

Erosion Rate Analysis Using the SWAT Application and Land Conservation Directions in the Babon Watershed

Nadia Fidela Ardiningrum¹, Ussy Andawayanti², Runi Asmaranto³

¹Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Kota Malang, 65145, Indonesia

Email: nadiafidzz@gmail.com¹,

25 Januari 2026 | Revised 2 Februari 2026 | Accepted 10 Februari 2026

ABSTRAK

Daerah aliran sungai (DAS) Babon merupakan salah satu DAS sistem Dolok-Penggaron yang sering mengalami banjir, salah satunya disebabkan oleh meningkatnya debit akibat perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan fungsi kawasan yang menjadi pemicu terjadinya peningkatan erosi dan sedimentasi. Studi ini bertujuan untuk menganalisis nilai laju erosi, sedimentasi, serta sebaran Indeks Bahaya Erosi (IBE) di DAS Babon sebagai dasar penentuan skenario konservasi lahan yang optimal. Metode yang digunakan dalam studi ini yaitu Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) sebagai dasar perhitungan nilai sedimentasi secara langsung dan nilai laju erosi yang aktual dalam model SWAT. Metode ini mengoptimalkan ketersediaan data historis volume aliran permukaan serta citra satelit yang diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) di DAS Babon sebagai dasar dalam penyusunan arahan konservasi. Hasil analisis menunjukkan penurunan laju erosi 31,222 ton/ha/tahun pada tahun 2019 menjadi 23,305 ton/ha/tahun pada tahun 2022, namun masih terdapat sebaran IBE dari kategori sedang hingga tinggi. Dengan penerapan kombinasi konservasi vegetatif dan mekanik mampu menurunkan wilayah IBE "Tinggi" (100%) dari eksisting dan mereduksi laju erosi sebesar 21,29 % menjadi 18,465 ton/ha/tahun. Hasil ini membuktikan bahwa penanganan dengan konservasi lahan efektif dalam menekan laju erosi dan menjaga stabilitas dan fungsi hidrologis DAS Babon secara berkelanjutan.

Kata kunci: Erosi, Indeks Bahaya Erosi, Konservasi Lahan, Check Dam, Sedimentasi

ABSTRACT

The Babon watershed is one of the watersheds in the Dolok-Penggaron system that frequently experiences flooding, which is partly caused by increased discharge resulting from land-use changes that do not align with regional functions, triggering an increase in erosion and sedimentation. This study aims to analyze the erosion rate, sedimentation, and the distribution of the Erosion Hazard Index (EHI) in the Babon watershed as a basis for determining optimal land conservation scenarios. The method used in this study is the Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) as the basis for direct calculation of sedimentation values and actual erosion rate values in the SWAT model. This method optimizes the availability of historical surface runoff volume data and satellite imagery integrated with Geographic Information Systems (GIS) in the Babon watershed as a basis for formulating conservation directives. The analysis results show a decrease in the erosion rate from 31.222 tons/ha/year in 2019 to 23.305 tons/ha/year in 2022, although there is still a distribution of EHI ranging from moderate to high categories. The application of a combination of vegetative and mechanical conservation is capable of reducing "High" EHI areas (100%) from existing conditions and reducing the erosion rate by 21.29% to 18.465 tons/ha/year. These results prove that land conservation management is effective in suppressing erosion rates and maintaining the stability and hydrological functions of the Babon watershed sustainably.

Keywords: Erosion, Erosion Hazard Index, Land Conservation, Check dam, Sedimentation.

1. PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bencana banjir akibat ketidakmampuan sungai dalam menampung debit air. Permasalahan utama terjadi di DAS Babon yang merupakan bagian dari sistem Dolok-Penggaron, penumpukan sedimen memicu pendangkalan sungai secara masif [1]. Kondisi ini diperburuk oleh pertumbuhan penduduk yang pesat dan urbanisasi, yang mengakibatkan penurunan kemampuan DAS untuk melaksanakan fungsi perlindungannya, terutama dalam pengelolaan air dan pemeliharaan lingkungan. Wilayah yang sebelumnya berperan penting dalam penyerapan air hujan kini telah mengalami penurunan yang signifikan [2].

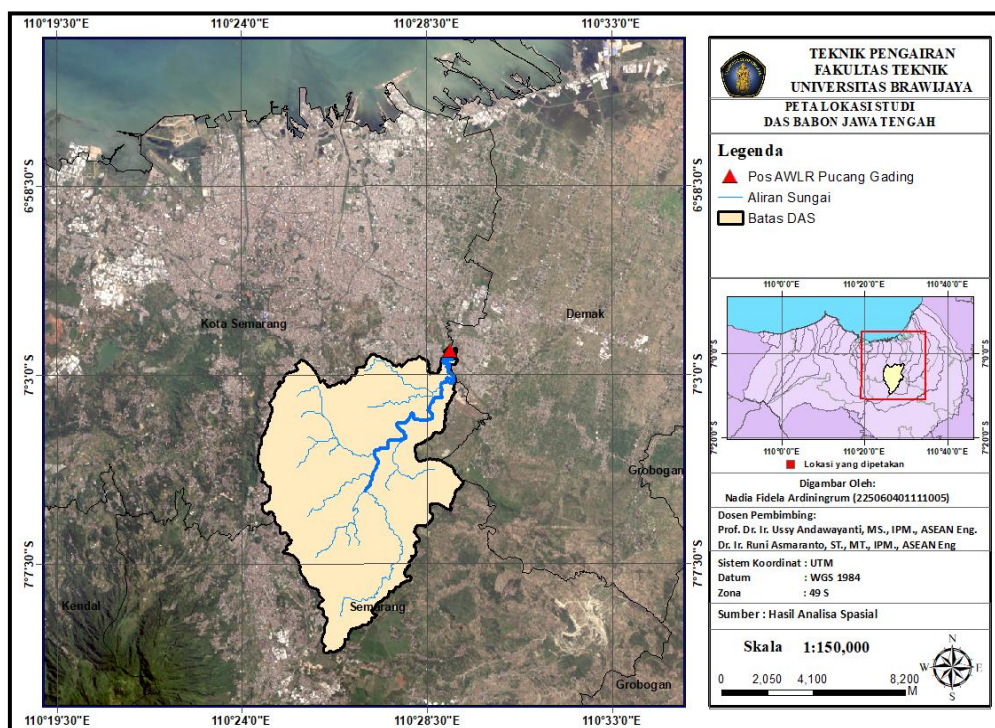
Laju erosi di wilayah ini dipengaruhi oleh interaksi antara jenis tanah, iklim, topografi, dan minimnya tutupan vegetasi [3]. Peningkatan laju erosi akibat perubahan tata guna lahan membuat kemampuan tanah dalam melakukan infiltrasi berkurang, sehingga air lebih banyak mengalir di permukaan dan meningkatkan laju erosi. Erosi yang terjadi di hulu sungai menyebabkan material tanah terbawa ke hilir dan mengakibatkan terjadinya penumpukan sedimen. Penumpukan sedimen akan mengakibatkan kapasitas tampungan sungai berkurang. Hasil peningkatan limpasan air dan penumpukan sedimen inilah yang menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai dan banjir, terutama pada kawasan hilir yang berpenduduk banyak seperti Kabupaten Demak dan Kota Semarang [4]. Dalam periode dua puluh tahun terakhir, DAS Babon mengalami perubahan penggunaan lahan perkebunan dan pertanian menjadi kepentingan industri dan pembangunan kawasan pemukiman di bantaran Sungai Babon [5]. Hasil penelitian BPBD Semarang yang mencantumkan terkait banjir telah terjadi sebanyak 256 peristiwa selama lima tahun sejak tahun 2017 hingga 2022 di Kota Semarang. Kawasan hilir Sungai Babon terendam banjir tepatnya di Kecamatan Tembalang pada tahun 2025 menyebabkan masyarakat sekitar harus melakukan evakuasi. [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi laju erosi serta sedimentasi di DAS Babon sebagai dasar mitigasi dan pengelolaan sumber daya air. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Proses analisis spasial dan pemetaan distribusi laju erosi maupun sedimen di kawasan DAS Babon akan dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcSWAT untuk menganalisis nilai laju erosi, sedimentasi dan analisis Indeks Bahaya Erosi (IBE). Selanjutnya, analisis mengenai laju erosi dan sedimentasi dilakukan penentuan arahan penggunaan lahan serta strategi konservasi yang sesuai kondisi DAS Babon. Saran untuk pengelolaan konservasi lahan dapat dilaksanakan menggunakan cara vegetatif dan mekanis sesuai dengan keadaan DAS Babon.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Studi

