

ANALISIS RISIKO DAMPAK PEMBUKAAN LAHAN PADA KEGIATAN PERTAMBANGAN EMAS PT MEARES SOPUTAN MINING

Eka Yudhiman¹, Agus Susanto², Lieza Corsita³

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Studi Lingkungan Universitas Terbuka
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten

^{2,3}Dosen Program Pascasarjana Studi Lingkungan Universitas Terbuka
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten
E-mail corresponden: lizapapua11@gmail.com

Artikel diterima :(07 Januari 2023). Revisi diterima : 2023.

ABSTRACT

Mining activities can have negative impacts if not managed properly, such as decreasing surface water quality, ambient air quality and disruption of flora and fauna due to land clearing to support mining activities. For this reason, sustainable environmental management efforts are needed by implementing a progressive reclamation program for ex-mining land in the gold mining activities of PT Meares Soputan Mining (PT MSM). The purpose of this study was to analyze the risk of the impact of land clearing on PT Meares Soputan Mining's gold mining activities in improving the performance of sustainable environmental management through the implementation of a disturbed land reclamation program during the production operation stage. This study uses quantitative research methods through numerical or statistical analysis using Discounting and Habitat Equivalency Analysis (HEA) techniques for environmental risk analysis which requires stages that must be carried out carefully, where each stage is an important step because it will determine the final result of compensation for environmental damage. calculated on the restoration scale. Data analysis used the land cover ratio using the Habitat Equivalency Analysis (HEA) method. The software used for statistical data analysis is MS-Excel 2019. The results shown that the results of the calculation of the risk analysis on the land cover ratio using the HEA method show that to compensate (debit) 1,876.16 DSHaYs, a reclamation program (credit) of an area of 25.76 hectares every year for 28 years to improve sustainable environmental management performance.

Key words: Environmental Risk, Land Clearing, Reclamation, Mining, Discounting and Habitat Equivalency Analysis (HEA)

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan dapat berdampak negatif jika tidak dikelola dengan baik, seperti menurunnya kualitas air permukaan, kualitas udara ambien dan terganggunya flora dan fauna akibat pembukaan lahan untuk menunjang kegiatan pertambangan. Untuk itu diperlukan upaya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan dengan melaksanakan program reklamasi lahan bekas tambang secara progresif pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Soputan Mining (PT MSM). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Soputan Mining dalam meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan berkelanjutan melalui pelaksanaan program reklamasi lahan terganggu selama tahap operasi produksi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif melalui analisis numerik atau statistik menggunakan teknik *Discounting dan Habitat Equivalency Analysis* (HEA) untuk analisis risiko lingkungan, yang membutuhkan tindakan penting karena menentukan hasil akhir dari tindakan kompensasi kerusakan yang dihitung pada skala restorasi. Analisis data menggunakan rasio tutupan lahan dengan metode *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis data statistik adalah MS-Excel 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan analisis risiko terhadap rasio tutupan lahan menggunakan metode HEA menunjukkan bahwa untuk mengganti kerugian (debit) sebesar 1.876,16 DSHaYs, diperlukan program reklamasi (kredit) seluas 25,76 hektar setiap tahun selama 28 tahun untuk meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Risiko Lingkungan, Pembukaan Lahan, Reklamasi, Pertambangan, Metode HEA.

PENDAHULUAN

Pertambangan memiliki efek positif dan negatif terhadap keberlanjutan pembangunan ekonomi dan lingkungan. Sumber daya alam yang dapat digunakan akan habis seiring dengan menipisnya sumber daya mineral yang ditambang. Dampak positifnya adalah terciptanya lapangan kerja baru, berkurangnya jumlah pengangguran, meningkatnya pendapatan penduduk lokal serta meningkatnya pendapatan daerah dan nasional melalui pajak dan bea perizinan. Sedangkan dampak negatif yang terjadi merupakan risiko tertinggi dari kegiatan pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan adalah perubahan bentang lahan, berkurangnya keanekaragaman hayati (flora dan fauna), erosi dan sedimentasi, pencemaran lingkungan dan rusaknya infrastruktur jalan. Berdasarkan dampak tersebut diharapkan ada pengelolaan lingkungan hidup yang baik dari sisi sektor swasta, masyarakat, kelembagaan maupun aturan hukum sehingga lingkungan hidup pada kegiatan pertambangan dapat lestari dan berkelanjutan (Triananda, 2014).

Pembukaan lahan (*land clearing*) merupakan proses yang dilakukan diawal melalui tahapan pembersihan lahan, penebangan pohon dan pengupasan tanah pucuk sebelum dimulainya kegiatan penambangan dan/atau kegiatan konstruksi suatu proyek dalam menunjang kegiatan pertambangan, namun memiliki dampak negatif terhadap terganggunya kualitas lingkungan khususnya kualitas air permukaan atau sungai jika tidak dilakukan pengelolaan lingkungan pertambangan yang baik. Semakin besar luas lahan yang dibuka maka semakin tinggi dampak kerusakan dan pencemaran lingkungan akibat laju erosi yang tinggi, sehingga diperlukan untuk melakukan penilaian risiko lingkungan untuk mengidentifikasi dan mengelola dampak lingkungan, agar dapat mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan pada kegiatan pertambangan. Proses terakhir yang perlu dilakukan setelah melakukan pembukaan lahan adalah melakukan reklamasi lahan (rehabilitasi) terhadap lokasi yang terdampak oleh kegiatan pertambangan agar terjadi penurunan tingkat laju erosi pada areal-areal yang telah dilakukan rehabilitasi tersebut. Reklamasi ini dilakukan pada areal terganggu yang tidak digunakan lagi dan lubang-lubang bekas galian tambang melalui tahapan penataan lahan dan revegetasi untuk mengembalikan fungsi lahan sesuai peruntukannya, dan kegagalan pengelolaan erosi pada areal reklamasi akan mengakibatkan lahan tersebut menjadi lahan kritis, dan apabila lahan reklamasi tersebut mengalami degradasi maka akan sangat sulit untuk merehabilitasinya kembali karena tanah pucuknya sudah hilang terbawa erosi (Zulkarnain, 2014).

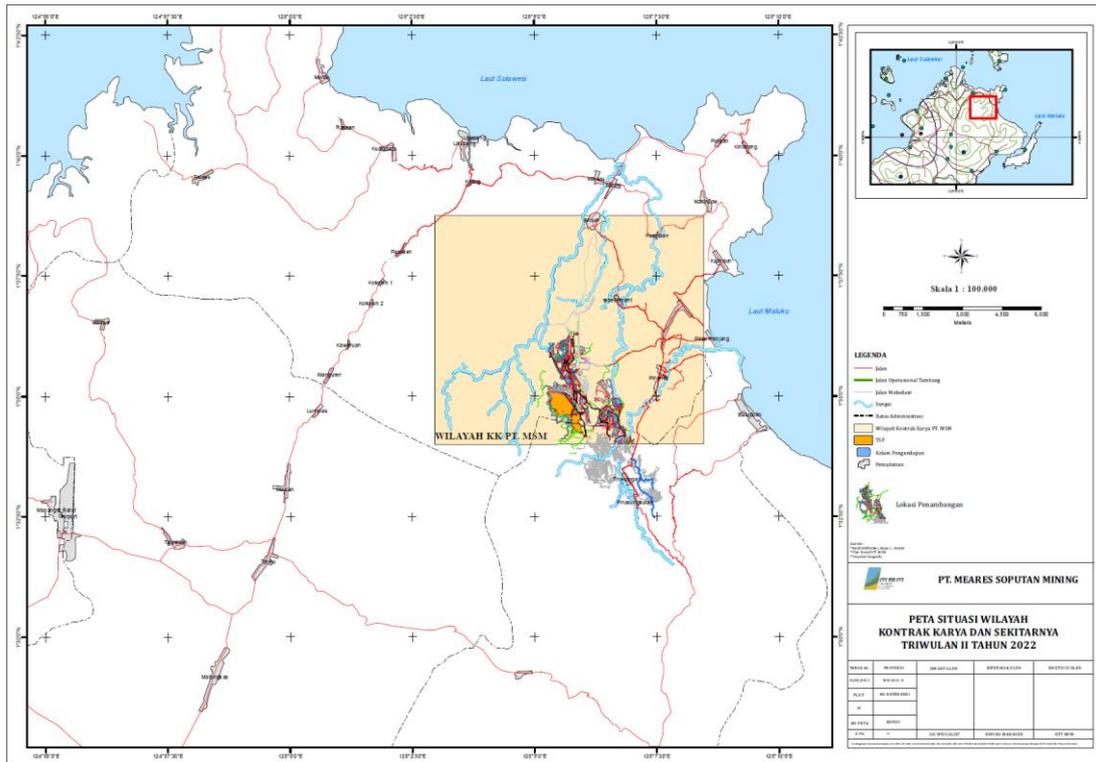
PT Meares Sopotan Mining ("PT MSM") adalah perusahaan pertambangan emas dengan status kontrak kerja generasi keempat berdasarkan persetujuan Presiden Republik Indonesia pada tahun 1986. PT MSM telah bergerak di bidang produksi pertambangan sejak tahun 2011. Dalam kegiatan operasi produksinya PT MSM telah melakukan pembukaan lahan sejak tahun 2011 sampai akhir tahun 2021 seluas 591,85 ha, dan untuk mencegah terjadinya dampak kerusakan lingkungan akibat kegiatan pertambangan PT MSM telah melaksanakan reklamasi lahan terganggu secara progresif seluas 116,82 ha (20%) yang merupakan salah satu cara untuk mencegah risiko lingkungan pada kegiatan pertambangan PT MSM sebagai bagian dari program lingkungan yang berkelanjutan (PTMSM, 2022). Ada beberapa konsep atau metode analisis risiko lingkungan yang umum digunakan, yaitu metode kuantitatif *Discounting* dan *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). *Discounting* merupakan salah satu instrument penting dalam analisis risiko lingkungan. Risiko lingkungan dapat memiliki dimensi yang relatif panjang, sehingga pendiskontoan menggabungkan evaluasi periode waktu tersebut. Selain mensyaratkan perbandingan moneter (nilai rupiah) yang sama dari waktu ke waktu, diskonto juga berhubungan dengan ekuitas antar generasi dan mewakili preferensi manusia yang umumnya positif (memilih konsumsi saat ini daripada konsumsi di masa depan). Sedangkan *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) merupakan pendekatan analisis risiko lingkungan yang memerlukan langkah-langkah yang tepat dimana merupakan langkah yang penting karena menentukan hasil akhir dari kompensasi kerusakan lingkungan yang diperhitungkan dalam skala restorasi (Fauzi, 2021).

