

EFEKTIVITAS REKLAMASI LAHAN TAMBANG DI INDONESIA: STUDI KASUS DAN PENDEKATAN INOVATIF UNTUK RESTORASI EKOSISTEM

*Effectiveness of Mine Land Reclamation in Indonesia: Case Studies and
Innovative Approaches for Ecosystem Restoration*

Utin Tasya Awliya^{1*}, Dyah Tjahyandari Suryaningtyas²

¹Program Studi Rekayasa Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut
Teknologi Bandung, Bandung 40132

²Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Dramaga,
Bogor 16680

*Korespondensi: utintasya22@gmail.com

Received 27 Januari 2025, Revised 30 Januari 2025; Accepted 31 Januari 2025

Abstract

Mine land reclamation is a crucial effort to minimize the negative environmental impacts of mining activities. The primary objective of this paper is to evaluate innovative approaches in mine reclamation, such as the use of biochar, void management, and revegetation techniques, and to analyze their effectiveness in improving soil quality and environmental sustainability. Data from various case studies in Indonesia were analyzed to understand the challenges and opportunities in implementing these reclamation techniques. The study results show that techniques like biochar can enhance soil fertility by improving cation exchange capacity (CEC) and soil pH, revegetation can restore canopy cover and biodiversity through the use of locally adapted plant species, and void management provides opportunities for sustainable water resource development. However, challenges in meeting criteria such as soil fertility enhancement, water quality improvement, and biodiversity restoration still require special attention. This study offers new insights into effective and sustainable post-mining environmental management practices in Indonesia.

Keywords: Environmental Impacts, Land Use, Mining, Reclamation.



PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai salah satu negara dengan aktivitas tambang terbesar di dunia, menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan lingkungan pasca-tambang. Masalah utama yang sering muncul adalah degradasi lahan yang menyebabkan penurunan kesuburan tanah, pencemaran air, dan kerusakan ekosistem lokal. Reklamasi menjadi prioritas untuk memitigasi dampak ini, terutama di sektor tambang timah dan batubara yang mendominasi kegiatan pertambangan di Indonesia (Möller *et al.*, 2024; Amanah & Yunanto, 2019).

Reklamasi tambang bertujuan untuk memulihkan fungsi ekosistem dan kualitas lingkungan pasca-operasi tambang. Salah satu tantangan utama dalam reklamasi adalah bagaimana memenuhi standar keberlanjutan, termasuk kesuburan tanah dan pemulihan ekosistem yang rusak (Amanah & Yunanto, 2019). Aktivitas ini menjadi prioritas dalam mengatasi masalah degradasi lahan, terutama di negara dengan aktivitas tambang yang intensif seperti Indonesia (Möller *et al.*, 2024; Amanah & Yunanto, 2019). Selain itu, pendekatan inovatif seperti penggunaan biochar untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menyimpan karbon telah mendapatkan perhatian luas (Möller *et al.*, 2024). Kajian ini mengeksplorasi efektivitas teknik reklamasi dan tantangan yang dihadapi, dengan fokus pada kriteria keberhasilan reklamasi yang diterapkan di Indonesia (Amanah & Yunanto, 2019). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa pengelolaan lahan pasca-tambang membutuhkan pendekatan yang inovatif, seperti penggunaan biochar, yang mampu meningkatkan kualitas tanah dan menyimpan karbon dalam jangka panjang (Gross *et al.*, 2023).

Selain biochar, teknik revegetasi dengan menggunakan spesies tanaman lokal yang adaptif juga penting untuk memastikan keberhasilan reklamasi. Tanaman yang dipilih harus memiliki karakteristik seperti kemampuan tumbuh cepat, menghasilkan serasah yang mudah terurai, dan bersimbiosis dengan mikroba tanah (Setyowati *et al.*, 2017). Teknik revegetasi ini menjadi langkah kunci dalam menciptakan kembali tutupan kanopi yang hilang akibat aktivitas tambang (Iskandar *et al.*, 2019). Selain biochar, teknologi remediasi tanah yang terkontaminasi logam berat juga telah dikembangkan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas tanah pada reklamasi tambang. Teknologi ini terbukti efektif dalam mengurangi kadar logam berat di tanah bekas tambang tembaga, sebagaimana dibahas oleh (Oktariani *et al.* 2024).

