JURNAL HIMASAPTA, Vol. 8, No. 3, Desember 2023: 201-208

Analisis erosi menggunakan USLE pada area disposal dan sekatan Sump Angsana Pit Tutupan PT Adaro Indonesia

Erosion analysis using USLE in disposal area and Angsana Sump barrier at Pit Tutupan PT Adaro Indonesia

Tyas Ana Inhazama[1], Adip Mustofa[2], Ahmad Ali Syafi'i [3]*
[1-3]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
JL. A. Yani KM 35,5 Banjarbaru 70714. Telp 0812-5475-6338
e-mail: [1]1810813220013@mhs.ulm.ac.id, [2]adip@ulm.ac.id, *[3]**ali.syafii@ulm.ac.id**

ABSTRAK

Erosi merupakan kehilangan atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat oleh air atau angin. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Pengangkutan erosi yang terjadi di daerah iklim basah pada umumnya adalah pengangkutan erosi oleh air. Pengaruh iklim terhadap muka bumi serta segenap isinya, bukan saja besar, tetapi amat mendasar. Menurut pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa berbagai variable yang mempengaruhi prediksi erosi berperan sangat penting dalam nilai erosi yang terjadi termasuk jenis tanah, vegetasi, dan panjang serta kemiringan lereng. Dari Hasil Perhitungan dan analisis pada area disposal laju erosi adalah sebesar 271 ton/ha/th yang dimana kehilangan tanah termasuk pada 180-480 dengan tingkat bahaya erosi tersebut jika dikorelasikan dengan tabel klasifikasi menurut departemen kehutanan 1998 dapat diketahui Tingkat bahaya erosi pada area disposal menunjukan Tingkat Bahaya Erosi Berat. Pada area sekatan laju erosi adalah sebesar 64 ton/ha/th dimana kehilangan tanah termasuk pada 16-60 dengan tingkat bahaya erosi tersebut jika dikorelasikan dengan tabel klasifikasi menurut departemen kehutanan 1998 dapat diketahui Tingkat bahaya erosi pada area sekatan menunjukan Tingkat Bahaya Erosi Sedang.

Kata-kata kunci*:* Analisis Tingkat, Bahaya Erosi, Laju Erosi, Pertambangan

ABSTRACT

Erosion is the loss or erosion of soil or parts of land from a place by water or wind. Erosion causes the loss of fertile soil layers which are good for plant growth and reduces the soil's ability to absorb and hold water. Erosion transport that occurs in wet climate areas is generally the transport of erosion by water. The influence of climate on the face of the earth and all its contents, is not only big, but very basic. According to this statement, it can be seen that various variables that affect erosion prediction play a very important role in the value of erosion that occurs including soil type, vegetation, and length and slope of the slope. From the results of calculations and analysis in the disposal area, the erosion rate is 271 tons/ha/year, where soil loss is included in the 180-480 level with the erosion hazard level. Severe Erosion Hazard Level. In the blockage area the erosion rate is 64 tons/ha/year where soil loss is included in the 16-60 level with the erosion hazard level. If it is correlated with the classification table according to the 1998 Forestry Department, it can be seen that the erosion hazard level in the blockage area indicates a Moderate Erosion Hazard Level.

Keywords*: Erosion Hazard, Erosion Rate, Level Analysis, Mining*

PENDAHULUAN

Sumberdaya alam utama, yaitu tanah dan air pada dasarnya merupakan sumberdaya alam yang dapat diperbaharui, namun mudah mengalami kerusakan atau degradasi. Pada penelitian ini pada PT Adaro Indonesia area sekatan terdapat erosi yang mana itu kerusakan tanah dapat terjadi oleh kehilangan unsur tanah dan bahan organik di daerah perakaran, terkumpulnya garam di daerah perakaran, penjenuhan tanah oleh air, dan erosi. Kerusakan tanah tersebut menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Dengan kejadian ini yang membuat penulis melakukan penelitian dengan judul Analisis Tingkat Bahaya Erosi Menggunakan Metode USLE Pada Area Disposal dan Sekatan Sump Angsana Pit South Tutupan PT Adaro Indonesia di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan.

METODOLOGI

Erosi

Pada dasarnya erosi merupakan interaksi antara beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

a. Iklim

Faktor iklim yang berpengaruh pada erosi adalah curah hujan dan suhu. [1] menyatakan bahwa sifat hujan yang terpenting yaitu curah hujan, intensitas hujan dan distribusi hujan akan menentukan kemampuan hujan untuk menghancurkan butir-butir tanah serta jumlah dan kecepatan limpasan permukaan. Curah hujan dalam suatu waktu mungkin tidak menyebabkan erosi jika intensitasnya rendah.

b. Topografi

Unsur topografi yang paling berpengaruh terhadap erosi adalah kemiringan lereng dan panjang lereng. Semakin curam lereng maka semakin besar energi angkut air. Semakin miring lereng maka semakin banyak jumlah partikel tanah yang terangkut oleh air ke bawah lereng. Daya erosi semakin besar pada tanah yang berada di bagian bawah lereng karena semakin ke bawah air yang terkumpul semakin banyak.

c. Vegetasi

Vegetasi berfungsi sebagai pelindung tanah, menurunkan kecepatan air mengalir, dan memperkuat penyerapan air (transpirasi). [1] menyatakan bahwa tanaman mampu mempengaruhi erosi karena adanya

intersepsi air hujan oleh tajuk dan adsobsi melalui energi air hujan sehingga memperkecil erosi, dari adanya vegetasi juga berpengaruh terhadap struktur tanah yang diakibatkan oleh penyebaran akar-akar tumbuhan, pengaruh limpasan tanah, peningkatan aktifitas mikroorganisme dalam tanah serta peningkatan kecepatan kehilangan air karena transpirasi.

d. Tanah

Tanah sebagai unsur utama dari erosi mempunyai tingkat kepekaan terhadap erosi yang berbeda-beda, tidak semua tanah bisa tererosi dengan mudah. Hal ini tergantung oleh laju infiltrasi, permeabilitas dan kapasitas air, serta tingkat ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan pengikisan oleh air hujan.

e. Manusia

Manusia adalah faktor penentu dalam pengelolaan tanah yang tepat. Faktor manusia yang dimaksud yaitu penanganan pengendalian erosi. Kesalahan dalam pengelolaan lahan akan menyebabkan erosi semakin meningkat dan kerusakan tata air. Maka dari itu perlu adanya manajemen dan perencanaan dalam upaya pengendalian erosi, apakah lahan yang diusahakan akan lebih baik atau justru merusak atau tidak berproduksi.

