIAS	Interprestasi
PBIAS < ± 5	Sangat Baik
± 5 PBIAS < ± 10	Baik
$\pm 10 \leq$ PBIAS < ± 15	Memuaskan
PBIAS $\geq \pm 15$	Tidak Memuaskan

4. RSR

Rasio standar deviasi RMSE-observasi (RSR) adalah statistik evaluasi model. RSR menstandardisasi RMSE menggunakan standar deviasi pengamatan dan menggabungkan indeks galat dan informasi tambahan. RMSE adalah salah satu statistik indeks galat yang umum digunakan secara umum diterima bahwa semakin rendah RMSE, semakin baik kinerja model (Priambodo dkk., 2023).

$$\text{RSR} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Qobs,i - Qmod,i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(Qobs,i - \overline{Qmod,i}\right)^2}} \times 100$$

Tabel 4. Kriteria Nilai RSR

Nilai RSR	Interprestasi
0.00 $\leq$ RSR $\leq$ 0.50	Sangat Baik
0.50 $\leq$ RSR $\leq$ 0.60	Baik
0.60 $\leq$ RSR $\leq$ 0.70	Memuaskan
RSR >0.70	Tidak Memuaskan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Curah Hujan

Ada empat stasiun ARR dan satu stasiun klimatologi yang terletak di sekitar lokasi penelitian untuk menghasilkan peta curah hujan. Selain itu, aplikasi Microsoft Excel membantu dalam pengolahan data dengan menuliskan data curah hujan dan klimatologi dalam format SWAT. Selain itu, pengolahan WGEN digunakan untuk

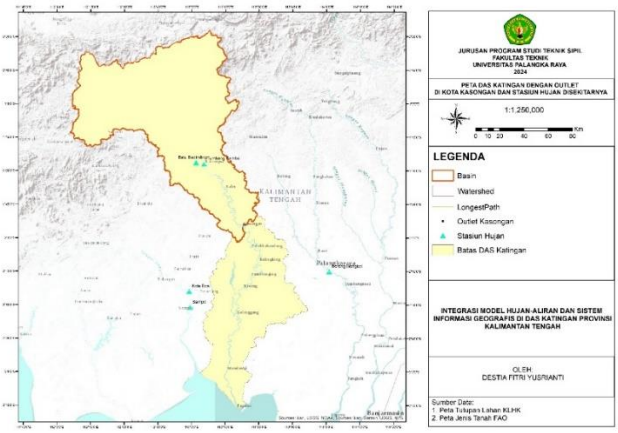
menghasilkan data dalam format text (.txt) dan database WGEN dalam bentuk file Microsoft Access. Data hujan yang tidak lengkap pada beberapa stasiun dan tanggal tertentu perlu dilengkapi. Metode Inversed Square Distance digunakan untuk melengkapi data hujan hilang yang diintregasikan dengan SIG (Atqiya dkk., 2024) SIG berperan dalam penentuan jarak-jarak antara stasiun hujan yang hilang dan stasiun hujan di sekitar area yang akan di teliti. Perhitungan dilakukan dengan perangkat *Microsoft Excel*.

Tabel 5. Curah Hujan Tahun 2013-2022 di Wilayah Katingan

No	Nama Stasiun Hujan	Koordinat		Curah hujan/harian (mm)
		X	Y	
1	Batu Badinding	113.031	-1.440	24501.150
2	Tumbang Samba	113.093	-1.448	10457.813
3	Kota Besi	112.981	-2.401	25830.542
4	Sampit	112.987	-2.519	44338.300
5	Bereng Bengkel	114.019	-2.252	27583.999

3.2. Penentuan Batas Daerah Aliran Sungai (DAS) Katingan Dengan Outlet Hilir Di kasongan

Peta batas-batas DAS digunakan untuk menggambarkan tahapan pembentukan DAS. Peta tersebut diolah menggunakan *software* ArcGIS 10.3 untuk diperoleh batas-batas DAS. Setelah penggabungan peta DEM dan perubahan koordinat UTM selesai, peta DEM yang sudah diraster dipotong dari Peta Batas DAS Katingan. Peta Raster DAS Katingan Ini digunakan untuk deliniasi DAS menggunakan Watershed Delineator di ArcSWAT.



