

Analisis risiko dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Soputan Mining

Eka Yudhiman^{1*}, Agus Susanto¹, Lieza Corsita¹
¹Program Pascasarjana Studi Lingkungan Universitas Terbuka
Jalan Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten
*E-Mail: yudhi73@live.com

Artikel diterima: 24 Januari 2023 Revisi diterima: 26 Maret 2023

ABSTRACT

Mining activities can have negative impacts if not properly managed, 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 necessary 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 to determine 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 show 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 membawa 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, seperti pada kasus 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 memerlukan tahapan yang harus dilakukan secara cermat, dimana setiap tahapan merupakan langkah penting karena akan menentukan hasil akhir dari kompensasi kerusakan lingkungan yang dihitung dalam 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 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

Kegiatan pertambangan memberikan dampak positif dan negatif bagi keberlanjutan pembangunan ekonomi dan lingkungan. Sumber daya alam yang dimanfaatkan akan habis seiring dengan semakin menipisnya bahan galian yang tertambang. Dampak positif yang terjadi adalah membuka lapangan kerja baru, mengurangi jumlah pengangguran, menambah penghasilan warga sekitar,

meningkatkan pendapatan daerah dan negara melalui pajak dan royalti. 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 diawali dengan tahapan pembersihan lahan, penebangan pohon dan pengupasan tanah pucuk sebelum dimulainya kegiatan penambangan dan/atau kegiatan konstruksi suatu proyek dalam menunjang kegiatan pertambangan, kegiatan tersebut 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 perlukan untuk melakukan penilaian risiko lingkungan untuk mengidentifikasi dan mengelola dampak lingkungan, agar dapat mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan akibat adanya 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 Soputan Mining (“PT MSM”) merupakan perusahaan pertambangan emas dengan status Kontrak Karya generasi ke IV berdasarkan Persetujuan Presiden Republik Indonesia tahun 1986. PT MSM telah melakukan operasi produksi penambangan 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).

Risiko lingkungan akibat kegiatan pertambangan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan tercapainya pembangunan berkelanjutan. Lingkungan yang rusak akan menimbulkan risiko dalam bentuk moneter dan non-moneter yang akan berimplikasi pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan. Transmisi risiko lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan bisa sangat bervariasi dan dinamis. Namun tiga faktor utama yang kini mengemuka dan akan menjadi konsep global dan berkelanjutan di masa mendatang yaitu berkaitan dengan perubahan iklim, kehilangan keanekaragaman hayati, dan eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya alam dan lingkungan, yang bisa berdampak pada keberlanjutan ekonomi, sosial dan lingkungan. Ada beberapa konsep atau metode analisis risiko lingkungan yang umum digunakan, antara lain metode kuantitatif menggunakan *Discounting* dan *Habitat Equivalency Analysis* (HEA). *Discounting* merupakan salah satu instrument penting dalam analisis risiko lingkungan. Risiko lingkungan bisa melibatkan kurun waktu yang relative lama sehingga *discounting* menjembatani penilaian antar waktu tersebut. Selain diperlukan agar perbandingan moneter (nilai rupiah) menjadi setara antar waktu, *discounting* juga berkaitan dengan keadilan antar generasi dan mewakili preferensi masyarakat yang cenderung positif (memilih konsumsi saat ini dibandingkan dengan masa yang akan datang). Sedangkan *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) merupakan pendekatan untuk analisis risiko lingkungan yang memerlukan tahapan yang harus dilakukan secara cermat, dimana setiap tahapan merupakan Langkah penting karena akan menentukan hasil akhir dari kompensasi kerusakan lingkungan yang dihitung dalam skala restorasi (Fauzi, 2021).

