

## **STRATEGI PENANGGULANGAN EROSI DI AREAL PENAMBANGAN ANDESIT DESA PENIRAMAN SUNGAI PINYUH KABUPATEN MEMPAWAH**

**Effriyardi Prianata<sup>1</sup>, Rossie W. Nusantara<sup>2</sup>, Aji Ali Akbar<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Tanjungpura : effriyardi.prianata01@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Tanjungpura : rwiedyanusantara@gmail.com

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura aji.ali.akbar.2011@gmail.com

\*Penulis Korespondensi : Aji Ali Akbar : [aji.ali.akbar.2011@gmail.com](mailto:aji.ali.akbar.2011@gmail.com)

---

### **ABSTRAK**

**Abstrak:** Potensi kekayaan hasil tambang berupa emas, timbel, besi, mangan, seng, bauksit maupun batuan tersebar di Provinsi Kalimantan Barat. Tambang batuan dan bukan logam menjadi wewenang pengelolaan sumber daya alam yang dikendalikan oleh Pemerintah daerah. Aktivitas pertambangan batu andesit di Kecamatan Sungai Pinyuh menyebabkan perubahan lingkungan yaitu terjadinya degradasi daya dukung lingkungan. Salah satu degradasi daya dukung lingkungan yang terjadi yaitu erosi. Dampak terjadinya erosi menyebabkan hilangnya bahan organik tanah, hilangnya vegetasi penutup lahan dan tebing – tebing bukit yang rawan longsor, sehingga diperlukan upaya perbaikan dan pencegahan dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi penanggulangan erosi pada areal pertambangan. Adapun hasil analisis kerawanan erosi berdasarkan metode USLE diperoleh nilai erosi terberat sebesar 5.439,35 ton/ha/tahun (TPB-T-A3) hal ini disebabkan oleh tingginya nilai faktor Erodibilitas Tanah (K), kemiringan lereng (LS), serta faktor pengelolaan dan Konservasi Tanah (CP). Sedangkan nilai erosi teringan sebesar 0,25 ton/ha/tahun (TPTB-R-A1). Strategi penanggulangan erosi pada areal pertambangan yang disarankan berdasarkan metode SWOT yaitu berada pada kuadran II berupa strategi diversifikasi atau melakukan penambahan yang disesuaikan berdasarkan kondisi di lapangan yaitu membuat kajian Geoteknik, membuat sistem penyaliran air tambang, membuat jenjang tambang serta merencanakan reklamasi dan pascatambang untuk menanggulangi dampak erosi yang terjadi akibat penambangan andesit.

**Kata Kunci:** *Erosi; Penambangan Batu Andesit; Strategi; SWOT.*

**Abstract:** *The potential wealth of mining products in the form of gold, lead, iron, manganese, zinc, bauxite, and rocks is scattered in West Kalimantan Province. Rock and non-metal mining is the authority to manage natural resources which is controlled by the regional government. Andesite stone mining activities in Sungai Pinyuh District cause environmental changes, namely the degradation of the environment's carrying capacity. One of the environmental carrying capacity degradation that occurs is erosion. The impact of erosion causes loss of soil organic matter, loss of land cover vegetation, and hillsides that are prone to landslides, so efforts to improve and prevent environmental impacts are needed. This study aims to analyze erosion control strategies in mining areas. The results of the erosion susceptibility analysis based on the USLE method showed that the heaviest erosion value was 5,439.35 ton/ha/year (TPB-T-A3). This was caused by the high value of the Soil Erodibility factor (K), slope slope (LS), as well as management factors and Soil Conservation (CP). On the other hand, the lightest erosion value is 0.25 ton/ha/year (TPTB-R-A1). The recommended strategy for controlling erosion in mining areas based on the SWOT method is in quadrant II in the form of a diversification strategy or making additions that are adjusted based on conditions in the field, namely making a geotechnical study, making a mine water*

---

*distribution system, making mine levels and planning reclamation and post-mining to overcome the impact. erosion caused by andesite mining*

**Keywords:** *Erosion; Andesite Mining; Strategy; SWOT*

---

**Article History:**

Received: 29-07-2023

Revised : 01-09-2023

Accepted: 04-09-2023

Online : 11-09-2023



*This is an open access article under the  
CC-BY-SA license*

## A. LATAR BELAKANG

Ekosistem memiliki fungsi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan dari aktivitas unsur abiotik dan biotik yang terjadi didalamnya. Fungsi ini sebagai salah satu indikator keseimbangan peran jasa ekosistem. Millenium Ecosystem Assessment (2005) mendefinisikan jasa ekosistem sebagai manfaat yang diperoleh manusia melalui suatu ekosistem, dimana jasa ekosistem terbagi menjadi kategori penyediaan, pengaturan, budaya dan pendukung. Kategori tersebut menjadi dasar pengambilan kebijakan pembangunan berkelanjutan (Riqqi *et al.*, 2019). Kebijakan pembangunan berkelanjutan ini juga berkaitan erat dengan aktivitas pertambangan Indonesia yang saat ini semakin berkembang.

Hasil tambang sumber daya alam dimanfaatkan sebagai bahan infrastruktur, kendaraan, sumber energi atau perhiasan (Nugroho, 2017). Nilai ekonomi dari industri pertambangan dipengaruhi oleh eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan, sehingga penggunaannya harus dilakukan secara efisien, dikarenakan sifat hasil pertambangan yang tidak dapat diperbaharui. Oleh sebab itu, pemanfaatan hasil tambang harus berwawasan lingkungan dan berkelanjutan (Rosmini, 2017).

Potensi kekayaan hasil tambang berupa emas, timbel, besi, mangan, seng, bauksit tersebar di kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Barat (Azri, 2020). Wewenang pengelolaan sumber daya alam di Provinsi Kalimantan Barat dikendalikan oleh Pemerintah daerah sebagai upaya mencapai masyarakat sejahtera, dengan tujuan untuk menjamin kesinambungan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi yang akan datang. Batuan andesit merupakan salah satu komoditas tambang yang ada di Desa Peniraman, Kabupaten Mempawah.

