

## Integrasi USLE-SIG dan Zonasi Konservasi untuk Mitigasi Bencana: Studi Kasus Desa Poi, Sigi

\*Supriadi Takwim<sup>1</sup>, Iwan Setiawan Basri<sup>1</sup>, Aqib Ramadhan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako Palu, Indonesia

Alamat Email: [supriaditakwim@gmail.com](mailto:supriaditakwim@gmail.com)

\*Penulis korespondensi, Masuk: 30 Nov. 2024, Direvisi: 24 Jul. 2025, Diterima: 16 Sep. 2025

**ABSTRAK:** Potensi erosi yang ada di Sulawesi Tengah sangat bervariasi, dari mulai sangat ringan hingga sampai sangat berat. Desa Poi merupakan salah satu Desa yang berpotensi terjadinya erosi, Penelitian ini bertujuan untuk memetakan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dan mengidentifikasi mitigasi apa yang dapat diterapkan sesuai dengan acuan yang ada, hasil klasifikasi tingkat bahaya erosi dan kondisi fisik Desa Poi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode USLE (Universal Soil Loss Equation) tujuan dari metode ini untuk mendapatkan nilai erosi (A) dengan mengalikan beberapa faktor yaitu (R) erosititas hujan, (K) erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng (LS), (C) vegetasi dan pengelolaan tanaman, dan (P) konservasi tanah. Berdasarkan hasil penelitian nilai laju erosi tertinggi di Desa Poi pada terdapat pada jenis penggunaan lahan yaitu lahan terbuka sebesar 7.475.53 ton/ha/thn dengan nilai LS sebesar 9,5 berada pada kelerengan sangat curam (45). Jika melihat persebaran luasan tingkat bahaya erosi berdasarkan dusun, Tingkat Bahaya Erosi (TBE) yang berkategori sangat berat paling luas berada di Dusun 1 dengan total luasan 50.21 hektar. Mitigasi bencana yang diterapkan pada lokasi penelitian yaitu bentuk mitigasi structural dan nonstructural berupa teknik konservasi tanah/lahan yaitu metode sipil teknis, vegetatif dan kimiawi. Kemudian arahan konservasi lahan diidentifikasi berdasarkan klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi Kemudian metode vegetatif dilakukan dengan membagi area prioritas konservasi menjadi empat prioritas yaitu prioritas konservasi I seluas 66.41 Ha, prioritas II seluas 32.66 Ha, prioritas III seluas 327.11 Ha, dan prioritas konservasi IV seluas 228.76 Ha.

**Kata kunci:** Tingkat Bahaya Erosi, Mitigasi Bencana, Arahan Konservasi Lahan

**ABSTRACT:** The erosion potential in Central Sulawesi varies greatly, ranging from very light to very severe. Poi Village is one of the villages with potential erosion, and this research aims to map the Erosion Hazard Level (EHL) and identify what mitigations can be applied according to existing references, the results of the erosion hazard level classification, and the physical conditions of Poi Village. The method used in this research is the USLE (Universal Soil Loss Equation) method, which aims to obtain the erosion value (A) by multiplying several factors, namely (R) rainfall erosivity, (K) soil erodibility, slope length and steepness (LS), (C) vegetation and land management, and (P) soil conservation. Based on the research results, the highest erosion rate in Desa Poi is found in the land use type of open land, amounting to 7,475.53 tons/ha/year with an LS value of 9.5, located on very steep slopes. (45). If we look at the distribution of erosion hazard levels based on the hamlet, the Erosion Hazard Level (EHL) categorized as very severe is most extensive in Hamlet 1 with a total area of 50.21 hectares. Disaster mitigation applied at the research location includes both structural and non-structural mitigation in the form of soil/land conservation techniques, namely civil-technical, vegetative, and chemical methods. Subsequently, land conservation directions are identified based on the classification of Erosion Hazard Levels. The vegetative method is then carried out by dividing the conservation priority areas into four priorities: conservation priority I covering 66.41 Ha, priority II covering 32.66 Ha, priority III covering 327.11 Ha, and conservation priority IV covering 228.76 Ha.

**Keywords:** Erosion Hazard Level, Disaster Mitigation, Land Conservation Directions

### 1. PENDAHULUAN

Erosi tanah adalah proses di mana partikel-partikel tanah berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain, baik karena faktor alami seperti hujan dan angin, maupun akibat aktivitas manusia seperti pertanian

intensif, deforestasi, dan penggembalaan berlebihan [1]. Permukaan bumi secara terus-menerus mengalami perubahan, di mana pada satu wilayah terjadi pengikisan tanah, sementara di wilayah lain

terjadi akumulasi material, sehingga bentuk lahan mengalami transformasi sepanjang waktu. Erosi tanah tidak hanya merusak lahan di daerah hulu, tetapi juga membawa dampak besar ke wilayah tengah dan hilir melalui transportasi sedimen. Di hulu, erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah subur, menurunkan produktivitas pertanian, dan mempercepat degradasi lahan [2].

Erosi tanah di Indonesia sangat dipengaruhi oleh curah hujan tinggi, topografi berbukit, dan konversi lahan hutan menjadi pertanian atau permukiman. Daerah dengan lereng curam dan tutupan vegetasi yang berkurang sangat rentan terhadap erosi, seperti terlihat di berbagai DAS di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi [3]. Wilayah Sulawesi Tengah, berpotensi erosi sangat beragam, mulai dari kategori sangat ringan hingga sangat berat. Desa Poi menjadi salah satu wilayah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap erosi karena karakter morfologinya yang beragam, meliputi kawasan dataran rendah hingga pegunungan dengan ketinggian antara 55 hingga 2.118 meter di atas permukaan laut. Curah hujan yang relatif tinggi, kontur lereng yang bervariasi dari landai hingga sangat curam, serta pemanfaatan lahan yang minim vegetasi pelindung turut memperbesar risiko erosi; terlebih lagi, peristiwa gempa PASIGALA pada 28 September 2018 menyebabkan longsor di area perbukitan dekat permukiman Desa Poi, dengan material longsor seluas sekitar 65 hektar yang berpotensi menimbulkan erosi lanjutan.

Akumulasi material akibat erosi memang tidak meluas hingga ke wilayah permukiman, namun tetap menimbulkan dampak signifikan bagi masyarakat, terutama para petani, karena menyebabkan sedimentasi yang mengakibatkan pendangkalan sungai serta menjadikan aliran air menjadi keruh dan berlumpur. Kondisi ini, jika tidak segera ditangani, dapat memberikan dampak negatif yang lebih luas bagi warga Desa Poi. Penilaian terhadap Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dapat dilakukan melalui pendekatan langsung maupun tidak langsung, namun pendekatan langsung kerap menghadapi berbagai kendala, seperti kebutuhan tenaga kerja yang besar dan waktu yang lama. Metode USLE telah menjadi standar dalam memprediksi laju erosi tanah di berbagai wilayah Indonesia karena kemudahan, efisiensi, dan akurasinya. USLE mengintegrasikan faktor-faktor utama penyebab erosi (curah hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, tutupan lahan, serta praktik konservasi) sehingga mampu menghasilkan peta risiko erosi yang detail [4].

Mengacu pada permasalahan erosi yang terjadi di Desa Poi, diperlukan suatu kajian ilmiah mengenai Tingkat Bahaya Erosi (TBE) untuk memahami sejauh mana tingkat kerawannya. Atas dasar tersebut, peneliti berinisiatif melakukan studi di wilayah ini dengan tujuan memetakan TBE serta mengidentifikasi bentuk mitigasi yang paling tepat berdasarkan pedoman yang tersedia dan karakteristik fisik wilayah Desa Poi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang komprehensif mengenai distribusi tingkat bahaya erosi dan strategi mitigasi yang relevan. Informasi tersebut nantinya dapat dimanfaatkan oleh aparat desa, masyarakat lokal, maupun instansi terkait sebagai dasar perencanaan dalam upaya pengelolaan dan pengendalian erosi di kawasan tersebut.

Berbagai studi menunjukkan bahwa penggunaan model USLE yang terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat efektif untuk memetakan tingkat bahaya erosi, khususnya di kawasan dengan curah hujan tinggi dan topografi yang curam. Integrasi ini memungkinkan analisis spasial yang detail, identifikasi area prioritas, serta visualisasi distribusi risiko erosi secara menyeluruh [5]. Penelitian-penelitian tersebut juga menegaskan pentingnya mempertimbangkan faktor penutup lahan berupa vegetasi, karakteristik jenis tanah, serta riwayat kejadian bencana dalam merancang strategi konservasi lahan yang komprehensif. Penelitian ini memiliki urgensi untuk dilakukan karena belum banyak studi yang menghubungkan pemetaan TBE dengan prioritas konservasi di tingkat desa pascabencana. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tiga tujuan utama meliputi tujuan analitis, tujuan terapan, dan tujuan ilmiah. Tujuan analitisnya yaitu memetakan dan mengklasifikasi TBE. Tujuan terapannya yaitu merancang zonasi prioritas konservasi. Tujuan ilmiahnya yaitu menilai efektivitas USLE-SIG sebagai alat pengambilan keputusan di wilayah rawan bencana.

## 2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama periode Januari hingga Juli 2024, dengan lokasi studi berada di Desa Poi, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi. Secara geografis, Desa Poi terletak pada koordinat 1°08'50" Lintang Selatan dan 119°52'59" Bujur Timur, dengan luas wilayah mencapai 20,06 km<sup>2</sup>.

Proses penelitian mencakup beberapa tahapan, dimulai dari tahap persiapan, pengumpulan data, penyusunan model data spasial menggunakan perangkat lunak GIS, hingga analisis data. Data sekunder yang digunakan meliputi peta penggunaan

lahan yang diambil dari shapefile RTRW Kabupaten Sigi tahun 2021 (skala ketelitian 1:50.000) dan didigitasi ulang berdasarkan citra satelit dari Google Earth Pro untuk memperoleh tingkat ketelitian yang lebih tinggi (skala ketelitian 1:20.000), peta kemiringan lereng hasil olahan data DEM (SRTM 30m), peta jenis tanah yang memadukan data bersumber dari RTRW dan data Litbang Pertanian Kabupaten Sigi (skala ketelitian 1:25.000), serta data curah hujan sepuluh tahun terakhir yang diperoleh dari Stasiun BMKG Kelas II Sis Aljufri Palu.

