

ANALISIS TINGKAT BAHAYA EROSI DAS MANUBAR KABUPATEN KUTAI TIMUR MENGGUNAKAN MODEL USLE DAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Joko Suryanto¹, Amprin², Joko Krisbiyantoro³, Anisum⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur, Indonesia.
Jl. Soekarno Hatta, Tlk. Lingga, Kec. Sangatta Utara, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan
Timur 75611.

E-Mail: jokosuryanto@stiperkutim.ac.id

Submit: 26-10-2024

Revisi: 04-11-2024

Diterima: 24-02-2025

ABSTRAK

Analisis Tingkat Bahaya Erosi DAS Manubar Kabupaten Kutai Timur Menggunakan Metode USLE Dan Aplikasi Sistem Informasi Geografis. Daerah Aliran Sungai (DAS) Manubar terletak di dua wilayah administratif kabupaten sehingga membutuhkan perencanaan pengendalian erosi yang terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju erosi dan sebaran spasial tingkat bahaya erosi (TBE) pada DAS Manubar menggunakan model Universal Soil Loss Erosion (USLE) dan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode USLE digunakan untuk mengestimasi erosi, dengan memperhitungkan faktor erosiivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), manajemen tanaman penutup (C), panjang dan kemiringan slope (LS), dan praktik konservasi (P) yang diolah menggunakan program komputer GIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata erosi DAS Manubar sebesar 22,344 ton/ha/tahun dan termasuk kelas TBE rendah. Luas DAS Manubar dengan tingkat bahaya erosi sangat rendah mencapai 86,5% dengan rata-rata erosi 1,64 ton/ha/tahun, kelas rendah 6,6% dengan rata-rata erosi 33,1 ton/ha/tahun, kelas sedang 4,6% dengan rata-rata erosi 104,2 ton/ha/tahun, kelas berat 1,8% dengan rata-rata erosi 276,1 ton/ha/tahun dan kelas sangat berat 0,6% dengan rata-rata erosi 1.556 ton/ha/tahun. dari luas total DAS. Jenis penutupan lahan hutan tanaman, pemukiman, perkebunan dan pertanian lahan kering bercampur semak terutama yang berada pada jenis tanah podsolik membutuhkan prioritas usaha pengendalian erosi karena termasuk ke dalam kelas TBE sedang hingga berat.

Kata kunci : DAS Manubar, Pengelolaan DAS, SIG, Tingkat Bahaya Erosi, USLE.

ABSTRACT

Erosion Hazard Level Analysis of Manubar Watershed East Kutai Regency Using USLE Model and Geographic Information System Application. The Manubar watershed is located within two regencies, necessitating an integrated erosion control plan. This study aims to determine the rate of erosion and the spatial distribution of erosion hazard levels (TBE) in the Manubar watershed using the Universal Soil Loss Equation (USLE) model and Geographic Information System (GIS) applications. The USLE method estimates erosion by considering factors such as rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), cover management (C), slope length and steepness (LS), and conservation practice (P), which are processed using GIS software. The study results indicate that the average erosion rate in the Manubar watershed is 22.344 tons/ha/year, classifying it as having a low TBE level. The area of the Manubar watershed classified as low erosion hazard reaches 86.5%, with an average erosion rate of 1.64 tons/ha/year. The low hazard class comprises 6.6% of the area with an average erosion of 33.1 tons/ha/year, while the moderate hazard class covers 4.6% with an average erosion of 104.2 tons/ha/year. The high TBE class accounts for 1.8% with an average erosion of 276.1 tons/ha/year, and the very high hazard class constitutes 0.6% with an average erosion of 1,556 tons/ha/year of the total watershed area. Land cover types, including forest plantations, settlements, plantations, and mixed dryland agriculture, particularly on podsollic soils, require priority erosion control efforts as they ranging from moderate to high erosion hazard levels.

Key words : Erosion hazard level, GIS, Manubar Watershed, USLE, Watershed Management.



1. PENDAHULUAN

Erosi adalah proses hilangnya partikel tanah pada permukaan tanah disebabkan oleh air atau angin, berdampak pada penurunan produktifitas tanah melalui berkurangnya penyediaan unsur hara, kondisi fisik tanah yang buruk untuk pertumbuhan tanaman dan terganggunya fungsi badan air akibat sedimentasi (Arsyad, 2012). Di Indonesia, erosi disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, dengan kehilangan tanah antara 35 – 220 ton/ha/tahun, dan meningkat setiap tahun antara 7 – 14% atau 2 – 28 ton/ha (Adimihardja, 2008 *dalam* Sumiahadi & Acar, 2019).

Model empiris yang didasarkan pada hubungan statistik yang signifikan antara variabel erosi dengan data pengamatan dapat digunakan untuk estimasi besarnya erosi (Morgan, 2005). Model empiris Universal Soil Loss Equation (USLE) merupakan model empiris yang sesuai dan sering digunakan untuk mengestimasi besarnya erosi (Farizi et al., 2019; Takal et al., 2017). Model USLE memprediksi rata-rata laju erosi tahunan berupa erosi lembar dan erosi alur dalam jangka waktu yang panjang (Yadav et al., 2024). Prediski erosi pada model USLE menggunakan parameter-parameter yang mempengaruhi proses erosi yaitu faktor iklim (erosivitas), edafik (erodibilitas tanah), topografi (panjang dan kemiringan lereng), dan faktor manajemen tanah dan vegetasi (Wischmeier & Smith, 1978).

Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki kemampuan untuk mengolah data karakteristik lahan (Adediji et al., 2010), sehingga dapat digunakan untuk menentukan faktor erosi dalam format data grid untuk estimasi erosi model USLE (Kinnell, 2001). GIS juga dapat memvisualisasikan distribusi spasial laju erosi dengan biaya murah, cepat dan akurat (Djoukbal et al., 2019; Kushwaha & Yousuf, 2017). Integrasi antara GIS

dengan model erosi USLE yang sangat sesuai untuk memodelkan erosi, mendorong peneliti untuk menggunakan integrasi tersebut dalam memprediksi laju erosi DAS, antara lain (Akbar et al., 2022; Arifin et al., 2022; Firdaust et al., 2023; Khairunnisa et al., 2020; Lasaiba et al., 2023; Rampu et al., 2021; Wasono et al., 2023).

