EnviroScienteae Vol. 19 No. 3, Agustus 2023 ISSN 2302-3708 (online)
Halaman 163-170

ANALISIS LAJU EROSI MENGGUNAKAN METODE UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE) DAN ANALISIS TINGKAT BAHAYA EROSI

Analysis of Erotion Rate using Universal Soil Loss Equation (USLE) and Analysis of Erotion Hazards

Moh Zely Fahruddin[1)], Akhmad Rizalli Saidy[2)], Andi Mizwar[3)], Badaruddin[4)]

[1)]*Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat*
[2)]*Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat*
[3)]*Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*
[4)]*Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat*
[*)]*e-mail: zely2508@gmail.com*

Abstract

Changes in environmental conditions have a tendency to increase in line with the increase in the area of land cover converted through the land clearing process for mining activities. one of the indicators of successful mining environmental management is the erosion control factor. In theory, open pit mining will have very large erosion due to damage to soil aggregation and high interaction with rainwater. The research method used is descriptive quantitative by comparing the values of the slope angles of the disposal slopes under different conditions, as well as knowing the magnitude of the erosion rate in the study area by calculating the erosivity of rain, the erodibility of soil (% sand, % clay, % dust), soil structure value, soil permeability value, slope length and slope, plant management value and soil and water conservation value as well as classifying the level of erosion hazard. Referring to the level of erosion hazard that has been obtained, it can be illustrated that the factors of rain erosivity, soil erodibility, length and slope of the slope and plant management actions as well as land conservation affect the level of erosion hazard while the dominant factors are rain erosivity, soil erodibility, length and slope and vegetation cover. The erosion rate at the study site is strongly influenced by erosivity, soil erodibility, slope length and slope, cover crop management and land conservation factors. Classification of erosion hazard level classes at the study site consists of categories: II – S (moderate), III – B (severe) and IV – B (very severe).

Keywords: Erosion; slope; Universal Soil Loss Equation (USLE)

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan yang dilakukan dengan cara membuka hutan menyebabkan pengikisan lapisan tanah. Pengerukan dan penimbunan juga merupakan kegiatan mengambil sumberdaya alam yang dimanfaatkan untuk pembangunan juga merupakan salah satu cara merubah bentang alam. Dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh kegiatan penambangan yakni kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas lahan yang ditunjukkan dengan adanya penurunan kualitas fisik, kimia dan biologi tanah (Putra *et al*., 2019).

Erosi adalah peristiwa berpindah dan terangkutnya material tanah dari satu tempat yaitu lereng bagian atas oleh media air, lalu diendapkan pada bagian yang lebih rendah sebagai material sedimen. Menurut (Schwab, 1981) erosi terdiri dari 2 jenis,

yakni erosi geologis dan erosi dipercepat. Erosi geologi adalah proses tanah yang tererosi berada dalam keadaan yang seimbang dan peristiwa ini sangat mendukung besarnya pertumbuhan tanah. Erosi dipercepat merupakan erosi yang timbul akibat pengaruh dari kegiatan manusia yakni agregat tanah yang rusak dan bahan organik serta partikel mineral yang tidak sesuai sehingga menimbulkan dampak vegetasi alami yang hilang (Osok *et al*., 2018).

Banyaknya faktor yang menyebabkan terjadinya erosi diantaranya erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, vegetasi dan manusia (Hudson, 1976). Sifat tanah yang mempengaruhi erodibilitas diantara lainya 1). Laju infiltrasi, yaitu kapasitas tanah dalam menahan air dan permeabilitas dan 2). Ketahanan struktur tanah terhadap disperse, serta pengikisan tanah oleh butir air hujan dan aliran permukaan (Veiche, 2002).

Penambangan batubara menggunakan metode penambangan terbuka memiliki beberapa dampak negatif yaitu perubahan kondisi suatu lingkungan dengan adanya penurunan produktivitas tanah, pemadatan tanah, erosi dan sedimentasi serta terjadinya gerakan tanah atau longsoran. Untuk menanggulangi dampak yang timbul akibat penambangan terbuka ini, maka dilakukan aktivitas reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas tambang guna memperbaiki kondisi areal yang terbuka tersebut (Sulistiyo. B., 2015). Menurut Peraturan Menteri dan Energi Sumberdaya Mineral No. 07 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral Dan Batubara mewajibkan kepada setiap perusahaan tambang untuk melakukan pengelolaan dan pemantauan lingkungan pertambangan termasuk di dalamnya kegiatan reklamasi dan rehabilitasi pasca tambang.

