

## **Prediksi Laju Erosi Pada Lahan Reklamasi Tambang Batubara di Desa Bilas, Kecamatan Upau, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan**

**Muhammad Bayu Al Ghifari<sup>1)</sup> dan Aditya Pandu Wicaksono<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, UPN "Veteran" Yogyakarta

<sup>3)</sup>Corresponding author: 114210087@student.upnyk.ac.id

### **ABSTRAK**

Indonesia memiliki sumber daya batubara yang melimpah, salah satunya dimanfaatkan oleh perusahaan tambang batubara di Provinsi Kalimantan Selatan melalui sistem penambangan terbuka yang berpotensi mengakibatkan degradasi lahan seperti erosi. Untuk memulihkan kondisi tersebut, perusahaan melakukan kegiatan reklamasi sesuai Kepmen ESDM No. 344.K/MB.01/MEM.B/2025 untuk melakukan revegetasi untuk pengendalian erosi. Prediksi laju erosi dilakukan agar mendapatkan hasil untuk optimalisasi kegiatan reklamasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju erosi menggunakan metode RUSLE pada lahan reklamasi tahun 2023 tambang batubara di Desa Bilas, Kecamatan Upau, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dan kualitatif. Penentuan titik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive* sampling berdasarkan perbedaan kemiringan lereng. Metode RUSLE digunakan untuk memprediksi laju erosi. Data yang dibutuhkan untuk pengolahan metode RUSLE diantaranya berupa data curah hujan, data DEM (*Digital Elevation Model*), dan citra Landsat-8 OLI serta data sifat fisik dan kimia tanah. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu prediksi erosi yang dapat terjadi pada lahan tersebut berkisar antara 0 – 944,37 ton/ha/tahun. Laju erosi terbesar masuk dalam kelas erosi sangat tinggi.

**Kata Kunci:** Erosi; Pertambangan; Reklamasi; Tanah

### **ABSTRACT**

*Indonesia has abundant coal resources, one of which is utilized by coal mining companies in South Kalimantan Province through an open pit mining system that has the potential to cause land degradation such as erosion. To restore these conditions, companies carry out reclamation activities in accordance with the Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources No. 344.K / MB.01 / MEM.B / 2025 to carry out revegetation for erosion control. Prediction of erosion rates is carried out to obtain results for optimizing reclamation activities. This study aims to analyze the erosion rate using the RUSLE method on reclaimed land in 2023 of a coal mine in Bilas Village, Upau District, Tabalong Regency, South Kalimantan. The research methods used are quantitative and qualitative methods. Determination of sampling points uses a purposive sampling method based on differences in slope gradient. The RUSLE method is used to predict erosion rates. The data needed for the RUSLE method processing include rainfall data, DEM (*Digital Elevation Model*) data, and Landsat-8 OLI imagery as well as soil physical and chemical properties data. The results obtained in this study indicate that the predicted erosion rate on the land ranges from 0 to 944.37 tons/ha/year. The highest erosion rate falls into the very high erosion category.*

**Keywords:** *Erosion; Mining; Reclamation; Soil*

### **PENDAHULUAN**

Kabupaten Tabalong merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Kalimantan Selatan. Wilayah ini dikenal memiliki aktivitas pemanfaatan sumber daya alam, salah satunya pada sektor pertambangan batubara. Proses penambangan batubara yang dilakukan oleh perusahaan pertambangan batubara yang menjadi daerah penelitian menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*) (Sihotang et al., 2019). Aktivitas penambangan batubara mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti degradasi lahan, penurunan kesuburan tanah, dan rusaknya keanekaragaman hayati

(Putri et al., 2025). Metode penambangan ini memberikan dampak terhadap kerusakan lingkungan yaitu menurunnya jumlah tutupan vegetasi atau hutan, terganggunya ekosistem flora dan fauna, dan degradasi lapisan tanah seperti berkurangnya kesuburan tanah, pemadatan tanah, proses erosi, serta pergerakan tanah atau longsor (Fauzia & Makarim, 2024). Untuk memulihkan kondisi lingkungan yang terdegradasi, perusahaan pertambangan diwajibkan untuk melakukan pemulihan kondisi lingkungan melalui kegiatan reklamasi.

