

## EROSI DAN SEDIMENTASI AKIBAT PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN PADA DAS WINONGO MENGGUNAKAN METODE USLE DAN APLIKASI ARCGIS

*(Erosion and Sedimentation Caused by Land Use Changes in The Winongo Watershed Using USLE Method and The ArcGIS Application)*

Surya Budi Lesmana<sup>1\*</sup>, Bunsu Jondan Satriawan<sup>1</sup>, dan Jazaul Ikhsan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Kampus Terpadu UMY, Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

\*Email: [surya\\_lesmana@umy.ac.id](mailto:surya_lesmana@umy.ac.id)

Diterima: 26 Desember 2024, Direvisi : 26 Februari 2025, Disetujui : 9 April 2026.

### ABSTRACT

*Erosion is one of the most important things in watershed management, and is influenced by various natural and non-natural factors. Natural factors that affect erosion are: rain, soil type, slope length, and slope gradient. Land use is a non-natural factor that is influenced by various human activities. It is an important factor in calculating erosion that occurs in a watershed. The purpose of this study was to analyze (1) land use changes in the Winongo watershed, (2) erosion rate that occurs due to land use changes in the Winongo watershed, (3) the dynamics erosion classification changes in the Winongo watershed in 2001-2021 and (4) sedimentation that occurs in the Winongo watershed. The results of the study found a change in CP value from 0.61 to 0.65 which means that there was a change in land use in the Winongo watershed. An erosion rate of 22.78 tons/ha/year is classified as light erosion classification. During 2001-2021, areas with moderate, severe, and very severe erosion hazard classifications increased by 0.4% or 983.1 ha. The average of sediment produced in the Winongo watershed is 121,398.69 tons/year.*

**Keywords:** *Erosion; watersheds; USLE; Winongo*

### ABSTRAK

Erosi menjadi salah satu hal yang penting dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan dipengaruhi oleh beberapa faktor alamiah dan nonalamiah. Faktor alamiah yang memengaruhi erosi yaitu: hujan, jenis tanah, panjang dan kemiringan lereng. Tata guna lahan adalah faktor nonalamiah yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia. Faktor tersebut merupakan faktor penting dalam perhitungan erosi pada suatu DAS. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis (1) perubahan penggunaan lahan di DAS Winongo, (2) laju erosi yang terjadi akibat perubahan tata guna lahan di DAS Winongo, (3) dinamika perubahan klasifikasi

erosi di DAS Winongo tahun 2001-2021, serta (4) sedimentasi yang terjadi di DAS Winongo. Hasil penelitian mendapatkan adanya perubahan nilai CP dari 0,61 menjadi 0,65 yang berarti terjadi perubahan tata guna lahan pada DAS Winongo. Laju erosi sebesar 22,78 ton/ha/tahun tergolong erosi ringan. Dalam rentang waktu 2001-2021, kawasan dengan klasifikasi tingkat bahaya erosi sedang, berat dan sangat berat meningkat sebesar 0,4% atau seluas 983,1 ha. Sedimen yang dihasilkan di DAS Winongo sebesar 121.398,69 ton/ha.

**Kata kunci: Erosi; DAS; USLE; Winongo**

## I. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo adalah salah satu DAS yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta dan berhulu di Gunung Merapi, serta banyak bangunan air yang ada di sepanjang Sungai Winongo. Seiring bertambahnya penduduk dan keperluan pemanfaatan lahan untuk infrastruktur pendukungnya, maka DAS Winongo telah mengalami perubahan terkait dengan tata guna lahannya. Pesatnya pertumbuhan penduduk memengaruhi kebutuhan masyarakat yang meningkat, yaitu kebutuhan masyarakat secara umum diantaranya adalah hal-hal yang terkait dengan keberlangsungan hidup (Rosyid, 2021). Penggunaan lahan yang cenderung dinamis, berpengaruh terhadap kualitas lahan dan vegetasi yang ada (Mubarok et al., 2022) sehingga adanya perubahan tata guna lahan akan menimbulkan potensi perubahan laju erosi pada lahan tersebut.

Erosi merupakan peristiwa terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh media alami (Seran, 2022). Erosi dapat disebabkan oleh aktivitas manusia atau secara alamiah, dan berdampak pada penurunan produktivitas tanah dan kualitas lingkungan sekitar. Faktor-faktor yang berpengaruh pada erosi yaitu: hujan,

jenis tanah, panjang dan kemiringan lereng serta tata guna lahan. Faktor tata guna lahan adalah faktor nonalamiah yang dapat dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia (Suharyanto et al., 2020). Erosi dapat menjadi ancaman yang signifikan bagi keseimbangan dan produktivitas lahan pada area pegunungan. Erosi dapat memengaruhi ketahanan pangan dan kerentanan lahan terhadap perubahan iklim (Latifah et al., 2023).

Indonesia memiliki banyak bangunan air yang memiliki fungsi strategis. Laju erosi yang tinggi di daerah tangkapan air dari bangunan air tersebut, akan mengakibatkan sedimentasi yang tinggi, sehingga akan berpengaruh pada usia bangunan air (Togatorop, 2016). Sungai Winongo yang terdapat pada DAS Winongo, memiliki banyak bangunan air, sehingga perlu dilakukan pemantauan terhadap erosi, yang nantinya akan memengaruhi besarnya sedimen yang dapat terjadi (Ibrahim et al., 2022). Sedimentasi dapat menyebabkan pendangkalan sungai, saluran-saluran irigasi, muara-muara sungai di bagian hilir, mengurangi umur efektif waduk, dan dapat merusak penampang sungai serta bangunan teknik sipil di sepanjang sungai. Metode *USLE (Universal Soil Loss Equation)* digunakan secara luas untuk memprediksi

tingkat laju erosi, karena metode tersebut mudah dan efektif digunakan pada daerah yang erosinya disebabkan oleh hujan dan *surface run off* (Putra, 2021). Erosi dapat dikurangi dengan praktik bercocok tanam yang baik dan kesadaran masyarakat setempat akan konservasi lahan (Dung, 2017).

