

OPTIMALISASI REKLAMASI LINGKUNGAN PASCA TAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN LAPISAN TANAH NON-ACID FORMING (NAF) DI PT XYZ

Oleh

Kerlima Hutagaol¹, Oktavianus Chayadi², Didi Mulyadi³, Roby Syafi'i⁴, Gilbert Esra Temanta Tarigan⁵, Muh. Rizal⁶

^{1,2,3,4,5,6} Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

E-Mail: ²oktavianuschayadi@gmail.com

Article History:

Received: 11-06-2025

Revised: 16-06-2025

Accepted: 14-07-2025

Keywords:

Non-Acid Forming (Naf),
Reklamasi Tambang, Air
Asam Tambang, Ph Tanah,
Vegetasi

Abstract: reklamasi pasca tambang batubara merupakan tantangan besar dalam industri pertambangan, khususnya terkait dampak pembentukan air asam tambang (aat) yang menurunkan ph tanah dan merusak kualitas lingkungan. Penelitian ini mengkaji pemanfaatan lapisan tanah non-acid forming (naf) dalam menstabilkan ph tanah dan meningkatkan keberhasilan revegetasi lahan pasca tambang batubara. Dengan membandingkan dua lokasi (satu diberi lapisan naf, satu tanpa naf), dilakukan pengukuran ph tanah dan pertumbuhan vegetasi x selama 6 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lapisan naf menghasilkan ph tanah rata-rata 6,38 (netral) dan pertumbuhan vegetasi x rata-rata 117,6 cm, sementara tanah tanpa naf hanya ph rata-rata 5,14 (asam) dan pertumbuhan tanaman 48,8 cm. Uji statistik membuktikan perbedaan signifikan pada kedua variabel, serta korelasi positif antara ph tanah dan pertumbuhan vegetasi. Lapisan naf terbukti menjadi solusi efektif mengurangi aat, memperbaiki kualitas tanah, mempercepat revegetasi, dan mendukung keberhasilan reklamasi lahan tambang batubara.

PENDAHULUAN

Pertambangan batubara telah memberikan kontribusi besar terhadap pembangunan nasional, namun meninggalkan tantangan serius terhadap lingkungan, khususnya pada lahan pasca tambang. Salah satu kendala utama reklamasi adalah pembentukan air asam tambang (aat), akibat oksidasi mineral sulfida di material tanah overburden dan sisa-sisa material tambang. Aat secara signifikan menurunkan ph tanah, menyebabkan lingkungan menjadi asam, menekan pertumbuhan vegetasi, bahkan mencemari sumber air di sekitar kawasan tambang. Oleh sebab itu, diperlukan inovasi penanganan lingkungan yang efektif dalam mereklamasi lahan, salah satunya dengan menerapkan lapisan non-acid forming (naf). Naf merupakan material tanah yang tidak mengandung mineral pembentuk asam, sehingga berpotensi besar dalam menstabilkan ph tanah dan mendukung proses revegetasi secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh pemberian lapisan naf terhadap

keberhasilan reklamasi pada lahan bekas tambang batubara pt xyz.

Tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh lapisan naf terhadap ph tanah di area reklamasi pasca tambang, menilai pertumbuhan vegetasi sebagai indikator keberhasilan reklamasi pada lahan dengan dan tanpa lapisan naf, dan menilai efektivitas penggunaan naf dalam mencegah pembentukan aat dan mempercepat proses revegetasi.

Penelitian ini dibatasi pada lokasi studi di area reklamasi pt xyz, provinsi sumatera, dengan fokus pada dua perlakuan lahan reklamasi yaitu tanah dengan lapisan naf dan tanah tanpa naf. Parameter utama yang diamati adalah ph tanah dan tinggi tanaman selama 6 bulan pascatanam.

LANDASAN TEORI

Air Asam Tambang (Aat)

Air asam tambang merupakan hasil dari oksidasi mineral sulfida seperti pirit (FeS_2) yang terpapar air dan oksigen selama proses penambangan. Reaksi tersebut menghasilkan asam sulfat dan logam berat yang dapat mencemari tanah dan air. Keberadaan aat menjadi permasalahan serius karena mengakibatkan tanah menjadi asam dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman serta keseimbangan ekosistem sekitar.