Kewajiban perusahaan pertambangan untuk melakukan reklamasi disebutkan dalam Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara yang menyebutkan bahwa pemegang IUP (Izin Usaha Pertambangan) wajib melakukan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup berupa kegiatan reklamasi. Berdasarkan Kepmen ESDM No. 344.K/MB.01/MEM.B Tahun 2025 tentang Pedoman Teknis Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara bahwa Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan Usaha Pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. Penurunan kualitas lingkungan menyebabkan degradasi lahan salah satunya adalah erosi. Erosi adalah proses kehilangan tanah yang diakibatkan oleh terangkutnya tanah oleh air dari satu tempat ke tempat lainnya. Erosi dapat menyebabkan lapisan tanah paling subur terangkut, sehingga tanah kehilangan kualitas yang mendukung pertumbuhan tanaman. Hal ini menjadi indikator terhadap berkurangnya kualitas suatu lahan serta berdampak pada produktivitas lahan (Arsyad, 2010). Untuk memulihkan kondisi tersebut, perusahaan melakukan kegiatan reklamasi sesuai Kepmen ESDM No. 344.K/MB.01/MEM.B Tahun 2025 untuk melakukan revegetasi sebagai upaya pengendalian erosi. Prediksi laju erosi dilakukan agar mendapatkan hasil untuk optimalisasi kegiatan reklamasi. Oleh karena itu, prediksi erosi perlu dilakukan untuk mengetahui langkah yang dapat diambil sebagai upaya dalam peningkatan keberhasilan reklamasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar laju erosi yang terjadi pada lahan reklamasi tambang batubara di Desa Bilas, Kecamatan Upau, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan.

## METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa *Software ArcMap 10.3, Microsoft Excel, Bor Tanah, Plastik Sampel*, dan satu unit Laptop. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir, data hasil uji laboratorium berupa parameter tekstur tanah, kandungan organik tanah dan permeabilitas tanah, data DEM (*Digital Elevation Model*), dan citra Landsat-8 OLI.

### *Perhitungan Laju Erosi Menggunakan Metode RUSLE*

Laju erosi ditentukan oleh beberapa parameter penentu erosi seperti erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), pengelolaan tanaman (C), dan konservasi lahan (P). Prediksi laju erosi dapat dihitung menggunakan salah satu metode prediksi erosi yaitu RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) melalui persamaan yang dikemukakan oleh Renard, G et al. (1997):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan:

A = Laju Kehilangan Tanah/Erosi (ton/ha/tahun)

R = Erosivitas Hujan

K = Erodibilitas Tanah

LS = Panjang dan Kemiringan Lereng

C = Pengelolaan Tanaman

P = Konservasi Lahan

Perhitungan parameter erosivitas hujan (R) dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan harian yang direkapitulasi menjadi curah hujan bulanan. Berikut merupakan persamaan erosivitas hujan yang dikemukakan oleh Lenvain (1975) dalam (Banuwa, 2013):

$$R = 2,21 \times M^{1,36}$$

Keterangan:

R = Erosivitas Hujan

M = Curah hujan bulanan rata-rata (cm)

Perhitungan erodibilitas tanah (K) memerlukan beberapa data sifat fisik dan kimia tanah seperti tekstur tanah, struktur tanah, kandungan organik tanah, dan permeabilitas tanah. Data-data tersebut diperoleh melalui pengamatan lapangan dan uji laboratorium. Berikut merupakan persamaan dari erodibilitas tanah yang dikemukakan oleh Wischemeir et al. (1971) dalam Andriyanto & Suprayogo (2015):

$$K = \frac{[1,29 (2 \times 10M)^{1,14} (10^{-4}) (12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2.5 (c - 3)]}{100}$$

Keterangan:

K = Erodibilitas Tanah

M = Tekstur Tanah (% Debu + % Pasir) (100 - % Liat)

a = Kandungan Organik Tanah

b = Struktur Tanah

c = Permeabilitas Tanah

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ditentukan melalui basis data berupa data DEM (*Digital Elevation Model*). Data tersebut selanjutnya akan diolah menggunakan *Software ArcMap* 10.3. Berikut merupakan persamaan dari faktor LS yang dikembangkan oleh Simms et al. (2003) sebagai berikut:

$$LS = \left(\frac{y \times z}{22,13}\right)^{0,6} \left(\frac{\sin\theta}{0,0896}\right)^{1,3}$$

LS merupakan faktor panjang dan kemiringan lereng. y menunjukkan akumulasi aliran dan z menunjukkan ukuran sel. Sedangkan  $\sin\theta$  menunjukkan panjang dari suatu lereng.

