



Integrasi RUSLE Berbantuan GIS untuk analisis estimasi erosi tanah di kabupaten ciamis

Levy Dewy Aistrin, Riki Purnama Putra, Rena Denya Agustina

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 9.0)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

23 September 2023

Abstract

Indonesia is a country that is prone to erosion because it is in a tropical climate with relatively high rainfall intensity and is supported by hilly topographic conditions in most areas. This research aims to determine estimates of soil erosion using the GIS-assisted RUSLE method in the Ciamis district area. This method focuses on five Factors, namely Rainfall erodibility Factor (R), Soil erodibility Factor (K), Topographic Factor (LS), Cropping management Factor (C) and Practice support Factor (P). Based on the Morgan classification, the estimated results of soil erosion in the Ciamis district are classified as high erosion with the highest soil loss value being 33.9645 tons ha⁻¹ year⁻¹.

Keywords: Analisis resiko · Bencana · Erosi · GIS · RUSL

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di persimpangan tiga lempeng utama yaitu lempeng Eurasia dibagian utara, lempeng Pasifik dibagian Timur dan Lempeng Indo-Australia di bagian selatan. Hal tersebut menyebabkan Negara Indonesia dikategorikan sebagai negara yang rawan terjadi bencana alam (Sulaiman et al., 2020). Salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah longsor. Longsor merupakan bencana alam yang terjadi karena adanya pergerakan bantuan dan massa tanah pada suatu dataran tinggi menuju dataran rendah yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana pada Tahun 2016, Indonesia merupakan negara dengan wilayah yang sering mengalami fenomena bencana longsor (Prihatin, 2018). Tanah longsor di Indonesia terjadi akibat topografi yang berbukit-bukit dengan kemiringan lereng sekitar 14°-15° dan curah hujan yang tinggi. Secara alamiah, longsor dapat terjadi karena struktur permukaan bumi, penggunaan lahan, dan keadaan tanah. Selain itu, longsor juga disebabkan oleh adanya aktivitas manusia yang mempengaruhi struktur geologi tanah seperti pertanian, pembebanan lereng, pemotongan lereng, dan penambangan (Ramadhani & Idajati, 2017) (Ryan et al., 2020).

Faktor-faktor penyebab longsor diantaranya: a) curah hujan yang mengakibatkan pengikisan tanah, b) lereng yang terjal, c) tanah yang kurang padat, d) penggunaan lahan yang

✉ Levy Dewy Aistrin
levyadewia9@gmail.com

Riki Purnama Putra
purnamariki20@gmail.com

Rena Denya Agustina
renadenya@uinsgd.ac.id

UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Kota Bandung, Indonesia.

How to Cite: Aistrin, L. D., Putra, R. P., & Agustina, R. D. (2023). Integrasi RUSLE Berbantuan GIS untuk analisis estimasi erosi tanah di kabupaten ciamis. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 2(1), 329-337. <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

berpotensi menyebabkan longsor, e) getaran yang diakibatkan gempa bumi atau ledakan, f) pengikisan tanah/erosivitas, dan g) penggundulan hutan (Hamida & Widyasamratri, 2019).

Menurut Rosita et al. (2018), Kabupaten Ciamis adalah daerah yang rawan terjadi bencana tanah longsor karena memiliki kemiringan lereng lebih dari 30° bahkan mencapai >40° di beberapa lokasi. Intensitas curah hujan di daerah Kabupaten Ciamis cukup tinggi mengakibatkan air hujan menjenuhi tanah sehingga bencana longsor sering terjadi ketika musim hujan. Selain itu, pergerakan tanah longsor dan material di daerah tersebut tergolong antara sedang hingga cepat, morfologi terjal, batuan dan pasir, serta penutup tanah yang cukup tebal menjadi penyebab terjadinya erosi tanah.

Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan bahwa di Indonesia tercatat 628 kali bencana tanah longsor di sepanjang tahun 2022 (Hikmah et al., 2023). Bencana longsor tidak hanya mengakibatkan kerugian harta benda tetapi juga dapat menelan korban jiwa (Nurjanah & Mursalin, 2022). Selain itu, longsor mengakibatkan rusaknya lingkungan alam dan pemukiman, serta memberikan dampak psikologis (Rohimah et al., 2021). Berangkat dari hal tersebut, mitigasi longsor perlu untuk dilakukan agar kerugian dan kerusakan dari bencana longsor dapat diminimalisasi. Selain itu, masyarakat harus memiliki perilaku kesiapsiagaan akan terjadinya bencana alam seperti longsor melalui mitigasi yang tepat (Handayani & Hartutik, 2021).