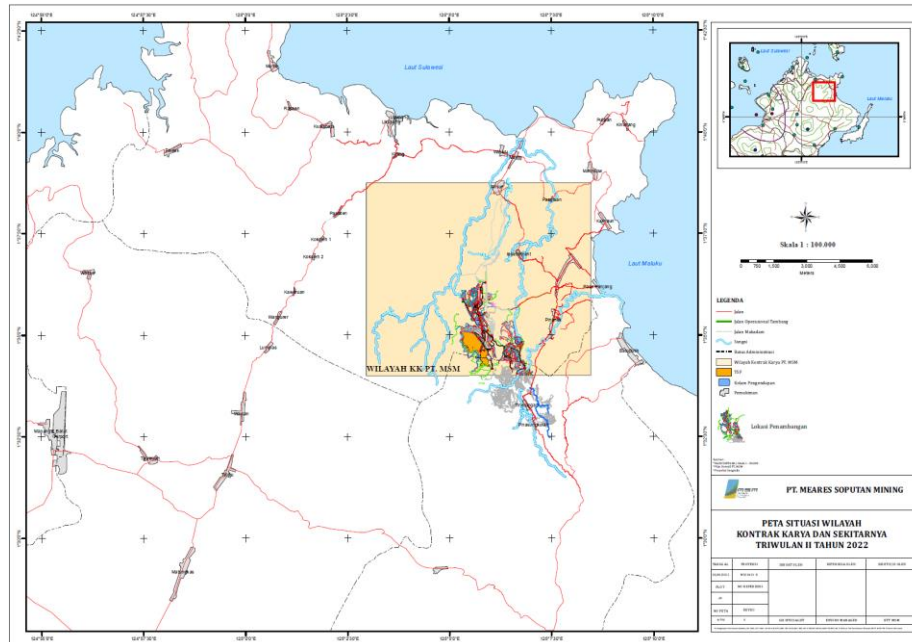
Tujuan penelitian ini untuk menganalisis risiko dampak pembukaan lahan pada kegiatan pertambangan emas PT Meares Soputan Mining dalam meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungan berkelanjutan melalui pelaksanaan program reklamasi lahan terganggu selama tahap operasi produksi.

METODE PENELITIAN

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). Gambaran lokasi pertambangan PT MSM disajikan pada Gambar 1 di bawah ini.



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

Presedur Penelitian

Desain Penelitian

Pendekatan penelitian dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif melalui analisis numerik atau statistik menggunakan teknik *Discounting dan Habitat Equivalency Analysis (HEA)* untuk analisis risiko lingkungan yang memerlukan tahapan yang harus dilakukan secara cermat, dimana setiap tahapan merupakan Langkah penting karena akan menentukan hasil akhir dari kompensasi kerusakan lingkungan yang dihitung dalam skala restorasi (Fauzi, 2021).

Instrumen Penelitian

Instrumen adalah alat atau fasilitas yang digunakan penelitian dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, sehingga mudah diolah (Arikunto, 2006). Instrumen merupakan alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan informasi kuantitatif tentang variasi karakteristik variabel secara objektif. Instrumen penelitian yang akan digunakan berupa

pedoman wawancara, pengamatan lapangan (obeservasi) dan dokumentasi. Untuk memastikan kredibilitas dari instrumen penelitian yang digunakan maka perlu dilakukan uji angka validitas dan reliabilitas instrumen tersebut. Data lapangan yang diperoleh lalu diuji validitas dan reabilitas dengan program SPSS atau Excel (Hadjar, 1996).

Pengumpulan Data

Sumber data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Sumber data primer berupa hasil pengamatan di lapangan dan hasil wawancara terhadap informan. Sedangkan data sekunder didapatkan melalui telaah dokumen yang dimiliki oleh perusahaan berupa dokumen lingkungan (Amdal), dan data kemajuan pembukaan lahan dan reklamasi lahan bekas tambang selama kurun waktu 10 tahun untuk menentukan rasio tutupan lahan (skala restorasi) dari laporan pelaksanaan RKL dan 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*) yang merupakan pendekatan untuk analisis risiko lingkungan yang memerlukan tahapan yang harus dilakukan secara cermat, dimana setiap tahapan merupakan langkah penting karena akan menentukan hasil akhir dari kompensasi kerusakan lingkungan yang dihitung dalam skala restorasi, (Fauzi, 2021).