DAS Manubar terletak pada 2 wilayah administratif pemerintahan, yaitu Kabupaten Kutai Timur di bagian hilir dan Kabupaten Berau di bagian hulu. Berdasarkan kondisi tersebut, pengelolaan DAS Manubar harus dilakukan secara terpadu dengan prinsip *one watershed, one plan, one management system* untuk menjaga keterkaitan antara hulu dan hilir. Salah satu kegiatan pengelolaan DAS adalah pengendalian daya rusak air oleh erosi yang membutuhkan data besarnya erosi pada DAS (Rahmad et al., 2017).

Tingkat bahaya erosi (TBE) adalah tingkat kemungkinan ancaman kerusakan akibat erosi pada DAS. Klasifikasi TBE memberikan gambaran mengenai tingkat bahaya yang ada di DAS, dapat digunakan sebagai pedoman dalam kebijakan manajemen DAS (Saadi et al., 2022), terutama dalam menentukan teknologi konservasi tanah dan air yang akan diterapkan (Susanti et al., 2019), pada area tertentu yang menjadi prioritas pengendalian erosi (Kardhana et al., 2024).

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh laju erosi menggunakan model Universal Soil Loss Equation (USLE) dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan mengetahui sebaran spasial tingkat bahaya erosi (TBE) di DAS Manubar Kabupaten Kutai Timur.

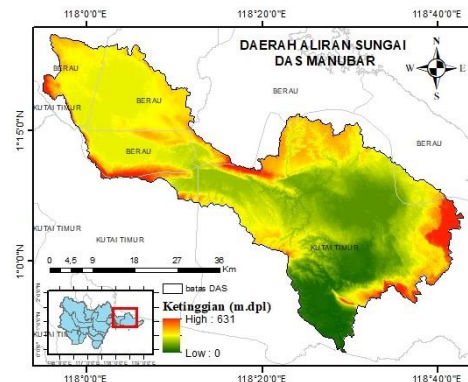
2. METODA PENELITIAN

2.1. Tempat Penelitian

DAS Manubar mempunyai luas 211.691 Ha terletak antara 117° 55' 50" BT – 118° 43' 32" BT dan 0° 50' 28" –

1° 26' 08'' LU terletak di Kabupaten Kutai Timur dengan luas 66% dan Kabupaten Berau dengan laus 34% (Gambar 1). Wilayah DAS meliputi Kecamatan Sangkulirang, Sandaran (Kabupaten Kutai Timur), dan Kecamatan Biduk – Biduk, Batu Putih, Talisayan dan Biatan, Kabupaten Berau. Sebagian besar wilayah DAS Manubar mempunyai topografi datar

(56%), 97% wilayah DAS berada pada dataran rendah, sedangkan 3% berada antara 400 – 631 meter di atas permukaan laut. DAS Manubar memiliki tipe hujan ekuatorial dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 1.984 mm/tahun serta suhu udara antara 23,5°C hingga 32,8°C.



Gambar 1. Lokasi penelitian DAS Manubar.

2.3. Alat dan Bahan

Penelitian menggunakan bahan berupa data Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) resolusi spasial 30 m yang diperoleh dari Badan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS), peta DAS Manubar diperoleh dari Balai Pengelolaan DAS Mahakam-Berau, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Kutai Timur dan Berau dari Badan Informasi Geospasial (BIG), peta jenis tanah diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP), peta Penutupan Lahan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2023. Data curah hujan bulanan Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station (CHIRPS) resolusi spasial 5000 m rentang tahun 1994 – 2023 diperoleh dari *Climate Hazard Center*, Universitas California. Program komputer Arc GIS 10.8 digunakan untuk menghitung erosi model USLE dan microsoft Excel digunakan

untuk analisis statistik hasil perhitungan erosi.

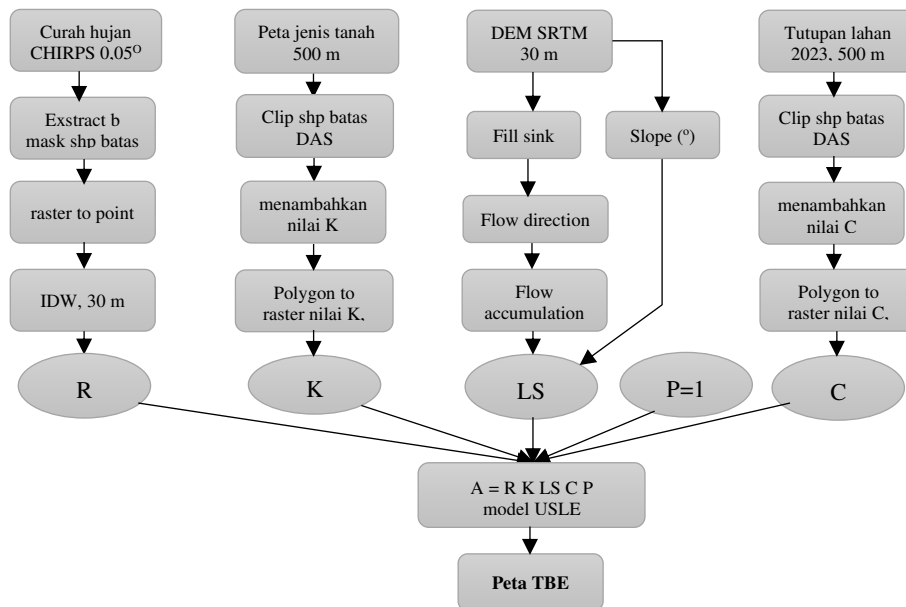
2.4. Prosedur Penelitian

Data raster berupa curah hujan CHIRPS dan DEM SRTM, data vektor berupa tutupan lahan dan jenis tanah diolah menggunakan program Arc GIS 10.8 dengan tahapan pada Gambar 2. Data hujan bulanan CHIRPS dengan resolusi 0,05° diakumulasi menjadi data rata-rata hujan tahunan, kemudian diekstrak menjadi data point menggunakan tool *raster to point*, kemudian dikonversi menjadi data raster kembali menggunakan interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) dengan ukuran *cell* 30 m. Nilai erosivitas hujan (faktor R) dihitung menggunakan tool *raster calculator*.