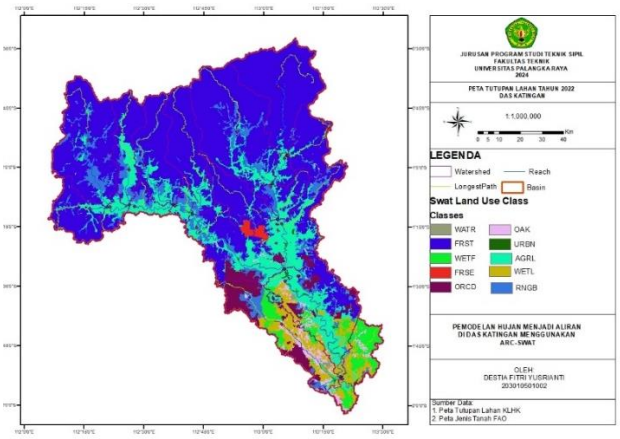
Gambar 1. Peta DAS Katingan dengan Outlet di Kota Kasongan dan Stasiun Hujan Disekitarnya

3.3. Pembentukan HRU (*Hydrological Response Unit*)

Pada Arc-SWAT memiliki menu untuk analisis HRU, dimana terdapat analisis penggunaan lahan, tipe tanah, dan topografi lereng yang dihubungkan ke SWAT

database dan kemudian dioverlay pada ketiga peta tersebut untuk membentuk HRU. Proses watershead akan menghasilkan sub-subDAS yang akan dianalisis. Pada tahap ini, overlay dari data peta DEM, data penggunaan lahan, data topografi lereng, data tanah dihasilkan.

HRU dianalis untuk masing-masing tahun kalibrasi yaitu tahun 2013, 2017, dan 2022. Peta tutupan lahan yang digunakan dalam analisis menyesuaikan dengan tahun kalibrasi. Berikut adalah contoh HRU yang terbentuk hasil analisis Arc-SWAT dengan tutupan lahan tahun 2022:



Gambar 2. Hasil Analisis HRU yang Terbentuk dengan Parameter Input Tutupan Lahan Tahun 2022

3.4. Pembentukan Data Iklim *(Weather Data*)

Data cuaca dihasilkan dari perhitungan data curah hujan. Submenu *weather data definition* adalah tempat model SWAT digunakan. Pada proses ini, data hujan harian diinput. Data hujan harian tahun 2013-2023 yang telah di hitung selanjutnya dibuat dalam format data berupa text (.txt) menggunakan Notepad dengan masing-masing stasiun hujan berbeda file. Selanjutnya membuat rekapitulasi semua stasiun hujan beserta *Id, Name, Lat, Long, dan Elevation* pada semua stasiun hujan kemudian file tersebut juga dibuat pada Microsoft Access dengan nama file yang sama dengan yang dibuat pada Notepad

3.5. Simulasi Arc-SWAT

Tahap simulasi dapat dimulai setelah semua data yang diminta oleh program telah dimasukkan dengan benar dan berhasil. Tujuan dari simulasi adalah untuk mengolah semua data masukan sehingga nilai erosi dan sedimen yang terjadi di wilayah penelitian dapat diketahui. Menu simulasi ArcSWAT dari program SWAT digunakan.