Menurut (Dunford, Ginn, dan Desvousges, 2004) bahwa pada prinsipnya HEA merupakan tulang punggung dalam restorasi dan kompensasi kerusakan layanan sumber daya alam dan lingkungan dengan menghitung skala restorasi (*scaling*) yang dibutuhkan dalam satuan unit fisik seperti hektar per tahun, yang kemudian bisa dikonversi ke satuan moneter berupa US\$ pertahun atau satuan moneter lainnya, dan HEA sepenuhnya mengandalkan penggunaan *discounting* yang dihitung dengan konversi ke nilai present value dengan menggunakan *discount rate* yang tepat untuk membandingkan kerusakan ekosistem yang setara antarwaktu. Secara matematis, prinsip HEA dapat dijelaskan dengan persamaan sederhana berikut ini:

$$\sum_{t=t_0}^{t_1} L_t (1+r)^{(P-t)} = \sum_{s=S_0}^{S_1} R_s (1+r)^{(P-s)}$$

Dimana:

- L_t = Besaran kerugian antara (*Interim Loss*)
- R_t = Besaran Kredit (Restorasi yang dipulihkan)

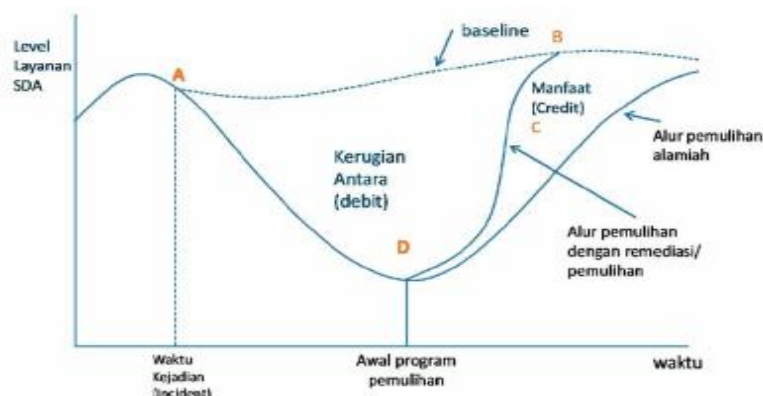
- r =Tingkat diskonto (*Discount rate*)
- t = Waktu
- P = Waktu awal kejadian
- t_1 = Waktu akhir kerugian antara
- s_1 = Waktu akhir layanan diperoleh

Persamaan (1) di atas menggambarkan bahwa jumlah kerugian sepanjang waktu yang didiskonto (persamaan di sebelah kiri) harus sama dengan jumlah manfaat yang diperoleh melalui restorasi dari awal kejadian kerusakan sampai pulihnya kembali layanan ekologis. Dari persamaan di atas kemudian menghasilkan “*scale*” atau skala restorasi yang merupakan pembagian antara gain dan loss (Fauzi, 2014).

Berdasarkan kedua prinsip tersebut, penghitungan HEA memerlukan lima komponen utama untuk menghitung skala restorasi sebagaimana disampaikan Fauzi (2014), yaitu:

- 1) Adanya layanan ekosistem (ekologi) atau dikenal dengan “*services*” yakni fungsi ekologi dan fungsi lingkungan yang rusak yang menjadi dasar bagi penghitungan *equivalency analysis* (misalnya mangrove, lahan basah, jenis satwa tertentu atau jenis tumbuhan tertentu).
- 2) Debit, yakni jumlah kerusakan yang terjadi sepanjang waktu yang menggambarkan “*service loss*” (kehilangan layanan).
- 3) Interim loss (kerugian antara) yang menggambarkan total kerusakan dari mulai awal terjadinya kerusakan hingga selesainya restorasi atau remediasi.
- 4) Credit yakni manfaat yang dihasilkan dari proyek restorasi yang menggambarkan “*service gain*” (manfaat layanan).
- 5) Metric yakni ukuran yang digunakan untuk menghitung debit dan credit (misalnya tutupan vegetasi, kepadatan populasi, keanekaragaman hayati, dlsb). Dalam HEA metrik ini dinyatakan dalam unit luasan (seperti hektar, m² dan sejenisnya).

