



Artikel Penelitian

Analisis Kualitas Air Limbah Penambangan Parameter pH dan TSS pada *Sediment Pond*

(Studi Kasus PT. J. Resources Bolaang Mongondow Desa Motandoi, Kecamatan Pinolosian Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Provinsi Sulawesi Utara)

Rivaldi Markel Tumiwa ^{a,*}, Adris Ade Putra ^b, Moch. Assiddieq ^a

^a Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Jl. KH. Ahmad Dahlan No.10 Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

^b Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 1 Juni 2025

Revisi Akhir: 22 Juni 2025

Diterbitkan Online: 30 Juni 2025

KATA KUNCI

Air, Limbah, Penambangan, pH, TSS

KORESPONDENSI

Telepon: 082231750976

E-mail: ivaltumiwa17@gmail.com

ABSTRACT

Mining activities, particularly in the gold mining sector, contribute significantly to economic development but simultaneously pose substantial environmental challenges, especially in wastewater management. This study aims to evaluate the quality of mining wastewater in the sediment pond at PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM) Site Bakan by analysing two key parameters: pH and Total Suspended Solids (TSS). A descriptive quantitative approach was applied, utilizing grab sampling methods followed by laboratory analysis in accordance with standard water quality testing procedures. The results indicate that the wastewater's pH values remained within the environmentally acceptable range, suggesting effective neutralization through lime injection. Additionally, TSS levels were successfully reduced through physical sedimentation within the sediment pond. This demonstrates the combined effectiveness of chemical treatment and sedimentation techniques in controlling the quality of mining wastewater prior to discharge into the environment. The implementation of lime dosing and sediment pond technology has proven to be a viable method for meeting environmental quality standards as regulated in Indonesia. These findings underscore the importance of integrated waste management systems in the mining industry to minimize ecological impacts and promote sustainable environmental practices.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan, khususnya pertambangan emas, merupakan sektor industri yang memiliki kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Namun, kegiatan ini juga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama pada kualitas air akibat limbah yang dihasilkan dari proses penambangan (Mulyadi & Santosa, 2021; Prasetya et al., 2023). Salah satu komponen penting dalam pengelolaan limbah cair tambang adalah keberadaan sediment pond atau kolam sedimentasi, yang berfungsi untuk menampung dan mengendapkan partikel padat sebelum air limbah dilepaskan ke lingkungan atau badan air penerima (Kementerian ESDM, 2022).

Parameter pH (derajat keasaman) dan Total Suspended Solid (TSS) merupakan dua indikator utama dalam menilai kualitas air limbah tambang. pH mencerminkan tingkat keasaman atau

kebasaan air yang berpengaruh terhadap kelarutan logam berat serta keseimbangan ekosistem perairan, sedangkan TSS menggambarkan konsentrasi partikel tersuspensi yang dapat mempengaruhi kejernihan air dan kehidupan akuatik (Yuliana et al., 2020; Andriani & Nugroho, 2022). Oleh karena itu, pengelolaan, pemantauan, dan evaluasi terhadap kedua parameter ini menjadi penting dalam memastikan bahwa air limbah yang dilepaskan telah memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku, seperti yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 202 Tahun 2024 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Biji Emas dan Tembaga.

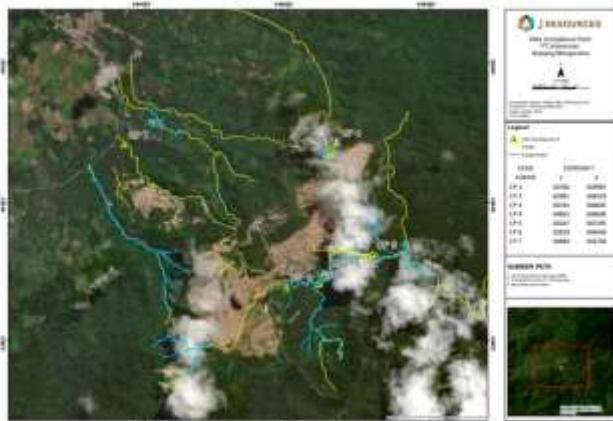
PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM) merupakan perusahaan tambang emas yang beroperasi di Site Bakan,

Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. Dalam operasionalnya, perusahaan ini memanfaatkan *sediment pond* sebagai bagian dari sistem pengelolaan air limbah tambang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air limbah yang terdapat pada *sediment pond* dengan fokus pada parameter pH dan TSS, serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan baku mutu lingkungan yang berlaku. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas sistem pengendalian limbah yang diterapkan perusahaan serta menjadi bahan masukan untuk upaya peningkatan pengelolaan lingkungan di sektor pertambangan.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada lokasi kegiatan pengolahan air limbah penambangan dengan kode titik CP7. Area ini merupakan salah satu titik strategis dalam sistem pengelolaan air limbah perusahaan karena berfungsi sebagai unit penerima utama dari limpasan proses penambangan emas. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis kualitas air limbah pada *sediment pond* berdasarkan parameter fisik dan kimia, yaitu pH dan Total Suspended Solid (TSS). Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran kuantitatif dari kondisi air limbah berdasarkan data pengukuran aktual di lapangan (Fadillah & Wibowo, 2021; Nuraini et al., 2023). Lokasi penelitian berada di area *sediment pond* dengan kode lokasi CP7 milik PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM) Site Bakan.

Pengambilan sampel air dilakukan dengan metode *grab sampling*, yaitu teknik pengambilan langsung air limbah pada titik dan waktu tertentu menggunakan botol sampel bersih yang telah dibilas terlebih dahulu dengan air sampel untuk menghindari kontaminasi (Kementerian LHK, 2021). *Grab sampling* merupakan metode umum yang digunakan dalam pemantauan kualitas air untuk mewakili kondisi aktual pada saat pengambilan (Putri & Hamzah, 2022).

Setelah diambil, sampel air disimpan dalam wadah tertutup dan ditempatkan dalam pendingin bersuhu 4°C guna mempertahankan stabilitas parameter kimia dan fisik selama transportasi ke laboratorium. Prosedur ini mengikuti pedoman

terbaru dari American Public Health Association (APHA, 2022) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2021) mengenai konservasi dan analisis kualitas air. Parameter pH dianalisis menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi, sedangkan parameter TSS diukur dengan metode gravimetri setelah penyaringan melalui kertas saring berpori 0,45 µm dan pengeringan pada suhu 103–105°C hingga diperoleh massa konstan (APHA, 2022).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di area *sediment pond* milik PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM) yang berada di Site Bakan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara. Site Bakan merupakan salah satu lokasi utama operasi penambangan emas oleh PT JRBM, anak perusahaan dari J Resources Asia Pasifik yang bergerak di sektor pertambangan emas di Indonesia.

Secara geografis, Site Bakan terletak di wilayah perbukitan dengan topografi berbukit dan bergelombang, serta ditumbuhi vegetasi hutan sekunder dan semak belukar. Lokasi ini berada pada koordinat sekitar 0°45'–1°00' Lintang Utara dan 124°15'–124°30' Bujur Timur. Iklim di wilayah ini tergolong tropis dengan curah hujan tinggi, yang sangat berpengaruh terhadap volume air limpasan dan potensi terbentuknya air limbah tambang.

Kegiatan operasional tambang di Site Bakan meliputi proses pengeboran, peledakan (*blasting*), pengangkutan bijih, pengolahan emas dengan metode sianidasi, serta pengelolaan limbah. Untuk mengendalikan pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air, PT JRBM membangun dan mengoperasikan beberapa unit *sediment pond* sebagai bagian dari sistem pengelolaan air limbah. *Sediment pond* ini berfungsi untuk menahan air limpasan dari area penambangan dan mengendapkan partikel tersuspensi sebelum air dibuang ke badan air penerima.

Lokasi *sediment pond* yang menjadi objek penelitian ini merupakan salah satu unit penting dalam sistem pengelolaan lingkungan perusahaan, karena menerima limbah dari berbagai titik aktivitas tambang, khususnya selama musim hujan atau saat kegiatan operasional intensif. Oleh karena itu, evaluasi kualitas air di area ini menjadi penting untuk memastikan bahwa sistem pengendalian limbah yang diterapkan sudah efektif dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

3.2. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air limbah pada *sediment pond* CP7 di PT J Resources Bolaang Mongondow melalui analisis sampel air limbah dengan dua parameter utama, yaitu pH dan Total Suspended Solids (TSS), selama periode tiga bulan (Januari–Maret) yang kemudian dilakukan uji laboratorium di PT WLN Manado. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengukuran yang disajikan dalam Tabel 1, diketahui bahwa nilai pH air limbah pada *sediment pond* CP7 selama periode Januari hingga Maret 2025 berada dalam kisaran 6,7 hingga 7,45. Seluruh nilai ini masih berada dalam rentang baku mutu yang ditetapkan oleh peraturan pemerintah, yaitu antara 6,0 hingga 9,0.