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Sopotan Mining dalam meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan berkelanjutan melalui pelaksanaan program reklamasi lahan terganggu selama tahap operasi produksi.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi proyek pertambangan PT MSM terletak di Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara dan Kecamatan Ranowulu Kota Bitung Provinsi Sulawesi Utara, dengan batas-batas geografi $125^{\circ}02'58''$ hingga $125^{\circ}08'28''$ Bujur Timur dan $1^{\circ}34'0''$ hingga $1^{\circ}38'45''$ Lintang Utara. Jarak lokasi PT MSM dari ibu kota Provinsi Sulawesi Utara Manado sekitar 60 km dengan jarak tempuh kendaraan darat sekitar 1,5 jam. Sementara jarak dari Bandara Internasional Sam Ratulangi Manado sekitar 45 km dengan jarak tempuh sekitar 1 jam perjalanan darat. Untuk akses dari pelabuhan laut Kota Bitung sekitar 30 km dengan jarak tempuh kendaraan darat sekitar 45 menit (PTMSM, 2021). Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Kontrak Karya PT MSM (Sumber: PT MSM, 2022)

Prosedur Penelitian

Desain Penelitian

Pendekatan penelitian dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif melalui analisis numerik atau statistik menggunakan *teknik* Discounting dan Habitat Equivalency Analysis (HEA) untuk mengkaji risiko lingkungan (Fauzi, 2021).

Instrumen Penelitian

Perangkat adalah alat pengukur yang memberikan informasi kuantitatif objektif tentang berbagai karakteristik variable, sedangkan instrumen adalah alat atau perangkat yang digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan informasi untuk memudahkan pekerjaan dan meningkatkan hasil, sehingga mudah untuk ditangani (Arikunto, 2006). Alat penelitian meliputi wawancara, observasi lapangan (observasi) dan dokumentasi. Untuk memastikan reliabilitas instrumen penelitian yang digunakan, perlu dilakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen tersebut. Akurasi dan reliabilitas data lapangan yang diperoleh kemudian diuji dengan menggunakan program SPSS atau Excel (Hadjar, 1996).

Pengumpulan Data

Sumber data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yaitu sumber data primer adalah hasil observasi lapangan dan wawancara informasi. Namun, data sekunder diperoleh dengan meninjau dokumen milik perusahaan berupa dokumen lingkungan hidup (Amdal) dan data kemajuan

reklamasi dan restorasi 10 tahun lahan bekas tambang untuk menentukan rasio tutupan (skala restorasi) dari laporan pelaksanaan RKL & RPL dan laporan pelaksanaan reklamasi perusahaan.

Analisis Data

Data lapangan yang telah dikumpulkan dari wilayah PT MSM berupa data sekunder dan data primer untuk dilakukan analisa risiko lingkungan menggunakan metode kuantitatif melalui analisis risiko lingkungan menggunakan metode *Discounting* atau *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). Analisis kuantitatif, bertujuan untuk melakukan pengukuran terhadap rasio tutupan lahan (skala restorasi) melalui perbandingan luasan pembukaan lahan dan reklamasi lahan tambang yang perhitungannya menggunakan teknik HEA (Habitat Equivalency Analysis).

Menurut (Dunford, Ginn, & Desvousges, 2004) HEA pada dasarnya merupakan dasar restorasi dan kompensasi sumber daya alam dan jasa lingkungan dengan menghitung luas restorasi (dalam skala) yang diperlukan dalam satuan fisik seperti hektar per tahun, yang kemudian dapat dikonversi menjadi satuan moneter seperti dalam USD per tahun atau mata uang lainnya, dan HEA bergantung sepenuhnya pada penggunaan pendiskontoan, yang dihitung ulang untuk menyajikan nilai menggunakan tingkat diskonto yang tepat untuk membandingkan kerusakan ekosistem yang setara dari waktu ke waktu. Persamaan HEA ditunjukkan dengan persamaan 1.

$$\sum_{t=t_0}^{t_1} L_t (1+r)^{(P-t)} = \sum_{s=s_0}^{s_1} R_s (1+r)^{(P-s)} \quad (1)$$

di mana

L_t = besaran kerugian antara (*interim loss*)

R_t = besaran kredit (restorasi yang dipulihkan)

r = tingkat diskonto (*discount rate*)

t = waktu

P = waktu awal kejadian

t_1 = waktu akhir kerugian antara

s_1 = waktu akhir layanan diperoleh

Persamaan (1) di atas menggambarkan bahwa kerugian lembur yang didiskontokan (persamaan kiri) harus sama dengan manfaat pemulihan dari kejadian awal kerugian restorasi jasa ekologis. Persamaan di atas kemudian menciptakan “skala”, yaitu pembagian keuntungan (*gain*) dan kerugian (*loss*) sehingga penghitungan HEA memerlukan lima komponen utama untuk menghitung skala restorasi sebagaimana disampaikan Fauzi (2014), yaitu: komponen pertama adalah layanan ekosistem (ekologi) atau dikenal dengan “services” yakni fungsi ekologi dan fungsi lingkungan yang rusak yang menjadi dasar bagi penghitungan *equivalency analysis*, komponen kedua adalah *debit/loss* (jumlah kerusakan yang terjadi sepanjang waktu yang menggambarkan “*service loss*”, komponen ketiga adalah *interim loss* (kerugian antara) yang menggambarkan total kerusakan dari mulai awal terjadinya kerusakan hingga selesainya restorasi atau remediasi, komponen keempat adalah *credit/gain* yakni manfaat yang dihasilkan dari proyek restorasi yang menggambarkan “*service gain*” dan komponen terakhir adalah *metric* yakni ukuran yang digunakan untuk menghitung *debit* dan *credit* (dinyatakan dalam unit luasan seperti hektar, m² dan sejenisnya).

	20.50						-	20.50
4. Timbunan Tanah Pucuk (Ha)	15.62		-	1.14		-	1.14	16.76
5. Jalan Tambang dan Non Tambang (Ha)	62.03	1.50	2.04		1.13		3.17	65.20
6. Kolam Sedimen/Kendali Erosi (Ha)	21.62	23.33					-	21.62
7. Fasilitas Penunjang:	160.81	20.07	4.57	2.59	8.65	4.80	20.61	181.42
a. Pabrik Pengolahan dan Pemurnian	8.27						-	8.27
b. Kolam/Timbunan Tailing	45.76	15.08				2.31	2.31	48.07
c. Tempat Penimbunan bijih (ROM Pad)	16.03		0.09				0.09	16.12
d. Perumahan Karyawan	11.04		4.48				4.48	15.52
e. Gudang Handak	5.30			2.59	0.48		3.07	8.37
f. Kantor	3.79						-	3.79
g. Bengkel dan laydown area	8.71						-	8.71
h. Pelabuhan/Emplacement	1.86						-	1.86
i. Landfill	0.14	4.69					-	0.14
j. Lainnya	59.91	0.30			8.17	2.49	10.66	70.57
TOTAL	487.08	119.85	13.39	38.48	26.23	26.67	104.77	591.85

Total luas pembukaan lahan PT MSM sejak mulai tahap operasi produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 adalah 591,85 ha (ditunjukkan pada table 1), dimana luas area tambang seluas 101,23 ha, area timbunan batuan penutup seluas 205,62 ha, area timbunan tanah pucuk seluas 16,76 ha, jalan tambang/non tambang seluas 65,2 ha, kolam sedimen seluas 21,62 ha dan fasilitas penunjang seluas 181,42 ha (PT MSM, 2021).

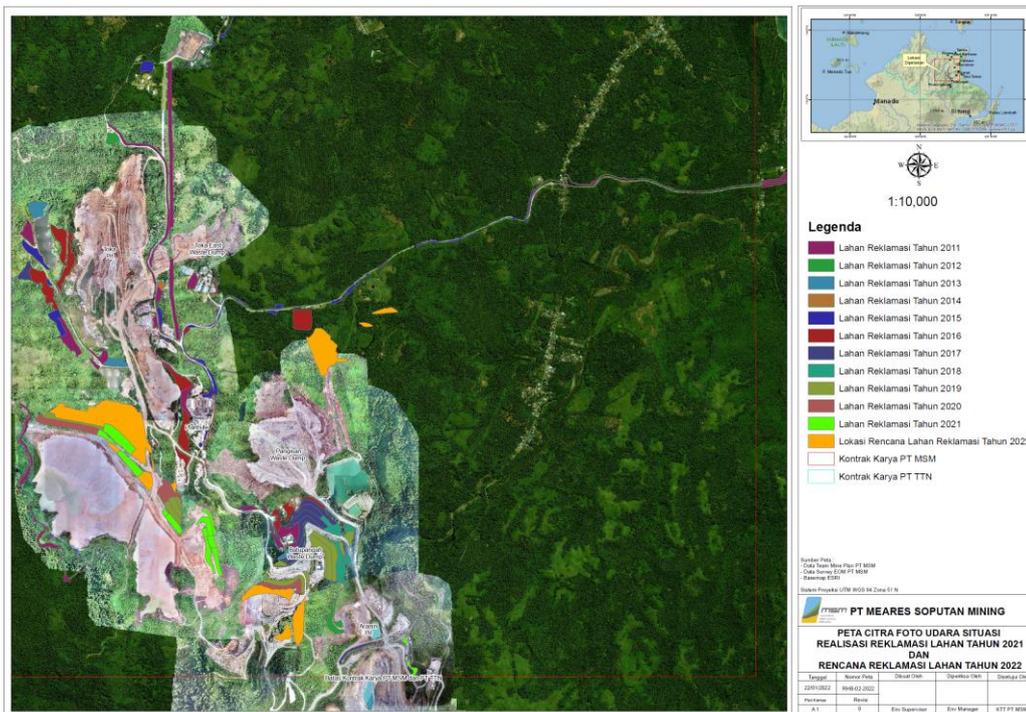
Lahan pertambangan yang telah dibuka dan tidak digunakan lagi akan dilakukan reklamasi (revegetasi) secara progresif untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan dan sebagai bagian dari pemenuhan kewajiban reklamasi lahan bekas tambang berdasarkan Rencana Reklamasi 5 Tahun PT MSM yang telah disetujui oleh Dirjen Minerba ESDM. Menurut (Rosmarkam & Yuwono, 2002) bahwa tujuan kegiatan remedial adalah untuk mengembalikan fungsi tanah dan menjaga kualitas lingkungan pascatambang, dimana tanah biasanya bersifat masam dan miskin unsur hara, sehingga tujuannya adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah melalui pemupukan. Status hara tanah selalu berubah tergantung pada musim, pengelolaan tanah dan jenis tanaman. Luas lahan bekas tambang yang telah direklamasi selama tahap operasi produksi tahun 2011-2021 disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Kemajuan Lahan Reklamasi PT MSM Tahun 2021