Prinsip kerugian dan manfaat restorasi dalam HEA disajikan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. *Habitat Equivalency Analysis* (HEA) (Fauzi, 2014)

Dari Gambar 2 di atas dapat menjelaskan bahwa ketika terjadi kerusakan lingkungan (incident), maka layanan ekosistem akan turun mengikuti kurva dengan kemiringan menurun sampai pada waktu terjadinya pemulihan (dengan restorasi). Setelah terjadinya pemulihan, layanan ekosistem akan mengikuti alur pemulihan sampai ke titik B. Jika tidak dilakukan pemulihan melalui restorasi, maka alur pemulihan akan mengikuti kurva dengan label alur pemulihan alamiah. Daerah dengan label kerugian antara (debit) merupakan kerugian yang harus dihitung dalam penghitungan kompensasi HEA. Penghitungan manfaat dari restorasi merupakan daerah “kredit” dengan label C. Skala restorasi yang diperlukan dalam HEA adalah perbandingan kedua daerah D dan C tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pertambangan PT MSM berdampak terhadap rasio tutupan lahan, adanya rencana

kegiatan penambangan maka perlu dilakukan pembukaan lahan untuk menunjang kegiatan penambangan, seperti pembukaan lahan untuk area tambang (*open pit*), area timbunan batuan penutup (*waste dump*), jalan tambang dan *non* tambang, timbunan bijih, timbunan tanah pucuk (*top soil stockpile*), kolam pengendap (*sediment pond*), dan fasilitas penunjang lainnya. Menurut Hidayat, Rustiadi, dan Kartodiharjo, (2015) tingkat kerusakan lahan/tanah akibat pembukaan lahan di lokasi penambangan emas mengalami tingkat kerusakan berat dan menimbulkan dampak fisik lingkungan seperti degradasi tanah. Hilangnya unsur hara yang dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman, berkurangnya debit air permukaan, tingginya lalu lintas kendaraan membuat mudah rusaknya jalan dan polusi udara. Luas lahan yang dibuka selama tahap operasi produksi tahun 2011-2021 disajikan

Tabel 1. Data Kumulatif Pembukaan Lahan PT MSM Tahun 2021

Deskripsi	Kumulatif s.d. Tahun 2020	Rencana Tahun 2021	Realisasi Pembukaan Lahan Tahun 2021 (Ha)					Kumulatif s.d. Tahun 2021
			Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV	Total	
			1. Lahan untuk Tambang (Ha):					
- Tambang Aktif (Bukaan Baru, Ha)	98.26	8.20	-	2.97	-	-	2.97	101.23
- Tambang Selesai (Penataan Lahan, Ha)	15.00						-	15.00
2. Timbunan OB/batuan penutup di bekas tambang (Ha)	15.00						-	15.00
3. Timbunan OB/batuan penutup di luar tambang (Ha)	128.74	66.75	6.78	31.78	16.45	21.87	76.88	205.62
- Timbunan Aktif (Ha)	110.71						-	110.71
- Selesai (Ha)	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

Deskripsi	Kumulatif s.d. Tahun 2020	Rencana Tahun 2021	Realisasi Pembukaan Lahan					Kumulatif s.d. Tahun 2021
			Tahun 2021 (Ha)					
			Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV	Total	
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

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa total luas pembukaan lahan PT MSM sejak mulai tahap operasi produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 adalah 591,85 ha, dimana luas area tambang seluas 101,23 ha, area timbuan 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 dan Yuwono (2002) bahwa kegiatan reklamasi dilakukan bertujuan untuk mengembalikan daya fungsi lahan dan mengelola kualitas lingkungan pascatambang yang umumnya memiliki tanah yang masam dan miskin unsur hara, sehingga dilakukan upaya meningkatkan kesuburan tanah dengan cara pemupukan. Status hara dalam tanah selalu berubah-ubah, 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.

