Blend Sains
Jurnal Teknik
https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/blendsains

Artikel Penelitian

Analisis Risiko Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Proses Painting di PT XYZ

Nur Ismi Nabila[*], *Asep Erik Nugraha*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 20 September 2026
Revisi Akhir: 25 Oktober 2026
Diterbitkan *Online*: 31 Oktober 2026

KATA KUNCI

Bahan Kimia
HIRADC
K3
Painting
Risiko Kerja

KORESPONDENSI (*)

E-mail: nurisminabila.xa6@gmail.com

A B S T R A K

Proses painting menggunakan cat, thinner, spray gun, dan kompresor sehingga berpotensi menimbulkan paparan kimia, bahaya fisik, serta kebakaran. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bahaya, menilai risiko awal, dan merumuskan usulan pengendalian pada proses painting di PT XYZ. Penelitian deskriptif observasional menggunakan observasi, wawancara, dan dokumentasi, termasuk catatan kejadian perusahaan. Penilaian dilakukan dengan *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC), menggunakan *likelihood* (L) dan *severity* (S) berskala 1–5 serta perhitungan R = L × S. Hasil penilaian terhadap 13 bahaya menunjukkan sembilan risiko ekstrem, dua tinggi, dan dua sedang. Nilai tertinggi sebesar 20 terdapat pada ventilasi kurang optimal; skor ini merupakan penilaian semi-kuantitatif yang belum diverifikasi melalui pengukuran paparan. Usulan pengendalian memprioritaskan evaluasi dan perbaikan ventilasi lokal serta spray booth, pengendalian sumber penyalaan, penyimpanan bahan mudah terbakar, dan pencegahan kontak bahan kimia. Substitusi bahan rendah VOC diusulkan setelah evaluasi kompatibilitas teknis dan keselamatannya. Efektivitas pengendalian belum diuji. Pengukuran paparan dan penilaian risiko residual merupakan tindak lanjut setelah pengendalian diterapkan.

PENDAHULUAN

Proses painting merupakan tahap penyelesaian permukaan dalam industri manufaktur yang menggunakan cat, thinner, pelarut, spray gun, dan udara bertekanan. Uap dan aerosol dapat mencapai pekerja melalui inhalasi, sedangkan percikan dan kontak langsung menimbulkan paparan pada mata atau kulit. Ayuningtyas dan Nasri menilai bahaya fisik dan kimia pada area painting manufaktur melalui identifikasi bahaya dan penilaian paparan [1]. Dalam konteks PT XYZ, kebutuhan analisis dipertegas oleh catatan gangguan pernapasan, iritasi kulit, dan iritasi mata pada departemen painting sepanjang 2025.

PT XYZ memproduksi peralatan industri, termasuk wellhead, melalui machining, assembly, testing, painting, packaging, dan inventory. Data historis kecelakaan kerja perusahaan yang direkap pada 2026 mencatat gangguan pernapasan pada Februari 2025, iritasi kulit pada Agustus 2025, serta iritasi mata pada Oktober 2025. Catatan tersebut menyebut suhu dan kelembapan tinggi, riwayat alergi kulit, serta filtrasi atau ventilasi kurang sebagai kondisi yang berkaitan. Informasi ini merupakan kondisi tercatat, bukan hasil pembuktian sebab-akibat melalui investigasi medis atau pengukuran lingkungan.

HIRADC dipilih untuk menghubungkan aktivitas, sumber bahaya, jalur paparan, konsekuensi, dan usulan pengendalian. ISO 45001:2018 memberikan kerangka pengelolaan risiko K3 secara sistematis [2]. Di Indonesia, PP Nomor 50 Tahun 2012 menjadi landasan penerapan sistem manajemen K3 [3]. Faizah dkk. memadukan HIRADC dan JSA pada reparasi kapal untuk merinci pekerjaan berisiko tinggi [4]. Tinjauan Mawardani dan Herbawani membahas penerapan HIRADC sebagai upaya pengendalian di tempat kerja [5]. Perbedaan aktivitas dan paparan membatasi pemindahan hasil studi

https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2063 Attribution-ShareAlike 4.0 International Some rights reserved

tersebut secara langsung ke proses painting. Kontribusi penelitian ini terletak pada pemetaan risiko spesifik lima kelompok aktivitas painting di PT XYZ dan penetapan prioritas usulan yang dapat ditelusuri ke catatan kejadian perusahaan; penelitian ini tidak menguji efektivitas intervensi.