Tabel 1. Data hasil Pengujian Laboratorium

No	Parameter	UoM	GRL	Periode		
				Jan	Feb	Mar
1	pH	-	6-9	6.75	6.7	7.45
2	TSS	mg/L	200	< 10	< 10	31
3	Cu	mg/L	2	< 0.005	< 0.005	< 0.005
4	Cd	mg/L	0.1	<0.0001	<0.0001	<0.0001
5	Zn	mg/L	5	0.015	0.007	<0.005
6	Pb	mg/L	1	0.004	0.004	0.004
7	As	mg/L	0.5	<0.005	<0.005	<0.005
8	Ni	mg/L	0.5	<0.001	<0.001	<0.001
9	Cr	mg/L	1	<0.001	<0.001	<0.001
10	CN (Free)	mg/L	0.05	<0.005	<0.005	<0.005
11	Hg	mg/L	0.005	<0.00005	<0.00005	<0.0005

Tabel 2. Perhitungan Waktu Tinggal Air Pada *Pond*

POND	Debit Masuk		Waktu Tinggal (jam)
	(m ³ /detik)	(m ³ /jam)	
Pond 1	1,10	3.960	14,28
Pond 2	1,10	3.960	6,83
Pond 3	1,10	3.960	5,68

Nilai pH yang relatif stabil dan berada dalam batas aman ini tidak lepas dari upaya pengendalian pH yang dilakukan di lapangan, salah satunya melalui penambahan kapur (CaCO_3 atau Ca(OH)_2). Kapur digunakan sebagai bahan penetral untuk meningkatkan pH air limbah yang cenderung asam akibat aktivitas pertambangan dan proses pelindian bijih emas. Reaksi netralisasi yang terjadi antara ion H^+ dalam air dan ion OH^- dari kapur menghasilkan air dengan pH yang lebih seimbang. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai pH pada bulan Maret menjadi 7,45, menunjukkan efektivitas pengaturan dosis kapur dan pengendalian kimiawi yang tepat oleh pihak pengelola lingkungan di PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan.

Sementara itu, pengukuran Total Suspended Solids (TSS) menunjukkan nilai yang sangat rendah pada bulan Januari dan Februari, yaitu <10 mg/L, dan sedikit meningkat pada bulan Maret menjadi 31 mg/L. Seluruh nilai TSS tersebut masih berada jauh di bawah ambang batas maksimum sebesar 200 mg/L. Rendahnya nilai TSS pada dua bulan pertama menunjukkan bahwa fungsi sediment pond sebagai pengendali partikel tersuspensi berjalan sangat efektif. Proses pengendapan di dalam kolam memungkinkan partikel padat mengendap sebelum air limbah dialirkan keluar dari area tambang.

Peningkatan TSS pada bulan Maret kemungkinan disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, sehingga membawa lebih banyak material tersuspensi ke dalam kolam. Namun demikian, nilai 31 mg/L tersebut masih dalam batas aman dan membuktikan bahwa sediment pond tetap mampu menahan sebagian besar material padat melalui proses sedimentasi alami.

Menariknya, penambahan kapur tidak hanya berfungsi menaikkan pH, tetapi juga membantu menurunkan TSS secara tidak langsung. Ion kalsium dari kapur dapat menyebabkan flokulasi partikel tersuspensi, mempercepat proses penggumpalan, dan memperbesar ukuran partikel sehingga lebih mudah mengendap di dasar kolam sedimentasi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara pengolahan kimia dan fisik yang diterapkan di lapangan berperan penting dalam menjaga kualitas air limbah tambang tetap sesuai standar lingkungan yang berlaku.