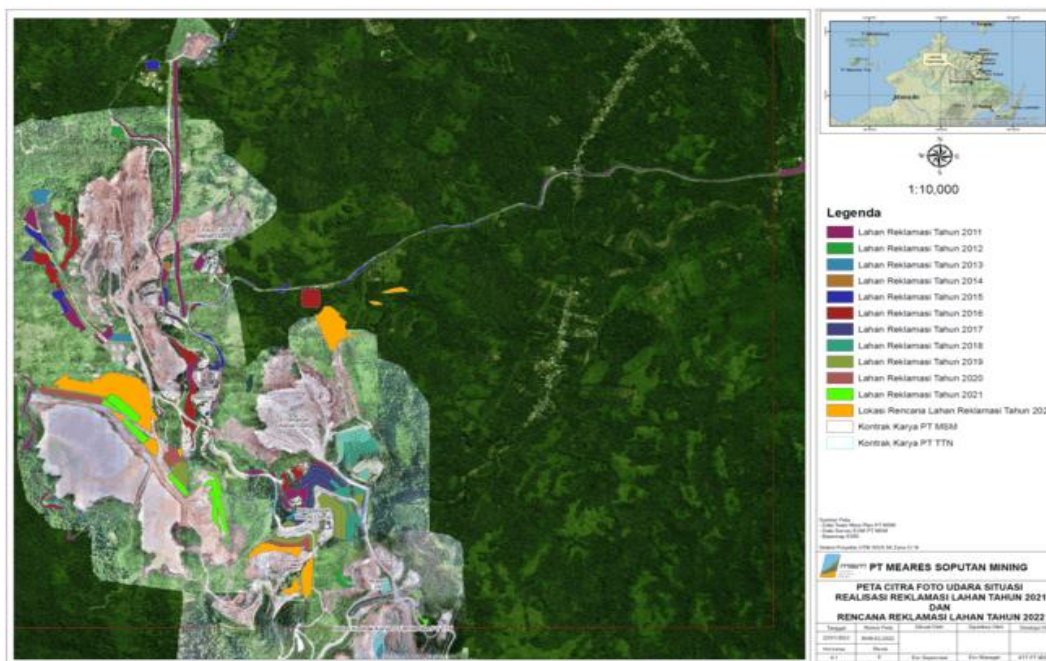
Tabel 2. Data Kemajuan Lahan Reklamasi PT MSM Tahun 2021

No	Uraian Reklamasi	Satuan	Kumulatif s.d. Tahun 2020	Realiasasi Reklamasi					Kumulatif s.d. Tahun 2021
				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

No	Uraian Reklamasi	Satuan	Kumulatif s.d. Tahun 2020	Realisasi Reklamasi					Kumulatif s.d. Tahun 2021
				Tahun 2021				Total	
				Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV		
	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

Pada Tabel 2 di atas dapat menjelaskan bahwa total luas lahan reklamasi PT MSM sejak mulai tahap operasi produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 adalah seluas 116,82 ha, dimana luas pengaturan permukaan lahan (penataan lahan) dan penghijauan (revegetasi) sama (PTMSM, 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). Lokasi lahan bekas tambang yang telah direklamasi/revegetasi dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