Reklamasi merupakan salah satu kegiatan yang memiliki tujuan untuk memperbaiki dan menata guna lahan yang terganggu yang timbul akibat dampak kegiatan usaha pertambangan (Kementerian Pertambangan dan Energi, 1995). Reklamasi adalah kegiatan yang mengupayakan fungsi guna lahan yang terganggu sebagai akibat dari kegiatan usaha pertambangan dengan tujuan fungsi dan daya guna sesuai peruntukan (Arif, 2007) (Sarjan, Hadi, & Pramestyawati, 2019).

Konservasi topsoil lapisan tanah paling atas atau tanah pucuk, merupakan lapisan tanah yang perlu dikonservasi, karena paling memenuhi syarat untuk dijadikan media tumbuh tanaman. Hal ini mencerminkan bahwa proses reklamasi harus sudah mulai berjalan sejak proses penambangan dilakukan, karena konservasi tanah pucuk harus dilakukan pada awal penggalian.

Disposal merupakan tempat penimbunan dari lapisan tanah maupun batuan penutup atau yang biasa disebut dengan overburden (Sinuhaji & Nurcholis, 2019, kemudian overburden diangkut menggunakan truk pengangkut menuju disposal yang sudah ditentukan.

Perkiraan jumlah tanah erosi ditentukan menggunakan rumus Universal Soil Loss Equation (USLE), persamaan 1(Liu & Liu, 2010).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \; x \; 0.61$$

Dimana:

A : jumlah tanah yang tererosi per satuan luas per satuan waktu (ton/ha/tahun)
R : faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan (mj.cm/ha/jam/tahun)
K : faktor erodibilitas tanah (ton/ha.jam/ha/mj.cm)
LS : faktor panjang kemiringan lereng
C : faktor pengelolaan tanaman
P : faktor konservasi tanah
0,61 : faktor koreksi (Ruslan, 1992)

Erosivitas hujan merupakan kemampuan hujan dalam menciptakan erosi pada tanah. Peristiwa ini merupakan sifat fisik dari hujan meliputi jumlah hujan,

curah hujan, durasi, intensitas dan ukuran butir hujan. Rumus Lenvain dapat digunakan sebagai penentu besar indeks erosivitas hujan (DHV, 1989 dalam Asdak, 2010).

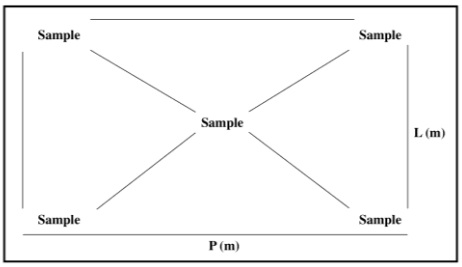
Tekstur tanah dapat ditunjukkan dari kasar halusnya tanah, berdasarkan perbandingan pasir (sand), debu (silt) dan liat (clay). Fraksi pasir berukuran (2 mm – 50 μ) lebih kasar dibanding debu (50 μ – 2 μ) dan liat (lebih kecil dari 2 μ). Permeabilitas penting dalam hal menentukan penggunaan dan pengelolaan praktis tanah. Permeabilitas mempengaruhi penetrasi akar, laju penetrasi air, laju absorpsi air, drainase internal dan pencucian unsur hara (Donahue, 1984). Faktor-faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah antara lain tekstur tanah, porositas dan distribusi ukuran pori, stabilitas agregat dan stabilitas struktur tanah serta kadar bahan organik tanah (Hudson, 1976).

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini mengacu pada tujuan penelitian yang terdiri atas 3 bagian tahapan penelitian antara lain perbandingan kemiringan lereng rancang awal disposal dengan kemiringan lereng setelah penimbunan, perbandingan kemiringan lereng setelah penghamparan topsoil dengan kemiringan lereng aktual setelah reklamasi, Perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE serta mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi.

Sedangkan untuk analisis data yang digunakan adalah analisis korelasi (hubungan) merupakan suatu bentuk analisis inferensial yang digunakan untuk mengetahui derajat atau kekuatan hubungan, bentuk atau hubungan kausal dan hubungan timbal balik di antara variabel penelitian. Dalam pembahasan variabel-variabel penelitian meliputi; sudut kemiringan lereng rancang disposal, sudut kemiringan lereng setelah dilakukan penimbunan, sudut kemiringan disposal setelah dilakukan penghamparan topsoil, dan analisis nilai laju erosi dengan menggunakan metode USLE dan menentukan tingkat bahaya erosi sesuai dengan Tabel bahaya erosi.