USLE (Universal Soil Loss Equation)

Suatu model parametrik untuk memprediksi erosi dari suatu bidang tanah telah dilaporkan [2] dalam [3], dikenal dengan Universal Soil Loss Equation (USLE). USLE memungkinkan bidang tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap penanaman dan tindakan pengelolaan (tindakan konservasi tanah) yang mungkin dilakukan atau yang sedang digunakan. Persamaan yang digunakan mengelompokkan berbagai parameter fisik dan pengelolaan yang mempengaruhi laju erosi ke dalam enam peubah utama yang nilainya untuk setiap tempat dapat dinyatakan secara numerik.

USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi erosi rata- rata jangka panjang dari erosi lembar atau alur dibawah keadaan tertentu. Metode USLE (Universal Soil Loss Equation) yang dikembangkan oleh [2].

$$Ea = R \times K \times Ls \times C \times P \quad (1)$$

Dimana Ea merupakan banyaknya tanah yang tererosi (ton/ha/tahun); R merupakan faktor erosivitas hujan; K merupakan faktor erodibiltas tanah; Ls merupakan faktor gabungan panjang dan kecuraman lereng; C merupakan faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman; dan P merupakan faktor tindakan khusus konservasi tanah.

Penyebab utama erosi tanah adalah pengaruh pukulan air hujan (energi kinetik) terhadap tanah. Hujan menyebabkan erosi tanah melalui dua jalan, yaitu:

a. Pelepasan butiran tanah oleh pukulan air hujan pada permukaan tanah dan
b. Kontribusi hujan terhadap aliran permukaan yang akan membawa terangkutnya butir-butir tanah.

Faktor erosivitas hujan (R) menyatakan faktor dari fisik hujan yang menyebabkan erosi (erosivitas). Adapun persamaan ini dapat dihitung menggunakan data hujan harian, hari hujan dan hujan bulanan formula yang dikemukakan diacu dalam [4] yaitu:

a. Hujan harian

Perhitungan berdasarkan curah hujan harian dapat menggunakan persamaan (2).

$$Rd = (2{,}467 \times Pd^2)/(0{,}02727Pd + 0{,}725) \quad (2)$$

Dimana Rd merupakan erosivitas hujan harian; Pd merupakan curah hujan harian (cm).

b. Hujan bulanan

Perhitungan berdasarkan curah hujan bulanan dapat menggunakan persamaan (3).

$$Rm = 6{,}119Pm^{1{,}21} \times HH^{-0{,}47} \times Pmax^{0{,}53} \quad (3)$$

Dimana Rm merupakan erosivitas hujan bulanan; Pm merupakan hujan bulanan (cm); HH merupakan hari hujan dalam satu bulan; dan Pmax merupakan hujan harian maksimum pada bulan bersangkutan (cm).

Apabila dari data curah hujan yang akan dihitung erosivitasnya tidak diketahui namun hanya ada data hujan bulanan, maka perhitungan dapat menggunakan persamaan (4).

$$Rm = 2{,}21Pm^{1{,}36} \quad (4)$$

Nilai faktor erodibilitas (K) adalah nilai dari kemampuan hujan untuk mengangkut partikel-partikel tanah. Hal yang nilai erodibilitas yaitu ukuran partikel dan plastitas tanah. Nilai faktor erodibilitas akan rendah apabila tanah mengandung krikil atau plastisitas yang tinggi. Jika tidak dapat data faktor erosivitas di lapangan maka K dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5).

$$100K = 1{,}292[2{,}1M^{1{,}14} \times 10^{-4}(12 - a) + 3{,}25(b - 2) + 2{,}5(c - 3)] \quad (5)$$

Dimana M merupakan persen fraksi silt (x (100 – persen fraksi clay); a merupakan persen bahan organik; b merupakan kelas struktur tanah; dan c merupakan kelas permeabilitas.

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) adalah nilai rasio darimana tanah yang hilang per satuan luas di lapangan terhadap kehilangan tanah pada lereng. Persamaan yang diusulkan oleh [2], dapat digunakan untuk menghitung LS dapat dilihat pada persamaan (6).

$$Ls = \sqrt{x}(0{,}0138 + 0{,}00965S + 0{,}00138S^2 \quad (6)$$

Dimana x merupakan panjang lereng (m) dan S merupakan kemiringan lereng (%).

Faktor penutup vegetasi (C) digunakan untuk menentukan tipe dan luas dari daerah revegetasi. Misalnya tanah terbuka yang tidak ada tanaman maka nilai C = 1,0.

Faktor pengendali erosi (P) atau faktor tindakan khusus konservasi tanah, yaitu hasil dari besarnya erosi dari tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan tanah menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik. Apabila permukaan lereng kasar maka nilai P rendah.

Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Setelah dilakukan perhitungan nilai erosi dengan menggunakan persamaan USLE kemudian dapat diklasifikasikan nilai bahaya erosinya, tingkat bahaya erosi adalah perkiraan jumlah tanah yang hilang maksimum yang akan terjadi pada suatu lahan, bila pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah tidak mengalami perubahan. Perkiraan erosi rata-rata tahunan dan kedalaman tanah dipertimbangkan dalam penentuan Tingkat Bahaya Erosi

(TBE) pada setiap satuan lahannya kelas TBE diberikan pada tiap satuan lahan dengan menggunakan informasi kedalaman tanah dan perkiraan erosi tahunan dari USLE. Kelas TBE ditentukan dengan menggunakan tabel-1 berikut yang berbeda dengan tabel dengan klasifisikasi TBE [5].