Proses overlay dalam GIS menggabungkan empat peta utama meliputi peta erosivitas hujan (*rainfall erosivity*), peta kemiringan lereng (*slope gradient*), peta erodibilitas tanah (*soil erodibility*), dan peta penggunaan lahan (*land use*) untuk menghasilkan peta risiko erosi yang komprehensif. Setiap peta mewakili faktor kunci dalam model prediksi erosi seperti USLE atau RUSLE, dan overlay dilakukan dalam format raster atau vektor menggunakan perangkat lunak GIS [6]. Keempat peta tersebut berfungsi sebagai dasar untuk menghitung nilai erosi. Dalam hal ini, peta penggunaan lahan digunakan untuk menentukan nilai faktor CP, peta kelas lereng untuk menghitung nilai faktor LS, peta jenis tanah untuk memperoleh nilai faktor K, serta data curah hujan dimanfaatkan untuk menentukan nilai faktor R. Analisis kemudian dilanjutkan dengan menerapkan metode USLE yang diintegrasikan dengan sistem GIS guna memprediksi besarnya laju erosi pada masing-masing jenis penggunaan lahan yang dianalisis.

**2.1 Nilai Untuk Erosivitas Hujan (R)**

Erosivitas curah hujan, yang menggabungkan intensitas dan energi hujan, merupakan faktor utama yang menentukan besarnya aliran permukaan (runoff) dan erosi tanah, khususnya di daerah beriklim lembab dengan curah hujan tinggi [7]. Nilai dari R dapat disebut juga erosivitas atau daya rusak hujan. Faktor R, yang juga dikenal sebagai indeks erosivitas atau daya rusak hujan, dihitung berdasarkan data curah hujan rata-rata tahunan. Penentuan nilai R (rainfall erosivity) dengan rumus Lenvain dilakukan dengan mengolah data curah hujan historis yang telah dikumpulkan dari stasiun pengamatan. Data curah hujan tahunan atau bulanan diolah secara statistik untuk menghitung indeks erosivitas hujan. Rumus Lenvain merupakan salah satu metode empiris yang banyak digunakan di Indonesia karena dapat diaplikasikan pada data curah hujan dengan resolusi rendah (tahunan/bulanan) [8].

$$Rm = 2,21 (Rain)m 1,36$$

Keterangan:

- Rm = Erosivitas dari curah hujan tahunan rata-rata
- (Rain)m = Curah hujan rata-rata perbulan dalam cm
- R =  $\sum_{m=1}^{12} (Rm)$  = Jumlah Rm (12 bulan).

**2.2 Nilai Untuk Erodibilitas Tanah**

Pemetaan faktor K memungkinkan identifikasi area yang paling rentan terhadap erosi, sehingga tindakan konservasi dapat difokuskan secara efektif di wilayah prioritas dalam daerah tangkapan air [9]. Nilai K sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah, kandungan bahan organik, struktur, permeabilitas, dan kadang juga oleh faktor topografi serta penggunaan lahan [10]. Peta erodibilitas tanah dikembangkan dari peta jenis tanah, yang dalam penelitian ini bersumber dari dokumen RTRW Kabupaten Sigi tahun 2020–2040. Nilai erodibilitas tanah (K) pada berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel ini menampilkan nilai erodibilitas (K) pada berbagai jenis tanah di Desa Poi. Nilai K yang tinggi menunjukkan tingkat kerentanan tanah terhadap erosi [11].

Tabel 1. Nilai K pada berbagai jenis tanah

Jenis Tanah	Nilai K
Aluvial	0,47
Latosol	0,31
Kompleks Podsolik Merah-Kuning dan Laterik	0,32
Organosol glei humus	0,301

(Sumber: Andriyani dkk, 2024)

**2.3 Nilai Untuk Panjang dan Kemiringan Lereng**

Nilai LS merepresentasikan rasio antara jumlah tanah yang tererosi dari suatu petak lahan tertentu dibandingkan dengan tanah yang tererosi pada luasan lahan standar pada tingkat kemiringan tertentu. Nilai LS (*slope length and steepness factor*) dalam model USLE/RUSLE dihitung dengan menggabungkan panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S), yang keduanya diperoleh dari analisis peta kemiringan hasil Digital Elevation Model (DEM) [12]. Kelas kemiringan lereng beserta nilai faktor LS ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel ini menunjukkan klasifikasi kelas kemiringan lereng dan nilai faktor LS yang digunakan dalam perhitungan USLE [13].

Tabel 2. Penilaian kelas lereng dan faktor LS

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Keterangan	Nilai LS
I	0 – 8	Datar	0,40

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Keterangan	Nilai LS
II	8 – 15	Landai	1,40
III	15 – 25	Cukup Curam	3,10
IV	25 – 40	Curam	6,80
V	>40	Sangat Curam	9,50

(Sumber: Zhang dkk, 2023)

## 2.4 Nilai Untuk Panjang dan Kemiringan Lereng

Vegetasi penutup memegang peranan penting dalam melindungi permukaan tanah dari proses erosi, khususnya pada area dengan kemiringan lereng yang tinggi [14]. Informasi mengenai tindakan konservasi yang diterapkan pada suatu lahan, beserta jenis penggunaan lahannya, digunakan untuk menentukan nilai faktor tanaman dan pengelolaan lahan (CP). Selanjutnya, nilai CP diklasifikasikan berdasarkan kategori tertentu yang ditetapkan melalui peta penggunaan lahan. Nilai faktor CP untuk tiap penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel ini menyajikan nilai faktor C dan P yang digabungkan menjadi nilai CP untuk berbagai jenis penggunaan lahan [15].

Tabel 3. Nilai faktor CP untuk berbagai jenis penggunaan lahan

Jenis Penggunaan Lahan	Nilai CP
Belukar Rawa	0,01
Rawa	0,01
Semak / Belukar	0,30
Pertanian Lahan Kering Campur	0,19
Pertanian Lahan Kering	0,28
Perkebunan	0,50
Pemukiman	0,95
Hutan Lahan Kering Sekunder	0,01
Hutan Mangrove Sekunder	0,01
Hutan Rawa Sekunder	0,01
Hutan Tanaman	0,05
Sawah	0,01
Tambak	0,001
Tanah Terbuka	0,95
Pertambangan	1,00

(Sumber: Ebabu dkk, 2022))

## 2.5 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Nilai Tingkat Bahaya Erosi (TBE) diperoleh melalui perbandingan antara nilai A, yaitu laju erosi aktual, dan nilai T, yakni batas toleransi erosi yang dapat diterima. Apabila selisih antara nilai A dan T masih dalam rentang toleransi, maka dampak erosi terhadap ekosistem di wilayah daerah aliran sungai (DAS) relatif kecil. Sebaliknya, jika nilai A melebihi nilai T, maka potensi kerusakan ekosistem

meningkat, sehingga diperlukan tindakan konservasi tanah dan air secara segera. Kategori klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) secara lengkap disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 ini berisi kategori klasifikasi TBE berdasarkan perbandingan nilai erosi aktual (A) dengan nilai toleransi erosi (T) [16].

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Nilai	Kriteria TBE
< 1,0	Rendah
1,10 – 4,0	Sedang
4,01 – 10,0	Tinggi
>10.01	Sangat Tinggi

(Sumber: Naharuddin dkk, 2021)

## 2.6 Mitigasi Bahaya Erosi

Mitigasi bahaya erosi merupakan serangkaian upaya yang bertujuan untuk mengurangi dan menekan tingkat risiko erosi yang disebabkan oleh tingginya daya rusak hujan (erosivitas), melalui strategi yang berorientasi pada penurunan tingkat ancaman. Berdasarkan temuan langsung di lapangan, diketahui bahwa Desa Poi, sebagai wilayah yang tergolong rawan terhadap bencana banjir bandang, telah memiliki bentuk mitigasi struktural berupa sabo dam. Sabo dam adalah infrastruktur pengendali aliran material longsor atau lahar yang dibangun melintang di sepanjang aliran sungai, dengan prinsip kerja menahan, menampung, serta mengalirkan sedimen atau material pasir sambil tetap meloloskan air ke bagian hilir. Kejadian banjir bandang di Desa Poi sendiri merupakan dampak dari proses erosi dan longsor yang dipicu oleh gempa bumi PASIGALA tahun 2018. Berdasarkan hasil survei lapangan dan telaah literatur, penelitian ini merekomendasikan kombinasi strategi mitigasi, baik secara struktural maupun non-struktural. Mitigasi dirumuskan dengan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan [17].

## 2.7 Arahan Konservasi Lahan

Konservasi lahan merupakan upaya yang bertujuan untuk menurunkan tingkat bahaya erosi tanah dengan cara mengendalikan atau mengurangi faktor-faktor pemicu erosi, seperti minimnya penutup lahan dan belum optimalnya penerapan teknik konservasi sipil teknis. Sementara itu, faktor-faktor alamiah seperti erosivitas curah hujan, kemiringan lereng, dan sifat erodibilitas tanah sulit dikendalikan karena merupakan karakteristik alami. Tindakan konservasi lahan dapat dilaksanakan melalui tiga

pendekatan utama, yakni metode vegetatif, fisik, dan kimiawi.

Metode vegetatif dilakukan dengan memanfaatkan tanaman untuk memperlambat laju erosi, antara lain melalui Menggunakan tanaman penutup, rumput kontur, pohon berkayu, tanaman multifungsi (MPTS), mulsa, dan vegetative barriers seperti Vetiver dan *Stylosanthes* [18]. Manfaatnya dapat menurunkan erosi hingga 80–99%, meningkatkan infiltrasi, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan cadangan karbon organik. Pengaplikasiannya sangat efektif di lahan miring dan area rawan erosi, serta dapat meningkatkan produktivitas tanaman.

Metode fisik atau sipil teknis meliputi Penerasan (terasering, *bench terraces*), dam pengendali, dam penahan, *gully plug*, rorak, saluran drainase, *stone bunds*, dan *check dam* [19]. Mengendalikan aliran permukaan, menahan sedimen, memperlambat laju air, dan menurunkan kehilangan tanah hingga 39–83%. Pengaplikasiannya cocok untuk lahan dengan kemiringan tinggi dan area dengan risiko erosi berat.