3.6. Kalibrasi

Dalam menentukan hubungan antara hasil model SWAT dan debit terukur sungai secara keseluruhan dilakukan dengan cara kalibrasi (Azwar dkk., 2024). Data dari

tahun 2013–2022 digunakan, dengan tutupan lahan tahun 2022. Tetapi dikarenakan tutupan lahan pada tahun 2022 tidak dapat digunakan untuk mewakili tutupan lahan pada tahun 2013–2022 sehingga di gunakan periode 4 tahun sekali dengan kalibrasi pada tahun 2013, 2017, dan 2022 dengan menggunakan tutupan lahan sesuai tahun kalibrasi. Proses validasi menggunakan tahun 2014, 2018, dan 2023. Proses kalibrasi nilai parameter dimasukkan secara manual, dengan cara coba-coba. Selama kalibrasi, parameter ALPHA_BF (faktor alpha aliran dasar) dan CN2 diubah. Parameter ini berdampak pada perubahan total air sungai yang dihasilkan oleh model SWAT. Indeks ALPHA_BF menunjukkan respons lahan terhadap aliran bawah tanah yang terisi kembali, tetapi parameter CN2 mempengaruhi aliran permukaan dan dapat memprediksi infiltrasi akibat curah hujan.

3.7. Validasi

Setelah kalibrasi selesai, semua parameter dengan nilai yang berhasil diperoleh langsung ditetapkan sebagai skenario baku untuk digunakan pada tahap berikutnya, validasi. Ini dilakukan dengan menjalankan SWAT selama satu tahun atau bulan setelah periode kalibrasi untuk memastikan bahwa model dan parameter yang diperoleh selama proses kalibrasi dan ditetapkan sebagai skenario baku adalah valid.

Berikut rekapitulasi hasil kalibrasi dan validasi model Arc-SWAT:

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Kalibrasi Tahun 2013 dan Validasi Model Tahun 2014

Kalibrasi					
Tahun 2013					
Parameter Kalibrasi		**Parameter Statistik**			
CN2	ALPHA_BF	R2	NSE	PBIAS (%)	RSR
80	1	0,4808	0,3695	196,107	0,7940
Kategori Model		Tidak Memuaskan	Memenuhi	Memuaskan	Tidak Memuaskan

Validasi					
Tahun 2014					
Parameter Kalibrasi		**Parameter Statistik**			
CN2	ALPHA_BF	R2	NSE	PBIAS (%)	RSR
80	1	0,5375	0,4310	-50,771	0,7543
Kategori Model		Tidak Memuaskan	Memenuhi	Sangat Baik	Tidak Memuaskan

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Kalibrasi Tahun 2017 dan Validasi Model Tahun 2018

Kalibrasi					
Tahun 2017					
Parameter Kalibrasi		**Parameter Statistik**			
CN2	ALPHA_BF	R2	NSE	PBIAS (%)	RSR
81	1	0,5412	0,3811	143,076	0,7867
Kategori Model		Tidak Memuaskan	Memenuhi	Memuaskan	Tidak Memuaskan

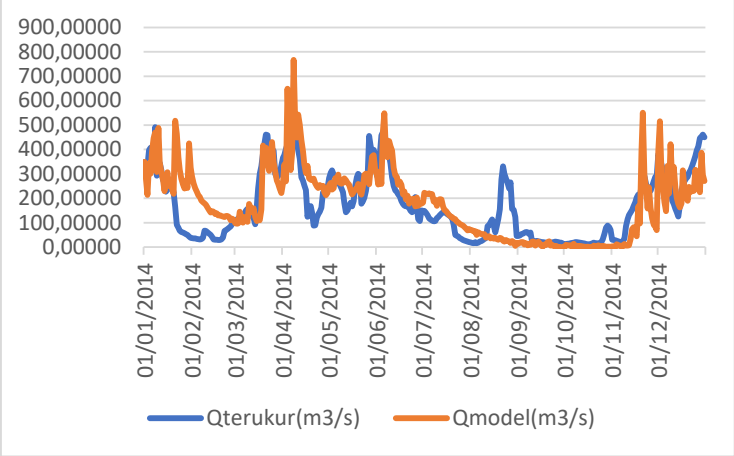
Validasi					
Tahun 2018					
Parameter Kalibrasi		**Parameter Statistik**			
CN2	ALPHA_BF	R2	NSE	PBIAS (%)	RSR
81	1	0,5492	0,4587	91,303	0,7357
Kategori Model		Tidak Memuaskan	Memenuhi	Baik	Tidak Memuaskan

