

**PENDUGAAN EROSI TANAH PADA
BERBAGAI TITIK PANTAU
TAHUN 2022 DI AREA PT BORNEO
INDOBARA
KABUPATEN TANAH BUMBU, KALIMANTAN SELATAN**

Yusanto Nugroho
Suyanto
Gusti Syeransyah Rudy
Supandi
Yudha Hadiyanto Eka Saputra

Desain Cover dan Layout;
Yusanto Nugroho

PRAKATA

Pendugaan erosi tanah merupakan prediksi jumlah massa tanah yang terkikis dari permukaan tanah/lahan. Pendugaan erosi ini penting dilakukan dalam kegiatan pemantauan lingkungan untuk mengukur efektivitas kegiatan pengelolaan lingkungan yang dilakukan oleh kegiatan penambangan batubara PT Borneo Indobara. Buku pendugaan erosi pada berbagai titik pantau ini merupakan bentuk kerjasama perusahaan PT Borneo Indobara dengan Universitas Lambung Mangkurat yang berkedudukan di Provinsi Kalimantan Selatan.

Buku ini merupakan hasil studi lapangan dan analisis laboratorium serta analisis perhitungan dengan pendekatan pendugaan erosi menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Metode ini merupakan metode prediksi erosi dengan model parametrik berdasarkan hubungan antara faktor penentu erosi dengan besarnya erosi. Pengamatan dilakukan pada beberapa titik pantau yang mewakili tipe penggunaan lahan, yaitu hutan alam konservasi (AK), hutan alam Pit Batulaki (HA), Hutan akasia (HA), perkebunan kelapa sawit (SW), hutan alam Pit Pasopati (HA PS), area reklamasi sengon (AR1), area reklamasi jabon (AR 2), area reklamasi sawit (ARS) dan tanaman reklamasi 1 tahun (ARTh 1). Kegiatan pemantauan pendugaan erosi secara rutin akan dapat memberikan evaluasi terhadap efektifitas kegiatan pengelolaan lingkungan PT Borneo Indobara, sehingga dapat secara cepat dilakukan tindakan-tindakan pencegahan dan penanggulangan. Pencegahan dapat menggunakan parameter faktor penyebab erosi yang memungkinkan untuk dilakukan rekayasa, terutama dari factor erodibilitas tanah dan kelerengan pada area reklamasi, faktor tumbuhan dan faktor konservasi tanah.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada banyak pihak yang telah membantu dan berperan hingga buku ini dapat diterbitkan.

1. PT Borneo Indobara yang telah memberikan fasilitas selama pengambilan data di lapangan

2. Dekan Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat yang memberikan izin kepada kami (Yusanto Nugroho, Suyanto, Gusti Syeransyah Rudy) untuk melaksanakan tugas pengambilan data di lapangan
3. Staf PT Borneo Indobara, seperti bapak Chairul Anwar dan bapak Kinanto Prabu Werdana,
4. Mahasiswa Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, diantaranya: Maimunah, Alda, Rizky dan Ayik yang membantu pengambilan data di lapangan.
5. Banyak pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas saran dan masukannya demi perbaikan buku ini.

Banjarbaru, Desember 2022

Yusanto Nugroho
Suyanto
Gusti Syeransyah Rudy
Supandi
Yudha Hadiyanto Eka Saputra

KATA PENGANTAR

PT Borneo Indobara merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara yang berada di Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Kegiatan pertambangan memiliki peran yang cukup signifikan terhadap perkembangan daerah maupun pusat. Kegiatan tambang ini selain sebagai salah satu sumber pendapatan negara juga memberikan manfaat bagi pemerintah daerah dan masyarakat di sekitar daerah tambang. Namun demikian kegiatan pertambangan juga memberikan berbagai dampak negatif terutama komponen-komponen lingkungan terkena dampak seperti tanah dll.

PT Borneo Indobara saat ini memiliki produksi batubara hampir mencapai 36 juta ton yang tersebar di dua blok penambangan yaitu blok barat dan blok timur. PT Borneo Indobara selalu berkomitmen untuk menjalankan kegiatan pertambangan batubara yang berwawasan lingkungan. Prinsip ini memberikan konsekuensi terhadap seluruh karyawan dan kontraktor PT Borneo Indobara untuk melakukan pengelolaan lingkungan di setiap tahapan-tahapan kegiatan penambangan batubara. Pengelolaan dan pemantauan lingkungan di area PT Borneo Indobara juga bekerjasama dengan berbagai *stakeholders*, salah satu kerjasama tersebut ialah pemantauan pendugaan erosi yang dikerjasamakan dengan Universitas Lambung Mangkurat.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat, dan seluruh pihak yang atas bantuan dan kerjasamanya dapat menerbitkan buku pendugaan erosi ini. Kami yakin buku ini akan sangat bermanfaat, bagi PT Borneo Indobara dan bagi semua pihak untuk menjadi bahan diskusi, evaluasi dan sumber pustaka.

Tanah Bumbu, Desember 2022
PT Borneo Indobara

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	2
KATA PENGANTAR	4
DAFTAR ISI	5
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR	8
DAFTAR LAMPIRAN	9
1 Pendahuluan	10
1.1. Latar belakang	10
1.2. Tujuan	14
1.3. Manfaat	14
2 Seputar Erosi	15
2.1. Pengertian erosi	15
2.2. Faktor penyebab erosi	17
2.3. Tingkat bahaya erosi	25
2.4. Penambangan dan Daerah Aliran Sungai (DAS)	26
2.5. Sistem informasi geografis (SIG)	29
3 Keadaan Umum Lokasi Pengamatan Erosi	32
3.1. Lokasi Pengamatan	32
4 METODE PENGUKURAN	36
4.1. Tempat dan waktu penelitian	36
4.2. Alat dan bahan	36
4.3. prosedur penelitian	37
4.4. Analisis pengamatan laboratorium tanah	39
4.5. Analisis data	39
5 HASIL DAN PEMBAHASAN	50
5.1. Satuan lahan	50
5.2. Data mikroklimat	52

	Halaman
5.3. Prediksi erosi	57
5.4. Tingkat bahaya erosi (TBE)	73
6 KESIMPULAN DAN SARAN	78
6.1. Kesimpulan	78
6.2. Saran	80
Daftar Pustaka	81
Lampiran	91
Sekilas tentang Penulis	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman	
1	Klasifikasi nilai faktor erodibilitas tanah (K)	41
2	Nilai struktur tanah	42
3	Nilai permeabilitas tanah	42
4	Persentase kelas kandungan bahan organik	42
5	Klasifikasi kemiringan lereng	43
6	Nilai faktor C pada berbagai penutupan	44
7	Nilai faktor P konservasi tanah	47
8	Tingkat bahaya erosi	48
9	Satuan/unit lahan dalam pengamatan erosi	50
10	Hasil pengukuran mikroklimat pada pada berbagai lokasi titik pantau	52
11	Nilai curah hujan periode 2010-2021 Pada Blok Kusan-Girimulya Bagian Utara	59
12	Nilai curah hujan periode 2010-2021 Pada Blok Kusan Girimulya Bagian Bawah	59
13	Nilai erodibilitas tanah lokasi pengamatan erosi	61
14	Nilai panjang lereng dan kemiringan lereng (LS)	64
15	Nilai faktor C	66
16	Nilai faktor konservasi tanah (P)	69
17	Prediksi besarnya erosi tanah dengan menggunakan rumus USLE	71
18	Nilai tingkat bahaya erosi (TBE)	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Persentase keberadaan wilayah PKP2B PT Borneo Indobara dalam beberapa DAS (%)	26
2	Perbandingan relatif luas DAS di dalam dan sekitar wilayah PKP2B PT Borneo Indobara (Km ²)	27
3	Peta lokasi pemantauan erosi di area PT Borneo Indobara	33
4	Kerangka alur pikir kegiatan	49
5	Hasil rata-rata pengukuran suhu	54
6	Hasil rata-rata pengukuran kelembapan relatif	55
7	Rata-rata intensitas penyinaran	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Hasil analisis laboratorium	92
2	Data curah hujan bulanan di Kusan-Girmulya Bagian Utara dan Kusan-Girimulya Bagian Bawah	93
3	Nilai erodibilitas tanah	94
4	Nilai faktor lereng dan kemiringan lereng	95

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

PT Borneo Indobara (BIB) merupakan perusahaan swasta nasional dengan luas area sebesar 24.100 ha dalam luasan yang kompak. Kegiatan penambangan PT Borneo Indobara di sejak tahun 1994, namun demikian baru mulai produksi pada tahun 2006. PT Borneo Indobara terus berkembang dari perusahaan dengan kapasitas produksi di bawah 10 juta ton/tahun hingga saat ini kapasitas produksi maksimum 36 juta ton/tahun dan akan ditingkatkan menjadi 46 juta ton/tahun. Peningkatan kapasitas produksi batubara juga pacu dengan adanya cadangan sumberdaya batubara yang tinggi serta harga penjualan batubara yang menguat pada beberapa tahun terakhir.

Kebutuhan batubara dalam negeri yang terus meningkat juga turut mendukung prospek industri tambang batubara Indonesia ke depan. Menurut dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) serta dokumen Rencana Strategis Kementerian ESDM konsumsi batubara domestik di tahun 2022 diharapkan meningkat hingga 60% dari total produksi nasional, atau hampir dua kali lipat dari pemanfaatan batubara domestik saat ini. Harapan peningkatan pemanfaatan batubara domestik ke depan pada kenyataannya telah didukung oleh terciptanya pasar baru bagi batubara di dalam negeri, terutama pasokan bagi sebagian besar kebutuhan pembangkit listrik 35.000 MW yang

merupakan program unggulan pemerintah. Dengan demikian secara umum bisa dikatakan bahwa bisnis batubara ke depan memiliki *trend* yang positif.

Dengan mempertimbangkan potensi peningkatan kebutuhan batubara baik secara global maupun domestik, maka beberapa kali PT BIB melakukan peningkatan kapasitas produksi tahunan. Pada tahun 2017 PT BIB meningkatkan kapasitas produksi batubara dari 13 juta ton/tahun menjadi 36 juta ton/tahun, hingga pada tahun 2020 ini produksi PT Borneo Indobara telah menjadi 32 juta ton/tahun dan pada tahun 2022 produksi batubara PT Borneo Indobara telah mencapai 36 juta ton per tahun. Diprediksi top produksi batubara pada tahun 2023 akan mencapai 46 juta ton/tahun. Peningkatan produksi batubara ini juga diperlukan sebagai komitmen Perusahaan untuk terus mendukung secara konsisten kebijakan Pemerintah terkait pemenuhan pasokan kebutuhan batubara (DMO) ke Perusahaan Listrik Negara (PLN). Peningkatan produksi batubara ini juga akan memberikan dampak terhadap kondisi ekologis lingkungan dimana perubahan bentang lahan menyebabkan tekanan terhadap komponen lingkungan berupa tanah dan vegetasi di atasnya.

Wilayah PKP2B PT Borneo Indobara dibagi menjadi dua blok yaitu Blok Barat dan Blok Timur. Blok barat terdapat pit batulaki dan blok timur terdapat pit kusan dan girimulyo. Wilayah blok barat PT Borneo Indobara banyak terdapat hutan alam sekunder bekas tebangan (*log over area*), namun demikian hutan alam ini banyak

mengalami gangguan terhadap keamanan hutan terutama adanya penebangan secara liar sebagai akibat dari lokasi hutan alam yang berdekatan akses penduduk. Bagian utara merupakan perkebunan kelapa sawit yang telah berumur cukup tua (di atas 10 tahun), namun demikian produksi kelapa sawitnya masih cukup tinggi. Selain itu terdapat blok tanaman akasia (*Acacia mangium*) yang banyak terdapat di blok kusan. Sementara itu pada bagian timur wilayah PT Borneo Indobara terdapat perkebunan kelapa sawit yang telah berumur tua dan sudah tidak produktif lagi.

Kegiatan penambangan PT Borneo Indobara dilakukan dengan metode *backfilling* sehingga kegiatan reklamasi lahan berjalan mengikuti kemajuan kegiatan penambangan (sekuen tambang). Pada daerah yang terganggu akibat kegiatan penambangan menimbulkan potensi yang tinggi terhadap terjadinya erosi tanah, sebagai akibat pembeeraan material tanah dan batuan penutup untuk mengambil batubara. Oleh karena itu kegiatan reklamasi dan revegetasi lahan secara cepat dilakukan perusahaan untuk mengembalikan lahan-lahan yang terganggu akibat kegiatan penambangan dan untuk mengendalikan laju erosi permukaan. Pengendalian erosi juga dilakukan dengan membuat teras-teras (bangun konservatif) untuk mengurangi panjang lereng dan kemiringan lahan agar kecepatan aliran permukaan dapat berkurang.

Kegiatan reklamasi dan revegetasi dilakukan secara cepat agar tanah tertutup oleh vegetasi, sehingga air hujan yang jatuh tidak

langsung memecah agregat tanah, tetapi diterima oleh permukaan tajuk tanaman dan dialirkan melalui *steam flow* (aliran batang). Selain itu aliran permukaan akan berkurang karena air meresap ke dalam tanah melalui fungsi perakaran. Kecepatan pemulihan lahan-lahan terganggu akan mengembalikan lahan-lahan kritis akibat penambangan untuk berfungsi sebagai daerah-daerah tangkapan terutama pada bagian hulu daerah aliran sungai yang terdapat di area PT Borneo Indobara. Menurunnya vegetasi permanen terutama pada DAS bagian hulu mempengaruhi kuantitas dan intensitas aliran permukaan akibat curah hujan, sehingga menurunkan kemampuan DAS dalam menyimpan air akan berdampak pada meningkatnya frekuensi banjir, erosi dan penyebaran tanah longsor di musim penghujan serta dapat memungkinkan terjadinya kekeringan pada musim kemarau (Susanto, 2012).

Kegiatan penambangan PT Borneo Indobara telah dilengkapi dengan kajian analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL), berbagai kewajiban dalam rencana kelola dan rencana pantau (RKL-RPL) menjadi kewajiban perusahaan dalam kendali penurunan kualitas lingkungan. Salah satu kewajiban di dalam dokumen RKL-RPL ialah kewajiban pengelolaan dan pemantauan terhadap perkembangan laju erosi tanah pada daerah terganggu akibat kegiatan penambangan dan pada daerah yang belum terganggu sebagai tindakan pengawasan.

1.2. Tujuan

Tujuan pelaksanaan pemantauan ialah :

1. Menganalisis besarnya nilai erosi pada berbagai lokasi pemantauan.
2. Mengidentifikasi tingkat bahaya erosi pada berbagai titik lokasi pemantauan

1.3. Manfaat

Manfaat dari pemantauan ini adalah untuk memberikan informasi kepada perusahaan dan kontraktornya terkait evaluasi kegiatan pengelolaan, agar dapat menyiapkan langkah-langkah yang lebih efektif dalam tindakan pengendalian erosi.

II. SEPUTAR EROSI

2.1. Pengertian erosi

Erosi merupakan peristiwa terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh media alami, media alami yang dimaksud ialah air maupun angin. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air hujan yang jatuh di atas tanah. Selanjutnya menurut Arsyad (2010) erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya bagian-bagian tanah dari tempat yang satu ke tempat yang lain melalui media alami berupa air dan angin yang kemudian tanah akan diendapkan pada daerah tertentu.

Kondisi dimana intensitas hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi akan berdampak pada timbulnya genangan air di permukaan tanah. Keadaan yang jenuh air dipermukaan tanah pada akhirnya akan menjadi aliran permukaan yang membawa partikel-partikel tanah yang terlepas akibat hantaman air hujan terutama pada saat hujan yang berlangsung relatif lama. Kejadian terkikisnya lapisan tanah ini akan lebih tinggi apabila di permukaan tanah tidak terdapat vegetasi. Vegetasi tingkat semai, pancang, tiang maupun pohon akan mampu menahan pukulan air hujan agar tidak langsung mengenai permukaan tanah dan akar vegetasi dapat berfungsi untuk meningkatkan penyerapan air dipermukaan tanah. Material-material yang ada akan ikut terangkut bersama dengan aliran air dan akan diendapkan pada suatu tempat yang disinggahi oleh aliran air baik yang bersifat sementara atau tetap.

Pengendapan tersebut akan terjadi pada tempat yang lebih rendah dan cenderung lebih datar.

Besarnya erosi akan berpengaruh pada sedimentasi, apabila aliran permukaan yang terjadi lebih tinggi daripada infiltrasi, maka partikel-partikel tanah yang terangkut akan cenderung lebih besar. Partikel-partikel tanah dapat tersedimentasi pada daerah-daerah tertentu yang berakibat melambatnya debit aliran air. Ukuran material yang terdapat pada permukaan tanah akan mudah terangkut tergantung ukuran besar kecilnya material tersebut. Bahan yang kecil dan halus akan lebih mudah terangkut daripada bahan yang lebih besar karena adanya perbedaan ukuran dan massa serta besarnya kapasitas media pengangkut.

Erosi menyebabkan tingkat kekeruhan pada air sungai meningkat, sehingga menurunkan kualitas air sungai. Material tanah yang tererosi oleh media air, akan diendapkan pada suatu tempat baik pada daerah cekungan, tanah yang lebih rendah maupun pada badan sungai, dampak lanjutan akan terjadi pendangkalan sungai dan volume daya tampung air menurun. Hal ini dapat menyebabkan potensi banjir pada musim penghujan, fenomena ini terjadi karena volume badan air penerima tidak seimbang dengan laju aliran air pada lahan.