DAS Babon dibatasi oleh 3 (tiga) wilayah administratif yaitu Kota Semarang, Kabupaten Semarang dan Kabupaten Demak yang berada di Provinsi Jawa Tengah, terletak antara $7^{\circ} 2' 37,3''$ LS dan $110^{\circ} 29' 1,90''$ BT. DAS Babon merupakan salah satu DAS bagian dari sistem Dolok-Penggaron dibawah wilayah kerja Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana Luasan yang dicakup dalam penelitian ini sebesar $74,42 \text{ km}^2$ dari hulu, tepatnya di Kabupaten Ungaran hingga Pos AWLR Bendung Pucang Gading. Gambar cakupan wilayah lokasi studi yang dilakukan dalam penelitian ini yang dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Titik AWLR

2.2 Data Penelitian

Data yang diperlukan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan di Tabel 1, diperoleh dari sejumlah instansi terkait dan mencakup informasi untuk mendukung penelitian ini.

Tabel 1. Data Yang Diperlukan

No	Nama Data	Sumber
1	Data Curah Hujan	PUSDATARU Prov. Jateng
2	Data Klimatologi	ECMWF (<i>European Centre for Medium-Range Weather Forecasts</i>)
3	Data Jenis Tanah	<i>Food and Agriculture Organization</i> (FAO)
4	DEM	Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan resolusi 8 m
5	Data Tata Guna Lahan	KLHK Prov. Jateng dengan skala 1:250.000
6	Tinggi Muka Air AWLR Pos Duga Air DAS Babon	BBWS Pemali-Juana

2.3 Tahapan Pengolahan Data

Data yang diperlukan yaitu data DEM yang dan informasi mengenai data pengukuran tinggi muka air AWLR tahun 2019 dan 2022, data curah hujan di 3 stasiun hujan daerah studi yaitu Pucang Gading, Banyumeneng dan Susukan pada tahun 2015 hingga 2024. Selain itu data klimatologi yang lainnya diperoleh dari citra satelit ECMWF yaitu ERA5 untuk data kecepatan angin, suhu udara, temperatur maksimum dan minimum, kelembapan udara serta radiasi matahari. Selain itu dibutuhkan data jenis tanah yang diperoleh dari FAO-UNESCO, serta data tutupan lahan tahun 2019 dan 2022 diperoleh dari KLHK Provinsi Jateng.

Setelah data terkumpul, dilakukan analisis hidrologi mendalam untuk memastikan kualitas data melalui pengujian konsistensi kurva massa ganda, pemeriksaan tren, stasioneritas, serta identifikasi *inlier-outlier* [7,8]. Proses pemodelan dilanjutkan dengan delineasi DAS otomatis menggunakan SWAT berdasarkan jaringan sungai dan data DEM [9]. Dari hasil delineasi, dibentuk *Hydrologic Response Unit* (HRU) yang

menggabungkan parameter tutupan lahan, jenis tanah, dan kelas kelerengan. *Input* data klimatologi melalui WGEN_User kemudian diproses untuk menghasilkan simulasi debit pemodelan. Akurasi model dievaluasi menggunakan nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) dan uji koefisien korelasi (R^2).

a. Uji NSE

Uji NSE digunakan untuk menilai keterlayakan model dalam mensimulasikan proses hidrologi di DAS. NSE dihitung berdasarkan rumus efisiensi standar, yang membandingkan kesalahan kuadrat antara data observasi dan simulasi terhadap varian data observasi, guna menentukan tingkat akurasi model secara keseluruhan dengan persamaan sebagai berikut [10].

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{obs} - y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i^{obs} - \bar{y}^{obs})^2} \right] \quad (1)$$

Keterangan:

- y_i^{obs} = Data observasi ke-I,
- y_i^{sim} = Data simulasi ke-I,
- \bar{y}^{obs} = Data observasi rata-rata,
- n = Jumlah observasi

b. Uji Koefisien Korelasi (R)

Uji koefisien determinasi bertujuan mengevaluasi tingkat pengaruh antara debit terukur (observasi) dan debit simulasi setelah optimasi parameter sensitif. yang dihitung dengan rumus berikut [11].

$$R^2 = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum X^2 \sum Y^2}} \quad (2)$$