Metode kimiawi melibatkan penggunaan bahan kimia tertentu untuk meningkatkan kestabilan tanah dan mencegah terjadinya erosi [20]. Manfaatnya dapat memperbaiki pH, meningkatkan kesuburan, memperkuat agregat tanah, dan meningkatkan stabilitas tanah. Pengaplikasiannya biasanya sebagai pelengkap metode lain, terutama pada tanah bermasalah secara kimia atau struktur.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Sejarah Kebencanaan Desa Poi

Data historis kejadian banjir dan erosi dari masyarakat dapat digunakan untuk memvalidasi dan mengkalibrasi model numerik atau peta risiko berbasis GIS, sehingga hasilnya lebih sesuai dengan realitas lokal [21]. Berdasarkan Surat Keputusan Peraturan Daerah Kabupaten Donggala Nomor 31 Tahun 2007 tentang Pembentukan Desa Poi di Kecamatan Dolo Selatan, ditetapkan bahwa Desa Poi menjadi desa definitif, dan pada tanggal 31 Desember 2007 dilantik Kepala Desa pertama, Bapak Alinurdin S.Sos., oleh Bupati Donggala saat itu, Drs. H. Habir Ponulele, MM. Penduduk asli Desa Poi berasal dari etnis Kaili dengan dialek Ado, yang kemudian berkembang dengan kedatangan penduduk dari kelompok Kaili dialek Da'a serta masyarakat Bugis yang menetap di wilayah tersebut. Informasi mengenai kronologi kejadian bencana yang pernah terjadi di Desa Poi, termasuk dampaknya, diperoleh melalui proses kajian risiko secara partisipatif bersama masyarakat di masing-masing dusun. Rekam jejak kejadian bencana Desa Poi ditampilkan pada

Tabel 5. Tabel ini mendokumentasikan kronologi bencana banjir, gempa, dan longsor di Desa Poi, berdasarkan keterangan masyarakat tiap dusun.

Tabel 5. Sejarah Kebencanaan Desa Poi Dirinci Per Dusun

No	Tahun	Deskripsi Peristiwa
DUSUN I		
1	1992	Banjir pernah terjadi di Desa Poi dan memberikan dampak signifikan khususnya di Dusun I, tepatnya di RT 01, di mana area sekitar kantor desa hingga lapangan turut terdampak akibat meluapnya Sungai Tinombu. Menurut keterangan warga, penyebab utama meluapnya sungai tersebut adalah curah hujan yang tinggi, dengan ketinggian air mencapai betis orang dewasa serta membawa material berupa lumpur dan pasir.
2	2018	Wilayah ini juga pernah mengalami gempa bumi yang tidak hanya merusak bangunan milik warga, tetapi juga memicu terjadinya longsor di Gunung Poi dengan luas area terdampak sekitar 60 hektar.
3	2019	Di tahun berbeda, banjir skala kecil kembali melanda RT 01 bagian selatan sebagai akibat dari luapan Sungai Tai Vuvu sebuah sungai musiman yang disebabkan oleh curah hujan tinggi, meskipun ketinggian air hanya mencapai mata kaki dan tidak disertai material lumpur atau pasir.
4	2020	Banjir kembali terjadi akibat meluapnya Sungai Tinombu, dengan wilayah terdampak berada di belakang kantor desa, tepatnya di RT 01. Genangan air mencapai ketinggian sebatas mata kaki dan membawa serta material berupa pasir dan lumpur. Penyebab utama kejadian ini adalah tertutupnya alur sungai oleh longsor tanah dan batu berukuran besar, sehingga saat terjadi hujan lebat, aliran sungai tidak tertampung dan akhirnya meluap ke permukiman sekitar.
DUSUN II		
1	1992	Banjir terjadi sebagai akibat aliran dari Sungai Tinombu yang meluap selama musim hujan dengan intensitas tinggi, sehingga menyebabkan

No	Tahun	Deskripsi Peristiwa
2	2017	genangan di area permukiman dan sepanjang Jalan Poros Palu-Bangga. anjir juga tercatat melanda wilayah Dusun 2, meskipun skalanya tidak disebutkan secara rinci..
3	2018	Gempa bumi yang terjadi memberikan dampak serius terhadap bangunan milik warga dan memicu longsor di kawasan Gunung Poi dengan luas area terdampak mencapai 60 hektar.
4	2020	Peristiwa banjir lainnya mengakibatkan genangan di beberapa lokasi, termasuk permukiman, lahan pertanian, dan area perkebunan, bahkan disertai longsor yang terjadi bersamaan dengan curah hujan tinggi, sehingga aliran lumpur sempat melewati rumah-rumah warga.
<b>DUSUN III</b>		
1	1992	Pada tahun 1992, wilayah Dusun II Desa Poi pernah mengalami banjir yang disebabkan oleh luapan aliran Sungai Tinombu yang diperparah oleh curah hujan tinggi pada musim hujan, sehingga menyebabkan genangan di area permukiman dan sepanjang Jalan Poros Palu.
2	2018	Gempa Bumi yang terjadi turut menimbulkan kerusakan pada bangunan milik warga serta memicu longsor di kawasan Gunung Poi dengan luas terdampak mencapai 60 hektar.
3	2019	Banjir juga tercatat terjadi di wilayah Dusun 3.
4	2020	peristiwa banjir bandang yang menyebabkan beberapa rumah warga tertimbun material berupa batu dan pasir di Dusun 3.

(Sumber: Hasil Observasi dan Wawancara, 2024)

### 3.2. Nilai Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan sangat bervariasi secara spasial dan musiman, baik pada skala lokal, regional, maupun global. Nilai R-factor dapat berbeda tajam antar wilayah, bahkan dalam satu negara, tergantung pada intensitas, frekuensi, dan distribusi curah hujan [22]. Penentuan nilai erosivitas hujan dalam penelitian ini didasarkan pada data curah hujan

bulanan selama sepuluh tahun terakhir, yakni periode 2013 hingga 2022. Data tersebut diperoleh dari Stasiun BMKG Kelas II Sis Aljufri Palu sebagai sumber data resmi. Selanjutnya, data curah hujan Desa Poi dihitung menggunakan rumus Lenvain dengan menghitung rata-rata curah hujan bulanan selama sepuluh tahun. Hasil perhitungan nilai erosivitas hujan ditunjukkan pada Tabel 6. Tabel ini menunjukkan rata-rata curah hujan bulanan dan nilai erosivitas hujan (R) selama 10 tahun terakhir di Desa Poi.

Tabel 6. Nilai Erosivitas Hujan Periode 2013-2022 di Desa Poi Kabupaten Sigi

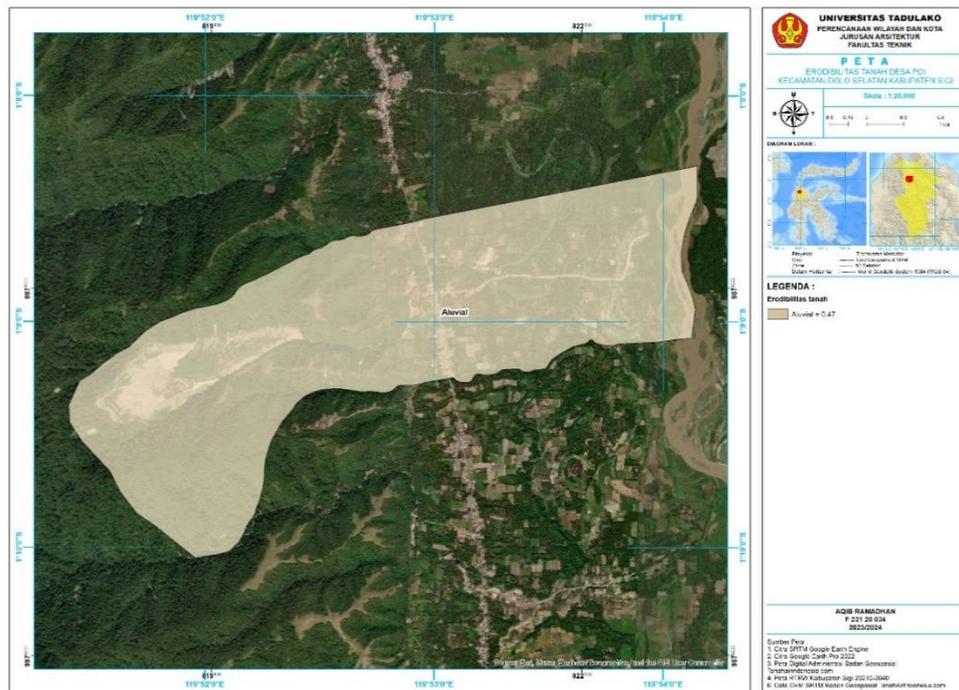
Tahun	Rerata Curah Hujan Bulanan (cm)	Nilai Erosivitas Hujan
2013	145,89	1.750,79
2014	137,11	1.645,31
2015	92,72	1.112,71
2016	158,2	1.898,45
2017	149,41	1.792,96
2018	107,23	1.286,71
2019	117,77	1.413,29
2020	219,28	2.631,45
2021	166,66	1.999,88
2022	174,35	2092,18
<b>Jumlah</b>		<b>1.762,37</b>

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Total nilai erosivitas curah hujan selama sepuluh tahun (2013–2022) tercatat sebesar 1.762,37 cm. Tingginya nilai erosivitas ini berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap permukaan tanah. Curah hujan turut memengaruhi besarnya nilai R, karena butiran hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan menghasilkan tumbukan yang memicu pergerakan partikel tanah, kemudian terbawa bersama aliran permukaan. Proses ini berlangsung secara berulang dan secara bertahap menyebabkan terjadinya erosi serta pengikisan lapisan tanah.

