

EVALUASI TEKNIK PENGELOLAAN LIMBAH B3 PADA KEGIATAN PENAMBANGAN BATUBARA DI PT LEMATANG COAL LESTARI KABUPATEN MUARA ENIM

Evaluation of Hazardous and Toxic Waste Management Techniques in Coal Mining Activities at PT Lematang Coal Lestari, Muara Enim Regency

Reyhan Berdynando*¹, Ahmad Husni², Aris Susilo³

Universitas Prabumulih^{1,2,3}

*reyhanberdynando@gmail.com.

Abstrak

Kegiatan penambangan batubara menghasilkan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik limbah B3, mengevaluasi teknik pengelolaannya, serta memberikan rekomendasi perbaikan di PT Lematang Coal Lestari (PT LCL), Kabupaten Muara Enim. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan teknik observasi lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, studi pustaka, serta analisis komparatif terhadap sistem pengelolaan limbah B3 yang diterapkan perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah B3 yang dihasilkan meliputi oli bekas, grease, filter oli, aki bekas, kain majun terkontaminasi, kemasan bahan kimia, sludge IPAL, dan air asam tambang. Pengelolaan limbah B3 telah dilakukan melalui tahapan penyimpanan di TPS Limbah B3, pengangkutan oleh pihak berizin, pengolahan, dan penimbunan sesuai ketentuan yang berlaku. Namun, masih diperlukan peningkatan pada fasilitas penyimpanan, pengawasan, pelatihan tenaga kerja, serta monitoring secara berkala agar pengelolaan limbah B3 menjadi lebih efektif, aman, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Limbah B3, pengelolaan limbah, evaluasi, pertambangan batubara

Abstract

Coal mining activities generate hazardous and toxic waste (B3 waste) that may cause environmental pollution if not properly managed. This study aims to identify the types and characteristics of hazardous waste, evaluate the waste management techniques, and provide recommendations for improvement at PT Lematang Coal Lestari (PT LCL), Muara Enim Regency. The research employed a descriptive method through field observations, primary and secondary data collection, literature review, and comparative analysis of the company's hazardous waste management system. The results show that the hazardous waste generated includes used oil, grease, oil filters, used batteries, contaminated rags, chemical containers, wastewater treatment sludge, and acid mine drainage. Hazardous waste management has been carried out through temporary storage, transportation by licensed contractors, treatment, and final disposal in accordance with applicable regulations. However, improvements are still needed in storage facilities, supervision, employee training, and periodic monitoring to ensure a more effective, safe, and sustainable hazardous waste management system.

Keywords: Hazardous Waste (B3), Waste Management, Evaluation, Coal Mining.



© 2026 Reyhan Berdynando. Published by Yayasan Pendidikan Literasi Borneo (Nomor AHU-0031523.AH.01.04.Tahun 2025). This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

PENDAHULUAN

Aktivitas pertambangan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, terutama yang berkaitan dengan pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah B3 tambang dapat berasal dari berbagai kegiatan operasional, seperti perawatan alat berat, penggunaan bahan kimia proses, pelumas, oli bekas, filter, aki, limbah laboratorium, serta bahan kimia sisa yang memiliki sifat berbahaya, beracun, mudah terbakar, korosif, dan reaktif (Rare & Surur, 2024)

Pengelolaan limbah B3 yang tidak dilakukan secara tepat dapat menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara, serta menimbulkan risiko serius terhadap kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar area tambang. Selain itu, kegagalan dalam pengelolaan limbah B3 juga berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, kerusakan

ekosistem, dan permasalahan hukum bagi perusahaan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah B3 dalam kegiatan pertambangan harus dilakukan secara terencana, sistematis, dan sesuai dengan prinsip pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan (Nursabina, 2021)

PT LCL sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan tentu menghasilkan limbah B3 dari aktivitas operasionalnya. Seiring dengan meningkatnya intensitas produksi dan kompleksitas kegiatan tambang, tantangan dalam pengelolaan limbah B3 juga semakin besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu evaluasi yang komprehensif terhadap teknik pengelolaan limbah B3 yang diterapkan di PT LCL, mulai dari tahap identifikasi dan karakterisasi limbah, sistem penyimpanan sementara, pengangkutan, pengolahan hingga penyerahan kepada pihak pengelola berizin.