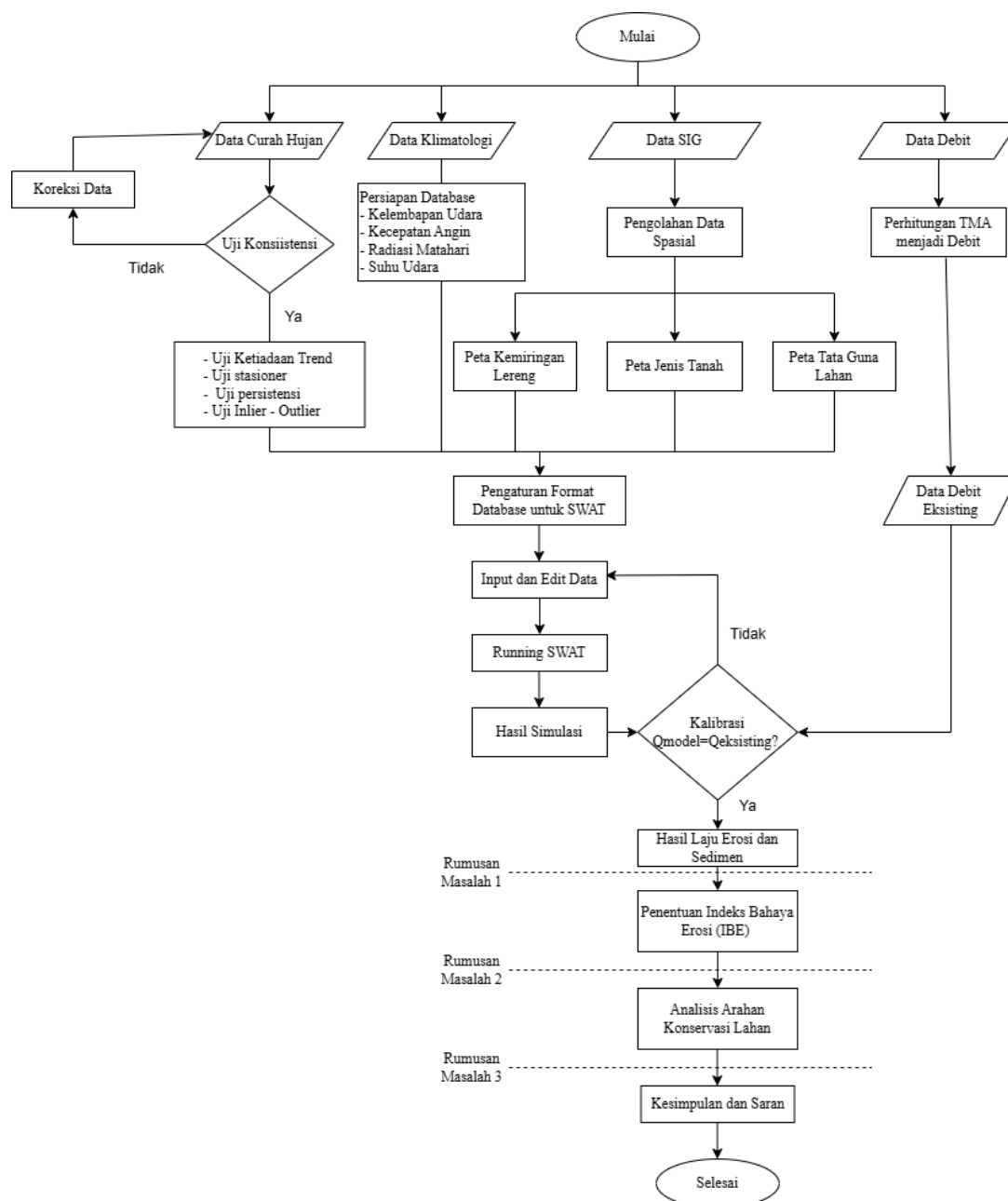
Keterangan:

- X = Data observasi
- \bar{X} = Data observasi rata-rata
- Y = Data simulasi dari model

Hasil simulasi laju erosi dan sedimentasi tersebut menjadi dasar utama dalam perumusan arahan konservasi di DAS Babon melalui dua pendekatan, yakni vegetatif dan mekanik. Metode vegetatif berfokus pada penentuan fungsi kawasan melalui teknik skoring dan penyusunan skenario tutupan lahan baru yang mengacu pada pedoman BRLKT. Sementara itu, metode mekanik diimplementasikan melalui perencanaan teknis bangunan pengendali sedimen berupa *check dam*. Perencanaan ini mencakup penentuan lokasi strategis, perhitungan volume tampungan, serta analisis efektivitas dan usia tampungan bangunan untuk memastikan penanganan sedimentasi di hilir sungai dapat berjalan secara berkelanjutan.

2.4 Diagram Alir Studi

Perencanaan studi ini disusun berdasarkan metode yang dijelaskan dalam Gambar 2. Uraian mendetail mengenai diagram alir itu telah disajikan pada sub bagian Pengolahan Data dan Analisis Data.



Gambar 2. Diagram Alir Pengerjaan Studi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah langkah pertama dalam menghitung kemampuan erosi yang diakibatkan oleh hujan. Proses analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah data hidrologi yang tersedia memiliki kualitas yang cukup baik untuk dimanfaatkan dalam analisis hidrologi yang lebih mendalam. Data hidrologi yang akan dievaluasi mencakup curah hujan dari tahun 2015 hingga 2024 untuk mengidentifikasi nilai erositivitas hujan. Ringkasan hasil pengujian data curah hujan dari ketiga stasiun dapat dilihat dalam Tabel 1. Hasil rekapitulasi uji kualitas data tiap stasiun hujan dapat diamati pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi Metode Kurva Massa Ganda

Stasiun Penakar Hujan	Validasi Konsistensi	Analisis Tren	Verifikasi Stasioneritas	Uji Persistensi (Spearman)
Pucang Gading	Konsisten	Tidak Terdeteksi Tren	Data Stasioner	Sifat Independen
Banyumeneng	Konsisten	Tidak Terdeteksi Tren	Data Stasioner	Sifat Independen
Susukan	Konsisten	Tidak Terdeteksi Tren	Data Stasioner	Sifat Independen

3.2 Hasil Simulasi Sebelum Kalibrasi

Lokasi AWLR Pucang Gading berada sedikit ke arah hulu. Oleh karena itu, luasan ditentukan berdasarkan posisi AWLR untuk memastikan kalibrasi yang dilakukan akurat atau sesuai dengan kondisi lapangan. Pada DAS Babon, posisi AWLR berada pada subbasin 1.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi Metode Kurva Massa Ganda

Bulan	Debit (m ³ /detik)	
	Eksisting	Model
Januari	1.538	4.374
Februari	0.882	5.797
Maret	2.315	8.678
April	10.924	6.862
Mei	0.649	3.840
Juni	0.000	1.102
Juli	0.000	0.352
Agustus	0.000	0.079
September	0.000	0.059
Oktober	0.007	0.015
November	0.000	0.842
Desember	8.296	4.287

Pada Tabel 3, dapat diketahui perbandingan antara debit eksisting dan debit dari model pada tahun 2019. Hasil perbandingan, diperoleh hasil simulasi model pada tahun 2019 dengan nilai NSE sebesar 0,199 dan tergolong dalam kategori kelas kurang memuaskan. Dengan demikian, langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi dengan cara mengubah beberapa parameter yang sensitif, baik hidrologi maupun hidrolika dalam model SWAT.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi Metode Kurva Massa Ganda

Bulan	Debit (m ³ /detik)	
	Eksisting	Model
Januari	1.962	6.085
Februari	1.563	6.304
Maret	0.794	5.345
April	1.204	4.165
Mei	1.744	4.525
Juni	0.925	5.159
Juli	0.631	3.002
Agustus	0.193	1.869
September	0.514	5.219
Oktober	1.640	6.675
November	2.028	9.950
Desember	1.242	7.900

Pada Tabel 4, dapat diketahui perbandingan antara debit eksisting dan debit dari model pada tahun 2022 dengan uji NSE. Hasil perbandingan, diperoleh hasil simulasi model pada tahun 2022 dengan nilai NSE sebesar -64,42. Dari hasil tahun 2019 dan 2022, keduanya tergolong dalam kategori kelas kurang memuaskan. Maka, proses kalibrasi dilakukan pada masing-masing tahun.