Mitigasi longsor dapat dilakukan secara *structural* ataupun *non structural*. Mitigasi *structural* merupakan upaya pencegahan longsor dengan melakukan pembangunan yang tahan bencana longsor, seperti tanggul pada lereng yang curam. Sedangkan, mitigasi *non structural* merupakan upaya pencegahan dengan pemanfaatan teknologi sebagai media untuk memprediksikan daerah yang rawan terjadi bencana longsor sehingga dapat dilakukan antisipasi resiko bencana (Zulfa et al., 2022). Salah satu teknologi yang sering dimanfaatkan adalah *Geographic Information System (GIS)*. GIS merupakan sistem yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, serta memvisualisasikan data yang berhubungan dengan lokasi geografis atau spasial. GIS dapat dimanfaatkan dalam pemetaan suatu daerah yang kemudian dapat diprediksi daerah tersebut tergolong rawan atau tidaknya terhadap bencana longsor (Naryanto & Zahro, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Firdaust et al. (2023), memanfaatkan GIS untuk analisis dan sedimentasi di Das Sampean Hulu. Nuraida et al. (2016), juga melakukan analisis konservasi tinggi pada aspek pengendali erosi dan sedimentasi di Das Ciliwung Hulu. Selain itu, GIS dapat dimanfaatkan untuk mengalokasikan penggunaan lahan hutan lindung dan hutan produksi (Ilhami & Yusuf, 2020). Hal itu didukung dengan hasil penelitian Hudi et al. (2022), tentang penggunaan GIS untuk memprediksi erosi Das Sekampung Hulu guna perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan.

Terdapat berbagai metode yang dikembangkan untuk menganalisis dan memprediksi daerah yang rawan terjadi bencana longsor. Salah satu metode yang dikembangkan adalah *Universal Soil Loss Equation (USLE)*, merupakan model matematis yang digunakan untuk mengestimasi tingkat erosi tanah yang dapat terjadi pada suatu lahan (Warsita et al., 2016). Selain itu terdapat pula *Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)* merupakan penyempurnaan dari USLE yang telah ada sebelumnya. RUSLE diperkenalkan untuk memberikan perkiraan yang lebih baik tentang erosi tanah dengan memasukkan pembaruan data dan pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi erosi tanah. Perbedaannya,

pada RUSLE ditambahkan variabel erosititas curah hujan, karena semakin tinggi intensitas curah hujan pada suatu daerah dapat menyebabkan tingkat erosi yang lebih tinggi. RUSLE adalah model yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian AS untuk menganalisis tingkat erosi tanah suatu daerah yang kemudian dijadikan sebagai dukungan pengambilan keputusan di perencanaan konservasi tanah. Pada awalnya, RUSLE diterapkan di bidang pertanian, tetapi kemudian meluas pada aktivitas lain seperti pertambangan, pengelolaan hutan, dan lokasi konstruksi (Agele et al., 2013).

Penelitian yang dilakukan Lihan et al. (2018), tentang potensi erosi tanah di Sungai Bilut, Raub, dan Pahang dengan menggunakan integrasi RUSLE dan GIS cukup efektif untuk menghasilkan penentuan area yang berpotensi terkena erosi. Akan tetapi, kurangnya referensi terkait estimasi erosi tanah di Kabupaten Ciamis menjadikan penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi erosi tanah dengan metode RUSLE berbantuan GIS di daerah Kabupaten Ciamis.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh pemetaan suspektibilitas erosititas penyebab longsor adalah *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) dan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), perbedaannya pada USLE tidak ada variable (R), yaitu erosititas curah hujan (Farhan & Nawaiseh, 2015). Persamaan RUSLE dirumuskan sebagai berikut (Kebede et al., 2021).

$$A=R \times K \times LS \times C \times P \tag{1}$$

Dimana:

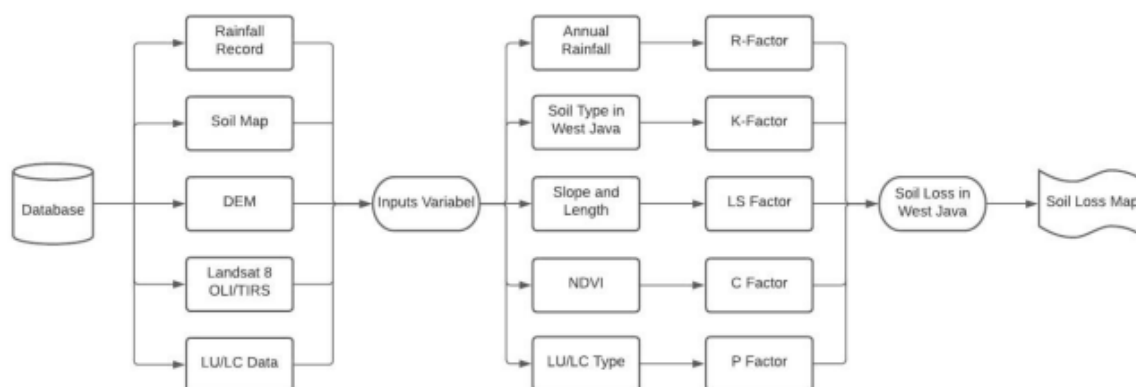
- A : Average annual soil loss (tons ha⁻¹ year⁻¹)
- R : Rainfall erosivity (Mjmm/ha hour year)
- K : Soil erodibility factor (tons ha⁻¹ R unit⁻¹)
- LS : Topographic Factor (dimensionless)
- C : Cropping management factor (dimensionless)
- P : Practice support factor (dimensionless)

Menurut Morgan (1979), klasifikasi erosi tanah dibagi menjadi 5 level berdasarkan *soil loss*, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Erosi Tana

No.	Classification	Soil loss (tons ha ⁻¹ year ⁻¹)
1.	Very Low Erosion	0-1
2.	Low Erosion	1-5
3.	Medium Erosion	5-10
4.	High Erosion	10-50
5.	Extreme Erosion	>50

Alur secara keseluruhan dalam metode RUSLE untuk menentukan erosititas tanah di suatu daerah terdapat pada Gambar (1). Seluruh raster yang digunakan harus menggunakan koordinat yang sama, yakni WGS 1984.



Gambar 1. Alur RUSLE

Sebelum melakukan pengolahan dan analisis data menggunakan metode RUSLE berbantuan GIS dengan software ArcMap, data yang akan digunakan diperoleh dari berbagai sumber sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan Jenis Data RUSLE

No	Tipe Data	Tipe Data GIS		Skala atau Resolusi Data Spasial	Sumber Data
		Data Spasial	Turunan dan Satuan Peta		
1.	Curah Hujan (R)		Erosivitas Curah Hujan (MJ.mm.ha-1.h-1)	1:50.000	UK's Natural Environment Research Council (NERC) and UK National Centre for Atmospheric Science (NCAS)
2.	Erodibilitas Tanah (K)		Erodibilitas Tanah (Mg.ha.h.ha-1.MJ-1.mm-1)	1:5.000.000	FAO/UNESCO Soil Map
3.	Panjang dan Kecuraman Lereng (LS)	GRID	Peta Ukuran Produksi Sedimentasi (%)	30 m	ASTER GDEM Version 3
4.	Faktor Manajemen Vegetasi (C)		Land Use	10 m	ESRI Land Cover (2020)
5.	Faktor Pendukung (P)				

Terdapat berbagai tipe data yang digunakan dalam analisis erosi tanah dengan metode RUSLE. Satuan peta erosi tanah yang akan dihasilkan adalah tons ha⁻¹ year⁻¹. Analisis seluruh data dilakukan dengan menggunakan ArcMap 10.8 yang dapat menghasilkan data-data yang dibutuhkan untuk membutan pemetaan erosivitas tanah pada daerah Ciamis.