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) diperoleh dengan mengolah data DEM menjadi data slope menggunakan tool *Surface*, sebagai faktor kemiringan (S), sedangkan tahapan *fill sinks*, *flow direction*, dan *flow accumulation* pada tool *Hydrology* untuk

memperoleh nilai panjang lereng (L). Nilai erodibilitas tanah (K) dan pengelolaan penutupan vegetasi (C) masing-masing diperoleh dari peta jenis tanah dan tutupan lahan. Kedua faktor tersebut ditambahkan nilai faktor K dan C,

sesuai dengan jenis tanah dan penutupan lahan pada atribut tabel menggunakan tool *field calculator*. Selanjutnya data vektor faktor C dan K dikonversi menjadi data raster dengan ukuran *cell* 30 m menggunakan tool *polygon to raster*.



Gambar 2. Diagram alir analisis tingkat bahaya erosi (TBE) DAS Manubar.

Laju erosi dihitung setiap *cell* data raster menggunakan tool *raster calculator* pada program Arc GIS 10.8 dengan

persamaan model Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier & Smith, 1978):

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Keterangan:

- A = rata-rata kehilangan tanah oleh erosi (ton/ha/tahun)
- K = faktor erodibilitas tanah (MJ mm/ha/tahun)
- R = indeks erosivitas hujan (MJ/ha mm)
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng
- C = faktor pengelolaan vegetasi
- P = faktor penerapan konservasi

2.5. Analisis Data

1. Erodibilitas tanah (K)

Jenis tanah di DAS Manubar digunakan untuk menentukan faktor

erodibilitas tanah menurut ketentuan nilai faktor K oleh Bappenas tahun 2012 pada Tabel 1 (Andriyani et al., 2020).

Tabel 1. Nilai erodibilitas (K) berdasarkan jenis tanah.

No	Jenis tanah	Erodibilitas (K)
1	Aluvial	0,29
2	Kambisol	0,23
3	Mediteran	0,16
4	Podsolik	0,20
5	Regosol	0,31

2. Indeks erosivitas hujan (R)

Indeks erosivitas hujan dihitung berdasarkan hubungan energi kinetik hujan (E) yang menimbulkan erosi percikan, aliran permukaan dan erosi alur dengan hujan intensitas maksimum 30

menit (I_{30}) yang dikembangkan di wilayah Indonesia oleh Bols pada tahun 1978 berdasarkan data curah hujan bulanan dalam persamaan (Igwe et al., 2017; Teh, 2011):

$$R = \frac{2.5 P^2}{100(0.073 P + 0.73)} \quad (2)$$

R adalah erosivitas hujan tahunan (MJ mm/tahun) dan P adalah rata-rata curah hujan tahunan (mm).

dengan besarnya erosi sebagai akibat dari kecepatan dan volume aliran permukaan (Asdak, 2007; Morgan, 2005). Secara kuantitatif, faktor LS dapat ditentukan menggunakan data DEM dengan persamaan (Moore & Burch, 1972):

3. Panjang dan kemiringan lereng (LS)

Panjang lereng dan kemiringan lereng (LS) mempunyai korelasi positif

$$LS = \left(\frac{flowacc * cellsize}{22.13} \right)^{0.4} \left(\frac{\sin(slope * 0.0174533)}{0.0896} \right)^{1.3} \quad (3)$$

flowacc adalah akumulasi aliran, *cellsize* adalah ukuran pkسل dan DEM, $\sin(slope)$ adalah fungsi sinus besarnya sudut dalam radian.

Faktor pengelolaan vegetasi (C) adalah rasio kehilangan tanah pada lahan bervegetasi dengan tanah terbuka (Morgan, 2005). Nilai faktor C pada berbagai jenis pengelolaan tanaman diperlihatkan pada Tabel 2 (Lestari et al., 2010; Wasono et al., 2023; Kardhana et al., 2024).

4. Faktor penutup tanah dan pengelolaan vegetasi (C)

Tabel 2. Nilai faktor C pada berbagai penutupan lahan.

No	Pengelolaan Tanaman	C
1	Belukar rawa	0,01
2	Hutan lahan kering primer	0,003
3	Hutan lahan kering sekunder	0,005
4	Hutan mangrove sekunder	0,001
5	Hutan rawa sekunder	0,001
6	Hutan tanaman	0,007
7	Permukiman	0,75
8	Perkebunan	0,18
9	Pertanian lahan kering campur semak	0,20
10	Semak/belukar	0,10
11	Tambak	0,001
12	Tanah Terbuka	0,95
13	Tubuh air	0,00

5. Faktor tindakan konservasi (P)

Faktor P menunjukkan rasio rata-rata erosi pada lahan pertanian dengan praktik konservasi tertentu dengan lahan tanpa praktik konservasi. Faktor P mempunyai rentang antara 0 – 1, 0 untuk pengendalian erosi sangat baik, sedangkan 1 menunjukkan tanpa adanya praktik konservasi. Nilai faktor P pada penelitian ini diasumsikan bernilai 1 karena pada

wilayah DAS Manubar tidak ada tindakan pengendalian erosi.

6. Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat bahaya erosi (TBE) adalah tingkat kemungkinan ancaman kerusakan akibat erosi pada DAS. Kelas TBE ditentukan berdasarkan nilai laju erosi pada Tabel 3 (Kementerian Kehutanan, 2009).

Tabel 3. Klasifikasi tingkat bahaya erosi (TBE).

No	Erosi (ton/ha/tahun)	Kelas TBE
1	0 - 15	Sangat rendah (SR)
2	15 - 60	Rendah (R)
3	60 - 180	Sedang (S)
4	180 - 480	Berat (B)
5	>480	Sangat berat (SB)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Erodibilitas Tanah (K)

Faktor erodibilitas (K) adalah resistensi tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel tanah (Asdak, 2007; Morgan, 2005). Berdasarkan sistem klasifikasi tanah nasional, tanah di DAS

Manubar meliputi 4 jenis tanah, yaitu aluvial, kambisol, mediteran, podsolik dan regosol. Jenis tanah dominan pada DAS Manubar yaitu mediteran meliputi 73,5% wilayah DAS, dan mediteran dengan horison penciri haplik mencapai 73,4% (Gambar 3a).