Tabel-1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

No.	Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE)	Kehilangan tanah (ton/ha/tahun)	Keterangan
1	I	<15	Sangat ringan
2	II	16-60	Ringan
3	III	60-180	Sedang
4	IV	180-480	Berat
5	V	>480	Sangat berat

HASIL DAN DISKUSI

Daerah lokasi penelitian adalah pada area disposal dan sekatan sump angsana Pit South Tutupan PT Adaro Indonesia.

Data Penelitian

Berdasarkan penelitian tentang analisis laju erosi menggunakan metode usle pada area disposal dan sekatan sump angsana tambang batubara pit tutupan south PT Adaro Indonesia penelitian dilakuakan pada bulan desember dari jadwal penelitian selama kurang lebih 2 bulan yaitu pada bulan Desember 2022 dan Januari 2023. Pada area penelitian sampel yang diuji adalah overburden dan sampel diambil di 2 area yaitu area disposal dan area sekatan dengan masing-masing pengambilan sampel pada 3 titik area tersebut. Pengambilan sampel menggunakan metode pengambilan manual dengan shelby tube yang dimana pengambilan dibantu oleh pihak adaro untuk pengambilan sampel. Lokasi titik pengambilan sampel juga sudah ditentukan langsung dari pihak perusahaan adaro dari Land Surface Management untuk pada area disposal dan Techical Service pada area sekatan.

a. Fisiografi Area Penelitian

Pada lokasi penelitian terdapat terletak di Pit Tutupan South PT Adaro Indonesia dan area penelitian terdapat 2 lokasi yaitu disposal dan sekatan. Lokasi tersebut dipilih langsung oleh pikah perusahaan adaro yang mana Land Surface Management untuk area disposal dan Technical Service untuk area sekatan.

Pada area disposal merupakan tempat pembuangan overburden yang mana overburden tersebut dihasilkan dari sisa dari aktivitas penambangan pada pit tersebut, area disposal juga sebelumnya adalah jalan untuk aktivitas penambangan yang sekarang ditutup untuk dijadikan disposal IPD. Disposal yang dijadikan sampel penelitian adalah area IPD Pit South tutupan dan timbunan OB tersebut kurang lebih sudah 9-11 bulan sejak penelitian, area disposal tersebut dipilih karena rawan terjadi erosi karena intensitas hujan yang tinggi menyebabkan material tanah hasil erosi pada kaki disposal.

Sedangkan untuk area sekatan merupakan penyekat atau pemisah antara sump angsana besar dan sump angsana mini, sekatan berbentuk seperti jembatan tetapi karena sempat terjadi erosi maka sekatan tidak bisa lagi di lintasi atau di jadikan jalan. untuk sekatan sampel penelitian adalah area sekatan sump angsana pit soult tutupan dan timbunan overburden baru 1 bulan sejak penelitian. Pada area sekatan 1 bulan sebelum penelitian terdapat erosi yang mengakibatkan sekatan pada bagian tengah banyak tanah yang tererosi. Setelah area penelitian sudah ditentukan dari pihak perusahaan maka rangkaian kegiatan selanjutnya adalah pengambilan sampel tanah pada area disposal IPD dan sekatan sump angsana, pengukuran panjang dan kemiringan lereng dan pengujian sampel di laboraturium.

Sebelum pengambil sampel tanah untuk diuji dilakukan dulu pengukuran panjang dan kemiringan lereng pada kedua area penelitian. Indeks dimensi kelerangan diperoleh dengan cara sederhana yaitu menggunakan aplikasi Dioptra, sebuah aplikasi android yang fungsinya semacam theodolite. Pada daerah penelitian disposal kemiringan mencapai 26,79 % atau dengan derajat kemiringan yaitu 15° dimana kemiringan lereng disposal kalau dilihat dari topografinya termasuk pada kategori agak curam dan untuk sekatan kemiringan hanya 8,75% atau dengan derajat kemiringan 5° dimana kemiringan lereng pada sekatan kalau dilihat dari topografinya termasuk pada kategori landai. Dan untuk panjang area penelitian 50 meter.

Pegamatan curah hujan dilakukan dilapangan menggunakan alat embrometer yang dipasang disekitar area penelitian. Pengukuran dilakukan setiap hari di mulai dari tanggal 1 - 31 Desember 2022. Curah hujan tertinggi yaitu tanggal 20 Desember 2022 mencapai 60 mm/jm dengan kondisi hujan intensitas tinggi berpetir terjadi sepanjang hari. Data curah hujan area Pit South Tutupan didapatkan dari rekap data rainfall record oleh PT Adaro Indonesia. Data ini diperlukan untuk mendapatkan indeks erosivitas (R) pada persamaan USLE. Pada data curah hujan bulanan pit tutupan south pt adaro indonesia pada tahun 2011-2022 terdapat total curah hujan harian paling rendah pada bulan agustus yaitu 1.269,60 mm sedangkan total curah hujan paling tinggi pada bulan maret yaitu 3.824,71 mm dan untuk rata-rata curah hujan bulanan paling rendah pada bulan agustus yaitu hanya 105,7999 mm sedangkan untuk rata-rata curah hujan bulanan paling tinggi pada bulan maret yaitu 318,7257 mm.