Penelitian bertujuan mengidentifikasi bahaya pada setiap aktivitas painting, menentukan kategori risiko awal berdasarkan L dan S, serta menyusun usulan pengendalian menurut hierarki eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan APD. Cakupan meliputi pencampuran material, pengoperasian spray gun, pengecatan dalam area tertutup, pembersihan alat, dan penyimpanan bahan kimia. Hasilnya diharapkan menjadi dasar prioritas inspeksi serta perencanaan perbaikan, bukan bukti bahwa pengendalian telah berhasil diterapkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahaya pada Proses Painting

Bahaya kimia painting mencakup uap pelarut dan aerosol cat yang terhirup, serta percikan atau kontak cairan pada mata dan kulit. Komposisi bahan dan jalur masuk menentukan kebutuhan penilaian paparan; identifikasi nama bahan saja belum menunjukkan besar paparan yang diterima pekerja [1]. Bahaya fisik berupa kebisingan kompresor dan iklim kerja perlu dibedakan dari bahaya kimia. Bahaya kebakaran timbul ketika bahan atau uap mudah terbakar bertemu sumber penyalaan. Kondisi ventilasi memengaruhi penyebaran uap dan kabut, tetapi tingkat bahayanya memerlukan pemeriksaan aliran udara serta karakteristik bahan.

Konsep HIRADC

HIRADC meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan pengendalian. Likelihood menyatakan kemungkinan skenario kejadian pada kondisi kerja tertentu; severity menyatakan tingkat konsekuensinya. Frekuensi paparan, peluang pelepasan bahan, kondisi pengendalian, dan riwayat kejadian dapat mendukung penilaian L, tetapi frekuensi kontak tidak identik dengan frekuensi kecelakaan. Penentuan S mempertimbangkan konsekuensi yang masuk akal berdasarkan sifat bahan, energi, dan jalur paparan, bukan hanya keluhan yang pernah tercatat. Oyamienlen dkk. menggunakan matriks 4×4 untuk risiko lepas pantai sehingga batas kategori dan nilainya tidak dapat dipindahkan langsung ke matriks 5×5 penelitian ini [6].

Sebagai pembanding, Nurhayati dan Purnomo menerapkan HIRADC pada industri pengolahan makanan laut [7]. Wulandari dkk. menggunakan HIRADC untuk menilai penerapan K3 pada objek industri [8]. Azzahra dkk. memadukan penguraian pekerjaan melalui JSA dengan HIRARC pada pengolahan karet [9]. Smarandana dkk. mengidentifikasi variasi kategori risiko pada beberapa proses pabrikasi [10]. Syabana dan Basuki mengkaji HIRARC pada kegiatan perusahaan sektor maritim [11]. Hibatullah dkk. menilai bahaya pada aktivitas sipil dan elektrikal [12]. Hamdani dan Andesta menghubungkan tahapan pekerjaan fabrikasi dengan penilaian likelihood dan severity [13]. Studi tersebut menunjukkan kegunaan penguraian aktivitas, tetapi objek dan karakteristik paparannya berbeda dari painting.

Markus dan Djunaidi menggunakan matriks 4×4 pada perawatan rolling stock dan menekankan pemantauan oleh supervisor [14]. Ihsan dkk. mengkaji hubungan pengawasan dengan kepatuhan APD; hubungan tersebut tidak membuktikan efektivitas ventilasi atau substitusi bahan [15]. Jia dkk. membahas matriks risiko untuk operasi bawah air, sehingga relevansinya dalam artikel ini terbatas pada pendekatan pemeringkatan [16]. Hidayatillah dan Khasbiyah menerapkan HIRADC melalui observasi lingkungan puskesmas; temuan sektoralnya tidak digunakan sebagai kriteria paparan painting [17]. Sintesis ini mendasari penggunaan HIRADC sebagai alat prioritas awal yang perlu dilengkapi bukti lapangan spesifik dan pengukuran paparan.