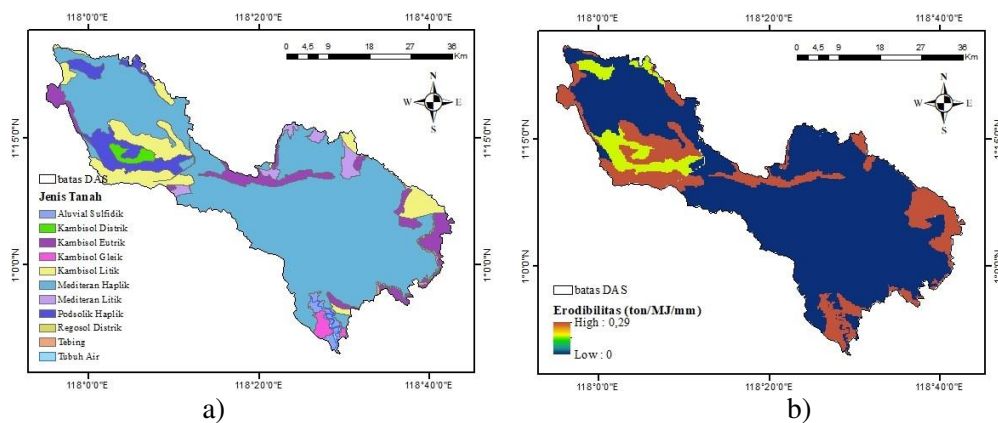
Jenis tanah mediteran atau alfisol (sistem USDA 1975) berkembang dari batuan gamping (kapur). Sifat fisik tanah alfisol antara lain akumulasi liat silika pada horizon B, warna fraksi debu dan liat putih, kandungan lengas tanah yang cukup tersedia untuk pertumbuhan tanaman selama 3 bulan setiap tahunnya. Tanah alfisol memiliki hara yang tinggi (Ca, Mg, K, Na), dan bersifat sedikit asam. Kandungan karbon organik yang tinggi pada tanah alfisol disebabkan oleh tingginya kadar bahan organik dan dekomposisinya, sehingga tanah jenis alfisol mempunyai kesuburan yang tinggi (Bekele & Birhan, 2021). Sifat fisik dan kimia tersebut akan menyebabkan tanah alfisol lebih tahan terhadap erosi dibandingkan jenis tanah lainnya yang ada

di DAS Manubar. Karena dominasi jenis tanah alfisol mencapai 73%, maka laju erosi DAS Manubar sangat ditentukan oleh jenis tanah mediteran tersebut.

Nilai erodibilitas tanah (K) DAS Manubar berdasarkan jenis tanah pada Tabel 1 mempunyai nilai rentang 0,0 – 0,29 (Gambar 3b) dengan nilai rata-rata 0,175. Nilai erodibilitas 0,0 terdapat pada penutupan lahan berupa tubuh air, sedangkan 0,29 terdapat pada jenis tanah aluvial. Menurut pembagian kelas erodibilitas tanah oleh (Arsyad, 2012), kelas erodibilitas rendah (0,11 – 0,21) dengan luas 78,8% dengan rata-rata nilai erodibilitas 0,16, sedangkan kelas sedang (0,21 – 0,32) seluas 20,5% dengan rata-rata nilai erodibilitas 0,23.

Tabel 4. Hasil Parameter Morfometri Aspek Linier DAS Manubar.

No	Kelas Erodibilitas	Luas (Ha)	Luas (%)	Rerata erodibilitas	Keterangan
1	0 – 0,11	1512	0,7	0,00	Sangat rendah
2	0,11 – 0,21	166234	78,8	0,16	Rendah
3	0,21 – 0,32	43185	20,5	0,23	Sedang
jumlah		210931			



Gambar 3. Jenis tanah dan nilai erodibilitas DAS Manubar.

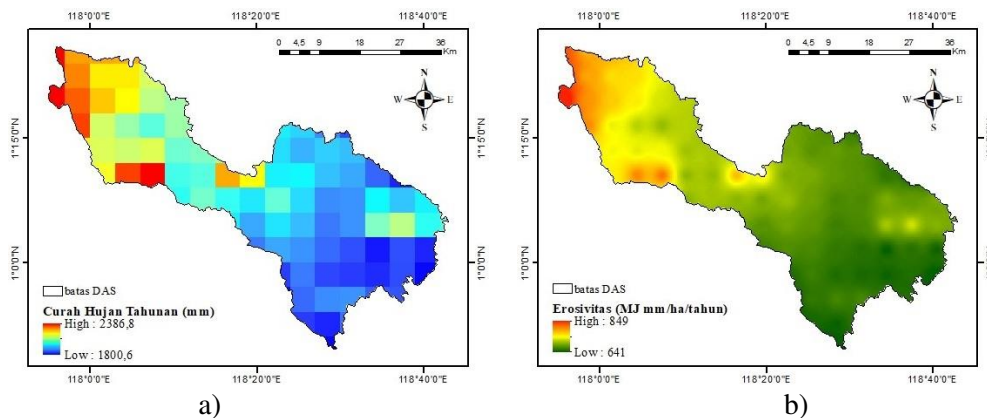
3.2. Indeks Erosivitas Hujan (R)

Curah hujan rata-rata tahunan selama 30 tahun (1994 – 2023) berdasarkan data curah hujan CHPRS berada pada rentang 1801 – 2387 mm/tahun. Curah hujan sedang (2000 –

3000 mm/tahun) terdapat pada bagian hulu DAS, sedangkan curah hujan rendah (< 2000 mm/tahun) pada bagian hilir DAS Manubar (Gambar 4a). Indeks erosivitas hujan (R) dihitung berdasarkan rata-rata curah hujan tahunan pada persamaan (3),

hasil interpolasi menggunakan metode IDW diperoleh antara 641 – 849

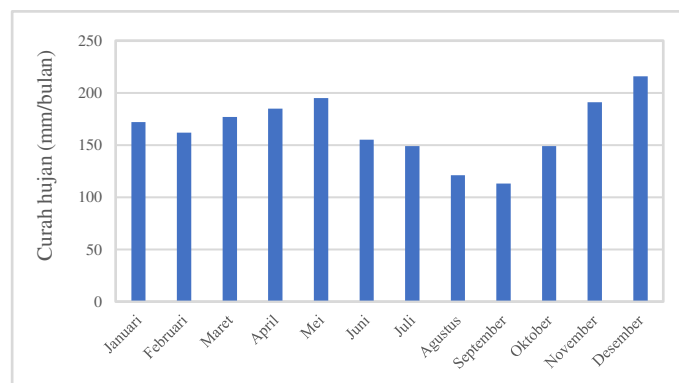
MJ/mm/tahun dengan nilai rata-rata 691,36 MJ/mm/tahun (Gambar 4b).



Gambar 4. Rata-rata curah hujan tahunan dan nilai erosivitas DAS Manubar.