### 3.3. Nilai Erodibilitas Tanah (K)

Penentuan nilai K didapatkan dari Tabel 1. Berdasarkan Peta jenis tanah RTRW Kabupaten Sigi tahun 2020, Desa Poi memiliki jenis tanah alluvial dengan nilai erodibilitas sebesar 0,47. Sebaran spasial erodibilitas tanah Desa Poi dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar ini memperlihatkan sebaran spasial erodibilitas tanah di Desa Poi, dengan dominasi tanah aluvial bernilai K tinggi.



Gambar 1. Peta Erodibilitas Tanah Desa Poi (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

**3.4. Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)**

Faktor kemiringan lereng dan tingkat erodibilitas tanah merupakan dua elemen utama yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan sedimen di wilayah beriklim tropis. Nilai panjang dan kemiringan lereng ditentukan melalui analisis data peta kemiringan yang dihasilkan dari pengolahan data Digital Elevation Model (DEM), dengan klasifikasi lereng ke dalam beberapa kategori berdasarkan tingkat kemiringannya, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2 dalam bagian metode penelitian. Kelas kelerengan Desa Poi divisualisasikan pada Gambar 2. Gambar ini menunjukkan distribusi kelas lereng di Desa Poi, mulai dari datar hingga sangat curam.

Hasil interpretasi dari peta kemiringan menunjukkan adanya lima kelas lereng, dengan kelas V sebagai kategori tertinggi yang memiliki kemiringan lebih dari 40% dan nilai LS tertinggi sebesar 9,50, sementara kelas I merupakan kategori terendah dengan kemiringan antara 0–8% dan nilai LS sebesar 0,40. Peningkatan kemiringan lereng secara konsisten meningkatkan laju erosi dan hasil sedimen. Studi eksperimental menunjukkan bahwa baik pada tanah granit, loess, maupun tanah merah, semakin curam lereng, semakin besar laju kehilangan tanah dan sedimen, terutama saat intensitas hujan tinggi [23].

**3.5. Nilai Pengelolaan Taman dan Tindakan Konservasi (CP)**

Penggunaan lahan beserta nilai faktor CP ditampilkan pada Tabel 7. Tabel ini menampilkan jenis penggunaan lahan, nilai C, P, CP, serta luasan masing-masing kategori di Desa Poi.

Tabel 7. Penggunaan Lahan dan Nilai CP Desa Poi

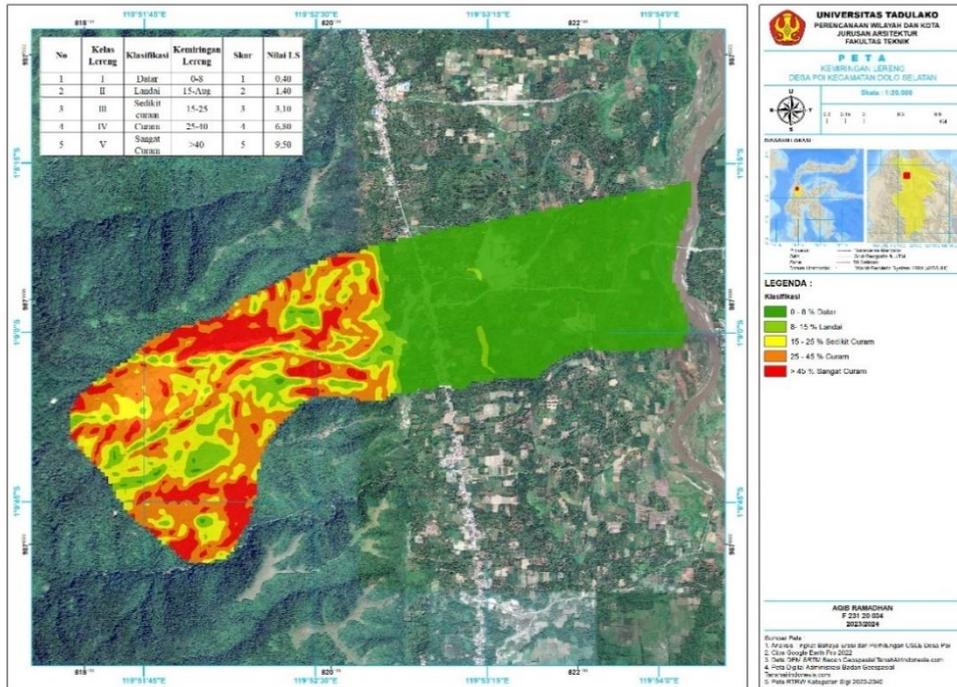
Penggunaan Lahan	Nilai (C)	Nilai (P)	Nilai (CP)	Luas (Ha)
Hutan	0,01	1	0,01	300,25
Perkebunan	0,50	1	0,50	266,56
Campuran				
Lahan Terbuka	0,95	1	0,95	56,16
Semak Belukar	0,30	1	0,30	39,34
Permukiman	0,95	1	0,95	12,66
Sungai	0,01	1	0,01	16,62
Rawa	0,01	1	0,01	2,40
Lapangan	0,95	1	0,95	0,60

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

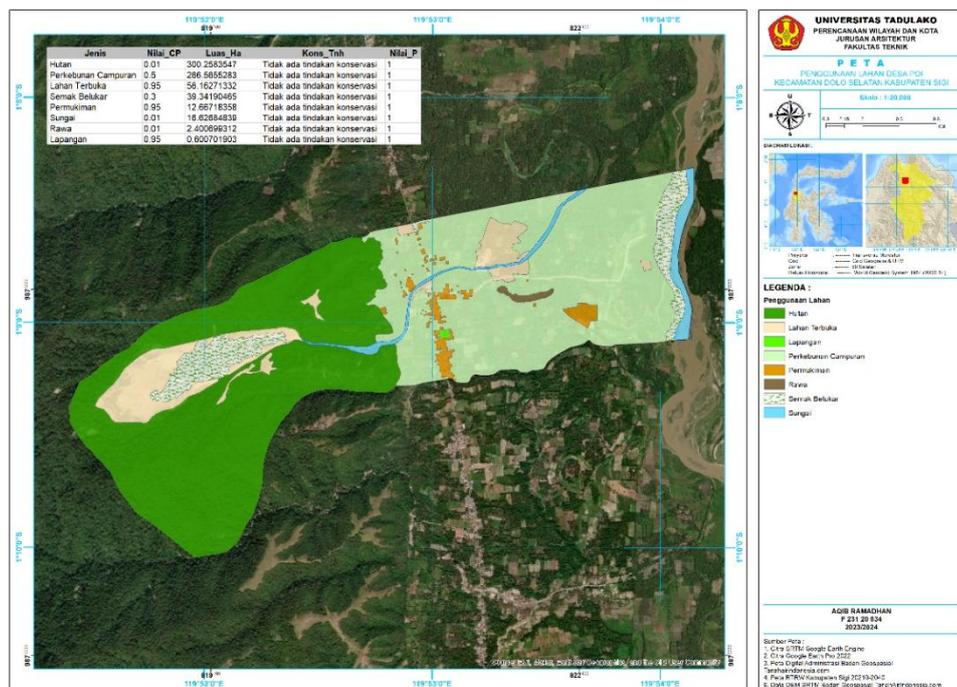
Perubahan tutupan lahan, terutama penurunan vegetasi alami seperti hutan dan padang rumput, secara konsisten terbukti meningkatkan risiko erosi tanah di berbagai wilayah dunia. Konversi lahan dari vegetasi alami menjadi lahan pertanian atau pemukiman menyebabkan hilangnya perlindungan tanah, sehingga laju erosi meningkat secara signifikan, terutama di daerah dengan kemiringan lereng yang tinggi atau curah hujan besar [24]. Penentuan nilai faktor CP sangat dipengaruhi oleh

jenis tindakan konservasi yang diterapkan dan karakteristik penggunaan lahan. Data penggunaan lahan tersebut kemudian disesuaikan dengan klasifikasi nilai faktor C dan P yang telah ditetapkan sebelumnya. Berdasarkan Tabel 7, diketahui bahwa nilai CP tertinggi terdapat pada kategori tanah terbuka dengan nilai 0,95, sedangkan nilai terendah tercatat pada penggunaan lahan berupa hutan tanaman dengan

nilai 0,10. Semakin tinggi nilai CP, semakin besar potensi terjadinya erosi pada lahan tersebut, demikian pula sebaliknya. Sebaran penggunaan lahan Desa Poi dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar ini menampilkan pola penggunaan lahan di Desa Poi, termasuk hutan, perkebunan, lahan terbuka, dan permukiman.



Gambar 2. Peta Kelerengan Desa Poi (Sumber: Hasil Analisis, 2024)



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Desa Poi (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

### 3.6. Analisis Tingkat Bahaya Erosi

Analisis terhadap Tingkat Bahaya Erosi di Desa Poi dilakukan dengan menerapkan metode USLE, yang menghitung nilai erosi melalui perkalian seluruh faktor yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu R (erosivitas hujan), K (erodibilitas tanah), LS (panjang dan kemiringan lereng), serta CP (faktor penutup lahan dan pengelolaan). Proses analisis ini dilakukan dengan dukungan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memperoleh hasil yang akurat secara spasial. Rekapitulasi hasil perhitungan TBE di Desa Poi disajikan pada Tabel 8. Tabel ini berisi hasil perhitungan nilai erosi (A), kategori bahaya erosi (KBE), klasifikasi TBE, dan luasannya untuk tiap jenis penggunaan lahan.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai TBE Desa Poi