Manajemen void tambang juga menjadi salah satu aspek penting dalam reklamasi, terutama di tambang kapur dan batubara. Void yang tersisa dapat dimanfaatkan sebagai reservoir air baku dengan pengelolaan kualitas air yang tepat, seperti yang dilakukan di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk (Rahmi *et al.*, 2019). Pemanfaatan void ini memberikan peluang untuk mendukung keberlanjutan sumber daya air di wilayah pasca-tambang.

Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa pendekatan tradisional dalam reklamasi sering kali kurang efektif dalam memenuhi standar keberlanjutan yang diinginkan. Penggunaan teknologi inovatif, seperti biochar, menawarkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC) dan pH tanah (Möller *et al.*, 2024). Kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pendekatan tersebut, mengidentifikasi tantangan implementasi, dan membandingkan keberhasilannya dengan teknik tradisional. Kajian ini penting untuk membahas efektivitas berbagai teknik reklamasi yang diterapkan di Indonesia, seperti penggunaan biochar, revegetasi, dan pengelolaan void tambang. Dengan mengeksplorasi potensi dan tantangan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan baru dalam pengelolaan lingkungan pasca-tambang yang lebih berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur untuk menganalisis data dari beberapa studi utama. Data diambil dari hasil reklamasi tambang yang sudah di reklamasi, tambang timah di Bangka

dengan biochar (Möller et al., 2024), dan evaluasi kriteria keberhasilan reklamasi tambang batubara di Indonesia (Amanah & Yunanto, 2019). Analisis fokus pada keberhasilan teknik reklamasi, peningkatan kualitas tanah, dan tantangan implementasi.

Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur untuk menganalisis studi kasus yang relevan. Literatur dipilih berdasarkan beberapa kriteria yaitu relevansi dengan topik reklamasi tambang di Indonesia. Kemudian diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir untuk memastikan kesegaran data. Serta sumber yang berasal dari jurnal ilmiah bereputasi atau konferensi akademik terkemuka. Tiga studi utama menjadi fokus dalam analisis ini yaitu reklamasi tambang timah di Bangka menggunakan biochar (Möller et al., 2024), evaluasi kriteria keberhasilan reklamasi tambang batubara di Indonesia (Amanah & Yunanto, 2019), dan studi pemilihan tanaman untuk keberhasilan reklamasi di Indonesia (Setyowati et al., 2024). Data dianalisis untuk mengidentifikasi teknik yang paling efektif, tantangan utama yang dihadapi, serta potensi adopsi metode di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memberikan wawasan baru mengenai berbagai pendekatan reklamasi yang telah diterapkan di Indonesia. Berdasarkan analisis data dari beberapa studi, ditemukan bahwa pendekatan inovatif seperti biochar, pemanfaatan void tambang, dan pemilihan tanaman yang tepat memainkan peran penting dalam meningkatkan keberhasilan reklamasi.