Gambar 5 menunjukkan tipe hujan DAS Manubar adalah tipe ekuatorial (Aldrian & Susanto, 2003) dengan 2 puncak hujan. Puncak hujan pada bulan Mei dan Desember menyebabkan

erosivitas hujan yang tinggi, sehingga erosi pada DAS manubar akan merambat naik pada bulan Mei dan Desember mengikuti pola curah hujan.



Gambar 5. Grafik rata-rata curah hujan bulanan DAS Manubar.

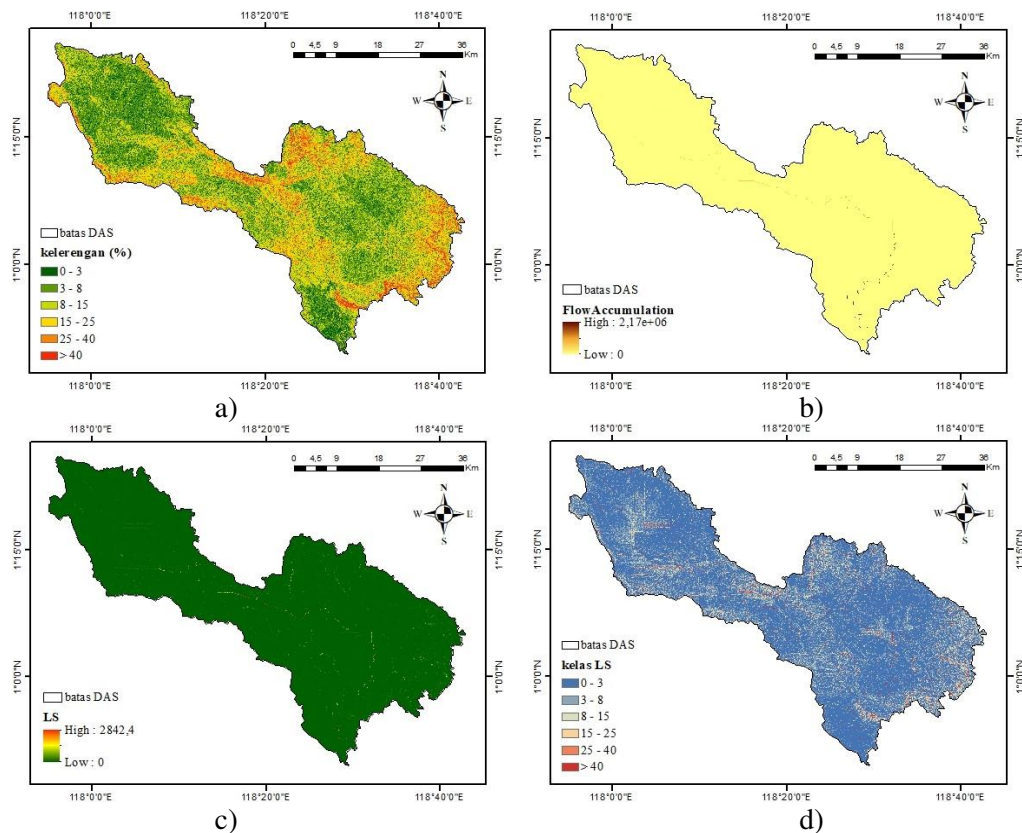
3.3. Faktor Topografi (LS)

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) merupakan rasio kehilangan tanah pada tanah dengan panjang lereng dan kemiringan tertentu terhadap kondisi standar ($LS=1,0$) yaitu pada lahan dengan panjang 22 m dan kemiringan 9% (Arsyad, 2012). Namun, kemiringan lereng mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap erosi dibandingkan panjang lereng (Avishek et al., 2023). Kelas kelerengan DAS Manubar didominasi pada kelas kelerengan agak

landai (3 – 8%) dengan luas mencapai 33% dari total luas DAS (Gambar 5a).

Faktor topografi panjang dan kemiringan lereng (LS) DAS Manubar mempunyai rentang 0 – 2842 dengan nilai rata-rata 2,23 (Gambar 5c). Tingginya faktor LS maksimum tersebut dipengaruhi oleh jumlah akumulasi aliran yang mencapai $2,17 \times 10^6$ jumlah aliran. Distribusi spasial nilai LS (Gambar 5d) menunjukkan bahwa nilai LS yang tinggi berada di sepanjang tepi DAS bagian hilir, dan bagian tengah DAS, sedangkan hulu

DAS, nilai LS yang tinggi terdapat di bagian tengah.



Gambar 6. Distribusi kelas kelerengn (a), akumulasi aliran (b), faktor LS (c), dan kelas LS (d) DAS Manubar.

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa semakin tinggi kelerengn, nilai faktor LS juga semakin besar, sehingga nilai erosi DAS Manubar sangat ditentukan oleh lahan dengan kelerengn 0 – 8% dan 8 –

15% dengan nilai LS rata-rata yaitu 2,2 dan 4,1 dengan luas 61,6% dari luas total DAS, nilai sebaran kelas LS diperlihatkan pada Gambar 5d.

Tabel 6. Kelas kelerengn dan nilai rata-rata faktor LS DAS Manubar.

No	Kelerengn (%)	Kelas	Luas (Ha)	Luas (%)	Rerata LS
1	0 - 3	Datar	22932	10,9	0,7
2	3 - 8	Agak landai	69482	33,0	2,2
3	8 - 15	Landai	60287	28,6	4,1
4	15 - 25	Agak curam	36104	17,1	6,8
5	25 - 40	Curam	16775	8,0	10,8
6	> 40	Sangat curam	5178	2,5	17,6