Evaluasi teknik pengelolaan limbah B3 ini penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas sistem yang telah diterapkan, serta potensi risiko lingkungan dan keselamatan kerja yang mungkin ditimbulkan. Dari evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar dalam perbaikan dan strategi pengelolaan limbah B3 yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan, sehingga mendukung kinerja lingkungan perusahaan serta mewujudkan kegiatan pertambangan yang bertanggung jawab (Maroji, 2025)

METODOLOGI

Metode penelitian berjudul "Evaluasi Teknik Pengelolaan Limbah B3 pada Kegiatan Penambangan Batubara di PT Lematang Coal Lestari Kabupaten Muara Enim" adalah metode deskriptif evaluatif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (mix methods / evaluasi kesesuaian regulasi). Pemilihan Metode yang bersifat Evaluatif ini bertujuan untuk menilai atau mengevaluasi suatu kondisi atau sistem yang sedang berjalan (teknik pengelolaan limbah B3) dibandingkan dengan standar atau kriteria baku yang telah ditetapkan. Disamping itu Kesesuaian Regulasi dapat diketahui dengan cara mengukur tingkat kepatuhan (compliance) perusahaan terhadap peraturan perundang-undangan yang berlaku, seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Tahapan dan Teknik Pengumpulan Data: 1) Observasi Lapangan: Meninjau langsung kondisi fisik di area kegiatan penambangan dan workshop alat berat. Memeriksa fasilitas Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah B3; 2) Wawancara (Interview): Berdialog dengan personel penanggung jawab lingkungan (HSE/Health, Safety, and Environment), pengawas workshop, atau pihak terkait di PT Lematang Coal Lestari. 3) Studi Dokumentasi: Menganalisis data sekunder seperti pencatatan neraca limbah B3 (logbook), dokumen manifes pengangkutan limbah B3, serta Standar Operasional Prosedur (SOP) internal perusahaan.

Analisis Data dilakukan dengan; 1) Analisis Deskriptif Kualitatif: Mendeskripsikan secara sistematis alur atau teknik pengelolaan limbah B3 mulai dari tahap identifikasi/pewadahan, penyimpanan sementara, hingga penyerahan kepada pihak ketiga berizin; 2) Analisis Kesenjangan (Gap Analysis / Kesesuaian): Membandingkan temuan kondisi riil di lapangan dengan ketentuan teknis baku pada regulasi lingkungan hidup untuk menarik kesimpulan tingkat kelayakan atau kesesuaian pengelolaan limbah B3 tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi jenis dan karakteristik limbah B3 yang di hasilkan dari kegiatan pertambangan di PT LCL

Limbah B3 adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, serta membahayakan kesehatan manusia. Di tambang batubara, limbah ini tidak hanya berasal dari proses penggalian, tetapi lebih banyak muncul dari aktivitas pendukung alat berat dan pemeliharaan fasilitas. Jenis dan karakteristik limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan penambangan batubara di PT LCL Kegiatan penambangan batubara di PT LCL menghasilkan berbagai jenis limbah B3 yang berasal dari aktivitas operasional, perawatan alat, serta proses penunjang produksi. Limbah B3 tersebut umumnya terbagi ke dalam limbah cair dan limbah padat yang memiliki potensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan operasional alat berat antara lain berupa oli bekas, pelumas, grease, filter oli, serta kain majun yang telah terkontaminasi minyak. Limbah ini dihasilkan dari proses perawatan rutin dan perbaikan alat berat seperti excavator, dump truck, dan bulldozer. Selain itu, terdapat pula limbah berupa aki atau baterai bekas, yang mengandung logam berat seperti timbal, serta limbah lampu bekas yang berpotensi mengandung merkuri. Limbah-limbah tersebut tergolong berbahaya karena mengandung zat toksik yang dapat mencemari tanah dan air. Selain limbah dari alat kegiatan penambangan juga menghasilkan limbah dari penggunaan bahan kimia penunjang, seperti sisa bahan kimia, pelarut, serta kemasan bekas bahan kimia. Limbah ini biasanya berasal dari kegiatan workshop, laboratorium, maupun pengolahan batubara. Karakteristik utama limbah ini adalah reaktif dan beracun, sehingga memerlukan penanganan khusus untuk mencegah terjadinya reaksi berbahaya atau pencemaran lingkungan.