Dalam persiapan peta tematik, langkah pertama adalah mencari *R-Factor*. *R-Factor* mengukur intensitas curah hujan dan kemampuan hujan tersebut menyebabkan erosi tanah (Ganasri & Ramesh, 2016). Data *R-Factor* diperoleh dari data erosivitas curah hujan daerah Ciamis. Kemudian, data erosivitas diolah pada ArcMap 10.8 menggunakan metode kriging. Selanjutnya, data *K-Factor* (erodibilitas tanah) diperoleh menggunakan persamaan William

(1995) dan FAO soil. *K-Factor* mengukur kemampuan tanah untuk terkena erosi akibat air hujan atau aliran permukaan (Ghosal & Bhattacharya, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Thapa (2020), persamaan umum yang digunakan dalam erodibilitas tanah terdapat pada persamaan (2).

$$KUSLE = f_{csand} \times f_{cl-si} \times f_{orgc} \times f_{hisand} \tag{2}$$

Dimana, K_{RUSLE} merupakan faktor erodibilitas (*K-Factor*), f_{csand} merupakan faktor yang memberikan faktor erodibilitas tanah yang rendah untuk tanah dengan kandungan pasir kasar yang tinggi dan nilai yang tinggi untuk tanah dengan sedikit pasir, f_{cl-si} merupakan faktor yang memberikan faktor erodibilitas tanah yang rendah untuk rasio tanah liat dan lanau yang tinggi, f_{orgc} merupakan faktor yang mengurangi erodibilitas tanah untuk tanah dengan kandungan karbon organik tinggi, f_{hisand} merupakan faktor yang mengurangi erodibilitas tanah untuk tanah dengan kandungan pasir yang sangat tinggi.

Perolehan kalkulasi yang digunakan untuk mencari faktor erodibilitas dengan metode RUSLE dalam persamaan William dapat dilihat pada persamaan (3)-(6).

$$f_{csand} = \left(0,2 + 0,3 \text{ EXP} \left[- 0,256 \times m_s \times \left(1 - \frac{m_{silt}}{100} \right) \right] \right) \tag{3}$$

$$f_{cl-si} = \left(\frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right)^{0,3} \tag{4}$$

$$f_{orgc} = \left(1 - \frac{0,0256 \times orgC}{m_c + m_{silt}} \right)^{0,3} \tag{5}$$

$$f_{hisand} = \left(1 - \frac{0,7 \times \left| 1 - \frac{m_s}{100} \right|}{\left| \left(1 - \frac{m_s}{100} \right) + \text{EXP} \left[-5,51 + 22,9 \times \left(1 - \frac{m_s}{100} \right) \right] \right|} \right) \tag{6}$$

Dimana,

- m_s : Merupakan persen kandungan pasir (0,05 - 2,0 mm diameter partikel)
- m_{silt} : Merupakan persen kandungan lanau (0,002 - 0,05 mm diameter partikel)
- m_c : Merupakan persen kandungan tanah liat (< 0,002 mm diameter partikel)
- $orgC$: Merupakan persen kandungan karbon organik dari lapisan (%)

Langkah berikutnya adalah melakukan geostatistik erodibilitas tanah menggunakan ArcMap dalam pemetaan suspektibilitas banjir, shape file DSMW diperlukan untuk memperoleh data.

LS-Factor (*Factor* kecuraman tanah) terdiri dari *length* dan *slope* yang dapat mengukur seberapa mudah tanah dapat tererosi berdasarkan panjang dan kecuraman lereng, karena lereng yang panjang dan curam cenderung memiliki potensi erosi yang lebih besar. *LS-Factor* diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan Stone dan Hilborn yang dapat dilihat pada persamaan (7).

$$LS = (0.065 + 0.0456 \cdot (slope) + 0.006541 \cdot (slope)^2) \cdot (slope \cdot length + constant) \cdot NN \tag{7}$$

Untuk nilai NN, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai NN untuk LS Faktor

NN			
0.2	0.3	0.4	0.5

C-Faktor (faktor manajemen vegetasi) mengukur praktik-praktik pengelolaan vegetasi dan tanah yang berpengaruh terhadap tingkat erosi tanah. Faktor ini diperoleh dengan melakukan geostatistik faktor manajemen vegetasi menggunakan ArcMap. Data yang diperlukan adalah LU/LC, kemudian menambahkan C-Faktor sesuai klasifikasi pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi C-Factor

No.	Land Use	C-Factor
1.	Hutan	0.10
2.	Tumbuhan	0.13
3.	Perkebunan	0.20
4.	Persawahan	0.60
5.	Tanah Kosong dan Bangunan	1.00