Membuat garis melintang pada lokasi penelitian dengan arah timur barat sebanyak 6 garis dengan sepasi antar baris antara 70-90 m mengaju pada kerapatan tanam tumbuh pada lokasi garis melintang tersebut. Melakukan pengambilan sampel tanah utuh dengan ring sampling sebanyak 18 ampel tanah, dan sampel tanah tidak utuh (terganggu) dengan bor sampling sebanyak 18 sampel pada tiap garis melintang, dengan ke dalam sampel tanah antara 5-20 cm, sehingga dihasilkan sebanyak 18 sampel tanah utuh (*undistrub*) dan 18 sampel tanah tidak utuh (*disturb*). Pengambilan sampel tanah ini mengacu pada kerapatan tanam tumbuh dan besarnya diameter batang tanam tumbuh tersebut. Sampel untuk struktur tanah menggunakan bor sample sedangkan tekstur tanah, permeabilitas dan C-organik menggunakan ring sample hal ini termasuk dalam sampel tanah undisturb (Safitri *et al.*, 2021).



Keterangan:
Panjang : 5 (m)
Lebar : 5 (m)

Gambar 1. Teknik Pengambilan Sampel Tanah pada Area Penelitian

Mengukur ketebalan solum tanah pada masing sampel tanah tiap garis menggunakan bor sampling dengan kedalaman maksimal 90 cm kemudian mengukur panjang menggunakan meteran, data tersebut digunakan untuk mengetahui kelas tingkat bahaya erosi. Mengambil dan membawa sampel tanah ke laboratorium tanah untuk di analisa sifat fisik tanah berupa tekstur tanah, c-organik dan

permeabilitas tanah. Menganalisis nilai tekstur tanah, C-organik dan permeabilitas tanah yang didapatkan pada uji laboratorium sampel tanah.

Melakukan perhitungan terkait erosivitas hujan persamaan (2) dan (3) pada tinjauan pustaka dengan menggunakan data curah hujan daerah penelitian. Menghitung erodibilitas tanah dapat dilihat pada persamaan (4) pada tinjauan pustaka dengan telah diketahuinya nilai tekstur tanah, C-organik dan permeabilitas tanah. Menganalisis panjang lereng dengan cara mengukur panjang lereng pada tiap garis melintang daerah penelitian dan sudut kemiringan dengan mengambil titik koordinat pangkal dan ujung tiap garis penelitian kemudian di olah ke menggunakan software minescape.

Mengklasifikasikan nilai pengelolaan tanaman (P) dan nilai konservasi tanah (C). Menghitung laju erosi daerah penelitian dengan mengunakan metode USLE (universal soil loss equation) dan mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat 6 Lajur yang dibuat pada rancang kemiringan lereng awal dan kemiringan lereng setelah penimbunan. Dari hal tersebut didapatkan perbedaan antara hasil Lajur awal dan setelah penimbunan. Berdasarkan acuan yang digunakan oleh perusahan yakni Standard Working Instruction (SWI) tentang disposal desain dimana dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1. Disposal Parameter

Disposal Type	Overall Slope (degress)	Single Slope (degress)	Fill Height/Bench (m)	Bench width (m)
OPD	8	35	5	Depend on Arutmin (geotech enginer)
IPD	7	35	5	
Top Soil	7	35	5	

Disposal dibagi menjadi dua kriteria, yaitu pertama adalah inpit dump atau ipd (disposal yang berada di area pit yang sudah final atau mine out), yang kedua adalah outpit dump atau opd (disposal yang berada di area outpit). Jarak aman outpit dump dengan pit boundary atau toe disposal IPD dengan pit aktif adalah 125 m atau menyesuaikan rekomendasi geotek yang dibuat oleh perusahaan pemegang IUP. Berdasarkan hal tersebut diatas, beberapa hasil Lajur kemiringan lereng awal dan Lajur setelah penimbunan masih diatas standar yang diterapkan oleh perusahaan. Untuk OPD, IPD dan top soil, ditetapkan batas minimum single slope dalam derajat yakni 35°. Angka ini telah didapatkan dari geotechnical engineer dari pemegang IUP yang merupakan mitra kerja sub - kontraktor.