Pengolahan data faktor pengelolaan tanaman (C) menggunakan data berupa citra satelit Landsat 8 OLI yang diperoleh dari *website USGS Earth Explorer*. Citra satelit tersebut selanjutnya diolah kembali untuk mendapatkan data tutupan vegetasi lahan melalui pemrosesan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Berikut persamaan dari NDVI (Alkharabsheh et al., 2013):

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Data NDVI yang telah diperoleh kemudian diproses kembali untuk mengetahui nilai dari faktor C menggunakan persamaan sebagai berikut (Alkharabsheh et al., 2013):

$$C = \frac{-NDVI + 1}{2}$$

Faktor konservasi lahan ditentukan melalui identifikasi konservasi lahan yang diterapkan pada daerah penelitian lalu dicocokkan dengan tabel harkat konservasi lahan yang dikemukakan oleh Asdak (2023) berikut ini:

**Tabel 1.** Harkat Konservasi Lahan

No	Teknik Konservasi Lahan	Nilai P
1	Teras Bangku:	

No	Teknik Konservasi Lahan	Nilai P
	a. Baik	0,20
	b. Jelek	0,35
2	Teras bangku: Jagung-ubi kayu/kedelai	0,06
3	Teras bangku: Sorghum-sorghum	0,02
4	Teras tradisional	0,40
5	Teras gulud: Padi-jagung	0,01
6	Teras gulud: Ketela-pohon	0,06
7	Teras gulud: Jagung-kacang + mulsa sisa tanaman	0,01
8	Teras gulud: Kacang kedelai	0,11
9	Tanaman dalam kontur:	
	a. Kemiringan 0-8%	0,50
	b. Kemiringan 9-20%	0,75
	c. Kemiringan >20%	0,90
10	Tanaman dlm. Jalur-jalu: Jagung-kacang tanah + mulsa	0,05
11	Mulsa limbah jerami:	
	a. 6 ton/ha	0,30
	b. 3 ton/ha	0,50
	c. 1 ton/ha	0,80
12	Tanaman perkebunan:	
	a. Disertai penutup tanah rapat	0,10
	b. Disertai penutup tanah sedang	0,50
13	Padang rumput	
	a. Baik	0,04
	b. Jelek	0,40

Sumber: Asdak, 2023

Hasil perhitungan prediksi erosi selanjutnya diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas erosi. Dalam penelitian ini, kelas erosi yang digunakan merupakan kelas erosi yang dikemukakan oleh Rendana et al., (2024). Berikut merupakan tabel kelas erosi oleh Rendana et al., (2024):

**Tabel 2.** Klasifikasi Erosi

Kehilangan Tanah (ton/ha/thn)	Kelas Erosi
≤ 10	Sangat Rendah
11 – 50	Rendah
51 – 100	Sedang
101 – 150	Tinggi
>150	Sangat Tinggi

Sumber: Rendana et al., 2024

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Prediksi Laju Erosi

#### *Erosivitas Hujan (R)*

Parameter Erosivitas hujan (R) merupakan kemampuan curah hujan dalam memecah butiran atau partikel tanah yang ada di permukaan sehingga butiran atau partikel tanah tersebut dapat terbawa aliran permukaan dan menyebabkan terjadinya erosi. Tingginya nilai erosivitas hujan mengakibatkan besarnya kemungkinan terjadinya erosi akibat curah hujan tersebut. Dari hasil perhitungan erosivitas hujan yang telah dilakukan, diperoleh nilai faktor R sebesar 36,35.