Kegiatan pengambilan data dilaksanakan pada bulan Desember 2022 di area disposal dan sekatan sump angsana Pit South tutupan PT Adaro Indonesia dimana rangkaian kegiatannya yaitu pengambilan data sampel tanah. Pada area disposal sampel diambil pada disposal IPD dengan 3 titik yang berbeda seperti pada gambar diatas, titik sebaran ditentukan oleh pihak perusahaan dan pengambilan sampel tanah manual menggunakan shelby tube dengan kedalaman sampel 25 cm. Kemudian sampel yang sudah diambil tadi akan diuji dilaboratorium. Pada area disposal sampel tanah termasuk pasir sedimen yang terdiri dari mineral berukuran pasir atau butir-butir batuan yang dapat berasal dari pecahan batuan-batuan lainnya. Sebagian besar batuan pasir terbentuk oleh kuarsa atau feldspar karena mineral-mineral tersebut paling banyak terdapat di kulit bumi. Berikut adalah data pengambilan sampel pada area disposal.

Pada area sekatan sampel diambil pada sekatan sump angsana dengan 3 titik yang berbeda seperti pada gambar diatas, titik sebaran ditentukan oleh pihak perusahaan dan pengambilan sampel tanah manual menggunakan *shelby tube* dengan kedalaman sampel 25-30 cm. Kemudian sampel yang sudah diambil tadi akan diuji dilaboratorium. Area sekatan termasuk jenis tanah lempung

yang merupakan partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter 4-5 mikrometer serta mengandung silika dan aluminium halus. Lempung adalah tanah yang terbentuk karena pelapukan kerak bumi dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi dan disusun oleh batuan feldspatik, batuan feldspatik dalam hal ini dalah batuan yang terdiri dari batuan granit dan juga batuan beku. Bagian batuan tersebut dari berbagai unsur seperti silikon. Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air, jadi jika melakukan pengujian sampel harus secepetannya dilakukan pengujian karena jika sampel mulai keras akan susah dikeluarkan dari tabung shelby tube.

Pengambilan sampel dilapangan selanjutkan akan diuji dilaboratorium untuk mengetahui *grain size* yang terdapat pada sampel. Pada perhitungan USLE atau pengolahan data diperlukan data persentase butir dimana untuk perhitungan nilai M, nilai M untuk perhitungan erodibilitas tanah atau nilai K. Berikut adalah hasil pengujian persentase butir di laboratorium.

Tabel-2. Hasil Pengujian Laboratorium Persentase Butir

Lokasi Pengambilan Data	Nomor Sampel	Persentase Butir Tanah (%)			
		Gravel	Sand	Silt	Clay
Area Disposal	Disposal 1	0,27	74,05	11,556	14,124
Area Disposal	Disposal 2	0,59	86,59	5,769	7,051
Area Disposal	Disposal 3	2,33	29,4	30,731	37,548
Area Sekatan	Sekatan 1	1,34	11,42	39,258	47,982
Area Sekatan	Sekatan 2	0,79	17,39	36,819	45,001
Area Sekatan	Sekatan 3	7,17	9,86	37,336	45,633

b. Vegetasi Penutup Tanah dan Konservasi Tanah

Vegetasi Penutup Tanaha dan Pengelolaan Tanaman Vegetasi penutup digunakan untuk menentukan tipe dan luas dari daerah revegetas yang perlu diperhatikan untuk tanah kosong, pada area disposal timbunan overburden tersebut kurang lebih sudah 9-11 bulan sejak penelitian di bulan Desember 2022 yang dimana tumbuhan sudah mulai tumbuh disekitar area disposal, tumbuhan atau rumput disekitar disposal terbilang lumayan banyak karena diakibatkan lamanya disposal yang sudah dibuat di area disposal IPD, rumput di area disposal kebanyakan jenis rumput taki, rumput taki banyak ditemukan diberbagai tempat namun lebih sering berada pada tempat yang kering tetapi basah seperti pinggiran sungai dan persawahan, itulah kenapa rumput taki bisa hidup di area disposal yang dimana disposal berada tepat disebelah sump angsana mini pada pit soult tutupan. Rumput taki juga nisa tumbuh sampai dengan tinggi 140 cm.

Pada area sekatan timbunan overburden tersebut kurang lebih sudah 1 bulan sebelum penelitian yang dilakukan pada bulan Desember 2022 karena 1 bulan sebelumnya area sekatan terdapat erosi yang mengakibatkan sekatan pada bagian tengah banyak tanah yang tererosi, tetapi disekitar sekatan masih ada tumbuhan atau tanaman liar yang hidup. Sekatan ini adalah penyekat atau pembatas dari sump angsana besar dan sump angsana mini yang dimana lokasi area sekatan tidak jauh dari lokasi area disposal IPD dan rumput liar yang hidup juga tidak jauh berbeda dari area disposal yang mana sama-sama jenis rumput taki, itulah kenapa rumput taki bisa hidup di area disposal dan sekatan karena disposal dan sekatan berada tepat disebelah sump angsana mini pada pit soult tutupan.

Kualitas rumput yang terdapat pada disposal dan sekatan terbilang lumayan segar karena tidak pernah ada perlakukan khusus untuk rumput tersebut, perkembangan rumput tidak terlalu banyak dan tumbuh hanya tumbuh di area-area tertentu saja, dan untuk kerapatan rumputnya jika dilihat dari atas juga tidak terlalu bersemak masih adalah ruang kosong terlihat. Jika keberadaan rumput diperkirakan menggunakan persen pada area disposal dan sekatan maka pada area disposal 15% dari batas area penelitian sedangkan untuk area sekatan 8% dari batas area penelitian.

Terkait dengan lokasi penelitian yang dimana adalah tanah terbuka dan ada sedikit tumbuhan pada area disposal dan sekatan maka faktor vegetasi penutup tanah 90% tanah terbuka tanpa tanaman dengan nilai C = 1 dan 10% rumput bede (tahun pertama) dengan nilai C = 0,287.

Tindakan khusus konservasi tanah atau pengendalian erosi yaitu hasil dari besarnya erosi dari tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan tanah menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik. Apabila permukaan lereng kasar maka nilai P rendah.