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

Lahan bekas tambang yang telah direklamasi, biasanya direncanakan untuk dibuka/digunakan kembali (*re-disturb*) untuk menunjang kegiatan

penambangan. Untuk menggunakan kembali lahan reklamasi diperlukan persetujuan dari Dirjen Minerba ESDM. Luas

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				Total	Peruntukan Lahan
				Tw. I	Tw. II	Tw. III	Tw. IV		
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

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
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	-	-	-	-	-	MKA Workshop
18	Batupangah WD RL 160	Ha	0.07	1.20	-	-	-	1.20	Jalan Hauling
19	Batupangah WD RL 175	Ha	0.25	0.07	-	-	-	0.07	Jalan Hauling
20	Batupangah WD RL 190	Ha	0.17	0.25	-	-	-	0.25	Jalan Hauling
21	Batupangah WD RL 156-160	Ha	0.20	0.17	-	-	-	0.17	Jalan Hauling
22	Batupangah WD RL 115-175	Ha	1.27	0.20	-	-	-	0.20	Jalan Hauling
23	Batupangah WD RL 205	Ha	0.39	1.27	-	-	-	1.27	Jalan Hauling
24	Batupangah WD RL 2019	Ha	0.60	0.39	-	-	-	0.39	Jalan Hauling
25	Batupangah WD RL 205-210	Ha	0.57	0.60	-	-	-	0.60	Jalan Hauling
26	Batupangah WD RL 205-235	Ha	1.81	0.57	-	-	-	0.57	Jalan Hauling
	Total Luas (Ha)	Ha	28.12	-	-	-	0.02	0.02	
				7.59	0.02	0.93	0.02	8.5699	

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:

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. Beberapa parameter yang digunakan, yaitu:

- Tahun awal (*baseline*): Awal kehilangan fungsi ekosistem tahun 2012+.
- Tahun akhir debit: Kerugian diasumsikan terjadi sampai tahun 2021, ketika layanan ekosistem 591,85 hektar lahan kembali ke posisi sebelum terjadi kerusakan.
- Tahun daer *discount factor* adalah 2012 (tahun asemen dilakukan) sehingga *discount factor* pada tahun ini sama dengan 1.
- Sebaran luasan: Diasumsikan kerusakan menyebar rata pada lahan 591,85 ha++
- Derajat kerugian: diasumsikan bahwa ekosistem mengalami penurunan layanan sebesar 50% dan penurunan ini berkanjut sampai tahun 2016. Kemudian mengalami penurunan sampai tidak ada lagi kerugian pada tahun 2021 atau ekosistem mulai mengalami pemulihan.
- Discount rate* yang digunakan sebesar 3% per tahun.

Berdasarkan asumsi di atas, maka perhitungan debit HEA dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Ilustrasi Hipotetik Perhitungan Debit HEA

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian Penurunan (%)	Discount (PV multiplier)	Debit (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 (<i>Discounted Service Hectare Year</i> atau DSHaYS)				1,876.16

Dari Tabel 4 di atas menjelaskan 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.

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 yang digunakan, yaitu:

- Tahun awal (*baseline*): Manfaat dari remediasi terjadi setelah 2 tahun dari kerusakan yakni pada tahun 2014.
- Tahun akhir kredit: diasumsikan sama dengan berakhirnya tahapan Pascatambang (*mine closure*) pada tahun 2046.

- 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.
- Sebaran luasan: Diasumsikan kerusakan menyebar rata pada lahan 591,85 ha
- Perhektar unit remediasi sebesar 10,83 hektar pertahun dari total reklamasi dikurangi pembukaan kembali lahan reklamasi (*re-disturb*) seluas 108,25 hektar.
- Discount rate* yang digunakan sebesar 3% per tahun.
- Tahun dasar *assessment*: Diasumsikan sama dengan tahun dasar debit yakni pada tahun 2012, sehingga *discount factor* sama dengan 1. Selama tahun 2012-2013 belum diperoleh manfaat dari remediasi (reklamasi) sehingga *service gain* pada kedua tahun ini sama dengan nol. Berdasarkan asumsi di atas, maka perhitungan debit HEA dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Ilustrasi Hipotetik Perhitungan Kredit HEA