Hal yang sama dilakukan untuk memperoleh P-Factor (Faktor pendukung), faktor ini mencerminkan dampak praktik dukungan terhadap tingkat erosi tahunan rata-rata (Jahun et al., 2015). Pada data LU/LC ditambahkan kolom P-Factor lalu isi dengan klasifikasi P-Factor sebagaimana terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi P-Factor

No.	Land Cover	P-Factor
1.	Air	1
2.	Tanah Kosong	1
3.	Bangunan	1
4.	Vegetasi/Perkebunan	0.5
5.	Sawah	0.5
6.	Hutan	0.5

Perolehan data setiap faktor dikonversi ke raster. Setelah semua data diperoleh, masukan semua file raster sesuai kemudian hitung menggunakan rumus RUSLE terdapat di Persamaan (1) pada raster calculator. Hasil yang didapatkan adalah hasil berdasarkan Eurostat dengan satuan kg ha⁻¹ year⁻¹ sehingga perlu penyesuaian klasifikasi berdasarkan Morgan dengan satuan tons ha⁻¹ year⁻¹ sebagaimana terdapat pada Tabel 1.

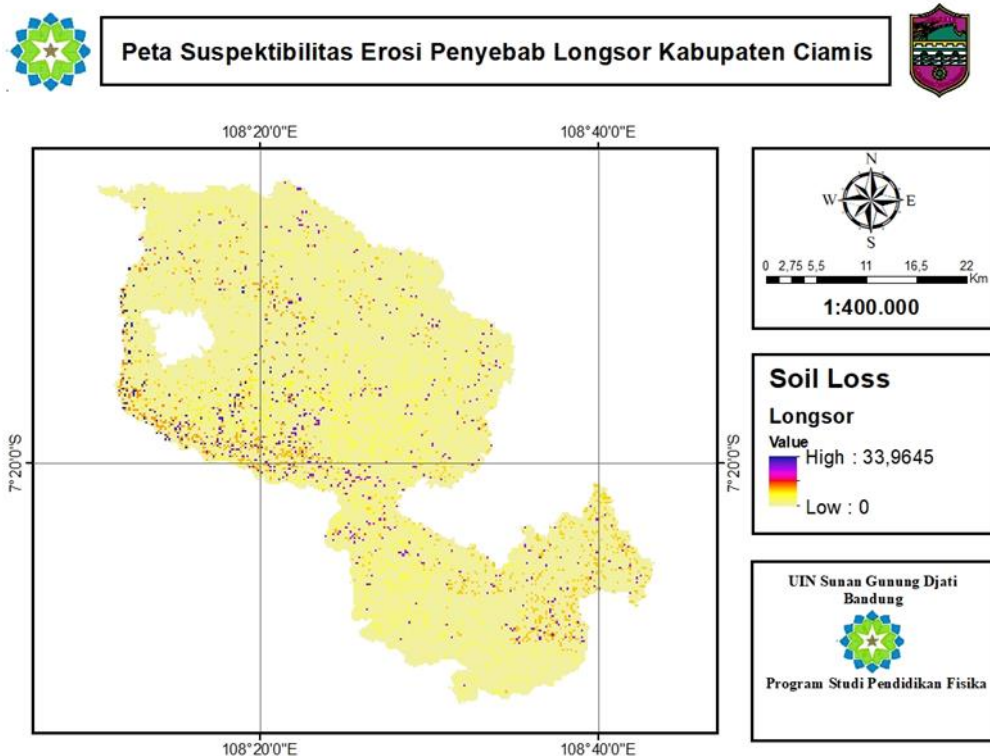
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada analisis estimasi erosi tanah di salah satu daerah Provinsi Jawa Barat, yaitu Kabupaten Ciamis. Sebelum dilakukan input data dan pengolahan data pada software ArcMap, ditentukan peta suatu wilayah studi yang dijadikan bahan penelitian, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Wilayah Studi Kabupaten Ciamis

Hasil penelitian dari analisis setiap faktor yang meliputi: faktor erosivitas (R-faktor), faktor erodibilitas (K-faktor), faktor tofografi (LS-faktor), cropping management faktor (C-faktor) dan practice support (P-faktor) yang diolah menggunakan metode RUSLE berbantuan aplikasi ArcMap menghasilkan peta erosi tanah di Kabupaten Ciamis yang terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Estimasi Erosi Tanah di Kabupaten Ciamis