Tabel 1. Kategori tingkat risiko penelitian

Nilai	Kategori	Tindakan
1	Tidak signifikan	Dikelola melalui pengendalian rutin dan pemantauan.
2–3	Rendah	Perhatian manajemen dan pemeliharaan kontrol.
4–6	Sedang	Perbaikan terjadwal dan pengawasan.
8–9	Tinggi	Perbaikan segera dengan prioritas manajemen.

10–25	Ekstrem	Hentikan kegiatan yang belum terkendali; evaluasi dan koreksi sebelum dilanjutkan.

Kategori mengikuti batas yang digunakan dalam laporan kerja praktik. Untuk L dan S bilangan bulat 1–5, hasil yang mungkin adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 20, dan 25; nilai 7 tidak dihasilkan. Dengan demikian, setiap hasil perkalian tercakup meskipun rentang kategori tidak memuat 7. Kategori tidak signifikan dibedakan dari rendah agar konsisten dengan acuan sumber.

Hierarki Pengendalian

Hierarki pengendalian mengutamakan penghilangan sumber bahaya sebelum pembatasan paparan melalui teknik, prosedur, dan APD. Pada proses semprot, ventilasi mekanis perlu mengarahkan uap dan kabut ke lokasi pembuangan yang aman; pedoman OSHA tentang spray finishing digunakan sebagai rujukan teknis, bukan pernyataan kewajiban hukum Indonesia [18]. Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 menjadi rujukan lingkungan kerja untuk evaluasi faktor bahaya yang relevan [19]. Substitusi bahan rendah VOC atau cat berbasis air tetap memerlukan penelaahan lembar data keselamatan, mutu lapisan, kompatibilitas material, dan perubahan bahaya. Respirator, pelindung mata, dan sarung tangan dipilih berdasarkan bahan serta jalur paparan sebagai pelengkap pengendalian sumber.

METODOLOGI

Desain dan Objek Penelitian

Penelitian menggunakan desain deskriptif observasional pada area painting PT XYZ dalam rangka kerja praktik 2 Januari–2 Februari 2026, sesuai kartu kendali kegiatan. Rentang tersebut adalah periode kegiatan lapangan keseluruhan, bukan catatan observasi painting setiap hari. Lima kelompok aktivitas dipilih mengikuti siklus penggunaan bahan: persiapan dan pencampuran, penyemprotan, pengecatan dalam area tertutup, pembersihan, serta penyimpanan. Batas aktivitas ditetapkan ketika sumber bahaya, cara penggunaan bahan, atau kondisi paparannya berubah.

Pengumpulan Data

Data primer pada penelitian ini dikumpulkan melalui pengamatan secara langsung terhadap aktivitas pada proses *painting*, meliputi kondisi peralatan, lingkungan kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta penerapan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Kegiatan observasi difokuskan pada proses pengecatan selama periode 2 Januari 2026 hingga 2 Februari 2026 dengan tujuan mengidentifikasi potensi bahaya, mengamati kondisi aktual pekerjaan, dan mengevaluasi penerapan pengendalian risiko di area produksi. Selain observasi, data primer diperoleh melalui wawancara dan diskusi dengan tiga orang informan yang memiliki keterkaitan langsung dengan aktivitas produksi dan penerapan K3. Informan tersebut terdiri atas seorang pekerja *painting* dengan pengalaman kerja selama empat tahun, seorang staf *Human Safety and Environment* (HSE) dengan pengalaman kerja selama lima tahun, serta seorang pembimbing lapangan yang telah memiliki pengalaman kerja selama tujuh tahun. Penentuan informan didasarkan pada relevansi tugas, pengalaman kerja, dan keterlibatan mereka dalam memberikan informasi mengenai kondisi operasional, potensi bahaya, serta penerapan pengendalian risiko di lingkungan kerja.