3.3.1 Perhitungan Teknis

Secara teknis, sediment pond CP7 memiliki kapasitas tampung sebesar 106.220 m³ dengan pembagian *pond* 1 vol. 56.560 m³, *pond* 2 vol. 27.060 m³, *pond* 3 vol. 22.510 m³ dan mampu menangani limpasan dari catchment area seluas 113,55 hektar. Dengan curah hujan rata-rata sebesar 5,27 mm/jam dan koefisien limpasan sebesar 0,9, potensi aliran permukaan yang masuk ke dalam kolam sangat tinggi, sehingga diperlukan sistem pengolahan air yang andal. Perhitungan teknis menunjukkan bahwa untuk tiga kolam sedimentasi (termasuk CP7), dibutuhkan sekitar 4,14 ton kapur untuk mengendalikan parameter pH sekaligus meningkatkan efisiensi sedimentasi.

Waktu 11 tinggal merupakan salah satu parameter penting dalam perancangan kolam pengendapan, karena menunjukkan lama waktu air berada dalam kolam sebelum keluar. Semakin lama waktu tinggal, semakin besar peluang partikel tersuspensi mengendap di dasar kolam, sehingga meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas air.

Berdasarkan data pada Tabel 2, waktu tinggal pada *Pond*-1 adalah 14.28 jam, *Pond*-2 sebesar 6.83 jam, dan *Pond*-3 sebesar 5.68 jam, dengan debit masuk yang sama yaitu 1,10 m³/detik atau 3.960 m³/jam. Perbedaan waktu tinggal ini dipengaruhi oleh variasi kapasitas volume masing-masing kolam. *pond*-1 memiliki waktu tinggal paling tinggi, yang mengindikasikan bahwa kapasitasnya lebih besar dan lebih mampu menahan air untuk proses pengendapan yang lebih efektif.

Dari sudut pandang teknis, waktu tinggal yang lebih tinggi memberikan waktu yang cukup bagi partikel-partikel dengan kecepatan pengendapan rendah untuk mengendap sebelum air dialirkan keluar. Hal ini penting terutama untuk menangkap partikel halus yang membutuhkan waktu lebih lama untuk mengendap. Oleh karena itu, waktu tinggal yang diperoleh menunjukkan bahwa desain kolam CP7, khususnya *pond*-1, sudah sesuai dengan prinsip dasar pengendapan dalam sistem pengelolaan air limbah tambang.

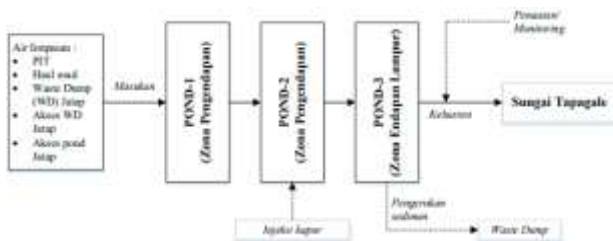
3.3.2 Kolam Pengendapan (Sediment Pond)

Gambar 2 memperlihatkan tampilan udara dari area sediment pond CP7 milik PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan, yang merupakan bagian penting dari sistem pengelolaan air limbah tambang. Sediment pond ini dirancang untuk menampung limpasan air permukaan yang berasal dari kawasan penambangan dan sekitarnya, serta mengendapkan material tersuspensi (TSS) sebelum air dilepaskan ke lingkungan (Setiawan et al., 2021).



Gambar 2. Sediment Pond CP7

Sedimen pond CP7 terdiri atas 3 kolam atau kompartemen yang dihubungkan antara seri, dimana *pond* ini diletakan pada elevasi yang paling rendah. Air limpasan (*run off*) dari sumber akan ditangkap oleh saluran *drainase* dan dialirkan menuju kolam CP7. Air ini berpotensi mengandung asam dan harus dilakukan pengolahan. Netralisasi kadar asam air limbah ini dilakukan dengan cara injeksi flokulan menggunakan kapur pada *pond* 2. Proses yang terjadi adalah penggumpalan dan pengendapan lumpur (zona pengendapan). Air limbah yang telah dinetralkan akan dialirkan (*overflow*) ke badan air penerima yaitu Sungai Tapagale. flowchart pengolahan air limbah dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flow Chart Pengolahan Air Limbah Penambangan

Secara keseluruhan, kombinasi antara desain kapasitas kolam, pengendalian limpasan permukaan, dan penanganan parameter kimia air menjadikan *sediment pond* CP7 sebagai komponen kunci dalam sistem pengelolaan lingkungan tambang PT JRBM Site Bakan, yang mencerminkan praktik pengelolaan limbah cair yang bertanggung jawab dan berkelanjutan (Susanti & Nugroho, 2022).