3.3 Parameter Input Kalibrasi Debit Model

Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penerimaan dengan menyesuaikan parameter-parameter yang berpengaruh pada debit. Hasil perhitungan debit dari pemodelan SWAT akan dibandingkan terhadap hasil debit pada kondisi eksisting lokasi AWLR DAS Babon. Output dari simulasi dapat ditemukan pada folder penyimpanan scenarios, tepatnya pada folder *TablesOut*. Hasil yang dilihat untuk kalibrasi yaitu pada menu *.rch*, di bagian kolom *FLOW_OUT*. Pada studi ini kalibrasi dilakukan berdasarkan data penggunaan lahan yaitu pada tahun 2019 dan 2022. Pemilihan nilai parameter dilakukan dengan cara coba-coba sesuai dengan batas nilai kalibrasi pada tiap parameter. Proses kalibrasi dilakukan dengan teliti pada tiap parameter untuk mengetahui parameter yang berpengaruh [12]. Perubahan nilai parameter dapat diamati pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Input Kalibrasi Debit Model

No	Parameter	Keterangan	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Kalibrasi	
					2019	2022
1	GW_DELAY	Waktu tunda air dalam tanah kembali ke sungai	0	500	7	500
2	ALPHA BF	Konstanta nilai alpha aliran dasar (<i>baseflow</i>)	0	1	1	0.0001
3	GWQMN	Kedalaman batas ambang pada akuifer dangkal untuk aliran balik	0	5000	1500	5000
4	GW_REVAP	Koefisien penguapan air tanah	0.02	0.2	0.02	0.02
5	ESCO	Faktor kompensasi penguapan air tanah	0	1	0.001	0.001
6	EPCO	Faktor kompensasi serapan tanaman	0	1	0	0
7	CH_K2	Konduktivitas hidraulik sungai	0.01	500	0.01	5
8	CH_N2	koefisien kekasaran manning sungai	0.01	0.3	0.01	0.14
9	CN2	SCS Curve Number	35	98	40	35

3.4 Hasil Simulasi Setelah Kalibrasi

Setelah melakukan perubahan pada beberapa parameter, didapatkan hasil debit model mendekati debit eksisting di lapangan. Hasil simulasi debit tahun 2019 dan 2022 setelah kalibrasi ada pada Tabel 6 dan Tabel 7.

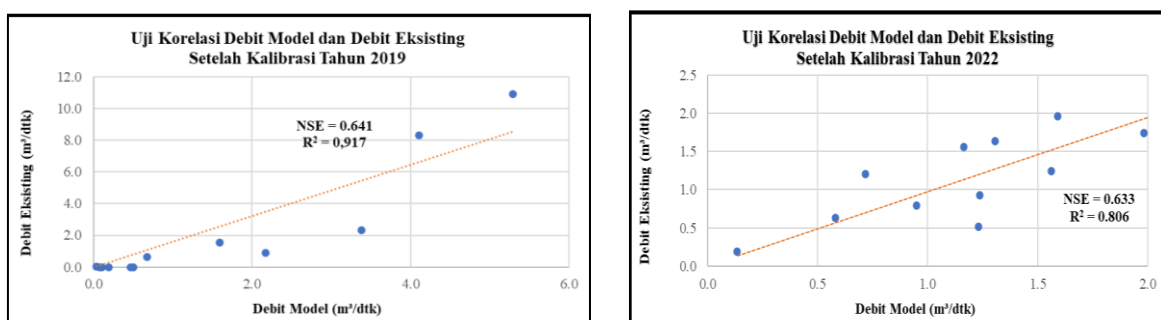
Pada Tabel 6 dan 7, dapat diketahui perbandingan antara debit eksisting dan debit dari model pada tahun 2019 dan 2022 dengan uji NSE dan koefisien korelasi. Hasil perbandingan, diperoleh hasil simulasi model pada tahun 2019 dan tahun 2022, nilai NSE keduanya diatas 0,5 yang tergolong dalam kategori kelas kurang memuaskan dengan kategori hubungan antara keduanya sangat kuat dilihat dari nilai R keduanya lebih dari 0,8. Dengan demikian, langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi dengan cara mengubah beberapa parameter yang sensitif, baik hidrologi maupun hidrolika dalam model SWAT.

Tabel 6. Perbandingan Debit Model SWAT Dan Debit Eksisting Setelah Kalibrasi Tahun 2019

Bulan	Debit (m ³ /detik)	
	Eksisting	Model
Januari	1.538	1.596
Februari	0.882	2.174
Maret	2.315	3.380
April	10.924	5.294
Mei	0.649	0.680
Juni	0.000	0.472
Juli	0.000	0.196
Agustus	0.000	0.110
September	0.000	0.081
Oktober	0.007	0.038
November	0.000	0.506
Desember	8.296	4.110

Tabel 7. Perbandingan Debit Model SWAT Dan Debit Eksisting Setelah Kalibrasi Tahun 2022

Bulan	Debit (m ³ /detik)	
	Eksisting	Model
Januari	1.962	1.591
Februari	1.563	1.163
Maret	0.794	0.951
April	1.204	0.719
Mei	1.744	1.982
Juni	0.925	1.238
Juli	0.631	0.581
Agustus	0.193	0.135
September	0.514	1.230
Oktober	1.640	1.305
November	2.028	2.047
Desember	1.242	1.561



Gambar 3. Grafik Uji Korelasi Debit Model dan Debit Eksisting Setelah Kalibrasi Tahun 2019 dan 2022