Setiap informan memberikan informasi berdasarkan peran dan kompetensinya masing-masing. Pekerja *painting* menjadi sumber informasi mengenai tahapan pelaksanaan pengecatan, kondisi kerja yang dihadapi, potensi bahaya selama aktivitas berlangsung, penggunaan APD, dan penerapan prosedur keselamatan kerja. Staf HSE memberikan keterangan mengenai pelaksanaan program K3, proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, ketentuan keselamatan, serta upaya pengendalian yang diterapkan perusahaan untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan akibat pekerjaan. Adapun pembimbing lapangan berperan dalam memberikan informasi tambahan mengenai proses produksi, prosedur operasional, kondisi aktual di area kerja, dan pelaksanaan pengendalian risiko. Keterangan dari pembimbing lapangan juga dimanfaatkan untuk memperjelas hasil observasi serta menilai kesesuaian antara temuan lapangan dan prosedur kerja yang berlaku. Berdasarkan kartu kendali kegiatan, wawancara dengan pekerja dilaksanakan pada 13 Januari 2026, sedangkan diskusi mengenai hasil pengamatan bersama pembimbing lapangan tercatat pada 22 Januari 2026. Informasi dari ketiga informan selanjutnya dipadukan dengan hasil observasi sebagai dasar dalam mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Controls* (HIRADC).

Data sekunder dalam penelitian ini bersumber dari dokumen perusahaan yang berkaitan dengan proses produksi dan penerapan K3, antara lain dokumen HIRADC, prosedur operasi standar (*Standard Operating Procedure* atau SOP), dokumentasi aktivitas kerja, serta catatan historis kecelakaan kerja yang direkap pada tahun 2026. Data tersebut digunakan untuk mendukung analisis melalui perbandingan antara kondisi aktual di lapangan dan ketentuan yang tercantum dalam dokumen perusahaan. Selain itu, keterangan tambahan dari pembimbing lapangan digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai kondisi operasional dan memperkuat pemahaman terhadap temuan observasi. Seluruh data yang diperoleh melalui observasi, wawancara, diskusi, dan dokumentasi kemudian ditelaah secara sistematis untuk mendukung proses identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada aktivitas *painting*. Dalam tahap analisis, hasil pengamatan langsung, keterangan informan, dan catatan insiden dibedakan berdasarkan sumber informasinya. Pemisahan tersebut dilakukan untuk menjaga objektivitas interpretasi dan menghindari penarikan kesimpulan mengenai hubungan sebab-akibat yang belum didukung oleh bukti yang memadai.

Informasi observasi, wawancara, dan dokumentasi digunakan bersama untuk mengidentifikasi aktivitas serta bahaya. Catatan historis diperiksa menurut departemen, waktu, jenis keluhan, dan kondisi yang dicatat, kemudian dipadankan dengan sumber bahaya dan jalur paparannya. Rekap kejadian mendukung relevansi bahaya, tetapi tidak otomatis menentukan skor L atau S. Penelitian belum melaporkan pengujian kesepakatan antarpenilai maupun pengukuran paparan; karena itu, penilaian diperlakukan sebagai penapisan semi-kuantitatif.