Dalam proses penambangan batubara, juga dihasilkan limbah cair berupa air asam tambang (acid mine drainage) yang terbentuk akibat reaksi antara mineral sulfida dengan air dan oksigen. Air asam tambang ini memiliki pH yang rendah dan mengandung logam terlarut seperti besi, mangan, dan aluminium. Karakteristik tersebut menjadikan limbah ini bersifat korosif dan beracun, serta berpotensi merusak kualitas air permukaan maupun air tanah di sekitar area tambang. Kegiatan pencucian batubara (coal washing) turut menghasilkan limbah berupa lumpur atau sludge batubara yang mengandung partikel halus batubara dan material pengotor. Limbah ini memiliki karakteristik berupa kandungan padatan tersuspensi yang tinggi serta dapat membawa zat berbahaya apabila terakumulasi di lingkungan. Selain itu, sludge juga dapat menyebabkan pendangkalan badan air jika tidak dikelola dengan baik.

Secara umum, karakteristik limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan penambangan batubara di PT LCL meliputi sifat toksik, korosif, mudah terbakar, dan reaktif. Sifat toksik ditunjukkan oleh kandungan logam berat dan senyawa kimia berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan organisme hidup. Sifat korosif terutama ditemukan pada air asam tambang yang memiliki tingkat keasaman tinggi. Sifat mudah terbakar umumnya terdapat pada limbah yang mengandung minyak atau bahan bakar, sedangkan sifat reaktif ditunjukkan oleh limbah kimia tertentu yang dapat bereaksi dengan air, udara, atau bahan lain.

Dengan adanya berbagai jenis dan karakteristik limbah B3 tersebut, pengelolaan limbah yang tepat menjadi hal yang sangat penting untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat di sekitar wilayah pertambangan. Pengelolaan ini mencakup penyimpanan, pengangkutan, pemanfaatan, hingga pengolahan limbah sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

2. Evaluasi Teknik Pengelolaan Limbah B3 pada Kegiatan Penambangan Batubara di PT LCL

Evaluasi pengelolaan limbah B3 dilakukan terhadap seluruh tahapan pengelolaan yaitu penyimpanan. Pengelolaan limbah B3 pada kegiatan penambangan batubara di PT LCL dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu penyimpanan, pengangkutan, pengolahan, dan penimbunan yang mengacu pada ketentuan peraturan lingkungan hidup yang berlaku.

Evaluasi Tahap Penyimpanan Limbah B3. Penyimpanan limbah B3 dilakukan pada tps limbah B3 sebelum dilakukan pengangkutan ke pihak pengolah berizin berdasarkan. Pada tahap penyimpanan, limbah B3 seperti oli bekas, pelumas, grease, filter oli, aki bekas, dan kain majun yang terkontaminasi disimpan di TPS limbah B3. TPS dirancang dengan lantai kedap air, memiliki atap, sistem ventilasi, serta dilengkapi dengan simbol dan label sesuai karakteristik limbah. Setiap jenis limbah dipisahkan berdasarkan sifatnya, seperti mudah terbakar, beracun, dan korosif, untuk mencegah terjadinya reaksi berbahaya. Selain itu, dilakukan pencatatan dan pengemasan menggunakan drum atau kontainer yang memenuhi standar. Letak di area workshop Luas TPS yaitu 4 x 6 m.