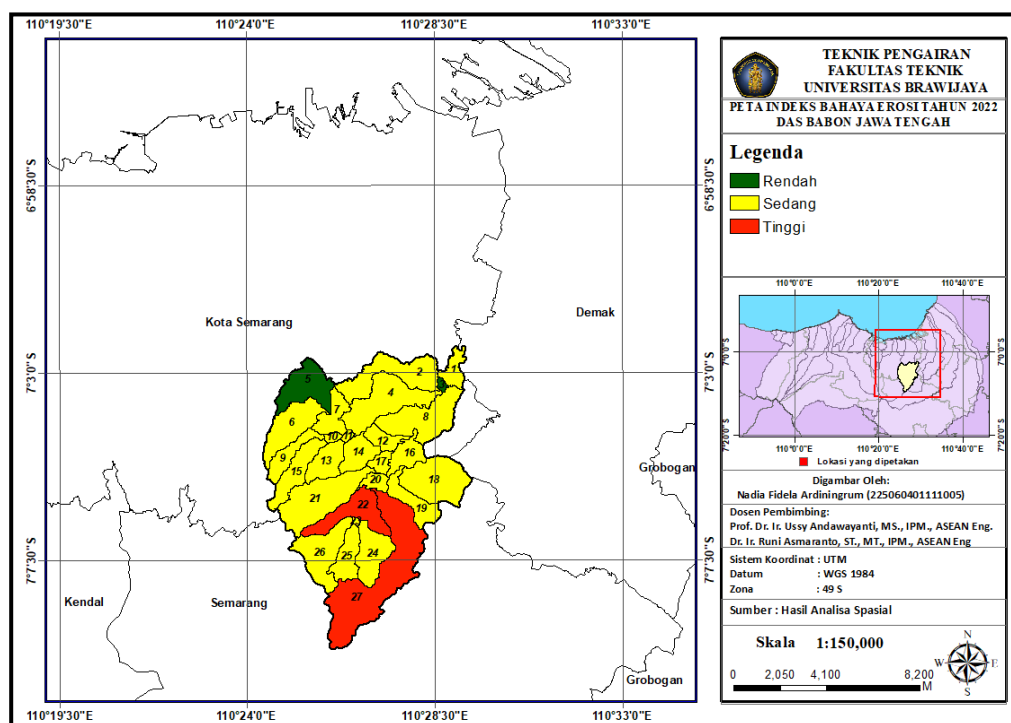
3.5 Analisis Indeks Bahaya Erosi (IBE) Kondisi Eksisting

Penetapan nilai TSL ditentukan berdasarkan karakteristik nilai T yang ditetapkan oleh Thompson [13]. Nilai T ditetapkan berdasarkan kondisi sifat tanah DAS Babon yang memiliki sifat tanah dengan lapisan bawah tanah yang berpermeabilitas lambat dengan nilai T = 8,96 ton/ha/tahun [14].

Tabel 8. Persentase Hasil IBE di DAS Babon Kondisi Eksisting

Kategori IBE	Luas (ha)	Persentase (%)
Rendah	368	5
Sedang	5628	76
Tinggi	1447	19
Total	7442	100

Hasil yang diperoleh berdasarkan kondisi eksisting, DAS Babon memiliki wilayah dengan IBE kategori “Tinggi” di Sub DAS 22 dan Sub DAS 27 tepatnya pada Kecamatan Ungaran dengan didominasi memiliki IBE “Sedang” sebesar 76%. daerah yang memiliki IBE sedang rata-rata memiliki tutupan lahan pertanian dan perkebunan. Kegiatan pertanian dan perkebunan merupakan faktor yang memberikan pengaruh terhadap tingginya nilai erosi dan sedimentasi. Pengelolaan lahan yang tidak memperhatikan upaya konservasi, menyebabkan daya dukung tanah menurun dan meningkatkan laju erosi serta sedimentasi menjadi penyebab utama hal tersebut terjadi.



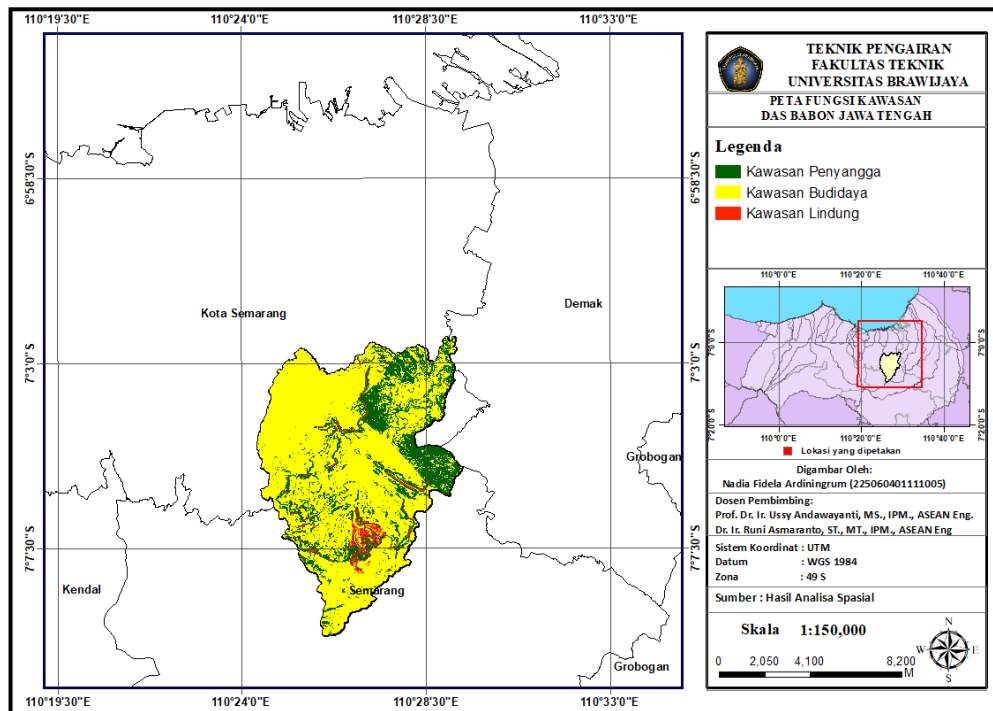
Gambar 4. Peta Indeks Bahaya Erosi DAS Babon Tahun 2022

3.6 Arahan Konservasi Lahan

Proses penentuan arahan penggunaan lahan dilakukan dengan teknik skoring, dimana Skor untuk faktor tutupan lahan, jenis tanah dan kemiringan lereng tersebut akan ditentukan, lalu akan dijumlahkan. Setelah menghitung total nilai skor, fungsi Kawasan ditentukan. Fungsi kawasan ditentukan dengan dasar panduan Balai Rehabilitasi dan Konservasi Tanah (BRLKT). Terdapat tiga jenis fungsi kawasan, yaitu Kawasan Penyangga, Kawasan Budidaya, dan Kawasan Lindung [15]. Persentase luasan fungsi kawasan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Presentase Hasil IBE di DAS Babon Kondisi Eksisting

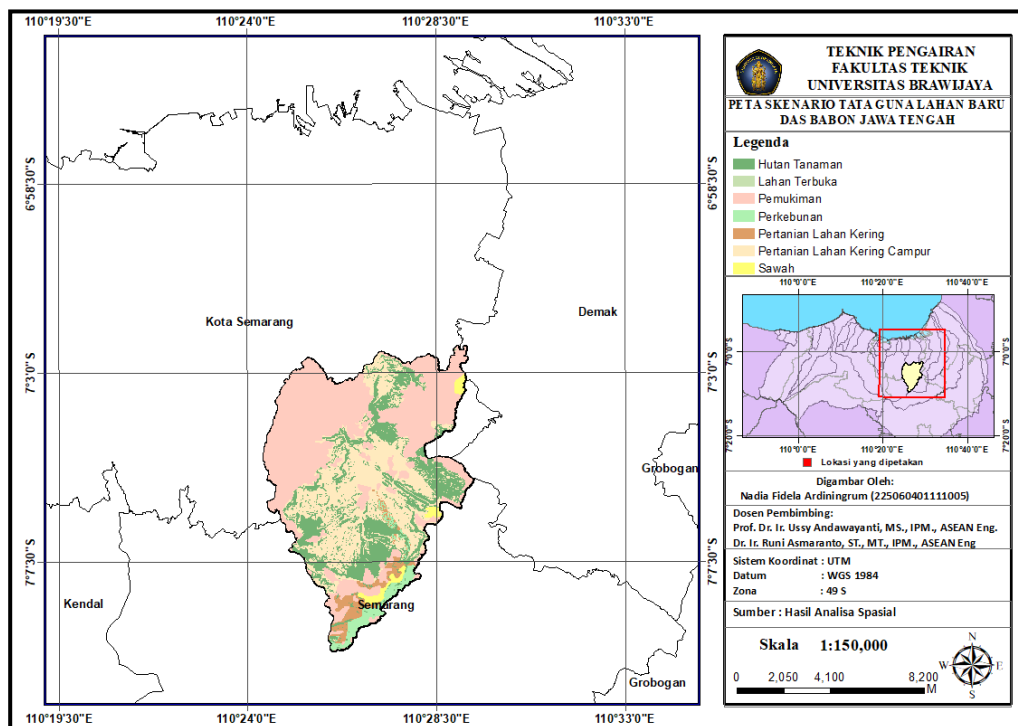
Fungsi Kawasan	Luas (ha)	Persentase (%)
Kawasan Budidaya	5464.627	73
Kawasan Lindung	204.777	3
Kawasan Penyangga	1772.836	24
Jumlah	7442.240	100



Gambar 5. Peta Arahan Fungsi Kawasan DAS Babon

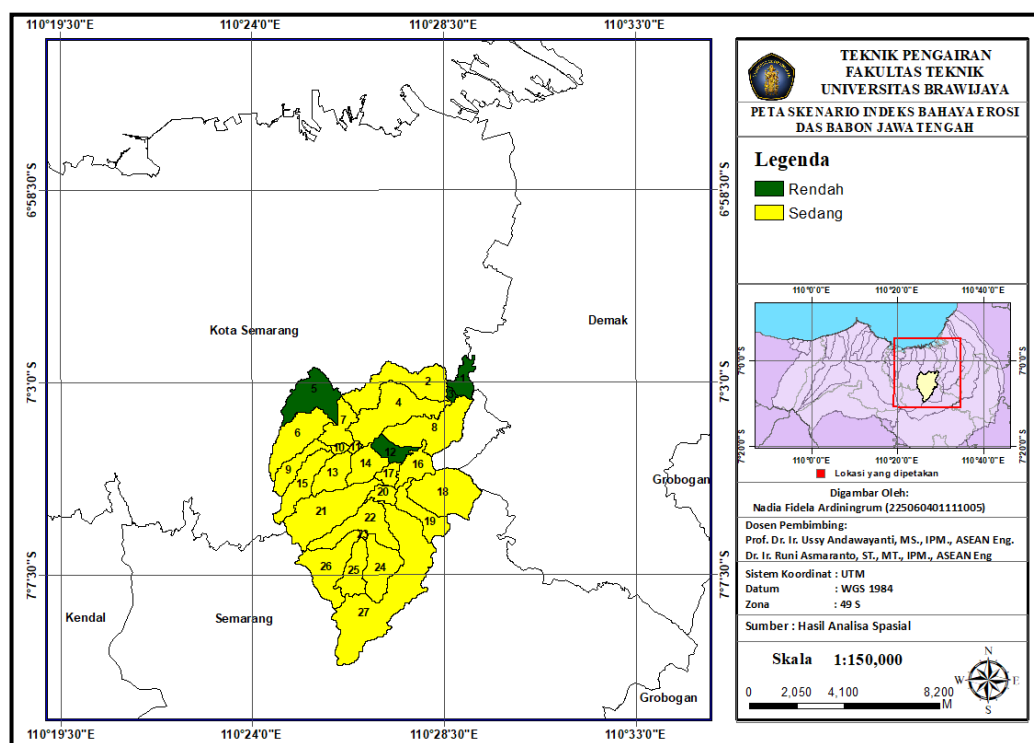
3.7 Skenario Perubahan Tata Guna Lahan Metode Vegetatif

Tahap berikutnya, setelah membuat peta fungsi kawasan yaitu menetapkan skenario peta tata guna lahan yang baru ditetapkan dari hasil penggabungan peta fungsi kawasan dengan peta tutupan lahan sebelumnya. Penetapan luasan skenario tata tutupan lahan yang baru disesuaikan dengan melihat kondisi Indeks Bahaya Erosi (IBE) yang memiliki kategori tinggi. Jenis tutupan lahan pemukiman dan sawah tidak diubah karena milik pribadi [16].



Gambar 6. Peta Tata Guna Lahan Baru Skenario

Nilai erosi dan sedimentasi telah terjadi penurunan, setelah dilakukan perubahan tata guna lahan dari kondisi eksisting tahun 2022. Meskipun demikian, agar mencapai hasil yang lebih optimal dalam melakukan upaya konservasi, diperlukan penerapan konservasi lanjutan melalui analisis upaya konservasi mekanik yang berpotensi untuk menghambat sedimen. Hasil kondisi Indeks Bahaya Erosi (IBE) setelah menerapkan skenario tata guna lahan baru dapat dilihat pada Gambar 7.



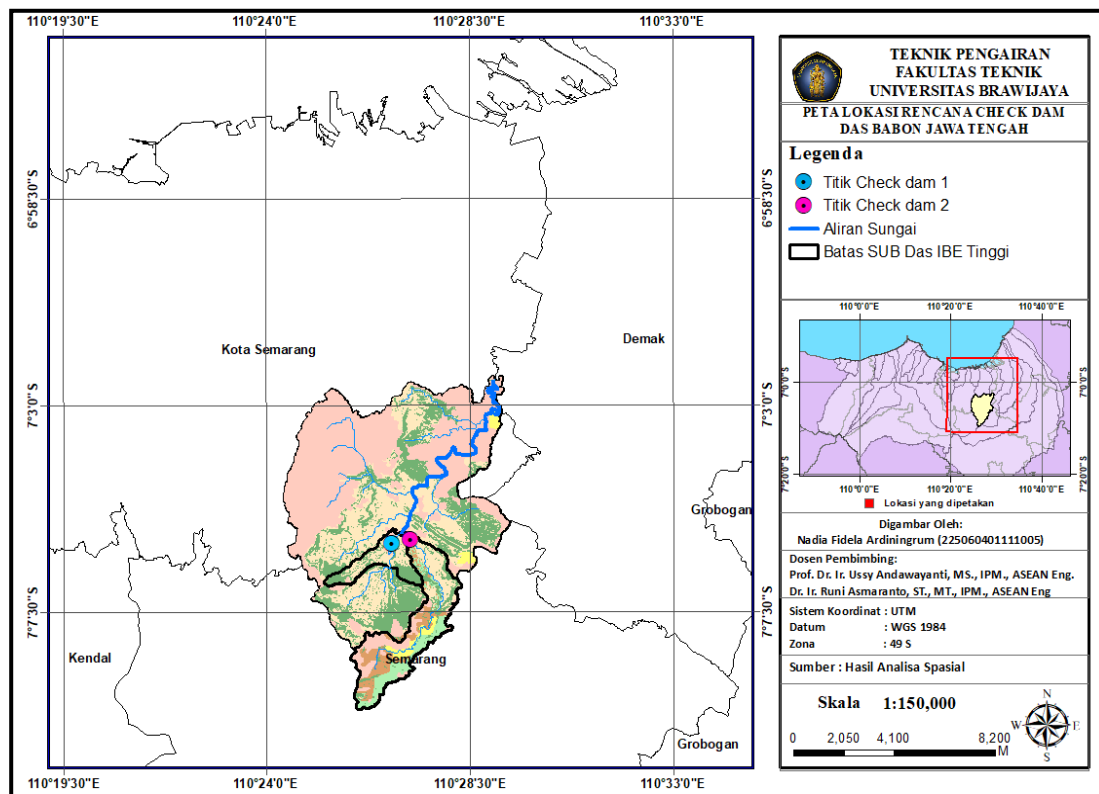
Gambar 7. Peta Indeks Bahaya Erosi Kondisi Skenario DAS Babon

Tabel 10. Presentase Hasil IBE di DAS Babon Kondisi Eksisting

Kondisi	Laju Erosi		Sedimentasi	
	Ton/ha/tahun	mm/tahun	Ton/tahun	mm/tahun
Eksisting	23.687	1.974	15.877	1.058
Skenario	18.465	1.539	12.823	0.855

3.8 Arahan Konservasi Mekanik dengan Bangunan Pengendali Sedimen

Berikut ini merupakan peta perencanaan titik lokasi bangunan pengendali sedimen yang dapat diamati pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Lokasi Rencana Check Dam

Hasil dari perhitungan Indeks Bahaya Erosi (IBE), diperoleh bahwa DAS Babon memiliki kategori IBE tinggi sebanyak 2 Sub DAS. Skenario perencanaan yang dilakukan berdasarkan pertimbangan SNI 2851:2015 telah ditetapkan 2 lokasi check dam, yaitu *Check dam 1* yang mencakup Sub DAS 22 dan *Check dam 2* yang mencakup Sub DAS 27.

Perhitungan volume tampungan diperoleh berdasarkan dasar ketentuan Pd T-12-2004-A [17]. Hasil rencana dimensi *check dam* diperoleh berdasarkan kontur serta *cross section* yang dapat diamati pada Tabel 12. Volume tampungan didapatkan dari data kedalaman sungai, kemiringan dasar sungai dan lebar sungai yang diperoleh dari hasil analisis topografi.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Volume Tampungan

Titik Lokasi	B (m)	I_0	H (m)	I Statis	L Statis (m ²)	V Statis (m ³)	I Dinamis	L Dinamis	V Total (m ³)	V Tampungan (m ³)
1	15.7	0.01	3	0.01	482.7	11384.7	0.01	724.1	17077.0	5692.3
2	24.3	0.03	5	0.01	389.9	23704.9	0.02	584.8	35557.3	11852.4

3.9 Analisis Arah Konservasi Metode Kombinasi Vegetatif – Mekanik

Konservasi vegetatif yang dilakukan sebelumnya dengan skenario tata guna lahan baru mampu menurunkan Indeks Bahaya Erosi Tinggi 100% dari kondisi eksisting dan menurunkan laju erosi sebesar 21,29% yaitu menjadi 12,823 ton/ha/tahun. Namun untuk mengoptimalkan pengendalian sedimen, studi ini melakukan analisa lanjutan dengan perencanaan bangunan pengendali sedimen berupa *check dam*.

Tabel 12. Hasil Perhitungan Efektifitas dan Usia Tampungan Check dam

Rencana Checkdam	V Tampungan (m ³)	V Sedimen (m ³)	S (m ³ /Km ²)	Efektifitas (%)	Usia Tampungan (Tahun)
1	5692.342	2655.436	3.460	214.366	2.14
2	11852.438	7998.698	11.008	148.180	1.48
	Rerata			181.273	1.81

Penerapan konservasi kombinasi antara vegetatif dan mekanik dengan mebangunan pengendali sedimen telah terbukti mampu menurunkan volume sedimen, dengan tingkat rata-rata efektifitas tampungan mencapai 181,273% dalam kurun waktu rata-rata kurang lebih 1,81 tahun atau 652 hari.

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Laju Erosi dan Sedimentasi Konservasi Vegetatif-Mekanik

Kondisi	Laju Erosi		Hasil Sedimen		Reduksi
	(ton/ha/tahun)	(mm/tahun)	(ton/tahun)	mm/tahun	
Eksisting	23.687	1.974	78771.998	1.058	41.518
Konservasi Vegetatif - Mekanik	-	-	46077.292	0.619	

Dengan menerapkan metode konservasi vegetatif dan mekanik terbukti efektif menekan tingkat sedimentasi di DAS Babon. Hal ini terlihat dari penurunan hasil sedimen dari 78.771,998 ton/tahun pada kondisi eksisting menjadi 46.077,292 ton/tahun, atau berhasil mereduksi sedimen sebesar 41,518%.

Dalam melakukan implementasi konservasi tantangan pertama adalah kepadatan penduduk. Kawasan hilir yang sudah padat pemukiman membuat upaya penghijauan (konservasi vegetatif) terbatas ruangnya, sehingga harus dilakukan dengan sangat hati-hati agar tidak mengganggu aktivitas warga. Di sisi lain, wilayah hulu mengalami perubahan tata ruang yang masif. Banyak lahan yang di lapangan sudah berubah menjadi bangunan, padahal dalam peta tata ruang (RTRW) seharusnya berfungsi sebagai area resapan. Hal ini menunjukkan adanya jarak antara aturan di atas kertas dengan realitas pembangunan di lapangan. Selain itu, pembangunan fisik seperti bendungan pengendali sedimen (metode mekanik) memerlukan biaya yang sangat besar. Tantangannya bukan hanya pada saat membangun, tetapi juga pada biaya rehabilitasi dan pemeliharaan rutin agar bangunan tersebut tidak cepat penuh oleh lumpur.

Sebagai langkah ke depan, pemerintah daerah perlu mengambil kebijakan yang lebih tegas. Penanganan harus difokuskan pada wilayah prioritas yaitu Sub DAS 22 dan 27 agar anggaran lebih efisien. Sinergi

antara pemerintah hulu dan hilir sangat diperlukan untuk memastikan regulasi tata ruang ditegakkan kembali, sembari memberikan edukasi kepada masyarakat bahwa menjaga kelestarian sungai adalah investasi keselamatan jangka panjang bagi seluruh warga Semarang dan sekitarnya.

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi model SWAT diperoleh nilai laju erosi dan sedimen pada DAS Babon tahun 2019 memiliki nilai rerata laju erosi 31,222 ton/ha/tahun dan tahun 2022 sebesar 23,687 ton/ha/tahun dengan sedimentasi pada tahun 2019 sebesar 23,305 ton/ha/tahun dan pada tahun 2022 sebesar 15,877 ton/ha/tahun. Hasil pemodelan laju erosi kondisi eksisting, memperoleh nilai Indeks Bahaya Erosi di tiap Sub DAS Babon. dengan kategori rendah 5%, kategori sedang 76% dan Tinggi 19% dari total luas DAS. Penerapan metode vegetatif di DAS Babon berdasarkan pemodelan SWAT terbukti efektif menurunkan laju erosi dan sedimentasi sebesar 21,30%, dengan rata-rata laju erosi kondisi eksisting sebesar 18,465 ton/ha/tahun menjadi 12,823 ton/ha/tahun, dengan peningkatan luas lahan berkriteria Indeks Bahaya Erosi (IBE) rendah meningkat 64,77%, kriteria sedang naik sebesar 57,54% dan untuk kriteria tinggi mengalami penurunan 100%. Perencanaan *check dam* di dua lokasi IBE kategori tinggi memiliki kapasitas tampungan total sebesar 17.544,78 m³/tahun yang secara teknis mampu menangani beban sedimen tahunan dari wilayah IBE Tinggi sebesar 10.654,13 m³/tahun. Dengan tingkat efektivitas mencapai 181,27% dan masa layanan rata-rata selama 1,81 tahun. Arahan konservasi dengan metode vegetatif dan mekanik mampu menurunkan sedimentasi menjadi 46077.292 ton/tahun yang merupakan 41% dari kondisi eksisting. infrastruktur ini terbukti sangat optimal dalam mengendalikan laju sedimentasi di hilir DAS Babon. Pemerintah Daerah perlu menetapkan Sub-DAS 22 dan Sub-DAS 27 di Kecamatan Ungaran sebagai zona prioritas utama dalam program rehabilitasi lahan dan konservasi tanah karena keduanya memiliki laju erosi dan hasil sedimen tertinggi berdasarkan simulasi SWAT. Untuk menjamin keberlanjutan fungsi hidrologi DAS Babon, diperlukan sinergi kebijakan antara instansi pemerintah dalam pengendalian tata guna lahan. Selain itu, akurasi pemodelan di masa depan harus didukung oleh data pengukuran lapangan yang presisi serta pemeliharaan infrastruktur secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyawan. (2019). Kajian Potensi Erosi Di Daerah Aliran Sungai Babon Menggunakan Permodelan GeoWEPP. Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang, 98-107.
- [2] Sarjanti, E. (2023). Analisis Daya Dukung Fungsi Lindung Untuk Kelestarian Lingkungan Di Subdas Logawa Kabupaten Banyumas. Geomedia Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian, 21(1), 43-48. <https://doi.org/10.21831/gm.v21i1.43822>.
- [3] Suwaji. (2011). Persebaran Tingkat Erosi Tanah di Kecamatan Ngargoyoso Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah.
- [4] Rama, B., Suryaningrum, I., Amanda, P., Agfanisa, R., Nur, A., Ardeny, F., Surya Pratama, L., Haris, A., Ridho Fariz, T., Jabbar, A., Kholil, P. A., Faizah, N., & Kunci, K. (2025). Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Daya Dukung Fungsi Lindung Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon Di Semarang dan Sekitarnya. 19(1), 77-86. <http://ripteck.semarangkota.go.id>.
- [5] Jayanti, O & Suteki, S. (2020). Bekerjanya Hukum Pendirian Bangunan di Garis Sempadan Sungai Babon. Kanun Jurnal Ilmu Hukum, 22(2), 379-393. <https://doi.org/10.24815/kanun.v22i2.17025>
- [6] Milenia, S. (2025, Februari 16). Banjir Imbas Luapan Sungai Babon di Semarang, Aktivitas Warga Terganggu. Kompas.Tv. <https://www.kompas.tv/regional/650982/banjir-imbasp-luapan-sungai-babon-di-semarang-aktivitas-warga-terganggu-kompas-siang>

- [7] Soewarno. (1995). *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2*. Penerbit Nova.
- [8] L. M. Limantara (2018), *Rekayasa Hidrologi*, Yogyakarta: ANDI.
- [9] Subagio, F. R., Linda Prasetyorini, & Runi Asmaranto. (2025). Analisis Tingkat Bahaya Erosi pada DAS Lekso Kabupaten Blitar Berbasis Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(1), 317–326.
- [10] Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970). River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, 3(10), 282–290.
- [11] Indarto. (2012). *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara.
- [12] J.G. Arnold, J.R. Kiniry, R.Srinivasan, J.R. Williams, E.B. Haney, & S.L. Neitsch. (2012). *Soil and Water Assessment Tool*. Texas Water Resources Institute.
- [13] Thompson, H. C., & Kelly, W. (1957). *Vegetable Crops*. Mc Graw Hill Book.
- [14] Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua. IPB Press.
- [15] Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- [16] Arif, K., Ussy Andawayanti, & Rahmah Dara Lufira. (2025). Analisis Laju Erosi dan Sedimentasi Berbasis Arcgis pada DAS Garang Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(1), 583–595. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2025.005.01.055>
- [17] *Perencanaan Teknis Bendung Pengendali Dasar Sungai* (2004).