Penggunaan Biochar untuk Reklamasi

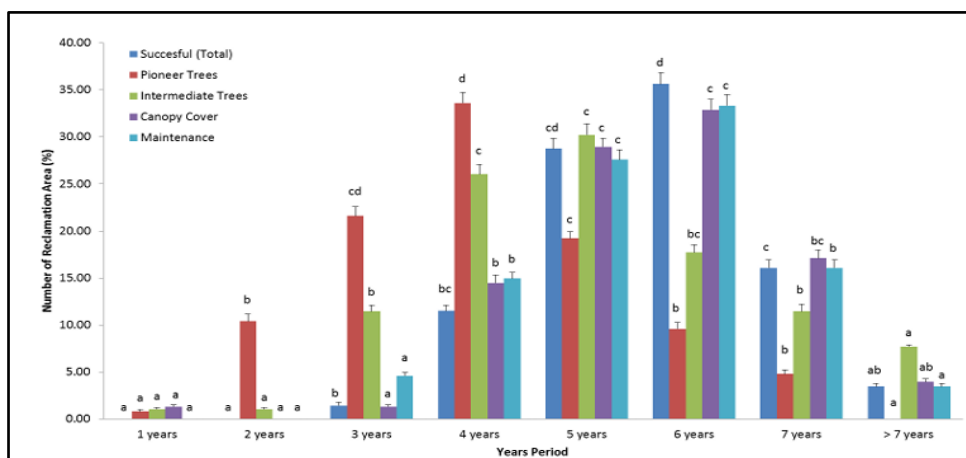
Biochar adalah bentuk karbon stabil yang dapat bertahan di dalam tanah selama ribuan tahun, dikombinasikan dengan bahan organik kaya nutrisi lainnya dan pupuk organik pada tahap awal rehabilitasi tanah (Gross et al. 2023; Novak et al. 2016). Biochar meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC), pH tanah, dan produktivitas tanaman di lahan tambang timah di Bangka. Biochar juga berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim melalui penyimpanan karbon (Möller et al., 2024). Gambar dibawah ini menunjukkan perkembangan reklamasi lahan bekas tambang dari tahun 2014 hingga 2022. Pada tahun 2014, citra satelit menunjukkan lokasi yang sangat terganggu. Pada tahun 2018, lokasi tersebut diratakan dan tindakan pengendalian erosi dipasang, yang membantu mencegah limpasan permukaan dan meningkatkan infiltrasi air. Citra satelit akhir tahun 2018 menunjukkan perbaikan tanah pertama, dan citra drone Februari 2019 menunjukkan lokasi yang ditanami penuh. Citra udara akhir tahun 2019 menunjukkan kemajuan pesat dalam tutupan tanaman, dengan vegetasi yang sangat padat dan keanekaragaman hayati tinggi pada tahun 2022. Hasil ini dibandingkan dengan proyek reklamasi lainnya, seperti yang tercantum dalam Suryaningtyas et al. (2019), menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan meskipun perbandingan langsung sulit dilakukan karena kondisi lokasi yang berbeda.



Gambar 1 Perkembangan Reklamasi dari Tahun 2014 hingga 2022, (Möller *et al.*, 2024).

Evaluasi Kriteria Keberhasilan Reklamasi di Indonesia

Analisis menunjukkan bahwa keberhasilan reklamasi paling tinggi tercapai dalam enam tahun, dengan tantangan terbesar pada pembentukan kanopi. Pemilihan spesies tanaman dan jarak tanam menjadi faktor penting. Sebagian besar area reklamasi memenuhi kriteria keberhasilan reklamasi tambang dalam enam tahun (yaitu 35,63% dari 277 area reklamasi) setelah penanaman. Namun, data juga menunjukkan bahwa perusahaan menemukan tutupan tajuk sebagai hal yang paling sulit dicapai (27,44% dari 277 area). Oleh karena itu, disarankan untuk melihat pemilihan spesies dan jarak tanam sebagai faktor kunci dalam keberhasilan memenuhi kriteria. Selain itu, faktor longsor, kesuburan tanah, kecukupan tenaga kerja, dan kemungkinan gangguan eksternal juga harus diatasi agar berhasil memenuhi kriteria dalam waktu kurang dari tujuh tahun (Amanah & Yunanto, 2019). Hasil penelitian di lahan bekas tambang tembaga di Batu Hijau menunjukkan di areal revegetasi umur 2 sampai 8 tahun kadar C-organik dan N-total pada lapisan tanah 5 cm pertama yang meningkat seiring dengan bertambahnya umur revegetasi. Intensitas cahaya, suhu udara dan suhu tanah cenderung menurun, sedangkan kelembaban udara meningkat seiring dengan bertambahnya umur revegetasi (Iskandar *et al.*, 2019).



Gambar 2 Perbandingan luas areal reklamasi yang memenuhi kriteria keberhasilan total dan empat kriteria terkait revegetasi, berdasarkan jumlah tahun, dengan uji ANOVA Kruskal-Wallis, dan dibandingkan menggunakan uji U Mann–Whitney untuk semua kriteria (Amanah & Yunanto, 2019).