Kegiatan tambang yang dilakukan tentu akan memiliki dampak. Hasil observasi lapangan yang telah dilakukan peneliti, diketahui bahwa kegiatan tambang batuan andesit di Desa Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh berdampak positif dan negatif. Dampak positif aktivitas tambang batuan andesit yakni terjadinya peningkatan perekonomian masyarakat di sekitar wilayah pertambangan (N & Merang, 2020) Namun ini terjadi karena pergeseran mata pencaharian masyarakat yang semula bertani dan berkebun beralih profesi menjadi penambang. Dampak negatif yang diakibatkan oleh aktivitas pertambangan meliputi kerusakan

lingkungan (Azwari & Rajab, 2021). Akan tetapi dampak negatif muncul sebagai akibat munculnya pertambangan batu, diantaranya pergeseran konflik budaya ditengah masyarakat, menurunnya kesehatan, terganggunya arus lalu lintas dan perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan yang terjadi berimbas pada penurunan jasa lingkungan dikarenakan perubahan topografi, penurunan kualitas lahan dan meningkatnya ancaman banjir dan longsor yang dirasakan oleh masyarakat (Kurnianto, Elfiani, & Alfani, 2021). Aktivitas pertambangan antara lain pembukaan hutan, erosi lapisan tanah, pengerukan dan penimbunan dimana kegiatan tersebut berdampak terhadap degradasi lahan (Azri, 2020). Salah satu dampak kerusakan penambangan adalah erosi, dimana hal tersebut merupakan salah satu fenomena degradasi tanah yang dapat mengancam kelestarian, lingkungan dan produktifitas tanah (Ahmad *et al.*, 2020).

Kegiatan penambangan mempunyai efek negatif yakni degradasi lahan yang menurunkan daya produksi tanah, sedimentasi dan pergerakan tanah atau longsor. Proses longsor dimulai dengan adanya infiltrasi air ke dalam tanah, yang meningkatkan berat tanah (Fatiatun *et al.*, 2019). Longsor terjadi disebabkan lereng tanah mendapat gangguan yang mempengaruhi kesetimbangannya (Naryanto *et al.*, 2019). Faktor-faktor yang peka terhadap longsor dapat berupa kondisi topografi, geologi, cuaca dan hidrologi dan perubahan iklim yang mempengaruhi kestabilan lereng dan menyebabkan longsor (Firdaus & Yuliani, 2022).

Kegiatan pertambangan batu andesit di Kecamatan Sungai Pinyuh khususnya di Desa Peniraman juga dapat menyebabkan hal serupa. Hal ini dapat dilihat dari adanya kegiatan pembukaan lahan untuk penambangan batu andesit dan tanah urug. Zulkarnain, (2014) serta Sarminah *et al.*, (2017) menginformasikan bahwa indikator berhasilnya pengelolaan lingkungan pertambangan yaitu keberhasilan terhadap penanganan erosi. Kemorosotan tanah berdampak dengan meningkatnya erosi serta tingkatan curah hujan tinggi dan serta topografi dengan kemiringan lereng yang berbeda-beda menjadi salah satu proses terjadinya erosi (Nura'ban, 2018). Hal ini tentu akan mempengaruhi nilai jasa pendukung dari suatu ekosistem sehingga perlu dilakukan identifikasi wilayah dengan tingkat kerawanan erosi dan sedimentasi tinggi di lokasi pertambangan (Isjudarto, 2016). Mitigasi dampak akibat longsor diperlukan identifikasi daerah yang rawan longsor dalam mengurangi kemunduran kualitas dan kuantitas tanah serta factor ekonomi (Naryanto *et al.*, 2020).

Terbatasnya informasi mengenai perbedaan dampak pada berbagai macam tahapan operasional pertambangan, baik pada jenis komoditas maupun tahapan pekerjaan menjadi bagian penting dalam penelitian jasa ekosistem ini. Dampak negatif pada jasa ekosistem sebagian besar ditemukan pada kegiatan tahap operasional pertambangan (Boldy *et al.*, 2021). Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan langkah-langkah untuk melakukan perbaikan dan pencegahan dampak lingkungan yang muncul sebagai akibat adanya aktivitas tambang. Hal-hal preventif yang mampu dilakukan diantaranya melakukan kajian strategi pengelolaan jasa ekosistem terhadap erosi. Kajian dilakukan dengan tujuan menggambarkan potensi rawan bencana longsor di Desa Peniraman,

mengidentifikasi kawasan rawan erosi lereng dari aktivitas pertambangan menganalisis dampak kerusakan lingkungan penyebab erosi dari adanya kegiatan tambang batu andesit dan menganalisis strategi pengelolaan jasa ekosistem terhadap penanggulangan erosi pada aktivitas pertambangan. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul Strategi Penanggulangan Erosi Terhadap Penambangan Andesit dengan Metode SWOT.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

### **1. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Desa Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, terletak antara 00° 44' Lintang Utara dan 00° 4' Lintang Selatan serta 108° 0' 24" Bujur Timur dan 109° 0' 21,5" Bujur Timur. Penelitian dilaksanakan selama bulan Maret - Mei 2022.

### **2. Instrumen Penelitian**

#### **a. Data Primer**

Pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung dan kuesioner.

- a) Observasi langsung dilaksanakan pada lokasi sampel yang sudah ditentukan secara purposive dengan mempertimbangkan kondisi lahan yang mewakili kondisi lahan penambangan, pada lahan terbuka dan pada hutan sekunder di Desa Peniraman. Kondisi lahan yang di observasi dilaksanakan pada wilayah Dusun Teratai pada lokasi dengan kondisi sebagai berikut: Izin Usaha Pertambangan terdapat pemotongan bukit (PPB) dengan kode sampel PPB-R-A1, PPB-S-A2, dan PPB-T-A3. Lokasi tidak ada Izin Usaha Pertambangan terdapat pemotongan bukit (TPB) dengan kode sampel TPB-R-A1, TPB-S-A2 dan TPB-T-A3. Pada lokasi tidak ada Izin Usaha Pertambangan tidak terdapat pemotongan bukit (TPTB) dengan kode sampel TPTB-R-A1. TPTB-S-A2 dan TPTB-T-A3.

Pengamatan variabel obyek yang diteliti secara langsung meliputi kegiatan pertambangan dan pemotongan bukit, Geologi, Tutupan Lahan, Jenis Tanah, iklim, kelerangan yang ada saat ini, dan vegetasi penutup tanah. Pengambilan data dilakukan dengan penetapan kawasan rawan bencana longsor di daerah penelitian. Penetapan awal petak observasi untuk pendugaan besaran potensi laju erosi berdasarkan Peta Zonasi Rawan Longsor (Permen PU No. 22/PRT/M/2007) di wilayah kajian.

- b) Pembuatan peta rawan bencana longsor, dilakukan dengan teknik tumpuk susun data dari parameter curah hujan, jenis batuan, tutupan lahan, kondisi lereng dan pemotongan bukit. Data diperoleh dari pengamatan langsung dan data dari instansi terkait.
- c) Kuesioner, berupa wawancara yang dilakukan kepada instansi terkait untuk mengetahui dampak lingkungan yang ditimbulkan di lokasi penambangan. kuisisioner akan ditunjukkan kepada Instansi, Dinas Terkait, Pelaku Usaha, dan Masyarakat terkena dampak di sekitar lokasi penelitian.

#### **b. Data Sekunder**

Data sekunder yang dikumpulkan berupa berbagai literatur, laporan, peta dasar dari instansi terkait seperti Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Kalimantan Barat, data BPS Kecamatan Sungai Pinyuh dan data curah hujan 10 tahun terakhir dari BMKG sebagai acuan untuk memperoleh informasi faktor lingkungan di wilayah kajian.