No	Uraian Reklamasi	Satuan	Kumulatif s.d. Tahun 2020	Realisasi Reklamasi Tahun 2021					Kumulatif s.d. Tahun 2021
				Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV	Total	
1	Pengisian kembali lahan bekas tambang	Ha	15	-	-	-	-	-	15
2	Pengaturan permukaan lahan	Ha	107.06	1.79	5.77	0.89	1.31	9.76	116.82
	a. Timbunan tanah/batuan penutup di bekas tambang	Ha		-	-	-	-	-	
	b. Timbunan tanah/batuan penutup di luar tambang	Ha	37.05	1.79	5.77	0.89	1.22	9.67	46.72

	c. Timbunan sisa hasil pengolahan dan/atau pemurnian	Ha		-	-	-	-	-	-
	d. Timbunan tanah pucuk	Ha	3.06	-	-	-	-	-	3.06
	d. Bekas kolam sedimen/sarana pengendali erosi	Ha	25.93	-	-	-	-	-	25.93
	f. Bekas jalan Tambang dan non tambang	Ha	7.91	-	-	-	0.09	0.09	8.00
	g. Fasilitas penunjang lainnya	Ha	33.11	-	-	-	-	-	33.11
3	Penghijauan (Revegetasi)	Ha	107.06	1.79	5.77	0.89	1.31	9.76	116.82
	a. Lahan bekas tambang (<i>inpit</i>)	Ha		-	-	-	-	-	
	b. Timbunan tanah/batuan penutup di luar tambang	Ha	37.05	1.79	5.77	0.89	1.22	9.67	46.72
	c. Timbunan sisa hasil pengolahan dan/atau pemurnian	Ha		-	-	-	-	-	-
	d. Timbunan tanah pucuk	Ha	3.06	-	-	-	-	-	3.06
	d. Bekas kolam sedimen/sarana pengendali erosi	Ha	25.93	-	-	-	-	-	25.93
	f. Bekas jalan tambang dan non tambang	Ha	7.91	-	-	-	0.09	0.09	8.00
	g. Fasilitas penunjang lainnya	Ha	33.11	-	-	-	-	-	33.11

Total luas lahan reklamasi PT MSM sejak mulai tahap operasi produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 adalah seluas 116,82 ha (Tabel 1), dimana luas pengaturan permukaan lahan (penataan lahan) dan penghijauan (revegetasi) sama (PT MSM, 2022). Proses kegiatan reklamasi yang dilakukan secara mekanis menimbulkan pencemaran lingkungan berupa pencemaran tanah dan air. Pengelolaan tanah pada lahan pascatambang memberikan manfaat yang besar bagi pertumbuhan flora dan fauna yang terganggu akibat kegiatan pertambangan (Lawing, 2021).



Gambar 3. Peta Kemajuan Reklamasi PT MSM Tahun 2011-2021

Lahan bekas tambang yang telah direklamasi (ditunjukkan pada Gambar 3), biasanya direncanakan untuk dibuka/digunakan kembali (*re-disturb*) untuk menunjang kegiatan penambangan. Untuk menggunakan kembali lahan reklamasi diperlukan persetujuan dari Dirjen Minerba ESDM. Luas lahan reklamasi PT MSM yang dibuka/digunakan kembali (*re-disturb*) seluas 8,56 ha selama tahun 2021 (Tabel 3).

Tabel 3. Pembukaan Kembali (*Re-disturb*) Area Reklamasi Pada Kegiatan Penambangan PT MSM Tahun 2021

No	Lokasi Pembukaan Kembali Area Reklamasi	Satuan	Rencana Pembukaan Kembali Area Reklamasi (Redisturb) Tahun 2021	Realisasi Redisturb Tahun 2021					Peruntukan Lahan
				Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV	Total	
1	Area HD TSF	Ha	3.01	-	-	-	-	-	TSF 290
2	Powerline	Ha	6.51	-	-	0.71	-	0.71	Akses WD
3	Eks Koba Camp	Ha	0.38	-	-	-	-	-	Toka East WD
4	Eks Nursery	Ha	0.71	-	-	-	-	-	Toka East WD
5	Sisi Jalan dari Laydown ke Pos Charlie	Ha	0.63	-	-	0.22	-	0.22	Akses Toka East WD
6	Sekitar Area Pengolahan	Ha	1.53	-	-	-	-	-	ROOM Expansion
7	Sekitar Perbengkelan	Ha	1.51	-	0.02	-	-	0.02	Jalan Hauling
8	Sisi Timur Pangisan Pond	Ha	2.40	2.40	-	-	-	2.40	Perluasan PSP+Jalan Akses Listrik
9	Sekitar Pos Alfa	Ha	0.11	0.11	-	-	-	0.11	Perluasan Pos Alfa
10	Eks Koba Camp	Ha	0.24	-	-	-	-	-	Toka East WD
11	Sisi Jalan Office ke Simpang Laydown	Ha	0.10	-	-	-	-	-	Jalan Hauling
12	Penanaman di Jalan Kanan-Kiri menuju MSM Magazine	Ha	0.17	0.17	-	-	-	0.17	Jalan Hauling
13	Masuk Kantor PT Cahaya Gelora	Ha	0.19	0.19	-	-	-	0.19	MKA Workshop
14	Sisi Barat Plant Site	Ha	1.88	-	-	-	-	-	ROM Expansion
15	Sekitar Rompad	Ha	1.50	-	-	-	-	-	ROM Expansion
16	Sekitar SMA Office 2016	Ha	0.72	-	-	-	-	-	MKA Workshop
17	Sekitar MKA Office	Ha	1.20	1.20	-	-	-	1.20	MKA Workshop
18	Batupangah WD RL 160	Ha	0.07	0.07	-	-	-	0.07	Jalan Hauling
19	Batupangah WD RL 175	Ha	0.25	0.25	-	-	-	0.25	Jalan Hauling
20	Batupangah WD RL 190	Ha	0.17	0.17	-	-	-	0.17	Jalan Hauling
21	Batupangah WD RL 156-160	Ha	0.20	0.20	-	-	-	0.20	Jalan Hauling

22	Batupangah WD RL 115-175	Ha	1.27	1.27	-	-	-	1.27	Jalan Hauling
23	Batupangah WD RL 205	Ha	0.39	0.39	-	-	-	0.39	Jalan Hauling
24	Batupangah WD RL 2019	Ha	0.60	0.60	-	-	-	0.60	Jalan Hauling
25	Batupangah WD RL 205-210	Ha	0.57	0.57	-	-	-	0.57	Jalan Hauling
26	Batupangah WD RL 205-235	Ha	1.81	-	-	-	0.02	0.02	Jalan Hauling
Total Luas (Ha)		Ha	28.12	7.59	0.02	0.93	0.02	8.56	

Untuk mengetahui hasil analisis risiko kegiatan pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan PT MSM menggunakan metode kuantitatif dengan teknik *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). Dimana selama 10 tahun (tahun 2011-2021) kegiatan pertambangan PT MSM, luas lahan pertambangan yang dibuka seluas 591,85 hektar dibandingkan dengan luas lahan terganggu yang telah direklamasi seluas 116,82 hektar serta lahan reklamasi yang digunakan kembali (*re-disturb*) seluas 8,56 hektar untuk menunjang kegiatan pertambangan (PTMSM, 2022).

Kasus pembukaan lahan yang diamati pada perhitungan menggunakan metode HEA adalah hipotetik berdasarkan angka luasan bukaan lahan dan luasan remediasi (reklamasi lahan) selama 10 tahun untuk memberikan gambaran perhitungan debit, kredit dan skala restorasi yang dibutuhkan (Lipton, et., al., 2018), dengan asumsi sebagai berikut:

1) Perhitungan kerugian (debit)

Selama 10 tahun kegiatan penambangan PT MSM, terdapat 591,85 ha lahan yang dibuka/diganggu untuk menunjang kegiatan penambangan yang mengakibatkan kehilangan jasa dan fungsi ekosistem. Parameter yang dijadikan dasar perhitungan yaitu asumsi awal kehilangan fungsi ekosistem tahun 2012, tahun akhir debit/tahun kerugian diasumsikan terjadi sampai tahun 2021 (ketika layanan ekosistem 591,85 hektar lahan kembali ke posisi sebelum terjadi kerusakan), tahun dasar *discount factor* adalah 2012 (tahun asesmen dilakukan) sehingga *discount factor* pada tahun ini sama dengan 1, asumsi sebaran luasan adalah kerusakan menyebar rata pada lahan 591,85 ha, derajat kerugian diasumsikan bahwa ekosistem mengalami penurunan layanan sebesar 50% dan penurunan ini berlanjut sampai tahun 2016 (kemudian mengalami penurunan sampai tidak ada lagi kerugian pada tahun 2021 atau ekosistem mulai mengalami pemulihan), dan asumsi *Discount rate* yang digunakan sebesar 3% per tahun. Berdasarkan asumsi di atas, maka perhitungan debit HEA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ilustrasi Hipotetik Perhitungan Debit HEA

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian	Discount Factor	Debit
		Penurunan (%)	(PV multiplier)	(DSHaYS)
2012	591.85	50%	1.00	295.93
2013	591.85	50%	0.97	287.05
2014	591.85	50%	0.94	278.17
2015	591.85	50%	0.91	269.29
2016	591.85	50%	0.88	260.41
2017	591.85	40%	0.85	201.23
2018	591.85	30%	0.82	145.60
2019	591.85	20%	0.79	93.51
2020	591.85	10%	0.76	44.98
2021	591.85	0%	0.73	-
Total Debit (Discounted Service Hectare Year atau DSHaYS)				1,876.16

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa hasil perhitungan debit HEA adalah jumlah total debit yang dihitung dalam *discounted service hectare years* (DSHaYs) yaitu sebesar 1.876,16 yang menggambarkan nilai total kerugian selama layanan ekosistem mengalami kerusakan.