2.2. Faktor penyebab erosi

Erosi terjadi secara alami sebagai akibat faktor alam dan adanya keterlibatan manusia. Faktor manusia yang dimaksud ialah banyaknya pembukaan lahan yang tidak disertai dengan tindakan konservasi, banyaknya aktivitas perubahan bentangan lahan untuk kegiatan pemukiman, perkebunan, penambangan dll, sehingga kepekaan tanah terhadap air menjadi semakin tinggi. Secara umum erosi dipengaruhi oleh iklim, topografi, vegetasi, tanah dan aktivitas manusia. Lima faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya erosi adalah:

1. Faktor Iklim

Pengaruh iklim secara langsung adalah melalui tenaga kinetik air hujan, terutama intensitas dan diameter atau besarnya butiran air hujan. Potensi terjadinya erosi lebih besar saat intensitas hujan kecil dalam kurun waktu lama dibandingkan hujan dengan intensitas tinggi yang berlangsung dalam kurun waktu pendek. Faktor iklim yang dominan mempengaruhi erosi pada daerah beriklim basah adalah dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan.

Erosi tanah yang terbawa bersama proses pergerakan air, dapat terjadi proses pelepasan partikel-partikel tanah (*detachment*), penghanyutan partikel-partikel tanah (*transportation*) dan pengendapan (*deposition*) partikel tanah yang telah hanyut akibat air hujan dan aliran permukaan. Pengangkutan tidak selalu diikuti oleh pelepasan, tetapi pelepasan butir tanah diawali peristiwa pengangkutan. Peristiwa pelepasan tanah yang

penting adalah tetesan butir hujan yang jatuh dan memukul permukaan tanah, hal ini mengakibatkan gumpalan tanah (agregat tanah) menjadi butir-butir yang lebih kecil dan terlepas. Butir-butir tanah yang terlepas tersebut sebagian akan terlempar ke udara (*splash*) dan jatuh lagi di atas permukaan tanah, dan sebagian kecil akan mengisi pori-pori kapiler tanah, sehingga akan menghambat proses infiltrasi. Penghambatan proses infiltrasi oleh partikel-partikel tanah yang kecil yang masuk ke dalam pori-pori tanah menyebabkan laju aliran permukaan menjadi lebih cepat. Proses erosi ini lebih cepat lagi apabila permukaan tanah tidak terdapat vegetasi baik vegetasi tumbuhan bawah maupun tumbuhan perdu atau pohon, sehingga menahan laju aliran permukaan tidak ada.

2. Faktor Tanah

Faktor tanah yang mempengaruhi erosi adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman, sifat lapisan tanah, dan tingkat kesuburan tanah. Berbagai tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbedabeda. Kepekaan erosi tanah yaitu mudah atau tidaknya tanah tererosi adalah fungsi berbagai interaksi sifat-sifat fisik dan kimia tanah.

Tingkat erosi tanah dapat diketahui dengan mengukur erodibilitas tanah. Erodibilitas adalah sifat tanah yang menyatakan mudah atau tidaknya suatu tanah terhadap erosi, atau dengan kata lain erodibilitas menunjukkan nilai kepekaan suatu jenis tanah terhadap daya penghancur dan penghanyutan air hujan. Tanah dengan indeks erodibilitas tinggi adalah tanah yang peka atau mudah tererosi, sedangkan tanah dengan indeks erodibilitas rendah selalu diartikan

bahwa tanah itu resisten atau tahan terhadap erosi. Faktor-faktor yang mempengaruhi erodibilitas tanah yaitu tekstur tanah, struktur tanah, permeabilitas dan bahan organik. Berikut adalah beberapa sifat dan faktor tanah yang mempengaruhi terjadinya erosi.

a. Tekstur tanah

Tekstur berkaitan dengan kapasitas infiltrasi serta kemudahan tanah untuk terangkut pada saat terjadi erosi. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang sangat menentukan kemampuan tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tanah terdiri atas tiga unsur yaitu liat, debu dan pasir, nilai indeks erosi dipengaruhi oleh persentase tekstur tanah. Jumlah persentase fraksi debu (*silt*) di dalam tanah yang besar menyebabkan tanah mudah sekali terdispersi hal ini akan meningkatkan besarnya nilai erosi tanah. Begitu juga dengan fraksi liat (*clay*) dalam jumlah yang kecil maka tanah akan peka terhadap erosi, hal akan meningkatkan jumlah partikel tanah yang tererosi, sedangkan untuk fraksi pasir (*sand*) kepekaan erosi tergantung dari komposisi fraksi debu dan fraksi liat.

Tanah dengan dominansi fraksi pasir (tekstur kasar) kemungkinan terjadi erosinya rendah karena kapasitas laju infiltrasi tinggi sehingga dapat menurunkan laju air larian. Tanah dengan dominansi fraksi debu dan pasir halus mempunyai kapasitas infiltrasi yang cukup tinggi, sedangkan tanah yang banyak mengandung liat lebih resisten terhadap erosi. Tanah yang banyak mengandung liat dengan kadar bahan organik yang tinggi maka

tanah liat tersebut akan membentuk agrano liat yang lebih resisten terhadap erosi tanah.

b. Bahan organik

Bahan organik merupakan bahan yang berasal dari dekomposisi limbah tanaman dan hewan (organisme). Bahan organik dapat melindungi tanah, karena fungsi bahan organik di dalam tanah salah satunya sebagai khelat atau perekat terhadap fraksi-fraksi tanah. Bahan organik dapat menyerap dan menahan air hujan yang tinggi, hal ini karena daya simpan bahan organik terhadap air cukup tinggi. Bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan permeabilitas tanah dan kesuburan tanah. Menurut Sulistyaningrum *et al.* (2014) semakin besar persentase kandungan bahan organik pada tanah maka nilai indeks erosinya makin kecil.

c. Struktur tanah

Struktur tanah dapat mempengaruhi kemampuan tanah dalam penyerapan air tanah. Menurut Arifin (2010) pengelolaan tanah yang intensif secara terus menerus tanpa mengistirahatkan tanah dan tanpa penambahan bahan organik berakibat merusak struktur tanah. Struktur tanah memberikan karakter pada sifat-sifat fisik tanah, diantaranya ialah daya resap air terhadap tanah, tanah yang memiliki struktur pejal/massive memiliki adaya meresapkan air yang rendah sedangkan tanah berstruktur granuler akan lebih cepat meresapkan air dipermukaan tanah. Tanah yang baik

umumnya memiliki struktur granuler karena draenase tanah pada struktur granuler memiliki klasifikasi baik.

Struktur tanah dapat dikatakan baik apabila di dalamnya terdapat penyebaran ruang pori-pori yang baik, yaitu terdapat ruang pori di dalam dan di antara agregat yang dapat diisi air dan udara dan secara kompak. Agregat tanah sebaiknya mantap agar tidak mudah hancur oleh adanya gaya dari luar, seperti pukulan butiran air hujan. Oleh karena itu tanah dengan kemantapan agregat yang tinggi akan lebih tahan terhadap erosi, tanah dengan kemantapan agregat yang tinggi memiliki pori-pori tanah tidak gampang tertutup oleh partikel-partikel tanah halus, sehingga infiltrasi berjalan dengan baik.

d. Permeabilitas tanah

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah dalam meloloskan air. Permeabilitas dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah, tanah yang memiliki struktur tanah granuler lebih peka terhadap erosi dibandingkan tanah dengan lapisan bawah yang padat. Tanah yang padat menyebabkan permeabilitas rendah, hal ini memicu terjadinya erosi tanah (Arsyad, 2010). Tanah yang memiliki permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga dapat menurunkan laju aliran permukaan.

Sifat fisik dan kimia tanah berpengaruh terhadap infiltrasi, permeabilitas serta kemampuan tanah dalam menahan air. Menurut Arifin (2010) Permeabilitas dan infiltrasi yang lambat berakibat terhadap tingginya aliran permukaan dan kehilangan

partikel-partikel tanah (erosi). Fraksi tanah dengan ukuran fraksi yang berukuran besar akan tahan terhadap erosi karena sukar diangkut, sedangkan tanah dengan partikel yang berukuran halus seperti debu mudah larut bersama aliran air di permukaan tanah.

3. Faktor topografi

Keadaan topografi dapat menggambarkan keadaan suatu wilayah pada suatu DAS dan keadaan topografi sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi. Daerah yang memiliki topografi berbukit umumnya termasuk dalam kelerengan yang curam dan potensi akan kerusakan lahan sangat nyata yang ditandai dengan besarnya aliran permukaan. Selanjutnya BPDAS Barito (2009) mengemukakan bahwa karakteristik topografi suatu wilayah berkaitan erat dengan keadaan kelerengan dimana kecepatan aliran permukaan (*surface run-off*) menyebabkan tingginya pengikisan pada permukaan tanah dan aliran air yang masuk ke dalam tanah (infiltrasi) rendah sehingga memicu timbulnya erosi.

Menurut May dan Lisle (2012) bagian hulu DAS umumnya memiliki lereng yang lebih curam dan dapat mempercepat aliran permukaan. Selanjutnya Cojean dan Cai (2011) mengemukakan bahwa lereng adalah salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan sebagai upaya pengendalian banjir serta mengurangi bahaya longsor pada suatu DAS. Kondisi kelerengan sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi yang mengakibatkan kerusakan pada DAS atau wilayah.

Panjang lereng berperan terhadap besarnya erosi yang terjadi, semakin panjang lereng maka semakin besar volume aliran permukaan yang terjadi. Kemiringan lereng berpengaruh besar terhadap proses terjadinya erosi, karena berpengaruh terhadap kecepatan aliran permukaan. Makin besar nilai kemiringan lereng, maka kesempatan air untuk masuk ke dalam tanah (infiltrasi) akan terhambat sehingga volume limpasan permukaan semakin besar, dan mengakibatkan terjadinya proses erosi (Dewi *et al.* 2012). Kemiringan lereng dan infiltrasi sangat mempengaruhi besar terhadap kecepatan laju aliran permukaan dan erosi tanah (Bafdal *et al.* 2011). Besarnya aliran permukaan dipengaruhi oleh tingginya curah hujan, infiltrasi, vegetasi dan kelerengan. Semakin curam lereng suatu tempat maka kecepatan aliran permukaan dan energi angkut air semakin besar.

Lahan yang memiliki topografi miring akan berpengaruh terhadap aliran permukaan, partikel-partikel tanah mudah tersebar ke arah bawah bersama dengan air hujan yang mengalir mengikuti arah lereng. Partikel-partikel tanah yang terlepas akan menyumbat pori-pori tanah dan menimbulkan pembentukan lapisan tanah keras pada bagian lapisan permukaan, hal ini mengakibatkan penurunan terhadap kapasitas dan laju infiltrasi tanah. Sedimentasi akan terjadi pada lereng bagian bawah dan pada daerah-daerah pengaliran, akibat sedimentasi ini menyebabkan laju debit air sungai menjadi lebih kecil.

4. Faktor vegetasi

Berdasarkan penelitian Bhan dan Behera (2014) vegetasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap erosi karena dengan adanya vegetasi air hujan dapat tertahan di dalam tajuk dan tidak jatuh langsung di permukaan tanah, hal ini menyebabkan kekuatan air untuk menghancurkan tanah dapat berkurang. Air yang tertahan di dalam tajuk dapat dialirkan melalui *stem flow* (aliran batang), sehingga kecepatan air hujan sampai di permukaan tanah sudah berkurang. Pengaruh vegetasi penutup tanah tersebut perlu juga dilihat ketinggian tajuk dan kerapatan tajuk yang mempengaruhi butiran-butiran hujan yang menimpa permukaan tanah. Akar-akar dari tumbuhan sangat berperan sebagai pemantapan agregat dan memperbesar porositas tanah.

Tumbuhan yang merambat di permukaan tanah dapat mengurangi kecepatan aliran permukaan dan menahan kekuatan air yang dapat memecah partikel-partikel tanah. Tumbuhan yang merambat tidak hanya memperlambat aliran air tetapi dapat juga mencegah pengumpulan air sehingga dapat mengurangi daya penghancur dan daya angkut. Pohon yang tegaknya jarang-jarang lebih kecil pengaruhnya terhadap kecepatan aliran permukaan (Banuwa, 2013).

5. Faktor manusia

Perbuatan manusia yang mengelola tanah dengan cara yang salah menyebabkan intensitas terjadinya erosi semakin meningkat. Banyaknya pembukaan hutan yang diperuntukkan sebagai lahan

perkebun, pemukiman dan perladangan berpindah tidak sesuai dengan kaidah, sehingga menimbulkan kerusakan-kerusakan pada tanah. Pola pikir manusia yang hanya ingin selalu untung dan tidak suka repot membuat mereka kurang memperhatikan akan dampak yang ditimbulkannya. Hal inilah yang akan menimbulkan kekritisian pada lahan.

Menurut Banuawa (2013) manusia itu sendirilah yang menentukan apakah tanah yang diusahakannya akan rusak dan menjadi tidak produktif atau memperbaikinya sehingga menjadi produktif dan lestari. Banyak faktor yang menyebabkan manusia akan memperlakukan dan merawat tanahnya secara bijak agar menjadi lebih baik dan dapat digunakan dalam jangka panjang. Selanjutnya Indarto (2010) mengemukakan bahwa aktivitas manusia sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi seperti banyaknya terjadi perubahan-perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai.

2.3. Tingkat bahaya erosi

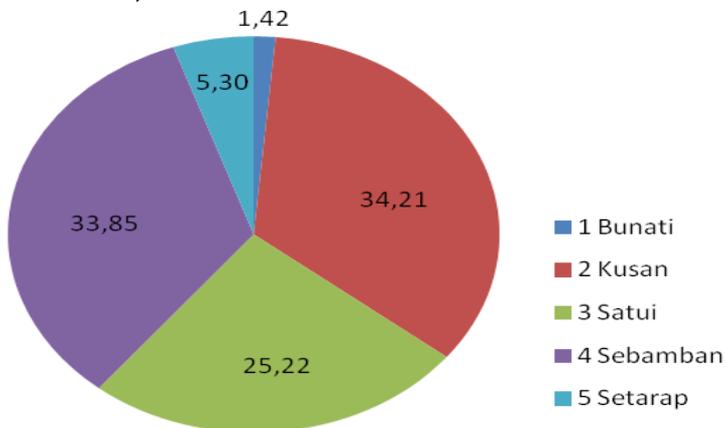
Tingkat bahaya erosi merupakan tingkat ancaman kerusakan yang diakibatkan oleh erosi pada suatu lahan. Menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka, (2007) tingkat bahaya erosi adalah perkiraan jumlah maksimum tanah yang hilang pada suatu lahan, apabila pengelolaan tanah tidak mengalami perubahan.

Tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan berdasarkan perbandingan jumlah tanah yang tererosi dengan kedalaman tanah

yang efektif tanpa harus memperhatikan jangka waktu kelestarian yang diharapkan dan jumlah erosi yang diperbolehkan ataupun kecepatan proses pembentukan tanah. Erosi tanah dapat berubah menjadi bencana bila laju erosi lebih cepat daripada laju pembentukan tanah.

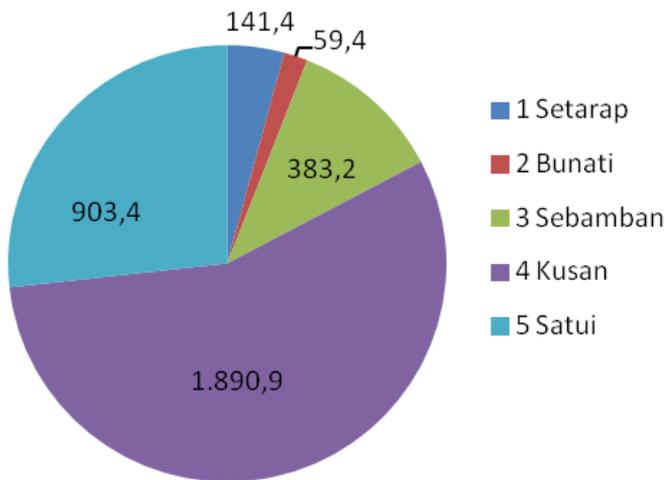
2.4. Penambangan dan daerah aliran sungai (DAS)

Kegiatan penambangan PT Borneo Indobara terbagi kedalam berbagai daerah pengaliran, aliran – aliran sungai yang mengalir di dalam Wilayah PKP2B PT Borneo Indobara adalah anak – anak sungai yang tergabung dalam 5 (Lima) sistem daerah aliran sungai (DAS), yaitu DAS Sebamban, Bunati, Satui, Setarap dan DAS Kusan, dimana outletnya bermuara langsung di Laut Jawa. Berdasarkan pengukuran planimetris yang digambarkan dalam bentuk Pie Graf tampak sebagian besar wilayah PKP2B PT Borneo Indobara berada di DAS Kusan, DAS Sebamban dan DAS Satui.