Potential acid forming (paf) dan non-acid forming (naf)

Paf merupakan material tanah atau batuan yang bila teroksidasi akan menghasilkan asam, sedangkan naf adalah material yang bersifat inert (tidak membentuk asam). Pengelolaan paf sangat penting dalam menghindari pembentukan aat, salah satunya dengan melakukan penutupan menggunakan lapisan naf.

Ph tanah dan implikasinya

Ph tanah berperan penting dalam menentukan ketersediaan unsur hara dan tingkat toksisitas logam berat. Tanah dengan ph di bawah 5 cenderung tidak optimal untuk pertumbuhan tanaman dan mudah mengalami pencucian logam berat yang bersifat toksik.

Teknik reklamasi dan peran naf

Teknik reklamasi modern mengutamakan penggunaan lapisan penutup yang mampu mengisolasi paf. Naf digunakan sebagai lapisan pelindung sebelum tanah humus, sehingga mencegah kontak langsung air dan oksigen dengan material asam.

Penggunaan naf terbukti pada berbagai studi, seperti nugraha et al. (2024), matsumoto et al. (2024), dan hamanaka et al. (2024), yang mengevaluasi efektivitas berbagai material naf dalam menstabilkan ph tanah dan mencegah pembentukan aat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di area reklamasi pt xyz, provinsi sumatera. Dua lokasi penelitian dipilih secara purposive yaitu lokasi 1 (perlakuan naf) dan lokasi 2 (tanpa perlakuan naf).

Penelitian menggunakan eksperimental komparatif, membandingkan lahan lapis naf (perlakuan) dan tanpa naf (kontrol) dengan parameter utama: ph tanah dan pertumbuhan tanaman utama (vegetasi x) setelah 6 bulan revegetasi. Alat yang digunakan meliputi ph meter, penggaris/meteran, alat pengambilan sampel, serta bahan utama berupa lapisan naf, top soil (humus), dan bibit vegetasi x.

Prosedur Penelitian

Pembersihan lahan, identifikasi material paf dan naf.

Lahan 1: Naf + Top Soil + Bibit Vegetasi X

Lahan 2: Top Soil + Bibit Vegetasi X (Tanpa Naf)

Penanaman bibit vegetasi x secara seragam di kedua lahan. Pengukuran ph tanah dan tinggi tanaman pada 0 dan 6 bulan setelah tanam.

Pengumpulan dan analisis data

Data ph dan tinggi tanaman diolah secara deskriptif dan inferensial, uji-t dilakukan untuk mengetahui signifikansi perbedaan hasil antar perlakuan. Korelasi pearson digunakan untuk menganalisis hubungan antara ph tanah dengan pertumbuhan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan awal menunjukkan bahwa lahan bekas tambang belum stabil ph-nya dan rawan pembentukan aat berdasarkan keberadaan paf yang dominan di substrat atas.

Hasil Pengukuran Ph Tanah

Pada lahan dengan perlakuan naf, ph meningkat signifikan dan cenderung stabil pada kisaran netral (rata-rata ph akhir = 6,38). Pada lahan tanpa perlakuan naf, ph akhir menurun menjadi rata-rata 5,14 (kondisi asam). Perbedaan ini menunjukkan efektivitas naf dalam menetralkan asam dan menghambat laju pelepasan logam berat.

Hasil Pertumbuhan Vegetasi

Pertumbuhan vegetasi x berbeda nyata antara kedua lokasi:

Lahan dengan naf: pertumbuhan rata-rata 117,6 cm dalam 6 bulan.

Lahan tanpa naf: pertumbuhan rata-rata 48,8 cm dalam 6 bulan. Data ini memperlihatkan bahwa tanaman tumbuh subur di lahan netral sedangkan lahan asam membatasi pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi.