Pada area disposal dan sekatan secara khusus memang tidak ada membuat pengendalian erosi, hanya saja ada gundukan atau tumpukan tanah di samping area disposal dan sekatan, bahkan untuk penyaliran pun hanya ada di sekitar jalan saja tidak ada penyaliran di area penelitian. Walaupun sekatan dibuat seperti jembatan tapi sekatan tidak diperuntukan lagi untuk jalan karena area tersebut pernah terjadi erosi, untuk ke area sekatan juga harus memakai pelampung sebagai APD takutnya jika terjadi erosi kembali. Pada penelitian ini tidak adanya perlakuan khusus untuk pengendalian erosi dan juga tidak membahas tentang pengendalian erosi, maka nilai pada P = 1 karena pada tindakan khusus konservasi tanah adalah tanpa tindakan konservasi.

Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengambilan data primer dan sekunder, selanjutnya data tersebut diolah. Adapun uraian pengolahan data adalah sebagai berikut:

a. Erosivitas Hujan

Pada pengambilan data untuk indeks erosivitas hujan dilakukan dengan mengumpulkan data curah hujan harian selama 5-10 tahun. Data curah hujan menggunakan data rainfall record milik PT Adaro Indonesia dan data curah hujan harian yang diambil secara manual dilapangan menggunakan ombrometer. Setelah data curah hujan terkumpul selanjutnya dilakukan perhitungan indeks erosivitas dengan persamaan Iso-erodent oleh Lenvain menggunakan M.s Office Excel, kemudian diperoleh rata-rata tahunan dari indeks erosivitas. Setelah diketahui rata-rata R dalam satu tahun kemudian selanjutnya dihitung total rata-rata R dari tahun 2011-2022 dapat dilihat pada Tabel-3. Maka, indeks erosivitas (R) adalah 204,537204 MJ/Ha/th.

Tabel-3. Rata-Rata Indeks Erosivitas Tahunan

No.	Tahun	Indeks Erosivitas
1	2011	115,700153
2	2012	150,467142
3	2013	139,748065
4	2014	128,488395
5	2015	130,4455242
6	2016	200,993831
7	2017	218,7763882
8	2018	157,0830162
9	2019	154,9755387
10	2020	695,6732682
11	2021	159,8447111
12	2022	202,250413
Rata-Rata		**204,537204**

b. Erodibilitas Tanah

Pengolahan data erodibilitas tanah berdasarkan hasil uji sampel tanah yang sebelum sudah dilakukan pengujian di laboratorium. Pengambilan sampel tanah pada area disposal IPD dan sekatan sump angsana PT Adaro Indonesia. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk menguji permeabilitas tanah, kandungan c-organic serta komposisi material disposal. Hasil uji sampel tanah tersebut digunakan untuk memprediksi nilai erosi dengan menggunakan metode USLE (Universal Soil Lose Equation). Sampel tanah diambil sebanyak 6 titik, 3 titik di area disposal dan 3 titik di area sekatan. Kemudian sampel tersebut diuji di laboratorium mekanika tanah PT Adaro Indonesia.

Sebelum melakukan perhitungan erodibiltas tanah, perlu mengetahui nilai persentase ukuran butir komponen material sampel (M) dengan menghitung komposisi sampel tanah disposal dan sekatan terlebih dahulu. Setelah nilai M didapatkan maka dilanjutkan perhitungan nilai erodibilitas tanah dengan memasukan hasil uji c-organic, kode struktur tanah dan kelas permeabilitas.

Tabel-4. Hasil Perhitungan Erodibilitas Tanah

No.	Titik Sampling	K	
		Nilai K	Rata-rata
1	Disposal 1	0,14496	0,15949
2	Disposal 2	0,10932	
3	Disposal 3	0,22419	
4	Sekatan 1	0,23518	0,23430
5	Sekatan 2	0,23365	
6	Sekatan 3	0,23408	

Maka erodibilitas tanah atau nilai K pada area disposal adalah 0,15949 dan pada area sekatan 0,23430.

c. Panjang dan Kemiringan Lereng

Pada perhitungan data indeks dimensi kelerengan diperoleh dengan cara sederhana yaitu menggunakan aplikasi Dioptra, sebuah aplikasi android yang fungsinya semacam theodolite. Setelah derajat kemiringan didapatkan selanjutnya dihitung dimensi kelerengannya. Maka panjang dan kemiringan lereng atau nilai LS pada area disposal adalah 8,929 sedangkan pada area sekatan adalah 1,442.

d. Faktor Vegetasi Penutup Tanah

Nilai faktor vegetasi penutup tanah (C) dalam persamaan USLE (universal soil loss equation) didapatkan berdasarkan tabel klasifikasi dari Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air oleh [5] yang sudah ditentukan. Terkait dengan lokasi penelitian yang dimana adalah tanah terbuka dan ada sedikit tumbuhan pada area disposal dan sekatan maka faktor vegetasi penutup tanah 90% tanah terbuka tanpa tanaman dengan nilai C = 1 dan 10% rumput bede (tahun pertama) dengan nilai C = 0,287. Karena ada 2 faktor vegetasi yang terdapat pada area disposal dan sekatan maka nilai P dari lokasi penelitian pada area disposal dan sekatan adalah 0,9287.

e. Faktor Tindakan Konservasi Tanah

Faktor tindakan khusus konservasi tanah (P) dalam persamaan USLE (universal soil loss equation) didapatkan berdasarkan tabel klasifikasi dari Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air oleh [6] yang sudah ditentukan.

Pada area disposal IPD dan sekatan sump angsana PT Adaro Indonesia secara khusus memang tidak ada membuat pengendalian erosi, hanya saja ada gundukan atau tumpukan tanah di samping area disposal dan sekatan, bahkan untuk penyaliran pun hanya ada di sekitar jalan saja tidak ada penyaliran di area penelitian. Walaupun sekatan dibuat seperti jembatan tetapi sekatan tidak diperuntukan lagi untuk jalan karena area tersebut pernah terjadi erosi, untuk ke area sekatan juga harus memakai pelampung sebagai APD takutnya jika terjadi erosi kembali. Karena pada penelitian ini tidak adanya perlakuan khusus untuk pengendalian erosi dan juga tidak membahas tentang pengendalian erosi, maka nilai pada P = 1 yaitu tanpa tindakan konservasi.