#### *Erodibilitas Tanah (K)*

Erodibilitas tanah mengukur ketahanan tanah terhadap daya hancur yang disebabkan oleh butir hujan serta erosi yang diakibatkan oleh energi dari air limpasan (Delgado et al., 2025). Perhitungan erodibilitas tanah memerlukan data tekstur tanah, struktur tanah, kandungan organik tanah, dan permeabilitas tanah. Pengolahan data erodibilitas tanah diawali dengan pengambilan sampel tanah sebanyak 10 titik. Sampel

tanah tersebut dilakukan pengujian laboratorium untuk memperoleh data sifat fisik dan kimia tanah berupa tekstur tanah, permeabilitas tanah, dan kandungan organik tanah. Sedangkan struktur tanah diidentifikasi melalui pengamatan sampel tanah secara langsung di lapangan.

Berdasarkan perhitungan erodibilitas tanah dari 10 titik sampel tanah yang telah dilakukan, diperoleh hasil erodibilitas tanah yang bervariasi. Berikut merupakan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Erodibilitas Tanah

Sampel Tanah	Tekstur Tanah	Struktur Tanah	Kandungan Organik Tanah	Permeabilitas Tanah	Erodibilitas Tanah
1	6724	4	1	5	0,878
2	6724	4	1	6	0,903
3	6400	4	1	5	0,837
4	5700	4	1	5	0,747
5	5329	4	1	5	0,701
6	5929	4	1	5	0,776
7	6241	4	1	5	0,816
8	6400	4	1	5	0,837
9	5550	4	1	5	0,728
10	6084	4	1	5	0,796

Sumber: Perhitungan Penulis, 2025

Struktur tanah diketahui masuk dalam kategori Gumpal (4), kandungan organik tanah berkisar antara 1 – 1,8 (1), permeabilitas tanah berkisar antara 0,7 cm/jam – 1,98 cm/jam (5) dan satu sampel memiliki permeabilitas tanah 0,46 cm/jam (6). Sehingga diperoleh nilai erodibilitas tanah berkisar antara 0,701 – 0,903. Nilai tersebut diketahui merupakan nilai yang tinggi untuk erodibilitas tanah sehingga tanah pada daerah penelitian sangat rawan untuk tererosi.

#### *Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)*

Dalam ilmu geomorfologi, salah satu faktor penentu erosi adalah topografi. Ukuran dan karakteristik kemiringan lereng dapat mempengaruhi jumlah limpasan. Kemiringan lereng, kekasaran permukaan, dan jumlah serta intensitas curah hujan dapat mengontrol kecepatan aliran limpasan menuruni lereng. Semakin curam suatu lereng, maka erosi akan semakin besar (Adhikary, 2020). Sedangkan panjang lereng merupakan panjang lereng yang tererosi dihitung dari permulaan aliran erosi sampai ke ujung erosi berhenti (Bukhari et al., 2015). Data yang digunakan dalam menganalisis faktor LS ini berupa data DEM (*Digital Elevation Model*). Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, diperoleh nilai LS yakni berkisar antara 10 hingga > 35. Semakin curam suatu lereng, maka semakin tinggi pula nilai LS yang dihasilkan.

#### *Pengelolaan Tanaman (C)*

Tutupan vegetasi merupakan salah satu elemen penting dalam mengurangi erosi. Semakin banyak vegetasi, maka erosi akan semakin berkurang karena vegetasi dapat meredam butir-butir air hujan yang berpotensi akan menghancurkan agregat tanah. Selain itu, keberadaan vegetasi juga akan menambah kandungan organik yang dihasilkan dari serasah vegetasi tersebut sehingga daya lekat agregat tanah semakin kuat (Arsyad, 2010).

Pengolahan data faktor C diawali dengan memperoleh data citra satelit Landsat 8 OLI. Selanjutnya, citra satelit tersebut diolah menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk mengetahui tingkat kehijauan vegetasi. Nilai NDVI yang diperoleh berkisar antara 0,14 – 0,32. Nilai tingkat kehijauan tersebut dapat dikatakan kerapatan rendah sampai kerapatan sedang. Selanjutnya, diolah kembali untuk mendapatkan faktor C dengan hasil berkisar antara 0,34 – 0,43. Semakin tinggi nilai faktor C, maka semakin tinggi pula tutupan vegetasi pada suatu lahan dengan nilai maksimum adalah 1. Nilai dari faktor C bervariasi antara 0-1. Nilai 0 menunjukkan vegetasi penutup yang secara

efektif melindungi lapisan tanah bagian atas dari erosi, dan 1 menunjukkan kurangnya vegetasi penutup dan kehilangan tanah yang signifikan (Prasuhn, 2022).