Tahapan Analisis HIRADC

1. Menguraikan lima kelompok aktivitas sesuai perubahan penggunaan bahan dan kondisi kerja, bukan berdasarkan jumlah pekerja.
2. Menghubungkan setiap sumber bahaya dengan jalur paparan dan dampak potensial. Satu aktivitas dapat menghasilkan beberapa skenario, sehingga lima kelompok aktivitas menghasilkan 13 baris bahaya.
3. Menggunakan skor L dan S pada tabel penilaian laporan sumber, lalu mencocokkannya dengan definisi skala 1–5. Skala kualitatif mengacu pada acuan yang digunakan laporan kerja praktik dan perlu diterapkan pada skenario kejadian yang sama [20].
4. Menghitung ulang seluruh R = L × S, memeriksa kecocokan kategori dengan matriks 5×5, serta menghitung distribusi berdasarkan jumlah bahaya, bukan jumlah pekerja atau kejadian.
5. Menetapkan prioritas menurut kategori, besarnya konsekuensi, dan peluang satu pengendalian menangani beberapa bahaya. Pengendalian untuk risiko ekstrem didahulukan; pemilihan teknik atau substitusi tetap memerlukan verifikasi kelayakan.

Tabel 2. Skala Likelihood dan Severity

Skor	Likelihood (kemungkinan)	Severity (keparahan)
1	Jarang terjadi; pada keadaan tertentu	Tidak signifikan; tanpa cedera atau kerugian
2	Kadang terjadi; kemungkinan kecil	Kecil; cedera ringan dan kerugian kecil
3	Dapat terjadi, tetapi tidak sering	Sedang; perlu perawatan rumah sakit, tanpa cacat tetap
4	Sering; beberapa kali dalam periode tertentu	Berat; cedera parah atau cacat tetap dan kerugian besar
5	Hampir pasti; setiap saat pada kondisi normal	Bencana; fatalitas atau kerugian sangat berat

Tabel 3. Matriks Risiko 5×5

L\S	1	2	3	4	5
5	5 S	10 E	15 E	20 E	25 E
4	4 S	8 T	12 E	16 E	20 E
3	3 R	6 S	9 T	12 E	15 E
2	2 R	4 S	6 S	8 T	10 E
1	1 N	2 R	3 R	4 S	5 S

Keterangan: N = tidak signifikan, R = rendah, S = sedang, T = tinggi, dan E = ekstrem. Nilai dalam matriks adalah hasil perkalian L dan S, bukan probabilitas terukur. Penilaian menggambarkan risiko awal menurut kondisi yang dicatat saat penelitian sebelum usulan pengendalian tambahan diterapkan. Pengukuran VOC, kinerja ventilasi, kebisingan, dan tekanan panas belum dilakukan. Risiko residual belum dinilai dan baru dapat dievaluasi setelah pelaksanaan serta verifikasi fungsi pengendalian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Bahaya

Lima kelompok aktivitas mengikuti siklus penggunaan cat dan thinner, mulai dari bahan disiapkan hingga disimpan kembali. Identifikasi menghasilkan 13 skenario bahaya, karena satu aktivitas dapat menimbulkan lebih dari satu jalur paparan atau kejadian. Pencampuran dan pembersihan masing-masing memuat tiga bahaya, pengoperasian spray gun dan penyimpanan masing-masing dua, serta pengecatan tertutup tiga. Sebutan dominan pada pembahasan ini mengacu pada keterlibatan bahan kimia dalam beberapa skenario dan prioritas skornya, bukan persentase penyakit akibat kerja. Sumber bahaya, jalur paparan, dan dampaknya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil identifikasi bahaya proses painting

No	Aktivitas	Bahaya	Dampak	Jalur paparan atau kejadian
1	Pencampuran	Uap thinner/solvent	Gangguan pernapasan, pusing	Inhalasi uap saat pencampuran
2	Pencampuran	Kontak bahan dengan kulit	Iritasi kulit	Kontak kulit
3	Pencampuran	Percikan bahan ke mata	Iritasi/cedera mata	Percikan ke mata
4	Spray gun	Paint mist/aerosol cat	Gangguan pernapasan	Inhalasi aerosol saat penyemprotan
5	Spray gun	Kebisingan kompresor	Gangguan pendengaran	Paparan suara melalui pendengaran
6	Pengecatan tertutup	Ventilasi tidak memadai	Sesak napas, akumulasi uap	Akumulasi uap dan aerosol di area tertutup
7	Pengecatan tertutup	Suhu/kelembapan tinggi	Dehidrasi dan kelelahan	Beban panas tubuh
8	Pengecatan tertutup	Uap mudah terbakar	Kebakaran/ledakan	Uap bertemu sumber penyalaan
9	Pembersihan alat	Kontak langsung thinner	Iritasi kulit	Kontak kulit saat pembersihan
10	Pembersihan alat	Inhalasi uap bahan kimia	Gangguan pernapasan	Inhalasi saat pembersihan
11	Pembersihan alat	Tumpahan pada lantai	Terpeleset	Kontak kaki dengan lantai licin
12	Penyimpanan	Bahan mudah terbakar tidak tertata	Kebakaran	Bahan mudah terbakar bertemu penyalaan
13	Penyimpanan	Wadah bahan kimia bocor	Paparan berbahaya	Inhalasi atau kontak akibat kebocoran