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Kalibrasi Tahun 2022 dan Validasi Model Tahun 2023

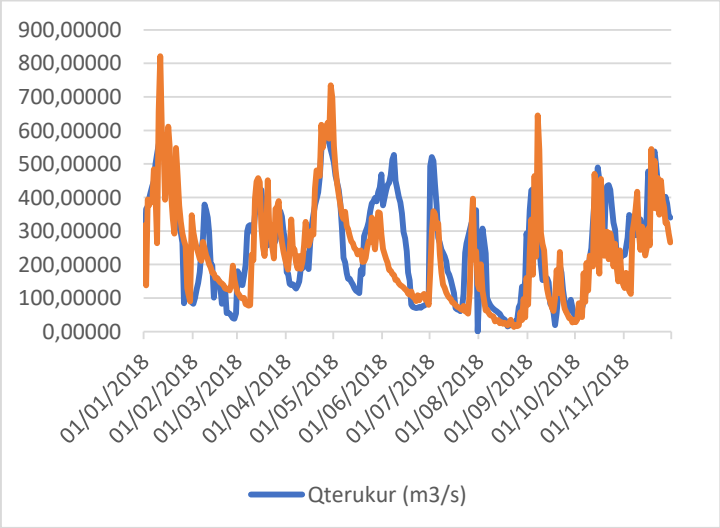
Kalibrasi					
Tahun 2022					
Parameter Kalibrasi		**Parameter Statistik**			
CN2	ALPHA_BF	R2	NSE	PBIAS (%)	RSR
83	1	0,6332	0,5319	111,241	0,6841
Kategori Model		Tidak Memuaskan	Memenuhi	Baik	Memuaskan

Validasi					
Tahun 2023					
Parameter Kalibrasi		**Parameter Statistik**			
CN2	ALPHA_BF	R2	NSE	PBIAS (%)	RSR
83	1	0,7892	0,7826	-52,917	0,4662
Kategori Model		Tidak Memuaskan	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

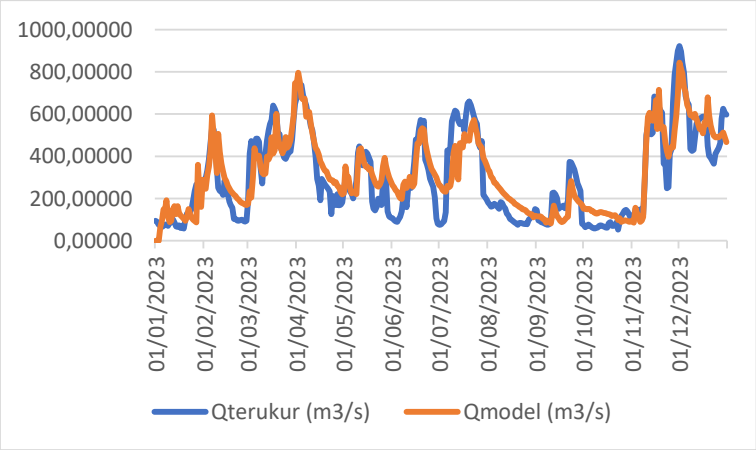
Adapun grafik perbandingan antara debit model dan debit terukur hasil validasi dapat dilhat pada gambar 3 berikut:



(a)



(b)



Gambar 3. Grafik Perbandingan Debit Model dan Debit Terukur pada proses validasi (a) Tahun 2014, (b) Tahun 2018, dan (c) Tahun 2023.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis debit DAS Katingan di outlet Kasongan yang dilakukan menggunakan model SWAT yang dikalibrasi Arc-SWAT dapat diambil kesimpulan bahwa paramater fisik DAS yang dominan mempengaruhi hasil kalibrasi adalah CN2 dan ALPA_BF. Nilai CN2 untuk tahun kalibrasi 2013, 2017, dan 2022 berturut-turut sebesar 80, 81, dan 83. Hal ini menunjukkan telah terjadi perubahan tutupan lahan dimana daerah resapan berkurang luasannya sehingga volume aliran permukaan meningkat dari tahun ke tahun. Sedangkan nilai kalibrasi untuk ALPHA_BF adalah 1 untuk seluruh tahun kalibrasi. Hal ini menunjukkan bahwa belum terjadi perubahan yang signifikan terhadap volume air tanah di DAS Katingan. Hasil kalibrasi dan validasi menunjukkan bahwa model berperforrma dengan baik pada tahun kalibrasi dan validasi berturut-turut tahun 2022 dan 2023.