### 3. Analisis Data

Analisis data berfokus dalam analisis kuantitas keadaan aktivitas pertambangan di lokasi kajian berlandaskan data primer dan sekunder. Analisis kondisi daerah digunakan analisis data untuk pembuatan peta klasifikasi zona berpotensi longsor berdasarkan tingkat kerawanan, analisis data pengukuran erosi permukaan dengan metode Universal Soil Loss Equation (USLE) yang mengacu pada penelitian Wischmeier dan Smith (1978), analisis biofisik, analisis USCS, curah hujan dan SWOT sebagai berikut :

- a. Identifikasi zona yang memiliki peluang longsor menunjukkan tingkat yang beragam untuk memperlihatkan kerawanan dari tinggi hingga rendah, bergantung dari nilai kemiringan lereng, penggunaan lahan, curah hujan, struktur geologi dan kegiatan manusia. Tingkat kerawanan merupakan dasar yang menunjukkan besaran berpotensi terjadi longsor. Klasifikasi tipe zona menggunakan Permen PU No. 22/PRT/M/2007 tentang pedoman penataan ruang kawasan rawan bencana longsor.

- b. Penentuan skala potensi laju erosi menggunakan metode Universal Soil Loss Equation (USLE) yaitu

$$A = K \times R \times S \times L \times P \times C \quad (A = \text{Potensi kehilangan tanah maksimum (ton/ha/tahun)})$$

K = Indeks erodibilitas tanah,

R = Indeks erosivitas hujan

C = Indeks tanaman penutup dan pengelolaannya

LS = Indeks panjang dan kemiringan lereng

P = Indeks tindakan konservasi tanah.

- c. Indeks R merupakan visualisasi dari kekuatan hujan untuk menyebabkan erosi dari proses pemecahan agregat dan dispersi, pemindahan serpihan tanah oleh kekuatan limpasan permukaan (*surface run-off*). Nilai Indeks R mengacu persamaan jeluk hujan bulanan dari penelitian Lenvain (1989).

$$R = 2,21 P^{1.36} \quad (R = \text{Erosivitas hujan dan aliran permukaan,}$$

$$P = \text{Jeluk hujan bulanan cm}).$$

Berdasarkan persamaan R diperoleh besaran R-tahunan dengan menjumlahkan R-bulanan secara aljabar. Indeks K merupakan potensi kehilangan tanah dari lahan oleh erosivitas sepanjang tahun.

Data biofisik, yang terdiri dari pembuatan peta unit lahan, peta kedalaman tanah, peta kemiringan lereng, informasi curah hujan, peta penggunaan lahan yang klasifikasinya mengacu pada PermenPU No. 41/Prt/M/2007, Tingkat bahaya erosi yang disesuaikan dengan pengelompokan dari Perhut RI No. P.32/Menhut-II/2009 tentang tata cara penyusunan rencana teknik rehabilitasi hutan dan lahan daerah aliran sungai (rtkrhl-das).

- d. Analisis kerusakan lingkungan penyebab erosi pada kegiatan pertambangan, dilakukan dengan pendekatan kuesioner dan penelitian secara langsung di lapangan.
- e. Analisis SWOT, analisis ini mengacu pada penelitian (Apendi, Oktavia, & Marliantomi, 2020)

### **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **1. Identifikasi Karakteristik dan Penetapan Kawasan Rawan Bencana Longsor**

Penentuan daerah rawan bencana longsor di Desa Peniraman Kecamatan Sungai Pinyuh dilakukan dengan inventarisasi dan identifikasi ciri fisik yang alami menjadi faktor-faktor pendorong yang menimbulkan longsor dapat terjadi. Faktor yang menjadi penyebab longsor adalah :

- a. Curah hujan, Lokasi penelitian di Desa Peniraman Kecamatan Sungai Pinyuh memiliki tingkat curah hujan rata-rata bernilai 2.544,55 mm/tahun (Tabel 3.1). Berdasarkan Permen PU No.22/PRT/M/2007, daerah rentan bencana longsor adalah daerah yang memiliki dengan curah hujan rata-rata lebih dari 2.500 mm/tahun.
- b. Jenis batuan (litologi), Geologi regional yang digunakan sebagai acuan pada lokasi penelitian adalah geologi Lembar Singkawang dari E. Rusmana, Sutrisno (GRDC), R.P. Langford, F. de Keyser, yang di keluarkan oleh (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi P3G Bandung. 1993) dengan skala 1 : 250.000. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, secara umum stratigrafi daerah penelitian masuk kedalam Formasi Batuan Gunungapi Raya (Klr) yang terdiri dari Andesit, sedangkan struktur yang berkembang pada lokasi penyelidikan secara umum banyak ditemukannya lapisan batuan dan kekar – kekar minor.
- c. Tutupan Lahan, didominasi Sawah sebesar 34,92 Ha, Tanah Terbuka sebesar 6,23 Ha, Hutan Sekunder sebesar 266,77 Ha, Pemukiman sebesar 92,07 Ha dan Pertambangan 30,96 Ha.
- d. Kondisi lereng, di lokasi Penelitian kondisi kemiringan lereng mencapai 38,77 %. Sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007, Kawasan rawan bencana longsor merupakan kawasan dengan kondisi kemiringan lereng bernilai 15 % hingga 70%. Semakin curam lereng semakin besar laju dan jumlah aliran permukaan dan semakin besar erosi.
- e. Pemoongan bukit, Aktivitas masyarakat di Desa Peniraman yaitu menambang yang termasuk komoditas batuan merupakan daerah rawan longsor. Akibat aktivitas pertambangan mengakibatkan penurunan muka tanah dan berkurangnya resapan air sehingga berpotensi terjadinya longsor.

#### **2. Analisis Data Pendugaan Erosi Metode USLE**

##### **a. Erosivitas Hujan (R)**

Erosivitas berperan sebagai pemicu erosi. Karakteristik hujan seperti durasi hujan, tebal hujan, dan kecepatan jatuh hujan dapat memicu erosi. Erosivitas hujan berbanding lurus dengan kekuatan air hujan dalam memecah agregat tanah.

Hujan akan memenuhi pori besar sehingga infiltrasi melambat, dan limpasan permukaan akan naik (Widiyanto et al., 2014).

Berdasarkan perhitungan didapat nilai erosivitas hujan bulanan pada Stasiun Klimatologi Mempawah berkisar antara 124,01 hingga 362,95 dimana erosivitas hujan bulanan paling rendah di bulan Maret dan paling tinggi di bulan Mei.

Nilai erosivitas hujan tahunan diperoleh dari penjumlahan erosivitas bulan Januari hingga Desember diperoleh sebesar 2.544,55 (Tabel 1). Menurut Andarwati, Santoso, & Nurcholis, (2021) Semakin sering hujan terjadi maka semakin besar terjadinya pemindahan partikel tanah, dan akan semakin besar jika vegetasi disuatu lahan sedikit dan lereng yang curam.

