

ANALISIS LAJU EROSI DAN SEDIMEN DI DAS BANJIR KANAL TIMUR KOTA SEMARANG

Adelia Riska Pratama¹, Ussy Andawayanti², Ery Suhartanto³
Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya^{1,2,3}

Informasi	Abstract
Volume : 2	<p><i>The East Flood Canal watershed in Semarang City is experiencing serious problems due to high erosion and sedimentation caused by land use change and hydrological imbalance. This study analyzed erosion and sediment rates using ArcSWAT modeling based on Geographic Information System (GIS). Data on climatology, rainfall, soil type, slope and land use were used for model simulations, which were then calibrated to make the results more accurate. The results showed that the average erosion rate in this watershed during 2021-2023 was 42.22 tons/ha/year, with the erosion hazard level dominated by the medium (42%) and high (43%) categories.</i></p> <p>Keywords: ArcSWAT, Check dam, Erosion, Erosion Hazard Index</p>
Nomor : 6	
Bulan : Juni	
Tahun : 2025	
E-ISSN : 3062-9624	

Abstrak

DAS Banjir Kanal Timur di Kota Semarang mengalami permasalahan serius akibat erosi dan sedimen yang tinggi, yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan. Penelitian ini menganalisis laju erosi dan sedimen menggunakan pemodelan ArcSWAT berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Data klimatologi, curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan digunakan untuk simulasi model, yang kemudian dikalibrasi agar hasilnya lebih akurat. Berdasarkan penelitian, rata-rata laju erosi di DAS ini selama 2021–2023 adalah 42,22 ton/ha/tahun, dengan tingkat bahaya erosi didominasi oleh kategori sedang (42%) dan tinggi (43%).

Kata Kunci: ArcSWAT, Check dam, Erosi, Indeks Bahaya Erosi

A. PENDAHULUAN

DAS Banjir Kanal Timur di Kota Semarang mengalami permasalahan berupa erosi dan sedimen yang tinggi. Saat ini, kondisi DAS menunjukkan ketidakseimbangan, ditandai dengan Debit air sungai yang minim di musim kemarau dan melimpah saat musim hujan. [1]. Aktivitas pengelolaan lahan yang mengabaikan prinsip konservasi dapat menyebabkan perubahan tutupan lahan yang lebih cepat [2]. Perubahan lahan meningkatkan limpasan dan erosi di wilayah tersebut [3]. Pembukaan lahan di DAS memicu erosi di hulu serta sedimen dan banjir di hilir [4]. Sedimen yang berlangsung secara berkelanjutan dapat menyebabkan

pendangkalan, yang pada akhirnya berdampak pada berkurangnya kapasitas sungai [5]. Selain itu juga mengakibatkan pasokan untuk irigasi maupun air bersih menjadi semakin terbatas. Upaya yang dapat dilakukan untuk permasalahan pada DAS yang kritis yaitu dengan meminimalkan laju erosi dan sedimen [6]. Metode MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation) dapat digunakan untuk menganalisis erosi tanah [7]. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk menganalisis erosi yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan *software* ArcGIS yang dikolaborasikan bersama model ArcSWAT [8]. SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) adalah sebuah model yang digunakan untuk mengetahui dampak penggunaan lahan terhadap debit dan sedimen [9].

Lokasi Studi

Lokasi studi ini dilaksanakan pada DAS Banjir Kanal Timur yang termasuk dalam bagian WS Jratunseluna. Secara geografis DAS Banjir Kanal Timur terletak pada koordinat 110°24'59.31"- 110°29'14.74" Bujur Timur dan 6°56'20.36" - 7°3'17.35" Lintang Selatan. DAS Banjir Kanal Timur memiliki panjang sungai utama kurang lebih 14,5 km. Hulu DAS Banjir Kanal Timur berada pada Bendungan Pucang Gading yang terletak di Kecamatan Pedurungan Kota Semarang, sedangkan bagian hilir Banjir Kanal Timur Berada di Laut Jawa yang terletak di Kecamatan Semarang Utara.