Tabel 2. Nilai Laju Erosi Mengacu pada *Bulk Density*

	Luas area (ha)	Panjang (m)	Luas Lajur (m2)	Bulk density gr/cm3	Volume Erosi ton/ha/tahun
Lajur 01	0.59	75	64.63	1.6	43.09
Lajur 02	0.96	112	22.03	1.6	21.93
Lajur 03	1.33	126	121.61	1.6	136.20
Lajur 04	1.84	148	34.36	1.6	45.20
Lajur 05	1.93	150	26.72	1.6	35.63
Lajur 06	0.94	85	25.03	1.6	18.91

Mengacu pada Tabel 1, dengan mengasumsikan curah hujan relatif tidak berubah, faktor pengelolaan tanaman dan konservasi tanah dan air relatif sama serta memperhitungkan faktor bulk density tanah pada lokasi penelitian sehingga nilai laju erosi terhadap masing – masing Lajur, terdapat beberapa item yang nilai laju erosi mendekati sama dan terdapat juga Lajur yang nilai laju erosi berbeda.

Mengacu pada Tabel 1, dengan mengasumsikan curah hujan relatif tidak berubah, faktor pengelolaan tanaman dan konservasi tanah dan air relatif sama serta memperhitungkan faktor bulk density tanah pada lokasi penelitian sehingga nilai laju erosi terhadap masing – masing Lajur, terdapat beberapa item yang nilai laju erosi mendekati sama dan terdapat juga Lajur yang nilai laju erosi berbeda.

Pada Lajur 01 dengan metode memperhitungan densitas tanah nilai volume laju erosinya 43.09 (ton/ha/tahun) sedangkan perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE volume laju erosinya sebesar 57.80 (ton/ha/tahun), Lajur 02 metode memperhitungan densitas tanah nilai volume laju erosinya 21.93 (ton/ha/tahun) sedangkan perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE volume laju erosinya sebesar 119.65 (ton/ha/tahun), Lajur 03 metode memperhitungan densitas tanah nilai volume laju erosinya 136.20 (ton/ha/tahun) sedangkan perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE volume laju erosinya sebesar 69.70 (ton/ha/tahun), Lajur 04 metode memperhitungan densitas tanah nilai volume laju erosinya 45.20 (ton/ha/tahun) sedangkan perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE volume laju erosinya sebesar 46.64 (ton/ha/tahun), Lajur 05 metode memperhitungan densitas tanah nilai volume laju erosinya 35.63 (ton/ha/tahun) sedangkan perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE volume laju erosinya sebesar 64.85 (ton/ha/tahun), Lajur 06 metode memperhitungan densitas tanah nilai volume laju erosinya 18.91 (ton/ha/tahun) sedangkan perhitungan laju erosi menggunakan metode USLE volume laju erosinya sebesar 54.94 (ton/ha/tahun). Untuk secara keseluruhan volume laju erosi memperhitungan densitas tanah adalah sebesar 300.96 (ton/ha/tahun) dan volume laju erosi menggunakan metode USLE sebesar 413.58 (ton/ha/tahun).

Beradasarkan penelitian jurnal dengan studi kasus potensi lahan bekas tambang yang memberikan manfaat dalam peruntukan lahan perkebunan (Jumat rianto *et al*., 2019). Penggunaan lahan yang diarahkan untuk bekas tambang pada lahan rencana reklamasi untuk tujuan perkebunan memperoleh nilai 44 . Nilai 41- 53 memiliki hambatan yang berat dan membutuhkan pengelolaan tanah khusus. Pada area lahan yang direncanakan untuk area reklamasi, memiliki dugaan erosi yakni 46.10 ton/ha/tahun dimana angka tersebut masuk kedalam kategori tingkat bahay erosi tingkat sedang. Dengan kemiringan lereng >450 yaitu 118% yang masuk kedalam kategori curam – sangat curam. Upaya yang dapat diimplementasikan pada area lereng tersebut yakni dengan membuat teras bangku konstruksi ukuran sedang. Hal tersebut dapat mengurangi erosi yang terjadi 46.10 ton/ha/tahun sehingga menurun menjadi 9.91 ton/ha/th. Penelitian jurnal ini mendapatkan hasil erosi erosi yang terjadi 46.10 ton/ha/tahunlebih rendah dibandingkan hasil penelitian tesis yang dilakukan yakni untuk laju erosi tertinggi 119.65 (ton/ha/tahun) dan yang terendah 15.70 (ton/ha/tahun).Mengacu pada Tabel klasifikasi tingkat bahaya erosi maka terdapat beberapa nilai tingkat bahaya erosi (TBA) terhadap masing – masing Lajur, antara lain :

Lajur 1 dengan 3 titik sampel, klasifikasi bahaya erosi III - B (berat) dan IV – SB (sangat berat), tanam tumbuhnya terdiri atas rumput ilalang, sebagian semak belukar dan pohon akasia.

