

Penilaian Kinerja Pengelolaan Limbah B3 di PT. X

Gilberth Frankrin Sabandar, Nurvita Cundaningsih*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: nurvita.c.ft@upnjatim.ac.id

Diterima: 12 Desember 2025

Disetujui: 14 Desember 2025

Abstract

The management of hazardous and toxic waste requires compliance with technical requirements in order to prevent pollution and health hazards. This study was conducted to assess the level of compliance of B3 waste management at PT X through four main aspects, namely containment, sorting, facilities, and transportation, based on the provisions of the Minister of Environment and Forestry Regulation No. 9 of 2024, Permen LHK No. 6 of 2021, Permenhub No. 60 of 2019, and Permen LHK No. 1 of 2021. The research methods included direct observation at the location, interviews with relevant personnel, documentation of field conditions, and assessment of indicators using the Guttman method to measure compliance with technical requirements. The results of the study show that the facility aspect has a high level of compliance, namely 100%, because the safety facilities for evacuation route, ventilation, and storage buildings have met the standards. The transportation aspect scored 85% with the fulfilment of permit documents and the use of authorized third parties, although improvements are still needed in the physical condition of vehicles and container labelling. The sorting aspect achieved 50% because it was not fully carried out based on hazard characteristics. Containment was the lowest aspect with a score of 30% due to the use of non-waterproof containers without hazard symbols. Overall, the compliance rate of 66.25% indicates the need for significant improvement in the initial stages of management to achieve safe, effective, and regulatory-compliant hazardous waste management.

Keywords: *guttman method, hazardous waste, management, ministerial regulation no.9 of 2024*

Abstrak

Pengelolaan limbah berbahaya dan berasam B3 memerlukan kepatuhan terhadap persyaratan teknis agar risiko pencemaran dan bahaya kesehatan dapat dicegah. Penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat kesesuaian pengelolaan limbah B3 di PT X melalui 4 aspek utama yaitu pewadahan, pemilihan, fasilitas, dan pengangkutan berdasarkan ketentuan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 9 tahun 2024, Permen LHK No. 6 tahun 2021, Permenhub No. 60 Tahun 2019 dan Permen LHK No. 1 Tahun 2021. Metode penelitian meliputi observasi langsung di lokasi, wawancara dengan personal terkait, dokumentasi kondisi lapangan, serta penilaian indikator menggunakan skala Guttman untuk mengukur kepatuhan terhadap persyaratan teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek fasilitas memiliki tingkat kesesuaian tinggi, yaitu 100%, karena sarana keselamatan, ventilasi, jalur evakuasi, dan bangunan penyimpanan telah memenuhi standar. Aspek pengangkutan memperoleh nilai 85% dengan pemenuhan dokumen izin dan penggunaan pihak ketiga berwenang meskipun perbaikan masih diperlukan pada kondisi fisik kendaraan dan pelabelan wadah. Aspek pemilihan mencapai 50% karena belum sepenuhnya dilakukan berdasarkan karakteristik bahaya. Pewadahan menjadi aspek terendah dengan nilai 30% akibat penggunaan wadah yang tidak kedap air tanpa simbol bahaya. Secara keseluruhan, tingkat kepatuhan sebesar 66,25% menunjukkan perlunya peningkatan signifikan Pada tahapan awal pengelolaan untuk mencapai pengelolaan limbah B3 yang aman, efektif, dan sesuai regulasi.

Kata Kunci: *limbah B3, metode Guttman, PERMEN LHK No.9 Tahun 2024*

1. Pendahuluan

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di sektor ketenagalistrikan dan energi yang dalam operasionalnya tidak hanya menghasilkan limbah dari unit teknis, tetapi juga aktivitas administrasi di lingkungan perkantornya. Meskipun bukan bagian yang terlibat langsung dalam proses produksi kelistrikan, area perkantoran tetap menghasilkan limbah bahan berbahaya dan berasam dari kegiatan pendukung, seperti penggunaan perangkat kerja untuk kebutuhan pencetakan dokumen serta layanan internal yang disediakan bagi pegawai. Keberadaan limbah B3 dari aktivitas perkantoran tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan limbah B3 tetap menjadi kewajiban yang harus diperhatikan, tidak hanya pada unit operasional utama tetapi juga pada bagian administratif. Berdasarkan pengamatan awal, beberapa

aspek teknis dalam pengelolaan limbah B3 di area perkantoran PT. X masih belum sepenuhnya sesuai dengan persyaratan regulasi terutama pada aspek pewadahan pemilahan dan pengangkutan. Sementara fasilitas untuk mendukung pengelolaan telah tersedia, sehingga konsistensi penerapan prosedur operasional di lapangan masih memerlukan evaluasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat kesesuaian pengelolaan limbah B3 di lingkungan perkantoran PT. X serta memberikan rekomendasi perbaikan pada aspek-aspek yang belum optimal.

Limbah bahan berbahaya dan beracun merupakan jenis limbah yang memiliki potensi risiko signifikan terhadap kesehatan manusia keselamatan kerja dan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah B3 wajib dilakukan sesuai standar teknis yang telah ditetapkan pemerintah melalui berbagai regulasi seperti PERMEN LHK Nomor 9 tahun 2024 PERMEN LHK No 6 Tahun 2021, PERMENHUB No. 60 Tahun 2019, dan PERMEN LHK No. 1 tahun 2021. Keempat regulasi tersebut mengatur kewajiban dalam pewadahan, pemindahan, penyediaan fasilitas yang memadai serta pengangkutan yang aman.

Penelitian mengenai pengelolaan Limbah B3 menunjukkan pada aspek pewadahan dan pemilahan sering menjadi titik paling lemah. Penelitian oleh Pratiwi & Nisa, (2023) menemukan bahwa wadah limbah masih belum kedap air dan pelabelan belum sesuai standar sehingga menurunkan keselamatan pengelolaan [1]. Pada aspek pengangkutan, Arhamza dan Purnomo, (2025) juga menemukan bahwa dokumen dan prosedur transportasi seringkali belum sesuai teknis yang lengkap meskipun penyimpanan sementara sudah sesuai peraturan [2]. Adapun penelitian oleh Nasution et al.,(2025) menunjukkan bahwa pemilahan limbah sudah diterapkan tetapi masih terdapat masalah pada penempatan simbol bahaya dan durasi penyimpanan yang belum diangkat [3]. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa sebagian aspek teknis pengolahan limbah B3 belum sepenuhnya memenuhi regulasi aktual.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi terintegrasi terhadap empat aspek penting pengelolaan limbah B3 yaitu pewadahan, pemilahan, fasilitas, dan pengangkutan. Penelitian sebelumnya umumnya menilai aspek tertentu saja atau mengacu pada satu regulasi tunggal. Pendekatan penelitian ini berbeda karena menggabungkan seluruh aspek teknis dengan mengacu pada beberapa peraturan nasional yang saling melengkapi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan gambaran kepatuhan yang lebih menyeluruh dan representatif.

Masalah utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah dugaan ketidaksesuaian antara praktik lapangan dengan ketentuan teknis yang telah ditetapkan dalam keempat regulasi tersebut. Ketidaksesuaian ini diperkirakan berpengaruh pada kualitas dan keselamatan pengelolaan limbah B3 di perusahaan. Hipotesis yang diajukan adalah bahwa tingkat kepatuhan tidak merata pada seluruh aspek dan kelemahan terbesar terdapat pada tahap pewadahan dan pemilahan. Dengan hipotesis ini, penelitian berfokus pada identifikasi bagian penting yang memerlukan peningkatan.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi tingkat kesesuaian pengelolaan limbah B3 berdasarkan aspek pewadahan, pemilahan, fasilitas, dan pengangkutan. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi aspek mana yang sudah sesuai regulasi serta aspek yang masih memerlukan perbaikan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar peningkatan sistem pengelolaan limbah B3 perusahaan. Tujuan ini disusun agar sejalan dengan kebutuhan peningkatan kualitas manajemen lingkungan.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan sumber data primer dan sekunder, untuk data primer dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-evaluatif yang bertujuan menilai tingkat kesesuaian pengelolaan limbah B3 berdasarkan aspek pewadahan pemilahan fasilitas, dan pengangkutan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lokasi untuk menilai kondisi fisik wadah, fasilitas penyimpanan, tata letak, serta alur pengangkutan limbah. Selain itu, Wawancara terstruktur dilakukan dengan petugas pengelolaan limbah B3 untuk memperoleh informasi mengenai prosedur operasional dan kendala lapangan. Analisis dokumen juga dilakukan terhadap catatan internal perusahaan seperti manifest, SOP pengelolaan limbah B3, serta dokumentasi fasilitas.

Untuk data sekunder dalam penelitian ini menggunakan skala dikotomis yang mengacu pada skala Guttman yaitu dengan memberikan skor 1 untuk kondisi yang sesuai dan skor 0 untuk kondisi yang tidak sesuai. yaitu dengan memberikan skor 1 untuk kondisi yang sesuai dan skor 0 untuk kondisi yang tidak sesuai [4]. Seluruh indikator penilaian disusun berdasarkan persyaratan teknis yang tercantum dalam regulasi nasional, yaitu PERMEN LHK Nomor 9 Tahun 2004, PERMEN LHK nomor 6 tahun 2021, PERMENHUB nomor 60 tahun 2019 dan PERMEN LHK nomor 1 tahun 2021. Hasil skor kemudian dikonversi menjadi persentase tingkat kepatuhan dan dikategorikan menjadi sangat bagus (81-100%), bagus (61-80%), sedang (41-60%), jelek (21-40%), dan sangat jelek (0-20%). Metode ini digunakan untuk

mengidentifikasi aspek yang telah memenuhi standar dan aspek yang memerlukan perbaikan teknis. Penilaian dilakukan dengan skala biner yaitu menggunakan dua kategori, dimana skor 1 menunjukkan kesesuaian dan skor 0 menunjukkan ketidaksesuaian [4]. Pembobotan skala Guttman disajikan di **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai Pembobotan Skala Guttman

No	Keterangan	Skor
1.	Tidak sesuai	0
2.	Sesuai	1

Sumber : [4]

Dari data dan angka tersebut kemudian diskoring dimana nilai dengan performa rendah diberikan nilai 0 sedangkan dengan performa terbaik diberikan nilai 1. Dan setelah itu nilai-nilai atau skor tersebut akan dijumlahkan dan dibagi dengan total skor ideal yang ada dalam tabel.

$$\text{Persentase Skoring} = \frac{\text{Total Skor Terpenuhi Eksisting}}{\text{Total Skor Ideal}} \times 100 \% \quad [4]$$

Tabel 2. Kategori Penilaian

No	Nilai (%)	Kategori penilaian
1	81-100	Sangat bagus
2	61-80	Bagus
3	41-60	Sedang
4	21-40	Jelek
5	0-20	Sangat jelek

Sumber : [4]

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan Rincian Teknis (RINTEK) TPS Limbah B3, Perusahaan mengidentifikasi sejumlah jenis limbah B3 sebagai potensi timbulan yang mungkin dihasilkan selama pelaksanaan aktivitas operasional. Komposisi limbah potensial tersebut meliputi toner bekas, lampu TL bekas, oli pelumas bekas, kain majun terkontaminasi, sludge atau padatan mudah menyala, aki dan baterai bekas, kemasan bekas B3, filter udara bekas serta berbagai limbah elektronik. Limbah – limbah tersebut diklasifikasikan lebih lanjut berdasarkan karakteristik bahaya, yaitu limbah mudah menyala, beracun, korosif, dan infeksius. Karakteristik mudah menyala umumnya terkait dengan limbah berminyak seperti oli dan majun terkontaminasi, sedangkan kategori beracun mencakup limbah yang mengandung komponen kimia berbahaya seperti toner, lampu bekas, produk farmasi, dan elektronik. Limbah dengan karakteristik korosif berasal dari aki dan baterai bekas, sementara karakteristik infeksius umumnya terjadi pada limbah medis.

Namun demikian, hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa timbulan limbah B3 yang aktual ketika observasi, hanya sebatas pada cartridge printer bekas serta limbah medis dari klinik Perusahaan seperti produk farmasi kadaluarsa, jarum suntik dan limbah infeksius lainnya. Perbedaan antara potensi timbulan pada RINTEK dan timbulan aktual ini mengindikasikan bahwa sebagian besar daftar limbah dalam RINTEK disusun sebagai gambaran timbulan riil. Oleh karena itu, diperlukan pembaruan dan verifikasi berkala terhadap data komposisi, jenis dan karakteristik limbah B3 agar dokumen pengelolaan limbah mencerminkan kondisi operasional yang aktual dan mendukung pengambilan keputusan pengelolaan Limbah B3 yang lebih efektif.

3.1. Pewadahan

Memasukkan limbah B3 di TPS adalah langkah sangat penting. Semua bersifat berbahaya bagi pekerja dan lingkungan sekitar. Semua itu tergantung oleh bagaimana cara limbah tersebut dikemas dan diletakkan. Dalam tahap ini, limbah B3 wajib diletakkan di wadah yang sesuai karakteristik. Wadah harus sesuai dengan sifat fisik dan kimia sesuai karakteristik limbah tersebut. Contohnya, wadah tidak boleh bocor untuk limbah cair. Untuk limbah yang merusak atau mudah terbakar harus menggunakan drum logam. Limbah padat berbahaya memerlukan kontainer khusus. Ini penting diperhatikan agar wadah tidak mudah pecah atau bocor saat disimpan. Dalam penelitian Salsabilla et al., (2023) menyebutkan, wadah yang salah atau tidak sesuai dengan bentuk fisik atau kimia dari limbah B3 dapat menyebabkan kebocoran. Hal ini akan menimbulkan terjadinya limbah tersebut terpapar dan membahayakan lingkungan dan orang sekitar. Ini juga bisa merusak lingkungan sekitar tempat penyimpanan limbah B3 [5].

Selain memilih wadah, pelabelan juga menjadi kegiatan yang penting untuk dilakukan di bagian wadah. Pelabelan adalah bagian penting dari pewadahan yang benar. Setiap wadah harus ada tanda bahaya atau simbol limbah B3. Harus terdapat info sifat limbah B3 tersebut. Tanggal masuk limbah juga wajib dicatat. Ini menjamin identifikasi dan kontrol berjalan baik. Rosa et al., (2022) menyebutkan bahwa, label yang jelas menjadi syarat wajib untuk kegiatan pengelolaan limbah B3. Jika salah melakukan identifikasi, penanganan bisa limbah B3 bisa terjadi kekeliruan, karena tidak adanya kejelasan atas karakteristik limbah B3 karena tidak adanya label atau simbol. Selain itu, dalam aspek pewadahan harus dilakukan dengan rapi. Jarak antar wadah harus aman. Cara dilakukan agar tidak terjadi reaksi kimia dan juga mempermudah petugas untuk inspeksi rutin [6].

Tabel 3. Evaluasi Penilaian Metode Guttman Aspek Pewadahan

No.	Indikator	Kriteria (PerMen LHK No. 9 Tahun 2024)	keterangan	Kesesuaian		Skor
				Sesuai	Tidak Sesuai	
1.	Pemberian warna (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 11 AYAT 2)	1. Merah, untuk produk rumah tangga yang mengandung B3 dan/atau Limbah B3. 2. Oranye, untuk Sampah bekas kemasan produk yang mengandung B3 dan/atau Limbah B3 dan tidak digunakan lagi. 3. Hitam, untuk Sampah barang elektronik yang telah rusak dan/atau tidak digunakan lagi. Coklat, untuk Sampah B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, dan B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk menggunakan bahan dasar yang tidak mudah rusak.	Untuk diwadahnya sendiri tidak dilakukan pemberian warna di wadah penyimpanan limbah B3		✓	0
2.	Kedap air (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 11 AYAT 2)	Dilengkapi dengan lapisan atau bahan yang anti air dan tidak ada lubang yang berisiko terjadi kebocoran.	Pewadahan hanya memakai karung dan trash bag yang mudah terjadi kebocoran dan untuk limbah medis sendiri memakai kresek		✓	0
3.	Dilengkapi dengan penutup(PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 11 AYAT 2)	Tertutup dengan rapat kedap air. Dilengkapi dengan kunci/gembok atau perekat agar tidak sembarang orang bisa membukanya.	Di bagian TPS tidak tertutup dengan rapat menggunakan tali rafia atau perekat terutama pada limbah <i>cartridge printer</i>		✓	0
4.	Mudah dipindahkan (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 11 AYAT 2)	1. Dilengkapi Roda (untuk wadah besar). 2. Memiliki Pegangan (Handle) atau Tali Pengait. 3. Ukuran dan Berat yang sesuai tidak melebihi batas aman untuk diangkat oleh satu atau dua orang (jika diangkat manual) atau sesuai dengan kapasitas alat angkat yang tersedia (forklift, atau troli.). 4. Desain wadah (misalnya, adanya kaki atau palet pada drum) harus kompatibel untuk diangkat menggunakan alat bantu seperti <i>hand pallet</i> atau <i>forklift</i> . 5. Stabilitas dan Keamanan Selama Pemindahan. Wadah harus stabil dan tidak mudah terguling saat	Pada perusahaan memiliki alat untuk mempermudah pemindahan seperti troli.	✓	1	

No.	Indikator	Kriteria (PerMen LHK No. 9 Tahun 2024)	keterangan	Kesesuaian		Skor
				Sesuai	Tidak Sesuai	
		dipindahkan, untuk mencegah tumpahan.				
5.	Mudah dikosongkan dan dibersihkan (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 11 AYAT 2)	<ol style="list-style-type: none"> Wadah limbah padat harus memiliki mulut yang lebar atau penutup yang dapat dibuka seluruhnya untuk memudahkan pengangkut mengeluarkan limbah tanpa menyisakan banyak residu. Wadah limbah cair, seperti <i>Intermediate Bulk Container</i> (IBC) atau tangki, harus dilengkapi dengan keran atau katup di bagian bawah yang berfungsi untuk mengeluarkan limbah. Desain wadah, terutama untuk limbah padat, harus meminimalisasi sudut, cekungan, atau celah di mana limbah dapat terperangkap dan sulit dikeluarkan. 	Pada wadah cartridge printer menggunakan karung sehingga susah dibersihkan karena meninggalkan bekas serbusk cartridge printer	✓	0	
6.	Memiliki volume wadah yang disesuaikan dengan jumlah timbulan sampah (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 11 AYAT 2)	<ol style="list-style-type: none"> Volume wadah harus dirancang agar jumlah limbah B3 yang dihasilkan tidak melebihi kapasitas wadah sebelum limbah tersebut wajib dikirim ke pengumpul atau pengolah. Untuk limbah B3 cair atau yang memiliki sifat mengembang dan membentuk gas (misalnya mudah meledak atau reaktif), wadah tidak boleh diisi penuh. Harus menyisakan ruang kosong (<i>headspace</i>) minimal 20% dari total kapasitas wadah. 	Volume cartridge printer yang terisi disisakan ruang agar tidak terlalu penuh untuk mempermudah pengikatan.	✓		1
Jumlah Total Skor						2
Percentase (%) Kesesuaian						30%

Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian pada aspek pewadahan hanya mencapai 30% (jelek), yang mengindikasikan bahwa implementasi di lapangan belum memenuhi ketentuan teknis sebagaimana diatur dalam PERMEN LHK No.9 Tahun 2024 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah B3. Regulasi tersebut menegaskan bahwa pewadahan harus menggunakan wadah yang kompatibel sesuai dengan karakteristik limbah memiliki struktur kedap dan tidak bocor, serta dilengkapi penutup rapat, kode warna dan label bahaya [7].

Hasil observasi lapangan memperlihatkan bahwa beberapa wadah belum memenuhi standar tersebut, khususnya terkait ketidakseragaman spesifikasi wadah, ketidadaan penutup, dan ketidakkonsistenan pelabelan. Kondisi ini berpotensi menimbulkan risiko paparan pencemaran. Pada penelitian oleh Nurlina, (2019) menunjukkan bahwa pewadahan merupakan salah satu aspek yang paling tidak patuh, misalnya ditemukan ketidaksesuaian spesifikasi wadah dan pelabelan yang merupakan penyebab utama rendahnya kinerja pengelolaan limbah B3 pada tahap awal [8].

3.2. Pemilahan

Aspek pemilahan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah langkah awal dari seluruh aspek pengelolaan limbah B3. Langkah ini sangat penting untuk menentukan keberhasilan pengelolaan limbah B3. Nur Lina (2021) menegaskan pentingnya pemilahan atau pemisahan B3 menjadi dasar untuk membuat penyimpanan, angkut, dan semua langkah lebih teratur. Jadi sifat bahaya sampah bisa ditangani benar. Limbah B3 dari kantor, seperti tinta kartrid, toner, baterai, dan lampu, perlu dipisah. Pemisahan harus dari sumbernya. Ini agar tidak campur sampah biasa. Jangan juga campur dengan jenis B3 lain [8]. Sifat reaktif B3 lain itu berbeda. Langkah ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anisa et al., (2022),

menyebutkan bahwa kepatuhan pengelolaan limbah B3 tergantung pada pemilahan awal yang benar yang berarti sebelum limbah B3 masuk ke wadah penyimpanan [7].

Petugas harus mengetahui simbol bahaya limbah B3, sebab penilaian pemilahan limbah B3 juga dilihat berdasarkan wadah yang dipilih sesuai dengan karakteristik. Kedisiplinan memisahkan limbah B3 sampah sejak awal dilihat. Pendekatan evaluasi ini didukung Berliana et al., (2023). Efektivitas pengelolaan limbah B3 dapat dilihat dari penyortiran awal dan keterpisahan B3 dari sampah non-B3 [4].

Tabel 4. Evaluasi Penilaian Metode Guttman Aspek Pemilahan

No.	Aspek Evaluasi	Kriteria (PerMen LHK No. 9 Tahun 2024)	Keterangan	Kesesuaian		Skor
				Sesuai	Tidak Sesuai	
1.	Pemilahan Berdasarkan Jenis dan Sumber (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 4 AYAT 1)	Pemilahan sudah dilakukan antara cartridge printer dan limbah medis .	Sudah dipilih antara cartridge printer dan limbah medis	✓		1
2.	Pemilahan Berdasarkan Karakteristik Bahaya (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 10 AYAT 2)	Pemilahan untuk karakteristiknya untuk yang cartridge printer bersifat beracun dan limbah medis yang bersifat infeksius dan beracun	Untuk memilah secara karakteristik belum dilakukan karena limbah medis seperti jarum, obat-obatan, bekas infus, kain kasa, dan sarung tangan lateks masih dalam 1 wadah.		✓	0
3.	Pelabelan Hasil Pemilahan (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 10 AYAT 2 dan PERMEN LHK NO.1 TAHUN 2021)	Setiap wadah hasil pemilahan wajib segera diberi Label Limbah B3 dan Simbol Limbah B3 yang sesuai dengan karakteristik dan kode limbah bahaya limbah di dalamnya, mencantumkan identitas penghasil dan tanggal pengemasan.	Tidak diberikan label apa pun pada wadah di penyimpanan sementara limbah B3.		✓	0
4.	Alur dan Prosedur Pemilahan	Tersedia dan diterapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) Pemilahan yang jelas, serta petugas yang melakukan pemilahan telah dilatih untuk mengidentifikasi dan memisahkan jenis-jenis limbah B3.	Terdapat SOP alur prosedur pengelolaan pemilahan dari pihak ketiga	✓		1
Jumlah Total Skor						2
Percentase (%) Kesesuaian						50%

Aspek pemilahan memperoleh nilai 50% yang menggambarkan bahwa Sebagian ketentuan telah dilaksanakan, namun belum sesuai dengan standar pemilahan yang diatur dalam PERMEN LHK No.9 Tahun 2024, terutama mengenai pemisahan limbah berdasarkan karakteristik bahaya. Di sisi lain, ketidaksesuaian dengan sistem klasifikasi dan kode limbah sebagaimana diatur dalam PERMEN LHK No.1 tahun 2021 juga belum sepenuhnya diterapkan [7].

Ditemukan bahwa beberapa jenis limbah khususnya limbah medis seperti jarum suntik, sisa farmasi, kasa terkontaminasi masih tercampur dalam satu wadah. Ketiadaan pelabelan yang mencerminkan karakteristik bahaya (infeksius, toksik, dan mudah meledak) turut menurunkan efektivitas sistem pemilahan.

Tabel 5. Kode Limbah Sesuai PERMEN LHK No.1 Tahun 2021

No	Jenis Limbah	Kode limbah	Karakteristik
1	Limbah medis		
	Obat-obatan	A332-2	Beracun
	Jarum suntik	A337-1	Infeksius
	Sarung tangan	A337-4	Infeksius
	Kain kasa	A337-1	Infeksius
	Bekas jarum infus	A337-1	Infeksius
	Cartridge printer	B321-5	Beracun

3.3. Fasilitas

Ketersediaan prasarana lengkap dalam menangani sampah berbahaya dan beracun (B3) merupakan acuan penting untuk menjamin proses penanganan berlangsung aman serta patuh pada aturan. Dari peninjauan yang dilakukan, sarana yang ada mencakup beberapa bagian pokok, contohnya Perlengkapan Pelindung Diri (APD) seperti sarung tangan, sepatu aman, helm serta pelindung wajah guna menjaga staf dari kontak zat berbahaya baik fisik maupun kimiawi. Di samping itu, tempat penampungan juga dilengkapi alat pemadam api ringan (APAR) yang ditempatkan di lokasi strategis serta gampang dijangkau sebagai langkah antisipasi jika terjadi kebakaran karena beberapa limbah B3 mudah tersulut api. Perlengkapan pendukung lain seperti masker cadangan, kotak pertolongan pertama, serta tanda peringatan bahaya turut memperkuat keamanan kerja di area operasional. Mengenai bangunan, tempat penyimpanan sudah menyediakan rute khusus untuk memindahkan limbah B3, sehingga pergerakan sampah tidak mengganggu kegiatan rutin serta dapat mengurangi kemungkinan tercerer atau mencemari lingkungan. Dengan kelengkapan tersebut, secara keseluruhan sarana pendukung di tempat pengolahan sudah memperlihatkan upaya pemenuhan standar keamanan dan operasional yang diwajibkan dalam peraturan penanganan limbah B3 [9].

Tabel 6. Evaluasi Fasilitas Limbah B3

No.	Aspek Evaluasi	Kriteria PERMEN LHK No.9 Tahun 2024	Keterangan	Kesesuaian		Skor
				Sesuai	Tidak Sesuai	
1.	Kelengkapan Bangunan dan Sarana Penyimpanan (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 23 huruf C-F)	Berukuran minimal 15 cm 20 cm untuk kemasan.	Tersedianya sarana pencegahan pencemaran lingkungan yang berfungsi, seperti lantai kedap air, <i>bundwall</i> (dinding penahan tumpahan) untuk limbah cair, dan ventilasi udara yang memadai.	√		1
2.	Kesiapsiagaan dan Peralatan Kedaruratan (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 23 huruf A)	Kesiapsiagaan dan Peralatan Kedaruratan	Dilengkapi dengan : <ul style="list-style-type: none"> • P3K • Shower • APAR • Memiliki jalur evakuasi 	√		1
3.	Lokasi dan akses PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 23 huruf D)	Diletakkan di sebelah atas simbol limbah B3 dan harus terlihat jelas	Memiliki jalur akses atau halaman khusus untuk mudah mengangkut limbah B3.	√		1
4.	Prosedur Operasional Standar (POS) (PERMEN LHK NO.9 TAHUN 2024 PASAL 24 huruf b ayat 1)	Prosedur memuat : <ol style="list-style-type: none"> 1. Jadwal mekanisme pengumpulan 2. Pencatatan volume jenis sampah 	Tersedia dan diterapkan POS yang mencakup jadwal dan mekanisme pengumpulan/pengolahan Sampah, serta sistem pencatatan jenis dan volume Sampah yang masuk dan keluar.	√		1
Jumlah Total Skor						4
Persentase (%) Kesesuaian						100%

Aspek fasilitas penyimpanan memperoleh nilai 100%, menunjukkan bahwa seluruh persyaratan teknis telah terpenuhi. Berdasarkan PERMEN LHK No.9 Tahun 2024, fasilitas penyimpanan LB3 wajib memenuhi ketentuan mengenai struktur bangunan, ketahanan lantai, system ventilasi, akses evakuasi, serta alat penyediaan alat proteksi kebakaran dan APD [7].

Hasil observasi lapangan memperlihatkan bahwa fasilitas penyimpanan telah dirancang dan dioperasionalkan sesuai dengan seluruh ketentuan tersebut. Kelengkapan fasilitas bangunan, pemenuhan sistem keselamatan, serta mekanisme pengawasan yang telah berjalan sesuai standar menjadi alas an utama tercapainya nilai maksimal [10].

3.4. Pengangkutan Limbah B3

Untuk memindahkan sampah berbahaya dan beracun (B3) dibutuhkan sarana dan cara penanganan keselamatan yang sangat ketat. Ini termasuk petugas harus memakai alat pelindung diri (APD), ada sistem pencatatan lengkap, dan rute pemindahan sampah harus dipisahkan dari kegiatan sehari hari. Pada kasus di PT Pratama Karya Nugraha, pengecekan pemindahan sampah B3 memperlihatkan bahwa walau prosedur standar sudah diikuti, kinerjanya terhambat karena masalah sistem komputer dan jumlah kendaraan yang kurang. Oleh karena itu, penyusun laporan menyarankan pelatihan bagi staf dan aturan tanggap darurat yang lebih baik kedepannya [11]. Dalam contoh lain, studi di PT Pengelola Limbah Kutai Kartanegara mengungkapkan bahwa pengangkutan sampah mematuhi peraturan yang ada, dan hasil penilaian efektivitas pemindahan B3 sangat memuaskan berdasarkan data hitungan dan wawancara [12].

Sementara itu, tinjauan mengenai perkembangan sistem pindah limbah B3 di Indonesia menyoroti makin banyaknya truk dan perusahaan pengangkut limbah B3. Hal ini juga menekankan perlunya rute tersendiri untuk sampah agar proses pemindahan lebih aman dan tertata [13]. Selain itu, pengamatan di rumah sakit (RSUD) mencatat bahwa petugas belum juga memakai APD yang lengkap (sepatu bot, sarung tangan, penutup wajah) saat mengangkut limbah B3, namun tidak semua rumah sakit mempunyai jalan khusus sehingga bahaya penularan menjadi lebih besar [14].

Tabel 7. Evaluasi Pengangkutan

No.	Indikator	Kriteria (PerMen LHK No. 9 Tahun 2024)	Realisasi	Kesesuaian		Skor
				Sesuai	Tidak Sesuai	
1.	Kelengkapan perizinan (PERMEN LHK 6/2021 Pasal 89 ayat (1) dan Pasal 90 ayat (2))	1. Memiliki dokumen pengangkutan limbah B3. 2. Kontrak Kerja sama dengan penghasil/ pengumpul/ pengolah.	Dikarenakan surat ini memiliki persetujuan teknis skala provinsi oleh PT. Artama Sentosa Indonesia sebagai pihak ketiga. Dan juga terdapat biaya yang dicantumkan dan tanah dari tempat gudang B3 tersebut. Dan juga di halaman 17 di dokumennya itu terdapat kode limbah yang tersimpan di dalam gudang oleh pihak ketiga dari perusahaan tersebut dan juga terdapat ukuran dari gudang tersebut sebagai pedoman untuk memperkirakan berapa limbah B3 yang akan ditampung.	√		1
2.	Keselamatan Kendaraan (PERMEN LHK no.6 Tahun 2021) Pasal 84-85)	Kendaraan pengangkut dalam kondisi laik jalan dan memenuhi persyaratan teknis sesuai peraturan perundang-undangan (misalnya: memiliki bak tertutup/wadah yang sesuai, sistem pengamanan, dan penutup kedap air).	Pada gambar tersebut terlihat bahwa tempat angkutannya terlihat tertutup dan terdapat sedikit celah sebagai ventilasi udara.	√		1
3.	Pemasangan Tanda & Simbol (PERMEN LHK No.6 Tahun 2021 Pasal 87 ayat 3-4)	Pada badan kendaraan wajib terpasang Simbol Limbah B3 dan Label Limbah B3 dengan ukuran, warna, dan lokasi yang jelas dan sesuai ketentuan.	Karena adanya simbol di box pengangkut di mobil pengangkutan tersebut.	√		1
4.	Dokumen Pengangkutan (Manifest) (PERMEN LHK No.6	Setiap pengangkutan wajib dilengkapi dengan Dokumen Manifest	Terdapat jenis muatan dapat memuat apa saja, asal limbah B3 darimana	√		1

No.	Indikator	Kriteria (PerMen LHK No. 9 Tahun 2024)	Realisasi	Kesesuaian		Skor
				Sesuai	Tidak Sesuai	
	Tahun 2021 Pasal 83 ayat (2) dan pasal 90 ayat 5)	Limbah B3 (kertas atau elektronik/Sistem Pelacakan) yang memuat informasi limbah, sumber, dokumentasi simbol pada alat angkut, tujuan, karakteristik limbah dan ditandatangani oleh semua pihak terkait.	saja, tujuan dan beberapa rute atau lintasan. Dan sudah ditanda tangani oleh direktur jenderal perhubungan darat Ernita Titis Dewi.			
5	Ketersediaan Peralatan Keselamatan & Darurat (Permenhub No. 60 Tahun 2019 Pasal 14)	Kendaraan harus dilengkapi dengan: <ul style="list-style-type: none"> • Alat Pelindung Diri (APD) lengkap untuk petugas. 	Para pihak pengangkut limbah B3 telah menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai dengan ketentuan keselamatan pengangkutan limbah B3.	√		1
6	Penanganan dan Pemisahan Limbah (Permen LHK No.6 Tahun 2021 Pasal 88)	Limbah B3 diangkut dalam wadah yang terkemas dengan baik (sesuai kriteria pewadahan), serta dipastikan tidak ada limbah yang inkompatibel (berbahaya jika dicampur) diangkut bersamaan.	Dalam gambar tersebut saat pengangkutan wadahnya sudah tertutup rapat hanya saja tidak dilabeli simbol. Limbah B3 cartridge printer dan medis dipisahkan, limbah medis memakai bungkus berupa kotak kardus dan cartridge menggunakan karung.		√	0
7.	Pelatihan dan Kualifikasi Personel (Permen LHK No. 6 Tahun 2021 Pasal 90 ayat (3) huruf a angka 1	Pengemudi dan/atau petugas pengangkut limbah B3 wajib memiliki sertifikat kompetensi atau telah mendapatkan pelatihan penanganan darurat limbah B3.	Dari pihaknya sendiri mengatakan bahwa pengemudinya telah memiliki izin mengemudi dan izin untuk menjalankan pengangkutan limbah B3.	√		
Jumlah Total Skor						6
Persentase (%) Kesesuaian						85%

Aspek pengangkutan memperoleh nilai 85% yang menunjukkan bahwa sebagian besar ketentuan dalam PERMEN LHK No.6 Tahun 2021, dan PERMENHUB No.60 Tahun 2019 telah dipenuhi [15] [16]. Kesesuaian terutama terlihat pada penggunaan manifest, Kerjasama dengan pengangkut berizin, kelengkapan dokumen, serta adanya ventilasi pada kendaraan pengangkut sehingga meningkatkan keselamatan selama proses transportasi.

Namun, beberapa unsur teknis masih belum sepenuhnya terpenuhi, seperti pelabelan wadah yang belum seragam, hal ini menjadi faktor utama yang menyebabkan skor tidak mencapai 100%. Untuk meningkatkan persentase perusahaan perlu menstandarkan pelabelan wadah sebelum permuatan, memastikan seluruh langkah operasional tercatat dalam SOP pengangkutan, serta melakukan pemeriksaan rutin kondisi kendaraan sebelum digunakan.

Tabel 8. Nilai Pembobotan Skala Guttman untuk di TPS Limbah B3 di PT. X

No	Aspek evaluasi Komponen	Skor (%)	Ketercapaian
1	Pewadahan	30	Sedang
2	Pemilahan	50	Sedang
3	Fasilitas	100	Bagus
4	Pengangkutan	85	Sangat Bagus
	Total	66,25	Bagus

Berdasarkan rekapan 4 aspek di **Tabel 8**, pembobotan skala Guttman untuk TPS Limbah B3 di PT.X, total skor kepatuhan yang diperoleh Adalah 66,25% yang berada pada kategori baik. Persentase tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas pengelolaan limbah B3 telah sesuai ketentuan, namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu diperkuat, terutama pada bagian pewadahan dan pemilahan. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Devitasari & Nisa, (2025) yang melaporkan bahwa ketidaksesuaian pada tahap awal pengelolaan limbah seperti pewadahan dan pelabelan merupakan penyebab utama rendahnya efektivitas pengelolaan Limbah B3 [17]. Sementara itu, aspek fasilitas dan pengangkutan pada PT. X telah menunjukkan pencapaian yang lebih baik, sejalan dengan temuan.... yang menyatakan bahwa infrastruktur dan prosedur transportasi umumnya lebih mudah memenuhi regulasi dibandingkan aspek teknis awal seperti pemilahan [18]. Oleh karena itu, Tabel 3.25 menegaskan bahwa peningkatan kinerja pengelolaan limbah B3 terutama perlu difokuskan pada aspek pewadahan dan pemilahan untuk memperoleh skor yang lebih optimal.

3.5. Pembahasan

Hasil evaluasi pada **Tabel 8** menunjukkan bahwa kepatuhan pengelolaan limbah B3 di PT. X masih belum merata antar komponen meskipun nilai keseluruhan sebesar 66,25% pada Tabel 3.25, yang termasuk dalam kategori baik. Ketidakseimbangan ini tampak jelas antara kesiapan fasilitas yang mencapai 100% dan aspek teknis operasional seperti pewadahan dan pemilahan yang berada pada 30% dan 50% kondisi ini menunjukkan bahwa implementasi PERMEN LHK Nomor 9 Tahun 2024 belum sepenuhnya diterapkan pada tahap awal pengelolaan limbah, terutama kewajiban pewadahan sesuai pasal 11 dan pemilahan sesuai pasal 10 [7].

Aspek pewadahan memperoleh nilai terendah 30% karena wadah yang digunakan belum memenuhi standar kedap air, pelabelan, warna wadah, dan penutup sebagaimana diwajibkan oleh PERMEN LHK Nomor 9 Tahun 2024 pasal 11 ayat 2 [7]. Penggunaan karung dan trash bag untuk limbah toner cartridge printer terbukti tidak kompatibel dengan karakteristik kimia limbah yang bersifat partikulat halus dan toksik. Secara ilmiah, pewadahan yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko kebocoran dan paparan, terutama pada limbah yang bersifat toksik sebagaimana dijelaskan oleh Salsabila et al., (2023) bahwa penggunaan wadah tidak kompatibel menyebabkan peningkatan resiko kontaminasi lingkungan dan paparan pekerja. Karena itu, rendahnya skor pewadahan yang jelas mencerminkan belum terpenuhinya amanat peraturan, terutama tentang aspek fisik wadah, warna, label, dan keamanan [5].

Pada aspek pemilahan kepatuhan mencapai 50% dan dikategorikan sedang. Meskipun limbah B3 sudah dipisah berdasarkan jenisnya (misalnya cartridge printer dan limbah medis), Pemilahan belum dilakukan berdasarkan karakteristik bahaya sebagaimana diwajibkan PERMEN LHK No. 9 Tahun 2024 pasal 10 [7] dan PERMEN LHK No. 1 Tahun 2021 tentang kode limbah [19]. Temuan bawa jarum suntik, infus, kasa dan masker masih bercampur dalam satu wadah menunjukkan belum diterapkannya prinsip Hazard categorization. Menurut Anisa et al., (2022), pemilahan yang tidak berlandaskan karakteristik bahaya menyebabkan reaksi silang dan meningkatkan risiko penanganan lanjutan [20]. Tidak adanya simbol limbah B3 juga melanggar ketentuan pasal 10 ayat 2 PERMEN LHK No. 9 Tahun 2024 sehingga mengurangi kejelasan identifikasi limbah dan meningkatkan potensi salah penanganan dalam tahap pengangkutan. Keadaan ini menggambarkan bahwa tantangan terbesar pada pemilihan bukan pada ketersediaan SOP melainkan konsistensi penerapan oleh petugas [7].

Berbeda dengan kedua aspek sebelumnya, fasilitas untuk penanganan limbah B3 menunjukkan skor terbaik 100% dan telah memenuhi PERMEN LHK Nomor 9 Tahun 2024 pasal 23 sampai 24 yang mensyaratkan keberadaan APD Apar jalur evakuasi ventilasi, *bundwall*, dan peralatan kedaruratan. dan telah memenuhi PERMEN No. 9 Tahun 2024 pasal 23 sampai 24 yang mensyaratkan keberadaan APD Apar jalur evakuasi ventilasi, *bundwall* dan peralatan kedaruratan [7]. Kesiapan fasilitas ini mencerminkan bahwa perusahaan menaruh perhatian besar pada aspek struktural karena sifatnya lebih mudah dievaluasi dan diadakan. Hal serupa juga dilaporkan dalam penelitian A.Siregar, (2022) yang menegaskan bahwa fasilitas TPS yang layak meliputi kelengkapan perlindungan tata letak, dan struktur bangunan yang lebih cepat terpenuhi dibandingkan aspek teknis. Temuan ini mengindikasikan bahwa ketersediaan prasarana bukan merupakan hambatan bagi perusahaan justru kendala utama pada kepatuhan operasional harian seperti pelabelan dan pewadahan [21].

Aspek pengangkutan memperoleh pencapaian 85% dan sudah memenuhi sebagian besar ketentuan PERMEN LHK nomor 6 tahun 2021 terkait manifes izin pengangkutan, pemisahan limbah usaha transportasi, serta kewajiban pemasangan simbol pada kendaraan sebagaimana diatur pasal 83 sampai 87 [15]. Namun kekurangan tetap ditemukan pada kondisi kendaraan yang belum sepenuhnya kedap dan wadah yang belum diberi label Selama perjalanan, sehingga meningkatkan risiko paparan pada transportasi.

Ketidaksesuaian ini juga bertentangan dengan PERMENHUB No. 60 Tahun 2019 yang menegaskan bahwa kendaraan pengangkut limbah B3 harus tahan guncangan dan kedap air. Pada peraturan tersebut juga menunjukkan bahwa pemenuhan dokumen belum selalu diikuti oleh kesiapan teknis kendaraan, sehingga tetap berpotensi menimbulkan insiden di perjalanan [16].

Jika dilihat secara komprehensif, variasi nilai antar aspek ini disebabkan oleh perbedaan kompleksitas teknis kapasitas SDM dan cara perusahaan memprioritaskan pemenuhan regulasi. Aspek teknis awal seperti pewaduhan dan pemilahan memiliki ketergantungan besar pada perilaku operator dan pemahaman akan bahaya limbah, sehingga tingkat kepatuhan lebih rendah. Sementara itu, aspek fasilitas lebih mudah dipenuhi karena cenderung berupa aset fisik. Pola ini juga ditemukan dalam penelitian identifikasi pengelolaan limbah B3 di berbagai sektor yang menekankan bahwa perilaku operasional pekerja lebih sering menjadi faktor penghambat dibanding ketersediaan fasilitas. Dengan demikian, hipotesis bahwa pengelolaan limbah B3 belum sepenuhnya patuh terhadap peraturan, terutama pada tahap awal yaitu pewaduhan dan pemilahan.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian pengelolaan limbah B3 di PT.X berada pada kategori baik dengan skor total 66,25%. Aspek fasilitas dan pengangkutan memperlihatkan tingkat kepatuhan yang tinggi, masing masing mencapai 100% dan 85%, sesuai dengan ketentuan regulasi yang berlaku. Sebaliknya, aspek pewaduhan (30%) dan pemilahan (50%) masih menunjukkan ketidaksesuaian, terutama terkait kesesuaian wadah, pelabelan serta pemisahan yang tidak sesuai dengan karakteristik sebagaimana dipersyaratkan oleh PERMEN LHK No.9 Tahun 2024.

Dengan demikian, rumusan masalah dalam penelitian ini telah terjawab yaitu adanya ketidaksamaan tingkat kepatuhan antar-aspek pengelolaan limbah B3 yang menempatkan pewaduhan dan pemilahan sebagai titik kritis utama. Selain itu, tujuan penelitian telah tercapai, ditunjukkan melalui teridentifikasinya aspek-aspek yang memenuhi standar serta aspek yang memerlukan peningkatan untuk mendukung pengelolaan limbah B3 yang lebih aman, efektif, dan sesuai peraturan.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur atas dukungan institusional yang memungkinkan terselesaikannya penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus saya tujuhan kepada dosen pembimbing saya, Nurvita Cundaningsih, atas bimbingan, wawasan kritis dan rekomendasi konstruktif yang sangat berperan penting sepanjang proses penelitian dan telah memberikan kontribusi, bantuan teknis, serta masukan ilmiah yang sangat memperkaya kualitas karya ini. Meskipun mungkin terdapat perbedaan pandangan terhadap sebagian interpretasi atau kesimpulan yang disampaikan.

6. Singkatan

B3	Bahan Berbahaya dan Beracun
%	Percentage
3R	reduce, reuse and recycle
PERMEN	Peraturan Menteri
LHK	Lingkungan Hidup dan Kehutanan
PP	Peraturan Pemerintah

7. Daftar Pustaka

- [1] Pratiwi, Safitri Wahyu, and Syadzadhiya Qotrunada Zakiyayasin Nisa. "Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 Industri Manufaktur." *Nusantara Hasana Journal* 3.7 (2023): 68-83.
- [2] M. S. Arhamza and Y. S. Purnomo, "Evaluasi dan Penilaian Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) pada Industri Konstruksi PT. Z Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur," *J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, 2025.
- [3] Nasution, Nurul Anjana, Adinda Putri Chania, and Puti Sri Komala. "Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya & Beracun (Limbah B3) di Rumah Sakit." *Jurnal Serambi Engineering* 10.2 (2025).
- [4] Putri, Bunga Ervina Rahma Berliana, and Muhammad Faisal Fadhil. "Studi Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 di Galangan PT. X." *Jurnal Serambi Engineering* 10.3 (2025).

-
- [5] Y. Salsabilla, H. Dewanjani, and A. Chumaidi, "Analisis Sistem Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3) Pada Perusahaan Pestisida," *J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 101, pp. 548–557, 2023.
 - [6] Afifazhari, Elvia Rosa Nur, Rexon H. Simanjuntak, and Harjadi Gunawan. "Redesain Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) pada Perusahaan Jasa Pengangkutan Sesuai dengan Peraturan dan Limbah yang Dihasilkan." *Jurnal Praktik Keinsinyuran* 1.03 (2024): 365-377.
 - [7] Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2024 Tentang Pengelolaan Sampah Yang Mengandung Bahan Berbahaya Dan Beracun Dan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun," 2024.
 - [8] Nurlina, "Toxic and hazardous waste (B3) management at PT. PAL Indonesia (persero)," *Public Health*, no. October 2019, pp. 449–460, 2021, doi: 10.20473/ijph.v1i6il.2021.449-460.
 - [9] S. Hasiany, R. Tomson, E. Naibaho, Y. Lisafitri, and I. A. Putri, "Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability Toxic and Hazardous (B3) Solid Waste Management at Abdul Moeloek General Hospital : An Implementation Assessment in 2022 and Recommendations," 2022.
 - [10] Findiastuti, Weny, et al. "Design of Environmental Impact Mitigation Strategy in the Furniture Industry Using Life Cycle Assessment." *International Journal of Industrial Engineering* 36.2 (2025): 96-115.
 - [11] Putra, Kresna Adi, and Yun Yun. "Analisis Pengelolaan Limbah B3 Pada Proses Pengangkutan Dalam Rangka Efisiensi Pada Pt Pratama Karya Nugraha." *Jurnal Lentera Bisnis* 14.3 (2025): 3394-3407.
 - [12] I. P. Sari, I. Zulfikar, W. Mulya, and M. Faradiba, "Efektivitas Pengangkutan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (Studi Kasus : PT Pengelola Limbah Kutai Kartanegara)," vol. 6, pp. 18–22, 2023.
 - [13] Mulyono, Tri. "Perkembangan dan sistem pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) di indonesia." *Logistik* 14.2 (2021): 102-115
 - [14] D. Pusparini, A. Artiyani, and H. Setyobudiarso, "Pengelolaan Limbah Padat B3 Di Rumah Sakit dr. Saiful Anwar Malang," vol. 10, no. 2, pp. 34–42, 2015.
 - [15] Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun," pp. 167–186, 2021.
 - [16] Kementerian Perhubungan, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.60 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Angkutan Barang dengan Kendaraan Bermotor di Jalan," *Kementeri. Perhub.*, vol. 1, no. 1, p. 116, 2019.
 - [17] Pramestie, Innez Shessariefta Dinar, and Susi Agustina Wilujeng. "Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di PT XYZ." *Jurnal Teknik ITS* 12.2 (2023): B95-B102.
 - [18] Fevilia, Savira, Syadzadhiya Qothrunada, and Z. Nisa. "Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 Industri Non-Woven (Studi Kasus: PT. XYZ)." *Jurnal EnviScience (Environment Science)* 8.1 (2024): 69-85.
 - [19] Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 1 tahun 2021 Tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup Serta Peringkat PROPER Perusahaan 2019-2023," *Kementrian LHK RI*, p. 249, 2021.
 - [20] A. Nur, D. Prianti, and V. U. Bunga, "Evaluasi Pemilahan Limbah Medis Di Rumah Sakit X Karawang," *J. Sos. Hum. dan Pendidik.*, vol. 4, no. 1, pp. 867–874, 2025, doi: 10.55606/inovasi.v4i1.4695.
 - [21] A. R. P. Siregar, "Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3) Di Pt Adiperkasa Ekabakti Industry," *J. Tekno Insentif*, vol. 18, no. 1, pp. 1–10, 2022.