3.4. Faktor Pengelolaan Vegetasi (C)

Efektivitas penutupan vegetasi dan komponen permukaan tanah dalam menyerap energi hujan yang jatuh dan

menghalangi aliran permukaan sehingga menurunkan besarnya erosi ditunjukkan dengan nilai faktor pengelolaan vegetasi (C). Nilai faktor C dalam penelitian ini

ditentukan berdasarkan kondisi penutupan lahan menggunakan peta tutupan lahan

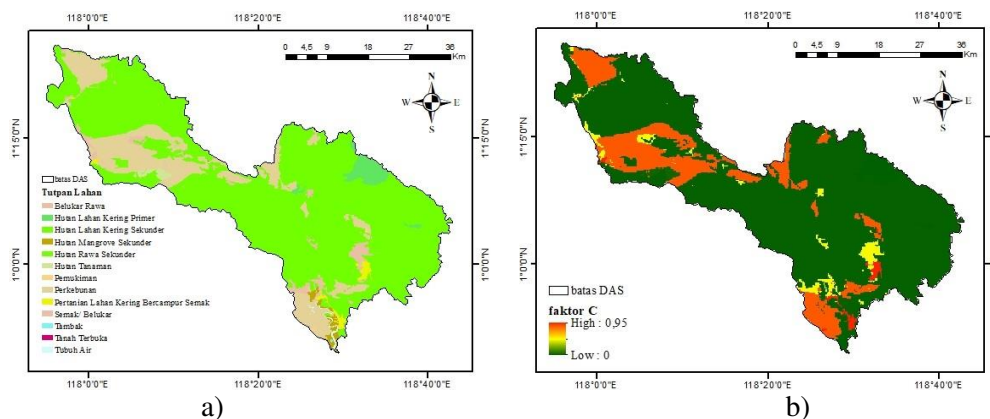
KLHK tahun 2023 dan diperoleh 13 jenis penutupan lahan (Gambar 6a).

Tabel 7. Nilai faktor C DAS Manubar.

No	Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)	Faktor C
1	Belukar rawa	101,8	0,05	0,01
2	Hutan lahan kering primer	4867,7	2,30	0,003
3	Hutan lahan kering sekunder	162209	76,63	0,005
4	Hutan mangrove sekunder	1619,6	0,77	0,001
5	Hutan rawa sekunder	73,8	0,03	0,001
6	Hutan tanaman	1136,0	0,54	0,007
7	Pemukiman	145,6	0,07	0,75
8	Perkebunan	33537,8	15,84	0,18
9	Pertanian lahan kering campur semak	1707,8	0,81	0,20
10	Semak/ belukar	5765,4	2,72	0,10
11	Tambak	25,4	0,01	0,001
12	Tanah terbuka	2,4	0,00	0,95
13	Tubuh air	499,7	0,24	0,00

Nilai faktor C mempunyai rentang 0 – 0,95 dan secara spasial diperlihatkan pada Gambar 6b. Sebagian besar wilayah DAS Manubar mempunyai nilai C 0,005 yaitu pada penutupan lahan berupa hutan lahan kering sekunder yang dominan di

bagian hilir bagian timur, sedangkan nilai C yang tinggi lebih dominan terdapat di daerah hulu DAS dengan penutupan lahan berupa perkebunan. Sedangkan bagian hilir, terdapat nilai C yang tinggi berupa pemukiman dan pertanian lahan kering.



Gambar 7. Distribusi spasial: penutupan lahan (a) dan faktor C (b) DAS Manubar.

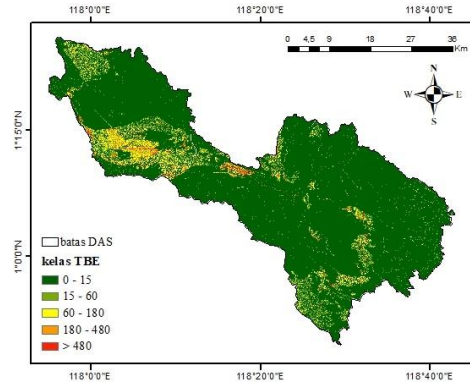
3.5. Estimasi Laju Erosi (A)

Laju erosi DAS Manubar dihitung menggunakan tool *raster calculator* dengan data raster nilai K, R, LS dan C, dan asumsi nilai P = 1. Estimasi erosi menggunakan model USLE diperoleh bahwa rata-rata erosi DAS Manubar sebesar 22,344 ton/ha/tahun dan masuk

dalam kategori kelas rendah. Tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan dengan membagi laju erosi ke dalam 5 kelas berdasarkan pada Tabel 3, dan distribusi spasial kelas TBE diperlihatkan Gambar 7. DAS Manubar didominasi kelas TBE sangat rendah (SR) dengan luas 182.123

ha atau 86,5%. Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa kelas berat dan sangat berat terdapat di bagian hulu, sedangkan kelas sangat rendah hingga kelas sedang

cenderung berada di bagian hilir DAS Manubar.



Gambar 8. Distribusi spasial kelas tingkat bahaya erosi (TBE) DAS Manubar.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa kelas TBE berat (B) mencapai luas 1,8% luas DAS (3.247 ha) dengan rata-rata laju erosi 276,07 ton/ha/tahun, sedangkan kelas sangat berat (SB) dengan luas 1228 ha atau 0,5% dengan rata-rata erosi sebesar 1.556,18 ton/ha/tahun.

Luas kelas TBE berat dan sangat berat tersebut mencapai 4.962 ha, sebaiknya menjadi prioritas utama dalam pengendalian erosi dengan praktik konservasi untuk menghindari dampak erosi seperti sedimentasi sungai Manubar.

Tabel 8. Kelas laju erosi DAS Manubar.

No	Laju erosi (ton/ha/tahun)	Luas (Ha)	Luas (%)	Rerata erosi (ton/ha/tahun)	Keterangan
1	0 - 15	182123	86,5	1,64	Sangat rendah
2	15 - 60	13826	6,6	33,06	Rendah
3	60 - 180	9659	4,6	104,21	Sedang
4	180 - 480	3734	1,8	276,07	Berat
5	> 480	1228	0,6	1556,18	Sangat berat

3.6. Laju erosi menurut jenis tanah, kelerengan dan penutupan lahan

Tingkat bahaya erosi berdasarkan jenis tanah menunjukkan bahwa kelas TBE tertinggi, yaitu sedang terdapat pada

jenis tanah podsolik dengan nilai rata-rata erosi 82,27 ton/ha/tahun, sedangkan kelas TBE sangat rendah terdapat pada jenis tanah mediteran sebesar 12,81 ton/ha/tahun (Tabel 10).

Tabel 10. Kelas tingkat bahaya erosi berdasarkan jenis tanah.

No	Jenis tanah	Luas (Ha)	Luas (%)	Rerata erosi (ton/ha/tahun)	Kelas TBE
1	Aluvial	2593	1,23	35,11	Rendah
2	Kambisol	407339	19,16	42,86	Rendah
3	Mediteran	155148	73,68	12,81	Sangat rendah
4	Podsolik	10911	5,18	82,27	Sedang
5	Regosol	0,4	0,00	-	

Tingkat bahaya erosi berdasarkan tingkat kelerengan menunjukkan bahwa kelas TBE rendah terdapat pada

kelerengan > 3 %, sedangkan kelas TBE sangat rendah terdapat pada kelas lereng 0 – 3% (Tabel 11).