Adapun perhitungan menggunakan persamaan USLE (Universal Soil Loss Equation), yang mana persamaan ini diperoleh dari hubungan antara faktor-faktor penyebab erosi yaitu erosivitas hujan, erodibilitas tanah, faktor panjang dan kemiringan dari lereng disposal, serta faktor vegetasi penutup tanah dan tindakan konservasi tanah yang dilakukan pada area penelitian. Dengan data tersebut didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel-5.

Tabel-5. Erosi dengan Persamaan USLE

Lokasi Penelitian	R	K	LS	C	P	A (ton/Ha/th)
Disposal	204,54	0,16	8,92	0,93	1	271
Sekatan	204,54	0,23	1,44	0,93	1	64

Pada tabel persamaan USLE diketahui bahwa laju erosi pada area disposal dan sekatan adalah pada area disposal atau dengan rata-rata kehilangan tanah akibat erosi (A) sebesar 271 ton/Ha/th sedangkan pada area sekatan adalah 64 ton/Ha/th.

Pembahasan

Penentuan nilai laju erosi atau banyaknya tanah yang tererosi di area disposal dan sekat sump dalam penelitian ini menggunakan pendekatan dengan metode USLE. Adapun analisis tingkat bahaya erosi [7] adalah sebagai berikut:

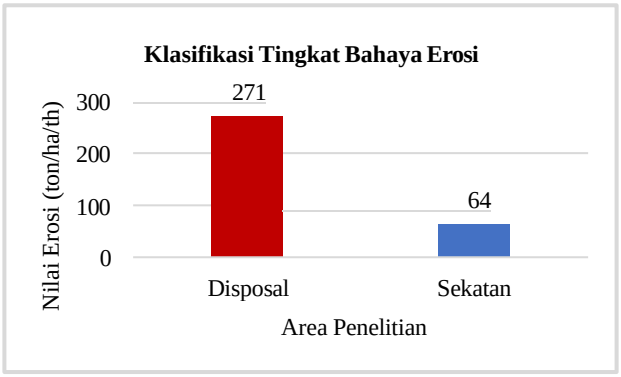
a. Analisis Perhitungan USLE

Analisis Perhitungan USLE Dapat dilihat pada Tabel-5, tabel tersebut menunjukan laju erosi pada disposal dan sekatan Pit South Tutupan dikategorikan tingkat bahaya erosi yang berbeda, yang dimana nilai erosi disposal 271 ton/ha/th lebih tinggi daripada nilai erosi pada sekatan yang mana dengan nilai 64 ton/ha/th.

b. Tingkat Bahaya Erosi Berdasar Perhitungan USLE

Dari perhitungan laju erosi maka didapat kelas tingkat bahaya erosi, kehilangan tanah dengan satuan ton/ha/th serta keterangan. Pada penelitian dengan area disposal.

klasifikasi tingkat bahaya erosi sebagai berikut:



Gambar-1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Dari perhitungan laju erosi maka didapat kelas tingkat bahaya erosi, kehilangan tanah dengan satuan ton/ha/tahun serta keterangan. Pada penelitian dengan area disposal dengan nilai erosi sebesar 271 ton/ha/tahun dimana kehilangan tanah termasuk pada 180-480 dengan tingkat bahaya erosi tentang klasifikasi tingkat bahaya erosi termasuk pada kelas IV serta dengan keterangan erosi berat yang dimana pada grafik diberi warna dengan warna merah, sedangkan untuk penelitian pada area sekatan dengan nilai erosi sebesar 64 ton/ha/tahun dimana kehilangan tanah termasuk pada 60-180 dengan tingkat bahaya erosi tentang klasifikasi tingkat bahaya erosi termasuk pada kelas III yang dimana itu termasuk dalam keterangan erosi ringan, dimana pada grafik diberi warna dengan warna biru. Pada perhitungan ini dapat diketahui bahwa erosi pada area disposal lebih tinggi daripada area sekatan dimana memang pada area disposal memiliki kemiringan 26,79 % atau 150 sedangkan pada area sekatan hanya memiliki kemiringan 8,75% atau 50.

Dapat diketahui perhitungan menggunakan persamaan USLE tingkat bahaya erosi bahwa tingkat bahaya erosi pada area disposal pada Pit South Tutupan adalah kelas IV (berat) sedangkan untuk sekatan pada Pit South Tutupan adalah kelas II (ringan). Dengan hal ini tingkat bahaya erosi pada disposal lebih tinggi dibandingkan dengan sekatan, walaupun memiliki pertumbuhan tutupan vegetasi dengan kerapatan yang sama-sama belum 10% tertutup dan tidak ada konservasi atau pengendalian erosi pada kedua area tetapi memiliki perbedaan pada fraksi butir dan kemiringan lereng kedua area.

Faktor Berpengaruh Terhadap Tingkat Bahaya Erosi Erosi pada disposal dan sekatan Pit South Tutupan PT Adaro Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor yaitu iklim, topografi, vegetasi dan tanah yang mana hal tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Iklim

Secara geografis disposal dan sekatan Pit South Tutupan PT Adaro Indonesia terletak pada Kecamatan Tanta, Kabupaten Tabalong. Seperti pada umumnya daerah di Kalimantan mempunyai iklim tropis yang lembab dan panas. Iklim berpengaruh terhadap proses erosi suatu wilayah, pada curah hujan yang tinggi akan mempercepat lajunya erosi. Hujan akan mengikis tanah dan membawa partikel-partikel tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, partikel tanah juga akan mengalir ke saluran air dan sungai. Intensitas dan frekuensi hujan juga berpengaruh pada erosi. Hujan dengan intensitas tinggi dan sering terjadi dalam waktu singkat akan menyebabkan tanah tidak mampu menyerap air dengan cepat, tanah tidak bisa menahan aliran air dan mengakibatkan air hujan akan mengalir secara langsung ke permukaan tanah dan menyebabkan erosi alir.