REFERENSI

Adam, E. Z., Rijal, A. S., Tise, T., Matalapu, I., & Hendra, H. (2023). Estimasi Besaran Sedimentasi Di Sub Das Paguyaman Yang Berada Di Kabupaten Gorontalo. *Social Landscape Journal, 4*(3), 224-235

Atqiya, S. N., Kendarto, D. R., & Amaru, K. (2024). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Respon Hidrologi Menggunakan Model Swat Di Das Cisokan. *Proceedings Economic, Social Science, Computer, Agriculture and Fisheries (ESCAF) 3rd*, 1445-1456

Azwar, A., Lucyana, L., Meiwinda, E. R., & Rezaliyanti, F. (2024). Pemetaan dan Pengaruh Debit Banjir Terhadap Tata Guna Lahan Di Kelurahan Sekarjaya (Studi Kasus: RSS Sriwijaya). *Jurnal Media Infotama, 20*(2), 575-580

Basthoni, M. K. R., Halik, G., Hidayah, E. (2020). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir Sub-sub DAS Keyang-Slahung-Tempuran (KST). *Teras Jurnal, 10*(2), 189-202

Dwirani, F. (2019). Menentukan Stasiun Hujan Dan Curah Hujan Dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS), 2*(2), 139-146

Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Yogyakarta Graha Ilmu

Nurfitri, A. S. (2022). *Simulasi Erosi Dan Sedimentasi Das Krueng Aceh (Sub Das Krueng Khea) Menggunakan Model SWAT (Soil And Water Assessment Tool)*. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam

Pandjaitan, N. H., Afifi, A. Y., & Sapei, A. (2022). Design of Water Source Alternative Based on SWAT Model Simulation. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 11*(4), 636-646

Priambodo, A., Nur, A. A., Sandri, D., Ahmada, N. H., & Septiandiani, F. (2023). Pelatihan Penggunaan Software Arcgis Dan Avenza Maps Dalam Pengelolaan Data Spasial Dan Peta Digital Bagi Perangkat Desa Di Kabupaten Purbalingga. *Abdimas Galuh : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 5*(1), 497-506

Putri, N. E., Amaru, K., & Ridwansyah, I. (2021). Analisis Respon Hidrologi dan Simulasi Konservasi Tanah-Air di Sub Das Cicatih Menggunakan Model Soil and Water Assessment Tool (SWAT). *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia*, 128-135

Ramdhan, F., Iskandar, T. Y. W. M., & Listiawan, Y. (2023). Model Erosi Dan Sedimentasi Melalui Analisis Soil And Water Assesment Tool (SWAT): Studi Kasus Sub-Das Cikao, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY, 21*(2), 89-102

Rombang, J., Kalangi, J., & Rantung, M. (2022). The Use of SWAT Model to predict Erosion and Sediment in the catchment area of Lake Tondano. *Jurnal Ilmiah Sains, 22*(2), 144-150

Saputri, U. S., Saputra, M. A., Iskandar, I., Susanto, D. A., & Amdani, S. A. (2022). Aplikasi Arc-Swat pada Analisis Debit Banjir Rencana di Daerah Aliran Sungai Cimandiri Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan, 4*(2), 107-123

Undang-undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (2004). Jakarta : Sekretariat Indonesia

Zumaa, D. S., Murtilaksonob, K., Suharnotoc, Y. (2017). Analisis Curah Hujan Dan Debit Model Swat Dengan Metode Moving Average Di Das Ciliwung Hulu. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 7*(2), 98-106