Pemanfaatan Lahan Pascatambang untuk Keberlanjutan dan Ekowisata

Studi oleh Herdiansyah et al. (2018) menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan pasca-tambang dapat diarahkan untuk ekowisata dan kegiatan berkelanjutan lainnya. Pendekatan ini melibatkan penggunaan lahan tambang yang telah direklamasi sebagai zona flora dan fauna atau pengembangan akuakultur, bergantung pada perencanaan tata ruang dan dokumen AMDAL yang disetujui. Berdasarkan hasil perbandingan berpasangan pada Gambar 3 terhadap kriteria penentuan tujuan pemilihan strategi pemanfaatan lahan pasca tambang, diperoleh kriteria ekologi menjadi prioritas dengan hasil sebesar 65,86%. Pemanfaatan lahan pasca tambang melalui kegiatan reklamasi dan pasca tambang dapat meliputi kegiatan perbaikan kesuburan tanah (reklamasi dan revegetasi lahan bekas tambang) dan perbaikan kualitas air lubang galian (*void*). Pemanfaatan lahan pasca tambang dapat berupa alam, bentang alam, budidaya keanekaragaman hayati flora dan fauna. Kriteria kawasan bekas tambang yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan tergantung pada struktur dan bentuk bentang alam yang dilihat dari kondisi alamnya, yaitu cekungan bekas tambang berupa lubang galian yang menyerupai danau, perbukitan atau tebing terjal dan ladang yang telah berhasil direklamasi dan direvegetasi (Arifman, et al., 2013).

Post mining land use	Ecology	Social	Cultural	Percentage (%)	Ranks
Ecology	1	3	7	65.86	1
Socioeconomic	0.333	1	4	26.28	2
Cultural	0.143	0,250	1	7.86	3
Consistency ratio				0,031	
Source: results of data analysis, 2018					

Gambar 3 Perbandingan Berpasangan antara Kriteria dan Tujuan, (Herdiansyah et al. 2018).

Sementara itu, Gumanti et.al. (2018) mengkaji pemanfaatan lahan bekas tambang menggunakan metoda scoring, SWOT dan *overlay* peta untuk menganalisis fungsi kawasan dan kesesuaian lahan berdasarkan kondisi fisik lahan eksisting. Penelitian dilakukan di lahan bekas tambang batubara di Klawas dan Suban, Air Laya Tanjung Enim. Hasil evaluasi menunjukkan daerah reklamasi Klawas lebih sesuai untuk daerah budidaya perikanan air tawar daripada daerah sarana prasarana permukiman, sebaliknya daerah reklamasi Suban lebih sesuai untuk daerah infrastruktur permukiman

Pengelolaan *Void* Tambang untuk Keberlanjutan Lingkungan

Rahmi et al. (2019) menyatakan bahwa *void* yang tersisa dari tambang kapur dapat dimanfaatkan sebagai *reservoir* air baku, asalkan dilakukan pengolahan air untuk memenuhi standar kualitas. Pengelolaan *void* ini penting untuk mendukung keberlanjutan sumber daya alam dalam lingkungan tambang.

Parameter	Unit	EQS*)	Hasil		
			Inlet	Out-let	
A. Physics					
1	Temperature	°C	Dev	25.4	26.8
2	TDS	mg/L	1000	31	20
3	TSS	mg/L	50	22	17
B. Anorganic chemistry					
1	pH	#	9-Jun	6.07	6.07
2	Iron	mg/L	0.3	0.12	0.08
3	Mangan	mg/L	0.1	0.05	0.05
4	Barium	mg/L	1	0.001	0.001
5	Copper	mg/L	0.02	<0.003	<0.003
6	Zinc	mg/L	0.05	0.03	0,001
7	Total chrome		0.05	<0.018	<0.018
8	Cadmium	mg/L	0.01	<0.0015	<0.0015
9	Mercury	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001
10	Lead	mg/L	0.03	<0.003	<0.003
11	Arsenic	mg/L	0.05	<0.0009	<0.0009
12	Selenium	mg/L	0.01	<0.0012	<0.0012
13	Cyanide	mg/L	0.02	0.004	0.002
14	Cobalt	mg/L	0.2	0	0
15	Flouride	mg/L	0.5	0.25	0.17
16	Free Ammonia	mg/L	0.5	0.33	0.32
17	Nitrate	mg/L	10	2.92	2.9
18	Nitrite	mg/L	0.06	0.18	0.174
19	BOD	mg/L	2	2.62	2.51
20	COD	mg/L	10	19	15
21	DO	mg/L	6	2.07	2.01
22	Sulfide	mg/L		<0.03	0
C. Anorganic chemistry					
1	Oil and Fat	mg/L	1000	0.19	0.13
2	Phenol	mg/L	1	0	0

Note: Environmental Quality Standards Government Regulation No. 82 of 2001 Class I

Gambar 4 Hasil Uji Laboratorium Kualitas PT Semen Baturaja (Persero) Tbk (Rahmi et al. 2019) Catatan : Baku Mutu Lingkungan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Kelas I.