Berdasarkan data rainfall record PT Adaro Indonesia, curah hujan pada disposal dan sekatan Pit South tutupan untuk 10 tahun terakhir adalah 2668,533 mm/bulan. Hal ini termasuk tinggi karena curah hujan tahunan pada wilayah tropis biasanya mencapai 2.000-4.000 mm. Hal ini juga dikutip dari diskominfomc oleh Goeroeh Tjiptanto yang mengatakan bahwa 74% wilayah Kalimantan Selatan pada awal musim hujan diprediksi dengan intensitas hujan yang lebih tinggi pada bulan September-Oktober 2022, yang mana penelitian dilakukan pada bulan Desember 2022. Curah hujan yang tinggi berpengaruh pula pada indeks erosivitas. Semakin tinggi indeks erosi vitas maka kemungkinan terjadinya erosi tanah semakin besar.

Berdasarkan rentang nilai indeks erosivitas USLE oleh Wischmeier dan Smith menyatakan bahwa indeks erosivitas tinggi yaitu antara 1.000-2.000 MJ/Ha/th. Pada disposal dan sekatan Pit South tutupan indeks erosivitas hanya mencapai 204,537204 MJ/ha/th, berdasar USLE indeks erositivas tersebut termasuk rendah. Mengacu pada faktor penyebab erosi, tidak hanya erosivitas yang berpengaruh pada terjadinya erosi namun juga ada faktor-faktor lain. inggi rendahnya indeks erosivitas juga dapat tergantung pada kondisi lokal dan tujuan penilaian erosi yang digunakan.

2. Topografi

Disposal dan sekatan Pit South tutupan PT Adaro Indonesia memiliki topografi bergelombang. Hal ini dikarenakan di sekitar PT Adaro terdapat sejumlah bukit dan pegunungan yang termasuk dalam pegunungan Meratus. Hal ini mempengaruhi proses pertambangan di daerah tersebut. Mengacu pada persamaan USLE, unsur topografi yang memiliki pengaruh terhadap erosi adalah kemiringan lereng dan panjang lereng. Semakin curam lereng maka semakin besar energi angkut air. Pada disposal dan sekatan Pit South tutupan memiliki indeks dimensi lerengan (LS) pada area disposal sebesar 8,929, berdasarkan pengukuran di lapangan didapatkan kemiringan lereng yaitu 26,79% dengan derajat kemiringan 15°, sedangkan pada area sekatan sebesar 1,442, dengan berdasarkan pengukuran di lapangan didapatkan kemiringan lereng yaitu 8,75% dengan derajat kemiringan 5°. Dilihat dari kategori kemiringan lereng yang digunakan dalam USLE untuk menggambarkan potensi erosi, kemiringan yang lebih dari 16% (lebih dari 9,2°) dianggap sebagai lereng yang curam dan beresiko menyebabkan erosi yang besar.

3. Vegetasi

Vegetasi memiliki pengaruh signifikan pada erosi. Vegetasi seperti rumput membantu menahan partikel tanah sehingga mengurangi resiko erosi permukaan, tanaman dapat menyerap sebagian air hujan dan mengurangi energi hujan sebelum jatuh ke permukaan tanah. Semakin rapat tutupan tanah oleh vegetasi dapat memperlambat laju aliran air dan membantu menahan partikel-partikel tanah

Vegetasi pada disposal dan sekatan Pit South tutupan PT Adaro Indonesia tidak menggunakan tanaman penutup lahan karena pada area tersebut memang tidak ada pengendalian erosi untuk penanaman tumbuhan tapi pada area kedua area memiliki tumbuhan atau rumput liar yang

hidup di sekitar area tersebut, rumput di area disposal dan sekatan kebanyakan jenis rumput taki, rumput taki banyak ditemukan diberbagai tempat namun lebih sering berada pada tempat yang kering tetapi basah seperti pinggiran sungai dan persawahan, itulah kenapa rumput taki bisa hidup di area disposal yang dimana disposal berada tepat disebelah sump angsana mini pada Pit South tutupan. Rumput taki juga bisa tumbuh sampai dengan tinggi 140 cm yang dimana rumput taki termasuk dalam jenis rumput bede sebagai *covercrop* maka Faktor Vegetasi Penutup Tanah Dan Pengelolaan Tanaman (C) yang digunakan pada persamaan USLE untuk disposal dan sekatan *south* tutupan memiliki nilai 0,287. Karena pada area penelitian rumput bede hanya 10% dan 90% adalah tanah terbuka tanpa tanaman maka perhitungan pada tutupan vegetasi mempengaruhi perhitungan laju erosi pada faktor nilai indeks vegetasi (C). Karena pada area penelitian hanya 10% ada rumput maka nilai C yang tadinya memiliki nilai C=0,287 menjadi 0,9287. Namun hal ini sudah ada kontribusi untuk meminimalisir terjadinya erosi yang semakin besar dibandingkan area lahan yang tidak ada ditanami vegetasi.

Pada area disposal dan sekatan secara khusus memang tidak ada membuat pengendalian erosi, hanya saja ada gundukan atau tumpukan tanah di samping area disposal dan sekatan, bahkan untuk penyaliran pun hanya ada di sekitar jalan saja tidak ada penyaliran di area penelitian. Walaupun sekatan dibuat seperti jembatan tapi sekatan tidak diperuntukkan lagi untuk jalan karena area tersebut pernah terjadi erosi, untuk ke area sekatan juga harus memakai pelampung sebagai APD takutnya jika terjadi erosi kembali. Pada penelitian ini tidak adanya perlakuan khusus untuk pengendalian erosi dan juga tidak membahas tentang pengendalian erosi.