B. METODE PENELITIAN

Tahapan pengerjaan studi ini diawali dengan pengumpulan data yang dibutuhkan, dilanjutkan dengan melakukan analisis hidrologi untuk mengevaluasi kelayakan data yang akan digunakan dalam analisis lebih lanjut [10]. Selanjutnya, dilakukan perhitungan curah hujan rerata daerah yang dipengaruhi oleh letak stasiun hujan. Setelah itu, pengolahan *database* yang diperlukan untuk pemodelan menggunakan ArcSWAT, diikuti dengan *running* ArcSWAT .

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan dengan menggunakan data curah hujan yang diperoleh dari setiap stasiun. Untuk memastikan keakuratan data di lapangan, dilakukan uji konsistensi. Uji konsistensi pada penelitian ini menggunakan metode kurva massa ganda. Terdapat 3 stasiun yang di uji pada DAS Banjir Kanal Timur, yaitu Pucang Gading, Simongan, dan Maritim Tanjung Emas. Setelah uji konsistensi, langkah selanjutnya yaitu melakukan beberapa uji kualitas data.

Tabel 1 : Hasil Uji Konsistensi

No	Tahun	Curah Hujan Kumulatif Setelah Uji Konsistensi		
		Pucang Gading	Simongan	Maritim Tanjung Mas
1	2014	2055	2038	2419
2	2015	1479	1670	1523
3	2016	2368	2690	1971
4	2017	2246	2541	2005
5	2018	1825	1938	1804
6	2019	1536	1633	1562
7	2020	2508	3603	2148
8	2021	2810	3499	2885
9	2022	2491	2746	2266
10	2023	1737	1859	1844

Sumber : Hasil Analisis (2024)

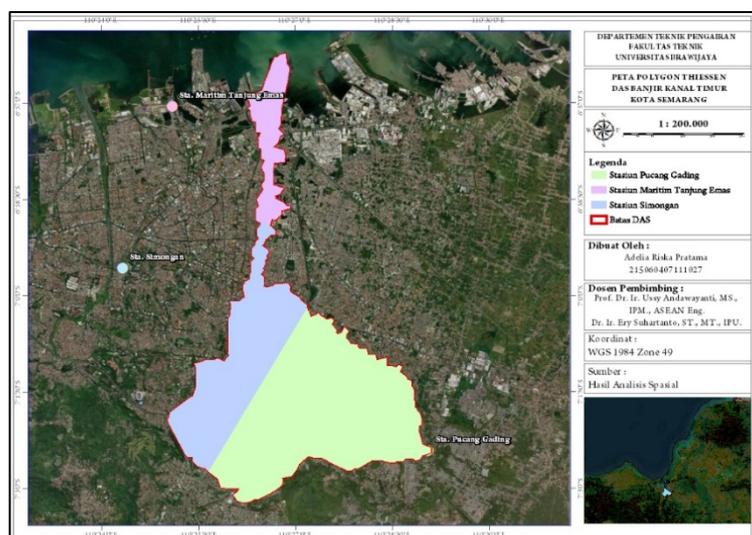
Tabel 2 : Hasil Uji Kualitas Data Hidrologi

Stasiun	Uji Ketiadaan Trend	Uji Stasioner		Uji Presistensi	Uji Outliers
		Uji F	Uji T		
Pucang Gading	Tidak ada trend	Varian Stabil	Rerata Stabil	Tidak Ketergantungan	Tidak Outliers
Simongan	Tidak ada trend	Varian Stabil	Rerata Stabil	Tidak Ketergantungan	Tidak Outliers
Maritim	Tidak ada trend	Varian Stabil	Rerata Stabil	Tidak Ketergantungan	Tidak Outliers

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua stasiun (Pucang Gading, Simongan, dan Maritim) tidak memiliki trend, dengan varian dan rerata yang stabil. Selain itu, tidak ditemukan ketergantungan data maupun outliers, sehingga data dari ketiga stasiun dapat dianggap konsisten dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

3.2 Analisis Hujan Rerata Daerah



Gambar 2 : Peta Polygon Thiessen DAS Banjir Kanal Timur

Metode Thiessen diterapkan untuk meratakan distribusi curah hujan dan mempertimbangkan ketidakmerataan posisi stasiun hujan di area penelitian. Metode Thiessen Polygon menghitung bobot setiap stasiun sesuai dengan luas wilayah yang dipengaruhinya.

