NUSANTARA CIVIL ENGINEERING JOURNAL
Vol.5 No.01 (202x) pp. 56-64

Study of Furrow Planting System in the Limestone Reclamation Area of PT. "X" , East Java Province

Fairus Atika Redanto Putri[1] , Achmad Ar-Rasyid[2], Esthi Kusdarini[3]

[1,2,3]Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
fairus@itats.ac.id

Received 09-06-2026; revision 17-06-2026, accepted 19-06-2026

Abstract
The mining industry contributes significantly to economic development, but it also causes environmental impacts in the form of land degradation, particularly in limestone mining areas, which typically have very thin topsoil layers. This condition complicates the revegetation process and slows down the ecological recovery of the land. This study examines the strip planting system in the limestone mine reclamation area owned by PT X, East Java Province. The objectives of this study are to describe the technical stages of implementing the furrow planting system, describe the actual conditions of the furrow planting system implementation, compare the furrow planting system with the conventional system, and implement the furrow planting system on new land. The methods used are a combination of qualitative and quantitative approaches. Primary data required included soil quality, surrounding vegetation, planting distance, and row spacing, while secondary data required included WIUP data, RR documents, geological maps, plant height, plant diameter, and number of leaves. The results of the study show that the furrow planting system produces optimal teak growth compared to the conventional system. In addition to providing better vegetation growth, the furrow planting system has also been proven to be more efficient in the use of topsoil, requiring only 640 m3/Ha compared to 3000 m3 in the conventional system. Implementing this system on a new 3.2-hectare site is projected to require 2,306 trees and 2,234 m³ of topsoil, with seedlings sourced from stem cuttings. These results indicate that the ridge planting system is an effective and efficient method for supporting sustainable mine land reclamation.

Keywords: *Limestone, Reclamation, Revegetation, Furrow planting system*

Kajian Sistem Tanam Alur pada Area Reklamasi Batukapur PT.X, Provinsi Jawa Timur

Abstrak
Industri pertambangan memberikan kontribusi signifikan terhadap pembangunan ekonomi, namun juga menimbulkan dampak lingkungan berupa kerusakan lahan, terutama pada area tambang batukapur yang umumnya memiliki lapisan top soil sangat minim. Kondisi ini menyulitkan proses revegetasi dan memperlambat pemulihan fungsi ekologis lahan. Penelitian ini mengkaji sistem tanam alur pada area reklamasi tambang batukapur milik PT X Provinsi Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan tahapan teknis penerapan sistem tanam alur, mendeskripsikan kondisi aktual penerapan sistem tanam alur, membandingkan antara sistem tanam alur dan sistem konvesional, serta mengimplementasikan sistem tanam alur pada lahan baru. Metode yang digunakan adalah campuran antara pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data primer yang dibutuhkan berupa kualitas tanah, vegetasi sekitar, jarak tanam, jarak alur, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan berupa data WIUP, dokumen RR, lembar geologi, tinggi tanaman, diameter tanaman, dan jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tanam alur

menghasilkan pertumbuhan tanaman jati yang optimal dibandingkan dengan sistem konvensional. Selain memberikan pertumbuhan vegetasi yang lebih baik, sistem tanam alur juga terbukti lebih efisien dalam penggunaan top soil, yakni hanya 640 m^3/Ha dibandingkan 3000 m^3 pada sistem konvensional. Implementasi sistem ini pada lahan baru seluas 3,2 Ha diproyeksikan memerlukan 2.306 pohon dan 2.234 m^3 top soil dengan bibit yang berasal dari stek pucuk. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tanam alur merupakan metode yang efektif dan efisien dalam mendukung reklamasi lahan tambang yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Batukapur; Reklamasi; Revegetasi; Sistem tanam alur

1. Pendahuluan

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor strategis dalam mendorong pembangunan ekonomi nasional di Indonesia. Aktivitas tambang pada PT. X menyisakan lahan bekas tambang yang mengalami kerusakan dan kehilangan fungsi ekologisnya, seperti hilangnya vegetasi, terganggunya struktur tanah, dan berkurangnya daya dukung lahan terhadap kehidupan biotik. Kondisi ini menimbulkan tantangan besar untuk merehabilitasi lahan pascatambang agar dapat kembali berfungsi secara optimal sesuai fungsi dan peruntukannya (Lubis Erlan, Pratiwi, Nursani, and Pertambangan 2024) .