2) Perhitungan manfaat (Kredit)

Untuk menghitung manfaat dari remediasi (reklamasi) atau kredit dari HEA, maka program remediasi (reklamasi) di lokasi penambangan dapat dilakukan untuk memperbaiki ekosistem lahan yang dibuka/dirusak seluas 591,85 hektar. Beberapa parameter asumsi yang digunakan, yaitu: tahun awal (*baseline*) adalah manfaat dari remediasi terjadi setelah 2 tahun dari kerusakan yakni pada tahun 2014, asumsi tahun akhir kredit adalah berakhirnya tahapan Pascatambang (*mine closure*) pada tahun 2046, asumsi derajat manfaat diasumsikan bahwa manfaat remediasi (reklamasi) sebesar 50% dari *baseline*, dan manfaat ini diperoleh secara gradual sebesar 10% per tahun sampai tahun 2018 kemudian konstan selama 28 tahun berikutnya sebesar 50% sampai tahun 2046, asumsi sebaran luasan diasumsikan kerusakan menyebar rata pada lahan 591,85 ha, asumsi perhektar unit remediasi sebesar 10,83 hektar pertahun dari total reklamasi dikurangi pembukan kembali lahan reklamasi (*re-disturb*) seluas 108,25 hektar, asumsi discount rate yang digunakan sebesar 3% per tahun, asumsi tahun dasar *assessment* adalah tahun dasar debit yakni pada tahun 2012, sehingga *discount factor* sama dengan 1, asumsi lainnya adalah selama tahun 2012-2013 belum diperoleh manfaat dari remediasi (reklamasi) sehingga *service gain* pada kedua tahun ini sama dengan nol.

Tabel 5. Ilustrasi Hipotetik Perhitungan Kredit HEA

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian	Discount Factor	Kredit
		Peurunan (%)	(PV multiplier)	(DSHaYS)
2012	10.83	0%	1.00	-
2013	10.83	0%	0.97	-
2014	10.83	10%	0.94	1.02
2015	10.83	20%	0.91	1.97
2016	10.83	30%	0.88	2.86
2017	10.83	40%	0.85	3.68
2018	10.83	50%	0.82	4.44
2019	10.83	50%	0.79	4.28
2020	10.83	50%	0.76	4.12
2021	10.83	50%	0.73	3.95
2041	10.83	50%	0.13	0.70
2042	10.83	50%	0.1	0.54
2043	10.83	50%	0.08	0.43
2044	10.83	50%	0.06	0.32
2045	10.83	50%	0.04	0.22
2046	10.83	50%	0.01	0.05
Total Kredit (DSHaYS) lahan yang diremediasi				72.83

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil perhitungan kredit HEA adalah jumlah total kredit yang dihitung dalam *discounted service hectare years* (DSHaYs) yaitu sebesar 72,83 yang menggambarkan nilai total manfaat (*gain*) peningkatan layanan ekosistem lahan perhektar terhadap baseline dihitung dalam *present value* (2012), angka ini kemudian digunakan untuk menghitung skala restorasi.

3) Perhitungan Skala Restorasi

Setelah hasil perhitungan debit dan kredit diperoleh, maka langkah berikutnya dalam analisis risiko metode HEA adalah menghitung skala restorasi (*scale*). Pembagian debit terhadap kredit diperoleh sebesar $1.876,16/72,83 = 25,76$ hektar, maka dapat disimpulkan bahwa untuk mengganti kerugian sebesar 1.876,16

DSHaYs, diperlukan program restorasi (reklamasi) seluas 25,76 hektar dengan tujuan kegiatan tersebut akan memperbaiki atau menata lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha penambangan, sehingga berfungsi dan berdayaguna sesuai dengan peruntukannya (Sarminah dkk, 2017). Nilai ini menggambarkan jumlah hektar yang dibutuhkan setiap tahun, dimulai dari remediasi (reklamasi) tahun 2012 untuk penyediaan layanan jasa ekosistem selama 28 tahun yang akan mengkompensasi kerugian antara (*interim loss*) sebesar 1.876,16 ha. Berdasarkan hasil perhitungan analisis risiko menggunakan teknik *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) menunjukkan bahwa kegiatan pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan PT MSM memiliki skala risiko yang rentan, sehingga membutuhkan upaya restorasi terhadap lahan untuk mengkompensasi kerusakan ekosistem atau lahan yang terganggu untuk mengembalikan habitat atau fungsi lahan sesuai peruntukannya. Implementasi HEA digambarkan sebagai layanan habitat dalam bentuk proporsi yang dibandingkan dengan nilai moneter dari setiap habitat, jika layanan dari habitat yang rusak turun 40%, maka nilai moneter juga turun sebesar 40% (Dunford, et.al., 2004). Gambar 4 menyajikan informasi perbandingan rasio tutupan lahan (luas sisa pembukaan lahan, kemajuan reklamasi dan penggunaan kembali area reklamasi (*re-disturb*)).



Gambar 4. Diagram Perbandingan Luas Sisa Pembukaan Lahan, Area Reklamasi dan Area *Re-disturb* PT MSM Tahun 2011-2022

Pada Gambar 4 di atas dapat dijelaskan bahwa luas lahan yang telah dibuka untuk menunjang kegiatan pertambangan emas PT MSM seluas 591,85 ha, terdiri dari 116,82 ha (20%) lahan yang telah direklamasi, lahan reklamasi yang digunakan kembali seluas 8,56 ha (1%), dan sisa lahan terganggu yang masih aktif seluas 466,47 ha (79%) (PTMSM, 2021). Kondisi kemajuan reklamasi lahan bekas tambang PT MSM dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Kemajuan reklamasi lahan bekas tambang (PTMSM, 2021)

Kondisi lahan yang telah ditanami atau revegetasi (reklamasi) merupakan prakondisi dari lahan sangat kritis menuju iklim mikro kelembaban tinggi, kadar air meningkat, fluktuasi temperatur kecil, dan meningkatnya kesuburan tanah, sehingga dapat mendukung suksesi apalagi jika terdapat penyebaran benih dari pohon-pohon jenis alami sekitarnya. Kondisi tersebut akan mendukung terjadinya introduksi jenis-jenis tanaman lokal setempat yang secara alami dimulai dengan jatuhnya benih-benih tumbuhan, apalagi disekitar areal masih dijumpai tegakan hutan sebagai sumber benih. Jenis-jenis tumbuhan yang hidup di bawah tegakan pohon hutan tanaman revegetasi secara keseluruhan telah membentuk suatu komunitas, sehingga dalam kehidupannya secara ekologi saling berhubungan (Akbar, Priyanto, & Basiang, 2005).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil perhitungan analisis risiko terhadap dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT MSM menggunakan metode HEA menunjukkan bahwa untuk mengganti kerugian (debit) sebesar 1.876,16 DSHaYs, diperlukan program reklamasi (kredit) seluas 25,76 hektar setiap tahun selama 28 tahun pada tahap operasi produksi untuk meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Priyanto, E., & Basiang, H. A. (2000). Potensi Tanaman Revegetasi Lahan Reklamasi Bekas Tambang Batubara Dalam Mendukung Suksesi Alami. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, Vol. 2 No. 3, hal. 131-140.
- Arikunto, S. (2006). *Metode penelitian kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dunford, R. W., Ginn, T. C., & Desvousges, W. H. (2004). The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessment. *Ecological Economic*, 48, 49-70.
- Fauzi, A. (2014). *Valuasi ekonomi dan penilaian kerusakan sumber daya alam dan lingkungan*. Bogor: IPB Press.
- Fauzi, A. (2021). *Analisis risiko dan keberlanjutan lingkungan*. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka
- Hadjar, I. (1996). *Dasar-dasar metodologi penelitian kuantitatif dalam pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Hidayat, W., Rustiadi, E., & Kartodiharjo, H. (2015). *Dampak Pertambangan Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaian Peruntukan Ruang (Studi Kasus Kabupaten Luwu Timur, Provinsi*

- Sulawesi Selatan). *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol 26 No. 2, hal. 130-146.
- Lawing, Y. H. (2021). Reklamasi Lahan Pascatambang Batubara. *Magrobis Journal*, Vol. 21 No. 2.
- Lipton, J., Ozdemiroglu, E., Chapman, D., Peers, J. (Eds). 2018. *Equivalency method for environmental liability: Assessing damage and compensation under European environmental liability directive*. Springer. The Netherland.
- PTMSM. 2021. Laporan Pelaksanaan RKL-RPL Semester II Tahun 2021 PT Meares Soputan Mining. Manado: PT. Meares Soputan Mining.
- PTMSM. 2022. Laporan Pelaksanaan Reklamasi Tahap Operasi Produksi PT MSM Tahun 2021. Manado: PT Meares Soputan Mining.
- PTMSM. 2022. Laporan Pelaksanaan RKL-RPL Semester I Tahun 2022 PT Meares Soputan Mining. Manado: PT. Meares Soputan Mining.
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sarminah, S., Kristianto D., dan Syafrudin, M. 2017. Analisis Tingkat Bahaya Erosi Pada Kawasan Reklamasi Tambang Batubara PT Jembayan Muarabara Kalimantan. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(2): 154-162.
- Triananda, G. 2014. Analisis risiko lingkungan kegiatan pertambangan batu piring di kabupaten jember (Studi Di Desa Bedadung Kecamatan Pakusari Kabupaten Jember). Tesis, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember. [Http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/27381](http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/27381). Diakses Pada 10 April 2022.
- Yamani. A. 2015. Studi Besarnya Erosi pada Areal Reklamasi Tambang Batubara di PT Arutmin Indonesia Kabupaten Kotabaru. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(1) : 46 – 54.
- Zulkarnain, 2014. Soil Erosion Assessment of The Post-Coal Mining Site in Kutai Kartanegara District, East Kalimantan Timur. *International Journal of Science of Engeneering (IJSE)*, 7(2).



LETTER OF ACCEPTANCE

No: 001/U.JHT-LoA/2023

Presented to:

Eka Yudhiman, Agus Susanto, Lieza Corsita

Your manuscript entitled "Analisis Risiko Dampak Pembukaan Lahan Pada Kegiatan Pertambangan Emas PT Meares Soputan Mining"

was **ACCEPTED** to publish in

Ulin: Jurnal Hutan Tropis Volume 7 Number 1, Edition March 2023
Please find through: <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/UJHT>

Thank you for submitting a paper to

ULIN: Jurnal Hutan Tropis and congratulations for its acceptance.