**Tabel 1.** Rerata dan standar deviasi menurut perlakuan

No	Bulan	Curah Hujan Bulanan Rata Rata (cm)	$R = 2,21 \times CH^{1,36}$
1	Jan	21.72	193.42
2	Feb	17.48	143.95
3	Mar	15.66	123.96
4	Apr	17.36	142.61
5	May	34.45	362.20
6	Jun	24.73	230.75
7	Jul	24.32	225.57
8	Aug	19.81	170.66
9	Sep	19.57	167.85
10	Oct	24.26	224.81
11	Nov	27.91	272.02
12	Dec	29.01	286.70
<b>Erosivitas Hujan Tahunan</b>			<b>2.544.55</b>

Sumber: Stasiun Klimatologi Mempawah, 2022

b. Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah adalah faktor tinggi penyebab erosi. Besaran erodibilitas tanah menurut Wischmeier, dkk (1971) dalam Arsyad (2010) dipengaruhi oleh ukuran partikel, kandungan bahan organik, kelas permeabilitas dan kelas struktur tanah.

Erodibilitas atau kepekaan tanah menunjukkan besaran erosi yang terjadi per ton/ha/tahun satuan indeks erosi hujan (Hardjowigeno, Sarwono & Widiatmaka, 2007). Pada penelitian diperoleh hasil analisis bahan organik, struktur tanah, tekstur tanah dan permeabilitas di 9 titik lokasi (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil pengukuran Erodibilitas (K)

No	Kode Sampel	M (% Partikel)	Kandungan Bahan Organik (a)	Harkat Struktur Tanah (b)	Harkat Permeabilitas Tanah (c)	100 K	K	Kelas K
1	PPB-R-A1	4286,32	2,94	4	4	21,01	0,21	R
2	PPB-S-A2	2259,02	0,83	4	4	16,80	0,16	R
3	PPB-T-A3	4599,55	2,51	4	2	17,50	0,17	R
4	TPB-R-A1	5264,95	0,69	4	2	22,41	0,22	S
5	TPB-S-A2	3853,62	1,61	4	4	21,38	0,21	R
6	TPB-T-A3	3932,54	0,90	4	4	22,50	0,22	S
7	TPTB-R-A1	3537,87	2,91	4	3	16,44	0,16	R
8	TPTB-S-A2	3485,72	1,16	4	3	18,18	0,18	R
9	TPTB-T-A3	3853,92	3,24	4	2	14,44	0,14	R

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Keterangan :

PPB = Izin Usaha Pertambangan terdapat pemotongan bukit, TPB = tidak ada Izin Usaha Pertambangan terdapat pemotongan bukit, TPTB = tidak ada Izin Usaha Pertambangan tidak terdapat pemotongan bukit

Zona Rawan = (R = Zona Rendah, S = Zona Sedang, T= Zona Tinggi), (A1,A2,A3 = Kode Nomor Sampel Analisis)

Kelas K (S = Sedang; R = Rendah)

Dari perhitungan pada Tabel 3.2 diketahui nilai K pada wilayah kajian sekitar 0,14 – 0,22. Sampel TPB-R-A1 pada zona rendah dan TPB-T-A3 pada zona tinggi yang berada pada lokasi tidak ada izin usaha pertambangan terdapat pemotongan bukit memiliki nilai K yaitu 0,22. Kondisi berbeda pada sampel TPTB-T-A3 dimana lokasi tidak ada izin usaha pertambangan tidak terdapat pemotongan bukit nilai K yaitu 0,14. Tutupan serasah dan bahan organik diatas tanah dapat melindungi tanah dari butiran hujan sebelum menyentuh tanah (Muliatiningsih & Zulaeha, 2018). Kandungan organik tinggi terdapat pada sampel PPB-T-A3 sebesar 2,51% lebih tinggi dari kandungan bahan organik pada TPB-T-A3 0,90%.

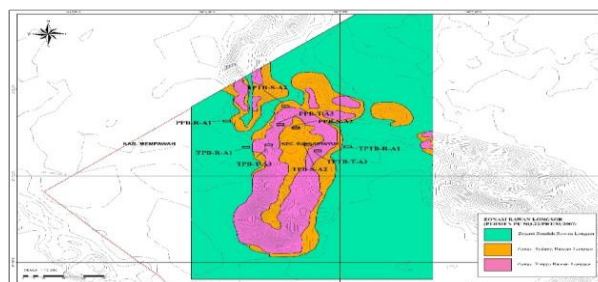
### c. Panjang dan Kemiringan (Ls)

Kelerengan dan panjang lahan merupakan penyebab erosi karena menyebabkan lahan menjadi curam (Banuwa, 2013). Curamnya lereng menyebabkan volume aliran permukaan mengikis bidang tanah lebih besar. identifikasi kemiringan lereng dan analisis faktor lereng (LS) berdasarkan hasil perhitungan di daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan divisualisasikan pada Gambar 3.2. Nilai LS 0,25 dengan zona rawan rendah, kelerengan datar pada sampel PPB-R-A1, TPB-R-A1 dan TPTB-R-A1. Untuk nilai 4,25 dengan zona rawan sedang, kelerengan agak curam pada sampel PPB-S-A2, TPB-S-A2, dan TPTB-S-A2 sedangkan nilai LS 9,50 dengan zona rawan tinggi, kelerengan curam pada sampel PPB-T-A3, TPB-T-A3 dan TPTB-T-A3. Sampel yang ada pada penelitian ini mewakili kondisi dari masing – masing kemiringan lereng.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Nilai Panjang Dan Kemiringan Lereng (LS)

No	Kode Sampel	Kemiringan Lereng (%)	Zona	Lereng	Nilai LS
1	PPB-R-A1	1,74	Rendah	Datar	0,25
2	PPB-S-A2	20,33	Sedang	Agak Curam	4,25
3	PPB-T-A3	38,77	Tinggi	Curam	9,50
4	TPB-R-A1	1,74	Rendah	Datar	0,25
5	TPB-S-A2	20,33	Sedang	Agak Curam	4,25
6	TPB-T-A3	38,77	Tinggi	Curam	9,50
7	TPTB-R-A1	1,74	Rendah	Datar	0,25
8	TPTB-S-A2	20,33	Sedang	Agak Curam	4,25
9	TPTB-T-A3	38,77	Tinggi	Curam	9,50