Salah satu kendala utama dalam reklamasi lahan bekas tambang batukapur adalah terbatasnya ketersediaan *top soil*. Tanpa *top soil* yang memadai, upaya revegetasi di lahan pascatambang menjadi tidak efektif karena tanaman sulit berkembang di media tanam yang sedikit nutrisi dan tidak stabil secara struktur. Oleh karena itu, perlu diterapan metode reklamasi yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan *top soil* yang tersedia dalam jumah terbatas. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah sistem tanam alur, yaitu teknik reklamasi yang dilakukan dengan membuat alur atau parit terstruktur pada lahan bekas tambang di mana bibit tanaman kemudian ditanam secara berurutan sepanjang alur tersebut. Sistem ini mengkonsentrasikan *top soil* yang sebelumnya ditebar secara merata ke alur-alur yang telah dibuat, sehingga nutrisi dan kelembaban tanah lebih terfokus dan mendukung pertumbuhan tanaman secaa lebih efektif (Tarigan Agrifa, Susanto Taufiq, Martono L.Slamet 2020).

Perlu diketahui bahwa sebelum penerapan sistem tanam alur, metode reklamasi yang digunakan di lokasi penelitian masih menggunakan sistem konvensiona, di mana penebaran *top soil* dilakukan secara menyeluruh (Afrizal, Nusanto, and Tommy 2017). Namun, metode konvensional tersebut menunjukkan berbagai keterbatasan dalam efektivitas revegetasi, terutama pada kondisi lahan yang memiliki *top soil* yang sangat terbatas. Hal inilah yang mendorong perlunya evaluasi dan penerapan metode baru yang lebih efisien.

Melalui kajian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang mendalam mengenai tahapan teknis penanaman sistem tanam alur, kondisi aktual sistem tanam alur, perbandingan antara sistem tanam alur dan sistem konvensional, dan implementasi sistem tanam alur dilahan baru yang akan direklamasi.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods (kuantitatif–kualitatif) dengan metode studi komparatif eksperimental lapangan untuk menganalisis efektivitas reklamasi tambang batukapur melalui perbandingan antara metode tebar konvensional tanah pucuk

(top soil spreading) dan metode sistem alur tanah pucuk (top soil furrow system) (Adesipo et al. 2021.).

Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengevaluasi perbedaan efisiensi penggunaan tanah pucuk, kualitas media tanam, dan keberhasilan pertumbuhan vegetasi. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan kondisi lapangan, pelaksanaan reklamasi, serta faktor-faktor teknis yang memengaruhi keberhasilan kedua metode.

Penelitian dilaksanakan di area reklamasi tambang batukapur PT. X yang terdiri atas:

1. Area reklamasi metode tebar konvensional tanah pucuk;
2. Area reklamasi metode sistem alur tanah pucuk;
3. Area rencana reklamasi (lahan baru) untuk simulasi implementasi metode terbaik.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu membandingkan Metode tebar konvensional dan Metode sistem alur tanah pucuk. Dengan variabel terikat berupa Efisiensi penggunaan top soil (%); Pertumbuhan vegetasi; Tingkat keberhasilan reklamasi; Estimasi kebutuhan bibit.

Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, meliputi pengukuran kualitas tanah, vegetasi eksisting, jarak tanam, dan jarak antar alur. Sampel tanah diambil secara acak untuk diuji di laboratorium guna mengetahui tingkat kesuburannya. Selain itu dilakukan pengukuran tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah helai daun untuk mengevaluasi pertumbuhan vegetasi pada masing-masing sistem. Bibit yang digunakan dalam sistem tanam alur terdiri dari jati (Tectona grandis) yang berasal dari biji dan stek pucuk, serta tanaman sisipan seperti kaliandra merah.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, dan perhitungan kebutuhan top soil maupun bibit. Dilakukan perhitungan dan analisis terhadap sistem konvensional terlebih dahulu, yaitu sistem tebar tanah pucuk secara merata dengan ketebalan tertentu sesuai dengan kebutuhan. Kemudian dilakukan perbandingan antara sistem konvensional dan sistem tanam alur dianalisis untuk menilai efisiensi penggunaan top soil dan tingkat pertumbuhan tanaman. Penggunaan sistem tanam alur diharapkan dapat mengurangi kebutuhan top soil yang keterdapatannya terbatas dan memfokuskan pemberian top soil pada lahan/bagian yang akan diberikan tanaman. Selain itu, proyeksi implementasi sistem tanam alur di lahan baru juga dilakukan dengan menghitung kebutuhan jumlah pohon dan volume top soil berdasarkan kondisi topografi dan luasan area reklamasi.