Gambar 1. Persentase keberadaan wilayah PKP2B PT Borneo Indobara dalam beberapa DAS (%)

Secara hidrologis DAS Sebamban berbatasan dengan DAS Bunati, Setarap dan DAS Satui di bagian barat, sedangkan di bagian timur dan utara berbatasan dengan DAS Kusan. Diantara beberapa DAS yang disebutkan tadi, maka DAS Satui dan DAS Kusan termasuk DAS besar di Kabupaten Tanah Bumbu, Ukurannya jauh lebih besar daripada DAS Sebamban maupun DAS Bunati dan DAS Setarap. Ukuran DAS Sebamban sendiri hanya seluas 38.823,7 ha (388,2 Km²) dan DAS Bunati seluas 5.942,7 ha (59,4 Km²), DAS Setarap seluas 14.145,9 ha (141,4 Km²), sedangkan DAS Satui seluas 90.345,7 ha (903,5 Km²) dan DAS Kusan seluas 189.086,9 ha (1.890,9 Km²).



Gambar 2. Perbandingan relatif luas DAS di dalam dan sekitar wilayah PKP2B PT Borneo Indobara (Km²)

Berdasarkan analisis *landskap* dan pengamatan lapangan, diperkirakan DAS Setarap tidak terkena paparan dampak. Arah paparan dampak kegiatan eksploitasi pada pit Batulaki dekat desa

Sumber Makmur terhadap air permukaan cenderung mengarah ke DAS Satui daripada DAS Setarap, karena terhalang oleh punggung bukit sebagai batas DAS.

Berdasarkan catatan dan informasi masyarakat, dari ke lima DAS di kabupaten Tanah Bumbu tersebut ternyata DAS Kusan, DAS Sebamban dan DAS Satui setiap tahunnya menjadi langganan banjir. Sedangkan DAS Bunati dan DAS Setarap hingga saat ini tidak pernah terjadi banjir.

Pola aliran sungai di wilayah studi membentuk pola aliran dendritik yang menunjukkan adanya aliran kesegala arah, akibat lereng di daerah ini sangat datar ($< 8\%$), sehingga pengatusan sungai relatif agak lambat, disamping karena bentuk lahannya berupa dataran hingga dataran bergelombang dengan relief < 50 m.

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan kesatuan ekosistem dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami. Batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah pengairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Selanjutnya disebutkan pula, bahwa sub DAS/Sub-Sub DAS adalah bagian dari Daerah Aliran Sungai yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama.

Sebuah DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik daerah hulu DAS merupakan daerah konservasi, memiliki kerapatan drainase tinggi dengan kemiringan lereng $>15\%$, pola drainase menentukan pengaturan pemakaian air dengan pengelolaan yang baik pula (Gorge dan Leon, 2007). Daerah hilir merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase rendah, dengan kemiringan lereng $<8\%$, pada daerah hilir sering terjadi banjir, bangunan irigasi sangat menentukan pengaturan pemakaian air dan jenis vegetasi tanaman pertanian dominan di daerah ini, sedangkan DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS hulu dan hilir (Asdak, 2010).

Fungsi DAS merupakan keseluruhan faktor yang dilakukan pada DAS tersebut, yakni manusia, vegetasi dan bentuk wilayah (topografi). Apabila faktor-faktor tersebut mengalami perubahan, maka akan berpengaruh terhadap ekosistem DAS. Perubahan ekosistem juga akan menyebabkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS dan tanah.

2.5. Sistem informasi geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) suatu sistem informasi berbasis komputer yang memiliki kemampuan menganalisis masalah spasial maupun nonspasial secara georeferensi beserta kombinasinya (*queries*) dalam rangka memberikan solusi atas permasalahan keruangan (Prahasta, 2009). Hasil analisis data

spasial yang diperoleh tergantung pada objek lokasinya. Menurut Bateman (2012) analisis data spasial dapat dilakukan dengan jenis-jenis analisis tertentu. Jenis analisis spasial di antaranya adalah *query* basisdata, pengukuran, fungsi kedekatan, *overlay*, model permukaan digital, klasifikasi, dan pengubahan unsur-unsur spasial.

Manfaat SIG secara umum memberikan informasi dan gambaran berupa peta yang ada di dunia atau bumi, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis. Sistem Informasi Geografis bekerja berdasarkan 5 komponen berupa *hardwere*, *software*, data, manusia dan metode (Esri, 2011 dikutip oleh Rahardjo dan Ikhsan, 2015). Selanjutnya Sandi (2012) mengemukakan bahwa analisis pada SIG dapat membuat, memilih, memetakan, serta menganalisis data raster yang berbasis sel. Memberikan informasi baru dari data yang ada dan menganalisis data vektor/raster yang terintegrasi serta memilih informasi dari beberapa layer data.

Sistem Informasi Geografis dirancang untuk mendukung berbagai analisis terhadap informasi geografis, seperti teknik untuk mengeksplorasi data dari perspektif keruangan menjadi data yang mudah untuk dipahami. Terknik tersebut termasuk dalam analisis dengan perhitungan matematis yang terkait dengan data atau layer (tematik) keruangan. Hasil analisis data spasial bergantung pada objek lokasi (Bateman, 2012). Analisis spasial merupakan salah satu bagian dari kajian sistem informasi geografi (SIG) dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang bertujuan untuk

menentukan zonafikasi lahan yang sesuai dengan karakteristik yang ada, seperti wilayah DAS yang dapat digunakan untuk usahatani ataupun untuk mengidentifikasi lahan-lahan kritis pada suatu lahan agar dapat ditanggulani dengan konsep konservasi yang baik (Herawati, 2011).

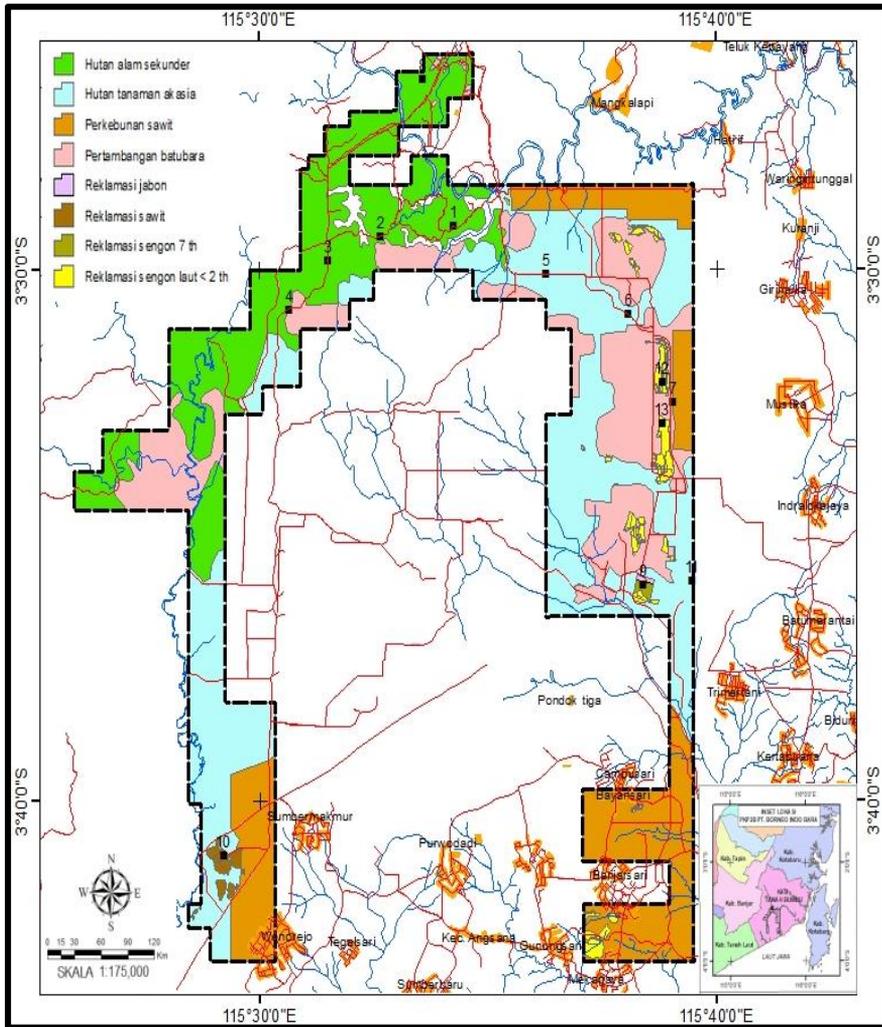
III. KEADAAN UMUM LOKASI PENGAMATAN EROSI

3.1. Lokasi Pengamatan

Wilayah pengamatan erosi meliputi 6 lokasi pengamatan, yaitu hutan alam konservasi (AK), hutan alam Pit Batulaki (HA), Hutan akasia (HA), perkebunan kelapa sawit (SW), hutan alam Pit Pasopati (HA PS), area reklamasi sengon (AR1), area reklamasi jabon (AR 2), area reklamasi sawit (ARS) dan tanaman reklamasi 1 tahun (ARTh 1). Titik-titik pengamatan di tunjukkan pada Gambar 1.

Area hutan alam sekunder merupakan area hutan alam bekas tebangan (*log over area*), hutan alam ini telah mengalami eksploitasi dari HPH (hak perusahaan hutan) sebelumnya. Hutan ala ini pada saat ini juga masih mengalami tekanan ekologis akibat akses jalan menuju lokasi yang berdekatan dengan pemukiman penduduk.

Perkebunan kelapa sawit di PT BIB berada di lokasi bagian utara dan bagian timur konsesi penambangan PT Borneo Indobara. Perkebunan kelapa sawit adalah tanaman seragama yang diperuntukan untuk diambil buahnya dan dijadikan produk akhir berupa *crude palm oil* (CPO) yang memiliki keunggulan dibandingkan minyak nabati lainnya. Indonesia termasuk yang memiliki produksi kelapa sawit sangat besar, bersaing dengan negara tetangga seperti Malaysia.



Gambar 3. Peta lokasi Pemantauan Erosi di Area PT Borneo Indobara

Keterangan:

- 1, 2: hutan konservasi
- 3, 4: hutan alam sekunder;
- 5, 6: hutan tanaman akasia;
- 7: perkebunan kelapa sawit
- 8: hutan alam di pit pasopati
- 9: area reklamasi sengon
- 10: area reklamasi Sawit
- 11. area reklamasi jabon
- 12,13: area reklamasi 1 tahun

Area reklamasi PT Borneo Indobara, merupakan area terganggu yang telah dilakukan perbaikan agar berfungsi kembali sebagai area yang berhutan. Oleh karena itu dilakukan kegiatan revegetasi dengan tanaman pokok berupa sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Jabon (*Anthocephalus cadamba*), walaupun ada beberap tanaman sisipan seperti tanaman mangga (*Mangifera sp*), angkana (*Pterocarpus indicus*), mahoni (*Swietenia macrophylla*) serta tanaman alami yang tumbuh di sekitar tanaman pokok seperti mahang (*Macaranga sp*). Selain tanaman kayu, area reklamasi juga ditumbuhi tumbuhan bawah dengan aneka ragam jenis seperti karamunting (*Melanstoma sp*) dll.

Area reklamasi umur 1 tahun, area ini masih berupa hamparan terbuka, pada area ini terdapat tanaman sengon sebagai tanaman utama dan tumbuhan bawah yang masih kecil tetapi belum merata di seluruh lahan, sehingga fungsi tumbuhan bawah sebagai penghambat laju erosi belum berfungsi optimal. Pada lahan juga telah ditumbuhi akasia dengan tinggi $\pm 1,5$ meter dengan kerapatan sedang.

Area hutan tanaman akasia merupakan hutan yang didominasi oleh jenis akasia daun lebar (*Acacia mangium*), dengan jenis monokultur, namun terdapat juga tumbuhan yang tumbuh secara alami diantara tanaman akasia seperti mahang (*Macaranga sp*), dan tumbuhan yang disisipkan seperti pelawan (*Tristaniaopsis merguensis*).

Area hutan konservasi, merupakan area hutan yang dicanangkan sebagai hutan untuk melakukan konservasi jenis-jenis tumbuhan dan hewan di area PT Boreneo Indobara. Area ini baru satu tahun dikerjakan, sehingga belum menunjukkan hutan konservasi dengan tumbuhan yang beragam. Beberapa bagian masih merupakan lahan terbuka yang ditumbuhi alang-alang dan perdu. Jenis pohon didominasi oleh jenis pioner seperti mahang, alaban (*Vitex pubescens*) dll. Untuk menjadi hutan konservasi yang berfungsi optimal area konservasi ini memerlukan input tanaman-tanaman *fast growing species* maupun tanaman *slow growing species*, agar kondisi hutan terbentuk secara utuh untuk habitat berbagai ragam fauna.

IV. METODE PENGUKURAN

4.1. Tempat dan waktu penelitian

Pemantauan erosi PT Borneo Indobara dilakukan pada 6 lokasi pengamatan, yaitu hutan alam konservasi (AK), hutan alam Pit Batulaki (HA), Hutan akasia (HA), perkebunan kelapa sawit (SW), hutan alam Pit Pasopati (HA PS), area reklamasi sengon (AR1), area reklamasi jabon (AR 2), area reklamasi sawit (ARS) dan tanaman reklamasi 1 tahun (ARTh 1). Periode pemantauan dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan bulan Nopember tahun 2022 meliputi tahap persiapan, pengambilan data lapangan, analisis dan pengolahan data serta pembuatan laporan.

4.2. Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Peta untuk menentukan petak pengamatan
2. GPS untuk pengambilan titik pengamatan
3. Clinometer untuk mengukur kemiringan lahan
4. Bor tanah untuk mengamati kedalaman solum tanah
5. Ring sampel untuk mengambil sampel tanah
6. Parang untuk membersihkan permukaan tanah dan mengambil ring sampel dari dalam tanah
7. Papan ukuran 10×10 cm untuk pelapis ketika menumbuk ring sampel
8. Palu untuk menumbuk atau memukul ring sampel kedalam tanah

9. Meteran untuk mengukur kedalaman tanah
10. Kantong plastik untuk menyimpan sampel tanah
11. Kertas label untuk memberi label tiap sampel
12. Timbangan untuk menimbang sampel tanah
13. Kamera untuk mengambil objek penelitian
14. Alat tulis.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa sampel tanah dan data curah hujan kurun waktu 10 tahun terakhir.

4.3. Prosedur penelitian

1. Penentuan lokasi penelitian

Penentuan lokasi dilakukan dengan menggunakan peta penutupan lahan di area konsesi PT Borneo Indobara.

2. Pengambilan data

Penentuan tempat pengambilan sampel data menggunakan tehnik *purposive sampling* yaitu titik sampel ditentukan dengan berbagai pertimbangan diantaranya ialah penutupan lahan dan penggunaan lahan yang sudah ditetapkan oleh perusahaan, pertimbangan lainnya ialah titik pemantauan yang mewakili area pada dokumen rencana kelola dan renacana pantau (RKL-RPL) PT Borneo Indobara. Setiap titik akan diamati parameter biofisiknya berupa jenis tutupan lahan, konservasi tanah, kemiringan lereng serta mengambil sampel tanah untuk dilakukan pengamatan lanjutan berupa kedalaman solum tanah, struktur tanah, tekstur tanah, permeabilitas dan bahan organik.

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan sesuai dengan titik pengamatan yang telah ditetapkan melalui hasil *overlay*. Adapun upaya yang dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

a. Data primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode survei lapangan, adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan observasi atau pengamatan secara langsung di lapangan. Adapun pengamatan yang dilakukan terhadap faktor-faktor erosi adalah:

- 1) Faktor erodibilitas tanah (K)
- 2) Faktor panjang lereng (L)
- 3) Kecuraman lereng (S)
- 4) Faktor penggunaan lahan (C)
- 5) Faktor konservasi tanah (P)

b. Data sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur, laporan dan informasi dari berbagai pihak instansi pemerintah dan pihak lain yang bersangkutan untuk kelengkapan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Data tentang gambaran umum lokasi penelitian antara lain letak dan luas, topografi dan penggunaan lahan.

- 2) Data curah hujan selama 10 tahun yang mewakili wilayah PT Borneo Indobara meliputi curah hujan tahunan rata-rata dari BMKG Stasiun Klimatologi Banjarbaru.
- 3) Peta administrasi dan peta tutupan lahan.

4.4. Analisis pengamatan laboratorium tanah

Sampel tanah yang didapatkan dari lapangan selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk memperoleh data tekstur (pasir, debu, liat, dan pasir sangat halus), kandungan bahan organik dan permeabilitas.