#### *Konservasi Lahan (P)*

Penerapan konservasi pada suatu lahan bertujuan untuk mengurangi erosi yang terjadi pada suatu lahan. Pengurangan erosi dilakukan dengan teknik konservasi sehingga dapat menekan penguapan dan air limpasan dengan cara dialirkan melalui saluran drainase ke daerah pembuangan/penyimpanan serta meningkatkan infiltrasi (Dharmawan et al., 2023). Hal ini juga diterapkan pada lahan reklamasi tambang sebagai salah satu upaya dalam pemulihan kondisi lingkungan. Konservasi lahan yang diterapkan pada daerah penelitian diketahui berupa teras tradisional dengan nilai faktor P sebesar 0,4.

#### *Laju Erosi (A)*

Parameter-parameter erosi yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan perhitungan sehingga menghasilkan nilai prediksi erosi pada daerah penelitian. Erosi yang diprediksi terjadi pada lahan tersebut berkisar antara 0 – 944,37 ton/ha/tahun. Laju erosi terbesar masuk dalam kelas erosi sangat tinggi. Lahan reklamasi ternyata masih memiliki risiko terjadinya erosi. Erosi yang terjadi pada lahan reklamasi akan mengurangi keberhasilan reklamasi. Kehilangan lapisan tanah atas berdampak pada produktivitas lahan karena berkurangnya kualitas fisik, kimia, dan biologis tanah sehingga menyebabkan hilangnya kesuburan tanah dan pertumbuhan vegetasi dapat terhambat hingga mati (Shi et al., 2012). Selain itu, sedimen yang diakibatkan oleh proses erosi dapat mengakibatkan adanya pendangkalan pada saluran drainase atau badan air sehingga meningkatkan volume air limpasan atau bahkan kemungkinan terjadinya banjir, serta menurunkan kualitas air di badan air (Putra et al., 2025).

### **KESIMPULAN**

Lahan reklamasi tambang batubara di Desa Bilas, Kecamatan Upau, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan masih memiliki risiko terjadi fenomena erosi. Pengurangan erosi merupakan suatu tujuan penting dalam mencapai keberhasilan reklamasi agar tercapainya pemulihan kondisi lingkungan dan meningkatkan produktivitas lahan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini bahwa erosi dapat terjadi pada daerah penelitian berkisar antara 0 – 944,37 ton/ha/tahun dan erosi terbesar masuk dalam kelas sangat tinggi.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat karunia-NYA, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada para dosen Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya demi kelancaran penelitian ini. Serta ucapan terima kasih kepada kedua orang tua serta orang-orang terdekat yang selalu memberikan doa serta dukungan kepada penulis.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adhikary, R. (2020). *Causes And Effect Of Soil Erosion And Its Preventive Measures*. New Delhi Publisher. <https://doi.org/10.30954/NDP-Advagr.2020.19>
- Alkharabsheh, M. M., Alexandridis, T. K., Bilas, G., Misopolinos, N., & Silleos, N. (2013). Impact Of Land Cover Change On Soil Erosion Hazard In Northern Jordan Using Remote Sensing And GIS. *Procedia Environmental Sciences*, 19, 912–921. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.06.101>
- Andriyanto, C., & Suprayogo, D. (2015). Estimation Of Soil Erosion For A Sustainable Land Use Planning: RUSLE Model Validation By Remote Sensing Data Utilization In The Kalikonto Watershed. *Journal Of Degraded And Mining Lands Management*, 3(1), 459–468. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2015.031.459>
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah & Air* (Edisi Kedua). IPB Press.
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (Edisi Revisi). Gadjah Mada University Press.