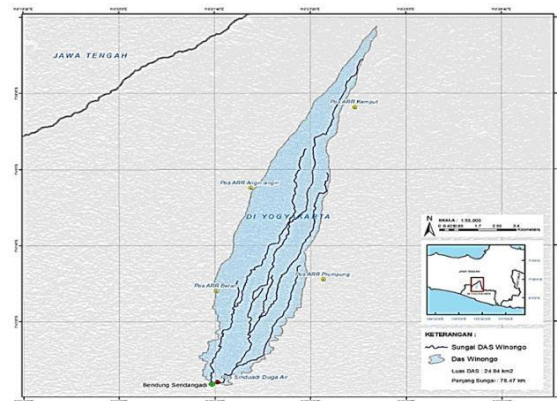
Penggabungan model *USLE* dan *GIS* dalam basis *grid-cell* dapat menghasilkan konsistensi yang tinggi untuk mengidentifikasi daerah rawan erosi pada sebuah DAS (Singh & Panda, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) perubahan tata guna lahan di DAS Winongo, (2) laju erosi yang terjadi akibat adanya perubahan tata guna lahan pada DAS Winongo, (3) dinamika perubahan klasifikasi erosi di DAS Winongo dari tahun 2001-2021, (4) sedimentasi yang terjadi pada DAS Winongo. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran perubahan tata guna lahan, serta potensi perubahan laju erosi, klasifikasi erosi dan sedimentasi di DAS Winongo, yang dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan DAS Winongo.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada tahun 2023. Lokasi penelitian di DAS Winongo pada Daerah Tangkapan Air Bendung Sinduadi yang terletak pada zona UTM WGS 194 49S dengan koordinat  $7^{\circ}36'51.47''S$  sampai dengan  $7^{\circ}44'43.70''S$ , dan  $110^{\circ}21'23.48''E$  sampai dengan  $110^{\circ}24'29.55''E$ . Bendung Sinduadi terletak pada koordinat  $7^{\circ}44'42.73''S$  dan  $110^{\circ}21'37.45''E$  di Desa Sinduadi, Kecamatan Jombor, Kabupaten

Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bendung Sinduadi ini berbatasan dengan wilayah administrasi Desa Sariharjo di sebelah Selatan dan Desa Sinduadi di sebelah Utara. Peta DAS Winongo terdapat pada Gambar 1.



Gambar (Figure) 1. DAS Winongo (Winongo Watershed)

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

### B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data mengenai curah hujan di DAS Winongo selama 10 tahun terakhir yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWSSO) dan Dinas PUPESDM Provinsi DIY, peta DEMNAS dari Badan Informasi Geospasial, peta jenis tanah dari BBWSSO dan DLHK Provinsi DIY, serta peta tata guna lahan atau tutupan lahan dari BBWSSO dan KLHK atau DLHK DIY, serta perangkat lunak *ArcGIS ArcMAP 10.2*, *Google Earth Pro*, dan *Microsoft Office*.

### C. Metode Penelitian

Perhitungan erosi menggunakan Metode *USLE*, yaitu metode yang populer digunakan untuk memprediksi erosi pada luasan lahan dalam jangka waktu yang lama pada sistem dan pengelolaan

pertanaman tertentu (Olivares et al., 2011; Taslim et al., 2019). Besaran erosi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *USLE* yang dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1978) (Asdak, 2004):

$$A = R \times K \times LS \times CP \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan (*Remarks*) :

- A = Jumlah tanah yang tererosi (T/ha/th)
- R = Faktor erosivitas hujan
- K = Faktor erodibilitas tanah
- LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng
- CP = Faktor pengelolaan tanaman atau penutupan lahan

Metode ini memberikan pendekatan yang cepat untuk memprediksi kehilangan tanah rata-rata dalam jangka waktu yang lama (Dung, 2017). Parameter-parameter yang terdapat dalam *USLE* meliputi nilai erosivitas (R), nilai erodibilitas (K), nilai panjang dan kemiringan lereng (LS), serta nilai tutupan lahan dan konservasi lahan (CP). Dalam aplikasi GIS parameter ini dibuat dalam bentuk spasial berupa *shapefile* yang selanjutnya dilakukan *overlay* untuk membuat peta laju erosi. Analisis spasial dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut sebagai berikut:

a. Luas DAS

*DEM (Digital Elevation Model)* adalah representasi bentuk relief bumi tanpa memperhitungkan fitur buatan manusia yang penting untuk perencanaan wilayah (Sulistiana et al., 2019). *DEM* sangat populer dalam menghasilkan representasi topografi permukaan bumi dan terintegrasi dengan teknik *GIS* untuk membedakan

distribusi spasial dari setiap faktor dan proses erosi (Kruk et al., 2020).

Delineasi dilakukan di titik *outlet* Bendung Sinduadi di DAS Winongo, yang terletak di zona UTM WGS 1984 49S, dengan koordinat 7°44'42.73"LS dan 110°21'37.45"BT. DAS Winongo ini memiliki luas sebesar 24,94 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 15,9 km.

Prosedur deliniasi adalah sebagai berikut:

1. Membuka *Geoprocessing* > *Arc Toolbox* > *Data Management Tools* > *Projections and Transformations* > *Define Projection*
2. Input Data *DEM* > *Input Dataset or Feature Class* > *Geographic Coordinate System* > *World* > *WGS 1984* > *OK*
3. Membuat aliran Sungai dengan membuka *Spatial Analyst Tools* > *Hydrology* > *Fill* > *Flow Direction* > *Flow Accumulation* yaitu membuat titik *outlet* dengan membuka *Windows Catalog* > *New* > *Shapefile* > Nama *Outlet* > *OK*.
4. Membuka *Editor* > *Start Editing* > *Create Features*, kemudian tempatkan titik pada posisi *outlet* yang telah ditentukan tepat di atas garis putih (sungai) > *Stop Editing*.
5. Membuat deliniasi DAS dengan membuka *Watershed* > *Input Flow Direction* > *Input Raster or Pour Point Data* > *Save Output* > *OK*

b. Nilai Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan adalah kemampuan hujan untuk mengikis dan mengelupas permukaan tanah sehingga mengakibatkan erosi (Kurniawati et al., 2023). Erosivitas hujan berpengaruh terhadap erosi melalui

tetes air hujan yang langsung mengikis tanah. Nilai erositivitas dipengaruhi oleh intensitas, durasi, dan kecepatan jatuhnya hujan (Krisnayanti et al., 2018). Dalam penelitian ini, data hujan tahunan di DAS Winongo digunakan untuk mendapatkan nilai erositivitas yang dibuat dalam bentuk peta distribusi menggunakan metode *IDW* pada aplikasi *ArcGIS*. Penentuan nilai R dari rumus Bols (Taslim et al., 2019) dapat dilihat dalam persamaan 2.

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

Keterangan (*Remarks*) :

R =Indeks erositivitas rata-rata per tahun (MJ.mm/tahun)

P =Curah hujan rata-rata tahunan (mm/tahun)

Data hujan yang digunakan adalah jumlah hujan tahunan rata-rata yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Winongo dari tahun 2001 hingga 2021. Terdapat empat stasiun hujan yang digunakan, yaitu stasiun hujan Beran, stasiun hujan Prumpung, stasiun hujan Angin-angin, dan stasiun hujan Kemptu. Sumber data tersebut diperoleh dari BBWSSO dan Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, Dinas PUPESDM Provinsi DIY.

Data hujan yang diperoleh digunakan untuk menghitung hujan rata-rata tahunan dengan cara sebagai berikut:

1. Dicari hujan harian maksimum di setiap tahun pada setiap bulannya pada setiap stasiun
2. Dicari hujan rerata tahunan dari empat stasiun yang digunakan yaitu, stasiun hujan Beran, stasiun hujan Prumpung,

stasiun hujan Angin-angin, dan stasiun hujan Kemptu.