4.5. Analisa data

Setelah semua data lapangan dan data laboratorium telah selesai maka analisis data prediksi erosi dan tingkat bahaya erosi akan dilakukan dengan menggunakan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Rumus USLE menggunakan perkalian sejumlah prediksi faktor yaitu faktor hujan, panjang, kemiringan lereng, tanah, penutupan lahan dan tindakan konservasi. Persamaan USLE yang dikemukakan oleh Wischmeier dan Smith (1978), dituliskan sebagai berikut:

$$A = R.K.L.S.C.P$$

Keterangan:

- A = Laju erosi tanah (ton/ha/tahun)
- R = Faktor erosivitas hujan (KJ/ha)
- K = Faktor erodibilitas tanah (ton/KJ)
- L = Faktor panjang lereng (m)

- S = Faktor kemiringan lereng
- C = Faktor tanaman penutup
- P = Faktor pengolahan lahan atau tindakan konservasi tanah

1. Faktor erosivitas hujan (R)

Faktor erosivitas adalah kemampuan dari hujan dalam menimbulkan erosi pada suatu lahan (Sutrisno *et al.* 2013). Menurut Kementrian Kehutanan (2009) metode yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan apabila hanya tersedia data curah hujan tahunan rata-rata adalah menggunakan persamaan Lenvain. Metode pendugaan erosivitas dalam bentuk EI_{30} menurut persamaan Lenvain adalah:

$$EI_{30} = 2,21 R^{1,36}$$

Keterangan:

- EI_{30} = Indeks erosi hujan bulanan
- R = Curah hujan rata-rata tahunan dalam cm

2. Faktor erodibilitas tanah (K)

Erodibilitas atau kepekaan tanah terhadap erosi merupakan daya tahan tanah terhadap pelepasan agregat tanah, hal ini tergantung pada sifat-sifat tanah, seperti tekstur, struktur, permeabilitas dan kandungan bahan organik tanah. Nilai K ditentukan dengan menggunakan persamaan yang dibuat oleh Wischmeier dan Smith (1978), yaitu:

$$K = \{(2,173 M^{1,14}(10^{-4}) + (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)/100)\}$$

Keterangan:

K = Faktor erodibilitas tanah, dalam satuan ton,/ha/jam/(ha.MJ.mm)

M = (%debu + % pasir sangat halus) ×(100 - %liat)

a = Kandungan bahan organik (%)

b = Nilai strruktur tanah

c = Nilai permeabilitas tanah

Menurut Sartohadi *et. al* (2013) erodibilitas tanah (K) dapat diklasifikasikan menjadi 6 (enam) kelas, rinciannya dapat dilihat pada Tabel 1, berikut:

Tabel 1. Klasifikasi nilai faktor erodibilitas tanah (K)

Kelas	Tingkat Erodibilitas	Nilai K
1	Sangat Rendah	0,00 - 0,10
2	Rendah	0,11 - 0,20
3	Sedang	0,21 - 0,32
4	Agak tinggi	0,33 - 0,40
5	Tinggi	0,41 - 0,55
6	Sangat Tinggi	0,56 - 0,64

Sumber: Sartohadi *et al.* (2013)

Besarnya nilai faktor K ditentukan dengan menganalisa sifat fisik tanah berupa tekstur, struktur, permeabilitas tanah dan kandungan bahan organik dimasukkan kedalam angka tersaji pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 berikut:

Tabel 2. Nilai struktur tanah

No.	Struktur	Kelas
1	Granular sangat halus	1
2	Granular halus	2
3	Granular kasar	3
4	Gumpal, lempeng, pejal	4

Sumber: Arsyad (2010)

Tabel 3. Nilai permeabilitas tanah

Kecepatan(cm/jam)	Klasifikasi	Nilai
< 0,5	Sangat lambat	6
0,5 - 2,0	Lambat	5
2,0 - 6,3	Lambat sampai sedang	4
6,3 - 12,7	Sedang	3
12,7 – 25,4	Sedang samapai cepat	2
>25,4	Cepat	1

Sumber: Arsyad (2010)

Tabel 4. Persentase kelas kandungan bahan organik

Kelas	Nilai K	Tingkat Erodibilitas
0	< 1	Sangat Rendah
1	> 1 – 2	Rendah
2	> 2,1 – 3	Sedang
3	> 3,1 – 5	Tinggi
4	> 5	Sangat Tinggi

Sumber: Departemen Kehutanan RI (1998)

3. Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Faktor LS adalah kombinasi dari faktor panjang lereng (L) dengan kemiringan lereng (S)/slope. Panjang lereng yang diukur dari tempat dimulai terjadinya aliran air di atas permukaan tanah sampai tempat mulai terjadinya pengendapan. Faktor LS merupakan nisbah antara besarnya erosi pada suatu tanah dengan panjang dan kemiringan lereng. Nilai LS dapat dihitung menggunakan persamaan dari Wischmeier dan Smith (1978) dan Rose (1977) adalah:

$$LS = (L^{0.5}/100) * (1.38 + 0.965 S + 0,138 S^2)$$

Keterangan:

L = Panjang lereng (m)

m = adalah konstanta, 0,5 untuk slope >4 %, 0,4 untuk slope 4% dan 0,3 untuk slope <3 %

S = Kemiringan lereng (%)

Kelas kemiringan lereng dapat diperoleh dari Tabel klasifikasi lereng berikut:

Tabel 5. Klasifikasi kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng (%)
Datar	0-8
Landai	9-15
Agak curam	16-25
Curam	26-40
Sangat curam	> 40

Sumber: Kementerian Kehutanan RI (2013)

4. Faktor tanaman penutup dan pengelolaan tanaman (C)

Faktor C merupakan perbandingan antara besarnya erosi tanah pada suatu lahan yang terdapat tanaman penutup serta dilakukan menejemen tertentu terhadap besarnya erosi tanah pada lahan yang tidak ada tanaman (Sutapa, 2012). Pengelolaan nilai faktor C dapat menggunakan pendekatan pada Tabel 6:

Tabel 6. Nilai Faktor C pada berbagai penutupan

No	Jenis Penutupan Lahan	Nilai C
1	Tanah kosong diolah	1
2	Tanah kosong tidak diolah	0,95
3	Cahe/jahe	0,9
4	Kedelai kerapen rendah	0,94
5	Kacang tanah/jagung kerapen rendah	0,93
6	Alang-alang terbakar	0,89
7	Talas	0,86
8	Alang-alang kerapatan rendah	0,84
9	Ubi kayu/karet, kelapa sawit tanpa cover	0,8
10	Jagung kerapatan sedang/rumput gajah jarang	0,7
11	Kacang tanah kerapatan rendah	0,69
12	Jagung rapat	0,637
13	Jagung + tembakau	0,61
14	Kacang buncis pisang (monokultur)/kapas	0,6
15	Tembakau rumput gajah+blotong/kacang tanah + tunggak	0,57
16	Padi lahan kering/padi gogo kerapatan sedang	0,56
17	Serai wangi kerapatan sedang	0,56
18	Kebun campur kerapatan rendah/nanas + mulsadibakar	0,5
19	Kelapa sawit	0,5
20	Kacang tanah gula	0,495
21	Serai wangi kerapatan sedang/ kacang tanah kerapatan sedang	0,47
22	Padi+ jagung/kentang	0,45

No	Jenis Penutupan Lahan	Nilai C
23	Serai wangi (rapat)	0,43
24	Padi + kedelai	0,417
25	Kacang kedelai (rapat)	0,39
26	Padi gogo (rapat)/ padi + sorghum	0,34
27	Sorghum kerapatan sedang	0,33
28	Semak belukar/kebun campuran kerapatan sedang	0,3
29	Nanas + kontur +mulsa dibenam/rumput barchia th.I	0,3
30	Sorghum kerapatan tinggi	0,24
31	Tebu/kopi + cover/hutan dengan TPI	0,2
32	Ubi kayu + kacang tanah	0,195
33	Ubi kayu + kedelai	0,18
34	Kacang tanah kerapatan tinggi	0,17
35	Kacang tanah/kacang tanah kerapatan tinggi	1,16
36	Kacang tanah + jerami 4 ton/ha	0,128
37	Kebun campuran, kerapatan tinggi/alang-alang kerapatan sedang	0,10
38	Ladang kerapatan tinggi	0,10
39	Padi + mulsa jerami 4 ton/ha	0,096
40	Ladang kerapatan sedang	0,2
41	Alang-alang kerapatan tinggi	0,06
42	Sawah tadah hujan	0,05
43	Kacang tanah + jerami 4 ton/ha	0,049
44	Barachiria th.II	0,02
45	Sawah irigasi/ semak belukar undisturb	0,01
46	Nanas/mulsa/savana/praere undisturb	0,01
47	Hutan + serasah tipis	0,005
48	Hutan + serasah tebal	0,001
49	Hutan	0,10
50	Belukar	0,25
51	Alang-alang	0,25
52	Belukar dengan rawa	0,17
53	Perkebunan karet dengan permukiman	0,37
54	Padang rumput dengan ladang	0,25

No	Jenis Penutupan Lahan	Nilai C
55	Belukar dengan tanaman lahan kering	0,37
56	Kampung dengan ladang	0,62
57	Belukar dengan perkebunan karet	0,22
58	Alang-alang dengan ladang	0,25
59	Reboisasi dengan alang-alang	0,18
60	Ladang dengan tanaman lahan kering	0,37
61	Belukar dengan kampung	0,43
62	Sawah	0,02
63	Sawah beririgasi	0,02
64	Perkebunan karet dengan tanaman lahan kering	0,30
65	Perkebunan dengan kampung	0,4
66	Pertanian lahan kering	0,6
67	Hutan tanaman	0,15
68	Kampung dengan pertanian lahan kering	0,73
69	Tegalan + ladang	0,48
70	Ladang + belukar	0,25
71	Belukar dengan padi sawah beririgasi	0,17
72	Kebun campuran, kerapatan tinggi/alang-alang kerapatan sedang	0,2
73	Pertanian lahan kering + alang_alang	0,48
74	Kebun Karet	0,15
75	Perkebunan karet dengan belukar	0,18

Sumber: Kementerian Kehutanan RI (2009)

5. Faktor konservasi tanah (P)

Tindakan manusia pada faktor konservasi tanah adalah nisbah dari besarnya erosi yang ada pada lahan dengan tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi atau tanah yang terkikis pada lahan tanpa adanya tindakan konservasi (Suripin, 2002). Faktor konservasi tanah merupakan perbandingan antara erosi dengan tanah yang terangkut pada lahan yang tidak ada tindakan konservasinya (Asdak, 2010). Faktor P berkaitan erat

dengan cara-cara pengelolaan lahannya, pengelolaan yang sesuai dengan kaidah akan memberikan dampak yang baik, begitu sebaliknya jika lahan dikelola hanya seadanya ini dapat memberikan dampak negatif untuk lahan tersebut. Upaya konservasi atau tindakan pengelolaan lahan guna mengurangi erosi tanah dimuat pada Tabel nilai faktor konservasi tanah sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai faktor P konservasi tanah

No	Tindakan Khusus Konservasi Tanah	Nilai P
1	Tanpa tindakan Konservasi	1,00
2	Teras bangku	
	- Kontruksi baik	0,04
	- Kontruksi sedang	0,15
	- Kontruksi kurang baik	0,35
	- Teras tradisional	0,40
3	Strip tanaman rumput bahia	0,40
4	Pengelolaan tanaman dan penanaman menurut garis kontur	
	- Kemiringan 0 - 8%	0,50
	- Kemiringan 9 - 20%	0,75
	- Kemiringan > 20%	0,90

Sumber: Arsyad (2010)

6. Tingkat bahaya erosi (TBE)

Tingkat bahaya erosi diperoleh dari perhitungan kelas bahaya erosi, dimana hasil perhitungan erosi (A) dikelompokkan dan dimasukkan ke dalam tabel kelas bahaya erosi. Hasil analisis dari Kelas Bahaya Erosi (KBE) dihubungkan dengan kelas solum tanah, sehingga didapat beberapa kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE),

rincian tingkat bahaya erosi pada masing masing tanah dapat dilihat pada table berikut.

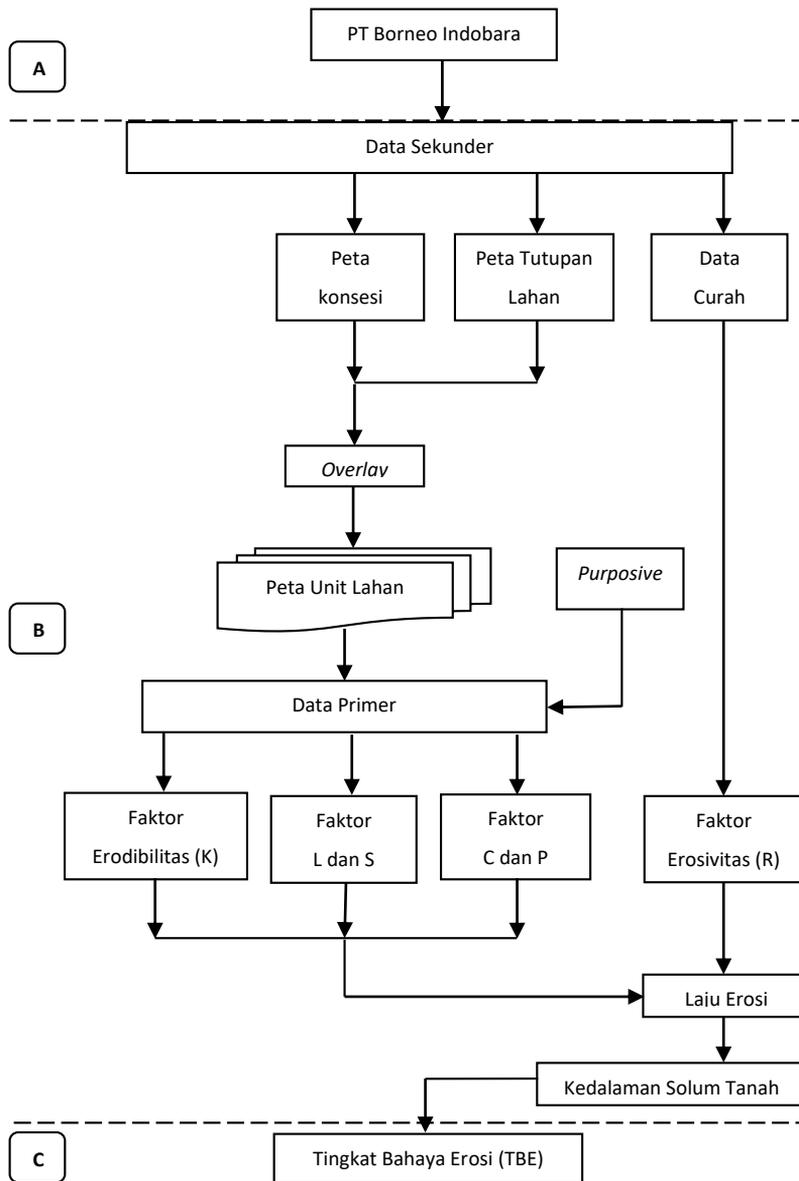
Tabel 8. Tingkat bahaya erosi

Solum Tanah (cm)	Kelas Bahaya Erosi				
	I	II	III	IV	V
	Erosi (ton/ha/tahun)				
	< 15	15 - < 60	60 - < 180	180 - 480	> 480
	Tingkat Bahaya Erosi				
Dalam (> 90)	0 - SR	I - R	II - S	III - B	IV - SB
Sedang (> 60 - 90)	I - R	II - S	III - B	IV - SB	IV - SB
Dangkal (30 - 60)	II - S	III - B	IV - SB	IV - SB	IV - SB
Sangat Dangkal (< 30)	III - B	IV - SB	IV - SB	IV - SB	IV - SB

Sumber: Kementerian Kehutanan RI (2009)

Keterangan:

0 - SR = Sangat ringan
 I - R = Ringan
 II - S = Sedang
 III - B = Berat
 IV - SB = Sangat berat



Gambar 4. Kerangka alur pikir kegiatan

Keterangan:

A = Input, B = Proses, C = Output

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Satuan lahan

Peta satuan lahan merupakan peta yang dijadikan acuan dalam menentukan nilai laju erosi pada semua unit lahan yang ada, agar mempermudah dalam pengambilan sampel. Peta satuan lahan ditetapkan berdasarkan tipe tutupan lahan, untuk pengamatan erosi ini tipe tutupan lahan sudah ditetapkan menjadi 7 tipe yang mewakili penutupan lahan, meliputi area hutan alam sekunder (HA) Pit Batulaki dan Hutan Alam sekunder Pit Pasopati (HAPS), area perkebunan kelapa sawit (SW), Area reklamasi umur 7 tahun dan area reklamasi sawit (AR), Area reklamasi umur 1 tahun (ARTh1), Area hutan tanaman akasia (AC), Area hutan konservasi (AK). Satuan lahan tersebut dijabarkan seperti pada table berikut.

Tabel 9. Satuan/unit lahan dalam pengamatan erosi

No	Satuan/unit lahan/ titik pantau	Penutupan lahan	Keterangan
1	AK 1	Hutan	Titik pantau area hutan konservasi
2	AK 2	Hutan	Titik pantau area hutan konservasi
3	HA 1	Hutan	Titik pantau hutan alam sekunder Pit Batulaki
4	HA 2	Hutan	Titik pantau hutan alam sekunder Pit Batulaki
5	AC 1	Hutan akasia	Titik pantau area hutan tanaman akasia

No	Satuan/unit lahan/ titik pantau	Penutupan lahan	Keterangan
6	AC 2	Hutan akasia	Titik pantau area hutan tanaman akasia
7	SW 1	Perkebunan Sawit	Titik pantau perkebunan kelapa sawit
8	HA PS	Hutan	Titik pantau hutan alam Pit Pasopati
9	AR 2	Hutan tanaman	Titik pantau hutan tanaman area reklamasi jenis sengon
10	ARS	Area reklamasi Sawit	Area Reklamasi Sawit
11	AR 2	Hutan tanaman	Titik pantau hutan tanaman area reklamasi jenis jabon
12	ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	Titik pantau hutan tanaman area reklamasi umur 1 tahun jenis sengon.
13	ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	Titik pantau hutan tanaman area reklamasi umur 1 tahun jenis sengon.

Pengamatan erosi tanah dilakukan pada titik-titik pantau sesuai satuan lahan yang telah dijelaskan seperti tabel di atas.

5.2. Data mikroklimat

Data pengamatan mikroklimat meliputi data suhu, kelembapan, dan intensitas penyinaran matahari. Data tersebut diambil bersama dengan pengambilan data erosi tanah di lapangan. Data mikroklimat diambil secara langsung dengan

menggunakan alat ukur yang langsung bisa terbaca di lapangan.