Analisis Efisiensi Penggunaan Tanah Pucuk volume top soil dihitung menggunakan persamaan:

Metode Konvensional

$V = A \times T$

Keterangan:

V = volume top soil (m^3)

A = luas area reklamasi (m^2)

T = ketebalan sebar tanah pucuk (m)

Metode Sistem Alur

V = Panjang alur × Lebar alur × Kedalaman alur × Jumlah alur

Efisiensi penggunaan top soil dihitung:

Efisiensi (%) = ((V konvensional − V alur) / V konvensional) × 100%

3. Hasil dan Pembahasan

Dengan jarak tanam yang ada, jumlah pohon dalam 1 Ha lahan reklamasi yaitu 660 pohon/Ha. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

1 Ha	=	100 m x 100 m = 1000 m^2
Jumlah alur	=	100 : 4,8 = 20,83 ≈ 20 alur/Ha
Jumlah pohon dalam 1 alur	=	100 : 3 = 33,33 ≈ 33 pohon/alur
Jumlah pohon pada tanggul	=	100 x 4 = 400 : 3 = 133,33 ≈ 133 pohon
Jumlaj pohon/Ha	=	20 x 33 = 660 pohon/Ha

Jati total keseluruhan jumlah pohon dalam 1 Ha adalah 793 pohon dengan rincian 133 pohon trembesi sebagai tanaman pada tanggul, 528 pohon jati sebagai tanaman pioner, dan 132 pohon kaliandra merah sebagai tanaman sisipan. Komposisi tersebut menunjukkan penerapan prinsip revegetasi bertingkat melalui kombinasi tanaman pionir dan tanaman penunjang yang bertujuan mempercepat pembentukan tutupan vegetasi dan meningkatkan kualitas media tumbuh.

Penggunaan *top soil* pada sistem tanam alur dan sistem konvensional jugu memiliki perbedaan. Pada sistem tebar jumlah *top soil* yang dibutuhkan dalam 1Ha adalah 3000 m^3, Sedangkan pada sistem tanam alur hanya memerlukan 640 m^3 untuk lahan 1 Ha. Penerapan sistem alur memberikan perubahan yang signifikan terhadap kebutuhan tanah pucuk (top soil). Adapun perhitungannya sebagai berikut:

Sistem tanam konvensional	= 10.000 m^2 x 0,3 m = 3000 m^3
Sistem tanm alur	= 100 x 0,4 x 0,8 x 20 = 640 m^3

Gambar 1. Lokasi Reklamasi Sistem Konvensional dan Sistem Alur

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem alur mampu menurunkan kebutuhan tanah pucuk hampir 79% dibanding sistem tebar konvensional.

Secara teknis, pengurangan kebutuhan top soil ini terjadi karena media tumbuh hanya ditempatkan pada zona efektif perakaran (root zone), bukan disebarkan merata ke seluruh permukaan lahan. Pendekatan tersebut menjadi relevan pada area tambang batukapur

karena ketersediaan top soil umumnya terbatas akibat proses pengupasan lahan dan penyimpanan jangka panjang. Dengan penggunaan yang lebih terarah, volume top soil yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk mereklamasi luasan area yang lebih besar.

Selain aspek efisiensi material, sistem alur juga berpotensi meningkatkan kemampuan tanah dalam mempertahankan kelembaban dan mengurangi kehilangan material akibat limpasan permukaan, sehingga kondisi mikrohabitat di sekitar tanaman menjadi lebih mendukung pertumbuhan awal.