3. Hasil hujan rerata tersebut kemudian dimasukkan dalam rumus Bols untuk mendapatkan nilai erositivitas hujan.

Data erositivitas hujan yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode *IDW (Inverse Distance Weighted)* dengan menggunakan *software ArcGIS*, sehingga didapatkan peta erositivitas hujan (R) pada area DAS yang akan ditinjau, langkah yang dilakukan adalah:

1. Memasukkan data koordinat stasiun hujan pada *ArcGis* dengan *file > add data > add XY data*
2. Membuat *field* erositivitas pada data stasiun hujan dengan membuka *attribut table> add field > kolom baru (R) > select stasiun hujan > field calculator > isi dengan nilai erositivitas hujan pada stasiun hujan tersebut, demikian diulang untuk stasiun hujan lainnya.*
3. Membuat *IDW* DAS, dengan dengan membuka *arc toolbox > data management tools > spatial analyst tools > interpolation > IDW > environment > processing extend > pilih layer sesuai dengan batas DAS yang akan dikerjakan.*

c. Nilai Erodibilitas (K)

Erodibilitas tanah terjadi karena partikel tanah terlepas karena disebabkan oleh energi kinetik dari hujan. Erodibilitas adalah sifat kepekaan tanah terhadap erosi atau mudah tidaknya tanah terkena erosi (Hanifa & Suwardi, 2022). Nilai erodibilitas tanah tinggi menunjukkan tanah tersebut lebih rentan terhadap erosi, tetapi jika erodibilitas rendah, tanah akan lebih tahan

terhadap erosi. Perangkat lunak *ArcGis* digunakan untuk mengolah data raster, sehingga dihasilkan data distribusi spasial erodibilitas (Ayuningtyas et al., 2018). Untuk mendapatkan Peta Erodibilitas (K), maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Buka Peta Jenis Tanah dan peta DAS pada *ArcGis*
2. *Clip* Peta Jenis Tanah dengan DAS dengan membuka *arc toolbox > extract > clip*.
3. Membuat *field* nilai erodibilitas pada peta hasil *clip*, dengan membuka *attribut table > add field > kolom baru (K) > select nama tanah > field calculator > isi dengan nilai erodibilitas pada tanah tersebut, demikian diulang untuk jenis tanah lainnya.*
4. Ubah peta tersebut dari *polygon* ke *raster* dengan membuka *arc toolbox > conversion tool > to raster > polygon to raster*.

d. Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Kemiringan dan panjang lereng, arah lereng, konfigurasi, dan keseragaman permukaan adalah faktor topografi memiliki dampak pada terjadinya pembentukan aliran permukaan dan erosi (Purwandito, 2019a). Kemiringan dan panjang lereng diperoleh dari *DEM* yang dianalisis dengan *ArcGIS* kemudian dilakukan kalkulasi nilai LS dengan rumus Moore and Burch (1986) sebagai berikut:

$$LS = ((flow\ acc \times cell\ size)/22.13)^{0.4} \times ((\sin(slope \times 0.01754)/0.0896))^{1.3} \dots\dots\dots (3)$$

Semakin besar nilai kemiringan dan panjang pada lereng, semakin besar kemungkinan terjadinya erosi, dan kemiringan yang sangat curam dapat meningkatkan resiko erosi yang besar pula (Dung, 2017) Tutupan lahan seperti vegetasi dapat melindungi wilayah dari erosi. Tabel klasifikasi kemiringan lereng terdapat pada Tabel 1 (Taslim et al., 2019).

Tabel (Table) 1. Klasifikasi Kemiringan Lereng (Slope Classification)

Kelas (Class)	Kemiringan (Slope) (%)	Keterangan (Remarks)
1	0-3	Datar
2	3-8	Landai
3	8-15	Agak curam
4	15-30	Curam
5	>30	Sangat curam

Sumber (Source): (Taslim et al., 2019)

Prosedur dalam membuat kemiringan lereng, adalah sebagai berikut:

1. *Fill DEM DAS Winongo* dengan membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > hydrology > fill*.
2. Membuat *layer flow direction* dengan membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > hydrology > flow direction*.
3. *Flow accumulation* dengan membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > hydrology > flow accumulation*.
4. Membuat *slope* dengan membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > surface > slope*
5. Kalkulasi nilai LS pada *ArcGis* dengan membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > map algebra > raster calculator*

e. Indek Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Lahan (CP)

Nilai faktor tutupan lahan dan konservasi lahan (CP) diekspresikan dalam angka untuk membandingkan laju kehilangan tanah pada wilayah tertentu dengan vegetasi yang sama (Purwandito, 2019a). Nilai CP tersebut dapat dimasukkan ke dalam tabel atribut dengan mengkonversi menjadi raster dan tercantum pada Tabel 2.

Tabel (Table) 2. Faktor Nilai CP (The CP value factor)

Kelas (Class)	CP
Hutan	0,01
Perkebunan	0,01
Sawah	0,14
Semak	0,1
Ladang	0,28
Permukiman	0,95

Sumber (Source): (Asdak, 2004; Purwandito, 2019b)

Prosedur dalam membuat peta Indek Pengelolaan Tanaman dan Konservasi, adalah sebagai berikut:

1. Buka peta tata guna lahan dan peta DAS pada ArcGis
2. Clip peta tata guna lahan dengan DAS, dengan membuka *arc toolbox > extract > clip*.
3. Membuat *field* nilai pengelolaan tanaman dan konservasi lahan (CP) pada peta hasil *clip* dengan membuka *attribut table > add field > kolom baru (CP) > select* nama tata guna lahan *> field calculator > isi dengan nilai CP pada tataguna lahan tersebut, demikian diulang untuk tata guna lahan lainnya.*
4. Ubah peta tersebut dari *polygon* ke *raster* dengan membuka *arc toolbox >*

*conversion tool > to raster > polygon to raster.*

f. Menghitung Erosi Lahan (Ea)

Erosi adalah hilangnya lapisan tanah yang disebabkan oleh kekuatan alami atau aktivitas manusia (Lesmana, 2020) dan dapat merusak lapisan tanah permukaan dan meningkatkan sedimentasi di wilayah sungai (Dung, 2017) Intensitas curah hujan, angin, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan tutupan lahan adalah faktor-faktor yang memengaruhi erosi (Eisenberg & Muvundja, 2020; Putra, 2021). *Overlay* dilakukan terhadap peta erosititas, peta erodibilitas, peta tutupan lahan dan konservasi lahan serta peta kemiringan dan panjang lereng, sehingga akan dihasilkan peta erosi. Peta erosi menghasilkan laju erosi, yang dapat digunakan untuk penelitian dan solusi inovatif terhadap masalah erosi dan sedimentasi (Hartono, 2016). Klasifikasi erosi dapat dilihat pada Tabel 3 (Andarwati et al., 2021).