Data mikroklimat tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 10. Hasil pengukuran mikroklimat pada pada berbagai lokasi titik pantau

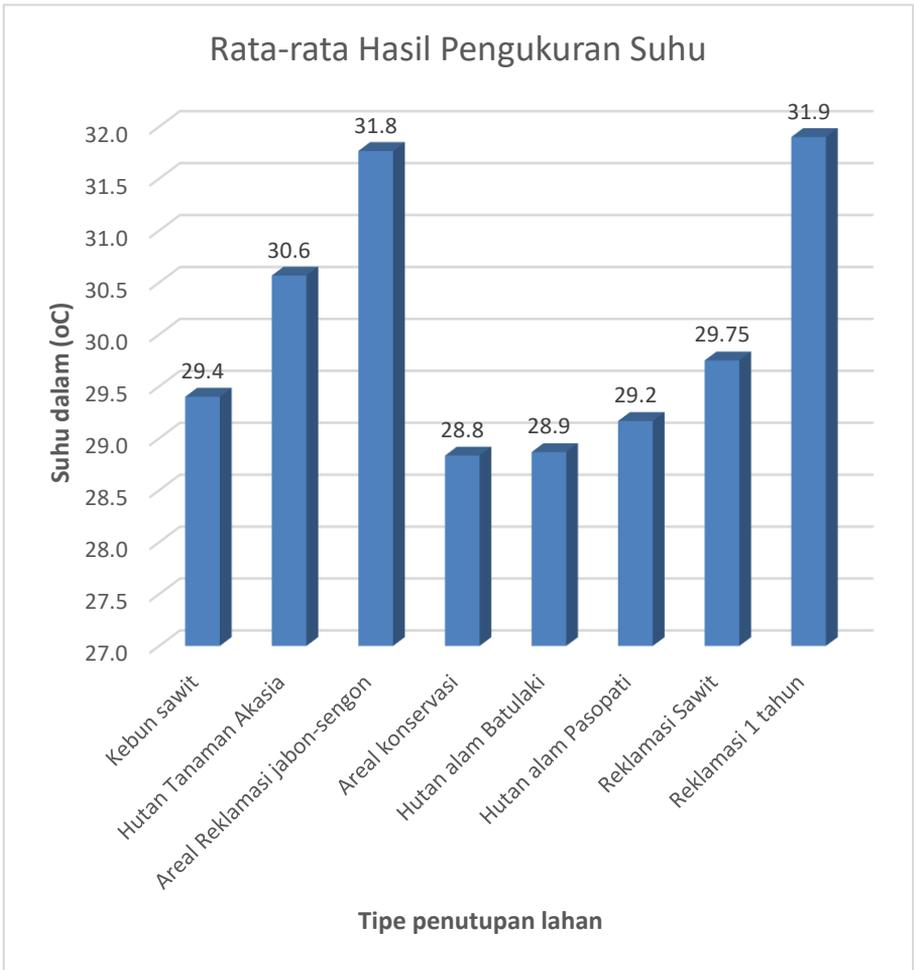
No	Lokasi	Suhu	Kelembaban relatif	Lux	dB
1	Kebun sawit	30.1	78.7	800	53
		28.9	81.3	788	52.6
		29.2	78	777	53.6
		Rata-rata	29.4	79.3	788.3
2	Hutan Tanaman Akasia	31.2	75.2	837	50.1
		29.3	77.3	797	53.2
		31.2	78.2	805	52.5
		Rata-rata	30.6	76.9	813.0
3	Areal Reklamasi jabon-sengon	31.2	74.1	987	54.2
		31.7	74.2	987	55.6
		32.4	72.4	996	55.9
		Rata-rata	31.8	73.6	990.0
4	Areal konservasi	29.4	80.5	708	48.9
		28.6	81.3	703	48.9
		28.5	81.5	700	47.7
		Rata-rata	28.8	81.1	703.7
5	Hutan alam Batulaki	28.6	82.1	724	43.8
		29.1	80.4	708	45.2
		28.9	80.9	713	44.1
		Rata-rata	28.9	81.1	715.0
6	Hutan alam Pasopati	28.7	86.4	655	44.3
		29.2	82.7	711	48.7
		29.6	83.2	700	47.4

No	Lokasi	Suhu	Kelembaban relatif	Lux	dB
	Rata-rata	29.2	84.1	688.7	46.8
7	Reklamasi Sawit	29.3	80.4	765	50.2
		30.2	80.6	754	51.1
	Rata-rata	29.75	80.5	759.5	50.65
8	Reklamasi 1 tahun	31.9	70.3	996	55.7

Berdasarkan data pada tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat variasi nilai pada masing-masing ukuran mikroklimat. Berikut dijelaskan masing-masing parameter untuk mikroklimat tersebut:

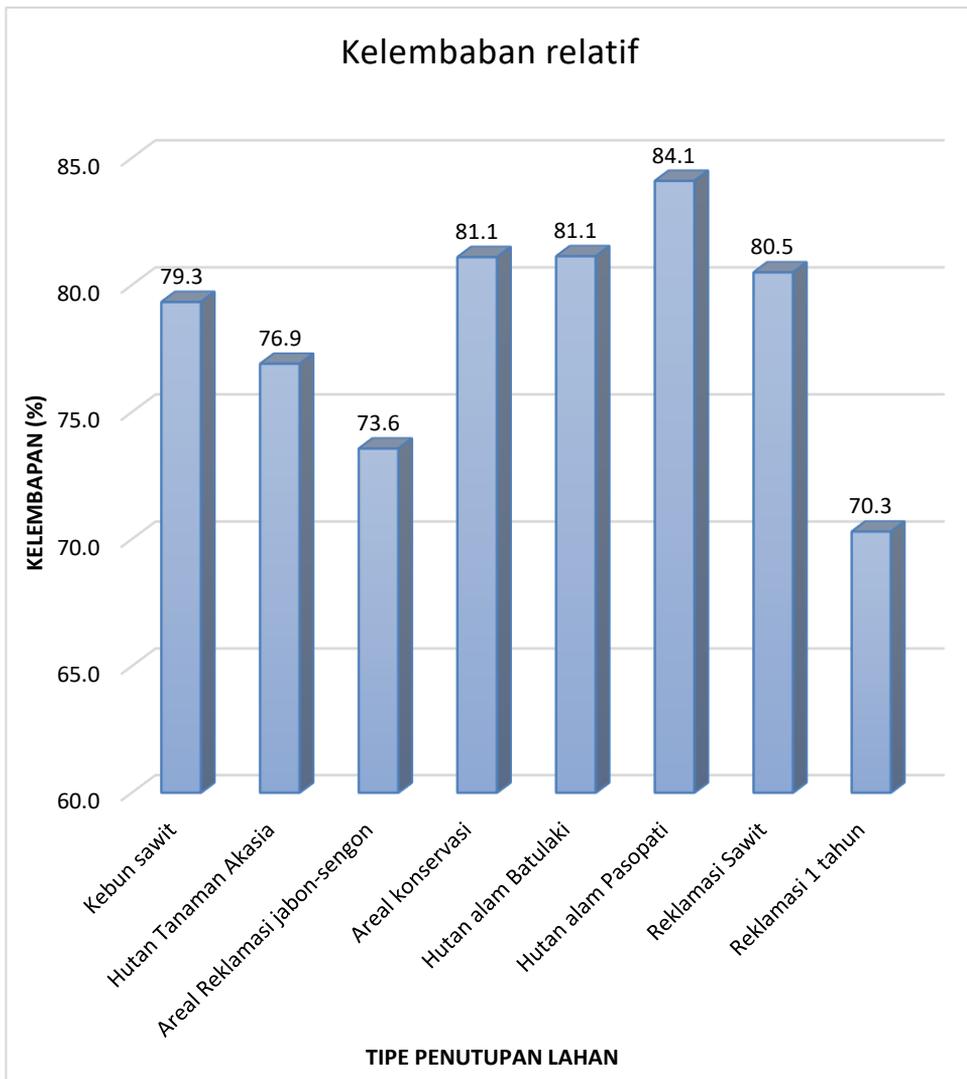
a. Suhu

Suhu adalah keadaan udara, yang menggambarkan panas dan dinginnya permukaan bumi. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu di permukaan bumi meliputi lama penyinaran matahari, sudut datang sinar matahari, relief permukaan bumi, banyak sedikitnya awan, dan perbedaan letak lintang. Rata rata data pengukuran suhu pada lokasi pengamatan dapat ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 5. Hasil rata-rata pengukuran suhu

Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa area hutan alam mempunyai rata-rata suhu terendah yaitu area hutan konservasi, area hutan alam batulaki dan area hutan alam pasopati dengan rata-rata 28,8°C -29,2°C, dan tertinggi pada area reklamasi sebesar 31,8°C dan dibawahnya adalah area hutan tanaman akasia sebesar 30,6°C. Area reklamasi dan area hutan tanaman akasia memiliki



Gambar 6. Hasil rata-rata pengukuran kelembapan relatif

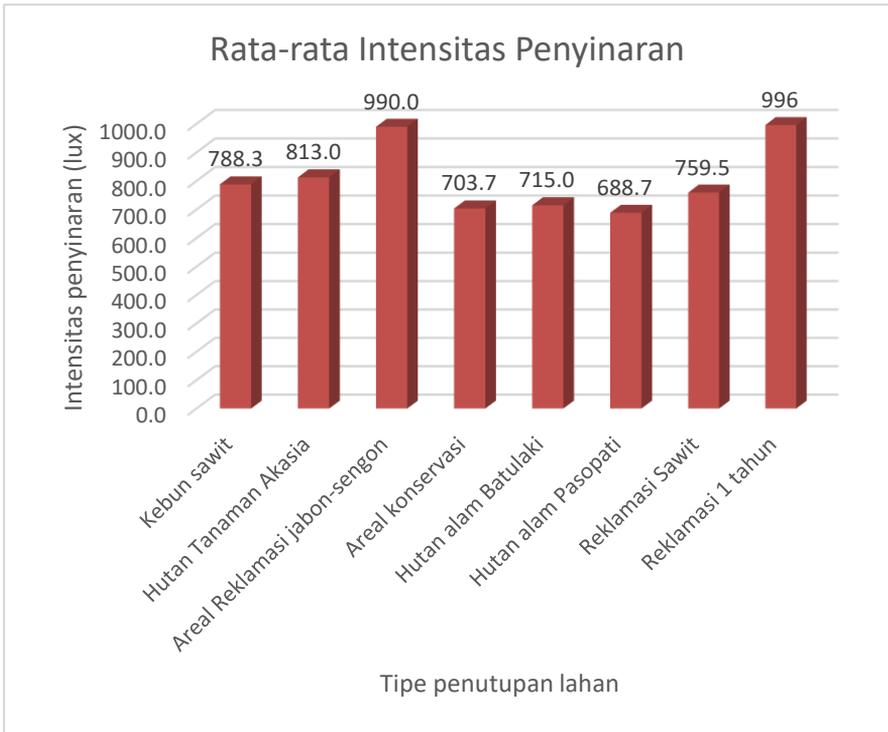
Hasil pengukuran kelembapan menunjukkan bahwa area hutan alam (area hutan konservasi, area hutan alam batulaki dan area hutan alam Pit Pasopati) memiliki kelembapan tertinggi antara 81,1 % -84,1 %, dan kelembapan terendah pada area reklamasi 1 tahun sebesar 70,3 %, nilai kelembapan ini umumnya berbanding

lurus dengan suhu udara. Peran tanaman reklamasi salah satunya ialah menurunkan suhu permukaan tanah, akibat fungsi tanaman yang menciptakan iklim mikro dibawah tegakan.

Pengaturan kecepatan pertumbuhan tanaman reklamasi dan kerapatan jenis serta variasi jenis secara akumulatif akan membuat variasi tajuk tanaman reklamasi yang mampu menurunkan suhu permukaan. Suhu dan kelembapan memberikan peran yang tinggi terhadap perkembangan beberapa jenis hewan termasuk nyamuk, karena suhu mempengaruhi daya hidup telur dan nyamuk dewasa.

c. Intensitas penyinaran matahari

Jumlah radiasi matahari yang diterima bumi bergantung pada keadaan atmosfer, jarak bumi dari matahari, intensitas dari radiasi matahari dan lamanya penyinaran matahari. Intensitas penyinaran matahari saat penyinaran langsung digunakan dalam satuan lux. Area yang berhutan cukup lebat maka sinar matahari tertahan di permukaan tajuk, tegakan hutan akan membentuk kanopi yang mampu mereduksi cahaya matahari untuk sampai ke lantai hutan. Intensitas penyinaran sebagai salah satu indikator keterpulihan lahan reklamasi untuk kembali membentuk hutan normal seperti sebelum kegiatan penambangan. Hasil pengukuran intensitas penyinaran dengan satuan lux dapat disajikan sebagai berikut.



Gambar 7. Rata-rata intensitas penyinaran

Intensitas penyinaran berdasarkan hasil pengukuran pada masing-masing tipe penutupan lahan memiliki variasi nilai yang berbeda-beda, hal ini sangat dipengaruhi oleh luas dan tebal tipisnya tajuk tumbuhan penutupan lahan. Intensitas penyinaran di atas tajuk kemungkinan akan menunjukkan nilai yang hampir sama, tetapi di bawah tegakan akan memberikan nilai intensitas penyinaran yang berbeda. Daerah yang terbuka akan memiliki intensitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang ditutupi oleh vegetasi. Oleh karena iklim mikro di bawah tegakan diciptakan oleh pohon sebagai fungsi ekologi. Pada area hutan alam memiliki suhu yang rendah, kelembapan yang lebih

tinggi dan intensitas cahaya matahari yang rendah, sedangkan pada area reklamasi dan area tanaman akasia memerlukan input variasi tajuk yang lebit tebal untuk meningkatkan fungsi vegetasi sebagai fungsi ekologi untuk menciptakan iklim mikro di bawah tegakan.

5.3. Prediksi erosi

Pendugaan erosi pada berbagai titik pantau di area PT Borneo Indobara diperoleh dengan melakukan pengukuran beberapa parameter berdasarkan persamaan USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Pengukuran pendugaan erosi dengan metode USLE melibatkan perkalian dari faktor erosivitas hujan (R), erodibilitas (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), penutupan lahan (P), dan faktor konservasi tanah (P). Penjelasan hasil pengukuran masing-masing parameter disajikan sebagai berikut:

1. Faktor erosivitas hujan (R)

Penentuan nilai erosivitas hujan menggunakan data curah hujan bulanan dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir (2010-2021). Data Curah hujan di area PT Borneo Indobara yang diperoleh dari hasil pengukuran curah hujan bulanan yang dilakukan oleh PT BIB di area pit tambang, selanjutnya dihitung dengan persamaan Lenvain (Kementerian Kehutanan, 2009). Berdasarkan hasil dari perhitungan curah hujan maka diperoleh jumlah erosivitas hujan seperti yang tertera pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Nilai curah hujan periode 2010-2021 Pada Blok Kusan-
Girimulya Bagian Utara

No.	Bulan	Curah Hujan (cm)	Erosivitas Hujan
1	Januari	19,51	125,65
2	Pebruari	23,91	165,64
3	Maret	29,39	219,31
4	April	32,31	249,46
5	Mei	34,47	272,44
6	Juni	28,71	212,49
7	Juli	24,68	172,99
8	Agustus	20,68	135,98
9	September	21,26	141,22
10	Oktober	15,21	89,58
11	November	19,56	126,12
12	Desember	19,61	126,50
	Jumlah	289,29	2.037,37

Sumber: Pengukuran Bulanan PT BIB

Tabel 12. Nilai curah hujan periode 2010-2021 Pada Blok Kusan
Girimulya Bagian Bawah

No.	Bulan	Curah Hujan (cm)	Erosivitas Hujan
1	Januari	22,34	151,08
2	Pebruari	25,40	179,83
3	Maret	32,27	249,05
4	April	30,37	229,36
5	Mei	36,65	296,16
6	Juni	35,10	279,24
7	Juli	25,96	185,33

8	Agustus	20,23	132,03
9	September	27,77	203,09
10	Oktober	15,98	95,79
11	November	17,78	110,74
12	Desember	20,87	137,68
Jumlah		310,72	2.249,39

Sumber: Pengukuran Bulanan PT BIB

Jumlah total erosivitas hujan di Blok Kusan Girimulya Bagian Utara dalam kurun waktu 10 tahun (2010-2021) sebesar 2.249,39 dan jumlah total erosivitas hujan di Blok Kusan Girimulya Bagian Bawah dalam kurun waktu 10 tahun (2010-2021) sebesar 2.249,39. Nilai erosivitas yang besar memberikan dampak terhadap permukaan tanah. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah menyebabkan terlepasnya partikel-partikel tanah karena hujan memberikan tumbukan dan tekanan terhadap tanah saat jatuh. Partikel-partikel tanah akan ikut serta larut bersama dengan air yang mengalir di permukaan tanah. Peristiwa tersebut akan terjadi secara berulang sehingga menimbulkan proses erosi yang berdampak pada kerusakan tanah.

Meusburger *et al.* (2012) menyatakan hubungan antara energi kinetik dengan intensitas hujan sebagai parameter erosivitas untuk menentukan besarnya kerusakan tanah akibat erosi. Menurut Arsyad (2010) curah hujan, intensitas hujan, dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kekuatan aliran permukaan serta tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh proses erosi. Menurut Kartika *et. al* (2016) nilai

erosivitas dipengaruhi oleh tingkat curah hujan yang berdampak terhadap besarnya erosi.