Uji Statistik Dan Korelasi

Tabel 1. Uji -T Dan *P-Value*

Variabel	Dengan NAF	Tanpa NAF	t-hitung	p-value
pH Tanah	6,38	5,14	5,41	< 0,01
Tinggi Tanaman (cm)	97,6	28,8	23,99	< 0,0001

Analisis uji-t menunjukkan selisih signifikan baik pada nilai ph tanah maupun pertumbuhan tanaman ($P < 0,01$).

Tabel 2. Analisis Koefisien Korelasi

Variabel 1	Variabel 2	Koefisien Korelasi (r)	Interpretasi
pH tanah dengan NAF	Pertumbuhan vegetasi X	0,7	Kuat positif
pH tanah tanpa NAF	Pertumbuhan vegetasi X	0,94	Sangat kuat positif

Korelasi positif yang kuat ($r = 0,70-0,94$) antara ph netral dan pertumbuhan tanaman menegaskan pentingnya pengaturan ph tanah dalam reklamasi.

Analisis Literatur Dan Pembahasan Temuan

Temuan pada penelitian ini konsisten dengan studi-studi sebelumnya yang menyarankan pemakaian naf sebagai pelindung utama paf. Selain menstabilkan ph dan mendukung pertumbuhan tanaman, penggunaan naf juga menjadi solusi teknis untuk mitigasi aat pada program reklamasi berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pemberian lapisan naf efektif dalam menstabilkan ph tanah ke arah netral pada lahan reklamasi pasca tambang batubara.

Pertumbuhan vegetasi x meningkat signifikan pada lahan dengan naf dibanding tanpa naf.

Naf dapat diadopsi sebagai bagian dari tata kelola reklamasi guna mempercepat pemulihan ekosistem tanah serta mengurangi risiko lingkungan.

Saran

Penelitian lanjutan disarankan untuk waktu lebih panjang dengan lebih banyak varietas vegetasi dan variabel lingkungan. Uji efektivitas berbagai bahan naf di lokasi serta kondisi tanah berbeda agar hasil lebih komprehensif. Perlu ada sosialisasi penerapan lapisan naf bagi perusahaan tambang lainnya sebagai praktik reklamasi terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugraha, A., Damayanti, S., & Hamanaka, R. (2024). Prevention Of Acid Mine Drainage Through Dry Coating With Fly Ash And Bottom Ash. *Journal Of Environmental Engineering And Management*, 12(2), 23–45.
- [2] Damayanti, S., Nugraha, A., & Abfertiawan, M. (2024). Geochemical Characterization Of Coal Mine Overburden And Fly Ash. *Journal Of Geochemistry And Mineralogy*, 5(1), 34–50.
- [3] Hamanaka, R., Matsumoto, Y., & Abfertiawan, M. (2024). Mitigation Of Acid Mine Drainage Using Blended Waste Rock. *Journal Of Mining And Environmental Science*, 9(3), 101–115.
- [4] Abfertiawan, M., Matsumoto, Y., & Damayanti, S. (2024). Application Of Artificial Neural Network Model To Predicting Acid Mine Drainage. *International Journal Of Mining And Environmental Solutions*, 8(4), 56–70.
- [5] Matsumoto, Y., Hamanaka, R., & Nugraha, A. (2024). Evaluation Of Non-Acid-Forming Material Layering For The Prevention Of Acid Mine Drainage. *Journal Of Sustainable Mining*, 10(1), 77–90.
- [6] Lu, Y., Et Al. (2023). The Effects Of Soil Ph On The Uptake Of Nutrients By Plants. *Plant And Soil*, 486, 123–145. <https://Link.Springer.Com/Article/10.1007/S11104-023-05960-5>
- [7] Ma, Y., Wang, L., & Liu, Y. (2019). The Role Of Soil Ph In Plant Nutrition And Remediation. *Applied And Environmental Soil Science*, 2019, 1–10. <https://Www.Onlinelibrary.Wiley.Com/Doi/10.1155/2019/5794869>
- [8] Zhao, M., Et Al. (2018). Effects Of Soil Ph On Plant Growth, Investment, And Nutrient Allocation. *Frontiers In Plant Science*, 9, 1335. <https://Www.Frontiersin.Org/Articles/10.3389/Fpls.2018.01335/Full>