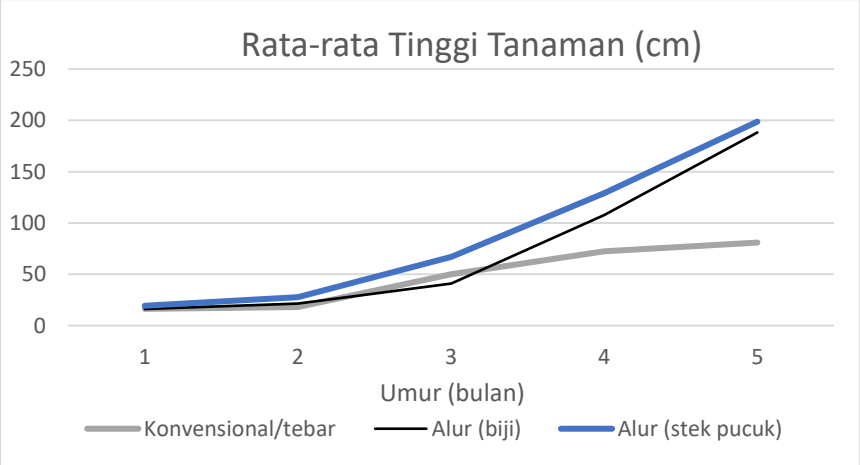
3.1. Hasil perbandingan sistem tanam konvensional dan sistem tanam alur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode penanaman memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman jati, baik dari segi tinggi, diameter batang, maupun jumlah daun. Berikut penjelasan terkait pengaruh metode tanam terhadap pertumbuhan tanaman, yaitu :

1. Tinggi Tanaman Jati

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Jati (cm)

Metode	Umur (bulan)				
	1	2	3	4	5
Konvensional/tebar	16,28	18,2	50,09	72,51	80,88
Alur (biji)	16,14	21,33	41,05	107,76	188,2
Alur (stek pucuk)	19,35	27,73	66,92	129,18	198,8



Gambar 2. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman

Rata-rata tinggi tanaman jati yang ditanam dengan Sistem Alur yang menggunakan bibit dari stek pucuk menunjukkan nilai yang paling tinggi, yaitu 198,80 cm. Sementara tanaman jati yang ditanam dengan sistem alur dengan bibit dari biji jati menunjukkan nilai tinggi rata-rata sebesar 188,2 cm. Nilai rata-rata terendah tampak pada tanaman jati yang ditanam dengan konvensional dengan nilai sebasar 80,88 cm. Pada tanaman jati yang ditanam dengansistem konvensional ini, bibit yang digunakan merupakan bibit jati dari biji jati lokal. Jika dibandingkan dengan sistem konvensional, peningkatan tinggi tanaman mencapai:

- 132,7% lebih tinggi pada sistem alur menggunakan bibit biji;

- 145,8% lebih tinggi pada sistem alur menggunakan bibit stek pucuk.

Pola pertumbuhan menunjukkan bahwa perbedaan mulai terlihat sejak bulan kedua dan semakin besar pada bulan keempat hingga kelima. Hal ini mengindikasikan bahwa setelah fase adaptasi awal, tanaman pada sistem alur mampu memanfaatkan kondisi media tumbuh secara lebih optimal.

Kinerja yang lebih baik pada sistem alur diduga disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, konsentrasi top soil pada jalur tanam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan bahan organik di sekitar zona akar. Kedua, bentuk alur memungkinkan akumulasi air hujan sehingga kelembaban tanah lebih stabil dibanding permukaan yang ditutup tipis secara merata. Ketiga, ruang perakaran yang lebih dalam mendukung perkembangan sistem akar sehingga penyerapan air dan nutrisi menjadi lebih efektif.

Selain pengaruh sistem tanam, penggunaan bibit stek pucuk menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dibanding bibit generatif (biji). Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh ukuran awal bibit yang lebih seragam dan kemampuan adaptasi yang lebih baik pada fase awal pertumbuhan.

2. Diameter Batang

Pada tabel berikut ditunjukkan hasil pengukuran diameter batang tanaman jati pada lahan bekas tambang PT. X.