Pola Bahaya pada Tahapan Kerja

Tahap pencampuran menghasilkan paparan melalui inhalasi dan kontak langsung. Tahap penyemprotan menyebarkan aerosol ke zona napas dan menambah kebisingan dari kompresor. Pada area tertutup, ventilasi yang tidak mencukupi memperburuk paparan kimia sekaligus meningkatkan panas dan kelembapan. Pembersihan alat memindahkan risiko dari penyemprotan ke kontak thinner dan tumpahan, sedangkan penyimpanan yang tidak sesuai mempertahankan bahaya kebakaran setelah pekerjaan selesai. Pola tersebut menunjukkan bahwa risiko tidak hanya muncul saat cat disemprotkan, tetapi sepanjang siklus penggunaan bahan.

Tiga kejadian painting dalam rekap perusahaan menunjukkan pola keluhan pernapasan, kulit, dan mata yang selaras secara jenis dengan jalur inhalasi dan kontak pada Tabel 4. Kesesuaian tersebut mendukung perlunya pengendalian, tetapi tidak membuktikan bahwa setiap kejadian disebabkan oleh satu bahaya tertentu. Kondisi suhu dan kelembapan, riwayat alergi, serta filtrasi atau ventilasi merupakan informasi yang dicatat perusahaan; laporan investigasi atau diagnosis yang memverifikasi penyebab belum menjadi bagian data penelitian. Karena itu, catatan historis tidak digunakan sebagai bukti terjadinya skenario fatal atau sebagai angka frekuensi paparan.

Penilaian Risiko

Perhitungan ulang terhadap 13 pasangan skor pada laporan sumber menunjukkan sembilan bahaya ekstrem, dua tinggi, dan dua sedang; tidak terdapat risiko rendah atau tidak signifikan. Seluruh perkalian sesuai dengan $R = L \times S$ dan kode

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2063

matriks yang diselaraskan. Hasil ini adalah distribusi skor risiko awal, bukan prevalensi gangguan kesehatan ataupun hasil pengujian efektivitas pengendalian. Rinciannya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian Risiko Proses Painting

No	Bahaya	L	S	R	Kategori
1	Uap thinner/solvent	4	4	16	Ekstrem
2	Kontak kulit dengan bahan	4	3	12	Ekstrem
3	Percikan ke mata	3	3	9	Tinggi
4	Paint mist	4	4	16	Ekstrem
5	Kebisingan kompresor	3	2	6	Sedang
6	Ventilasi tidak memadai	4	5	20	Ekstrem
7	Suhu/kelembapan tinggi	3	3	9	Tinggi
8	Uap mudah terbakar	3	5	15	Ekstrem
9	Kontak langsung thinner	4	3	12	Ekstrem
10	Inhalasi uap kimia	4	4	16	Ekstrem
11	Tumpahan di lantai	2	2	4	Sedang
12	Penyimpanan bahan mudah terbakar	3	5	15	Ekstrem
13	Wadah bahan kimia bocor	3	4	12	Ekstrem