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian Penurunan (%)	Discount Factor (PV multiplier)	Kredit (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

Tahun	Luasan Terdampak (ha)	Derajat Kerugian Peurunan (%)	Discount Factor (PV multiplier)	Kredit (DSHaYS)
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

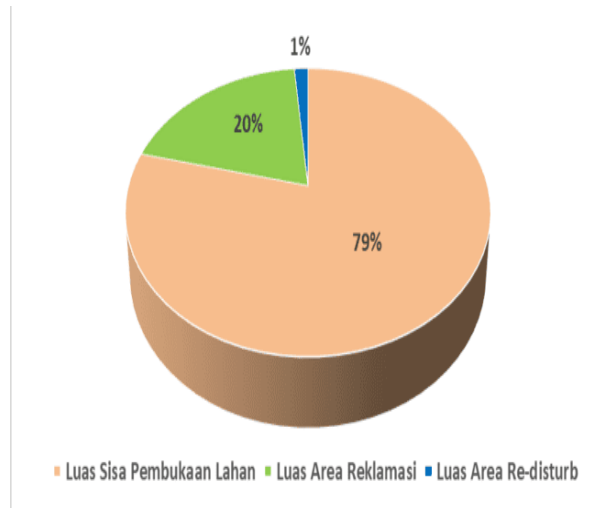
Dari Tabel 5 di atas dapat dijelaskan bahwa hasil perhitungan kredit HEA adalah jumlah total kredit yang dihitung dalam *discounted service hectare years* (DSHaYs) yaitu sebesar 72,83 yang menggambarkan nilai total manfaat (*gain*) peningkatan layanan ekosistem lahan perhektar terhadap baseline dihitung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

Perhitungan Skala Restorasi

Setelah hasil perhitungan debit dan kredit diperoleh, maka langkah berikutnya dalam analisis risiko metode HEA adalah menghitung skala restorasi (*restoration scale*). Nilai ini merupakan pembagian dari debit terhadap kredit. Dari hasil analisis debit diperoleh angka sebesar 1.876,16 DSHaYs, sementara besaran kredit sebesar 72,83 DSHaYs. 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. 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. Hal ini sesuai dengan pendapat Yamani (2015) dalam Sarminah, dkk. (2017) bahwa reklamasi tambang merupakan kegiatan yang

bertujuan untuk memperbaiki atau menata lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha penambangan, agar dapat berfungsi dan berdayaguna sesuai dengan peruntukannya. Oleh karena itu reklamasi perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan lingkungan akibat proses kegiatan penambangan dan tujuan dari kegiatan akhir reklamasi adalah untuk memperbaiki lahan bekas tambang agar dapat tercipta kondisi yang aman, stabil dan tidak mudah tererosi sehingga dapat dimanfaatkan kembali. 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. Dalam implementasi HEA bahwa layanan habitat merupakan proporsi terhadap nilai moneter dari setiap habitat. Dimana jika layanan dari habitat yang rusak turun 40%, maka nilai moneter juga turun sebesar 40%. Sebaliknya, misalnya layanan habitat naik 10%, maka nilai moneternya juga naik 10% (Dunford, et.al., 2004).

Perbandingan rasio tutupan lahan (luas sisa pembukaan lahan, kemajuan reklamasi dan penggunaan kembali area reklamasi (*re-disturb*)), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.



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

Pada Gambar 4 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 lihat 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 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, dan Basiang, 2005). Kesimpulan dari penelitian ini adalah 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., dan Basiang, H. A. (2000). Potensi Tanaman Revegetasi Lahan Reklamasi Bekas Tambang Batubara Dalam Mendukung Sukses 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., dan 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., dan 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., dan 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.
- Triandana, 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).
- 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).