Air pada PT Semen Baturaja (Persero) Tbk saat ini belum dapat dimanfaatkan sebagai air baku. Hal ini dikarenakan mutu kualitas air tambang batu kapur PT Semen Baturaja (Persero) Tbk (*inlet sump* dan *outlet quarry*) dalam status tercemar ringan, dengan indeks pencemaran pada lokasi *inlet* tambang sump batu kapur sebesar 2,14 dan untuk penjualan *quarry* sebesar 2,07. Parameter kimia air yang harus dikelola dengan baik agar air poris dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Nitrit sebagai N karena berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan. (Rahmi et al. 2019)

Pemilihan Tanaman Revegetasi untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang

Reklamasi lahan bekas tambang merupakan langkah penting untuk mengurangi dampak negatif aktivitas pertambangan terhadap lingkungan. Salah satu faktor kunci keberhasilan reklamasi adalah pemilihan tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan komparatif untuk mengevaluasi berbagai jenis tanaman yang cocok untuk revegetasi lahan bekas tambang. Kriteria pemilihan tanaman meliputi jenis lokal pionir, cepat tumbuh, menghasilkan serasah yang mudah terdekomposisi, sistem perakaran yang baik, dan kemampuan bersimbiosis dengan mikroba tertentu. Studi ini juga menyoroti pentingnya persiapan penanaman, pemeliharaan, dan pemantauan tanaman untuk keberhasilan revegetasi. Beberapa perusahaan tambang besar di Indonesia, seperti PT Berau Coal, PT Adaro Indonesia, PT Kaltim Prima Coal, PT Jembayan Muara Bara, dan PT Multi Harapan Utama, telah melakukan reklamasi dengan berbagai teknik dan jenis tanaman, menunjukkan bahwa pemilihan tanaman yang tepat sangat berpengaruh terhadap keberhasilan reklamasi

(Setyowati et al., 2018). Selain pemilihan tanaman revegetasi, penelitian oleh Oktariani et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan teknologi remediasi tanah juga dapat mengurangi kadar logam berat secara signifikan, yang pada gilirannya meningkatkan kesuburan tanah pada lahan bekas tambang tembaga. Hal ini memberikan peluang besar bagi pemanfaatan kembali lahan tambang untuk keperluan lain yang lebih produktif.

KESIMPULAN

Reklamasi tambang yang efektif membutuhkan pendekatan multifaset yang mencakup teknik inovatif seperti penggunaan biochar dan evaluasi berbasis kriteria. Untuk meningkatkan keberhasilan reklamasi, diperlukan perencanaan yang lebih matang, penggunaan teknologi tepat guna, dan keterlibatan masyarakat setempat. Keberhasilan reklamasi lahan tambang tidak hanya bergantung pada revegetasi tetapi juga pada penerapan teknologi remediasi yang tepat untuk meningkatkan kualitas tanah. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan metode yang lebih adaptif dan efisien dalam memenuhi kebutuhan ekosistem lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanah, F., & Yunanto, T. (2019). Mine reclamation period to successfully meet criteria in Indonesia. *Mine Closure 2019*, 1(1), 1303-1310. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1915_103_Amanah
- Gross, A, Möller, A & Glaser, B 2023, 'Pflanzenkohle-Systeme zur Kohlenstoffspeicherung in Böden' (Biochar Systems for Carbon Sequestration in Soils), in JL Lozán, H Graßl, S-W Breckle, D Kasang & M Quante (eds), Warnsignal-Klima: Hilft Technik gegen die Erderwärmung? Climate Engineering in der Diskussion. Wissenschaftliche Auswertungen in Kooperation mit GEO Magazin Hamburg, Hamburg, pp. 133–142, <https://doi.org/10.25592/uhhfdm.12820>
- Gumanti, J., Sutriyono, E., Salni, & Harnani. (2018). Evaluation of Reclaimed Land Use for Settlement Infrastructure Facilities (Case Study Klawas Zone And Suban Zone in Post Coal Mining Air Laya Tanjung Enim). *Biovalentia: Biological Research Journal*, 4(1), 39-45. <https://doi.org/10.24233/BIOV.4.1.2018.109>
- Herdiansyah, H., Utami, M. U., & Haryanto, J. T. (2018). Sustainability of post-mining land use and ecotourism. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Pertambangan*, 1(1), 50-60. <https://doi.org/10.22437/ppd.v6i2.5441>.
- Iskandar, Suryaningtyas, D.T., Baskoro, D.P.T., Budi, S. W., Gozali, I. & Maswahenu M. (2019). A chronosequence study of soil properties and microclimate in the reclamation area of Batu Hijau Mine, West Sumbawa. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 393(2019), 012094. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/393/1/012094>.
- Khairunisa, L.A., Lukito, H., Kristanto, W.A.D. & Gomaeruzzaman, M. (2023). Penilaian Tingkat Keberhasilan Reklamasi Berdasarkan PerMenHut No P.60/MenHut- II/2009 Lahan Pasca Tambang Batugamping PT X, Tuban, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumian SATU BUMI* 5(1). <https://doi.org/10.31315/psb.v5i1.11660.g6141>
- Lusia, M., Astuti, D. T., & Sofian, A. (2023). Kajian Pemanfaatan Lahan Reklamasi Pasca Tambang sebagai Lahan Pertanian. *Klorofil*, 18(1), 30-32. <https://doi.org/10.32502/klorofil.v18i1.6460>.
- Möller, A., Schütte, P., Saragi, A., Ichsan, N., & Franken, G. (2024). Pilot reclamation of a tin mining area using biochar on Bangka Island, Indonesia. *Mine Closure 2024*, 1(1), 473-478. https://doi.org/10.36487/ACG_repo/2415_34.
- Novak, JM, Ippolito, JA, Lentz, RD, Spokas, KA, Bolster, CH, Sistani, K, Trippe, KM, Phillips, CL & Johnson, MG 2016, 'Soil health, crop productivity, microbial transport, and mine spoil response