Tabel 3 : Luasan Daerah Pengaruh Stasiun

No	Stasiun	Luas (km ²)
1	Pucang Gading	18.20
2	Simongan	9.40
3	Maritim Tanjung Mas	2.17

Metode Poligon Thiessen menunjukkan bahwa Stasiun Pucang Gading memiliki pengaruh terbesar dengan cakupan 18,20 km², diikuti Stasiun Simongan 9,40 km² dan Stasiun Maritim Tanjung Mas 2,17 km². Hasil ini menentukan kontribusi setiap stasiun dalam analisis hidrologi wilayah.

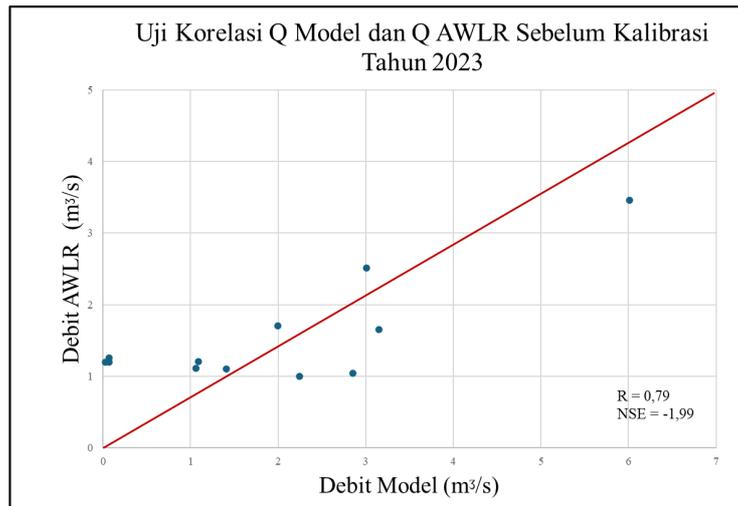
3.3 Hasil Simulasi ArcSWAT Sebelum Kalibrasi

Model ArcSWAT menghasilkan *output* berupa limpasan, erosi, dan sedimen. Namun, hasil yang diperoleh belum dapat langsung dianggap akurat tanpa adanya evaluasi lebih lanjut. Untuk meningkatkan ketepatan model, diperlukan proses kalibrasi guna menyesuaikan parameter simulasi dengan data lapangan. Melalui tahapan ini, model dapat lebih mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih valid dan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 4 : Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model Sebelum Kalibrasi

Bulan	Debit (m ³ /s)	
	AWLR	Model
Januari	2.513	3.007
Februari	3.463	6.011
Maret	1.041	2.849
April	1.000	2.247
Mei	1.102	1.408
Juni	1.106	1.064
Juli	1.201	1.093
Agustus	1.198	0.068
September	1.193	0.025
Oktober	1.252	0.071
November	1.700	1.995
Desember	1.650	3.149

Sumber : Hasil Analisis (2024)



Gambar 3 : Grafik Uji Korelasi Debit Model dan Debit AWLR Sebelum Kalibrasi

Perbandingan debit menunjukkan bahwa hasil model sebelum kalibrasi belum sesuai dengan data AWLR, dengan perbedaan signifikan terutama pada bulan Februari, Maret, dan April. Beberapa bulan menunjukkan hasil yang lebih mendekati, tetapi secara keseluruhan diperlukan kalibrasi agar model lebih akurat dalam merepresentasikan kondisi sebenarnya.

3.4 Parameter Kalibrasi ArcSWAT

Proses kalibrasi dilakukan dengan metode trial and error untuk menyesuaikan parameter-parameter yang memengaruhi jumlah limpasan. Dalam hal ini, ArcSWAT menyediakan kemudahan bagi pengguna dengan fitur Manual Calibration Helper. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk melakukan kalibrasi secara lebih sistematis dan efisien, sehingga hasil simulasi dapat lebih sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Pengguna dapat mengakses fitur ini melalui menu SWAT Simulation, yang dirancang untuk membantu dalam mengoptimalkan parameter model secara manual berdasarkan hasil perbandingan antara data lapangan dan simulasi.