Sumber : Analisis, 2022



**Gambar 2.** Peta Rawan Bencana Longsor (Analisis data, 2022)

### d. Besaran Indeks Faktor Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)



Vegetasi berkaitan dengan erosi disebabkan kemampuannya untuk meredam laju aliran hujan. Selain itu CP dapat dikendalikan oleh manusia. Hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa penggunaan lahan di Peniraman dimanfaatkan sebagai sawah, pertambangan terbatas, pemukiman, tanah terbuka, hutan sekunder dan semak belukar (Tabel 3.4). Nilai CP pada lokasi penelitian yang terkecil 0,005 untuk sampel TPTB-R-A1 dan TPTB-T-A3 yang merupakan daerah tutupan berupa hutan sekunder, sedangkan terbesar pada sampel PPB-S-A2, PPB-T-A3, TPB-R-A1, TPB-S-A2 dan TPB-T-A3 berupa pertambangan terbatas, permukiman dan tanah terbuka. Berdasarkan penelitian Bhan & Behera, 2014, dimana vegetasi punya pengaruh yang besar terhadap erosi karena vegetasi dapat menjadi penghalang untuk air hujan sebelum jatuh ke permukaan, dimana kekuatan untuk menghancurkan tanah dapat berkurang. Pada penelitian (Chen *et al.*, 2021) menyampaikan faktor limpasan hujan dan kehilangan tanah dapat menurun secara signifikan dengan meningkatnya tutupan vegetasi, dan tingkat erosi berkurang ke tingkat yang lebih rendah serta relatif stabil ketika tutupan vegetasi melebihi 60%.

**Tabel 4.** Besaran Faktor pengelolaan tanaman dan Tindakan konservasi (CP)

No	Kode Sampel	Macam Pemanfaatan Lahan	Nilai CP
1	PPB-R-A1	Sawah	0,1
2	PPB-S-A2	Pertambangan Terbatas	1
3	PPB-T-A3	Pertambangan Terbatas	1
4	TPB-R-A1	Permukiman	1
5	TPB-S-A2	Tanah Terbuka	1
6	TPB-T-A3	Tanah Terbuka	1
7	TPTB-R-A1	Hutan Sekunder	0,005
8	TPTB-S-A2	Semak Belukar	0,3
9	TPTB-T-A3	Hutan Sekunder	0,005

Sumber : Analisis, 2022

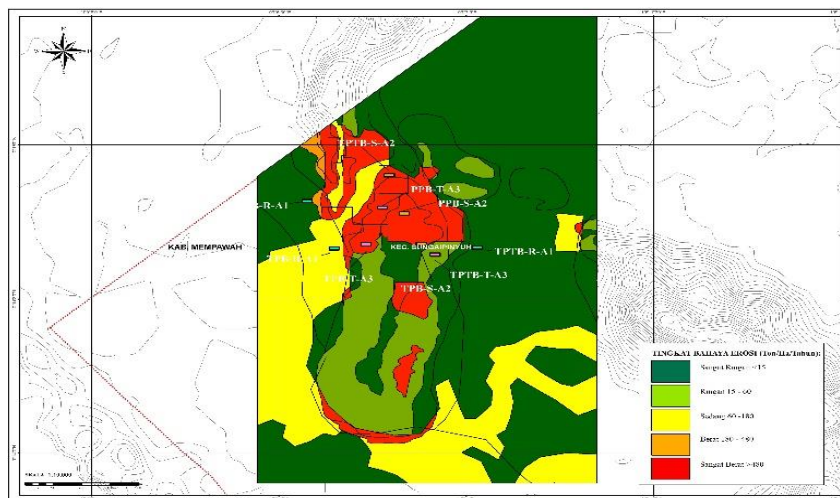
e. Tingkat Bahaya Erosi

Hasil perhitungan analisis erosi di Desa Peniraman dengan menggunakan persamaan USLE di 5 lokasi yaitu PPB-S-A2, PPB-T-A3, TPB-S-A2, TPB-T-A3, TPTB-S-A2 didapatkan hasil menunjukkan tingkat bahaya erosi (TBE) kategori sangat berat. Untuk kategori sedang berada pada lokasi TPB-R-A1, kategori ringan pada lokasi TPTB-T-A3 dan kategori sangat ringan pada lokasi PPB-R-A1 dan TPTB-R-A2 (Tabel 3. 5). kategori bahaya erosi diperoleh dari hasil klasifikasi menurut Permenhut RI Nomor : P.32/Menhut-II/2009. Hal ini disebabkan tingkat kemiringan lereng , penggunaan lahan, curah hujan yang tinggi. Visualisasi tingkat bahaya erosi di Desa Peniraman dapat dilihat pada Gambar 3.

**Tabel 5.** Besaran Faktor pengelolaan tanaman dan Tindakan konservasi (CP)

No	Kode Sampel	Faktor Erosivitas Hujan (R)	Faktor Erodibilitas Tanah (K)	Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)	Faktor Pengelolaan dan Konservasi Tanah (CP)	Nilai Laju Erosi (A)	Tingkat Bahaya Erosi (TBE)
1	PPB-R-A1	2544,55	0,2101	0,25	0,1	13,37	SR
2	PPB-S-A2	2544,55	0,1680	4,25	1	1817,33	SB
3	PPB-T-A3	2544,55	0,1750	9,50	1	4230,57	SB
4	TPB-R-A1	2544,55	0,2242	0,25	1	142,61	S
5	TPB-S-A2	2544,55	0,2138	4,25	1	2312,57	SB
6	TPB-T-A3	2544,55	0,2250	9,50	1	5439,35	SB
7	TPTB-R-A1	2544,55	0,1645	0,25	0,005	0,52	SR
8	TPTB-S-A2	2544,55	0,1819	4,25	0,3	590,05	SB
9	TPTB-T-A3	2544,55	0,1444	9,50	0,005	17,46	R

Sumber : Analisis. 2022. Keterangan : SR = Sangat Ringan. R = Ringan. S = Sedang. SB = Sangat Berat



**Gambar 3.** Tingkat bahaya erosi di Desa Peniraman(TBE) (Analisis Data, 2022)

Nilai pendugaan nilai erosi terendah berada pada lokasi hutan sekunder dengan kemiringan datar dimana nilai dugaan besar erosi  $0,52$  ton/ha/tahun. Di kondisi keterlereng yang kecil, dominan penggunaan lahan berupa kebun campuran dan rapatnya tutupan diatas tanah memperlambat air jatuh ke tanah (Andarwati, Santoso & Nurcholis, 2021). Menurut Asdak (2010), rapat tajuk berbanding lurus dengan kemampuan menahan air kemudian diuapkan kembali ke atmosfer.

Pendugaan nilai erosi terberat adalah pada lokasi tanah terbuka, dengan kemiringan lereng curam dimana nilai dugaan besar erosi mencapai  $5.439,35$  ton/ha/tahun pada sampel TPB-T-A3 dengan kondisi lereng curam, berupa tanah terbuka. Lereng timbunan yang curam dan hujan berintensitas tinggi menyebabkan tanah lebih peka terhadap erosi (Progo & Isjudarto, 2016). Namun sebaliknya pada TPTB-R-A1 tingkat bahaya erosi sebesar  $0,52$  masuk kategori sangat ringan, dimana kondisi lereng datar dan berupa hutan sekunder. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Zhao *et al.*, 2022) bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara faktor kehilangan tanah dan kemiringan lereng yang datar pada lahan pertanian.