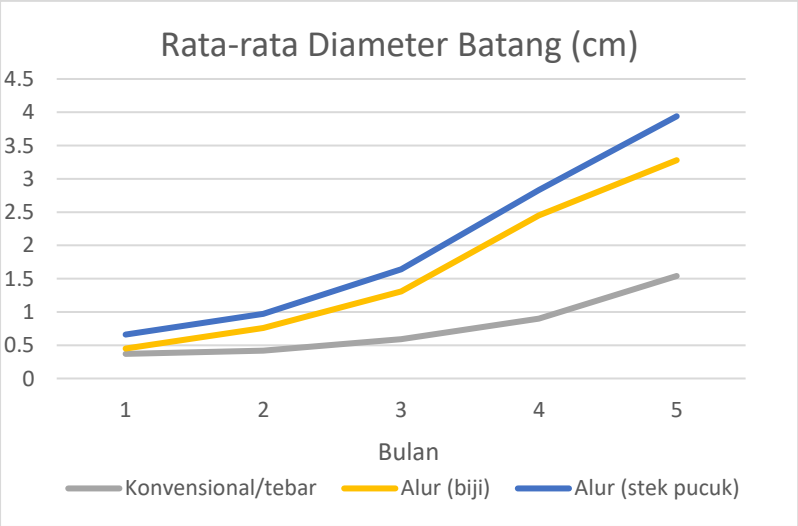
Tabel 2. Rata-rata Diameter Batang Jati

Metode	Umur (bulan)				
	1	2	3	4	5
Konvensional/tebar	0,37	0,42	0,59	0,9	1,54
Alur (biji)	0,45	0,76	1,31	2,45	3,28
Alur (stek pucuk)	0,66	0,97	1,64	2,83	3,94

Dapat dilihat bahwa rata-rata diameter batang paling tinggi pada tanaman jati stek pucuk yang ditanam pada Sistem Alur, dengan diameter batang 3,94 cm. Sedangkan rata -rata diameter batang dari tanaman jati biji Sistem Alur sebesar 3,28 cm, dan yang paling lambat pertumbuhan diameter batang nya adalah sistem konvensional dengan diameter 1,54 cm pada umur 5 BST (bulan setelah tanam).

Dibandingkan sistem konvensional, peningkatan diameter mencapai:

- **113**% pada sistem alur dari bibit biji;
- **156**% pada sistem alur dari bibit stek pucuk.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Diameter Batang

Peningkatan diameter menunjukkan bahwa sistem alur tidak hanya mempercepat pertumbuhan vertikal (tinggi), tetapi juga meningkatkan pertumbuhan sekunder tanaman.

Pertumbuhan diameter yang lebih besar menunjukkan bahwa hasil fotosintesis dan akumulasi biomassa berlangsung lebih baik. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh ketersediaan air dan unsur hara yang lebih stabil sehingga tanaman dapat mengalokasikan energi tidak hanya untuk pemanjangan batang tetapi juga untuk pembentukan jaringan kayu. Pada sistem konvensional, penyebaran top soil yang tipis dan merata menyebabkan sebagian volume tanah tidak dimanfaatkan secara optimal oleh akar tanaman sehingga efisiensi penyerapan hara menjadi lebih rendah.

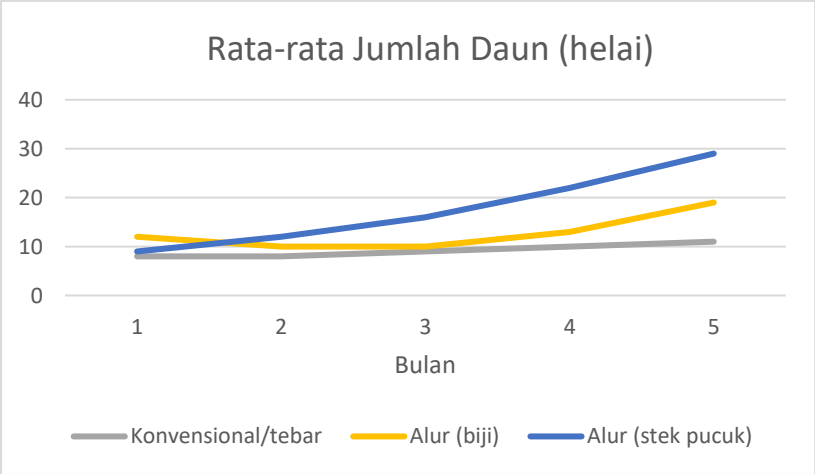
Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter tanaman jati di sistem alur lebih cepat dibanding dengan tanaman jati sistem konvensional.