Samarinda, 9 January 2023

Editor in Chief,

Dr. Ir. Syahrudin, M. Sc

jurnal ulin 2

by Liza Corsita

Submission date: 03-Mar-2023 08:53PM (UTC+0700)

Submission ID: 2027936947

File name: Jurnal_Ulin_revisian_2.doc (12.95M)

Word count: 4667

Character count: 28023

ANALISIS RISIKO DAMPAK PEMBUKAAN LAHAN PADA KEGIATAN PERTAMBANGAN EMAS PT MEARES SOPUTAN MINING

Eka Yudhiman¹, Agus Santoso², Lieza Corsita³

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Studi Lingkungan Universitas Terbuka
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten

^{2,3}Dosen Program Pascasarjana Studi Lingkungan Universitas Terbuka
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten
E-mail corresponden: lizapapua11@gmail.com

Artikel diterima :(07 Januari 2023). Revisi diterima : 2023.

ABSTRACT

Mining activities can have negative impacts if not managed properly, such as decreasing surface water quality, ambient air quality and disruption of flora and fauna due to land clearing to support mining activities. For this reason, sustainable environmental management efforts are needed by implementing a progressive reclamation program for examining land in the gold mining activities of PT Meares Soputan Mining (PT MSM). The purpose of this study was to analyze the risk of the impact of land clearing on PT Meares Soputan Mining's gold mining activities in improving the performance of sustainable environmental management through the implementation of a disturbed land reclamation program during the production operation stage. This study uses quantitative research methods through numerical or statistical analysis using Discounting and Habitat Equivalency Analysis (HEA) techniques for environmental risk analysis which requires stages that must be carried out carefully, where each stage is an important step because it will determine the final result of compensation for environmental damage, calculated on the restoration scale. Data analysis used the land cover ratio using the Habitat Equivalency Analysis (HEA) method. The software used for statistical data analysis is MS-Excel 2019. The results shown that the results of the calculation of the risk analysis on the land cover ratio using the HEA method show that to compensate (debit) 1,876.16 DSHaYs, a reclamation program (credit) of an area of 25.76 hectares every year for 28 years to improve sustainable environmental management performance.

Key words: Environmental Risk, Land Clearing, Reclamation, Mining, Discounting and Habitat Equivalency Analysis (HEA)

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan dapat berdampak negatif jika tidak dikelola dengan baik, seperti menurunnya kualitas air permukaan, kualitas udara ambien dan terganggunya flora dan fauna akibat pembukaan lahan untuk menunjang kegiatan pertambangan. Untuk itu diperlukan upaya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan dengan melaksanakan program reklamasi lahan bekas tambang secara progresif pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Soputan Mining (PT MSM). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Soputan Mining dalam meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan berkelanjutan melalui pelaksanaan program reklamasi lahan terganggu selama tahap operasi produksi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif melalui analisis numerik atau statistik menggunakan teknik Discounting dan Habitat Equivalency Analysis (HEA) untuk analisis risiko lingkungan, yang membutuhkan tindakan penting karena menentukan hasil akhir dari tindakan kompensasi kerusakan yang dihitung pada skala restorasi. Analisis data menggunakan rasio tutupan lahan dengan metode Habitat Equivalency Analysis (HEA). Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis data statistik adalah MS-Excel 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil perhitungan analisis risiko terhadap rasio tutupan lahan menggunakan metode HEA menunjukkan bahwa untuk mengganti kerugian (debit) sebesar 1.876,16 DSHaYs, diperlukan program reklamasi (kredit) seluas 25,76 hektar setiap tahun selama 28 tahun untuk meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Risiko Lingkungan, Pembukaan Lahan, Reklamasi, Pertambangan, Metode HEA.

PENDAHULUAN

Pertambangan memiliki efek positif dan negatif terhadap keberlanjutan pembangunan ekonomi dan lingkungan. Sumber daya alam yang dapat digunakan akan habis seiring dengan menipisnya sumber daya mineral yang ditambang. Dampak positifnya adalah terciptanya lapangan kerja baru, berkurangnya jumlah pengangguran, meningkatnya pendapatan penduduk lokal serta meningkatnya pendapatan daerah dan nasional melalui pajak dan bea perizinan. Sedangkan dampak negatif yang terjadi merupakan risiko tertinggi dari kegiatan pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan adalah perubahan bentang lahan, berkurangnya keanekaragaman hayati (flora dan fauna), erosi dan sedimentasi, pencemaran lingkungan dan rusaknya infrastruktur jalan. Berdasarkan dampak tersebut diharapkan ada pengelolaan lingkungan hidup yang baik dari sisi sektor swasta, masyarakat, kelembagaan maupun aturan hukum sehingga lingkungan hidup pada kegiatan pertambangan dapat lestari dan berkelanjutan (Triandana, 2014).

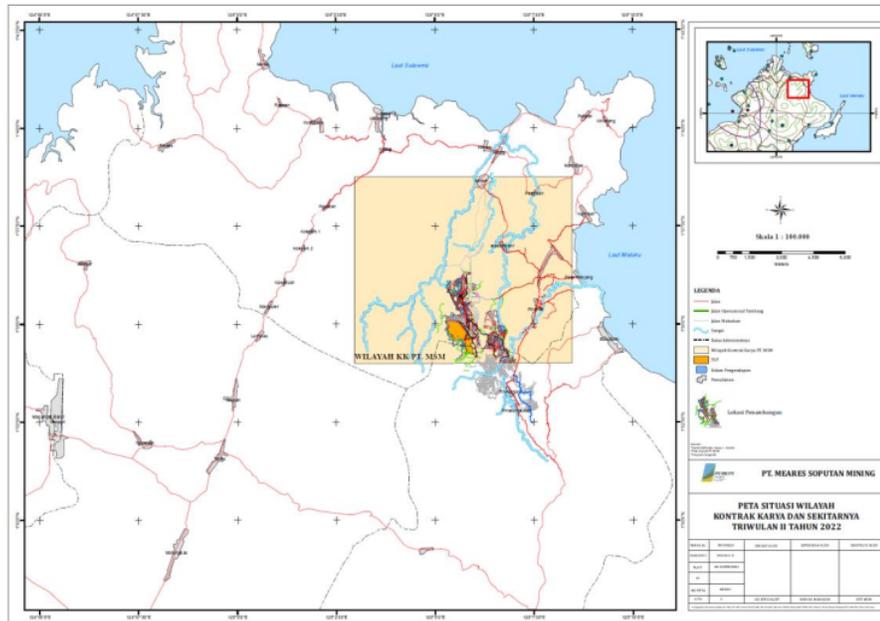
Pembukaan lahan (*land clearing*) merupakan proses yang dilakukan diawal melalui tahapan pembersihan lahan, penebangan pohon dan pengupasan tanah pucuk sebelum dimulainya kegiatan penambangan dan/atau kegiatan konstruksi suatu proyek dalam menunjang kegiatan pertambangan, namun memiliki dampak negatif terhadap terganggunya kualitas lingkungan khususnya kualitas air permukaan atau sungai jika tidak dilakukan pengelolaan lingkungan pertambangan yang baik. Semakin besar luas lahan yang dibuka maka semakin tinggi dampak kerusakan dan pencemaran lingkungan akibat laju erosi yang tinggi, sehingga diperlukan untuk melakukan penilaian risiko lingkungan untuk mengidentifikasi dan mengelola dampak lingkungan, agar dapat mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan pada kegiatan pertambangan. Proses terakhir yang perlu dilakukan setelah melakukan pembukaan lahan adalah melakukan reklamasi lahan (rehabilitasi) terhadap lokasi yang terdampak oleh kegiatan pertambangan agar terjadi penurunan tingkat laju erosi pada areal-areal yang telah dilakukan rehabilitasi tersebut. Reklamasi ini dilakukan pada areal terganggu yang tidak digunakan lagi dan lubang-lubang bekas galian tambang melalui tahapan penataan lahan dan revegetasi untuk mengembalikan fungsi lahan sesuai peruntukannya, dan kegagalan pengelolaan erosi pada areal reklamasi akan mengakibatkan lahan tersebut menjadi lahan kritis, dan apabila lahan reklamasi tersebut mengalami degradasi maka akan sangat sulit untuk merehabilitasinya kembali karena tanah pucuknya sudah hilang terbawa erosi (Zulkamain, 2014).

PT Meares Sopotan Mining ("PT MSM") adalah perusahaan pertambangan emas dengan status kontrak kerja generasi keempat berdasarkan persetujuan Presiden Republik Indonesia pada tahun 1986. PT MSM telah bergerak di bidang produksi pertambangan sejak tahun 2011. Dalam kegiatan operasi produksinya PT MSM telah melakukan pembukaan lahan sejak tahun 2011 sampai akhir tahun 2021 seluas 591,85 ha, dan untuk mencegah terjadinya dampak kerusakan lingkungan akibat kegiatan pertambangan PT MSM telah melaksanakan reklamasi lahan terganggu secara progresif seluas 116,82 ha (20%) yang merupakan salah satu cara untuk mencegah risiko lingkungan pada kegiatan pertambangan PT MSM sebagai bagian dari program lingkungan yang berkelanjutan (PTMSM, 2022). Ada beberapa konsep atau metode analisis risiko lingkungan yang umum digunakan, yaitu metode kuantitatif *Discounting* dan *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). *Discounting* merupakan salah satu instrument penting dalam analisis risiko lingkungan. Risiko lingkungan dapat memiliki dimensi yang relatif panjang, sehingga pendiskontoan menggabungkan evaluasi periode waktu tersebut. Selain mensyaratkan perbandingan moneter (nilai rupiah) yang sama dari waktu ke waktu, diskonto juga berhubungan dengan ekuitas antar generasi dan mewakili preferensi manusia yang umumnya positif (memilih konsumsi saat ini daripada konsumsi di masa depan). Sedangkan *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) merupakan pendekatan analisis risiko lingkungan yang memerlukan langkah-langkah yang tepat dimana merupakan langkah yang penting karena menentukan hasil akhir dari kompensasi kerusakan lingkungan yang diperhitungkan dalam skala restorasi (Fauzi, 2021).

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Sopotan Mining dalam meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan berkelanjutan melalui pelaksanaan program reklamasi lahan terganggu selama tahap operasi produksi.