- to biochars', *BioEnergy Research*, vol. 9, pp. 454–464, <https://doi.org/10.1007/s12155-016-9720-8>
- Oktariani, P., Suwardi, Widjaja, H., Suryaningtyas, D. T., & Putri, A. (2024). Teknologi Remediasi Tanah Terkontaminasi Logam Berat pada Reklamasi Lahan Bekas Tambang Tembaga. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Pertambangan*, 1(1), 45-55. <https://doi.org/10.70191/jplp.v1i1.54692>.
- Pattynama, F. M. (2024). Tanggung Jawab Hukum Perusahaan Pertambangan dalam Reklamasi Pasca Tambang di Indonesia. *Journal of Mandalika Literature*, 6(1), 15-25. <https://doi.org/10.36312/jml.v6i1.3742>.
- Peraturan Pemerintah (2001). Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rahmi, H., Susetyo, D., & Juniah, R. (2019). Utilization Study of Void Mine for Sustainable Environment of the Limestone Mining Sector at PT Semen Baturaja (Persero) Tbk. *Sriwijaya Journal of Mining Engineering*, 2(1), 25-35. <https://doi.org/10.12345/sjme.v2i1.12345>.
- Ramadhana, S., Irvani, I., & Andini, D. E. (2023). Perencanaan Reklamasi pada Lahan Bekas Penambangan Timah di PT Berkat Berjaya Sejahtera, Kabupaten Bangka. *Jurnal Aplikasi Geo Sains*, 4(2), 123-130. <https://doi.org/10.34312/jags.v4i2.18698>.
- Sari, N.. (2008). Status Kesuburan Tanah di Daerah Reklamasi Tailing dan Pengaruh Keberadaan PT. Freeport Indonesia terhadap Pengembangan Wilayah di Sekitarnya. Skripsi Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/44844>.
- Setyowati, Rr Diah Nugraheni, Nahawanda Ahsanu Amala, & Nila Nur Ursyiatu Aini. (2017). Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 14-20. <https://doi.org/10.29080/alard.v3i1.256>
- Suryaningtyas, D.T, Sulistijo, B., Iskandar, I., Sudadi, U., Kusumo, A.D., & Srihartati, Y. (2019). Handbook of Best Available Practice in Onshore Alluvial Tin Mine Reclamation in Indonesia. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Villain, L., Alakangas, L., & Öhlander, B. (2013). The effects of backfilling and sealing the waste rock on water quality at the Kimheden open-pit mine, northern Sweden. *Journal of Geochemical Exploration*, 134(1), 99-110. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.08.003>.