Evaluasi Tahap Pengangkutan. Pada tahap pengangkutan, limbah B3 diangkut menggunakan kendaraan khusus yang telah dilengkapi dengan simbol dan dokumen manifest limbah B3. Proses pengangkutan dilakukan oleh pihak yang memiliki izin resmi, baik internal perusahaan maupun pihak ketiga yang telah berizin. Selama proses ini, dilakukan pengawasan untuk memastikan tidak terjadi tumpahan atau kebocoran yang dapat mencemari lingkungan.

Evaluasi Tahap Pengolahan Limbah B3. Selanjutnya, pada tahap pengolahan, Limbah B3 yang dihasilkan tidak seluruhnya diolah di lokasi tambang. Sebagian besar limbah seperti oli bekas dan aki diserahkan kepada pihak ketiga yang memiliki izin pengolahan Limbah B3 untuk didaur ulang atau diolah lebih lanjut. Namun, untuk limbah tertentu, perusahaan dapat melakukan pengelolaan awal seperti pemisahan, pengurangan volume, atau penyimpanan aman sebelum diserahkan.

Evaluasi Tahap Penimbunan Limbah B3. Tahap terakhir adalah penimbunan, yang dilakukan apabila limbah tidak dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali. Limbah tersebut akan dibawa ke fasilitas penimbunan akhir landfill khusus limbah B3 yang telah memenuhi persyaratan teknis, seperti memiliki lapisan kedap liner, sistem pengolahan lindi, dan pengendalian gas. Penimbunan dilakukan secara terkendali untuk mencegah pencemaran tanah dan air tanah di sekitar lokasi. Secara keseluruhan, teknik pengelolaan Limbah B3 yang diterapkan di PT LCL telah mengikuti prinsip kehati-hatian dan pengelolaan lingkungan yang baik, mulai dari penyimpanan hingga penimbunan akhir. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan serta menjaga keselamatan pekerja dan masyarakat sekitar.

3. Rekomendasi Perbaikan Teknik Pengelolaan Limbah B3 Yang Lebih Efektif Aman dan Berkelanjutan

Berdasarkan hasil dari evaluasi, beberapa rekomendasi perbaikan yang di terapkan di PT LCL yaitu: Upaya perbaikan dalam meningkatkan efektivitas dan kepatuhan pengelolaan Limbah B3 pada kegiatan penambangan batubara di PT LCL perlu dilakukan secara menyeluruh pada aspek teknis, manajerial, dan pengawasan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian pengelolaan Limbah B3 berjalan sesuai dengan peraturan yang berlaku serta meminimalkan dampak terhadap lingkungan.

Peralatan dan perlengkapan yang biasanya berhubungan, antara lain :

- ✓ Skid Pallet
- ✓ Alat Angkut Drum
- ✓ Pasir
- ✓ Kain Adsorben
- ✓ Serbuk Kayu
- ✓ Pompa Oli
- ✓ Wadah Penampung
- ✓ Kelengkapan APD
- ✓ Rumah Limbah
- ✓ look Box
- ✓ Sticker Sign Bahaya
- ✓ Sticker Sign Informasi
- ✓ Papan Pemantau.

Pada aspek teknis, perbaikan dapat dilakukan dengan meningkatkan fasilitas TPS Limbah B3 agar lebih memenuhi standar, seperti memastikan kondisi lantai tetap kedap, sistem drainase berfungsi baik, serta adanya secondary containment untuk mencegah kebocoran. Selain itu, perlu dilakukan peningkatan dalam sistem pemilahan limbah sesuai karakteristiknya serta penggunaan wadah penyimpanan yang lebih aman dan berlabel lengkap. Penggunaan teknologi sederhana seperti oil trap atau alat penampung tumpahan juga dapat membantu mengurangi risiko pencemaran.

Peningkatan Sistem Penyimpanan. Pada aspek manajerial, perusahaan perlu meningkatkan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan rutin terkait pengelolaan limbah B3, termasuk penanganan darurat apabila terjadi tumpahan. Selain itu, pencatatan dan pelaporan limbah B3 harus dilakukan secara lebih tertib dan terintegrasi, misalnya melalui sistem administrasi yang terdokumentasi dengan baik dan mudah diaudit. Penyusunan dan penerapan SOP yang lebih rinci dan konsisten juga menjadi langkah penting dalam meningkatkan kepatuhan.

Peningkatan Sistem Pengangkutan. Selanjutnya, pada aspek pengangkutan dan kerja sama dengan pihak ketiga, perusahaan perlu memastikan bahwa seluruh pihak yang terlibat memiliki izin resmi dan

kompetensi yang sesuai. Evaluasi berkala terhadap kinerja pihak ketiga juga perlu dilakukan untuk menjamin bahwa proses pengolahan dan penimbunan limbah dilakukan sesuai ketentuan.

Peningkatan Sistem Monitoring dan Audit lingkungan. Pada aspek pengawasan, perlu adanya peningkatan monitoring internal melalui inspeksi rutin dan audit lingkungan. Pengawasan ini mencakup kondisi TPS, proses pengangkutan, hingga dokumentasi manifest limbah B3. Selain itu, perusahaan dapat menerapkan sistem evaluasi kinerja lingkungan secara berkala sebagai bentuk pengendalian dan perbaikan berkelanjutan. Secara keseluruhan, upaya perbaikan yang dilakukan harus bersifat berkelanjutan dan terintegrasi, dengan melibatkan seluruh elemen perusahaan. Dengan adanya peningkatan pada aspek teknis, manajerial, dan pengawasan, diharapkan efektivitas serta kepatuhan pengelolaan Limbah B3 di PT LCL dapat terus ditingkatkan sesuai dengan prinsip pengelolaan lingkungan yang baik.

KESIMPULAN

Limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan batubara didominasi oleh limbah fase cair seperti pelumas bekas oli, air terintrusi hidrokarbon, serta limbah fase padat berupa filter bekas, aki bekas, dan tanah terkontaminasi minyak. Karakteristik utamanya adalah mudah terbakar, bersifat korosif, dan berpotensi toksik terhadap ekosistem perairan jika tidak dikelola dengan benar. Teknik Pengolahan saat ini diterapkan umumnya masih berfokus pada penyimpanan sementara di tempat penampungan sementara limbah B3 yang terakreditasi sebelum diserahkan ke pihak ketiga. Evaluasi menunjukkan bahwa meskipun prosedur penyimpanan telah memenuhi standar regulasi, masih terdapat kendala pada efisiensi waktu pengangkutan dan risiko kebocoran pada area workshop. Untuk meningkatkan efektivitas, diperlukan transisi dari sekedar penyimpanan menuju upaya reduksi dan pengolahan di tempat (*in-situ treatment*). Penggunaan teknologi bioremediasi untuk tanah terkontaminasi untuk pemurnian oli bekas guna penggunaan kembali dapat menjadi solusi yang lebih efisien.

Perusahaan disarankan untuk mulai mengimplementasikan substitusi bahan kimia yang lebih ramah lingkungan serta melakukan pemilahan limbah yang ketat sejak dari sumbernya (area tambang dan workshop) guna mengurangi volume limbah B3 yang dikirim ke pihak ketiga. Perlu adanya penambahan sensor deteksi kebocoran otomatis dan sistem drainase terpisah (*Oil-Water Separator/OWS*) yang lebih modern di area penumpukan alat berat untuk mencegah kontaminasi langsung ke lingkungan sekitar. Melakukan audit rutin terhadap kepatuhan logistik limbah B3, mulai dari pencatatan manifest hingga verifikasi izin operasional pihak ketiga pengumpulan limbah, untuk memastikan rantai pengolahan tetap sesuai dengan regulasi lingkungan yang berlaku. Kesimpulan dibuat dalam satu paragraf tanpa sitasi memuat simpulan akhir serta saran untuk kegiatan penelitian selanjutnya.

REFERENSI

- Abidin, Z., Ilyas, I., & Syahrin, A. (2022). Administrative legal accountability for B3 waste management receiving companies in environmental pollution. *Proceedings of MICOLLS, Universitas Malikussaleh*. Retrieved from
- Alfian, M. A., & Mulyati, E. (2024). Analysis of factors that influence the effectiveness of hazardous and toxic materials waste warehouse management at PT Sinergi Mitra Lestari Indonesia. *Universitas Logistik dan Bisnis Internasional Repository*. Retrieved from
- Butar, A.Y.B., Ikhsan, A., & Razak, A. (2023). Identification of Hazardous and Toxic Waste Characterization in the Mining Activities of PT Semen Padang. *Senjop Journal*, 5(2), 161–170.
- Ekowanti, M. R. L., & Tamrin, M. H. (2025). Challenges and policy framework of hazardous and poisonous waste management in Indonesia: Policy implementation and public impact. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1473(1), 012064. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1473/1/012064>
- Exposto, L. A. S. M., & Sujaya, I. N. (2021). The impacts of hazardous and toxic waste management: A systematic review. *International Sustainability Studies Journal*. Retrieved from
- Gunawan, A., Suryani, T., & Rahmad, D. (2021). Analisis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) pada Industri Pertambangan di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Lingkungan*, 22(3), 145–156.
- Hidayat, M., Pratama, R., & Lestari, F. (2023). Evaluasi Efektivitas Sistem Pengelolaan Limbah B3 di Sektor Pertambangan Indonesia. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 15(1), 33–45.
- Ichsan, A. S., & Iswanto, N. (2025). Life cycle assessment of heavy equipment repair and hazardous waste storage: Environmental optimization at a coal mining contractor. *At-Tijarah: Journal of Islamic Economics and Business*, 9(2). <https://doi.org/10.21111/atj.v9i2.15141>
- Lestari, F., Setyowati, D. L., Muzanni, A., Kadir, A., & Zainal, I. (2023). Industrial and environmental disaster risk assessment for hazardous materials in Balikpapan city, East Kalimantan, Indonesia. *Sustainability*, 15(12), 9430. <https://doi.org/10.3390/su15129430>
- Rare, F. K. S. L., & Surur, M. R. (2024). Evaluasi pengelolaan limbah B3 dari kegiatan pertambangan batubara di PT X Kalimantan Timur. *Jurnal Serambi Environment*, 3(1). Retrieved from
- Ruliana, T., Suroso, A., & Supriyadi, N. (2016). Policy of waste management of hazardous toxic (waste B3). *Management Journal*, 16(3), 312–322. Retrieved from.
- Suryanto, R. (2022). Teknik dan Prinsip Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Industri Pertambangan. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 14(2), 87–96.
- Utami, N. (2018). Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dalam Upaya Perlindungan Lingkungan Hidup di Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 112–120.
- Fajriyah, S. A., & Wardhani, E. (2020). Evaluasi pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di PT. X. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1).
- Maroji, M., Samad, I. F. A., & Puannandini, D. A. (2025). Aspek Hukum Dalam Pengelolaan Limbah B3 Evaluasi Terhadap Kebijakan Dan Sanksi Di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(4), 12015-12027.
- Nursabrina, A., Joko, T., & Septiani, O. (2021). Kondisi pengelolaan limbah B3 industri di Indonesia dan potensi dampaknya: Studi literatur. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13(1), 80-90.

Rare, F. K. S. L., & Surur, M. R. (2024). Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 Dari Kegiatan Pertambangan Batubara di PT. X Kalimantan Timur. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 8146-8151.

Rare, F. K. S. L., & Surur, M. R. (2024). Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 Dari Kegiatan Pertambangan Batubara di PT. X Kalimantan Timur. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 8146-8151.