Lokasi Penelitian

Lokasi proyek pertambangan PT MSM terletak di Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara dan Kecamatan Ranowulu Kota Bitung Provinsi Sulawesi Utara, dengan batas-batas geografi 125°02'58" hingga 125°08'28" Bujur Timur dan 1°34'0" hingga 1°38'45" Lintang Utara. Jarak lokasi PT MSM dari ibu kota Provinsi Sulawesi Utara Manado sekitar 60 km dengan jarak tempuh kendaraan darat sekitar 1,5 jam. Sementara jarak dari Bandara Internasional Sam Ratulangi Manado sekitar 45 km dengan jarak tempuh sekitar 1 jam perjalanan darat. Untuk akses dari pelabuhan laut Kota Bitung sekitar 30 km dengan jarak tempuh kendaraan darat sekitar 45 menit (PTMSM, 2021). Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Kontrak Karya PT MSM (Sumber: PT MSM, 2022)

Prosedur Penelitian

Desain Penelitian

Pendekatan penelitian dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif melalui analisis numerik atau statistik menggunakan teknik Discounting dan Habitat Equivalency Analysis (HEA) untuk mengkaji risiko lingkungan (Fauzi, 2021).

Instrumen Penelitian

Perangkat adalah alat pengukur yang memberikan informasi kuantitatif objektif tentang berbagai karakteristik variable, sedangkan instrumen adalah alat atau perangkat yang digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan informasi untuk memudahkan pekerjaan dan meningkatkan hasil, sehingga mudah untuk ditangani (Arikunto, 2006). Alat penelitian meliputi wawancara, observasi lapangan (observasi) dan dokumentasi. Untuk memastikan reliabilitas instrumen penelitian yang digunakan, perlu dilakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen tersebut. Akurasi dan reliabilitas data lapangan yang diperoleh kemudian diuji dengan menggunakan program SPSS atau Excel (Hadjar, 1996).

Pengumpulan Data

Sumber data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yaitu sumber data primer adalah hasil observasi lapangan dan wawancara informasi. Namun, data sekunder diperoleh dengan meninjau dokumen milik perusahaan berupa dokumen lingkungan hidup (Amdal) dan data kemajuan

4

reklamasi dan restorasi 10 tahun lahan bekas tambang untuk menentukan rasio tutupan (skala restorasi) dari laporan pelaksanaan RKL & RPL dan laporan pelaksanaan reklamasi perusahaan.

Analisis Data

Data lapangan yang telah dikumpulkan dari wilayah PT MSM berupa data sekunder dan data primer untuk dilakukan analisa risiko lingkungan menggunakan metode kuantitatif melalui analisis risiko lingkungan menggunakan metode *Discounting* atau *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). Analisis kuantitatif, bertujuan untuk melakukan pengukuran terhadap rasio tutupan lahan (skala restorasi) melalui perbandingan luasan pembukaan lahan dan reklamasi lahan tambang yang perhitungannya menggunakan teknik HEA (*Habitat Equivalency Analysis*).

Menurut (Dunford, Ginn, & Desvousges, 2004) HEA pada dasarnya merupakan dasar restorasi dan kompensasi sumber daya alam dan jasa lingkungan dengan menghitung luas restorasi (dalam skala) yang diperlukan dalam satuan fisik seperti hektar per tahun, yang kemudian dapat dikonversi menjadi satuan moneter seperti dalam USD per tahun atau mata uang lainnya, dan HEA bergantung sepenuhnya pada penggunaan pendiskontoan, yang dihitung ulang untuk menyajikan nilai menggunakan tingkat diskonto yang tepat untuk membandingkan kerusakan ekosistem yang setara dari waktu ke waktu. Persamaan HEA ditunjukkan dengan persamaan 1.

$$\sum_{t=t_0}^{t_1} L_t (1+r)^{(P-t)} = \sum_{s=s_0}^{s_j} R_s (1+r)^{(P-s)} \quad (1)$$

di mana

L_t = besaran kerugian antara (*interim loss*)

R_t = besaran kredit (restorasi yang dipulihkan)

r = tingkat diskonto (*discount rate*)

t = waktu

P = waktu awal kejadian

t_1 = waktu akhir kerugian antara

s_j = waktu akhir layanan diperoleh

Persamaan (1) di atas menggambarkan bahwa kerugian lembur yang didiskontokan (persamaan kiri) harus sama dengan manfaat pemulihan dari kejadian awal kerugian restorasi jasa ekologis. Persamaan di atas kemudian menciptakan "skala", yaitu pembagian keuntungan (*gain*) dan kerugian (*loss*) sehingga penghitungan HEA memerlukan lima komponen utama untuk menghitung skala restorasi sebagaimana disampaikan Fauzi (2014), yaitu: komponen pertama adalah layanan ekosistem (ekologi) atau dikenal dengan "services" yakni fungsi ekologi dan fungsi lingkungan yang rusak yang menjadi dasar bagi penghitungan *equivalency analysis*, komponen kedua adalah *debit/loss* (jumlah kerusakan yang terjadi sepanjang waktu yang menggambarkan "service loss", komponen ketiga adalah *interim loss* (kerugian antara) yang menggambarkan total kerusakan dari mulai awal terjadinya kerusakan hingga selesainya restorasi atau remediasi, komponen keempat adalah *credit/gain* yakni manfaat yang dihasilkan dari proyek restorasi yang menggambarkan "service gain" dan komponen terakhir adalah *metric* yakni ukuran yang digunakan untuk menghitung *debit* dan *credit* (dinyatakan dalam unit luasan seperti hektar, m² dan sejenisnya).

	20.50						-	20.50
4. Timbunan Tanah Pucuk (Ha)	15.62		-	1.14		-	1.14	16.76
5. Jalan Tambang dan Non Tambang (Ha)	62.03	1.50	2.04		1.13		3.17	65.20
6. Kolam Sedimen/Kendali Erosi (Ha)	21.62	23.33					-	21.62
7. Fasilitas Penunjang:	160.81	20.07	4.57	2.59	8.65	4.80	20.61	181.42
a. Pabrik Pengolahan dan Pemurnian	8.27						-	8.27
b. Kolam/Timbunan Tailing	45.76	15.08				2.31	2.31	48.07
c. Tempat Penimbunan bijih (ROM Pad)	16.03		0.09				0.09	16.12
d. Perumahan Karyawan	11.04		4.48				4.48	15.52
e. Gudang Handak	5.30			2.59	0.48		3.07	8.37
f. Kantor	3.79						-	3.79
g. Bengkel dan laydown area	8.71						-	8.71
h. Pelabuhan/Emplacement	1.86						-	1.86
i. Landfill	0.14	4.69					-	0.14
j. Lainnya	59.91	0.30			8.17	2.49	10.66	70.57
TOTAL	487.08	119.85	13.39	38.48	26.23	26.67	104.77	591.85

Total luas pembukaan lahan PT MSM sejak mulai tahap operasi produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 adalah 591,85 ha (ditunjukkan pada table 1), dimana luas area tambang seluas 101,23 ha, area timbunan batuan penutup seluas 205,62 ha, area timbunan tanah pucuk seluas 16,76 ha, jalan tambang/non tambang seluas 65,2 ha, kolam sedimen seluas 21,62 ha dan fasilitas penunjang seluas 181,42 ha (PT MSM, 2021).

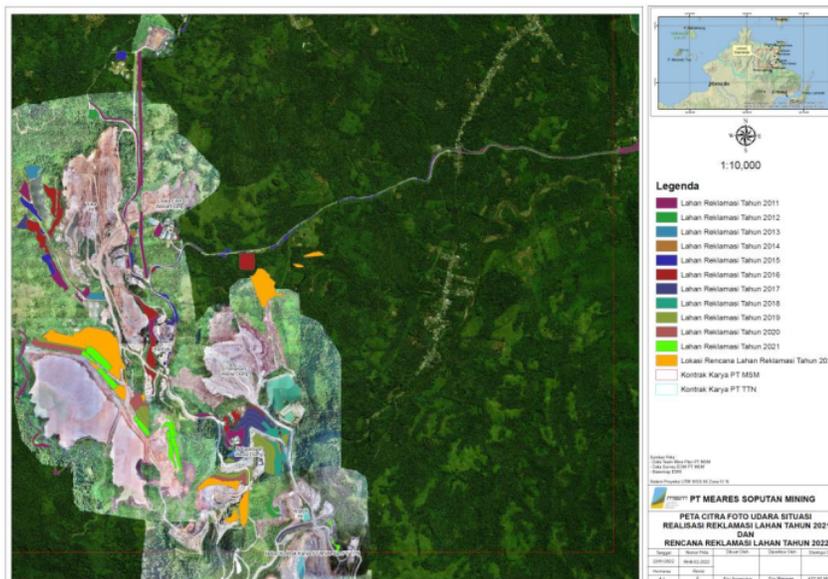
Lahan pertambangan yang telah dibuka dan tidak digunakan lagi akan dilakukan reklamasi (revegetasi) secara progresif untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan dan sebagai bagian dari pemenuhan kewajiban reklamasi lahan bekas tambang berdasarkan Rencana Reklamasi 5 Tahun PT MSM yang telah disetujui oleh Dirjen Minerba ESDM. Menurut (Rosmarkam & Yuwono, 2002) bahwa tujuan kegiatan remedial adalah untuk mengembalikan fungsi tanah dan menjaga kualitas lingkungan pascatambang, dimana tanah biasanya bersifat masam dan miskin unsur hara, sehingga tujuannya adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah melalui pemupukan. Status hara tanah selalu berubah tergantung pada musim, pengelolaan tanah dan jenis tanaman. Luas lahan bekas tambang yang telah direklamasi selama tahap operasi produksi tahun 2011-2021 disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Kemajuan Lahan Reklamasi PT MSM Tahun 2021