Jenis	Nilai (R)	Nil ai (K)	Nil ai (LS)	Nil ai (C)	Ni lai (P)	A (ton/ha/thn)	K B E	TBE	Luas (Ha)
Hutan	1762.37	0.47	1.4	1	1	11.59	I	Sangat Ringan	34.69
Hutan	1762.37	0.47	3.1	1	1	25.67	II	Ringan	72.59
Hutan	1762.37	0.47	6.8	1	1	56.32	II	Ringan	104.44
Hutan	1762.37	0.47	9.5	1	1	78.68	II	Sedang	66.18
Hutan	1762.37	0.47	0.4	1	1	3.31	I	Ringan	2.63
Perkebunan	1762.37	0.47	1.4	0.5	1	81	V	Sangat Berat	7.5
Campuran Perkebunan	1762.37	0.47	3.1	0.5	1	1.28	V	Sangat Berat	0.6
Campuran Perkebunan	1762.37	0.47	6.8	0.5	1	2.81	V	Sangat Berat	0.09
Campuran Perkebunan	1762.37	0.47	0.4	0.5	1	165.66	II	Sedang	244.53
Lahan Terbuka	1762.37	0.47	1.4	5	1	1.10	V	Sangat Berat	3.27
Lahan Terbuka	1762.37	0.47	3.1	5	1	2.43	V	Sangat Berat	10.06
Lahan Terbuka	1762.37	0.47	6.8	5	1	5.35	V	Sangat Berat	18.76
Lahan Terbuka	1762.37	0.47	9.5	5	1	7.47	V	Sangat Berat	6.11
Lahan Terbuka	1762.37	0.47	0.4	0.9	1	314.75	I	Berat	17.57
Semak Belukar	1762.37	0.47	1.4	0.3	1	347.89	I	Berat	2.22
Semak Belukar	1762.37	0.47	3.1	0.3	1	770.33	V	Sangat Berat	8.39
Semak Belukar	1762.37	0.47	6.8	0.3	1	1.68	V	Sangat Berat	7.96
Semak Belukar	1762.37	0.47	9.5	0.3	1	2.36	V	Sangat Berat	3.46
Semak Belukar	1762.37	0.47	0.4	0.3	1	99.39	II	Sedang	16.4
Permukiman	1762.37	0.47	1.4	5	1	1.10	V	Sangat Berat	0.21
Permukiman	1762.37	0.47	0.4	5	1	1.65	V	Sangat Berat	0.21
Sungai	1762.37	0.47	1.4	1	1	11.59	I	Ringan	1.69
Sungai	1762.37	0.47	3.1	1	1	25.67	II	Ringan	0.39
Sungai	1762.37	0.47	6.8	1	1	56.32	II	Ringan	0.11
Sungai	1762.37	0.47	0.4	1	1	3.31	I	Sangat Ringan	9.82

Jenis	Nilai (R)	Nil ai (K)	Nil ai (LS)	Nil ai (C)	Ni lai (P)	A (ton/ha/thn)	K B E	TBE	Luas (Ha)
Rawa	1762.37	0.47	0.4	1	1	3.31	I	Sangat Ringan	2.4
Lapangan	1762.37	0.47	0.4	5	1	314.75	V	Berat	0.6

Keterangan:

A = Jumlah dari Erosi tanah

R = Nilai dari Erosivitas Hujan

K = Nilai dari Erodibilitas Tanah

LS = Panjang Dan Kemiringan Lereng

CP = Penggunaan Lahan serta Tindakan Konservasi

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Dalam penelitian ini, laju erosi tertinggi di Desa Poi ditemukan pada kategori penggunaan lahan terbuka, dengan nilai sebesar 7.475,53 ton/ha/tahun. Lokasi ini berada pada lereng dengan tingkat kemiringan sangat curam (>45%) dan memiliki nilai faktor LS sebesar 9,5; wilayah ini juga merupakan salah satu area yang terdampak longsor akibat gempa bumi PASIGALA tahun 2018. Sebaliknya, laju erosi terendah tercatat pada lahan dengan penggunaan sebagai sungai dan rawa, yakni sebesar 3,31 ton/ha/tahun, dengan nilai LS 0,4 yang berada pada kawasan berlereng datar (0–8%).

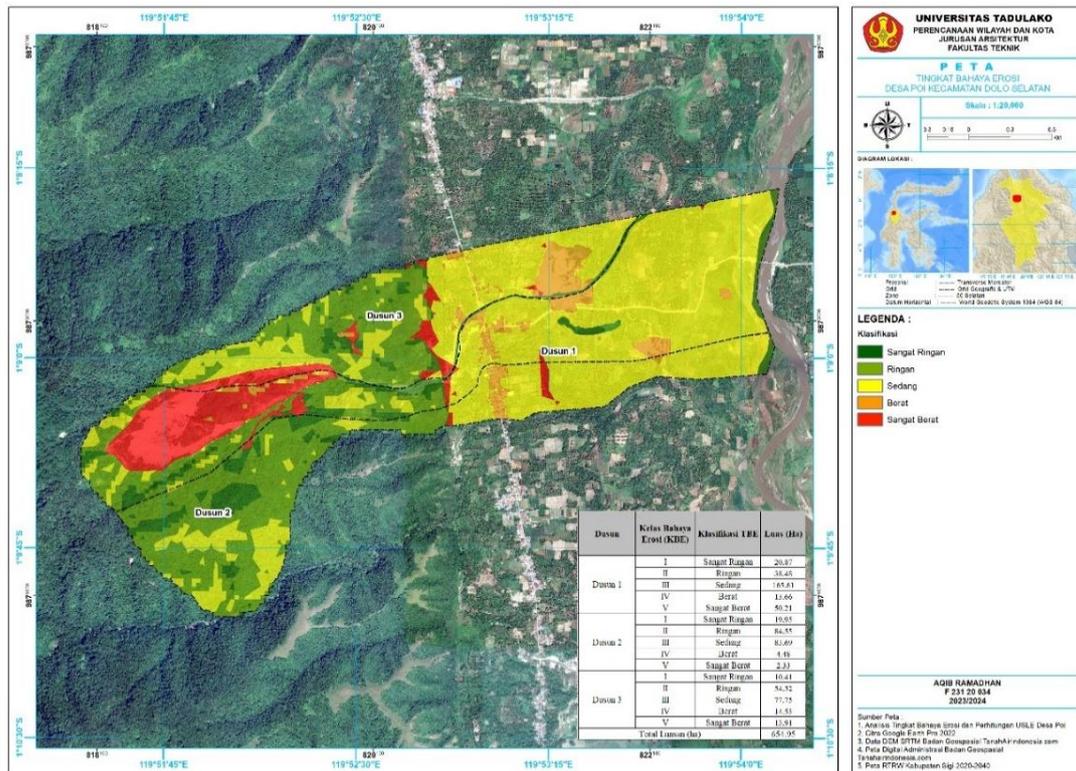
Tingkat erodibilitas tanah (nilai K) memang sangat memengaruhi laju erosi; semakin tinggi nilai K, semakin besar potensi tanah untuk tererosi, terutama setelah gangguan seperti longsor dangkal yang dapat meningkatkan nilai K secara drastis dan memperparah kehilangan tanah [25]. Selain itu, panjang lereng juga merupakan faktor penting yang menentukan besarnya erosi. Penelitian menunjukkan bahwa semakin panjang lereng, laju erosi cenderung meningkat secara linier atau eksponensial, terutama pada tanah tanpa penutup vegetasi, karena air hujan dan aliran permukaan memiliki waktu dan ruang lebih besar untuk mengangkut partikel tanah ke bagian bawah lereng [26]. Kemiringan lereng yang curam cenderung memperlambat proses infiltrasi air ke dalam tanah dan sekaligus meningkatkan potensi terjadinya erosi.

Distribusi luas wilayah per dusun berdasarkan kategori TBE divisualisasikan pada Gambar 4. Gambar ini memperlihatkan diagram batang luas wilayah per dusun menurut kategori Tingkat Bahaya Erosi. Berdasarkan hasil analisis, wilayah dengan kategori Tingkat Bahaya Erosi sangat berat paling luas berada di Dusun 1 dengan total area 50,21 hektar, disusul oleh Dusun 3 seluas 13,91 hektar, sedangkan yang terkecil terdapat di Dusun 2 dengan luas sekitar 2,33 hektar. Sementara itu, luasan TBE kategori sangat ringan yang paling kecil berada di Dusun 3

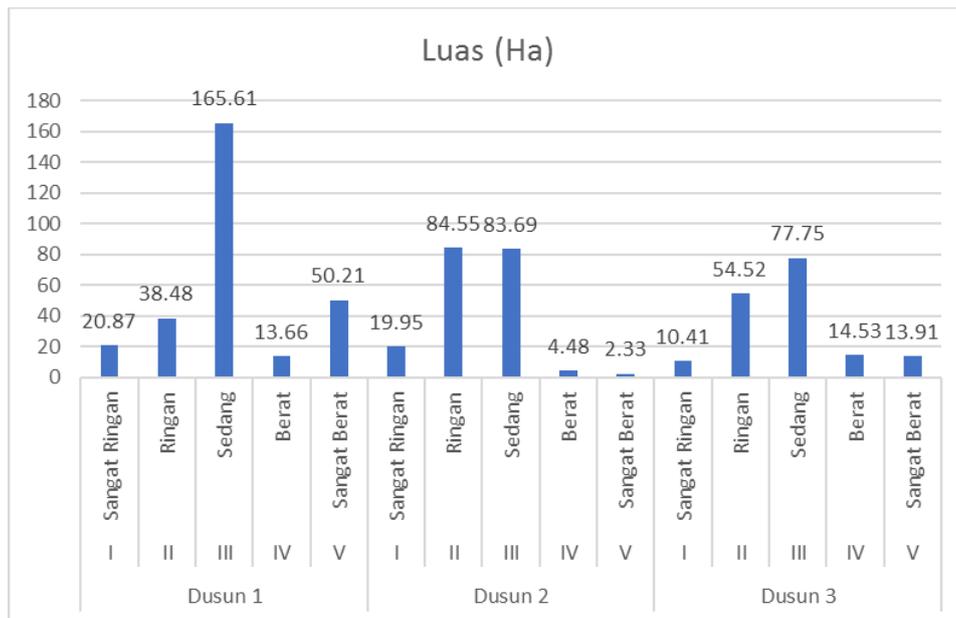
dengan luas 10,41 hektar. Informasi sebaran tersebut disajikan secara lebih rinci dalam bentuk diagram batang berdasarkan dusun yang ada di Desa Poi.

Semakin besar kelas dan panjang lereng, maka tingkat bahaya erosi yang terjadi juga akan semakin dominan. Kehadiran vegetasi di permukaan tanah sangat efektif dalam mengurangi aliran permukaan (*runoff*) dan laju erosi, terutama pada lereng yang curam. Vegetasi seperti rumput, semak, dan hutan dengan penutupan tanah yang tinggi mampu menurunkan kedalaman *runoff* hingga 50–67% dan mengurangi kehilangan tanah akibat erosi hingga lebih dari 90% dibandingkan lahan tanpa vegetasi [14]. Pada lahan yang minim atau tidak memiliki tutupan vegetasi, aliran permukaan (*runoff*) dan erosi tanah meningkat secara signifikan.