3. Jumlah Daun

Berikut ditunjukkan hasil pengukuran jumlah daun tanaman jati pada lahan bekas tambang kapur PT. X.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Helai Daun

Metode	Umur (bulan)				
	1	2	3	4	5
Konvensional/tebar	8	8	9	10	11
Alur (biji)	12	10	10	13	19
Alur (stek pucuk)	9	12	16	22	29



Gambar 4. Rata-rata Jumlah Daun

Dapat dilihat pada grafik bahwa rata-rata jumlah daun pada ketiga kelompok data penelitian, dan tampak bahwa kelompok tanaman jati dari bibit stek pucuk yang ditanam dengan Sistem Alur memiliki rata-rata jumlah daun yang paling banyak, yaitu 29 helai daun. Pada tanaman jati yang ditanam dengan sistem konvensional dan Sistem Alur dari biji jumlah daunnya berturut-turut adalah 11 dan 19 helai. Jumlah daun suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya nutrisi, hal ini membuktikan bahwa sistem tanam mempengaruhi nutrisi dan jumlah daunnya.

4. Kesimpulan

Setelah membandingkan sistem tanam alur dengan sitem konvensional didapatkan hasil bahwa sistem tanam alur lebih efektif dan efisien untuk pertumbuhan tanaman dan kebutuhan penggunaan *top soil*. Efisiensi paling jelas terdapat pada kebutuhan penggunaan *top soil* yaitu 640 m^3 dan 3000 m^3 apabila menggunakan sistem tanam konvensional. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem alur menghasilkan pertumbuhan vegetasi yang lebih baik dibanding sistem tebar konvensional sekaligus menggunakan volume top soil yang jauh lebih rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan reklamasi tidak semata ditentukan oleh banyaknya top soil yang digunakan, tetapi oleh efektivitas penempatan top soil pada zona tumbuh tanaman.

Dengan efisiensi penggunaan top soil sebesar 78,67% dan peningkatan seluruh parameter pertumbuhan vegetasi, sistem alur berpotensi menjadi alternatif teknik reklamasi yang lebih efektif dan berkelanjutan pada lahan bekas tambang batukapur yang memiliki keterbatasan sumber daya tanah pucuk.

Daftar Pustaka

Adesipo, A. A., Freese, D., Zerbe, S., & Wiegleb, G. (2021). *An approach to thresholds for evaluating post-mining site reclamation*. Sustainability, 13(10), 5618.

Adil, Ahmad. 2023. *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif: Teori Dan Praktik*.

Afrizal, Rindhan, Gunawan Nusanto, and Muhammad Tommy. 2017. "Rencana Teknis Reklamasi Pada Lahan Bekas Tambang Block VI PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban Jawa Timur." *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan* 5662(November): 50–59.

Government of Indonesia. (2010). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang*.

Kritis, Lahan. 2020. *Implementasi Sistem Alur Revolusi Restorasi*.

Lubis Erlan, Pratiwi, Yuniar, Rodiyah Nursani, and Jurusan Teknik Pertambangan. 2024. 2 *Analisis Revegetasi Pada Lahan Reklamasi Disposal I Tambang Batu Kapur Di PT Semen Baturaja Tbk Analysis of Revegetation on the Reclamation Land of Disposal I Limestone Mine at PT Semen Baturaja Tbk, Ogan Komering Ulu, South Sumatra*.

Sukandarrumidi. (2009). *Reklamasi dan Penutupan Tambang*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Tarigan Agrifa, Susanto Taufiq, Martono L.Slamet, Yunus Mukhammad. 2020. *Implementasi Sistem Alur Revolusi Restorasi*.

Yunanto, T., Amanah, F., & Wisnu, N. P. (2021). *The possibility of reclamation criteria success in Indonesia: Soil condition, vegetation structure and species composition*. Journal of Degraded and Mining Lands Management, 9(1), 3201–3210.