Tabel (Table) 3. Klasifikasi Tingkat Erosi (Erosion Level Classification)

No	Besaran (Amount) (T/ha/th)	Kriteria (Criteria)
1	< 15	Sangat Ringan
2	15-60	Ringan
3	60-180	Sedang
4	180-480	Berat
5	>480	Sangat berat

Sumber (Source): Andarwati et al. (2021)

Prosedur dalam menganalisa Erosi Lahan (Ea), adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai Ea dengan mengalikan nilai R, nilai K, nilai LS dan nilai CP, pada ArcGis membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > map*

*algebra > raster calculator > R\*K\*LS\*CP*

2. Hasil perhitungan *Ea* tersebut dalam tipe *raster*, kemudian diubah ke tipe *polygon* untuk menampilkan nilai atributnya.
3. Pada *ArcGis* membuka *arc toolbox > spatial analysis tool > map algebra > raster calculator > multiplication sign (\*)* isi dengan bilangan 10 atau kelipatannya untuk menghilangkan nilai desimalnya.
4. Gunakan *tools* di *ArcGis* untuk konversi dari *raster* tipe *floating* ke *raster* tipe *integer*, membuka *arc toolbox > spatial analyst tools > math > int*.
5. Konversi tipe *raster* ke *polygon*, membuka *arc toolbox > conversion tools > from raster > raster to polygon*.

g. Menghitung *Sediment Delivery Ratio (SDR)*

*Sediment Delivery Ratio (SDR)* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Siswanto et al., 2021).

$$Y = E \times SDR \dots\dots\dots (4)$$

$$SDR = 0.41 \times A^{-0.3} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan (*Remarks*) :

Y = Hasil Sedimen (ton/tahun)

E = Erosi lahan (ton/ha/tahun)

SDR = *Sediment Delivery Ratio*

A = Luas DAS (ha)

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

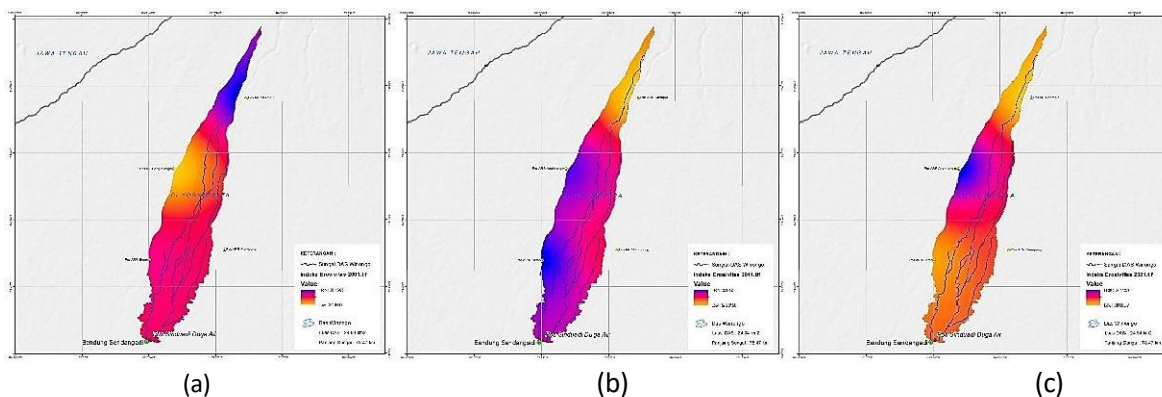
A. Erosivitas DAS Winongo

Erosivitas tertinggi terdapat di Stasiun Hujan Beran dengan nilai 204,25 Mj.mm/tahun, sedangkan nilai erosivitas terendah terdapat di Stasiun Hujan Angin-angin dengan nilai 155,90 Mj.mm/tahun. Hal ini disebabkan oleh perbedaan ketinggian elevasi pada stasiun hujan yang berbeda di DAS tersebut. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan elevasi yang lebih tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya erosi tanah pada daerah yang terkena curah hujan yang tinggi (Sulistyo, 2011; Tarigan & Mardiatno, 2012). Faktor erosivitas hujan (R) mempengaruhi erosi tanah, di mana semakin besar nilai R maka semakin tinggi jumlah tanah yang tererosi. Hasil analisis erosivitas hujan pada DAS Winongo dapat dilihat dalam Tabel 4 dan Peta Erosivitas Hujan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel (Table) 4. Erosivitas Hujan ( *Rain Erosivity*)

Stasiun ( <i>Station</i> )	Koordinat ( <i>Coordinates</i> )		Erosivitas ( <i>Erosivity</i> )		
	LS	BT	2001	2011	2021
Beran	S. 07. 71093	E. 110. 36168	31,17	21,12	30,52
Prumpung	S. 07. 70687	E. 110.37167	29,33	11,10	32,14
Angin – angin	S. 07. 67329	E. 110.37167	2,87	20,09	37,13
Kemput	S. 07. 64387	E. 110. 40203	36,31	2,06	29,60

Sumber (*Source*): Hasil Analisis, 2023 (*Analysis Result*)



Gambar (Figure) 2. Peta Erosivitas DAS Winongo (a) tahun 2001, (b) tahun 2011, (c) tahun 2021  
*Winongo Watershed Erosivity Map (a) in 2001, (b) in 2011, (c) in 2021*

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

### B. Erodibilitas DAS Winongo

Pada DAS Winongo, didapatkan beberapa jenis tanah yang dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini. Faktor-faktor tanah yang berpengaruh terhadap erodibilitas meliputi: kecepatan infiltrasi, kapasitas penahanan air tanah, permeabilitas, kemampuan tanah untuk menahan dispersi, serta tingkat erosi oleh air hujan dan aliran permukaan (Veihe, 2002). Peta Jenis Tanah dan Peta Erodibilitas Tanah DAS Winongo dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel (Table) 5. Erodibilitas Tanah (Soil Erodibility)

Tanah (Land)	Luas (Area) (ha)	K
<i>Andic Dystropepts</i>	339,11	0,20
<i>Andic Eutropepts</i>	444,59	0,18
<i>Andic Hapludolls</i>	741,21	0,15
<i>Typic Endoaquents</i>	3,08	0,22
<i>Typic Fragiaquents</i>	365,90	0,20
<i>Typic Hapludands</i>	159,01	0,16
<i>Typic Tropaquepts</i>	373,52	0,20
<i>Typic Troporthents</i>	67,68	0,21

Sumber (Source): Sandi et al. (2020) dan Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