Penelitian menunjukkan bahwa lahan tanpa vegetasi menghasilkan aliran permukaan dan muatan sedimen yang jauh lebih tinggi dibandingkan lahan dengan vegetasi, dengan peningkatan *runoff* hingga lebih dari 50% dan sedimentasi hingga 98%. Kondisi ini menyebabkan tanah menjadi lebih mudah tererosi, mempercepat hilangnya lapisan subur, dan dalam jangka panjang dapat memicu terbentuknya lahan kritis yang sulit dipulihkan produktivitasnya [27]. Oleh karena itu, konservasi tanah memiliki peran strategis dalam pengelolaan dan pemanfaatan lahan secara berkelanjutan untuk mencegah degradasi lingkungan. Sebaran Tingkat Bahaya Erosi Desa Poi divisualisasikan pada Gambar 5. Gambar ini menunjukkan peta klasifikasi TBE di Desa Poi, dengan kategori sangat berat terkonsentrasi di Dusun 1.



Gambar 5. Peta Tingkat Bahaya Erosi Desa Poi (Sumber: Hasil Analisis, 2024)



Gambar 4. Luas Wilayah Per Dusun Berdasarkan Kategori TBE (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

### 3.7. Mitigasi Bencana Erosi

Arahan mitigasi terhadap bahaya erosi merupakan langkah strategis yang bertujuan untuk mengurangi dan menekan tingkat risiko erosi yang disebabkan oleh tingginya daya rusak hujan (erosivitas), yang direalisasikan melalui penurunan tingkat kerawanan erosi di suatu wilayah. Berdasarkan observasi langsung di lapangan, Desa Poi yang diketahui sebagai kawasan rawan banjir bandang telah dilengkapi dengan bentuk mitigasi struktural berupa sabo dam. Sabo dam adalah struktur pengendali aliran material longsor atau lahar yang dibangun melintang di sepanjang jalur sungai. Fungsi utama bangunan ini adalah untuk mengontrol pergerakan sedimen dengan menahan, menampung, serta menyalurkan material seperti pasir dan kerikil yang terbawa oleh aliran air, sambil tetap memungkinkan aliran air melanjutkan perjalanannya ke bagian hilir. Peristiwa banjir bandang yang terjadi di Desa Poi merupakan dampak langsung dari kombinasi antara erosi dan longsor yang dipicu oleh gempa bumi PASIGALA pada tahun 2018.

Berdasarkan hasil survei lapangan dan kajian literatur yang telah dilakukan, peneliti merekomendasikan penerapan berbagai bentuk mitigasi, baik secara struktural maupun non-struktural, melalui pendekatan teknik konservasi tanah. Penetapan strategi mitigasi ini merujuk pada pedoman yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Tujuan utama dari konservasi tanah adalah untuk

menurunkan tingkat bahaya erosi dengan cara mengendalikan atau memperkecil faktor-faktor penyebab erosi, seperti minimnya penutup vegetasi serta kurangnya penerapan teknik konservasi sipil teknis; sementara itu, faktor alami seperti erosivitas hujan, kemiringan lereng, dan erodibilitas tanah sulit diintervensi secara langsung oleh manusia. Strategi konservasi tanah dapat dilakukan melalui tiga pendekatan utama, yaitu: (1) metode fisik atau sipil teknis seperti pembangunan penerasan, dam pengendali, dam penahan, dan gully plug; (2) metode vegetatif dengan memanfaatkan tanaman untuk memperlambat laju erosi tanah, misalnya penanaman mulsa, rumput searah kontur, tanaman berkayu, serta tanaman MPTS (*Multiple Purpose Tree Species*) seperti durian yang memiliki manfaat ganda sebagai penyedia kayu dan buah; serta (3) metode kimiawi yang menggunakan bahan kimia tertentu untuk memperkuat struktur tanah dan mencegah proses pengikisan.

Mitigasi terhadap bahaya erosi merupakan langkah strategis yang bertujuan untuk menekan atau mencegah terjadinya proses erosi tanah. Tindakan ini harus dilakukan secara terencana dan sistematis dengan mempertimbangkan klasifikasi tingkat bahaya erosi yang terdapat di suatu wilayah. Strategi mitigasi untuk TBE ringan dan sedang dijelaskan pada Tabel 9. Tabel ini memuat strategi mitigasi erosi untuk kategori TBE sangat ringan–ringan dan sedang, baik melalui metode vegetatif maupun sipil teknis. Upaya mitigasi untuk TBE berat dan sangat berat ditampilkan pada Tabel 10. Tabel ini menyajikan

upaya mitigasi erosi untuk wilayah dengan kategori TBE berat dan sangat berat, termasuk intervensi struktural dan relokasi permukiman.

Tabel 9. Mitigasi Bencana Erosi Berdasarkan TBE Sangat Ringan-Ringan dan Sedang

Sangat Ringan dan Ringan	Sedang
1. Mengimplementasikan sistem pertanian bergilir sebagai upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah sekaligus menekan laju erosi.	1. Melaksanakan pengolahan tanah yang disesuaikan dengan karakteristik lahan, seperti melalui teknik olah tanah minimum atau tanpa olah tanah (no-tillage).
2. Membangun struktur terasering pada area lahan miring guna memperlambat aliran permukaan dan mengurangi kekuatan erosi air.	2. Membangun sistem drainase atau saluran pembuangan air yang efektif untuk mengarahkan air hujan menuju area pembuangan yang aman.
3. Menanam jenis tanaman penutup tanah seperti kacang tanah, vetiver, atau rumput gajah sebagai pelindung permukaan tanah dari pengikisan.	3. Mendirikan dam terpaku pada aliran sungai kecil guna menahan proses sedimentasi dan mengurangi tingkat erosi pada tebing sungai.
4. Menggali lubang resapan untuk menampung air hujan serta meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air secara optimal.	4. Menjalankan kegiatan reboisasi di wilayah yang mengalami degradasi untuk meningkatkan tutupan vegetasi serta menekan laju erosi tanah.

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Tabel 10. Mitigasi Bencana Erosi Berdasarkan TBE Berat dan Sangat Berat

Berat	Sangat Berat
1. Mengembangkan kawasan hutan lindung di wilayah hulu sungai sebagai langkah pelestarian ekosistem dan pengendalian erosi.	1. Melaksanakan evakuasi bagi penduduk yang bermukim di wilayah dengan tingkat kerawanan erosi yang tinggi.
2. Menangani lahan yang mengalami degradasi melalui kegiatan rehabilitasi, seperti penanaman pohon, pembangunan terasering, maupun pembuatan dam terpaku.	2. Memindahkan lokasi permukiman ke area yang lebih aman dan minim risiko erosi.
3. Memberlakukan larangan terhadap aktivitas penebangan hutan secara ilegal serta menerapkan penegakan hukum secara konsisten dan tegas.	3. Menangani bencana erosi melalui pembangunan infrastruktur pengendali seperti tanggul, bendungan, atau penerapan sistem peringatan dini.
4. Kegiatan edukasi dan penyuluhan kepada masyarakat mengenai pentingnya pelestarian lingkungan dan upaya pencegahan erosi.	

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

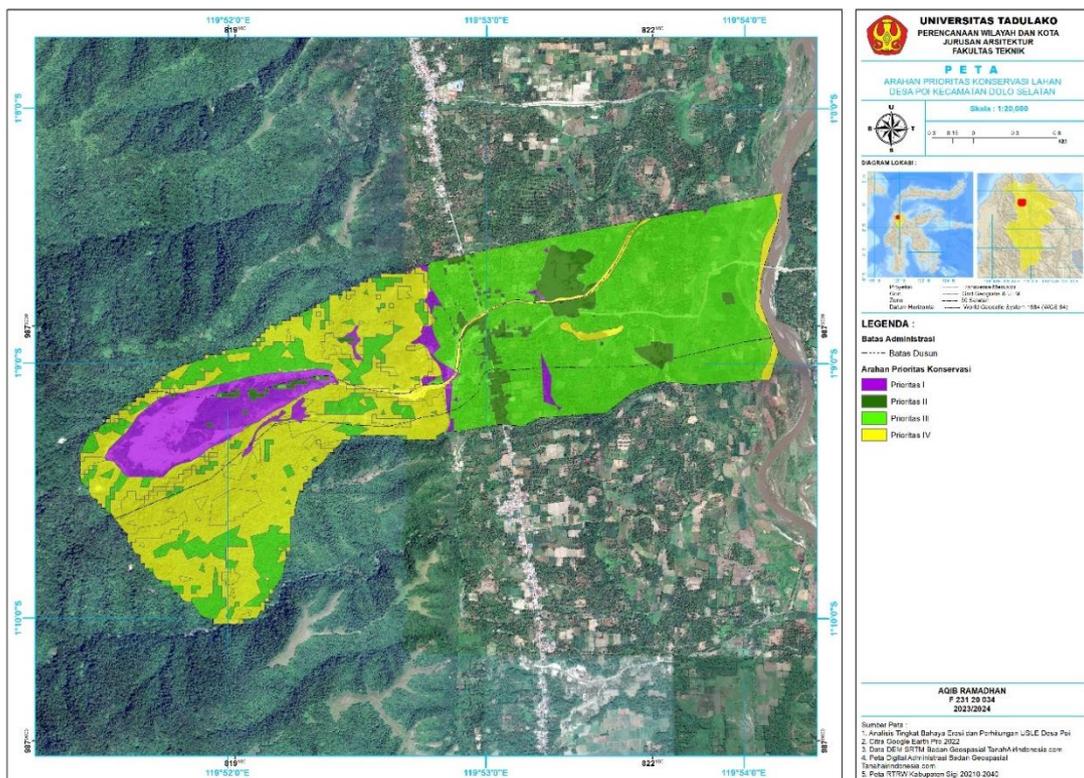
### 3.8. Arahkan Konservasi Lahan

Efektivitas upaya konservasi lahan dapat ditingkatkan secara signifikan apabila perencanaan didasarkan pada peta klasifikasi tingkat bahaya erosi. Peta ini memungkinkan identifikasi area-area yang paling rentan terhadap erosi, sehingga tindakan konservasi dapat diprioritaskan pada zona-zona kritis dan efisiensi sumber daya dapat ditingkatkan [28]. Dalam konteks mitigasi erosi, pendekatan vegetatif

dibagi ke dalam beberapa tingkat prioritas konservasi tanah, dengan tujuan untuk memastikan pelaksanaan konservasi berjalan secara optimal dan efisien. Penetapan skala prioritas ini disusun berdasarkan kategori kelas tingkat bahaya erosi yang telah dianalisis.