Tabel 5 : Parameter yang Diubah pada Proses Kalibrasi

No	Parameter	Lower Bound	Upper Bound	Nilai Kalibrasi
1	ALPHA_BF	0	1	1
2	CH_K2	0.01	500	100
3	CH_N2	0.01	0.3	0.01
4	CN2	35	98	35
5	EPCO	0	1	0
6	ESCO	0	1	0.01
7	GW_DELAY	0	500	500
8	GW_REVAP	0.02	0.2	0.02
9	GWQMN	0	5000	500

Sumber : Hasil Analisis (2024)

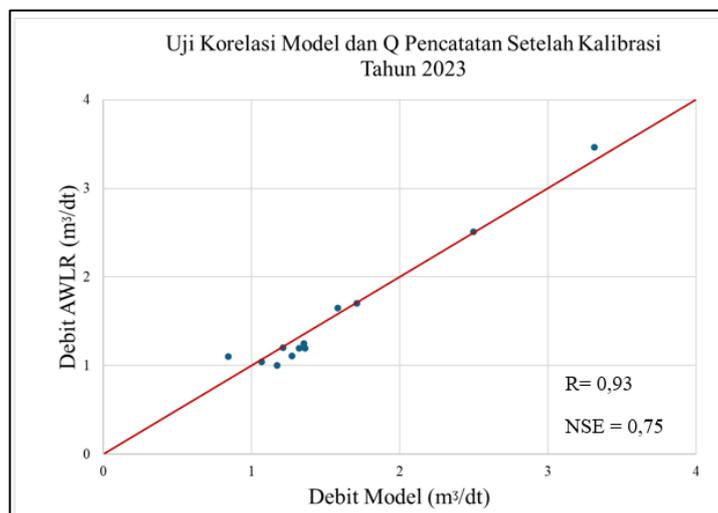
3.5 Hasil Simulasi ArcSWAT Setelah Kalibrasi

Kalibrasi yang dilakukan pada tahap sebelumnya menghasilkan perubahan pada debit model. Perubahan ini terjadi sebagai upaya untuk menyelaraskan hasil simulasi dengan data lapangan, sehingga model dapat lebih mencerminkan kondisi sebenarnya. Dengan adanya kalibrasi, parameter-parameter yang berpengaruh terhadap debit mengalami penyempurnaan agar model dapat menghasilkan perkiraan yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Tabel 6 : Perbandingan Debit AWLR dan Debit Model Setelah Kalibrasi

Bulan	Debit Model	Debit AWLR
Januari	2.180	2.513
Februari	4.132	3.463
Maret	1.468	1.041
April	1.172	1.000
Mei	0.843	1.102
Juni	0.727	1.106
Juli	0.914	1.201
Agustus	1.360	1.198
September	1.322	1.193
Oktober	1.353	1.252
November	1.711	1.700
Desember	2.284	1.650

Sumber : Hasil Analisis (2024)



Gambar 4 : Grafik Uji Korelasi Debit Model dan Debit AWLR Setelah Kalibrasi

Berdasarkan analisis, dapat disimpulkan bahwa debit yang dihasilkan dari pemodelan menunjukkan tingkat akurasi yang memadai. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya dengan baik. Oleh karena itu, debit hasil simulasi dapat digunakan sebagai dasar perhitungan nilai erosi, sehingga memungkinkan estimasi yang lebih akurat dalam studi terkait proses sedimen dan erosi.