#### Dampak Kerusakan Penyebab Erosi Akibat Pertambangan

- a. Hilangnya bahan organik tanah, kegiatan penambangan andesit di Desa Peniraman yang tidak sesuai kaidah penambangan yang baik dan benar akan menyebabkan terjadinya erosi dan diikuti hilangnya bahan organik tanah. Kehilangan unsur hara pada daerah penelitian dapat dilihat pada hasil sampel PPB-S-A2 sebesar  $0,83\%$ . Kandungan C organik  $< 2\%$  kategori tingkat kandungan organik tanah menurut Balai Besar Penelitian Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) adalah rendah. Menurut Yulina *et al.*, (2015), curamnya suatu lahan maka akan air akan semakin mudah membawa bahan organik pada lahan menuju lahan yang lebih rendah. Mengurangi dampak kerusakan dari terjadinya erosi juga dapat dilakukan dengan membuat konstruksi pematang lahan dengan paritan - paritan yang berguna untuk meningkatkan retensi bahan tanah dalam mengikat organik (Wolka *et al.*, 2021)

- b. Hilangnya vegetasi penutup lahan, Pada proses pengupasan lahan dari aktivitas penambangan dapat mengakibatkan hilangnya vegetasi penutup. Hal ini dapat terjadi dari proses pembersihan lahan (*land clearing*) dimana kegiatan ini merupakan tahapan awal sebelum kegiatan penggalian material hasil penambangan. Dengan hilangnya vegetasi akibat aktivitas penambangan lahan menjadi terbuka dan dapat menjadi potensi terjadinya erosi di daerah penelitian. Lahan terbuka pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu, lahan terbuka akibat aktivitas penambangan dan lahan terbuka karena aktivitas lain seperti pembukan lahan untuk perkebunan. Menurut (Donovan, 2022) variasi vegetasi yang signifikan pada semua penggunaan lahan dapat mencerminkan efektivitas vegetasi dalam mengurangi erosi permukaan.
- c. Perubahan bentuk lahan, Perubahan bentuk lahan dari hasil pengamatan di lapangan adalah adanya daerah yang sebelumnya perbukitan menjadi datar atau bahkan berlubang. Hal ini terjadi akibat adanya aktivitas penggalian dan pengupasan lapisan tanah atas atau biasa dikenal sebagai tanah penutup (*overburden*), dengan kedalaman berkisar 5 – 20 m.
- d. Perubahan lain yang terjadi adalah terlihatnya tebing – tebing rawan longsor di lokasi penelitian. Hal ini terlihat dari data hasil analisis pendugaan nilai laju erosi mencapai 5439,35 ton/ha/thn dimana nilai tersebut termasuk tingkat bahaya erosi sangat berat. Untuk menangani potensi longsor tersebut adalah dengan pembuatan teras dan melakukan penanaman tanaman cepat tumbuh seperti cover crop (Progo & Isjudarto, 2016).

### 3. Strategi Penanggulangan Erosi dari Aktivitas Penambangan Metode SWOT

Metode perencanaan strategis terkait pengelolaan erosi menggunakan analisis SWOT. Evaluasi terhadap variabel kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*) dan ancaman (*threat*) yang dapat atau mungkin terjadi di daerah penelitian. Teknik akumulasi data ini didapat melalui wawancara, observasi, dan kuesioner. Jumlah responden sebanyak 20 sampel yang digunakan untuk pengumpulan data sehingga membentuk variabel SWOT. Hasil didapat dengan hubungan potensi, permasalahan fungsi lahan dan identifikasi kondisi penggunaan lahan berdasarkan aspek yang terikat dengannya (Adpendi, dkk., 2020) Hasil kuesioner dilakukan pada faktor internal dan eksternal yang dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 6.** Pernyataan Kuesioner Faktor Internal

No	Kekuatan/ <i>Strength</i>	No	Kelemahan/ <i>Weakness</i>
S1	Membuat Kajian Geoteknik	W1	Belum terlaksananya kegiatan reklamasi/revegetasi
S2	Membuat Sistem Penyaliran Air Tambang	W2	Pengelolaan air drainase tidak optimal
S3	Membuat Jenjang Tambang Sesuai Aturan	W3	Tidak adanya kegiatan pemantauan kestabilan
S4	Membuat Rencan Reklamasi dan Pascatambang		

Sumber : Analisis, 2022

**Tabel 7.** Pernyataan Kuesioner Faktor Eksternal

No	Peluang/ <i>Opportunity</i>	No	Ancaman/ <i>Threat</i>
O1	Vegetasi di sekitar lokasi penambangan	T1	Tingkat Bahaya Erosi Tinggi
O2	Erodibilitas tanah rendah	T2	Potensi Longsor Tinggi
O3	Morfologi perbukitan landai	T3	Genangan air di lokasi tambang
		T4	Curah hujan tinggi
		T5	Hilangnya vegetasi penutup lahan

T6	Lereng perbukitan curam
----	-------------------------

Sumber : Analisis, 2022 (Internal Factor Analysis Summary)

Penaksiran pada matrik IFAS adalah penaksiran bobot, rating dan skor dengan jumlah bobot tidak melebihi 1,00 dan menghitung besaran rating setiap faktor dengan memberikan skala 1 (tidak penting) sampai dengan skala 4 sangat penting. Besaran bobot untuk setiap faktor diperoleh dari jawaban 20 responden dibagi dengan total perhitungan data kuesioner IFAS. Untuk perhitungan rating masing - masing faktor didapat dari total jawaban responden dibagi dengan jumlah responden. Sementara perhitungan skor didapat dari perkalian bobot dan rating. Perhitungan matrik IFAS dapat terlihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Kekuatan/*Strength*

No	Kekuatan/ <i>Strength</i>	Bobot	Rating	Skor
1	Membuat Kajian Geoteknik	0.16	3.5	0.55
2	Membuat Sistem Penyaliran Air Tambang	0.15	3.4	0.51
3	Membuat Jenjang Tambang Sesuai Aturan	0.16	3.55	0.56
4	Membuat Rencan Reklamasi dan Pascatambang	0.16	3.6	0.58
<b>Total Kekuatan/ <i>Strength</i></b>		<b>0.63</b>		<b>2.20</b>

Sumber : Analisis, 2022

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Kelemahan/*Weakness*

No	Kelemahan/ <i>Weakness</i>	Bobot	Rating	Skor
1	Belum terlaksananya kegiatan reklamasi/revegetasi	0.12	2.8	0.35
2	Pengelolaan air drainase tidak optimal	0.12	2.8	0.35
3	Tidak adanya kegiatan pemantauan kestabilan	0.12	2.8	0.35
Total Kelemahan/ <i>Weakness</i>		0,37		1,05
<b>Total faktor internal</b>		<b>1,00</b>		<b>3,25</b>