Gambar 3. menunjukkan hasil pengolahan data erosi tanah yang diperoleh menggunakan software ArcMap. Titik-titik dengan warna yang beragam menunjukkan tingkat erosi tanah pada daerah-daerah yang terdapat di Kabupaten Ciamis. Titik yang berwarna kuning menunjukkan daerah tersebut tidak rawan terjadi bencana longsor, sedangkan titik yang

semakin gelap hingga berwarna ungu menunjukkan wilayah tersebut rawan akan terjadinya longsor. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa beberapa wilayah di Kabupaten Ciamis termasuk daerah rentan akan terjadi longsor. Hasil dari analisis GIS dengan software ArcMap menunjukkan bahwa nilai erosi tanah tertinggi yaitu 33,9645 tons ha⁻¹ year⁻¹ yang berarti tanah longsor di Kabupaten Ciamis tergolong ke dalam kategori tinggi atau rawan, sebagaimana klasifikasi Morgan dengan rentang 10-50 tons ha⁻¹ year⁻¹ berada pada kategori tinggi. Hal itu didukung dengan adanya beberapa faktor meliputi erosivitas curah hujan yang tinggi, erodibilitas tanah yang tinggi, topografi lereng yang curam, manajemen vegetasi yang masih kurang baik, dan faktor pendukung lainnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis estimasi erosi tanah di Kabupaten Ciamis dengan metode RUSLE berbantuan GIS, daerah tersebut dikategorikan sebagai daerah yang rawan terjadi longsor. Hal itu dibuktikan dengan data yang diperoleh menggunakan ArcMap bahwa Kabupaten Ciamis tergolong dalam kategori rawan longsor karena memiliki erosivitas curah hujan yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap erosi tanah, kecuraman dan kemiringan lereng tinggi, serta lereng dan perkebunan yang dialih fungsikan menjadi lahan pemukiman mengakibatkan rentan terjadinya bencana longsor.

Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan bencana longsor khususnya di daerah Kabupaten Ciamis. Maka dari itu, analisis estimasi longsor pada tiap daerah di Indonesia cukup penting untuk dilakukan, sehingga penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada wilayah lain dengan cakupan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agele, D. M., Lihan, T. B., Rahim, S. A., & Rahman, Z. A. (2013). Risk assessment of soil erosion downstream of the Pahang river basin with RUSLE model. *Research Gate*, 19(2), 571–580.
- Farhan, Y., & Nawaiseh, S. (2015). Spatial assessment of soil erosion risk using RUSLE and GIS techniques. *Environmental Earth Sciences*, 74(6), 4649–4669. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4430-7>
- Firdaust, S. A., Kuryanto, T. D., & Manggala, A. S. (2023). Analisis Erosi Dan Sedimentasi Di Das Sampean Hulu Menggunakan Metode Usle Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Smart Teknologi*, 4(3), 320–327. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- Ganasri, B. P., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 7(6), 953–961. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.10.007>
- Ghosal, K., & Bhattacharya, S. Das. (2020). A Review of RUSLE Model. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s12524-019-01097-0>
- Hamida, F. N., & Widyasamratri, H. (2019). Risiko Kawasan Longsor Dalam Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Pondasi*, 24(1), 67. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v24i1.4997>
- Handayani, N., & Hartutik, S. (2021). Gambaran Kesiapsiagaan Masyarakat di Daerah Rawan Longsor. *Aisyiyah Surakarta Journal of Nursing*, 2(2), 61–69.
- Hikmah, A. A., Subando, J., & Effendi, A. (2023). Internalisasi Nilai-Nilai Akhlak terhadap Alam pada Santri di Pondok Pesantren Muhammadiyah Green School Wonogiri Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Hospitality*, 12(1), 153–160.
- Hudi, S. M., Yuwono, S. B., & ... (2022). Pendugaan erosi das sekampung hulu guna perencanaan rehabilitasi hutan dan lahan. ... *Nasional Silvikultur Ke-Viii*, 213–219.

https://hutan.fp.unila.ac.id/wp-content/uploads/2022/09/213-219_PROSIDING-SEMNAS-SVK-8-berISSN.pdf