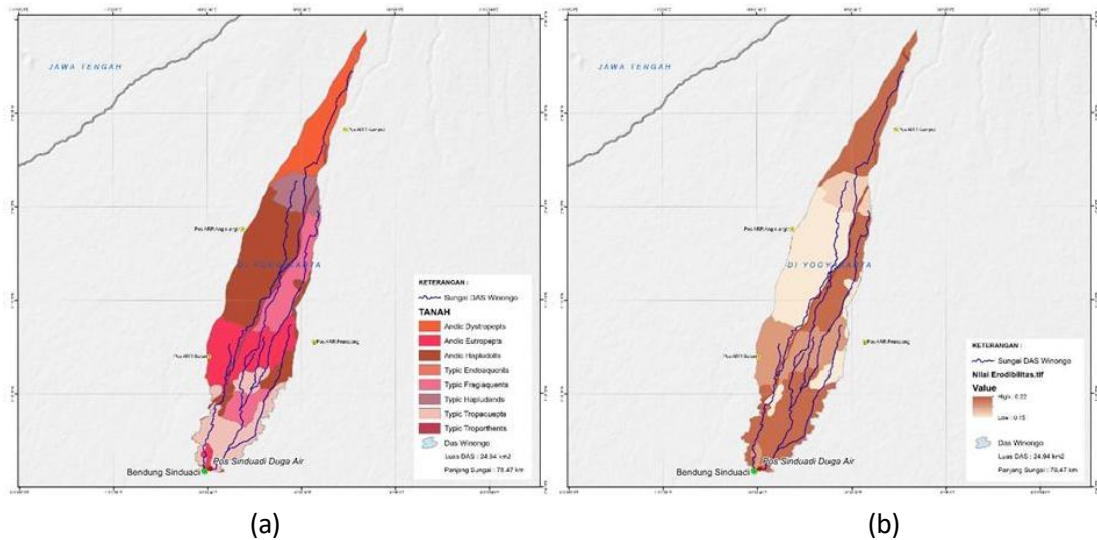
### C. Panjang dan Kemiringan Lereng DAS Winongo

Panjang dan kemiringan lereng adalah faktor yang potensial memengaruhi terjadinya erosi, semakin panjang dan curam lereng, aliran permukaan akan semakin cepat serta energi pengikisan tanah akan semakin besar. Peta Panjang dan Kemiringan Lereng pada DAS Winongo, dapat dilihat pada Gambar 4, dan diklasifikasikan seperti pada Tabel 6. Kemiringan lereng DAS Winongo tersebut kemudian dikonversi menjadi faktor LS menggunakan rumus Moore and Burch (Lesmana, 2020).

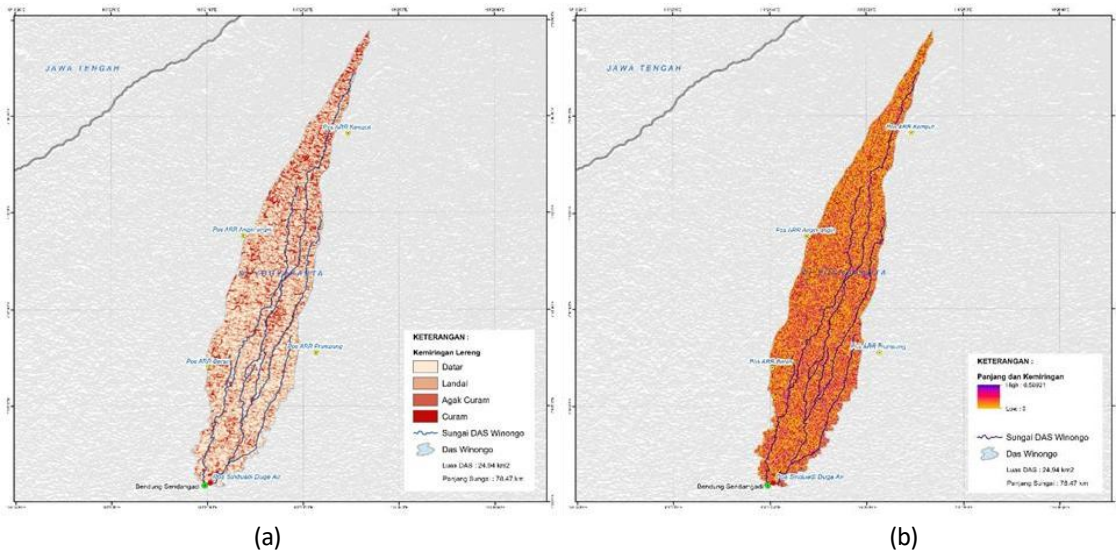
Tabel (Table) 6. Panjang dan kemiringan lereng (Slope length and slope values)

Kelas (Class)	Kemiringan (Slope) (%)	Luas (Area) (ha)	Keterangan (Remarks)
1	0-3	1048,17	Datar
2	3-8	1004,85	Landai
3	8-15	335,20	Agak curam
4	15-30	105,55	Curam
5	>30	0,33	Sangat curam

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)



Gambar (Figure) 3. (a) Peta Jenis Tanah DAS Winongo, (b) Peta Erodibilitas Tanah DAS Winongo  
 (a) Winongo Watershed Soil Map, (b) Winongo Watershed Erodibility Map  
 Sumber(Source): Pemkab Sleman (2019) dan Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)



Gambar (Figure) 4. (a) Peta Kemiringan Lereng DAS Winongo, (b) Peta LS DAS Winongo  
 (a) Winongo Watershed Slope Map, (b) Winongo Watershed LS Map  
 Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

D. Tutupan Lahan DAS Winongo

Pada DAS Winongo, terdapat nilai CP tertinggi pada kawasan pemukiman dan gedung, kawasan tersebut cenderung memiliki tingkat perlindungan yang lebih rendah terhadap erosi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya (Isma et al., 2019). Hasil analisa tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Peta Tutupan Lahan dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada Tabel 7 dapat dilihat lahan pemukiman bertambah luasannya dari rentang waktu tahun 2001 -2021, dengan rata-rata pertambahan sebesar 0,732%/tahun, lahan pertanian dan lahan kering bertambah dengan rata-rata pertambahan luasan sebesar 0,41%/tahun, sedangkan lahan sawah mengalami penurunan luasan rata-rata 1,147%/tahun. Perubahan fungsi lahan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor,

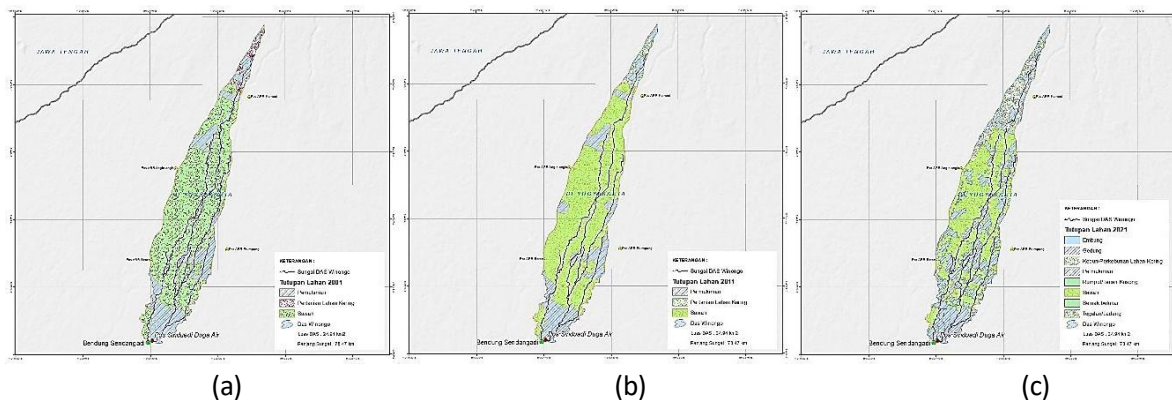
termasuk pertumbuhan populasi yang menyebabkan peningkatan kebutuhan hidup dan permintaan akan fasilitas. Faktor-faktor ini pada akhirnya

mempengaruhi perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah (Budiastuti, 2009; Sitorus et al., 2012).