Sumber : Analisis, 2022

b. Matriks EFAS (*Eksternal Factor Analysis Summary*)

Penaksiran bobot setiap faktor diperoleh dari total jawaban 20 responden dibagi dengan akumulasi data kuesioner EFAS. Untuk perhitungan rating setiap faktor didapat dari akumulasi jawaban responden dibagi dengan jumlah responden. Sementara penaksiran skor didapat dari perkalian bobot dan rating. Perhitungan matrik EFAS dapat terlihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Peluang/*Opportunity*

No	Peluang/ <i>Opportunity</i>	Bobot	Rating	Skor
1	Vegetasi di sekitar lokasi penambangan	0.10	2.75	0.28
2	Erodibilitas tanah rendah	0.05	1.4	0.07
3	Morfologi perbukitan landai	0.12	3.3	0.40
		0.10	2.85	0.30
<b>Total Peluang/<i>Opportunity</i></b>		<b>0,38</b>		<b>1,04</b>

Sumber : Analisis, 2022

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Ancaman/*Threat*

No	Ancaman/ <i>Threat</i>	Bobot	Rating	Skor
1	Tingkat Bahaya Erosi Tinggi	0.08	2.1	0.16
2	Potensi Longsor Tinggi	0.11	3.15	0.36
3	Genangan air di lokasi tambang	0.09	2.35	0.20
4	Curah hujan tinggi	0.13	3.45	0.43
5	Hilangnya vegetasi penutup lahan	0.10	2.8	0.29
6	Lereng perbukitan curam	0.12	3.3	0.40
Total Ancaman/ <i>Threat</i>		0,62		1,84
<b>Total faktor eksternal</b>		<b>1,00</b>		<b>2,88</b>

Sumber : Analisis, 2022

c. Analisis SWOT

Instrumen yang digunakan untuk menguraikan strategi pengelolaan erosi adalah matriks SWOT. Akumulasi faktor internal dan eksternal divisualisasikan dalam bentuk diagram analisis SWOT serta kombinasi matrik SWOT. Rumusan alternatif strategi merupakan solusi yang dapat digunakan perusahaan untuk menjalankan kegiatan operasional ke depannya. Berikut hasil kombinasi matrik yang didapat dari indikator dan dilakukan kombinasi antara faktor internal dan eksternal. Kombinasi strategi SWOT dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Kombinasi strategi matriks SWOT

		Kekuatan/ <i>Strength</i>		Kelemahan/ <i>Weakness</i>	
		Membuat Kajian Geoteknik	Membuat Sistem Penyaliran Air Tambang	Belum terlaksananya kegiatan reklamasi/revegetasi	Pengelolaan air drainase tidak optimal
		Membuat Jenjang Tambang Sesuai Aturan	Membuat Rencana Reklamasi dan Pascatambang	Tidak adanya kegiatan pemantauan kestabilan	
Peluang/ <i>Opportunity</i>		S - O		W - O	
Vegetasi di sekitar lokasi penambangan	a.	Dengan membuat kajian geoteknik dapat diketahui nilai erodibilitas tanah		a.	Mencegah tertundanya pelaksanaan reklamasi sehingga vegetasi sekitar tambang terjaga
Erodibilitas tanah rendah	b.	Membuat sistem penyaliran air tambang pada morfologi landai		b.	Membuat saluran drainase agar morfologi landau tidak mudah tergenang air limpasan
Morfologi perbukitan landai	c.	Membuat jenjang tambang memudahkan dalam merevegetasi		c.	Dilakukan kegiatan pemantauan kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya erosi dan longsor
	d.	Membuat rencana reklamasi dan pascatambang yang sesuai dengan vegetasi di sekitar lokasi penambangan			
Ancaman/ <i>Threat</i>		S - T		W - T	
Tingkat Bahaya Erosi Tinggi	a.	Membuat kajian geoteknik untuk mengetahui tingkat bahaya erosi dan potensi longsor		a.	Melaksanakan kegiatan reklamasi/revegetasi untuk mengurangi tingkat erosi tinggi, mengurangi potensi longsor dan mengganti hilangnya vegetasi penutup lahan
Potensi Longsor Tinggi	b.	Dengan adanya sistem penyaliran yang baik, tingkat bahaya erosi menjadi rendah, potensi longsong berkurang, tidak terjadi genangan air di lokasi tambang.		b.	Membuat pengelolaan air drainase untuk mengurangi potensi tinggi erosi, longsor dan genangan air di lokasi tambang
Genangan air di lokasi tambang	c.	Membuat jenjang penambangan untuk mencegah erosi, mengurangi potensi longsor, mengurangi terjadinya genangan air dan membuat lereng yang curam jadi landau		c.	Melakukan pemantauan kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya longsor akibat curah hujan tinggi.
Curah hujan tinggi	d.	Membuat rencana reklamasi dan pascatambang untuk mengganti hilangnya vegetasi penutup lahan			
Hilangnya vegetasi penutup lahan					
Lereng perbukitan curam					

Sumber : Analisis, 2022

#### D. SIMPULAN DAN SARAN

Erosi yang terjadi dipengaruhi oleh karakteristik kawasan tersebut, Kecamatan Sungai Pinyuh memiliki curah hujan rata-rata bernilai 2.544,55 mm/tahun (kategori rentan bencana longsor) dan memiliki kondisi lereng dengan kemiringan 38,77% (kategori rawan bencana longsor). Analisis Kerawanan Erosi berdasarkan metode USLE di peroleh 5 lokasi yang termasuk kategori Sangat Berat "SB" dengan nilai erosi terberat pada titik TPB-T-A3 sebesar 5.439,35 ton/ha/tahun, sedangkan nilai erosi teringan terletak pada titik TPTB-R-A1 sebesar 0,25 ton/ha/tahun. Dampak erosi dari kegiatan pertambangan yaitu, hilangnya bahan organik, hilangnya vegetasi penutup lahan, perubahan bentuk lahan, dan tebing-tebing yang rawan longsor. Strategi penanggulangan erosi terhadap penambangan menggunakan metode SWOT berdasarkan analisis IFAS dan EFAS diperoleh hasil diagram cartesius pada kuadran II berupa strategi diversifikasi atau melakukan penambahan yang disesuaikan berdasarkan kondisi lapangan dengan membuat kajian Geoteknik, membuat sistem penyaliran air tambang, membuat jenjang

tambang serta merencanakan reklamasi dan pascatambang untuk menanggulangi dampak erosi yang terjadi akibat penambangan andesit.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh komponen yang berpartisipasi aktif dalam penyelesaian draf artikel ilmiah ini terutama pada pihak yang telah mendanai kegiatan penelitian ini sehingga terlaksana dengan baik.