No	Uraian Reklamasi	Satuan	Kumulatif s.d. Tahun 2020	Realisasi Reklamasi Tahun 2021					Kumulatif s.d. Tahun 2021
				Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV	Total	
1	Pengisian kembali lahan bekas tambang	Ha	15	-	-	-	-	-	15
2	Pengaturan permukaan lahan	Ha	107.06	1.79	5.77	0.89	1.31	9.76	116.82
	a. Timbunan tanah/batuan penutup di bekas tambang	Ha		-	-	-	-	-	
	b. Timbunan tanah/batuan penutup di luar tambang	Ha	37.05	1.79	5.77	0.89	1.22	9.67	46.72

	c. Timbunan sisa hasil pengolahan dan/atau pemurnian	Ha		-	-	-	-	-	-	-
	d. Timbunan tanah pucuk	Ha	3.06	-	-	-	-	-	-	3.06
	d. Bekas kolam sedimen/sarana pengendali erosi	Ha	25.93	-	-	-	-	-	-	25.93
	f. Bekas jalan Tambang dan non tambang	Ha	7.91	-	-	-	0.09	0.09		8.00
	g. Fasilitas penunjang lainnya	Ha	33.11	-	-	-	-	-		33.11
3	Penhijauan (Revegetasi)	Ha								116.82
	3 a. Lahan bekas tambang (<i>inpit</i>)	Ha	107.06	1.79	5.77	0.89	1.31	9.76		
	b. Timbunan tanah/batuan ditutup di luar tambang	Ha	37.05	1.79	5.77	0.89	1.22	9.67		46.72
	c. Timbunan sisa hasil pengolahan dan/atau pemurnian	Ha		-	-	-	-	-		-
	d. Timbunan tanah pucuk	Ha	3.06	-	-	-	-	-		3.06
	d. Bekas kolam sedimen/sarana pengendali erosi	Ha	25.93	-	-	-	-	-		25.93
	f. Bekas jalan tambang dan non tambang	Ha	7.91	-	-	-	0.09	0.09		8.00
	g. Fasilitas penunjang lainnya	Ha	33.11	-	-	-	-	-		33.11

Total luas lahan reklamasi PT MSM sejak mulai tahap operasi produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 adalah seluas 116,82 ha (Tabel 1), dimana luas pengaturan permukaan lahan (penataan lahan) dan penghijauan (revegetasi) sama (PT MSM, 2022). Proses kegiatan reklamasi yang dilakukan secara mekanis menimbulkan pencemaran lingkungan berupa pencemaran tanah dan air. Pengelolaan tanah pada lahan pascatambang memberikan manfaat yang besar bagi pertumbuhan flora dan fauna yang terganggu akibat kegiatan pertambangan (Lawing, 2021).



Gambar 3. Peta Kemajuan Reklamasi PT MSM Tahun 2011-2021

8

Lahan bekas tambang yang telah direklamasi (ditunjukkan pada Gambar 3), biasanya direncanakan untuk dibuka/digunakan kembali (*re-disturb*) untuk menunjang kegiatan penambangan. Untuk menggunakan kembali lahan reklamasi diperlukan persetujuan dari Dirjen Minerba ESDM. Luas lahan reklamasi PT MSM yang dibuka/digunakan kembali (*re-disturb*) seluas 8,56 ha selama tahun 2021 (Tabel 3).

Tabel 3. Pembukaan Kembali (*Re-disturb*) Area Reklamasi Pada Kegiatan Penambangan PT MSM Tahun 2021

No	Lokasi Pembukaan Kembali Area Reklamasi	Satuan	Rencana Pembukaan Kembali Area Reklamasi (Redisturb) Tahun 2021	Realisasi Redisturb Tahun 2021					Peruntukan Lahan
				Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV	Total	
1	Area HD TSF	Ha	3.01	-	-	-	-	-	TSF 290
2	Powerline	Ha	6.51	-	-	0.71	-	0.71	Akses WD
3	Eks Koba Camp	Ha	0.38	-	-	-	-	-	Toka East WD
4	Eks Nursery	Ha	0.71	-	-	-	-	-	Toka East WD
5	Sisi Jalan dari Laydown ke Pos Charlie	Ha	0.63	-	-	0.22	-	0.22	Akses Toka East WD
6	Sekitar Area Pengolahan	Ha	1.53	-	-	-	-	-	ROOM Expansion
7	Sekitar Perbengkelan	Ha	1.51	-	0.02	-	-	0.02	Jalan Hauling
8	Sisi Timur Pangisan Pond	Ha	2.40	2.40	-	-	-	2.40	Perluasan PSP+Jalan Akses Listrik
9	Sekitar Pos Alfa	Ha	0.11	0.11	-	-	-	0.11	Perluasan Pos Alfa
10	Eks Koba Camp	Ha	0.24	-	-	-	-	-	Toka East WD
11	Sisi Jalan Office ke Simpang Laydown	Ha	0.10	-	-	-	-	-	Jalan Hauling
12	Penanaman di Jalan Kanan-Kiri menuju MSM Magazine	Ha	0.17	0.17	-	-	-	0.17	Jalan Hauling
13	Masuk Kantor PT Cahaya Gelora	Ha	0.19	0.19	-	-	-	0.19	MKA Workshop
14	Sisi Barat Plant Site	Ha	1.88	-	-	-	-	-	ROM Expansion
15	Sekitar Rompad	Ha	1.50	-	-	-	-	-	ROM Expansion
16	Sekitar SMA Office 2016	Ha	0.72	-	-	-	-	-	MKA Workshop
17	Sekitar MKA Office	Ha	1.20	1.20	-	-	-	1.20	MKA Workshop
18	Batupangah WD RL 160	Ha	0.07	0.07	-	-	-	0.07	Jalan Hauling
19	Batupangah WD RL 175	Ha	0.25	0.25	-	-	-	0.25	Jalan Hauling
20	Batupangah WD RL 190	Ha	0.17	0.17	-	-	-	0.17	Jalan Hauling
21	Batupangah WD RL 156-160	Ha	0.20	0.20	-	-	-	0.20	Jalan Hauling

22	Batupangah WD RL 115-175	Ha	1.27	1.27	-	-	-	1.27	Jalan Hauling
23	Batupangah WD RL 205	Ha	0.39	0.39	-	-	-	0.39	Jalan Hauling
24	Batupangah WD RL 2019	Ha	0.60	0.60	-	-	-	0.60	Jalan Hauling
25	Batupangah WD RL 205-210	Ha	0.57	0.57	-	-	-	0.57	Jalan Hauling
26	Batupangah WD RL 205-235	Ha	1.81	-	-	-	0.02	0.02	Jalan Hauling
Total Luas (Ha)		Ha	28.12	7.59	0.02	0.93	0.02	8.56	

Untuk mengetahui hasil analisis risiko kegiatan pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan PT MSM menggunakan metode kuantitatif dengan teknik *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). Dimana selama 10 tahun (tahun 2011-2021) kegiatan pertambangan PT MSM, luas lahan pertambangan yang dibuka seluas 591,85 hektar dibandingkan dengan luas lahan terganggu yang telah direklamasi seluas 116,82 hektar serta lahan reklamasi yang digunakan kembali (*re-disturb*) seluas 8,56 hektar untuk menunjang kegiatan pertambangan (PTMSM, 2022).

Kasus pembukaan lahan yang diamati pada perhitungan menggunakan metode HEA adalah hipotetik berdasarkan angka luasan bukaan lahan dan luasan remediasi (reklamasi lahan) selama 10 tahun untuk memberikan gambaran perhitungan debit, kredit dan skala restorasi yang dibutuhkan (Lipton, et., al., 2018), dengan asumsi sebagai berikut:

1) Perhitungan kerugian (debit)

Selama 10 tahun kegiatan penambangan PT MSM, terdapat 591,85 ha lahan yang dibuka/diganggu untuk menunjang kegiatan penambangan yang mengakibatkan kehilangan jasa dan fungsi ekosistem. Parameter yang dijadikan dasar perhitungan yaitu asumsi awal kehilangan fungsi ekosistem tahun 2012, tahun akhir debit/tahun kerugian diasumsikan terjadi sampai tahun 2021 (ketika layanan ekosistem 591,85 hektar lahan kembali ke posisi sebelum terjadi kerusakan), tahun dasar *discount factor* adalah 2012 (tahun asesmen dilakukan) sehingga *discount factor* pada tahun ini sama dengan 1, asumsi sebaran luasan adalah kerusakan menyebar rata pada lahan 591,85 ha, derajat kerugian diasumsikan bahwa ekosistem mengalami penurunan layanan sebesar 50% dan penurunan ini berlanjut sampai tahun 2016 (kemudian mengalami penurunan sampai tidak ada lagi kerugian pada tahun 2021 atau ekosistem mulai mengalami pemulihan), dan asumsi *Discount rate* yang digunakan sebesar 3% per tahun. Berdasarkan asumsi di atas, maka perhitungan debit HEA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ilustrasi Hipotetik Perhitungan Debit HEA

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian	Discount Factor	Debit
		Penurunan (%)	(PV multiplier)	(DSHaYS)
2012	591.85	50%	1.00	295.93
2013	591.85	50%	0.97	287.05
2014	591.85	50%	0.94	278.17
2015	591.85	50%	0.91	269.29
2016	591.85	50%	0.88	260.41
2017	591.85	40%	0.85	201.23
2018	591.85	30%	0.82	145.60
2019	591.85	20%	0.79	93.51
2020	591.85	10%	0.76	44.98
2021	591.85	0%	0.73	-
Total Debit (Discounted Service Hectare Year atau DSHaYS)				1,876.16

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa hasil perhitungan debit HEA adalah jumlah total debit yang dihitung dalam *discounted service hectare years* (DSHaYS) yaitu sebesar 1.876,16 yang menggambarkan nilai total kerugian selama layanan ekosistem mengalami kerusakan.

2) Perhitungan manfaat (Kredit)

Untuk menghitung manfaat dari remediasi (reklamasi) atau kredit dari HEA, maka program remediasi (reklamasi) di lokasi penambangan dapat dilakukan untuk memperbaiki ekosistem lahan yang dibuka/dirusak luas 591,85 hektar. Beberapa parameter asumsi yang digunakan, yaitu: tahun awal (*baseline*) adalah manfaat dari remediasi terjadi setelah 2 tahun dari kerusakan yakni pada tahun 2014, asumsi tahun akhir kredit adalah berakhirnya tahapan Pascatambang (*mine closure*) pada tahun 2046, asumsi derajat manfaat diasumsikan bahwa manfaat remediasi (reklamasi) sebesar 50% dari *baseline*, dan manfaat ini diperoleh secara gradual sebesar 10% per tahun sampai tahun 2018 kemudian konstan selama 28 tahun berikutnya sebesar 50% sampai tahun 2046, asumsi sebaran luasan diasumsikan kerusakan menyebar rata pada lahan 591,85 ha, asumsi perhektar unit remediasi sebesar 10,83 hektar pertahun, total reklamasi dikurangi pembukaan kembali lahan reklamasi (*re-disturb*) seluas 108,25 hektar, asumsi *discount rate* yang digunakan sebesar 3% per tahun, asumsi tahun dasar *assessment* adalah tahun dasar debit yakni pada tahun 2012, sehingga *discount factor* sama dengan 1, asumsi lainnya adalah selama tahun 2012-2013 belum diperoleh manfaat dari remediasi (reklamasi) sehingga *service gain* pada kedua tahun ini sama dengan nol.