Tabel (Table) 7. Perubahan Tutupan Lahan 2001 –2011 – 2021 (Land Cover Change 2001 –2011 – 2021)

Tutupan Lahan (Land cover)	Nilai (Value) CP	2001		2011		2021	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
Pemukiman	0,95	587,92	23,57	633,81	25,41	953,09	38,21
Pertanian Lahan Kering	0,28	74,83	3,00	60,61	2,43	277,62	11,13
Sawah	0,141	1831,59	73,43	1800,17	72,17	1259,39	50,49

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)



Gambar (Figure) 5. Peta Tutupan Lahan DAS Winongo (a) tahun 2001, (b) tahun 2011, (c) tahun 2021  
 Winongo Watershed Land Cover Map (a) in 2001, (b) in 2011, (c) in 2021

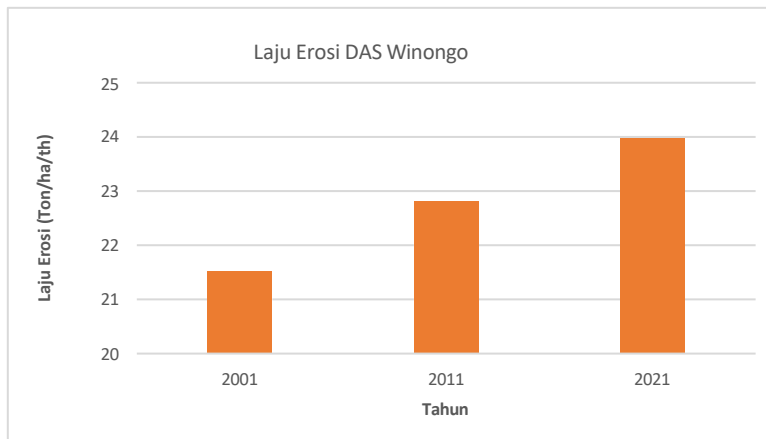
Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

Hasil analisis nilai CP DAS Winongo pada tahun 2001 adalah 0,61, nilai CP DAS Winongo pada tahun 2011 adalah 0,62 dan nilai CP DAS Winongo pada tahun 2021 adalah 0,65. Nilai CP yang berubah menunjukkan adanya perubahan tata guna lahan dari tahun ke tahun pada DAS Winongo. Berdasarkan nilai CP yang meningkat tersebut, maka terdapat potensi kenaikan laju erosi yang terjadi pada rentang waktu tahun 2001-2021.

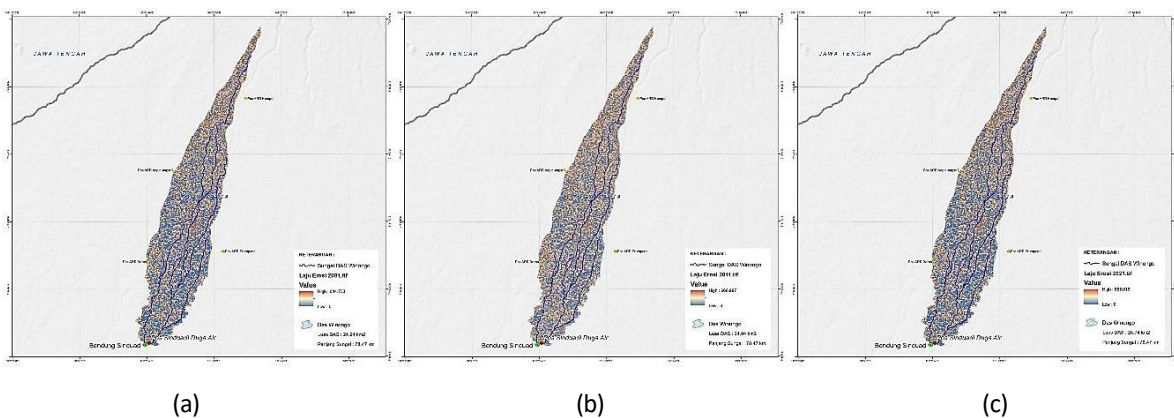
#### E. Laju Erosi DAS Winongo

Hasil penelitian di DAS Winongo menunjukkan bahwa pada tahun 2021,

rerata laju erosi mencapai nilai tertinggi yaitu 23,98 ton/ha/th. Faktor yang berpengaruh terhadap perubahan laju erosi setiap tahun adalah aktivitas manusia dan perubahan penggunaan lahan seperti pembangunan struktur sungai, pemasangan bendung, bendungan, sistem irigasi, modifikasi aliran sedimen, dan dampak tak disengaja seperti penebangan hutan mangrove di ekosistem pesisir (Mohd-Taib et al., 2020). Hasil laju erosi yang meningkat dapat dilihat pada Gambar 6 dan Peta Laju Erosi DAS Winongo dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar (Figure) 6. Laju Erosi DAS Winongo (Erosion rate of Winongo Watershed)  
 Sumber (Source): Hasil Analisis, 2019 (Analysis Result)



Gambar (Figure) 7. Peta Laju Erosi (a) tahun 2001, (b) tahun 2011, dan (c) tahun 2021  
 Erosion Rate Map (a) in 2001, (b) in 2011, and (c) in 2021  
 Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

### F. Klasifikasi Tingkat Erosi DAS Winongo

Klasifikasi tingkat erosi pada suatu DAS, diperoleh berdasarkan laju erosi yang terjadi. Hasil analisis klasifikasi tingkat erosi DAS Winongo dapat dilihat pada Tabel 9.

Hasil analisis menunjukkan bahwa luasan klasifikasi erosi pada DAS Winongo meningkat untuk klasifikasi sedang, berat dan sangat berat dalam rentang waktu 2001-2021. Perubahan lajuerosi dapat terjadi karena faktor alam dan aktivitas manusia seperti kondisi tanah, topografi, vegetasi, dan iklim (Raco et al., 2022). Jumlah luas daerah dengan klasifikasi

sedang, berat dan sangat berat memiliki persentase yang kecil, namun meningkat luasannya dari rentang tahun 2001-2021 sebesar 0,4% atau seluas 983,1 Ha. Persentase perubahan luasan lahan dengan klasifikasi erosi dapat dilihat pada Tabel 9 dan Peta Klasifikasi Erosi dapat dilihat pada Gambar 8.