Arahan konservasi lahan Desa Poi divisualisasikan pada Gambar 6. Gambar ini menampilkan zonasi prioritas konservasi lahan berdasarkan tingkat bahaya erosi di Desa Poi. Pelaksanaan konservasi tanah diawali dengan analisis teknis melalui perhitungan dan estimasi laju erosi tanah (dalam Ton/Ha/Tahun) menggunakan

pendekatan metode USLE ( $A = R \times K \times LS \times C \times P$ ). Dalam merancang strategi konservasi, langkah penting yang dilakukan adalah memodifikasi variabel penutup vegetasi (C) dan variabel tindakan konservasi (P), dengan menyesuaikannya pada tabel indeks vegetasi dan konservasi yang relevan untuk mencapai nilai erosi serendah mungkin. Selain itu, observasi lapangan dan analisis sosial budaya masyarakat setempat juga diperlukan untuk memahami karakteristik lokal, seperti pola tanam, tingkat pendidikan, dan kondisi ekonomi, sehingga pelaksanaan konservasi menjadi lebih efektif, efisien, dan tepat sasaran.



Gambar 6. Peta Arahan Konservasi Lahan (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Zonasi tingkat bahaya erosi dan penetapan prioritas konservasi sangat penting untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya dalam pengelolaan lahan. Berbagai studi menunjukkan bahwa pemetaan zona rawan erosi menggunakan teknik seperti GIS, model prediksi (misalnya TOPSIS, InVEST, USLE, RUSLE, AHP), dan analisis morfometri dapat mengidentifikasi area yang paling rentan terhadap erosi, sehingga intervensi konservasi dapat difokuskan pada wilayah prioritas tinggi [29]. Konservasi lahan idealnya dilakukan sedini mungkin dan secara menyeluruh, terutama bila suatu area telah terindikasi mengalami kerusakan akibat erosi. Namun, mengingat keterbatasan dari sisi

biaya, waktu, dan tenaga, maka diperlukan skala prioritas konservasi untuk memberikan informasi yang jelas mengenai wilayah yang membutuhkan penanganan segera berdasarkan tingkat kerusakan akibat erosi; 1) Prioritas I: Prioritas Konservasi I ditetapkan untuk wilayah yang tergolong dalam kelas tingkat bahaya erosi sangat berat dengan luas area mencapai 66,41 hektar. Area ini memerlukan tindakan konservasi segera guna menekan laju erosi dan mencegah kerusakan lahan yang lebih parah; 2) Prioritas II: Prioritas Konservasi II dialokasikan pada wilayah dengan kategori tingkat bahaya erosi berat seluas 32,66 hektar. Wilayah ini perlu mendapatkan perhatian serius agar tidak mengalami degradasi

lahan lebih lanjut; Prioritas III: Prioritas Konservasi III mencakup area dengan tingkat bahaya erosi sedang seluas 327,11 hektar. Kawasan ini tetap memerlukan pengelolaan yang cermat agar sumber daya lahan tetap terjaga kelestariannya dan tidak mengalami kerusakan yang dapat merugikan masyarakat; Prioritas IV: Prioritas Konservasi IV diperuntukkan bagi wilayah dengan tingkat bahaya erosi ringan hingga sangat ringan, dengan total luas 228,76 hektar. Tindakan yang dilakukan difokuskan pada upaya pencegahan melalui pengelolaan lahan yang sesuai dengan prinsip-prinsip konservasi tanah agar potensi erosi tidak berkembang menjadi masalah yang lebih serius.

Pendekatan terpadu yang menggabungkan metode struktural (seperti check dam, groyne, spur dike, dan teknik rekayasa lainnya) dengan metode vegetatif (penanaman rumput, semak, atau pohon) terbukti lebih optimal dalam mengendalikan erosi, terutama di daerah aliran sungai yang mengalami degradasi. Studi menunjukkan bahwa integrasi geosintetik dan vegetasi secara bersamaan dapat meningkatkan stabilitas lereng dan mencegah erosi secara lebih berkelanjutan dibandingkan hanya menggunakan salah satu metode saja [30]. Di samping penerapan tindakan yang disesuaikan dengan tingkat bahaya erosi, upaya mitigasi juga membutuhkan strategi yang bersifat menyeluruh dan sistematis, yang mencakup beberapa aspek berikut; 1) Perencanaan Tata Ruang: Mengintegrasikan strategi mitigasi erosi ke dalam rencana tata ruang dan pembangunan wilayah, 2) Peningkatan Edukasi dan Kesadaran: Mendorong pemahaman masyarakat mengenai pentingnya pencegahan erosi dan memberikan informasi praktis tentang langkah-langkah yang dapat dilakukan, 3) Pengawasan dan Pemeliharaan: Melaksanakan pemantauan secara berkala dan perawatan infrastruktur mitigasi yang telah dibangun untuk menjamin efektivitas jangka panjang.

Temuan penelitian mengenai integrasi USLE-SIG dengan zonasi konservasi di Desa Poi memberikan implikasi kebijakan yang penting, baik pada tataran desa maupun kabupaten. Pada tingkat desa, peta prioritas konservasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pedoman dalam penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Desa (RPJMDes), terutama dalam menentukan kegiatan padat karya konservasi, program rehabilitasi vegetasi, serta penguatan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan lahan secara berkelanjutan. Di sisi lain, bagi pemerintah Kabupaten Sigi, hasil pemetaan ini relevan untuk diintegrasikan ke dalam instrumen perencanaan tata ruang, seperti Rencana Tata Ruang

Wilayah (RTRW) maupun Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Integrasi tersebut memungkinkan kawasan dengan tingkat erosi berat hingga sangat berat ditetapkan sebagai zona lindung atau kawasan konservasi. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberi kontribusi teoretis, tetapi juga menyediakan bukti empiris yang dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan mitigasi bencana dan strategi pengelolaan sumber daya lahan.

Lebih jauh, peta zonasi konservasi yang dihasilkan tidak hanya berfungsi sebagai produk teknis, melainkan juga sebagai perangkat praktis dalam mendukung pengambilan keputusan di tingkat desa. Peta tersebut dapat dimanfaatkan untuk menentukan lokasi prioritas konservasi sesuai klasifikasi tingkat bahaya erosi, menjadi acuan dalam musyawarah desa sehingga keterlibatan masyarakat lebih terarah pada area rawan erosi, serta membantu penyusunan rencana anggaran berbasis data spasial secara lebih transparan. Selain itu, peta ini juga berperan sebagai media komunikasi dan koordinasi antara pemerintah desa dengan pemerintah kabupaten maupun instansi teknis terkait, seperti Dinas Lingkungan Hidup, BPBD, dan Dinas Pertanian, guna mengakses dukungan program rehabilitasi dan konservasi. Dengan demikian, keberadaan peta zonasi konservasi dapat memperkuat hubungan antara hasil kajian ilmiah dan implementasi nyata di lapangan, sekaligus meningkatkan kapasitas pemerintah desa dalam mewujudkan pembangunan yang adaptif serta berorientasi pada keberlanjutan.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian mengenai integrasi USLE-SIG dan zonasi konservasi ini diperkuat melalui verifikasi lapangan sebagai bukti pendukung. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis tingkat bahaya erosi di Desa Poi, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, diketahui bahwa wilayah ini terbagi ke dalam lima kategori kelas bahaya erosi, yakni: sangat ringan seluas 51,23 hektar (7,82%), ringan 177,53 hektar (27,11%), sedang 327,11 hektar (49,95%), berat 32,66 hektar (4,99%), dan sangat berat 66,41 hektar (10,14%), dengan nilai laju erosi pada unit lahan PKB pada kelerengan datar mencapai 36,83 ton/ha/tahun.

Studi di berbagai wilayah menegaskan bahwa integrasi pemetaan risiko dan prioritas konservasi membantu menurunkan laju kehilangan tanah, memperbaiki produktivitas lahan, serta mendukung pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan [28]. Strategi mitigasi yang diterapkan di lokasi penelitian mencakup pendekatan struktural dan non-struktural melalui teknik konservasi tanah dan lahan, yang meliputi metode sipil teknis, vegetatif, serta

pendekatan kimiawi. Penetapan langkah mitigasi ini disesuaikan dengan klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi dan merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Pendekatan vegetatif selanjutnya diterapkan melalui zonasi prioritas konservasi, yang terbagi menjadi empat tingkatan: Prioritas I seluas 66,41 hektar, Prioritas II seluas 32,66 hektar, Prioritas III seluas 327,11 hektar, dan Prioritas IV seluas 228,76 hektar.

Pemerintah Kabupaten Sigi diharapkan dapat menyelenggarakan kegiatan penyuluhan bagi masyarakat Desa Poi, khususnya bagi petani dan pemilik kebun atau lahan, guna meningkatkan pemahaman mengenai prinsip-prinsip konservasi lahan yang sederhana namun efektif. Selain itu,

pemasangan informasi berupa pamflet pada papan pengumuman warga juga dapat menjadi sarana edukatif yang bermanfaat, khususnya dalam mengajak masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam upaya pencegahan erosi.