- Banuwa, Sukri, I. (2013). *Erosi* (Edisi Pertama). Prenadamedia.  
[https://Play.Google.Com/Books/Reader?Id=Fffadwaaqbaj&Pg=GBS.PR4&Hl=En](https://play.google.com/books/reader?id=Fffadwaaqbaj&pg=GBS.PR4&hl=en)
- Delgado, D., Sadaoui, M., Ludwig, W., Williams, M., & Ortiz-Hern, E. (2025). Assessment Of Soil Erosion By RUSLE In The Ecuadorian Basins ( 2001 – 2020 ) Based On GIS And High-Resolution Satellite Data : Main Drivers And Changes On Soil Erosion. *Geomorphology*, 469. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109515>
- Dharmawan, I. W. S., Siregar, C. A., Narendra, B. H., Kadek, N., & Undaharta, E. (2023). Implementation Of Soil And Water Conservation In Indonesia And Its Impacts On Biodiversity , Hydrology , Soil Erosion And Microclimate. *Applied Sciences*, 13(7648), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app13137648>
- Fauzia, A., & Makarim, M. N. (2024). Studi Literatur: Restorasi Lahan Pascatambang Batu Bara Di Kalimantan Timur. *Peatland Agriculture And Climate Change Journal*, 1(1), 52–70. <https://doi.org/10.61511/Pacc.V1i1.2024.620>
- I Bukhari, K S Lubis, A. L. (2015). Pendugaan Erosi Aktual Berdasarkan Metode USLE Melalui Pendekatan Vegetasi, Kemiringan Lereng Dan Erodibilitas Di Hulu Sub DAS Padang. *Journal GEEJ*, 7(2), 160–167.
- Prasuhn, V. (2022). Experience With The Assessment Of The USLE Cover-Management Factor For Arable Land Compared With Long-Term Measured Soil Loss In The Swiss Plateau. *Soil & Tillage Research*, 215(May 2021), 105199. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105199>
- Putra, A. N., Nita, I., Wicaksono, K. S., Rizky, N., Sugiarto, M. T., Hidayat, F., Alim, Z., Edy, S., Sasangka, P. G., Kusuma, T. R., Abbasi, B., Ismail, M. H., Khokthong, W., Sasangka, G., Kusuma, T. R., Abbasi, B., Gessert, A., & Ismail, M. H. (2025). Potential Erosion And Sedimentation Based On Land Use Change By Using Cellular Automata- Artificial Neural Network. *Geomatics, Natural Hazards And Risk*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/19475705.2025.2461058>
- Putri, N. D., Selviana, D., Heryanti, E., Sigit, D. V., Matematika, F., Alam, P., Jakarta, U. N., Timur, J., & Jakarta, D. K. I. (2025). Kajian Literatur : Dampak Aktivitas Penambangan Terhadap Biodiversitas Dan Lingkungan Literature Review : Impacts Of Mining Activities On Biodiversity And The Environment. *HSEJ : Health Safety And Environment Journal*, 4(2), 126–139.
- Renard, G. K., Foster, R. G., Weesies, A. G., McCool, K. D., & Yoder, C. D. (1997). *Predicting Soil Erosion By Water: A Guide To Conservation Planning With The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. USDA-ARS. Southwest Watershed Research Center.
- Rendana, M., Razi Idris, W. M., Alia, F., Effendi Rahim, S., Yamin, M., & Izzudin, M. (2024). Relationship Between Drought And Soil Erosion Based On The Normalized Differential Water Index (NDWI) And Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Model. *Regional Sustainability*, 5(4), 100183. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2024.100183>
- Shi, Z. H., Fang, N. F., Wu, F. Z., Wang, L., Yue, B. J., & Wu, G. L. (2012). Soil Erosion Processes And Sediment Sorting Associated With Transport Mechanisms On Steep Slopes. *Journal Of Hydrology*, 455(3), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.06.004>
- Sihotang, J. W., Bakhtiar, T., Khoirullah, N., Sophian, R. I., & Zakaria, Z. (2019). Slope Stability Analysis Using Finite Element Method ( Fem ) In Open Pit Coal Mine, Tabalong, South Kalimantan. *Journal Of Geological Sciences And Applied Geology*, 3(3), 13–18.
- Simms, A. D., Woodroffe, C. D., & Jones, B. G. (2003). Application Of RUSLE For Erosion Management In A Coastal Catchment , Southern NSW. *University Of Wollongong*. <https://hdl.handle.net/10779/Uow.27702651.V1>