2. Faktor erodibilitas tanah (K)

Terjadinya erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya faktor ketahanan tanah terhadap energi kinetik air hujan. Kemudahan tanah mengalami pemecahan dan pengangkutan oleh air hujan serta aliran permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tekstur tanah (perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu dan lempung sebagai pembentuk agregat tanah), struktur tanah (ikatan antar fraksi tanah yang terbentuk secara alami oleh proses perkembangan tanah), permeabilitas (kecepatan meresapkan air ke dalam tanah) dan bahan organik. Berikut adalah indeks nilai erodibilitas tanah pada berbagai titik pantau berdasarkan jenis tutupan lahan seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai erodibilitas tanah lokasi pengamatan erosi

UL	Tutupan Lahan	a	b	c	Tekstur				K	Kelas
					Pasir (%)	Psr SH (%)	Debu (%)	Liat (%)		
AK 1	hutan alam konservasi	2,91	3	4	2,84	0,18	28,24	68,74	0,15	Rendah
AK 2	hutan alam konservasi	2,55	3	4	62,60	0,88	34,00	2,52	0,18	Rendah
HA 1	hutan alam Pit Batulaki	1,48	3	4	68,41	0,84	20,17	10,58	0,17	Rendah
HA 2	hutan alam Pit Batulaki	1,07	3	4	41,82	0,72	26,52	30,94	0,18	Rendah
AC 1	Hutan akasia	3,59	3	4	36,78	1,03	23,88	38,31	0,15	Rendah
AC 2	Hutan akasia	1,50	3	4	6,09	0,89	36,35	56,67	0,17	Rendah

UL	Tutupan Lahan	a	b	c	Tekstur				K	Kelas
					Pasir	Psr SH	Debu	Liat		
					(%)	(%)	(%)	(%)		
SW 1	Perkebunan sawit	3,89	3	4	20,23	1,94	48,09	29,74	0,16	Sedang
HA PS	hutan alam Pit Pasopati	3,32	3	4	32,16	2,68	33,49	31,67	0,16	Rendah
AR 1	Area reklamasi Sengon	3,22	3	3	17,31	1,97	29,06	51,65	0,13	Rendah
ARS	Area reklamasi sawit	1,60	3	4	17,65	2,30	30,17	49,88	0,17	Rendah
AR 2	Area reklamasi Jabon	3,94	3	4	11,37	1,52	15,61	71,50	0,14	Rendah
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	1,72	4	4	10,88	0,21	21,89	65,14	0,20	sedang
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	1,10	4	4	3,90	0,17	45,00	49,44	0,21	sedang

Keterangan:

- a : Persen bahan organik
- b : Struktur tanah
- c : Permeabilitas tanah
- Psr SH : Pasir sangat halus
- K : Erodibilitas tanah

Sumber: Data Primer Lapangan (Sifat fisik Tanah) dan Hasil Analisis Lab. Fisika dan Kimia Tanah ULM (2022)

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa area reklamasi lahan 1 tahun memiliki kepekaan terhadap eosi paling tinggi (0,20-0,21), dibandingkan dengan kondisi tanah pada titik pantau yang lainnya, hal ini diduga karena persen fraksi pasir yang sedikit dan tingginya persen debu dan liat. Menurut Arsyad (2010)

tekstur tanah yang paling peka terhadap erosi adalah debu dan pasir sangat halus. Selain itu didukung oleh kandungan bahan organik yang sangat rendah sehingga fungsi bahan organik sebagai pengikat tanah menjadi tidak optimal.

Tinggi rendahnya nilai erodibilitas memberikan pengaruh terhadap proses terjadinya erosi. Semakin tinggi nilai erodibilitas tanah maka semakin rentan terhadap erosi, sebaliknya semakin rendah nilai erodibilitas suatu lahan maka tanah tersebut akan resisten terhadap erosi. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa besar kecilnya erodibilitas tanah tergantung dari persentase pasir, debu, liat, kandungan bahan organik dan struktur tanah.

Menurut Nugroho (2008) tanah yang bertekstur debu lebih rentan terhadap erosi daripada tanah bertekstur pasir dan lempung. Tanah bertekstur debu memiliki kemampuan menahan air yang rendah dan mudah jenuh. Tanah pasir daya resapnya lebih tinggi karena memiliki pori yang besar sehingga laju permukaan cenderung lebih kecil. Tanah lempung memiliki resistensi terhadap erosi, hal ini karena agregat-agregat tanahnya yang kuat (didominasi oleh pori mikro).

Kecepatan pemulihan terhadap lahan dengan tanah penutup akan membantu dalam kecepatan permeabilitas tanah akibat bantuan perakaran yang mampu menembus lapisan tanah. Oleh karena itu tanaman *cover crop* pada area reklamasi akan sangat berperan penting dalam membantu mencegah besarnya erosi tanah. Selain itu tanaman penutup tanah dan kombinasi dengan

tanaman berkayu akan mempercepat proses penambahan bahan organik tanah sebagai pengikat tanah dan meningkatkan kesuburan tanah sehingga liat pada tanah dapat diikat kuat oleh bahan organik membentuk agrano-liat yang lebih resisten terhadap erosi tanah.

3. Faktor panjang lereng dan kemiringan lereng (LS)

Panjang lereng dan kemiringan lereng merupakan faktor yang lebih dominan dalam mempengaruhi nilai tingkat bahaya erosi. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh nilai panjang lereng dan kemiringan lereng seperti yang tertera pada Tabel 14 sebagai berikut.

Tabel 14. Nilai panjang lereng dan kemiringan lereng (LS)

Unit lahan	Keterangan lokasi	PL	S (%)	LS
AK 1	hutan alam konservasi	35	11,5	1,82
AK 2	hutan alam konservasi	40	10	1,57
HA 1	hutan alam Pit Batulaki	65	8	1,45
HA 2	hutan alam Pit Batulaki	50	9,5	1,63
AC 1	Hutan akasia	70	14	3,51
AC 2	Hutan akasia	70	12	2,75
SW 1	Perkebunan sawit	30	6	0,66
HA PS	hutan alam Pit Pasopati	45	10,5	1,79
AR 1	Area reklamasi Sengon	52	14	3,02
ARS	Area reklamasi sawit	54	13	2,74
AR 2	Area reklamasi Jabon	54	13	2,74

ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	120	16	5,71
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	110	16	5,47

Sumber: Data Primer Lapangan 2022

Keterangan: L = Panjang Lereng (m)

S = Slope (%)

Tingkat bahaya erosi dominan dipengaruhi oleh faktor panjang dan kemiringan lereng, meningkatnya kelas lereng dan panjang lereng menyebabkan peningkatan terhadap nilai besarnya erosi. Menurut Bukhari (2014) seiring dengan penambahan kemiringan lereng maka terjadi peningkatan pada nilai erosi, hal ini dikarenakan hempasan air hujan ke tanah yang bertambah besar. Menurut Nugroho (2008) faktor lereng dan panjang lerengan (LS) berpengaruh sangat besar terhadap tingkat bahaya erosi yang terjadi.

Data panjang lereng menunjukkan bahwa nilai LS tertinggi terdapat pada area reklamasi pada umur 1 tahun yang menunjukkan kelerengan pada klasifikasi agak curam (16-25%) dan memiliki panjang lereng yang besar. Nilai LS terendah terdapat pada area perkebunan kelapa sawit yang terdapat pada kelas lereng dengan klasifikasi landai. Menurut Kurdi (2015) lereng adalah faktor yang mendasar akan terjadinya banjir dan erosi, lereng yang datar dan landai menyebabkan aliran permukaan (*run off*) lebih lambat sehingga pengikisan yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan lereng yang curam dan sangat curam.

Tinggi dan panjang suatu lereng tiap unit lahan memberikan pengaruh pada aliran permukaan yang menyebabkan terjadinya erosi. Menurut Rusnam (2013) semakin panjang lereng maka semakin banyak partikel-partikel tanah yang terangkut oleh *run off* dan terjadi pengendapan di tempat yang lebih rendah. Lereng yang curam mempercepat aliran yang mengangkut partikel tanah, sehingga infiltrasi terhambat. Monde (2010) menambahkan bahwa aliran permukaan memiliki peran penting terhadap terjadinya erosi.

4. Faktor pengelolaan tanaman penutup (C)

Tanaman penutup sebagai faktor C memiliki kontribusi yang besar terhadap laju erosi. Jenis dan ragam nilai C yang mendekati klasifikasi hutan memiliki daya menahan air yang tinggi akan berpengaruh pada rendahnya erosi pada lantai hutan. Berdasarkan hasil dari pengamatan di lapangan maka nilai tanaman penutup (C) tertera pada Tabel 15.

Tabel 15. Nilai faktor C

Unit Lahan	Keterangan unit lahan	Nilai C
AK 1	hutan alam konservasi	0,1
AK 2	hutan alam konservasi	0,1
HA 1	hutan alam Pit Batulaki	0,1
HA 2	hutan alam Pit Batulaki	0,1
AC 1	Hutan akasia	0,15
AC 2	Hutan akasia	0,15
SW 1	Perkebunan sawit	0,5

HA PS	hutan alam Pit Pasopati	0,1
AR 1	Area reklamasi Sengon	0,15
ARS	Area reklamasi sawit	0,15
AR 2	Area reklamasi Jabon	0,15
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	0,95
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	0,95

Sumber: Data Primer Lapangan 2022

Nilai tanaman penutup (C) akan meningkat dengan terbukanya tutupan lahan (Tabel 15). Berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan diketahui bahwa prediksi faktor tanaman penutup (C) bervariasi. Penutupan lahan hutan memiliki nilai C yang paling rendah sebesar 0,1, kondisi hutan memiliki daya menahan dan meresapkan air yang tinggi dibandingkan dengan jenis penutupan lainnya. Jenis hutan tanaman sebesar 0,15 dan untuk perkebunan kelapa sawit sebesar 0,5. Pada area perkebunan kelapa sawit perakaran tanaman dapat merajai di permukaan tanah dengan kondisi sangat rapat, sehingga daya meresapkan air kedalam tanah menjadi berkurang, menurut Nugroho (2008) bahwa kadar lengas tanah di bawah perakaran kelapa sawit lebih terang yang diindikasikan kandungan airnya lebih sedikit sebagai akibat air hujan tidak banyak masuk ke dalam tanah karena rapatnya perakaran sawit pada lapisan tanah bagian atas.

Area reklamasi 1 tahun walaupun terdapat tanaman penutup, namun kondisinya belum menutupi area reklamasi, sehingga air hujan langsung dapat memecah agregat tanah, hal ini akan memicu terjadinya erosi. Keberadaan penutupan lahan sangat besar

pengaruhnya terhadap aliran permukaan dan erosi, semakin banyak vegetasi maka daya resap air semakin besar sehingga memperkecil laju erosi.

Arsyad (2010) menyatakan bahwa vegetasi merupakan faktor utama terhadap proses terjadinya erosi. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan ditahan oleh tajuk sehingga energi kinetik air hujan tidak langsung mengenai tanah sehingga akan mengurangi kecepatan air larian permukaan serta mempertahankan kemantapan tanah dalam menyerap air. Menurut Bhan dan Bahera (2014) vegetasi memiliki pengaruh yang besar terhadap erosi karena keberadaan vegetasi mampu memecah dan menghalangi air hujan agar tidak langsung jatuh ke permukaan tanah, sehingga kekuatan air berkurang. Namun tergantung tinggi, lebar dan kerapatan tajuk yang mampu menahan butir-butir air hujan yang jatuh tidak langsung mengenai permukaan tanah.

Menurut Lathifah (2013) vegetasi sebagai penutup tanah mampu memperlambat laju aliran permukaan, pada lereng yang curam vegetasi ini secara signifikan mampu mengurangi erosi secara signifikan. Zhao *et al* (2012) menambahkan bahwa vegetasi sebagai penutup lahan suatu DAS akan berpengaruh besar terhadap pengendalian aliran permukaan dan erosi tanah. Menurut Kadir (2014) lahan yang tidak bervegetasi menyebabkan aliran permukaan dan erosi tidak bisa dikendalikan sehingga menyebabkan lahan menjadi kritis.

5. Faktor konservasi tanah (P)

Tindakan konservasi tanah merupakan upaya yang dilakukan untuk mengelola tanah dalam rangka menurunkan laju erosi yang mungkin terjadi. Prediksi nilai konservasi tanah tertera pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai faktor konservasi tanah (P)

Unit lahan	Keterangan unit lahan	Faktor P
AK 1	hutan alam konservasi	1
AK 2	hutan alam konservasi	1
HA 1	hutan alam Pit Batulaki	1
HA 2	hutan alam Pit Batulaki	1
AC 1	Hutan akasia	0,35
AC 2	Hutan akasia	0,35
SW 1	Perkebunan sawit	0,35
HA PS	hutan alam Pit Pasopati	1
AR 1	Area reklamasi Sengon	0,35
ARS	Area reklamasi sawit	0,35
AR 2	Area reklamasi Jabon	0,35
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	0,35
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	0,35

Sumber: Data Primer Lapangan 2022

Hasil yang diperoleh dari pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pada area hutan tanaman, area reklamasi dan area kebun kelapa sawit memiliki tindakan konservasi berupa teras bangku namun kondisinya tidak baik, teras bangku dibuat untuk mematahkan kecepatan dan panjang aliran air, sehingga laju aliran

permukaan dapat di tahan dalam teras-teras yang kemudian dialirkan secara berlahan pada outlet yang direncanakan. Apabila teras ini dibuat dengan tidak baik maka akan terjadi longsor pada beberapa sisi teras yang menyebabkan erosi yang tinggi. Penguatan dinding teras dengan tanaman juga dapat efektif mencegah terjadinya erosi yang tinggi. Menurut Indriati (2012) dalam penelitiannya menyatakan tidak adanya tindakan konservasi tanah ($P=1$), maka indeks P tidak berpengaruh terhadap besarnya erosi yang terjadi pada suatu lahan. Dasarnya pengelolaan lahan sangat dipengaruhi oleh campur tangan manusia terhadap lahan sesuai arah lereng.

Pada area reklamasi 1 tahun di fokuskan untuk segera mungkin menutupi tanah dengan berbagai tanaman penutup tanah, agar dalam jangka pendek lahan terbuka dapat tertutupi *cover crop*. Pada guludan -guludan teras agar dibuatkan konservasi biologi dengan penanaman tanaman penguat tebing seperti tanaman bambu (*Bambusa sp*) dan beringin (*Ficus sp*).

Menurut Arsyad (2010) faktor konservasi tanah (P) adalah perbandingan antara besarnya erosi tanah dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi tanah yang diolah menurut arah lereng. Nugroho (2008) menyatakan bahwa pengendalian erosi sangat tergantung dari sistem pengelolaan lahan yang dilakukan, sistem pengelolaan lahan yang baik seperti pembuatan teras yang baik, penanaman tanaman penutup tanah

dan penanaman sesuai kontur akan efektif untuk mengurangi tingkat erosi tanah.

Menurut Rachman (2012), konservasi tanah sangat diperlukan untuk mengembangkan pengolahan lahan yang rusak. Zahro (2011) menyatakan bahwa konservasi tanah berperan penting dalam prospek pengembangan lahan untuk mengatasi kerusakan lahan, sehingga dapat tercipta suatu pembangunan yang berkelanjutan. Menurut Kartika *et al.* (2016) konservasi tanah dan pengelolaan tanaman berguna untuk melindungi tanah dari tumbukan air hujan serta meningkatkan kepekaan tanah dalam penyerapan.

6. Pendugaan laju erosi

Pendugaan erosi diperoleh dari perkalian semua faktor yang menjadi penentu erosi, mulai dari estimasi erosivitas hujan (R), estimasi erodibilitas tanah (K), estimasi faktor lereng (LS), penentuan faktor C dan faktor P. Hasil perhitungan nilai pendugaan erosi menurut rumus USLE disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Prediksi besarnya erosi tanah dengan menggunakan rumus USLE

Unit lahan	Keterangan Unit Lahan	R	K	LS	C	P	A
AK 1	Hutan alam						
	konservasi	2037,37	0,15	1,82	0,1	1	56,82
AK 2	Hutan alam						
	konservasi	2037,37	0,18	1,57	0,1	1	56,03
HA 1	Hutan alam Pit						
	Batulaki	2037,37	0,17	1,45	0,1	1	51,38

Unit lahan	Keterangan Unit Lahan	R	K	LS	C	P	A
HA 2	Hutan alam Pit Batulaki	2037,37	0,18	1,63	0,1	1	59,18
AC 1	Hutan akasia	2037,37	0,15	3,51	0,15	0,35	56,63
AC 2	Hutan akasia	2037,37	0,17	2,75	0,15	0,35	50,65
SW 1	Perkebunan sawit	2249,39	0,16	0,66	0,5	0,35	42,55
HA PS	hutan alam Pit Pasopati	2037,37	0,16	1,79	0,1	1	58,57
AR 1	Area reklamasi Sengon	2249,39	0,13	3,02	0,15	0,35	46,22
ARS	Area reklamasi sawit	2249,39	0,17	2,74	0,15	0,35	55,42
AR 2	Area reklamasi Jabon	2249,39	0,14	2,74	0,15	0,35	45,46
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	2249,39	0,20	5,71	0,95	0,35	841,88
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	2249,39	0,21	5,47	0,95	0,35	873,94

Sumber: Data primer lapangan 2022

Keterangan:

- R = Erosivitas hujan
- K = Erodibilitas tanah
- LS = Faktor panjang dan kelerengan
- C = Faktor tanaman
- P = Faktor tindakan konservatif
- A = Jumlah Erosi tanah (ton/ha/th)

Pendugaan erosi pada berbagai titik pantau di area PT Borneo Indobara menunjukkan bahwa Besarnya erosi yang terjadi pada area PT Borneo Indobara berkisar antara 42,55 ton/ha/th sampai dengan 873,94 ton/ha/tahun. Pada area hutan alam, hutan tanaman akasia, hutan konservasi dan kebun sawit memiliki rata-rata tingkat erosi dibawah 60 ton/ha/th sedangkan rata-rata erosi paling tinggi pada penutupan lahan area reklamasi 1 tahun sebesar 841,88-873,94 ton/ha/th. Area reklamasi umur 1 tahun memiliki prediksi pendugaan erosi tertinggi mencapai 841,88-873,94 ton/ha/tahun, hal ini disebabkan oleh besarnya estimasi faktor K dan faktor C. Oleh karena itu pada area reklamasi satu tahun prioritas utamanya ialah kecepatan menutup tanah dengan menggunakan tanaman *cover crop* (penutup tanah) ataupun tanaman berkayu yang bersifat *fast growing species*, hal ini agar air hujan tidak langsung memecah agregat tanah dan melarutkan partikel-partikel halus di permukaan tanah.