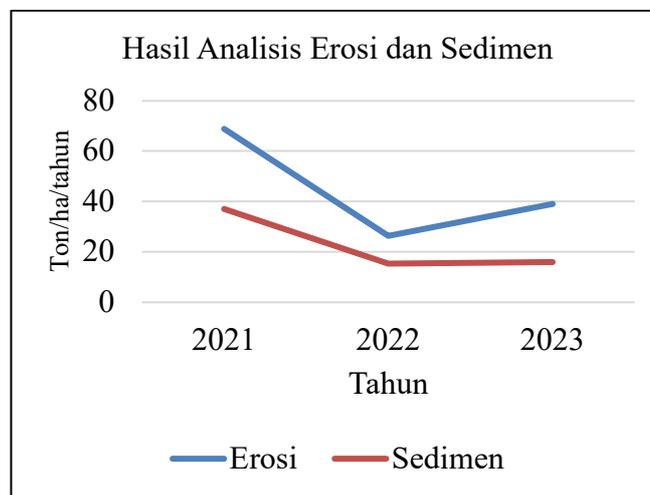
3.6 Analisis Hasil Erosi dan Sedimen

Setelah proses kalibrasi selesai, hasil erosi dan sedimen pada model yang telah dikalibrasi dapat direkapitulasi. Data hasil simulasi menunjukkan variasi tingkat erosi dan sedimen dari tahun 2021 hingga 2023. Variasi ini menunjukkan adanya faktor-faktor yang memengaruhi tingkat erosi dan sedimen dari tahun ke tahun, seperti perubahan penggunaan lahan, curah hujan, atau kondisi hidrologi lainnya.

Tabel 7 : Hasil Analisis Erosi dan Sedimen DAS Banjir Kanal Timur

Tahun	Erosi (ton/ha/tahun)	Sedimen (ton/ha/tahun)
2021	68.89	37.07
2022	26.38	15.35
2023	39.12	15.87

Sumber : Hasil Analisis (2024)



Gambar 5 : Hasil Erosi dan Sedimen DAS Banjir Kanal Timur

Hasil analisis menunjukkan fluktuasi erosi dan sedimentasi di DAS Banjir Kanal Timur. Tahun 2021 mencatat erosi tertinggi (68,89 ton/ha/tahun) dan sedimen terbesar (37,07 ton/ha/tahun). Pada 2022, terjadi penurunan signifikan, namun erosi kembali meningkat pada 2023 (39,12 ton/ha/tahun), sementara sedimen tetap stabil. Perubahan ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor iklim, penggunaan lahan, dan upaya konservasi.

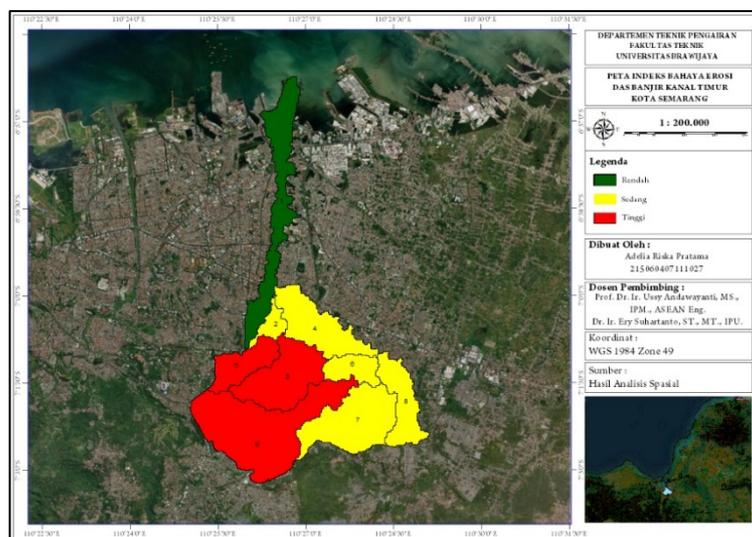
3.7 Analisa Indeks Bahaya Erosi

Analisa indeks bahaya erosi dilakukan untuk mengidentifikasi area dalam suatu wilayah yang berpotensi mengalami erosi serta menentukan tingkat erosi yang mungkin terjadi. Dengan memahami pola dan tingkat erosi di suatu wilayah, langkah-langkah pengelolaan dan mitigasi dapat dirancang secara lebih efektif untuk mencegah degradasi lahan dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Tabel 8 : Perhitungan Indeks Bahaya Erosi