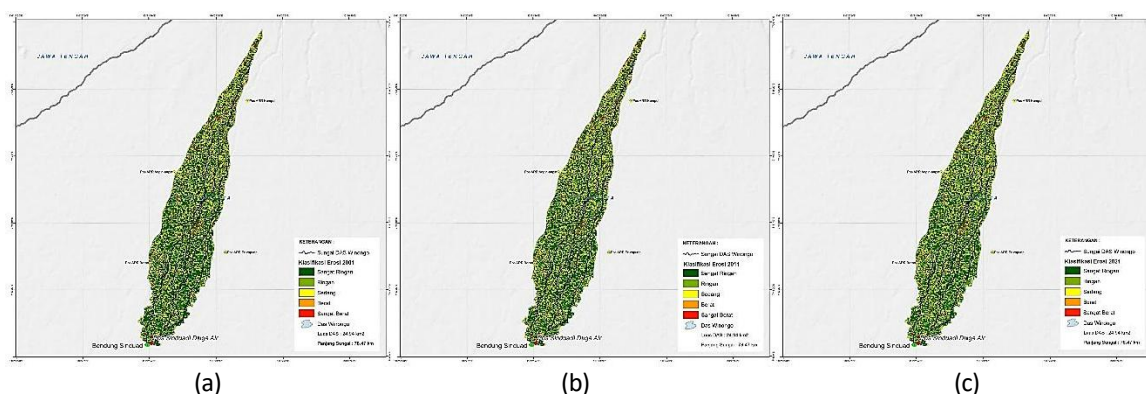
### G. Sedimentasi pada DAS Winongo

Hasil perhitungan sedimentasi berdasarkan laju erosi dan SDR dapat dilihat pada Tabel 10. Nilai SDR pada Tabel 10, diperoleh dari rumus 5, yaitu berdasarkan luasan DAS Winongo.

Tabel (Table) 9. Klasifikasi Tingkat Erosi 2001 – 2011 – 2021 (Erosion Rate Classification 2001 – 2011 – 2021)

Klasifikasi	2001		2011		2021	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Sangat Ringan	2.284,74	91,60	2.279,12	91,37	2.251,57	90,27
Ringan	152,53	6,12	154,82	6,21	175,88	7,05
Sedang	41,18	1,65	43,55	1,75	45,91	1,84
Berat	14,93	0,60	15,55	0,62	18,93	0,76
Sangat Berat	0,96	0,04	1,30	0,05	2,06	0,08

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)



Gambar (Figure) 8. Peta Klasifikasi Tingkat Erosi (a) tahun 2001, (b) tahun 2011, dan (c) tahun 2021  
Erosion Rate Classification Map (a) in 2001, (b) in 2011, and (c) in 2021

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023(Analysis Result)

Tabel (Table) 10. Produk Sedimen pada DAS Winongo (Results of Sedimen Yield Value at Winongo Watershed)

Th	Total Erosi (Ton/ha/th)	Luas DAS (ha)	SDR	Y (Ton/th)
2001	1.226,78	2.494,34	0,039	120.066,50
2011	1.227,19	2.494,34	0,039	120.106,52
2021	1.267,21	2.494,34	0,039	124.023,05

Sumber (Source): Hasil Analisis, 2023 (Analysis Result)

Produk sedimen DAS Winongo pada tahun 2001 yaitu sebesar 120.066,50 ton/tahun, pada tahun 2011 yaitu sebesar 120.106,52 ton/tahun, dan pada tahun 2021 yaitu sebesar 124.023,05 ton/tahun. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan produk sedimen pada DAS Winongo pada rentang tahun 2001-2021. Penurunan persentase luas tutupan sawah, dan meningkatnya persentase luas tutupan untuk pemukiman dan juga pertanian lahan kering menjadi faktor yang

mempengaruhi peningkatan sedimen karena kondisi ini dapat menyebabkan erosi dan tanah mudah terkikis, sehingga sedimen terbawa oleh aliran dan terdeposisi di berbagai tempat (Dianasari et al., 2018).

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan: (1) Adanya perubahan tata guna lahan pada DAS Winongo, yang ditunjukkan

dengan adanya perubahan nilai CP dari 0,61 menjadi 0,65; (2) Tren laju erosi pada DAS Winongo meningkat dari tahun 2001 yaitu sebesar 1.226,7 ton/ha/tahun dan pada tahun 2021 yaitu sebesar 1.267,21 ton/ha/tahun serta termasuk dalam klasifikasi erosi ringan; (3) Adanya perubahan tata guna lahan dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2021, mengakibatkan bertambahnya luas daerah dengan klasifikasi erosi sedang, berat dan sangat berat sebesar 0,4% atau seluas 983,1 ha; dan (4). Tren laju sedimentasi pada DAS Winongo meningkat dari tahun 2001 yaitu sebesar 120.066,50 ton/tahun dan pada tahun 2021 yaitu sebesar 124.023,05 ton/tahun.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam berbagai bentuk sehingga penelitian ini dapat terwujud.

#### KONTRIBUSI

Penulis 1 merancang dan menganalisa penelitian. Penulis 2 melakukan kegiatan pengambilan data dan analisis data. Penulis 3 bersama-sama penulis 1 menghitung laju erosi, menganalisa klasifikasi tingkat bahaya erosi dan menganalisa sedimentasi yang terjadi. Semua penulis memberikan kontribusi yang sama dalam melakukan penulisan artikel.

#### DAFTAR PUSTAKA

Andarwati, N., Santoso, A. Z. P. B., & Nurcholis, M. (2021a). Pendugaan Erosi Di Lahan Kering Dengan Metode Usle Di Sub Sub Das Dengkeng

Kecamatan Bulu Dan Weru Kabupaten Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Tanah Dan Air (Soil and Water Journal)*, 17(2), 92–103.

Asdak, C. (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi kedua)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Ayuningtyas, E. A., Ilma, A. F. N., & Yudha, R. B. (2018). Pemetaan erodibilitas tanah dan korelasinya terhadap karakteristik tanah di DAS Serang, Kulonprogo. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 2(1), 37–46.

Budiastuti, Mt. S. (2009). Hidrologi Tapak Lahan: Perubahan Tutupan Lahan dan Tingkat Resapan Air. *Sains Tanah- Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 6(1), 15–26.

Dianasari, Q., Andawayanti, U., & Cahya, E. N. (2018). Pengendalian erosi dan sedimen dengan arahan konservasi lahan di DAS Genting Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 9(2), 95–104.

Dung, B. X. (2017). Applying universal soil loss equation (USLE) to estimating soil erosion at Lam Son headwater catchment. *Journal of Forestry Science and Technology*, 5, 61–73.

Eisenberg, J., & Muvundja, F. A. (2020). Quantification of erosion in selected catchment areas of the Ruzizi River (DRC) using the (R) USLE model. *Land*, 9(4), 125.