4. Tanah

Tanah sebagai unsur utama dari erosi mempunyai tingkat kepekaan terhadap erosi yang berbeda-beda, tidak semua tanah bisa tererosi dengan mudah. Hal ini tergantung oleh laju infiltrasi, permeabilitas dan kapasitas air, serta tingkat ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan pengikisan oleh air hujan. Berdasarkan uji lab sampel tanah pada disposal dan sekatan Pit South tutupan PT Adaro Indonesia memiliki nilai permeabilitas 3,33 – 8,83 yaitu dikategorikan lambat-sedang. Semakin tinggi permeabilitas tanah maka semakin laju infiltrasi, hal ini berpengaruh pada indeks erodibilitas tanah (K). Berdasarkan klasifikasi indeks erodibilitas tanah dari USDA (United States Departement of Agriculture), nilai erodibiltas tinggi yaitu >8 ton/Ha/th. Indeks erodibilitas tanah disposal dan sekatan south tutupan yaitu rata-rata 0,224 ton/ha/th yang mana sangat rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang di lakukan diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Faktor yang berpengaruh terhadap erosi pada disposal dan sekatan Pit South Tutupan, antara lain:
   a. Iklim, berdasarkan rentang nilai indeks erosivitas USLE menyatakan bahwa indeks erosivitas tinggi yaitu antara 1.000-2.000 MJ/Ha/th. Pada disposal dan sekatan indeks erosivitas hanya mencapai 204,537204 MJ/Ha/th, berdasar USLE indeks erositivas tersebut termasuk rendah.
   b. Topografi, PT Adaro Indonesia memiliki topografi bergelombang. Hal ini dikarenakan terdapat sejumlah bukit dan pegunungan yang termasuk dalam pegunungan Meratus. Hal ini juga mempengaruhi proses pertambangan di daerah tersebut. Mengacu pada persamaan USLE unsur topografi yang memiliki pengaruh terhadap erosi adalah kemiringan lereng dan panjang lereng. Semakin curam lereng maka semakin besar energi angkut air.
   c. Vegetasi, nilai vegetasi pada disposal dan sekatan Pit South Tutupan memiliki persentase 90% untuk tanah terbuka tanpa tanaman dan 10% untuk rumput bede. Namun hal ini sudah ada kontribusi untuk meminimalisir terjadinya erosi yang semakin besar dibandingkan area lahan yang tidak ada ditanami vegetasi.
   d. Tanah, berdasarkan uji lab sampel tanah pada disposal dan sekatan memiliki nilai permeabilitas 3,33 – 8,83 yaitu dikategorikan lambat-sedang. Semakin tinggi permeabilitas tanah maka semakin laju infiltrasi, hal ini berpengaruh pada Indeks Erodibilitas Tanah.
2. Pada area disposal laju erosi adalah sebesar 271 ton/ha/th yang dimana kehilangan tanah termasuk pada 180-480 dengan tingkat bahaya erosi tersebut jika dikorelasikan dengan tabel klasifikasi menurut [4] dapat diketahui Tingkat bahaya erosi pada area disposal menunjukan Tingkat Bahaya Erosi Berat.
3. Pada area sekatan laju erosi adalah sebesar 64 ton/ha/tahun dimana kehilangan tanah termasuk pada 16-60 dengan tingkat bahaya erosi tersebut jika dikorelasikan dengan tabel klasifikasi menurut [4] dapat diketahui Tingkat bahaya erosi pada area sekatan menunjukan Tingkat Bahaya Erosi Sedang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Arif, *Batubara Indonesia*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, 2010.

[2] W. H. Utomo, *Konservasi Tanah di Indonesia*. Hal. 36, 1989.

[3] W. H. Wischmeier, and D. D. Smith, *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. Maryland: The USDA Agricultural Handbook No. 537, 1978.

[4] S. Arsyad, *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi kedua., Bogor: IPB Press, 2010.

[5] P L. Bols, "The Iso-eredent Map of Java and Madura," Report of the Belgian Technical Assistance Project ATA 105-Soil Research Institute, Bogor, Indonesia, 1978.

[6] W. I. Hammer, "Second Soil Conservation Consultant Report." AGOF/INS/78/006. Tech. Note N0. 10. Centre for Soil Research, Bogor, Indonesia, 1981

[7] S. Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI, 2004.

[8] *Petunjuk Memperkirakan Besarnya Erosi Pada Suatu Lahan Dengan Menggunakan Rumus USLE*, Departemen Kehutanan. Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1985.

[9] A. Fridtriyanda, "Klasifikasi erosi permukaan pada area reklamasi tambang batubara menggunakan Universal Soil Loss Equation (Usle)", *Prosiding Seminar Nasional ReTII*, vol. 18, no. 1, pp. 1029-1036, 2023.

[10] A. S. Sari, *et al.*, "Analisis laju erosi tanah dan hidrologi pada lahan bekas tambang di Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunungkidul Provinsi Yogyakarta", *Prosiding TPT XXIX PERHAPI*, pp. 883-892, 2020.

[11] D. M. M. Lesmana, *et al.*, "Perbandingan hasil prediksi laju erosi dengan metode USLE, MUSLE, RUSLE berdasar literatur review", *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN)*, vol. 2, no. 1, pp. 307-312, 2020.

[12] A. B. Pangestu, *et al*., "Kajian rencana teknis untuk pengendalian erosi di waste dump Serujan Selatan PT Indo Muro Kencana Kabupaten Murung Raya Kecamatan Tanah Siang Provinsi Kalimantan Tengah", *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumian*, vol. 2, no. 2, pp. 34-40, 2020.

[13] S. Sarminah, *et al*., "Analisis tingkat bahaya erosi pada kawasan reklamasi tambang batubara PT Jembayan Muarabara Kalimantan Timur", *ULIN: Jurnal Hutan Tropis,* vol 1, no 2, pp. 154-162, 2017.