Sub DAS	Luas (ha)	Erosi (ton/ha/tahun)	TSL (ton/ha/tahun)	IBE	Keterangan IBE
1	459.08	4.691	8.96	0.524	Rendah
2	72.36	17.220	8.96	1.922	Sedang
3	398.15	68.579	13.45	5.099	Tinggi
4	344.59	34.196	13.45	2.542	Sedang
5	198.08	88.463	13.45	6.577	Tinggi
6	136.59	49.881	13.45	3.709	Sedang
7	452.00	16.276	13.45	1.210	Sedang
8	241.06	7.631	13.45	0.567	Rendah
9	790.26	65.186	13.45	4.847	Tinggi

Sumber : Hasil Analisis (2024)



Gambar 6 : Peta Indeks Bahaya Erosi DAS Banjir Kanal Timur

Hasil perhitungan Indeks Bahaya Erosi (IBE) menunjukkan variasi tingkat erosi di setiap Sub DAS. Sub DAS dengan IBE tinggi terdapat pada wilayah 3, 5, dan 9, yang memerlukan tindakan konservasi lebih lanjut. Sub DAS 2, 4, 6, dan 7 memiliki IBE sedang, sedangkan Sub DAS 1 dan 8 termasuk kategori rendah. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor penggunaan lahan, topografi, dan karakteristik tanah di masing-masing wilayah.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan dengan ArcSWAT, selama tahun 2021 hingga 2023 rata-rata laju erosi sebesar 42,22 ton/ha/tahun dan sedimen 21,02 ton/ha/tahun di DAS Banjir Kanal Timur, Kota Semarang. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa sebaran tingkat bahaya erosi di wilayah tersebut didominasi oleh kategori sedang (42%) dan tinggi (43%), sementara kategori rendah hanya mencakup 15% dan tidak ditemukan area dengan kategori sangat tinggi.

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afifah, R. C., Lestari, M. F., & Haji, S. (2023). Prediksi Kerentanan Erosi Dan Sedimentasi DAS Semarang Timur. *Jurnal Device*, 13(2), 162–167.
- [2] Febrianingrum, N. D., Masrevaniah, A., & Suhartanto, E. (2011). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Sedimen di Sungai Lesti. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(1), 86–98.
- [3] Suhartanto, E., Priyantoro, D., & Itratip, I. (2013). Studi Penilaian Kondisi DAS dan Implikasinya Terhadap Fluktuasi Debit Sungai (Studi Kasus Pada Sub DAS Jangkok Pulau Lombok). *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 3(1), pp. 1–5.
- [4] Sulfandi, S., Rispiningtati, R., & Suhartanto, E. (2016). Studi Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Di DAS Mamasa Terhadap Usia Guna Waduk PLTA Bakaru. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 7(1), pp. 139 – 149.
- [5] Rahmadi, N., Widada, S., Marwoto, J., Atmodjo, W., & Widiaratih, R. (2021). Studi Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Sungai Banjir Kanal Timur Semarang, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3), 286–294. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i3.11707>
- [6] Edison, Bisri, M., & Suhartanto, E. (2013). Studi Teknologi Konservasi Untuk Menurunkan Laju Erosi Pada Sub DAS Sombe Lewara Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 3(2), pp.204–210.
- [7] Suharyanto, A., Suhartanto, E., Pudyono. (2013). The Use of Satellite Remote Sensing Data and Geographic Information Systems on Critical Land Analysis. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 35(2), pp. 119-126.
- [8] Arifin, S., Suhartanto, E., & Andawayanti, U. (2022). Analysis of Changes in Land Use Patterns for Erosion and Sediment Prediction. *Civil and Environmental Science Journal (CIVENSE)*, 5(1), 26–44.
- [9] Sujarwo, M. W., Indarto, I., & Mandala, M. (2020). Pemodelan Erosi dan Sedimentasi di DAS Bajulmati: Aplikasi Soil dan Water Assesment Tool (SWAT). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 218–227. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.218-227>
- [10] Limantara, L. M., *Rekayasa Hidrologi – Edisi Revisi*. Yogyakarta: ANDI, 2018.