Tabel 11. Kelas tingkat bahaya erosi berdasarkan kelas kelerengan.

No	Kelerengan (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	erosi (ton/ha/tahun)	Kelas TBE
1	0 - 3	22906	10,89	8,33	Sangat rendah
2	3 - 8	69389	32,97	16,19	Rendah
3	8 - 15	60188	28,60	24,58	Rendah
4	15 - 25	36053	17,13	29,45	Rendah
5	25 - 40	16719	7,94	35,05	Rendah
6	> 40	5178	2,46	50,54	Rendah

Tingkat bahaya erosi berdasarkan jenis penutupan lahan mempunyai rentang kelas sangat rendah hingga kelas berat. Kelas berat terdapat pada penutupan lahan terbuka dengan luas 2,4 ha. Kelas TBE sedang terdapat pada 5 jenis penutupan lahan yaitu hutan tanaman, pemukiman, perkebunan, pertanian lahan kering bercampur semak, dan semak/belukar dengan luas total 19,97%, dan luas tertinggi terdapat pada jenis penutupan

lahan perkebunan yaitu 15,85%. Tabel 12 menunjukkan bahwa perbandingan erosi dengan tutupan lahan dominan (hutan lahan kering sekunder) tertinggi terdapat pada tanah terbuka, pemukiman, hutan tanaman yaitu 223%, 65% dan 42%. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan dari hutan lahan kering sekunder menjadi pemukiman akan meningkatkan erosi yang lebih besar dibandingkan dengan hutan tanaman maupun perkebunan.

Tabel 12. Kelas tingkat bahaya erosi berdasarkan jenis penutupan lahan.

No	Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)	erosi (ton/ha/tahun)	Kelas TBE
1	Belukar rawa	101,8	0,05	1,14	Sangat rendah
2	Hutan lahan kering primer	4867,7	2,30	0,99	Sangat rendah
3	Hutan lahan kering sekunder	162209	76,63	2,74	Sangat rendah
4	Hutan mangrove sekunder	1619,6	0,77	1,01	Sangat rendah
5	Hutan rawa sekunder	73,8	0,03	1,40	Sangat rendah
6	Hutan tanaman	1136,0	0,54	115,25	Sedang
7	Pemukiman	145,6	0,07	179,47	Sedang
8	Perkebunan	33537,8	15,84	89,48	Sedang
9	Pertanian lahan kering campur semak	1707,8	0,81	61,89	Sedang
10	Semak/ belukar	5765,4	2,72	176,17	Sedang
11	Tambak	25,4	0,01	0,24	Sangat rendah
12	Tanah terbuka	2,4	0,00	613,16	Berat
13	Tubuh air	499,7	0,24	0,00	Sangat rendah

Berdasarkan tingkat bahaya erosi pada jenis tanah, kelerengan dan penutupan lahan, maka penutupan lahan dengan kelas TBE antara sedang hingga berat perlu menjadi perhatian dalam usaha pengendalian erosi dengan melakukan tindakan praktik konservasi, terutama pada jenis tanah podsolik dan penutupan lahan tanah terbuka, pemukiman, perkebunan dan pertanian lahan kering karena memberikan sumbangan erosi total DAS Manubar yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Analisis terhadap tingkat bahaya erosi (TBE) DAS Manubar diperoleh rata-rata erosi sebesar 22,344 ton/ha/tahun, termasuk dalam kelas TBE rendah. Laju erosi tertinggi terdapat pada tanah terbuka, yaitu 613 ton/ha/tahun, jenis tanah podsolik sebesar 82,27 ton/ha/tahun dan kelerengan > 40% dengan laju erosi 50,54 ton/ha/tahun.

DAS Manubar memiliki kelas TBE dari sangat rendah hingga sangat berat. Persentase kelas sangat rendah mencapai 86,5%, kelas rendah 6,6%, kelas sedang 4,6%, kelas berat 1,8% dan kelas sangat berat 0,6% dari luas total DAS. Skala prioritas penerapan tindakan konservasi DAS Manubar diperoleh pada jenis tanah

podsolik dan penutupan lahan tanah terbuka, pemukiman, perkebunan dan pertanian lahan kering bercampur semak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adediji, A., Tukur, A. M., & Adepoju, K. A. (2010). Assessment of Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in Katsina Area, Katsina State of Nigeria Using Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS). *Iranica Journal of Energy & Environment*, 1(3), 255–264.
- Akbar, I., Indrayatie, E. R., & Badaruddin, B. (2022). Analisis Tingkat Bahaya Erosi Di DAS Maluka Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(2), 251–260. <https://doi.org/10.20527/jss.v5i2.5360>
- Aldrian, E., & Susanto, R. D. (2003). Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *International Journal of Climatology*, 23(12), 1435–1452. <https://doi.org/10.1002/joc.950>
- Andriyani, I., Wahyuningsih, S., & Arumsari, R. S. (2020). Penentuan Tingkat Bahaya Erosi Di Wilayah Das Bedadung Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan*