Tabel 5. Ilustrasi Hipotetik Perhitungan Kredit HEA

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian	Discount Factor	Kredit
		Peurunan (%)	(PV multiplier)	(DSHaYS)
2012	10.83	0%	1.00	-
2013	10.83	0%	0.97	-
2014	10.83	10%	0.94	1.02
2015	10.83	20%	0.91	1.97
2016	10.83	30%	0.88	2.86
2017	10.83	40%	0.85	3.68
2018	10.83	50%	0.82	4.44
2019	10.83	50%	0.79	4.28
2020	10.83	50%	0.76	4.12
2021	10.83	50%	0.73	3.95
2041	10.83	50%	0.13	0.70
2042	10.83	50%	0.1	0.54
2043	10.83	50%	0.08	0.43
2044	10.83	50%	0.06	0.32
2045	10.83	50%	0.04	0.22
2046	10.83	50%	0.01	0.05
Total Kredit (DSHaYS) lahan yang diremediasi				72.83

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil perhitungan kredit HEA adalah jumlah total kredit yang dihitung dalam *discounted service hectare years* (DSHaYS) yaitu sebesar 72,83 yang menggambarkan nilai total manfaat (*gain*) peningkatan layanan ekosistem lahan perhektar terhadap baseline dihitung dalam *present value* (2012), angka ini kemudian digunakan untuk menghitung skala restorasi.

3) Perhitungan Skala Restorasi

Setelah hasil perhitungan debit dan kredit diperoleh, maka langkah berikutnya dalam analisis risiko metode HEA adalah menghitung skala restorasi (*scale*). Pembagian debit terhadap kredit diperoleh sebesar $1.876,16/72,83 = 25,76$ hektar, maka dapat disimpulkan bahwa untuk mengganti kerugian sebesar 1.876,16

DSHa⁵, diperlukan program restorasi (reklamasi) seluas 25,76 hektar dengan tujuan kegiatan tersebut akan memperbaiki atau menata lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha penambangan, sehingga berfungsi dan berdayaguna sesuai dengan peruntukannya (Sarminah dkk, 2017). Nilai ini menggambarkan jumlah hektar yang dibutuhkan setiap tahun, dimulai dari remediasi (reklamasi) tahun 2012 untuk penyediaan layanan jasa ekosistem selama 28 tahun yang akan mengkompensasi kerugian antara (*interim loss*) sebesar 1.876,16 ha. Berdasarkan hasil perhitungan analisis risiko menggunakan teknik *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) menunjukkan bahwa kegiatan pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan PT MSM memiliki skala risiko yang rentan, sehingga membutuhkan upaya restorasi terhadap lahan untuk mengkompensasi kerusakan ekosistem atau lahan yang terganggu untuk mengembalikan habitat atau fungsi lahan sesuai peruntukannya. Implementasi HEA digambarkan sebagai layanan habitat dalam bentuk proporsi yang dibandingkan dengan nilai moneter dari setiap habitat, jika layanan dari habitat yang rusak turun 40%, maka nilai moneter juga turun sebesar 40% (Dunford, et.al., 2004). Gambar 4 menyajikan informasi perbandingan rasioutupan lahan (luas sisa pembukaan lahan, kemajuan reklamasi dan penggunaan kembali area reklamasi (*re-disturb*)).



Gambar 4. Diagram Perbandingan Luas Sisa Pembukaan Lahan, Area Reklamasi dan Area *Re-disturb* PT MSM Tahun 2011-2022

Pada Gambar 4 di atas dapat dijelaskan bahwa luas lahan yang telah dibuka untuk menunjang kegiatan pertambangan emas PT MSM seluas 591,85 ha, terdiri dari 116,82 ha (20%) lahan yang telah direklamasi, lahan reklamasi yang digunakan kembali seluas 8,56 ha (1%), dan sisa lahan terganggu yang masih aktif luas 466,47 ha (79%) (PTMSM, 2021). Kondisi kemajuan reklamasi lahan bekas tambang PT MSM dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Kemajuan reklamasi lahan bekas tambang (PTMSM, 2021)

Kondisi lahan yang telah ditanami atau revegetasi (reklamasi) merupakan prakondisi dari lahan sangat kritis menuju mikroklimat kelembaban tinggi, kadar air meningkat, fluktuasi temperatur kecil, dan meningkatnya kesuburan tanah, sehingga dapat mendukung suksesi apalagi jika terdapat penyebaran benih dari pohon-pohon jenis alami sekitarnya. Kondisi tersebut akan mendukung terjadinya introduksi jenis-jenis tanaman lokal setempat yang secara alami dimulai dengan jatuhnya benih-benih tumbuhan, apalagi disekitar areal masih dijumpai tegakan hutan sebagai sumber benih. Jenis-jenis tumbuhan yang hidup di bawah tegakan pohon hutan tanaman revegetasi secara keseluruhan telah membentuk suatu komunitas, sehingga dalam kehidupannya secara ekologi saling berhubungan (Akbar, Priyanto, & Basiang, 2005).

Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil perhitungan analisis risiko terhadap dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT MSM menggunakan metode HEA menunjukkan bahwa untuk mengganti kerugian (debit) sebesar 1.876,16 DSHaYs, diperlukan program reklamasi (kredit) seluas 25,76 hektar setiap tahun selama 28 tahun pada tahap operasi produksi untuk meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Priyanto, E., & Basiang, H. A. 200). Potensi Tanaman Revegetasi Lahan Reklamasi Bekas Tambang Batubara Dalam Mendukung Suksesi Alami. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, Vo. 2 No. 3, hal. 131-140.
- Arikunto, S. (2006). *Metode penelitian kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dunford, R. W., Ginn, T. C., & Desvousges, W. H. 2004. The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessment. *Ecological Economic*, 48, 49-70.
- Fauzi, A. 2014. *Valuasi ekonomi dan penilaian kerusakan sumber daya alam dan lingkungan*. Bogor: IPB Press.
- Fauzi, A. 2021. *Analisis risiko dan keberlanjutan lingkungan*. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka
- Hadjar, I. (1996). *Dasar-dasar metodologi penelitian kuantitatif dalam pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Hidayat, W., Rustiadi, E., & Kartodiharjo, H. 2015. *Dampak Pertambangan Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaian Peruntukan Ruang (Studi Kasus Kabupaten Luwu Timur, Provinsi*

- Sulawesi Selatan). *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol 26 No. 2, hal. 130-146.
- Lawing, Y. H. (2021). Reklamasi Lahan Pascatambang Batubara. *Magrobis Journal*, Vol. 21 No. 2.
- Lipton, J., Ozdemiroglu, E., Chapman, D., Peers, J. (Eds). 2018. *Equivalency method for environmental liability: Assessing damage and compensation under European environmental liability directive*. Springer. The Nederland.
- PTMSM. 2021. Laporan Pelaksanaan RKL-RPL Semester II Tahun 2021 PT Meares Sopotan Mining. Manado: PT. Meares Sopotan Mining.
- PTMSM. 2022. Laporan Pelaksanaan Reklamasi Tahap Operasi Produksi PT MSM Tahun 2021. Manado: PT Meares Sopotan Mining.
- PTMSM. 2022. Laporan Pelaksanaan RKL-RPL Semester I Tahun 2022 PT Meares Sopotan Mining. Manado: PT. Meares Sopotan Mining.
- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. (2002). *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sarminah, S., Kristianto D., dan Syafrudin, M. 2017. Analisis Tingkat Bahaya Erosi Pada Kawasan Reklamasi Tambang Batubara PT Jembayan Muarabara Kalimantan. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(2): 154-162.
- Triananda, G. 2014. Analisis risiko lingkungan kegiatan pertambangan batu piring di kabupaten jember (Studi Di Desa Bedadung Kecamatan Pakusari Kabupaten Jember). Tesis, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember. [Http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/27381](http://Repository.Unej.Ac.Id/Handle/123456789/27381). Diakses Pada 10 April 2022.
- Yamani, A. 2015. Studi Besarnya Erosi pada Areal Reklamasi Tambang Batubara di PT Arutmin Indonesia Kabupaten Kotabaru. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(1) : 46 – 54.
- Zulkarnain, 2014. Soil Erosion Assessment of The Post-Coal Mining Site in Kutai Kartanegara District, East Kalimantan Timur. *International Journal of Science of Engeneering (IJSE)*, 7(2).

jurnal ulin 2

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	pustaka.ut.ac.id Internet Source	11%
2	Submitted to Universitas Borneo Tarakan Student Paper	4%
3	investasi.minerba.esdm.go.id Internet Source	2%
4	Submitted to Universitas Terbuka Student Paper	1%
5	e-journals.unmul.ac.id Internet Source	1%
6	ejurnal.unikarta.ac.id Internet Source	1%
7	repository.unib.ac.id Internet Source	1%
8	Abdillah Munawir, Nurhasanah Nurhasanah, Edi Rusdiyanto, Siti Umamah Naili Muna. "Kebijakan Pemanfaatan Hutan Mangrove Berkelanjutan dengan Teknik Interpretative Structural Modeling di Taman Nasional Rawa	1%

Aopa, Sulawesi Tenggara", Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, 2022

Publication

9	Submitted to iGroup Student Paper	<1 %
10	core.ac.uk Internet Source	<1 %
11	id.123dok.com Internet Source	<1 %
12	Kadek Nando Setiawan, Nurkhamim. "Estimation of requirement excavator and haul-truck equipment based on region vs baseline model in PT. Vale Indonesia Tbk", AIP Publishing, 2021 Publication	<1 %
13	ejournal.unib.ac.id Internet Source	<1 %
14	istina.ipmnet.ru Internet Source	<1 %
15	media.neliti.com Internet Source	<1 %
16	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
17	www.scribd.com Internet Source	<1 %

18 www.walhi.or.id <1 %
Internet Source

19 adoc.pub <1 %
Internet Source

20 docobook.com <1 %
Internet Source

21 es.scribd.com <1 %
Internet Source

22 journal.uinsgd.ac.id <1 %
Internet Source

23 qdoc.tips <1 %
Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 5 words

Exclude bibliography On