Lajur 2 dengan 3 titik sampel, klasifikasi bahaya erosi II-S (sedang) dan III – B (berat), sedangkan tanaman permukaan terdiri atas rumput ilalang dan pohon akasia

Lajur 3 dengan 3 titik sampel, klasifikasi bahaya erosi III – B (berat) dan IV – SB (sangat berat), tanaman tumbuh dominan rumput ilalang serta pohon akasia.

Lajur 4 dengan 3 titik sampel, klasifikasi bahaya erosi III – B (berat), pada Lajur ini tanaman tumbuhnya terdiri atas rumput ilalang, pohon akasia dan pohon minyak kayu putih.

Lajur 5 dengan 3 titik sampel, klasifikasi bahaya erosi III – B (berat) dan IV – SB (sangat berat), tanaman tumbuh terdiri atas pohon minyak kayu putih, pohon jambu mente dan terdapat beberapa titik tumbuhan ilalang serta pohon akasia.

Lajur 6 dengan 3 titik sampel, klasifikasi bahaya erosi II – S (sedang) dan III – B (berat), pada Lajur ini tanaman tumbuhnya terdiri dari pohon jambu mente dan pohon akasia.Berdasarkan pada klasifikasi tingkat bahaya erosi tersebut maka didapatkan gambaran kelas tingkat bahaya erosi pada lokasi penelitian terdiri dari sedang, berat dan sangat berat.

Mengacu pada tingkat bahaya erosi yang telah didapatkan, maka dapat digambarkan bahwa faktor erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng dan tindakan pengelolaan tanaman serta konservasi lahan berpengaruh terhadap tingkat bahaya erosi. Sedangkan faktor yang dominan pegaruhnya adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng serta vegetasi penutup.

KESIMPULAN

Mengacu pada tingkat bahaya erosi yang telah didapatkan, maka dapat digambarkan bahwa faktor erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng dan tindakan pengelolaan tanaman serta konservasi lahan berpengaruh terhadap tingkat bahaya erosi. Sedangkan faktor yang dominan pegaruhnya adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng serta vegetasi penutup.

Besaran nilai laju erosi pada lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh faktor erosivitas, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, faktor pengelolaan tanaman penutup dan faktor konservasi lahan. klasifikasi kelas tingkat bahaya erosi pada lokasi penelitian terdiri atas kategori: II – S (sedang), III – B (berat) dan IV – B (sangat berat).

DAFTAR PUSTAKA

Alimano, M. (2011). Konsep Pedoman Penggelolaan Timbunan Batuan Penutup di Pertambangan Mineral Indonesia.

Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah dan Air (2nd ed., Vol. 2). IPB Press. Bogor.

Aswandi, A., & Yulhendra, D. (2018). Redesain Rancangan Ultimate Pit Dengan Menggunakan Software Minescape 4.118 Di Pit S41 PT. Jurnal Bina Tambang, 4(1).

Fitri, D., 1□, Y., Mansur, I., Rusdiana, O., Kirmi, H., Coal, P. B., & Penulis, K. (2020). Pendugaan Laju Erosi Tanaman Serai Wangi (Cymbopogon nardus L.) Pada Lahan Pasca Tambang, The Erosion Rate Estimatimition of Citronellagrass (Cymbopogon nardus L) On Post Mining Land. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 9(1), 55–62. https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9.i1.55-62

Hafifa, L., Tampubulon, G., & Megasukma, Y. (2022). Perencanaan teknis dan biaya reklamasi lahan bekas penambangan batubara pit 1 di PT Seluma Prima Coal. Jurnal Teknik Kebumian.

Harahap, Z. A., Purwoko, B., Sutrisno, H., Teknik, J., Fakultas, P., Universitas, T., Pontianak, T., Dosen,), & Pertambangan, T. (2020). Perencaan Reklamasi pada pit B2 Bukit 7B PT. Antam (persero) Tbk unit bisnis

pertambangan bauksit Kalimantan Barat Biro Tayan Kabupaten Sanggau.