### DAFTAR RUJUKAN

- Adpendi, A., Oktavia, M., & M. (2020). Strategi Pengembangan Pitlake Bekas Tambang Batubara Sebagai Obyek Wisata Di Pt. Mbt Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. *Mine Magazine*, 1(2).
- Ahmad, N. S. B. N., Mustafa, F. B., Muhammad Yusoff, S. A. Y., & Didams, G. (2020). A systematic review of soil erosion control practices on the agricultural land in Asia. *International Soil and Water Conservation Research*, 8(2), 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2020.04.001>
- Andarwati, N., Santoso, A. P. B., & Nurcholis, M. (2021). 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. <https://doi.org/10.31315/jta.v17i2.4238>
- Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah Dan Air (2nd Ed.). In *Ipb Press*. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Asdak, C. (2010). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. In *Detiknews. Gajah Mada University Press*.
- Azri, A. (2020). Pengaruh Pupuk Hayati Dan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas Tanaman Jagung Pada Lahan Bekas Tambang Bouksit. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 22(2), 225. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v22n2.2019.p238-248>
- Azwari, F., & Rajab, A. (2021). Dampak Pertambangan Batubara Terhadap Sosial dan Ekonomi Masyarakat di RT. 17, Desa Loa Duri Ulu, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 116–121. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.478>
- Banuwa, I.S. (2013). *Erosi. Kencana Prenada Media Group*, Jakarta.
- Bhan, S & Behera, U. K. (2014). Conservation agriculture in India – Problems, prospects and policy issues. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(4), 1–12. [https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30053-8](https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30053-8)
- Boldy, R., Santini, T., Annandale, M., Erskine, P. D., & Sonter, L. J. (2021). Understanding the impacts of mining on ecosystem services through a systematic review. *Extractive Industries and Society*, 8(1), 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.12.005>
- Chen, J., Li, Z., Xiao, H., Ning, K., & Tang, C. (2021). Effects of land use and land cover on soil erosion control in southern China: Implications from a systematic quantitative review. *Journal of Environmental Management*, 282(December 2020), 111924. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111924>
- Donovan, M. (2022). Modelling soil loss from surface erosion at high-resolution to better understand sources and drivers across land uses and catchments; a national-scale assessment of Aotearoa, New Zealand. *Environmental Modelling and Software*, 147, 105228. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105228>
- Fatiatun, F., Firdaus, F., Jumini, S., & Adi, N. P. (2019). Analisis Bencana Tanah Longsor Serta Mitigasinya. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 5(2), 134. <https://doi.org/10.32699/spektra.v5i2.113>
- Firdaus, M. I., & Yuliani, E. (2022). Kesesuaian Lahan Permukiman Terhadap Kawasan Rawan Bencana Longsor Di Kecamatan Bandarmangu Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(2), 216.
- Hardjowigeno., Sarwono., dan W. (2007). *Evaluasi Lahan dan Perencanaan Tataguna*

*Lahan*. January 2007, Bogor: IPB Press.

- Kurnianto, F. A., Elfiani, V., & Alfani, A. F. (2021). Analisis Spasial Kerentanan Banjir dan Longsor di Kabupaten Banyuwangi. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 49–60. <https://doi.org/10.21067/jpig.v6i1.5323>
- Muliatiningsih, M., & Zulaeha, Z. (2018). Kajian Indeks Erodibilitas Tanah Pada Beberapa Sistem Pola Tanam. *Jurnal Agrotek UMMat*, 5(1), 69. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.272>
- Mooney, H. A. (2005). Millennium Ecosystem Assessment.
- N, J., & Merang, K. R. I. (2020). Dampak Pertambangan Batubara Dalam Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat di Desa Apung Kecamatan Tanjung Selor Kabupaten Bulungan. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara (JUAN)*, 8(2), 111–121. <https://doi.org/10.31629/juan.v8i2.2679>
- Naryanto, H. S., Prawiradisstra, F., Ardiyanto, R., & Hidayat, W. (2020). Analisis Pasca Bencana Tanah Longsor 1 Januari 2020 Dan Evaluasi Penataan Kawasan Di Kecamatan Sukajaya, Kabupaten Bogor. *Jurnal Geografi Gea*, 20(2), 197–213. <https://doi.org/10.17509/gea.v20i2.24232>
- Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisstra, F., & Kristijono, A. (2019). Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 272. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- Nugroho, H. (2017). Coal as the National Energy Supplier Forward: What are Policies to be Prepared? *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.36574/jpp.v1i1.3>
- Nura'ban, M. (2018). Pengendalian Erosi Tanah Sebagai Upaya Melestarikan Kemampuan Fungsi Lingkungan. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 93–116.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/Prt/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai.
- Rangkuti, F. (2015). Personal Swot Analysis Peluang di Balik Setiap Kesulitan. *Pt. Gramedia Pustaka Utama*.
- Riqqi, A., Hendaryanto, H., Safitri, S., Mashita, N., Sulistyawati, E., Norvyani, D. A., & Afriyanie, D. (2019). Pemetaan Jasa Ekosistem. *Seminar Nasional Geomatika*, 3(June), 237. <https://doi.org/10.24895/sng.2018.3-0.962>
- Rosmini, R. (2017). Pembangunan Industri Tambang Yang Berwawasan Lingkungan Di Indonesia. *Yuriska: Jurnal Ilmiah Hukum*, 2(1), 117. <https://doi.org/10.24903/yrs.v2i1.80>
- Sarminah, S., Kristianto, D., & Syafrudin, M. (2017). Analisis Tingkat Bahaya Erosi Pada Kawasan Reklamasi Tambang Batu Bara Pt Jembaran Muarabara Kalimantan Timur. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2), 154–162. <https://doi.org/10.32522/ujht.v1i2.793>
- Wolka, K., Biazin, B., Martinsen, V., & Mulder, J. (2021). Soil and water conservation management on hill slopes in Southwest Ethiopia. I. Effects of soil bunds on surface runoff, erosion and loss of nutrients. *Science of the Total Environment*, 757, 142877. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142877>
- Yulina, H., Saribun, D. S., Adin, Z., & Maulana, M. H. R. (2015). Hubungan antara Kemiringan dan Posisi Lereng dengan Tekstur Tanah, Permeabilitas dan Erodibilitas Tanah pada Lahan Tegalan di Desa Gunungsari, Kecamatan Cikatomas, Kabupaten Tasikmalaya. *Agrikultura*, 26(1), 15–22. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v26i1.8456>
- Zhao, J., Wang, Z., Dong, Y., Yang, Z., & Govers, G. (2022). How soil erosion and runoff are related to land use, topography and annual precipitation: Insights from a meta-analysis of erosion plots in China. *Science of the Total Environment*, 802, 149665. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149665>