Masyarakat, terutama petani dan pemilik lahan, perlu memahami bahwa pengelolaan lahan pertanian di area dengan kemiringan lereng curam membutuhkan alat atau teknik penahan tanah agar tidak mudah terbawa oleh aliran permukaan. Di samping itu, mengikuti kegiatan seminar atau pelatihan di bidang pertanian dapat memberikan tambahan pengetahuan dalam mengelola lahan secara berkelanjutan, menjaga kesuburan tanah, serta memperluas pemahaman terhadap perkembangan teknologi pertanian terkini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Guerra, I. Rosa, E. Valentini, F. Wolf, F. Filippini, D. Karger, A. N. Xuan, J. Mathieu, P. Lavelle, and N. Eisenhauer, "Global vulnerability of soil ecosystems to erosion," *Landscape Ecology*, vol. 35, pp. 823–842, 2020, doi: 10.1007/s10980-020-00984-z.
- [2] T. Deresse, T. Ereso, and E. Geremu, "Impacts of soil erosion on ecosystem provisioning services: Oddo Shakiso District, Guji Zone, Oromia, Ethiopia," *Cogent Arts & Humanities*, vol. 10, 2023, doi: 10.1080/23311983.2023.2286085.
- [3] M. R. Olli, A. Olli, R. Pakaya, and M. Y. U. P. Olli, "GIS-based analytic hierarchy process (AHP) for soil erosion-prone areas mapping in the Bone Watershed, Gorontalo, Indonesia," *Environmental Earth Sciences*, vol. 82, pp. 1–14, 2023, doi: 10.1007/s12665-023-10913-3.
- [4] N. M. Trigunasih, T. Kusmawati, and N. W. Y. Lestari, "Erosion prediction analysis and landuse planning in Gunggung Watershed, Bali, Indonesia," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 123, p. 012025, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/123/1/012025.
- [5] N. Wondrade, "Integrated use of GIS, RS and USLE model for LULC change analysis and soil erosion risk mapping in the Lake Hawassa Watershed, Southern Ethiopia," *Geocarto International*, vol. 38, 2023, doi: 10.1080/10106049.2023.2210106.
- [6] S. Mahmood, N. Naeem, M. I. Ahamad, Z. Tariq, and J. Song, "Spatial modeling of soil erosion potential in the Panjkora Basin, Eastern Hindu Kush: integrated RUSLE and geospatial approaches," *Environment, Development and Sustainability*, 2024, doi: 10.1007/s10668-024-05709-9.
- [7] P. Panagos, P. Borrelli, F. Matthews, L. Liakos, N. Beza, N. Diodato, and C. Ballabio, "Global rainfall erosivity projections for 2050 and 2070," *Journal of Hydrology*, 2022, doi: 10.1016/j.jhydrol.2022.127865.
- [8] E. Yulianti, L. M. Limantara, E. Suhartanto, and V. Dermawan, "Model of rainfall erosion index for predicting the potential erosion rate by using a rainfall simulator," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 437, p. 012045, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/437/1/012045.
- [9] K. K. Aqdam, F. Asadzadeh, H. Momtaz, N. Miran, and E. Zare, "Digital mapping of soil erodibility factor in northwestern Iran using machine learning models," *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 194, 2022, doi: 10.1007/s10661-022-10048-1.
- [10] X. Huang, L. Lin, S. Ding, Z. Tian, X. Zhu, K. Wu, and Y. Zhao, "Characteristics of soil erodibility K value and its influencing factors in the Changyan Watershed, Southwest Hubei, China," *Land*, 2022, doi: 10.3390/land11010134.
- [11] I. Andriyani, I. Indarto, S. Soekarno, and M. P. Pradana, "Analysis of rainfall erosivity factor (R) on prediction of erosion yield using USLE and RUSLE model's; A case study in Mayang Watershed, Jember Regency, Indonesia," *Sains Tanah – Journal of Soil Science and Agroclimatology*, vol. 21, no. 1, pp. 64–73, 2024, doi: 10.20961/stjssa.v21i1.63641.
- [12] M. Michalopoulou, N. Depountis, K. Nikolakopoulos, and V. Boumpoulis, "The significance of digital elevation models in the calculation of LS factor and soil erosion," *Land*, vol. 11, no. 9, p. 1592, 2022, doi: 10.3390/land11091592.
- [13] T. Zhang, Q. Lei, X. Du, J. Luo, M. An, B. Fan, Y. Zhao, S. Wu, Y. Ma, and H. Liu, "Adaptability analysis and model development of various LS-factor formulas in RUSLE model: A case study of Fengyu River Watershed, China," *Geoderma*, 2023, doi: 10.1016/j.geoderma.2023.116664.

- [14] H. Chen, X. Zhang, M. Abla, D. Lü, R.-P. Yan, Q. Ren, Z. Ren, Y. Yang, W. Zhao, P. Lin, B. Liu, and X. Yang, "Effects of vegetation and rainfall types on surface runoff and soil erosion on steep slopes on the Loess Plateau, China," *CATENA*, 2018, doi: 10.1016/j.catena.2018.06.006.
- [15] K. Ebabu, A. Tsunekawa, N. Haregeweyn, M. Tsubo, E. Adgo, A. Fenta, D. Meshesha, M. L. Berihun, D. Sultan, M. Vanmaercke, P. Panagos, P. Borrelli, E. Langendoen, and J. Poesen, "Global analysis of cover management and support practice factors that control soil erosion and conservation," *International Soil and Water Conservation Research*, 2022, doi: 10.1016/j.iswcr.2021.12.002.
- [16] N. Naharuddin, A. Malik, and A. Ahyauddin, "Soil loss estimation for conservation planning in the Dolago Watershed, Central Sulawesi, Indonesia," *Journal of Ecological Engineering*, 2021, doi: 10.12911/22998993/139120.
- [17] Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan," Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta, 2021. [Online]. Available: <https://peraturan.go.id/id/permen-lhk-no-23-tahun-2021>. [Accessed: Sept. 25, 2025].
- [18] G. Mahajan, B. Das, S. Manivannan, B. Manjunath, R. Verma, S. Desai, R. M. Kulkarni, A. Latore, R. Sale, D. Murgaonkar, K. Patel, S. Morajkar, A. Desai, N. Barnes, and H. Mulla, "Soil and water conservation measures improve soil carbon sequestration and soil quality under cashews," *International Journal of Sediment Research*, vol. 36, pp. 190–206, 2021, doi: 10.1016/j.ijsrc.2020.07.009.
- [19] K. Wolka, J. Mulder, and B. Biazin, "Effects of soil and water conservation techniques on crop yield, runoff and soil loss in Sub-Saharan Africa: A review," *Agricultural Water Management*, vol. 207, pp. 67–79, 2018, doi: 10.1016/j.agwat.2018.05.016.
- [20] S. N. Firdhauzi, "Spatial and temporal pattern of soil conservation in mountain ecosystem: Case study of Patuha Mountain, West Java – Indonesia," *International Journal of GEOMATE*, vol. 19, 2020, doi: 10.21660/2020.72.5610.
- [21] H. Grežo, M. Močko, M. Izsóff, G. Vrbičanová, F. Petrovič, J. Straňák, Z. Muchová, M. Slámová, B. Olah, and I. Machar, "Flood risk assessment for the long-term strategic planning considering the placement of industrial parks in Slovakia," *Sustainability*, vol. 12, no. 10, p. 4144, 2020, doi: 10.3390/su12104144.
- [22] P. Panagos, P. Borrelli, K. Meusburger, B. Yu, A. Klik, K. J. Lim, J.-E. Yang, J. Ni, C. Miao, N. Chattopadhyay, S. Sadeghi, Z. Hazbavi, M. Zabihi, G. Larionov, S. F. Krasnov, A. V. Gorobets, Y. Levi, G. Erpul, C. Birkel, N. Hoyos, V. Naipal, P. S. Oliveira, C. Bonilla, M. Meddi, W. Nel, H. Al Dashti, M. Boni, N. Diodato, K. Van Oost, M. Nearing, and C. Ballabio, "Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records," *Scientific Reports*, vol. 7, p. 4175, 2017, doi: 10.1038/s41598-017-04282-8.
- [23] L. Wang, Y. Li, J. Wu, Z. An, L. Suo, J. Ding, S.-H. Li, D. H. Wei, and L. Jin, "Effects of the rainfall intensity and slope gradient on soil erosion and nitrogen loss on the sloping fields of Miyun Reservoir," *Plants*, vol. 12, no. 3, p. 423, 2023, doi: 10.3390/plants12030423.
- [24] B. Kogo, L. Kumar, and R. Koech, "Impact of land use/cover changes on soil erosion in Western Kenya," *Sustainability*, vol. 12, no. 22, p. 9740, 2020, doi: 10.3390/su12229740.
- [25] S. Chen, S. Wu, L. Chen, W. Guo, S. Hu, and H. Qiu, "Quantifying the impact of changed soil properties on the sharp increase in slope erosion following a shallow landslide," *Hydrological Processes*, vol. 39, 2025, doi: 10.1002/hyp.70160.
- [26] Z. He, P. Xiao, X. Yu, S. Hao, G. Jia, and C. Yang, "A field study for the effects of grass cover, rainfall intensity and slope length on soil erosion in the Loess Plateau, China," *Water*, vol. 14, no. 14, p. 2142, 2022, doi: 10.3390/w14142142.
- [27] S. Tong, G. Li, X. Li, J. Li, H. Zhai, J. Zhao, H. Zhu, Y. Liu, W. Chen, and X. Hu, "Soil water erosion and its hydrodynamic characteristics in degraded bald patches of alpine meadows in the Yellow River source area, Western China," *Sustainability*, vol. 15, no. 10, p. 8165, 2023, doi: 10.3390/su15108165.
- [28] G. W. Woldemariam, A. D. Iguala, S. Tekalign, and R. Reddy, "Spatial modeling of soil erosion risk and its implication for conservation planning: The case of the Gobeles Watershed, East Hararghe Zone, Ethiopia," *Land*, vol. 7, no. 1, pp. 1–25, 2018, doi: 10.3390/land7010025.
- [29] S. Senanayake, B. Pradhan, A. Huete, and J. Brennan, "Assessing soil erosion hazards using land-use change and landslide frequency ratio method: A case study of Sabaragamuwa Province, Sri Lanka," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 9, p. 1483, 2020, doi: 10.3390/rs12091483.
- [30] T. Olinic, E. Olinic, and A. Butcaru, "Integrating geosynthetics and vegetation for sustainable erosion control applications," *Sustainability*, vol. 16, no. 23, p. 10621, 2024, doi: 10.3390/su162310621.



© 2025 by the authors. Licensee LINEARS, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>).