Selain itu dengan nilai erodibilitas tanah yang tinggi pada area tanaman 1 tahun diusahakan agar air didalam jenjang lereng jangan sampai tergenang, hal ini agar tidak terjadi jenuh air pada jenjang yang menyebabkan terjadinya pergerakan tanah (longsor). Tanaman penguat tebing teras dapat dilakukan dengan tanaman beringin, ataupun tanaman bambu (kedua jenis ini sangat efektif sebagai tanaman penguat tebing), selanjutnya untuk sisipan dapat menggunakan jenis-jenis *leguminosae* seperti gamal (*Gliricidae sepeium*). Selain faktor vegetasi juga perbaikan terhadap faktor

konservasi tanah (P) sebagai evaluasi untuk faktor P dalam pembuatan teras bangku/jenjang agar diperhatikan supaya air tidak tergenang dan terus mengalir sesuai saluran draenase yang telah dibuat menuju outlet.

Pada area hutan alam perlu diperhatikan karena potensi pembukaan lahan cukup tinggi melalui *illegal logging*, apabila terjadi secara masiv akan dapat meningkatkan kecepatan laju erosi dalam jangka waktu tertentu. Area reklamasi dengan jenis tanaman jabon dan sengon memiliki rata-rata erosi sebesar 58,84 ton/ha/th, nilai ini lebih kecil dari tanaman kelapa sawit, hal ini karena pada area reklamasi jabon dan sengon memiliki tumbuhan bawah yang cukup rapat. Tumbuhan bawah akan dapat mereduksi hujan tidak langsung ke permukaan tanah. Selain itu tumbuhan bawah yang lebat ini dapat mempercepat terbentuknya seresah sebagai bahan organik di permukaan tanah yang mampu mengikat liat agar tanah lebih resisten terhadap erosi. Bahan organik di permukaan tanah akan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman reklamasi, selain itu bahan organik mampu memperbaiki struktur tanah dan sifat-sifat fisik tanah lainnya.

Akbar (2017) mengatakan bahwa nilai erosi yang berbeda-beda pada tiap unit lahan dipengaruhi kuat oleh penutupan lahan, yaitu lapisan tajuk pohon yang tebal serta seresah dari penutup lahan berfungsi melindungi tanah dari pukulan air hujan. Rusnam *et al.* (2013) menyatakan tingginya nilai erosi yang terjadi pada unit

lahan berkaitan dengan penutupan lahan dengan kerapatan dan ketinggian.

5.4. Tingkat bahaya erosi (TBE)

Penentuan nilai tingkat bahaya erosi (TBE) menggunakan nilai erosi dan kelas kedalaman solum tanah. Berdasarkan hasil perhitungan nilai besarnya erosi maka dapat di prediksi tingkat bahaya erosi seperti tersaji pada Tabel 18.

Tabel 18. Nilai tingkat bahaya erosi (TBE)

Unit lahan	Keterangan unit lahan	Kedalaman solum	TBE	Klasifikasi
AK 1	hutan alam			
	konservasi	Dalam	I-R	Ringan
AK 2	hutan alam			
	konservasi	Dalam	I-R	Ringan
HA 1	hutan alam Pit			
	Batulaki	Dalam	I-R	Ringan
HA 2	hutan alam Pit			
	Batulaki	Dalam	I-R	Ringan
AC 1	Hutan akasia	sedang	II-S	sedang
AC 2	Hutan akasia	sedang	II-S	sedang
SW 1	Perkebunan sawit	sedang	II-S	sedang
HA PS	hutan alam Pit			
	Pasopati	Dalam	I-R	Ringan
AR 1	Area reklmasi			
	Sengon	dangkal	III-B	Berat

Unit lahan	Keterangan unit lahan	Kedalaman solum	TBE	Klasifikasi
ARS	Area reklamasi sawit	dangkal	III-B	Berat
AR 2	Area reklamasi Jabon	dangkal	III-B	Berat
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	sangat dangkal	IV-SB	Sangat berat
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	sangat dangkal	IV-SB	Sangat berat

Sumber: Data Primer Lapangan 2022

Keterangan: TBE = Tingkat Bahaya Erosi

Berdasarkan data hasil prediksi erosi pada titik-titik pemantauan, selanjutnya dilakukan *matching* terhadap kedalaman solum tanah. Tanah yang memiliki solum dangkal, maka kerusakan tanah akibat erosi lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang bersolum dalam. Berdasarkan data nilai tingkat bahaya erosi (TBE) diperoleh hasil klasifikasi tingkat bahaya erosi yang bervariasi mulai dari kelas ringan (I-R), sedang (II S), berat (III B) dan sangat berat (IV-SB). Klasifikasi tingkat bahaya erosi dengan kelas IV-SB (sangat berat) terdapat pada area reklamasi satu tahun dengan kondisi tutupan lahan berupa *cover crop* belum menutupi keseluruhan area reklamasi, sedangkan fungsi tanaman kayu berupa tanaman sengon belum menunjukkan fungsi yang optimal, namun demikian terdapat tumbuhan akasia sementara waktu dapat mengurangi tingkat bahaya erosi lahan. Menurut Nugroho (2008) peningkatan nilai TBE pada suatu DAS dipengaruhi oleh tutupan lahan. Menurut

Ruslan (1992) komposisi penggunaan lahan baik DAS, sub DAS dan Sub sub DAS dominan alang-alang, semak belukar, lahan terbuka dan pertambangan, tingkat bahaya erosi yang terjadi berkisar antara sedang, berat, dan sangat berat.

Pada area reklamasi walaupun prediksi erosi tanah rata-rata 58,84 ton/ha/th, memiliki tingkat bahaya erosi berat karena faktor solum tanah (kedalaman tanah). Pada area reklamasi rata-rata solum tanah dalam hal terkait reklamasi adalah ketebalan tanah pucuk yang stabil hanya sekitar 30 cm walaupun pada awalnya pemberian tanah pucuk dapat mencapai 50-75 cm. Oleh karena itu peran tumbuhan bawah dan vegetasi pohon (sengon dan jabon) menjadi kunci penahan erosi tanah.

Faktor solum tanam sangat menentukan kepaakan tanah terhadap erosi, sehingga laju erosi tanah pada suatu lahan akan memberikan respon tersendiri terhadap tingkat bahaya erosi yang dipengaruhi kuat oleh kedalaman solum tanah. Pasaribu *et al.* (2012) menyatakan kedalaman solum tanah mempunyai andil yang signifikan terhadap besar kecilnya erosi pada suatu lahan. Solum tanah dengan klasifikasi dalam memberikan ruang untuk meresapkan air yang ada dipermukaan tanah, sehingga erosi yang terjadi bisa diminimalkan. Menurut Indriati (2012) Tingkat bahaya erosi ditentukan berdasarkan tingkat laju erosi dengan ketebalan solum tanah. Tingkat bahaya erosi diklasifikasikan berdasarkan solum tanah karena pada solum tanah yang tipis dapat kerusakan

erosi lebih berat terhadap lahan dibandingkan dengan tanah yang bersolum dalam, walaupun jumlah besaran erosinya sama.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pemantauan laju erosi dan tingkat bahaya erosi pada berbagai lokasi pantau adalah:

1. Pendugaan erosi pada berbagai titik pantau di area PT Borneo Indobara menunjukkan bahwa Besarnya erosi yang terjadi pada area PT Borneo Indobara berkisar antara 42,55 ton/ha/th sampai dengan 873,94 ton/ha/tahun. Pada area hutan alam, hutan tanaman akasia, hutan konservasi dan kebun sawit memiliki rata-rata tingkat erosi dibawah 60 ton/ha/th sedangkan rata-rata erosi paling tinggi pada penutupan lahan area reklamasi 1 tahun sebesar 841,88-873,94 ton/ha/th. Area reklamasi umur 1 tahun memiliki prediksi pendugaan erosi tertinggi mencapai 841,88-873,94 ton/ha/tahun, hal ini disebabkan oleh besarnya estimasi faktor K dan faktor C.
2. Perlu diperhatikan pada hutan alam, walaupun tingkat prediksi erosi masih ringan, namun demikian kerentanan terhadap *illegal logging* akan cepat sekali mengubah besarnya erosi tanah pada lahan, sehingga perlu peningkatan

pengamanan, selain itu pembukaan lahan pada hutan untuk kegiatan penambangan diikuti kegiatan pembuatan teras-teras dan sedimenpond untuk mengalirkan erosi ke pit ataupun ke sedimenpond sebelum mengalir ke outlet.

3. Berdasarkan data nilai tingkat bahaya erosi (TBE) diperoleh hasil klasifikasi tingkat bahaya erosi yang bervariasi mulai dari kelas ringan (I-R), sedang (II S), berat (III B) dan sangat berat (IV-SB). Klasifikasi tingkat bahaya erosi dengan kelas IV-SB (sangat berat) terdapat pada area reklamasi satu tahun, hal ini perlu penataan tanaman penutup tanah, penanaman tanaman penguat tebing terutama pada jenjang/teras dan pada saluran draenase. Upayakan air jangan sampai tertahan pada teras/jenjang karena akan dapat membuat tanah pada teras menjadi jenuh sehingga rawan terjadi pergerakan tanah (longsor).
4. Area reklamasi dengan tanaman sengon dan jabon tingkat tingkat bahaya erosi mencapai III-B (berat), artinya bahwa solum tanah termasuk dangkal oleh karena itu tumbuhan bawah terus dipertahankan dan pohon perlu perawatan dan pengayaan lagi agar hujan yang jatuh mampu dikonversi oleh tanaman baik disimpang di dalam tajuk maupun seresah tanaman.

6.2. Saran

1. Pada hutan alam, diperlukan pemutusan akses untuk distribusi kayu, agar hutan alam sekunder dapat ditekan terhadap kerusakan sumberdaya kayu dan sumberdaya lahan.
2. Pembukaan lahan pada hutan untuk kegiatan penambangan diikuti kegiatan pembuatan teras-teras dan sedimenpond untuk mengalirkan erosi ke pit ataupun ke sedimenpond sebelum sampai ke perairan (outlet).
3. Perbaiki area reklamasi sebelum dilakukan penanaman agar dilakukan pembuatan teras bangku yang ideal, saluran draenase dibuat lancar sehingga air hujan yang jatuh tidak tertampung lama di dalam teras/jenjang, karena hal ini akan menyebabkan pergerakan tanah (longsor). Pemberian konservasi vegetasi dengan penanaman jenis bambu, beringin dan tanaman penguat lahan lainnya dapat dilakukan pada saluran draenase dan pada teras atau jenjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A 2017. *Analisis Kekritisan Lahan untuk Penentuan Pola Arah di DAS Riam Kanan* [Tesis] Banjarbaru: Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat.
- Arifin, M. 2010. Kajian Sifat Fisika Tanah dan Berbagai Penggunaan Lahan dalam Hubungannya dengan Pendugaan Erosi Tanah. *Jurnal Pertanian MAPETA* 7(2): 72 – 144.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Ashari, A. 2013. *Kajian Tingkat Erodibilitas Beberapa Jenis Tanah Di Pegunungan Baturagung Desa Putat Dan Nglanggeran Kecamatan Patuk Kabupaten Gunungkidul*. [Skripsi] Yogyakarta: Program S1 Universitas Negeri Yogyakarta.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (Stasiun Klimatologi Banjarbaru). 2018. Data Curah Hujan Bulanan Sungai Loban Tahun 2008 Sampai dengan 2017.

Badan Pusat Statistik, 2015. Kabupaten Tanah Bumbu dalam Angka Tahun 2016. <https://tanahbumbukab.bps.go.id/news.html> [diakses: 08 desember 2017].

Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Barito. 2009. *Updating Data Spasial Lahan Kritis Wilayah*.

Balai Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung Barito. 2013. Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis Wilayah Kerja BPDAS Barito. <https://bpdasbarito.or.id>. [diakses: 17 Desember 2017].

Bafdal, N., Amaru K, dan Suryadi E. 2011. *Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air*. Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Industri Pertanian.Unpad. Bandung. ISBN 978-602-9234-02-2.

Banuwa, IS. 2013. *Erosi*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Bateman, IJ., Jones, AP, Lovett, AA, Lake, IR, dan Day, BH. 2012. Applying Geographical Information Systems (GIS) to Environmental and Resource Economics. *Environmental and Resource Economics* 22: 219–269.

Bhan, S dan Bahera, UK. (2014). Conservation agriculture in India Problems, prospects and policy issues. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(4), pp. 1-12

Bols, 1978. The Iso-erodent Map of Java and Madura, Soil Research. Institute Bogor.

Bukhari, I., Lubis, KS dan Lubis, A. (2014). Pendugaan Erosi Aktual Berdasarkan Metode USLE Melalui Pendekatan Vegetasi, Kemiringan Lereng dan Erodibilitas di Hulu Sub DAS Padang. *Jurnal Agroekoteknologi*. 3(1).

Cojean, R and Cai, YJ. 2011. Analysis and Modeling of Slope Stability in the Three-Gorges Dam Reservoir (China)-The Case of Huangtupo Landslide, *Journal of Mountain Science*. 8 (2): 166-175. Doi:10.1007/s11629-011-2100.

Departemen Kehutanan RI. 1998. Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Keputusan Direktur Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Nomor 041/Kpts/V/1998 Tanggal 21 April 1998 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS. Direktorat Jenderal RRL. Jakarta.

Dewi, I.A.S.U, Trigunasih, NM, dan Kusmawati, T. 2012. Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 1(1)

Dinas Kehutanan, 2016. Laporan Kinerja Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2016. www.dishut.kalselprov.go.id [diakses 10 Desember 2017]

- George, C. and Leon, LF (2007) Waterbase. SWAT in an Open Source GIS. *Journal Hidrology*. 1:19-24 Bentham Science Publisher Ltd.1874-3781/07.2007.
- Hardy, SD. and Knootz, TM. 2010. Collaborative Watershed Partnerships in Urban and Rural Areas: Different Pathways to Succes. *Journal Landscape and Urban Planning*. 95(3): 79-90.
- Hardjowigeno, S dan Widiatmika. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hartono, R. 2016. Tanah Inseptisol Rentan Terhadap Terjadinya Erosi karena Berada di Wilayah Yang Cukup Curam atau Berlembah. *Jurnal Pendidikan Geografi*. 21(1).
- Herawati, T. 2011. Analisis Spatial Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah Cisadane Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam* 7(4): 413– 424.
- Indarto. 2010. Hidrologi. *Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Indriati, N. 2012. Indeks dan Tingkat Bahaya Erosi Kawasan Hutan Pendidikan Gunung Usalat Kabupaten Sukabumi. IPB. Bogor.

Kadir, S. 2014. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Untuk Pengendalian Banjir di Catchment Area Jaing Sub DAS Negara Provinsi Kalimantan Selatan*. [Disertasi] Malang: Program Doktor Ilmu Pertanian Minat Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Kartika, I., Indarto, I, Pudjojono, M dan Ahmad, H. 2016. Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi pada Level Sub DAS: Studi pada Dua DAS Identik. *Jurnal Agroteknologi* 10 (1)

Kementerian Kehutanan RI. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan RI No: P.32/Menhut-II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.

Kementrian Kehutanan RI. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan RI No: P. 39/Menhut-II/2009 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu

Kementrian Kehutanan. 2012. Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK.781/Menhut-II/2012 tentang Penetapan Peta dan Data Hutan Lahan Kritis Tahun 2011. Jakarta (ID): Kemenhut.

Kementrian Kehutanan RI. 2013. Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial. No: P.4/V-

SET/2013 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis. Jakarta.

Kurdi, R. 2015. *Model Arahan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Berdasarkan Tingkat Kerawanan Banjir di Sub DAS Mengkaok Kabupaten Banjar dan Tapin Provinsi Kalimantan Selatan*. [Disertasi] Malang: Program Doktor Ilmu Pertanian Minat Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Lathifah, DH dan Yuniarto, T. (2013). Hubungan Antara Fungsi Tutupan Vegetasi dan Tingkat Erosi DAS Secang Kabupaten Kulonprogo. *Jurnal Bumi Indonesia*. 2(1).