- Ihhami, M. F., & Yusuf, M. (2020). Optimasi Alokasi Penggunaan Lahan Berbasis Mitigasi Erosi. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54995>
- Jahun, B. G., Ibrahim, R., Dlamini, N. S., & Musa, S. M. (2015). Review of Soil Erosion Assessment using RUSLE Model and GIS. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(9), 36–47. www.iiste.org
- Kebede, Y. S., Endalamaw, N. T., Sinshaw, B. G., & Atinkut, H. B. (2021). Modeling soil erosion using RUSLE and GIS at watershed level in the upper beles, Ethiopia. *Environmental Challenges*, 2(December 2020), 100009. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2020.100009>
- Lihan, T., Khodri, N. F., Mustapha, M. A., Ali Rahman, Z., & Idris, W. M. R. (2018). Soil erosion potential at Sungai Bilut catchment, Raub, Pahang using integration of RUSLE and GIS. *Sains Malaysiana*, 47(10), 2241–2249. <https://doi.org/10.17576/jsm-2018-4710-01>
- Naryanto, H. S., & Zahro, Q. (2020). Penilaian Resiko Bencana Longsor di Wilayah Kabupaten Serang. *Majalah Geografi Indonesia*, 34(1), 1–10.
- Nuraida, Rachman, L. M., & Baskoro, D. P. T. (2016). Analysis of High Conservation Value Aspect Erosion and Sedimentation Control (HCV 4.2) in Ciliwung Hulu Watershed. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 6(2), 151–158. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2016.6.2.151>
- Nurjanah, S., & Mursalin, E. (2022). Pentingnya Mitigasi Bencana Alam Longsor Lahan: Studi Persepsi Mahasiswa Siti Nurjanah 1 * , Enggal Mursalin 2. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 515–523.
- Prihatin, R. B. (2018). Masyarakat Sadar Bencana: Pembelajaran dari Karo, Banjarnegara, dan Jepang. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 9(2), 221–239. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v9i2.1106>
- Ramadhani, N. I., & Idajati, H. (2017). Identification of the Landslide Hazard Level, Case Study: Mount Lawu Slope Area, Karanganyar Regency, Central Java. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 87–90.
- Rohimah, S., Ibrahim, I. M., & Samiatulmilaah, A. (2021). Pengetahuan Masyarakat Tentang Kesiapsiagaan Bencana Menghadapi Tanah Longsor Di Kabupaten Ciamis. *Jurnal Keperawatan Galuh*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.25157/jkg.v3i1.6582>
- Rosita, A., Aryanto, D., Noorainy, F., Slamet, M., & Permadi, D. (2018). Daerah Rawan Bencana Geologi Gerakan Tanah Dalam Arah Kebijakan Mitigasi Kabupaten Ciamis. *Jurnal Planologi Unpas*, 5(1), 885. <https://doi.org/10.23969/planologi.v5i1.927>
- Ryan, C., Dasmasele, C., Sembiring, I., Purnomo, H. D., Informasi, M. S., Kristen, U., & Wacana, S. (2020). *Sistem Peringatan Dini Rawan Bencana Longsor Di Kota Ambon menggunakan IoT*. 02, 220–227.
- Sulaiman, M. E., Setiawan, H., Jalil, M., Purwadi, F., S, C. A., Brata, A. W., & Jufda, A. S. (2020). Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda. *Jurnal Geografi Gea*, 20(1), 39–43. <https://doi.org/10.17509/gea.v20i1.22021>
- Thapa, P. (2020). Spatial estimation of soil erosion using RUSLE modeling: a case study of Dolakha district, Nepal. *Environmental Systems Research*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-020-00177-2>
- Warsita, I., Permana, S., & Farida, I. (2016). Perancangan Dewatering Pada Konstruksi Basement (Studi Kasus Proyek Landmark Residence – Bandung). *Jurnal Konstruksi*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.33364/konstruksi.v.12-1.269>
- Zulfa, V. A., Widyasamratri, H., & Kautsary, J. (2022). Mitigasi Bencana Berdasarkan Tingkat Risiko Bencana Tanah Longsor. *Jurnal Kajian Ruang*, 2(2), 154. <https://doi.org/10.30659/jkr.v2i2.26532>