- Biosistem*, 8(1), 1–11.
<https://doi.org/10.29303/jrpb.v8i1.122>
- Arsyad, S. (2012). *Konservasi Tanah & Air*. IPB Press.
- Asdak, C. (2007). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press.
- Avishek, K., Kanungo, A., Majumdar, A., & Nanda, R. (2023). Integrating USLE in Geospatial Platform for Preparing Catchment Area Treatment Plan for Chandil Dam, Jharkhand, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51(10), 2121–2139. <https://doi.org/10.1007/s12524-023-01753-6>
- Bekele, D., & Birhan, M. (2021). The Characteristics, Distribution and Management of Alfisols. *International Journal of Research Studies in Agricultural Science (IJRSAS)*, 7(6), 1–6. <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0706001>
- Djoukbala, O., Hasbaia, M., Benselama, O., & Mazour, M. (2019). Comparison of the Erosion Prediction Models from USLE, MUSLE and RUSLE in a Mediterranean Watershed, Case of Wadi Gazouana (N-W of Algeria). *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(2), 725–743. <https://doi.org/10.1007/s40808-018-0562-6>
- Dutta, T., Kumar, P., Vishwakarma, D. K., Kumar, R., & Kumar, S. H. D. (2023). Integrated Approach of Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Loss Risk Assessment in Gola Watershed, Uttarakhand. *Journal of Soil and Water Conservation*, 22(2), 120–128. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2023.00017.6>
- Fachruddin, F., Sirait, S., Alimuddin, A., & Ramli, I. (2021). Kajian Tingkat Bahaya Erosi dan Kekritisian Pada DAS Krueng Raya, Provinsi Aceh Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(2), 154–164. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.02.06>
- Farizi, F. A., Ngadisih, Susanto, S., Suryatmojo, H., & Tando, P. K. V. (2019). Assessment of Soil Erosion and Landslides Susceptibility Based on Hydrophysic Soil Properties in Karangobar Catchment, Banjarnegara, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 355(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/355/1/012021>
- Firdaust, S. A., Kuryanto, T. D., & Manggala, A. S. (2023). Analisis Erosi dan Sedimentasi Di DAS Sampean Hulu Menggunakan Metode USLE Berbasis Sistem Informasi Geografis (ArcGIS) (Studi Kasus: DAS Sampean Hulu, Kabupaten Bondowoso). *Jurnal Smart Teknologi*, 4(3), 320–327.
- Hartawan, M. B., Suhartanto, E., & Wahyuni, S. (2021). Analisa Erosi dan Sedimentasi Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Pada Bagian Hulu Das Way Rarem Kabupaten Lampung Utara. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(2), 612–621. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.23>
- Igwe, P. U., Onuigbo, A. A., Chinedu, O. C., Ezeaku, I. I., & Muoneke, M. M. (2017). Soil Erosion: A Review of Models and Applications. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 6495(12), 138–150. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.12.22>
- Isma, F., Purwandito, M., & Ardhyan, Z. (2019). Estimasi Erosi Dan Sedimentasi Lahan Pada Das Langsa Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 29–41. <https://doi.org/10.29103/tj.v9i1.169>
- Kardhana, H., Solehudin, Wijayasari, W., & Rohmat, F. I. W. (2024). Assessing Basin-wide Soil Erosion in the Citarum

- Watershed Using USLE Method. *Results in Engineering*, 22, 102130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102130>
- Kementerian Kehutanan. (2009). Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.23/MENHUT-II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS). *Kementerian Kehutanan RI*.
- Khairunnisa, F., Tambunan, M. P., & Marko, K. (2020). Estimation of Soil Erosion by USLE Model Using GIS Technique (A Case Study of Upper Citarum Watershed). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 561(012038). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/561/1/012038>
- Kinnell, P. I. A. (2001). Slope Length Factor for Applying the USLE-M to Erosion in Grid Cells. *Soil & Tillage Research*, 58, 11–17.
- Kushwaha, N. L., & Yousuf, A. (2017). Soil Erosion Risk Mapping of Watersheds using RUSLE, Remote Sensing and GIS: A Review. *Research Journal of Agricultural Science*, 8(2), 269–277.
- Lasaiba, M. A., Leuwol, F. S., Pinoa, W. S., Lasaiba, I., Riry, R. B., & Sandia, S. (2023). Integrasi SIG Dengan USLE Dalam Penilaian Erosi Di DAS Wairutung. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 191–201. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.02>
- Lestari, J. A., Widiatmono, B. R., Suharto, B., & Sumberdaya, J. (2010). Evaluasi Kesesuaian Penggunaan Lahan Aktual Dan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Di Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 40–50.
- Moore, I. D., & Burch, G. J. (1972). Physical Basis of the Length-slope Factor in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Sci Soc Am J*, 50(5), 1294–1298.
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion & Conservation* (3rd ed). Blackwell Publishing.
- Rahmad, R., Nurman, A., & Wirda, M. A. (2017). Integrasi Model SWAT dan SIG dalam Upaya Menekan Laju Erosi DAD Deli, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1), 46–55. <https://doi.org/10.22146/mgi.24232>
- Rampu, J. R. K., Sukmono, A., & Bashit, N. (2021). Analisis Laju Erosi Daerah Aliran Sungai Cacaban Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada Periode 2013-2022. *Jurnal Geodesi Undip*, 12(3), 241–250.
- Saadi, Y., Mardiana, S., & Pradjoko, E. (2022). Soil Erosion Prediction and Risk Assessment Using RUSLE Model and GIS Techniques in the Nangka Watershed. *Journal of Water and Land Development*, 55, 185–191. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.142320>
- Sumiahadi, A., & Acar, R. (2019). Soil Erosion in Indonesia and Its Control. In *Proceeding of the International Symposium for Eoceeding nvirantmental Science and Engineering Research 2019, Konya, Turkey*, 25 - 27 May 2019 (pp. 545–554).
- Susandi, A., Budi, B. I., Rahesanita, D., Nur, E. T., Satryo, I. F., Ali, M. F., Rahmah, N. N., & Khahfi, Y. M. (2022). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Laju Erosi Menggunakan Metode USLE di Sub DAS Cirasea. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi (JPIG)*, 7(1), 62–78. <https://doi.org/10.21067/jpig.v7i1.6649>
- Susanti, Y., Syafrudin, S., & Helmi, M. (2019). Soil Erosion Modelling at Watershed Level in Indonesia: A Review. *E3S Web of Conferences*, 125(2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912501008>
- Takal, K. M., Mittal, S. K., & Sarup, J. (2017). Estimation of Soil Erosion and Net Sediment Trapped of Upper-Helmand Catchment in Kajaki Reservoir Using

- USLE Model and Remote Sensing & GIS Technique. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(2), 150–156. <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.2.30>
- Taslim, R. K., Mandala, M., & Indarto, I. (2019). Prediksi Erosi di Wilayah Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 323. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.323-332>
- Teh, S. H. (2011). Soil Erosion Modelling Using RUSLE and GIS on Cameron Highlands, Malaysia For Hydropower Development. In *Thesis. School for Renewable Energy Science*.
- Wasono, A., Kurnia Sari, Y., Sangkawati, S., & Nugroho, H. (2023). Analisis Erosi Sub-DAS Bendungan Way Sekampung Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(2), 191–196.
- Wischmeier, V. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Soil Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. *U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook, No. 537*.
- Yadav, M. B. N., Patil, P. L., & Hebbara, M. (2024). Assessment of Soil Erosion Risk in a Hilly Zone Sub-watershed of Karnataka Using Geospatial Technologies and the RUSLE Model. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 02 Ju 2024. <https://doi.org/10.1080/24749508.2024.2373491>