May, C. Lm, and Lisle, TE. 2012. River Profile Controls on Channel Morphology, Debris Flow Disturbance and The Spatial Extent of Salmonids In Steep Mountain Streams. *Journal of Geophysical Research. Earth Surface*. 117: doi:<http://dx.doi.org/10.1029/2011JF002324>

Meusburger, K., Steel A, Panagos P, Montanarella L, & Alewell C. 2012. Spatial and temporal variability of rainfall erosivity factor for Switzerland. *Hydrology and Earth System Sciences*.16:167–177.

- Monde, A. 2010. Pengendalian Aliran Permukaan dan Erosi pada Lahan Berbasis Kakao di DAS Gumbasa Sulawesi Tengah. *Media Litbang Sulteng* 3(2): 131-136.
- Nugroho, PR. 2008. Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi pada Kawasan Agroforestri di Sub DAS Solo Hulu Kabupaten Wonogiri Menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). [Skripsi] Surakarta: Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.
- Indriati, N. 2012. *Indeks dan Tingkat Bahaya Erosi Kawasan Hutan Pendidikan Gunung Walat, Kabupaten Suka Bumi*. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Pasaribu, PHP., Rauf, A, dan Slamet, B. 2012. Kajian Tingkat Bahaya Erosi untuk Arah Konservasi Tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo. *Jurnal Geografi*. 10(1): 51-62.
- Prahasta, E. 2009. *Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Purnama, S. 2016. *Basic Watershed and Coastal Management, Lecture handout: Coastal Zone and Watershed Management and Planning*. Yogyakarta: PUniversitas Gadjah Mada.
- Rachman, M. 2012. Konservasi Nilai Dan Warisan Budaya. *Jurnal Konservasi Indonesia*. 1 (1): 31-38

- Raharjo, B. dan Ikhsan, M., 2015. Belajar Arcgis Dekstop 10 First Edit. Banjarbaru, South alimantan, Indonesia: Geosiana Press.
- Rauf, A., Lubis, KS, dan Jamilah. 2011. *Dasar-Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Medan: USU Press.
- Ruslan, M. 1992. *Sistem Hidrologi Hutan Lindung DAS Riam Kanan di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan*. [Disertasi]. Bogor: Fakultas Pascasarjan, Institut Pertanian Bogor.
- Rusnam, R. (2013). Analisis Spasial Besaran Tingkat Erosi pada Tiap Satuan Lahan di Sub DAS Batang Kandis. *Jurnal Dampak*, 10 (2) : 149 – 167.
- Sandi, IW dan Rahman, A. 2012. Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) Berbasis Data Raster untuk Pengkelasan Kemampuan Lahan di Provinsi Bali dengan Metode Nilai Pixel Pembeda. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan* 19(1): 21–29.
- Sartohadi, J., Suratman, Jamulya, dan Dewi, NIS. 2013. *Pengantar Geografi Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sulistyaningrum, D., Susanawati, LD, dan Suharto, B. 2014. Pengaruh Karakteristik Fisika – Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(1): 55 – 62.

- Suprayogi, Slamet., Purnama, S Ig.L, dan Darmanto, D. 2015. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta.: Gadjah Mada University Press
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Suryantoro. 2013. 282 DAS di Indonesia Kritis. *Antara News* 2 Februari 2013
- Sutapa, I. W. 2012. Analisis Potensi Erosi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Tengah. *Jurnal SMARTEK*. 8(3).
- Sutrisno, J., Sanim, B., Saefuddin, A., & Sitorus, S. R. 2013. Arahan Kebijakan Pengendalian Erosi dan Sedimentasi di Sub Daerah Aliran Sungai Keduang Kabupaten Wonogiri. *Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 8(2), 105-118.
- Wischmeier, WH. and Smith, DD. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning, US Departement of Agriculture Handbook No. 537, USDA, Washington, D.C.
- Zhao, Y., Zhang, K., Fu, Y and Zhang, H. 2012. Examining Land-Use/Land-Cover Change in the Lake Dianchi Watershed of

the YunnanGuizhou Plateau of Southwest China with remote sensing and GIS techniques: 1974– 2008. *International Journal of environmental research and public health*. 9 (11): 3843–65. doi:10.3390/ijerph9113843.

Zahro, F., Usman, F dan Wardhani, KD. 2011. Arahana Fungsi Lahan Berdasarkan Pendekatan Konservasi Tanah kawasan Pesisir Utara Jawa Timur Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*. 3 (1): 34

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data analisis laboratorium

No.	Kode Sampel	Permeabilitas	BD	PD	Porositas
		cm/jam	g/cm ³	g/cm ³	%
1	AK 1	2,28	1,11	2,66	58,19
2	AK 2	2,75	1,28	2,31	44,43
3	HA 1	2,27	1,40	1,99	29,58
4	HA 2	2,32	1,36	2,21	38,45
5	AC 1	2,71	1,17	2,10	44,10
6	AC 2	2,64	1,07	2,36	54,84
7	SW 1	2,34	1,10	2,12	48,24
8	HA PS	2,24	1,29	1,99	34,95
9	AR 1	6,46	1,49	2,08	28,34
10	ARS	3,49	1,33	2,32	42,62
11	AR 2	4,41	1,42	2,30	38,44
12	ARTh 1	4,61	1,39	1,84	24,54
13	ARTh 1	4,61	1,36	1,92	29,10

No.	Kode Sampel	Tekstur				C-org
		Pasir	Debu	Liat	PSH	
		----- % -----				
1	AK 1	2,84	0,18	28,24	68,74	1,69
2	AK 2	62,60	0,88	34,00	2,52	1,48
3	HA 1	68,41	0,84	20,17	10,58	0,86
4	HA 2	41,82	0,72	26,52	30,94	0,62
5	AC 1	36,78	1,03	23,88	38,31	2,09
6	AC 2	6,09	0,89	36,35	56,67	0,87
7	SW 1	20,23	1,94	48,09	29,74	2,26
8	HA PS	32,16	2,68	33,49	31,67	1,93
9	AR 1	17,31	1,97	29,06	51,65	1,87
10	ARS	17,65	2,30	30,17	49,88	0,93
11	AR 2	11,37	1,52	15,61	71,50	2,29

No.	Kode Sampel	Tekstur				C-org
		Pasir	Debu	Liat	PSH	
		----- % -----				
12	ARTh 1	10,88	0,21	21,89	65,14	1,00
13	ARTh 1	3,90	0,17	45,00	49,44	0,64

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2022

Lampiran 2. Data curah hujan bulanan di Kusan-Girmulya Bagian Utara dan Kusan-Girmulya Bagian Bawah
Kusan-Girmulya Bagian Utara

Bulan/Tahun	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Rata-rata (cm)
Januari	292.25	325.20	129.87	214.70	189.50	130.50	179.60	224.00	97.90	65.50	251.75	240.50	19.51
Februari	426.10	130.50	69.40	202.10	419.50	170.50	516.83	68.12	267.50	109.10	323.70	165.40	23.91
Maret	717.50	259.50	118.50	238.40	315.50	249.50	519.00	131.50	252.30	193.00	195.60	336.00	29.39
April	501.00	520.00	177.00	273.50	355.50	336.10	356.90	311.40	321.50	377.80	260.90	85.00	32.31
Mei	741.00	482.00	116.00	426.30	366.50	181.00	505.60	334.61	254.50	300.00	164.50	264.10	34.47
Juni	718.80	91.50	156.20	347.20	404.00	218.30	137.00	252.70	310.50	218.40	377.30	213.40	28.71
Juli	853.25	258.00	296.00	586.00	84.50	31.00	111.60	261.60	101.50	30.70	132.00	215.60	24.68
Agustus	512.50	2.00	30.20	182.00	232.30	0.00	79.70	244.40	88.90	0.00	223.20	472.60	20.68
September	663.50	22.40	18.00	213.50	0.00	0.00	125.50	146.21	42.00	12.00	422.55	460.39	21.26
Oktober	595.00	43.50	141.00	15.00	7.00	0.00	173.00	166.90	75.50	69.05	158.50	229.00	15.21
November	316.50	209.50	195.50	366.40	163.40	138.90	268.50	103.40	250.00	99.10	236.50	0.00	19.56
Desember	353.50	196.50	310.00	373.40	214.00	85.70	142.30	197.60	147.30	227.10	105.50	0.00	19.61
Jumlah													289.29

Kusan-Girmulya Bagian Bawah

Bulan/Tahun	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Rata-rata (cm)
Januari	292.25	325.20	129.87	214.70	189.50	251.95	220.50	165.00	206.50	220.00	271.10	194.50	22.34
Februari	426.10	130.50	69.40	202.10	419.50	196.00	604.50	180.00	231.50	112.50	302.00	173.35	25.40
Maret	717.50	259.50	118.50	238.40	315.50	304.50	616.00	131.50	404.90	87.60	235.74	442.25	32.27
April	501.00	520.00	177.00	273.50	355.50	311.50	440.60	159.80	161.10	265.90	356.90	121.55	30.37
Mei	741.00	482.00	116.00	426.30	366.50	121.50	386.70	553.50	250.50	257.25	247.85	448.90	36.65
Juni	718.80	91.50	156.20	347.20	404.00	317.00	115.00	340.00	560.50	393.25	486.05	282.25	35.10
Juli	853.25	258.00	296.00	586.00	84.50	35.80	110.50	377.00	130.80	70.20	128.30	185.40	25.96
Agustus	512.50	2.00	30.20	182.00	232.30	5.50	47.00	200.00	43.33	0.50	344.05	828.80	20.23
September	663.50	22.40	18.00	213.50	-	-	204.00	250.00	56.00	-	619.05	453.03	27.77
Oktober	595.00	43.50	141.00	15.00	7.00	-	193.00	131.50	101.50	42.00	259.95	228.55	15.98
November	316.50	209.50	195.50	366.40	163.40	138.50	235.05	133.50	129.00	134.00	112.25	-	17.78
Desember	353.50	196.50	310.00	373.40	214.00	99.30	77.00	265.60	156.70	217.50	240.65	-	20.87
Jumlah													310.72

Sumber: PT Borneo Indobara

Lampiran 3. Nilai erodibilitas tanah

UL	Tutupan Lahan	a	b	c	Tekstur				M	K	TE
					Pasir (%)	Psr SH (%)	Debu (%)	Liat (%)			
AK 1	hutan alam konservasi	2,91	3	4	2,84	0,18	28,24	68,74	888,41	0,15	Rendah
AK 2	hutan alam konservasi	2,55	3	4	62,60	0,88	34,00	2,52	3400,10	0,18	Rendah
HA 1	hutan alam Pit Batulaki	1,48	3	4	68,41	0,84	20,17	10,58	1878,71	0,17	Rendah
HA 2	hutan alam Pit Batulaki	1,07	3	4	41,82	0,72	26,52	30,94	1881,19	0,18	Rendah
AC 1	Hutan akasia	3,59	3	4	36,78	1,03	23,88	38,31	1536,70	0,15	Rendah
AC 2	Hutan akasia	1,50	3	4	6,09	0,89	36,35	56,67	1613,61	0,17	Rendah
SW 1	Perkebunan sawit	3,89	3	4	20,23	1,94	48,09	29,74	3515,11	0,16	Sedang
HA PS	hutan alam Pit Pasopati	3,32	3	4	32,16	2,68	33,49	31,67	2471,50	0,16	Rendah
AR 1	Area reklamasi Sengon	3,22	3	3	17,31	1,97	29,06	51,65	1500,30	0,13	Rendah
ARS	Area reklamasi sawit	1,60	3	4	17,65	2,30	30,17	49,88	1627,40	0,17	Rendah
AR 2	Area reklamasi Jabon	3,94	3	4	11,37	1,52	15,61	71,50	488,21	0,14	Rendah
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	1,72	4	4	10,88	0,21	21,89	65,14	770,41	0,20	sedang
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	1,10	4	4	3,90	0,17	45,00	49,44	2283,80	0,21	sedang

Sumber: Data Primer Lapangan (Sifat fisik Tanah) dan Hasil Analisis Lab. Fisika dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian ULM (2022)

Keterangan:

UL = Unit Lahan

% Bo, a = Persentase Bahan Organik, b = Kelas Struktur, c = Kelas Permeabilitas, Psr SH = Pasir Sangat Halus

$M = (\% \text{ debu} + \% \text{ pasir sangat halus}) \times (100 - \% \text{ liat})$

K = Erodibilitas

Lampiran 4. Nilai faktor lereng dan kemiringan lereng

Unit lahan	Keterangan lokasi	PL	S (%)	LS
AK 1	hutan alam konservasi	35	11,5	1,82
AK 2	hutan alam konservasi	40	10	1,57
HA 1	hutan alam Pit Batulaki	65	8	1,45
HA 2	hutan alam Pit Batulaki	50	9,5	1,63
AC 1	Hutan akasia	70	14	3,51
AC 2	Hutan akasia	70	12	2,75
SW 1	Sawit	30	6	0,66
HA PS	hutan alam Pit Pasopati	45	10,5	1,79
AR 1	Area reklamasi Sengon	52	14	3,02
ARS	Area reklamasi sawit	54	13	2,74
AR 2	Area reklamasi Jabon	54	13	2,74
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	120	16	5,71
ARTh 1	Tanaman reklamasi 1 tahun	110	16	5,47

Keterangan:

L = panjang lereng (m) dan S = kemiringan Lereng (slope)

$$LS = L^{0.5}(0.00138*S^2 + 0,00965*S + 0,0138)$$

LS = Faktor Panjang Lereng dan Kemiringan

SEKILAS TENTANG PENULIS



Yusanto Nugroho, dilahirkan di Sleman, 30 Januari 1977. Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat ini adalah alumni S1 dan S2 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (2001 dan 2006) serta S3 Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang Jawa Timur (2015). Saat ini penulis menjabat sebagai Wakil

Dekan Bidang umum dan Keuangan Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. Penulis aktif berperan sebagai narasumber dalam pertemuan ilmiah, juri debat nasional, serta peserta seminar, baik lokakarya nasional maupun internasional. Karya tulisnya dimuat dalam bentuk prosiding atau jurnal ilmiah, baik nasional maupun internasional serta menulis beberapa buku ber-ISBN. Sejak tahun 2008 sampai sekarang penulis aktif sebagai konsultan lingkungan yang menangani bidang flora dan fauna.



Suyanto, dilahirkan di Sleman Yogyakarta, 9 Januari 1959. Dosen pada Manajemen Hutan program S1 dan S2 Fakultas Kehutanan serta program S2 Lingkungan, Universitas Lambung Mangkurat ini berlatar belakang pendidikan S1 Geografi UGM, Yogyakarta (1983); S2 Magister Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda (1997); dan S3 Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis aktif dalam pertemuan ilmiah, seminar, dan lokakarya nasional. Karya tulisnya dimuat dalam koran daerah serta jurnal ilmiah nasional terakreditasi dan jurnal bertaraf internasional serta menulis beberapa buku ber-ISBN. Sejak tahun 2010 sampai sekarang, penulis aktif sebagai konsultan lingkungan yang menangani bidang flora dan sistem informasi geografis (GIS).



Gusti Syeransyah Rudy, dilahirkan di Banjarmasin, 19 september 1962. Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat mulai tahun 1988, Penulis telah menempuh pendidikan S1 di Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat dan Lulus pada

Tahun 1988, selanjutnya S2 di tempuh di S2 Magister Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda dan lulus pada tahun 1998. Penulis telah mengajar mata kuliah Ekologi Hutan sejak tahun 1998 sampai dengan sekarang, berbagai publikasi ilmiah telah diterbitkan baik melalui jurnal maupun proseding. Penulis juga sering terlibat dalam kajian lingkungan yang membidangi flora dan fauna. Penulis juga menulis beberapa buku flora maupun fauna yang ber-ISBN untuk jenis-jenis flora dan fauna di Kalimantan.



Supandi, dilahirkan di Blitar, 21 September 1978. Penulis yang telah bekerja di tambang terbuka lebih dari 17 tahun ini memiliki spesialisasi geoteknik tambang dan lingkungan pertambangan. Pendidikan S1 ditempuhnya di Jurusan Teknik Geologi UPN Veteran Yogyakarta; S2 di UPN Veteran Yogyakarta; dan S3 di Universitas Padjadjaran. Penulis aktif sebagai peneliti dalam bidang geoteknik dan tambang terbuka serta pengelolaan lingkungan pertambangan. Beberapa publikasi telah terbit di jurnal internasional bereputasi dan beberapa jurnal nasional. Beberapa tahun terakhir aktif dalam pengelolaan lingkungan pertambangan dengan mengedepankan pengelolaan lingkungan pertambangan berkelanjutan untuk mendukung *Good Mining Practice*. Menulis beberapa buku ber-ISBN tentang flora maupun fauna.



Yudha HES, dilahirkan di Desa Rama Gunawan, Kecamatan Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah, 19 Agustus 1979. Dengan latar belakang Pendidikan S1 Teknik Geologi UPN Yogyakarta (lulus tahun 2003), penulis saat ini bekerja di PT Borneo Indobara sebagai Manager *Enviromental*, *Rehabilitasi*, dan *Compliance*. Penggiat fotografi di dunia tambang yang telah mengekspose hasil

fotonya di Laporan Tahunan PT Borneo Indobara sejak tahun 2015 dan juga menjadi kontibutor foto di media sosial Sinarmas Mining ini aktif dalam pengelolaan lingkungan, reklamasi, dan rehabilitasi serta menjadi anggota Forum Pengelolaan Lingkungan Pertambangan Indonesia. Menulis beberapa buku ber-ISBN tentang flora maupun fauna.