Hanifa, H., & Suwardi, S. (2022). Nilai Erodibilitas Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan dan Tingkat

- Kemiringan Lahan di Sub Daerah Aliran Sungai Tulis, Banjarnegara, Jawa Tengah. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 18(2), 160–165.
- Hartono, R. (2016). Identifikasi bentuk erosi tanah melalui interpretasi citra google earth di wilayah Sumber Brantas Kota Batu. *Pendidikan Geografi (Berkala)*, 21(1).
- Ibrahim, I. M., Harsanto, P., & Wisnulingga, B. K. (2022). Evaluasi Morfologi Dasar Sungai Winongo Dengan HEC-RAS 5.0. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), 45–50.
- Isma, F., Purwadito, M., & Ardhyana, Z. (2019). ANALISA POTENSI EROSI PADA DAS KRUENG LANGSA BERBASIS SIG. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 20–29.
- Krisnayanti, D. S., Udiana, I. M., & Muskanan, M. J. (2018). Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE dan MUSLE Pada DAS Noel-Puames. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 143–154.
- Kruk, E., Klapa, P., Ryczek, M., & Ostrowski, K. (2020). Influence of DEM elaboration methods on the USLE model topographical factor parameter on steep slopes. *Remote Sensing*, 12(21), 3540.
- Kurniawati, D., Meviana, I., & Ferdiannanda, A. S. (2023). Penaksiran Indeks Erosivitas Hujan Dengan Metode Lenvain di Kecamatan Dau Kabupaten Malang. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 7(1), 33–42.
- Latifah, S., Hidayati, E., Sari, D. P., & Webliana, K. (2023). Estimasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Pada Empat Tipe Pengelolaan Lahan Di Desa Karang Sidemen, Lombok (Erosion Hazard Level Estimation of Four Land Use Management Types in Karang Sidemen Village, Lombok). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*, 7(1), 1–22.
- Lesmana, S. B. (2020). Kajian Erosi Pada Sub Das Serayu Sebagai Daerah Tangkapan Air Waduk Mrica. *Semesta Teknika*, 23(2), 182–186.
- Mohd-Taib, F. S., Mohd-Saleh, W., Asyikha, R., Mansor, M. S., Ahmad-Mustapha, M., Mustafa-Bakray, N. A., Mod-Husin, S., Md-Shukor, A., Amat-Darbis, N. D., & Sulaiman, N. (2020). Effects of anthropogenic disturbance on the species assemblages of birds in the back mangrove forests. *Wetlands Ecology and Management*, 28, 479–494.
- Mubarok, R., Widyasamratri, H., & Budi, S. P. (2022). ANALISIS PERUBAHAN LAHAN Studi Kasus: Kecamatan Mijen Kota Semarang, Kota Malang, dan Bali. *Jurnal Kajian Ruang*, 2(2), 204–213.
- Olivares, B., Verbist, K., Lobo, D., Vargas, R., & Silva, O. (2011). Evaluation of the USLE model to estimate water erosion in an Alfisol. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 11(2), 72–85.
- Pemkab Sleman. (2019). Peta Jenis Tanah Kabupaten Sleman. [https://geoportal.slemankab.go.id/layers/geonode:a\\_3404\\_50KB\\_JENIS\\_TANAH\\_SLEMAN\\_2019](https://geoportal.slemankab.go.id/layers/geonode:a_3404_50KB_JENIS_TANAH_SLEMAN_2019)

- Purwandito, M. (2019). Estimasi erosi dan sedimentasi lahan pada DAS Langsa berbasis sistem informasi geografis (SIG). *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 29–41.
- Putra, A. K. (2021). Pemetaan Kawasan Rawan Erosi Menggunakan Metode Usle (Universal Soil Loss Equation). *Jurnal ARTESIS*, 1(1), 88–95.
- Raco, B., Wicaksono, A., & Triweko, R. W. (2022). Tingkat Bahaya Erosi Akibat Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Tangkapan Air Danau Tondano. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 63–76.
- Rosyid, M. (2021). *Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian Ke Non Pertanian Kecamatan Banyudono Kabupaten Boyolali Tahun 2006-2018*.
- Sandi, D. K., Mulyanto, D., & Arbiwati, D. (2020). Kajian Erodibilitas Tanah Pada Beberapa Sub Group Tanah Di Kecamatan Semin. *Jurnal Tanah Dan Air (Soil and Water Journal)*, 16(2), 79–84.
- Seran, S. S. L. M. F. (2022). Analisis Erosi Pada Das Noelmina Menggunakan Metode Usle. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 33–39.
- Singh, G., & Panda, R. K. (2017). Grid-cell based assessment of soil erosion potential for identification of critical erosion prone areas using USLE, GIS and remote sensing: A case study in the Kapgari watershed, India. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(3), 202–211.
- Siswanto, R., Kartini, K., & Herawati, H. (2021). Studi Karakteristik Dan Laju Angkutan Sedimen Parit Langgar Desa Wajok Hilir Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 8(2).
- Sitorus, S. R. P., Leonataris, C., & Panuju, D. R. (2012). Analisis pola perubahan penggunaan lahan dan perkembangan wilayah di Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 14(1), 21–28.
- Suharyanto, A., Suhartanto, E., & Lesmana, S. B. (2020). Watershed morphometric classification analysis using geographic information system. *International Journal of GEOMATE*, 19(74). <https://doi.org/10.21660/2020.74.58650>
- Sulistiana, T., Parapat, A. D., & Aristomo, D. (2019). Analisis akurasi vertikal digital elevation model nasional (DEMNAS) studi kasus Kota Medan. *FIT ISI 2019 Dan ASEANFLAG 72nd COUNCIL MEETING Analisis*, 1, 37–45.
- Sulistyo, B. (2011). Pengaruh erosivitas hujan yang diperoleh dari rumus yang berbeda terhadap pemodelan erosi berbasis raster (Studi Kasus Di DAS Merawu, Banjarnegara, Jawa Tengah). *Agritech*, 31(3).
- Tarigan, D. R., & Mardiatno, D. (2012). Pengaruh Erosivitas Dan Topografi Terhadap Kehilangan Tanah Pada Erosi Alur Di Daerah Aliran Sungai Secang Desa Hargotirto Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo the Influence

- of Erosivity and Topography on Soil Loss on Rill Erosion at Secang Watershed Harg. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(3), 77203.
- Taslim, R. K., Mandala, M., & Indarto, I. (2019). Prediksi Erosi di Wilayah Jawa Timur: Penerapan USLE dan GIS. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 323–332.
- TOGATOROP, H. O. (2016). *Analisis Sedimentasi Di Check Dam Study Kasus: Sungai Air Anak dan Sungai Talang Bandung Desa Talang Bandung, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat*.
- Veihe, A. (2002). The spatial variability of erodibility and its relation to soil types: a study from northern Ghana. *Geoderma*, 106(1–2), 101–120

Halaman Ini sengaja dibiarkan kosong