3.3.3 Fasilitas Lime Mixing Tank

Gambar 4 menunjukkan fasilitas *lime mixing tank* yang digunakan sebagai bagian dari sistem pengolahan air limbah tambang di PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan. Fasilitas ini berfungsi untuk mencampur kapur (CaCO_3 atau

Ca(OH)_2) dengan air secara homogen sebelum dialirkan ke sistem pengolahan limbah, seperti sediment pond. Proses pencampuran ini penting untuk menetralkan pH air limbah yang bersifat asam akibat aktivitas pertambangan, serta membantu proses koagulasi dan flokulasi partikel tersuspensi (TSS), sehingga mempercepat pengendapan partikel padat (Lestari et al., 2020; Mulyanto & Hadibarata, 2019).

Tangki ini dilengkapi dengan sistem pengaduk otomatis dan saluran penginjeksian kapur yang terukur, memastikan dosis kapur sesuai kebutuhan operasional dan efisien secara teknis serta lingkungan (Setiawan et al., 2021). Proses ini merupakan bagian dari *best available techniques* (BAT) dalam pengendalian kualitas air limbah tambang untuk memenuhi baku mutu lingkungan hidup yang berlaku (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021).



Gambar 4. Fasilitas Lime Mixing Tank

4. KESIMPULAN

Pengelolaan air limbah tambang di PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan menunjukkan efektivitas melalui penerapan sediment pond dan injeksi kapur. Sediment pond bekerja optimal mengendapkan partikel tersuspensi secara alami dengan memanfaatkan aliran lambat dan waktu tinggal air yang cukup, sehingga mampu menurunkan tingkat kekeruhan dan padatan tersuspensi sebelum air dilepaskan ke lingkungan.

Di sisi lain, injeksi kapur berfungsi menstabilkan pH air limbah dengan menetralkan sifat asam, sehingga pH berada dalam kisaran aman sesuai baku mutu. Kombinasi antara sedimentasi fisik dan penyesuaian kimia ini terbukti efektif mendukung pemenuhan regulasi lingkungan dan mencerminkan komitmen perusahaan dalam menjaga kelestarian lingkungan sekitar tambang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dosen pembimbing yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association. (2022). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.).

- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation.
- Andriani, N., & Nugroho, H. (2022). Analisis TSS dan pH pada air limbah tambang sebagai indikator kualitas air. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(1), 33–40.
- Fadillah, A., & Wibowo, D. (2021). Analisis kualitas air limbah tambang menggunakan metode kuantitatif. *Jurnal Sains Lingkungan*, 12(2), 45–52.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *Pedoman teknis pengelolaan air limbah kegiatan pertambangan*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Pedoman pemantauan kualitas air dan konservasi sumber daya air*. Jakarta: KLHK.
- Lestari, R. D., Pradana, A. T., & Rahmawati, D. (2020). Pengaruh penambahan kapur terhadap peningkatan pH air asam tambang. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 9(1), 55–63.
- Mulyadi, E., & Santosa, W. (2021). Dampak kegiatan pertambangan emas terhadap kualitas air permukaan. *Jurnal Ekologi Industri*, 5(1), 12–20.
- Mulyanto, A., & Hadibarata, T. (2019). Rekayasa pengolahan limbah cair tambang logam berat menggunakan koagulasi dan flokulasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan*, 13(2), 98–106.
- Nuraini, S., Hartono, B., & Syafitri, N. (2023). Evaluasi kualitas air limbah tambang berdasarkan parameter pH dan TSS. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 25–32.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara.
- Prasetya, D., Hidayat, M., & Ramadhan, F. (2023). Analisis dampak lingkungan kegiatan pertambangan emas terhadap kualitas air. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 9(2), 77–85.
- Putri, L. A., & Hamzah, H. (2022). Studi penggunaan metode grab sampling dalam pemantauan kualitas air limbah tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(1), 13–19.
- Setiawan, A., Nugroho, H., & Rahayu, T. (2021). Implementasi sistem lime mixing untuk netralisasi air limbah tambang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan*, Universitas Diponegoro.
- Susanti, F., & Nugroho, A. (2022). Peran sediment pond dalam menekan TSS dan mengendalikan kualitas air tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan dan Pertambangan*, 7(2), 44–52.
- Yuliana, E., Setiadi, T., & Wardhana, W. (2020). TSS sebagai indikator pencemaran air pada kegiatan tambang emas. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 14(1), 50–58.