Hardiana, E., Kadir, S., Nugroho, Y., & Kehutanan, J. (2019). Analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) di DAS Dua Laut Kabupaten Tanah Bumbu Erosion Hazard Level Analysis (EHL) in Dua Laut Watersheds 0f Tanah Bumbu District. In Jurnal Sylva Scienteae (Vol. 02, Issue 3).

Jumat rianto, D., Nursanto, E., & Kresno. (2019). Analisis potensi lahan bekas tambang dalam memberikan manfaat terhadap peruntukan lahan perkebunan di Kabupaten Tebo Provinsi Jambi. Seminar Teknologi Kebumian Dan Kelautan, 61–68.

Krisnayanti, D. S. (2018). Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode USLE dan MUSLE Pada DAS Noel Puames. In Jurnal Teknik Sipil: Vol. VII (Issue 2).

Liu, L., & Liu, X. H. (2010). Sensitivity Analysis of Soil Erosion in The orthern Loess Plateau. Procedia Environmental Sciences, 2, 134–148. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.017

Novitasari. (2006). Analisis Erosi Lahan Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang.

Osok, R. M., Talakua, S. M., & Gaspersz, E. J. (2018). Analisis Faktor-Faktor Erosi Tanah, Dan Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode Rusle Di DAS Wai Batu Merah Kota Ambon Provinsi Maluku. Jurnal Budidaya Pertanian, 14(2), 89–96. https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.2.89

Putra, A., Widyaningsih, R., Nurcholis, M., Pertambangan, T., Teknologi Mineral, F., Veteran Yogyakarta, U., Perminyakan, T., Tanah, I., & Pertanian, F. (2019). Analisis Faktor Erodibilitas Tanah Penyebab Erosi di Area Tambang Site Melak (Vol. 3, Issue 1).

Risti Anggraini, L., Triantoro, A., Siska Novianti, Y., & Eko Mulyono, E. (2019). Analisis Indeks Bahaya Erosi Pada Lahan Reklamasi. In Jurnal GEOSAPTA (Vol. 5, Issue 2).

Safitri, J., Arisanty, D., Adyatma, S., & Hastuti, K. P. (2021). Estimasi Tingkat Bahaya Erosi dengan Menggunakan Metode USLE Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Amandit. Indonesian Journal of Earth Sciences, 1(1), 17–27. https://doi.org/10.52562/injoes.v1i1.20

Sarminah, S., Kristianto dan Syafrudin, D. M., Kehutanan, F., Mulawarman, U., Gunung Kelua, K., Ki Hajar Dewantara, J., & Kalimantan Timur, S. (2017a). Analisis tingkat bahaya erosi pada kawasan reklamasi tambang Batubara (Vol. 1, Issue 2).

Sarminah, S., Kristianto dan Syafrudin, D. M., Kehutanan, F., Mulawarman, U., Gunung Kelua, K., Ki Hajar Dewantara, J., & Kalimantan Timur, S. (2017b). Analisis Tingkat Bahaya Erosi Pada Kawasan Reklamasi Tambang Batubara PT Jembayan Muarabara Kalimantan Timur (Vol. 1, Issue 2).

Schwab, G. O., Richard. Frevert., Talcott. W. Edminster., & Kenneth. K. Barnes. (1981). Soil and Water Conservation Engineering (Vol. 1). John Willey Sons New York. Chichester. Brisbone Toronto.

Sinuhaji, A., & Nurcholis, D. (2019). Revegetasi dan Laju Erosi di Lokasi Disposal Tambang Batubara.

Sulistiyo. B. (2015). Kajian Perubahan Tingkat Kekritisan Lahan Sebagai Proses Eleminasi Unit Lahan di Kawasan Pertambangan PT Danau Mas Hitam Provinsi Bengkulu. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Prosiding Seminar Nasional

Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 1(4), 823–833.

Syaifullah Wahyudin, W., & Nurrochmad, F. (2020). Analisis Potensi Sedimentasi Embung Bekas Lahan Galian Tambang Batubara. Prosiding Webinar Nasional Teknik Sipil 2020.

Triono, A., Purwoko, B., Setiawati, S., Mahasiswa,), Teknik, J., Fakultas, P., Universitas, T., Pontianak, T., Jurusan, D., & Pertambangan, T. (2022). Perencanaan Teknis Reklamasi Pada Penambangan Emas PT Satria Pratama Mandiri Kecamatan Kapuas dan Kecamatan Mukok Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat.