



Analisis Strategi Pengendalian Paparan Bahan Toksik melalui Program Higiene Industri dan Keselamatan Kerja

Aprilyautami ^{1*}, Muhammad Ramadhan Ginting ², Rabbaniyah ³, Abdurrozzaq Hasibuan ⁴

¹⁻³ Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

⁴ Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

*Penulis Korespondensi: muhammadramadhanginting@gmail.com

Abstract. *Exposure to toxic materials in the workplace remains a major occupational health and safety issue, particularly in industrial sectors with high chemical use intensity. Various control efforts have been implemented through industrial hygiene and occupational safety (OHS) programs, but their effectiveness varies. This study aims to analyze strategies for controlling toxic material exposure through industrial hygiene and OHS programs based on literature review over the past five years. The method used was literature review of 10 national journals relevant the topic of toxic material exposure in various industrial sectors. The analysis results indicate that toxic material exposure is still found in various sectors, with types of materials such as heavy metals, organic solvents, toxic gases, and industrial dust. The most commonly implemented control strategies are the use personal protective equipment (PPE), administrative controls, and some engineering controls such as ventilation. However, the effectiveness of these controls is less than optimal due low worker compliance, limited supervision, and the minimal implementation of higher-level controls such as elimination and substitution. Therefore, it is necessary to strengthen integrated industrial hygiene programs, improve worker compliance, and implement a more comprehensive hierarchy of controls to minimize the risk of toxic material exposure in the workplace.*

Keywords: *Control Strategies, Exposure Control, Industrial Hygiene, Occupational Safety Health, Toxic Materials.*

Abstrak. Paparan bahan toksik di lingkungan kerja masih menjadi permasalahan utama dalam kesehatan dan keselamatan kerja, terutama pada sektor industri dengan intensitas penggunaan bahan kimia yang tinggi. Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan melalui program higiene industri dan keselamatan kerja (K3), namun efektivitasnya masih bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pengendalian paparan bahan toksik melalui program higiene industri dan K3 berdasarkan studi literatur dalam lima tahun terakhir. Metode yang digunakan adalah studi literatur terhadap 10 jurnal nasional yang relevan dengan topik paparan bahan toksik di berbagai sektor industri. Hasil analisis menunjukkan bahwa paparan bahan toksik masih ditemukan di berbagai sektor dengan jenis bahan seperti logam berat, pelarut organik, gas beracun, dan debu industri. Strategi pengendalian yang paling banyak diterapkan adalah penggunaan alat pelindung diri (APD), pengendalian administratif, serta sebagian pengendalian teknik seperti ventilasi. Namun, efektivitas pengendalian tersebut belum optimal karena rendahnya kepatuhan pekerja, keterbatasan pengawasan, serta minimnya penerapan pengendalian tingkat tinggi seperti eliminasi dan substitusi. Oleh karena itu, diperlukan penguatan program higiene industri yang terintegrasi, peningkatan kepatuhan pekerja, serta penerapan hierarki pengendalian secara lebih komprehensif untuk meminimalkan risiko paparan bahan toksik di tempat kerja.

Kata kunci: Bahan Toksik, Higiene Industri, Keselamatan Kesehatan Kerja, Pengendalian Paparan, Strategi Pengendalian.

1. LATAR BELAKANG

Paparan bahan toksik di lingkungan kerja masih menjadi permasalahan utama dalam kesehatan dan keselamatan kerja, khususnya pada sektor industri dengan intensitas penggunaan bahan kimia yang tinggi. Pekerja di berbagai sektor seperti manufaktur, pertambangan, dan

industri kimia memiliki risiko tinggi terpapar zat berbahaya seperti gas beracun, logam berat, serta partikulat debu yang dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi, ingestsi, maupun kontak kulit. Paparan tersebut berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan baik secara akut maupun kronis apabila tidak dikendalikan dengan baik (Abidin et al., 2021).

Bahan toksik merupakan zat yang dapat menimbulkan efek merugikan bagi tubuh apabila terpapar dalam jumlah tertentu. Paparan tersebut sering kali tidak disadari karena sifatnya yang tidak selalu terlihat, seperti gas beracun atau partikel halus di udara. Dampak yang ditimbulkan sangat beragam, mulai dari gangguan ringan hingga penyakit akibat kerja yang serius seperti kerusakan organ dan gangguan sistem saraf. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan debu dan partikulat di lingkungan kerja dapat menyebabkan gangguan fungsi paru baik secara obstruktif maupun restriktif (Review et al., 2025).

Dalam upaya pengendalian, higiene industri berperan sebagai pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan faktor bahaya di tempat kerja. Program ini terintegrasi dengan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) melalui pemantauan lingkungan, pengukuran kadar bahan berbahaya, serta penerapan hierarki pengendalian. Namun, efektivitas pengendalian yang diterapkan masih bervariasi dan belum optimal.

Sebagian penelitian menunjukkan bahwa strategi pengendalian masih didominasi oleh penggunaan alat pelindung diri (APD) dan pengendalian administratif, sementara penerapan pengendalian tingkat tinggi seperti eliminasi dan substitusi masih terbatas. Selain itu, rendahnya kepatuhan pekerja dan kurangnya pengawasan juga menjadi faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengendalian (Abidin et al., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kesenjangan penelitian terkait analisis terpadu mengenai strategi pengendalian paparan bahan toksik melalui program higiene industri dan K3. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pengendalian paparan bahan toksik melalui program higiene industri dan keselamatan kerja berdasarkan studi literatur.

2. KAJIAN TEORITIS

Higiene industri merupakan upaya sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan faktor bahaya di lingkungan kerja yang dapat berdampak terhadap kesehatan pekerja. Menurut World Health Organization, paparan bahan kimia berbahaya di tempat kerja merupakan salah satu penyebab utama penyakit akibat kerja. Bahan toksik sendiri merupakan zat yang dapat menimbulkan efek merugikan bagi tubuh apabila terpapar dalam jumlah tertentu, baik secara akut maupun kronis.

Pengendalian paparan bahan toksik dilakukan melalui pendekatan hierarki pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pendekatan ini menempatkan eliminasi sebagai metode paling efektif, sedangkan APD sebagai pilihan terakhir. Selain itu, penerapan Nilai Ambang Batas (NAB) yang diatur dalam Permenaker No. 5 Tahun 2018 menjadi acuan dalam menentukan tingkat paparan yang masih aman bagi pekerja.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa paparan bahan toksik masih terjadi di berbagai sektor industri dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Penelitian oleh (Abidin et al., 2021) menunjukkan adanya hubungan antara paparan debu dengan gangguan fungsi paru pekerja. Selain itu, Alfisyah et al. (2022) menyatakan bahwa paparan partikulat halus dapat menyebabkan gangguan pernapasan, sedangkan Anissah et al. (2023) menegaskan bahwa paparan bahan toksik masih menjadi faktor risiko utama penyakit akibat kerja.

Berdasarkan teori dan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengendalian paparan bahan toksik melalui program higiene industri dan keselamatan kerja merupakan langkah penting dalam mencegah risiko kesehatan pekerja.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari jurnal ilmiah nasional yang dipublikasikan dalam lima tahun terakhir. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran database jurnal seperti Google Scholar dengan menggunakan kata kunci yang relevan, yaitu “paparan bahan toksik”, “higiene industri”, dan “keselamatan dan kesehatan kerja”. Kriteria inklusi meliputi jurnal yang membahas paparan bahan toksik, strategi pengendalian, serta dampaknya terhadap kesehatan pekerja. Sedangkan kriteria eksklusi adalah jurnal yang tidak relevan dan tidak dapat diakses secara lengkap. Sebanyak 10 jurnal yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis dengan teknik analisis deskriptif, yaitu dengan membandingkan hasil penelitian untuk mengidentifikasi pola, tren, serta efektivitas strategi pengendalian yang diterapkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

NO	Penulis & Tahun	Industri	Bahan Toxic	Metode	Hasil	Strategi Pengendalian	Efektifitas/Keberhasilan
1.	Sriutami et al., 2025	Rumah Sakit (Pengelolaan Limbah B3)	Limbah medis B3	Kualitatif (HIRA)	Ditemukan bahaya fisik, kimia, biologis, ergonomi dengan risiko tinggi pada pemilahan & pengangkutan limbah B3	APD, safety box, SOP, pelatihan, perbaikan jalur	Pengendalian belum optimal karena masih ditemukan ketidaksesuaian dalam pemisahan limbah oleh tenaga kesehatan
2.	Kamilah & Lusno, 2025	Manufaktur pengecatan	Timbal (Pb)	Cross-sectional (ARKL)	Nilai Risk Quotient (RQ) > 1 pada sebagian pekerja menunjukkan adanya potensi risiko kesehatan non-karsinogenik	Ventilasi, APD, monitoring kesehatan	Efektivitas pengendalian tidak dapat dinilai karena penelitian hanya bersifat analisis risiko (ARKL)

- meskipun kadar Pb di bawah NAB
3. Sahri et al., 2021 Percetakan Toluen Cross-sectional (ARKL) Nilai RQ < 1 menunjukkan risiko kesehatan masih dalam batas aman, meskipun pada beberapa titik kadar toluena melebihi NAB Ventilasi, substitusi, APD Pengendalian belum optimal karena masih terdapat pekerja yang tidak menggunakan APD saat bekerja
4. Yuniarso & Nasri, 2025 Industri kimia Formaldehid Observasi & uji laboratorium Kadar formaldehid sebesar 0,063 ppm masih berada di bawah NAB, namun tetap terdapat Ventilasi lokal, APD, pelatihan Pengendalian mampu menjaga kadar paparan di bawah NAB, namun belum optimal karena kepatuhan penggunaan APD masih rendah

					potensi paparan dan keluhan pada pekerja		
5.	Hanita Rosmalina, 2025	Industri semen	Debu respirabel	Kuantitatif	Kadar debu respirabel dan kebisingan berada di bawah NAB, namun pencahayaan di beberapa area kerja tidak memenuhi standar	APD, monitoring lingkungan	Pengendalian efektif pada parameter debu dan kebisingan, namun belum optimal karena pencahayaan masih di bawah standar
6.	Sudarmana et al., 2026	PLTU	Debu & panas	Mixed method	Bahaya dominan yang teridentifikasi meliputi kebisingan, suhu panas, dan debu batubara	APD, SOP, ventilasi, pelatihan	Penerapan higiene industri telah berjalan, namun efektivitasnya belum dapat dinilai secara kuantitatif karena tidak dilakukan evaluasi sebelum dan sesudah

					pada area kerja		
7.	Rahmad ani & Syafri, 2024	Industri kimia	Pelarut & logam	Mixed method	Paparan bahan kimia pada beberapa area kerja melebihi NAB dan berhubungan dengan keluhan kesehatan seperti iritasi dan gangguan pernapasan	APD, pelatihan, monitoring	Pengendalian belum optimal karena tingkat kepatuhan penggunaan APD masih rendah ($\pm 55-60\%$)
8.	Parmawati, 2022	Penyamanan kulit	B3 kimia	Kualitatif	Penerapan K3 telah berjalan dengan adanya SOP, MSDS, dan APD, namun belum terdapat tenaga ahli K3 kimia	MSDS, APD, SOP, pelatihan	Pengendalian belum optimal karena sistem belum lengkap dan penggunaan APD belum maksimal

9.	Irfansyah & Susilawati, 2023	Tambang batubara	Gas beracun & debu	Literature review	Kecelakaan kerja dipengaruhi oleh kurangnya penggunaan APD, ketidakpatuhan terhadap prosedur izin kerja, serta faktor lokasi kerja dan bagian tubuh yang terpapar	Penerapan risk assessment, peningkatan peran manajemen, dan kepatuhan prosedur kerja	Efektivitas pengendalian tidak dapat dinilai karena penelitian menggunakan metode literature review
10.	Hernaya .nti et al., 2019	Bengkel las	Kadmium (Cd)	Case control	Terdapat peningkatan kadar Cd dalam darah, kreatinin, dan β 2-mikroglobulin pada pekerja yang menunjukkan adanya gangguan	Edukasi konsumsi antioksidan, pencegahan paparan kadmium	Efektivitas tidak dapat dinilai karena penelitian tidak mengevaluasi intervensi pengendalian

fungsi
ginjal

PEMBAHASAN

1. Analisis Paparan Bahan Toksik di Industri

Berdasarkan analisis 10 jurnal, paparan bahan toksik masih menjadi masalah signifikan di berbagai sektor seperti rumah sakit, manufaktur, pertambangan, dan industri kimia. Meskipun tiap sektor memiliki karakteristik berbeda, pola umumnya serupa dalam hal sumber bahaya, tingkat risiko, dan pengendalian. Bahan toksik yang ditemukan meliputi limbah medis B3, logam berat (Pb, Cd), pelarut organik (toluena), gas beracun, debu batubara, dan formaldehide. Paparan terjadi terutama melalui inhalasi dan kontak langsung, yang dapat menimbulkan dampak kesehatan akut maupun kronis. Beberapa studi menunjukkan peningkatan biomarker (kreatinin, β 2-mikroglobulin) serta nilai Risk Quotient (RQ) > 1 yang menandakan risiko kesehatan.

Sebagian besar kadar paparan masih di bawah Nilai Ambang Batas (NAB), namun belum menjamin keamanan karena risiko tetap ada, terutama pada paparan jangka panjang atau kondisi tertentu. Dampak kesehatan bervariasi, dari iritasi ringan hingga gangguan serius seperti kerusakan ginjal. Faktor perilaku pekerja, seperti ketidakpatuhan penggunaan APD, juga berkontribusi terhadap risiko. Upaya pengendalian umumnya meliputi APD, SOP, pelatihan, dan pemantauan lingkungan, dengan tambahan seperti safety box, MSDS, dan risk assessment. Namun, pengendalian masih didominasi pendekatan administratif dan APD, sementara eliminasi dan substitusi masih terbatas.

Secara umum, efektivitas pengendalian belum optimal, ditandai rendahnya kepatuhan pekerja dan penerapan prosedur yang belum konsisten. Kesimpulannya, paparan bahan toksik tetap menjadi isu penting yang dipengaruhi tidak hanya oleh keberadaan bahan, tetapi juga perilaku pekerja dan pelaksanaan pengendalian, sehingga diperlukan peningkatan pengawasan dan penerapan pengendalian yang lebih komprehensif.

2. Strategi Pengendalian Paparan

a) Engineering Control

Pengendalian rekayasa teknik merupakan metode paling efektif dalam hierarki pengendalian risiko karena tidak bergantung pada perilaku pekerja. Contohnya adalah pemasangan ventilasi lokal untuk menurunkan konsentrasi zat toksik di udara. Penelitian Yuniarso & Nasri (2025) menunjukkan bahwa meskipun kadar formaldehide (0,063

ppm) masih di bawah NAB (0,3 ppm), ventilasi tetap perlu dioptimalkan karena paparan jangka panjang berisiko memicu kanker. Selain itu, penggunaan pompa otomatis terbukti mengurangi durasi kontak langsung pekerja dengan bahan kimia.

Sejalan dengan itu, Rosmalina (2025) di PT. Solusi Bangun Indonesia merekomendasikan rekayasa teknis seperti penataan ulang pencahayaan dan penambahan lampu karena intensitas cahaya masih di bawah standar, sebagai bagian dari upaya higiene industri yang lebih menyeluruh.

b) Administrative

Pengendalian administratif bertujuan menurunkan durasi dan intensitas paparan melalui kebijakan kerja, SOP, pelatihan, dan monitoring berkala. Rahmadani & Syafri (2024) menemukan bahwa hanya sekitar 60% perusahaan yang patuh terhadap regulasi keselamatan, serta banyak yang belum melakukan monitoring paparan secara rutin. Kondisi ini berkorelasi dengan tingginya penyakit kronis pada pekerja, seperti asma (15%), PPOK (10%), dan kanker paru-paru (5%). Sementara itu, Sudarman et al. (2026) di PLTU Barru menunjukkan bahwa penerapan identifikasi bahaya melalui HIRADC/HAZOP yang melibatkan seluruh pekerja, serta pemeriksaan kesehatan tahunan yang dijadikan dasar perbaikan lingkungan kerja, mampu menciptakan sistem pengendalian yang lebih proaktif dan adaptif.

c) APD

APD merupakan lapisan perlindungan terakhir dalam hierarki K3 yang melindungi pekerja dari sisa paparan yang tidak dapat dikendalikan dengan metode lain. Rahmadani & Syafri (2024) mencatat hanya 55% pekerja yang rutin menggunakan respirator dan pelindung mata, bahkan di lingkungan dengan ventilasi buruk, menunjukkan APD sering dijadikan solusi utama tanpa dukungan sistem K3 yang memadai.

Sebaliknya, Yuniarso & Nasri (2025) menunjukkan praktik lebih baik, di mana operator formaldehyde menggunakan PAPR, pelindung wajah, dan sarung tangan neoprene, disertai pelatihan serta fit test rutin, sehingga APD menjadi bagian dari sistem yang terintegrasi. Sementara itu, Parmawati (2022) di PT. Adi Satria Abadi menemukan bahwa meski APD tersedia, penggunaannya belum optimal dan belum ada pengawas K3 khusus, menegaskan bahwa ketersediaan APD saja tidak cukup tanpa pengawasan yang jelas.

3. Hierarki Pengendalian

Dalam higiene industri dan K3, hierarki pengendalian digunakan untuk menurunkan risiko paparan bahan toksik secara bertahap dari sumber hingga pekerja. Urutannya adalah eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan APD, di mana semakin ke atas semakin efektif karena mengendalikan bahaya lebih dekat ke sumbernya (Putri, 2020). Eliminasi merupakan metode paling efektif karena menghilangkan sumber bahaya, namun sulit diterapkan karena sering berkaitan langsung dengan proses produksi (Dien & Purwaningsih, 2024). Jika tidak memungkinkan, dilakukan substitusi dengan mengganti bahan atau proses yang lebih aman, meski sering terkendala biaya, kompatibilitas, dan potensi bahaya baru.

Rekayasa teknik bertujuan mengurangi paparan melalui modifikasi teknis seperti ventilasi lokal, sistem tertutup, isolasi, sensor kebocoran, dan otomasi. Metode ini efektif karena tidak bergantung pada perilaku pekerja dan mampu menurunkan paparan secara langsung (Dien & Purwaningsih, 2024). Pengendalian administratif dilakukan melalui SOP, rotasi kerja, pelatihan, monitoring, dan inspeksi. Cara ini membantu menekan risiko, tetapi sangat bergantung pada kepatuhan pekerja dan pengawasan, sehingga kurang kuat jika digunakan sendiri.

APD adalah lapisan terakhir yang melindungi pekerja dari paparan langsung, seperti respirator dan sarung tangan. Efektivitasnya bergantung pada penggunaan dan pemeliharaan, sehingga hanya berfungsi sebagai pelengkap, bukan solusi utama. Secara umum, di lapangan pengendalian yang paling sering digunakan adalah administratif dan APD karena lebih mudah dan murah, sedangkan eliminasi, substitusi, dan rekayasa teknik masih jarang diterapkan karena lebih sulit dan membutuhkan perubahan besar dalam proses kerja.

4. Peran program Higiene Industri dan K3

a) Monitoring lingkungan kerja

Monitoring lingkungan kerja merupakan fondasi utama higiene industri untuk mengendalikan paparan bahan toksik secara sistematis dan terukur. Kegiatan ini meliputi identifikasi, evaluasi, dan pengukuran faktor risiko fisika, kimia, dan biologi secara kuantitatif menggunakan alat standar, kemudian dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) sesuai Permenaker No. 5 Tahun 2018. Hasilnya diklasifikasikan menjadi aman, waspada, atau berisiko tinggi sebagai dasar penentuan pengendalian, baik rekayasa teknik, administratif, maupun APD (Rosmalina, 2025)

Paparan bahan kimia dapat terjadi melalui inhalasi, kontak kulit, dan konsumsi tidak sengaja, melibatkan zat seperti toluena, benzena, timbal, dan merkuri yang berisiko menyebabkan gangguan pernapasan, saraf, hingga kanker (Rahmadani & Syafri, 2024).

Karena itu, monitoring berkala menjadi kewajiban penting perusahaan, karena data yang dihasilkan menjadi dasar utama dalam pengambilan keputusan pengendalian risiko secara efektif.

b) Pemeriksaan Kesehatan

Pemeriksaan kesehatan pekerja berfungsi sebagai deteksi dini untuk mengidentifikasi dampak paparan bahan toksik sebelum berkembang menjadi penyakit serius. Pemeriksaan biomarker darah pada pekerja yang terpapar zat seperti benzena—meliputi leukosit, hemoglobin, dan trombosit—memberikan gambaran langsung kondisi biologis tubuh akibat paparan (Sahri et al., 2021). Kajian literatur juga menunjukkan bahwa surveilans medis dan pemeriksaan rutin efektif dalam mendeteksi risiko sejak dini, serta didukung oleh intervensi pengendalian di tempat kerja yang dapat meningkatkan kesehatan dan kepatuhan pekerja. Pemeriksaan yang dilakukan secara pra-kerja, berkala, hingga pasca-kerja membantu perusahaan memiliki data kesehatan yang komprehensif sebagai dasar evaluasi program pengendalian paparan (Asterlita Ryane Wenas & Firmita Dwiseli, 2025).

c) Pelatihan Pekerja

Pelatihan pekerja dalam K3 merupakan intervensi penting untuk membangun kapasitas pekerja dalam mencegah paparan bahan toksik. Pelatihan yang terstruktur dan berkelanjutan terbukti menurunkan kecelakaan kerja, terutama jika didukung manajemen, metode interaktif, serta evaluasi dan umpan balik yang rutin. Selain meningkatkan keselamatan, pelatihan juga berdampak pada efisiensi operasional perusahaan (Ramadhani & Hasibuan, 2024). Hal ini semakin penting karena keberhasilan implementasi K3 sangat dipengaruhi oleh pelatihan yang memadai, pengawasan rutin, dan komitmen manajemen dalam investasi keselamatan. Oleh karena itu, pelatihan berkala perlu dilakukan agar pekerja memahami prosedur kerja dan memiliki kesadaran terhadap potensi bahaya bahan berbahaya (Bintang et al., 2025).

5. Dasar Hukum

a) K3 – Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja menjadi dasar utama penerapan K3 di Indonesia, yang menegaskan hak pekerja atas perlindungan keselamatan serta kewajiban perusahaan mengendalikan seluruh potensi bahaya, termasuk paparan bahan toksik: *“Setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan”* (Republik Indonesia, 1970). Meskipun berbagai sektor industri telah menerapkan upaya K3 seperti penggunaan APD,

SOP, dan pelatihan, implementasinya masih belum optimal. Hal ini terlihat dari rendahnya kepatuhan penggunaan APD, ketidaksesuaian prosedur kerja, serta masih adanya paparan bahan berbahaya. Dengan demikian, meskipun regulasi sudah jelas, penerapannya di lapangan masih perlu ditingkatkan.

b) Bahan Toksik/B3 – Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun

Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001 mengatur pengelolaan bahan berbahaya dan beracun (B3) secara menyeluruh, mulai dari identifikasi hingga pembuangan. Regulasi ini menegaskan bahwa B3 memiliki potensi membahayakan kesehatan dan lingkungan sehingga memerlukan pengendalian ketat: *“Bahan berbahaya dan beracun adalah zat yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan”* (Republik Indonesia, 2001). Sejalan dengan itu, berbagai bahan toksik seperti limbah medis B3, logam berat (Pb, Cd), pelarut organik (toluena), serta gas beracun dan debu industri masih ditemukan di lingkungan kerja. Meski sebagian kadar berada di bawah NAB, tetap terdapat potensi risiko kesehatan, ditunjukkan oleh nilai Risk Quotient (RQ) > 1 dan peningkatan biomarker. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan B3 tetap berisiko sehingga pengelolaan sesuai regulasi sangat penting.

c) Pengendalian Paparan – Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 mengatur pengendalian faktor bahaya di tempat kerja melalui pendekatan higiene industri dengan menetapkan Nilai Ambang Batas (NAB) sebagai standar maksimal paparan. Regulasi ini mewajibkan perusahaan melakukan pengendalian jika paparan melebihi NAB: *“Pengusaha wajib melakukan pengendalian faktor bahaya agar tidak melampaui Nilai Ambang Batas (NAB)”* (Kemenaker RI, 2018). Dalam praktiknya, pengendalian yang umum diterapkan meliputi penggunaan APD, ventilasi, dan pelatihan pekerja. Namun, efektivitasnya masih terbatas akibat rendahnya kepatuhan pekerja dan minimnya penerapan pengendalian tingkat tinggi seperti eliminasi dan substitusi. Selain itu, meskipun paparan berada di bawah NAB, masih ditemukan keluhan kesehatan, sehingga diperlukan pengendalian yang lebih komprehensif dan berkelanjutan.

6. Evaluasi Efektivitas dan Kesenjangan Penelitian

Berdasarkan hasil analisis terhadap berbagai penelitian yang telah ditelaah, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian mengenai paparan bahan toksik di lingkungan

kerja masih memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu kelemahan utama adalah penggunaan desain penelitian yang bersifat deskriptif, seperti cross-sectional dan studi literatur, sehingga tidak mampu mengevaluasi hubungan sebab-akibat secara mendalam maupun efektivitas intervensi pengendalian secara langsung. Selain itu, sebagian penelitian hanya berfokus pada pengukuran kadar paparan atau analisis risiko tanpa melakukan evaluasi sebelum dan sesudah penerapan strategi pengendalian. Keterbatasan lainnya adalah kurangnya pengukuran efektivitas pengendalian secara kuantitatif. Banyak penelitian yang menyebutkan adanya penerapan strategi seperti ventilasi, penggunaan APD, dan pelatihan, namun tidak disertai dengan data pembandingan yang menunjukkan sejauh mana strategi tersebut mampu menurunkan paparan atau memperbaiki kondisi kesehatan pekerja. Hal ini menyebabkan sulitnya menilai keberhasilan program higiene industri secara objektif.

Selain itu, aspek perilaku pekerja juga menjadi faktor yang belum optimal dalam berbagai penelitian. Rendahnya kepatuhan terhadap penggunaan APD, ketidaksesuaian dalam penerapan SOP, serta kurangnya pengawasan menunjukkan bahwa pengendalian administratif dan penggunaan APD belum berjalan secara efektif. Di sisi lain, penerapan pengendalian pada tingkat yang lebih tinggi seperti eliminasi dan substitusi masih sangat terbatas, sehingga risiko paparan masih belum dapat dikendalikan secara maksimal. Berdasarkan kesenjangan tersebut, diperlukan penelitian lanjutan yang tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga menggunakan pendekatan eksperimental atau longitudinal untuk mengevaluasi efektivitas strategi pengendalian secara lebih komprehensif. Selain itu, perlu dilakukan penguatan implementasi program higiene industri melalui integrasi antara pengendalian teknik, administratif, dan perilaku pekerja. Peningkatan pelatihan, pengawasan, serta komitmen manajemen juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan keberhasilan pengendalian paparan bahan toksik di lingkungan kerja.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa paparan bahan toksik masih menjadi permasalahan yang signifikan di berbagai sektor industri, dengan jenis paparan yang beragam seperti logam berat, gas beracun, pelarut organik, dan debu industri. Paparan tersebut berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan baik secara akut maupun kronis, terutama pada sistem pernapasan dan organ tubuh lainnya.

Strategi pengendalian paparan bahan toksik melalui program higiene industri dan keselamatan kerja telah diterapkan di berbagai industri, namun efektivitasnya masih belum optimal. Pengendalian yang paling banyak digunakan adalah alat pelindung diri (APD) dan pengendalian administratif, sedangkan penerapan pengendalian tingkat tinggi seperti eliminasi dan substitusi masih terbatas. Selain itu, keberhasilan pengendalian juga dipengaruhi oleh faktor kepatuhan pekerja, pengawasan, serta komitmen dalam penerapan program K3.

Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa strategi pengendalian paparan bahan toksik akan lebih efektif apabila dilakukan secara terpadu melalui penerapan hierarki pengendalian secara menyeluruh, penguatan program higiene industri, serta peningkatan kepatuhan dan kesadaran pekerja. Dengan demikian, risiko paparan bahan toksik di lingkungan kerja dapat diminimalkan secara lebih optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, A. U., Henita, N., Rahmawati, S., & Maziya, F. B. (2021). ANALISIS RISIKO KESEHATAN PAPARAN DEBU TERHADAP FUNGSI PARU PADA PEKERJA DI HOME INDUSTRY C-MAX alumunium, menghasilkan barang jadi seperti wajan, panci, atau lainnya terkait kebutuhan terhadap fungsi paru pada pekerja di home industry C-MAX. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 13, 34-39. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art3>
- Asterlita Ryane Wenas, & Firmita Dwiseli. (2025). Penyakit Akibat Kerja: Telaah Literatur Terhadap Peran Identifikasi Dini dan Intervensi Kesehatan di Tempat Kerja. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kesehatan*, 4(2), 371-379. <https://doi.org/10.55606/jurrikes.v4i2.5499>
- Bintang, N. S., Bintang, H. S., & Bintang, G. A. (2025). Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam Sektor Manufaktur: Analisis Kasus pada Industri di Indonesia. *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Tekstil Dan Manajemen Industri*, 8(2), 96-103. <https://doi.org/10.59432/jurnaltekstil.v8i2.147>
- Dien, S. A. A., & Purwaningsih, R. (2024). Pengendalian Risiko K3 dalam Aktivitas Muat Material Plat dengan Shipcrane Menggunakan Pendekatan HIRARC (Studi Kasus: PT Krakatau Bandar Samudera). 1-11.
- Hernayati, Santoso, S., Lestari, S., Prayoga, L., Kamsinah, & Rochmatino. (2020). Efek Paparan Kadmium (Cd) Terhadap Fungsi Ginjal Pekerja Bengkel Las. *Jurnal Kesmas Indonesia*, 1-8. <https://doi.org/10.20884/1.ki.2019.11.1.1422>
- Indonesia, M. K. R. (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.
- Indonesia, P. R. (1970). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, 14, 1-20.

- Irfansyah, A., & Susilawati. (2023). Risiko Kesehatan Paparan Kerja Terhadap Bahan Kimia Beracun di Tempat Kerja Tambang Batubara Ahmad. *ZAHRA: Journal of Health and Medical Research*, 53(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001>
- Kamilah, D. A., & Lusno, M. F. D. (2025). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan: Paparan Timbal Pada Pekerja Pengecatan di PT X. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 6(2), 7108-7116. <https://doi.org/10.31004/jkt.v6i2.45512>
- Ketut Sriutamiasih, N., Vanda Doda, D. D., Pinontoan, O. R., Kesehatan Masyarakat, F., & Sam Ratulangi Manado, U. (2025). Analisis Potensi Bahaya Dengan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (Hira) Pada Area Kerja Pengelolaan Limbah B3 di RSUD GMIM Pancaran Kasih Manado. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6, 16848-16859. <https://doi.org/10.31004/jkt.v6i4.51611>
- Parmawati, S. (2024). K3 Lingkungan Kerja dan Bahan Kimia Berbahaya PT. Adi Satria Abadi Sih. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4, 1-348. <https://doi.org/10.1002/9781119538752>
- Presiden Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Putri, R. R. (2020). Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan Dengan Metode Hazard and Operability Study (Hazops) (Studi Kasus PT. Bukt Asam Tbk). Universitas Diponegoro, 8. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/20763/19470>
- Rahmadani, N., & Syafri, M. (2024). Hubungan Antara Paparan Bahan Kimia Berbahaya di Lingkungan Kerja dan Risiko Kesehatan pada Pekerja Industri. *Jurnal Keselamatan Kerja*, 14(November), 17-23.
- Ramadhani, T. N., & Hasibuan, A. (2024). Pengaruh Pelatihan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Pengurangan Tingkat Kecelakaan Di Tempat Kerja. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2, 550-555.
- Review, L., Risiko, F., Anissah, N., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. (2025). Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 14(April), 286-297.
- Rosmalina, H. (2025). Analisis Higiene Industri Berdasarkan Pengukuran Faktor Risiko Fisika, dan Kimia di Lingkungan Kerja PT. Solusi Bangun Indonesia (SBI). *Jurnal Sosial Teknologi*, 5(9), 3425-3433. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v5i9.32403>
- Sahri, M., Ayu, F., Syufi, N. M. N., & Safitri, R. W. (2021). Penilaian Risiko Kuantitatif Paparan Toluena Melalui Inhalasi Pada Pekerja Di Industri Percetakan. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v5i2.4630>
- Sahri, M., Nugraha, G., Firdaus, A. A. A., Safitri, R. W., & Syufi, N. M. N. (2021). Pemeriksaan Profil Darah Pada Pekerja Sebagai Upaya Deteksi Dini Gangguan Kesehatan Akibat Paparan Uap Benzene Di Industri Percetakan. *Jurnal Kesehatan Pekerja dan Masyarakat*, 4, 1338-1342. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v4i6.4355>

Sudarman, D., Aminah, S., Abbas, D. S., Aprilia, D., Nuralfirah, Sari, R., & Ernawati. (2026). Observasi dan Pemetaan Kondisi Higiene Industri pada Area PLTU Kabupaten Barru. *Jurnal Medika: Medika*, 5(1), 264-271.

Yuniarso, A. D., & Nasri, S. M. (2022). Analisis Implementasi Pengendalian Toksikan Formaldehyde di Perusahaan Chemical Dyes Aji. *Jurnal Impresi Indonesia*, 1(1), 1-6. <https://doi.org/10.58344/jii.v4i6.6617>