Skor L = 4 pada bahaya 1, 2, 4, 6, 9, dan 10 menyatakan penilaian sumber bahwa kejadian dapat sering terjadi; L = 3 pada bahaya 3, 5, 7, 8, 12, dan 13 menyatakan dapat terjadi tetapi tidak sering; L = 2 pada bahaya 11 menyatakan kemungkinan kecil. Catatan historis tiga keluhan tidak cukup untuk menghitung kemungkinan masing-masing skenario. Frekuensi, durasi paparan, jumlah pekerja, dan kondisi pengendalian per bahaya perlu dicatat untuk memperkuat dasar skor tersebut. Dari sisi konsekuensi, S = 2 dipakai untuk kebisingan dan terpeleset, S = 3 untuk kontak kulit, percikan mata, panas, serta kontak thinner, dan S = 4 untuk inhalasi uap atau aerosol serta kebocoran wadah. Skor tersebut adalah peringkat potensial dalam laporan sumber, bukan bukti diagnosis atau tingkat cedera aktual. Kemungkinan kehilangan pendengaran permanen atau cedera akibat jatuh yang lebih berat perlu dipertimbangkan pada penilaian ulang sesuai skenario nyata.

Tabel 6. Distribusi Kategori Risiko

Kategori	Jumlah	Persentase
Ekstrem	9	69,23%
Tinggi	2	15,38%
Sedang	2	15,38%
Rendah	0	0,00%
Tidak signifikan	0	0,00%

Persentase dihitung dari 13 bahaya. Jumlah persentase dapat berbeda 0,01 poin dari 100% akibat pembulatan dua desimal.

Analisis Prioritas

Penilaian risiko pada aktivitas painting dilakukan dengan mengacu pada tingkat kemungkinan terjadinya bahaya (Likelihood) dan tingkat keparahan dampak yang dapat ditimbulkan (Severity), dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan kerja serta potensi paparan yang dihadapi pekerja. Kondisi ventilasi yang kurang optimal memperoleh nilai L = 4 dan S = 5, sehingga menghasilkan skor risiko sebesar 20. Penilaian tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa sistem ventilasi yang tidak memadai dapat menyebabkan penumpukan kontaminan udara, seperti uap thinner dan partikel cat, selama proses pengecatan berlangsung. Nilai kemungkinan tersebut perlu didukung oleh hasil pengamatan terhadap kondisi ventilasi dan potensi paparan yang berulang, sedangkan nilai keparahan 5 masih memerlukan verifikasi lebih lanjut karena keluhan sesak napas belum cukup untuk membuktikan adanya kemungkinan dampak fatal. Selanjutnya, paparan uap thinner memperoleh nilai L = 4 dan S = 4 dengan skor risiko 16 karena penggunaan bahan tersebut dalam kegiatan pencampuran dan pengecatan dapat menimbulkan paparan uap kimia secara berulang yang berpotensi memengaruhi kesehatan pekerja, bergantung pada jenis bahan, konsentrasi, lama paparan, dan kondisi ventilasi. Risiko paparan paint mist atau kabut cat juga memperoleh nilai L = 4 dan S = 4 dengan skor 16, mengingat penggunaan spray gun dapat menghasilkan partikel cat yang tersebar di udara dan berpotensi masuk ke saluran pernapasan, terutama apabila pengendalian paparan serta penggunaan alat pelindung pernapasan belum dilaksanakan secara optimal. Selain itu, paparan bahan kimia selama pembersihan peralatan memiliki nilai L = 4 dan S = 4 dengan skor risiko 16 karena kegiatan tersebut

memungkinkan pekerja menghirup uap pelarut atau mengalami kontak langsung dengan bahan kimia. Tingkat risiko ini dipengaruhi oleh karakteristik bahan pembersih, jalur dan durasi paparan, serta penerapan prosedur kerja dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Sementara itu, bahaya uap mudah terbakar dan penyimpanan bahan memperoleh nilai L = 3 dan S = 5 dengan skor risiko 15. Nilai tersebut didasarkan pada potensi terjadinya kebakaran atau ledakan apabila bahan yang mudah terbakar berinteraksi dengan sumber penyalaan dalam kondisi yang mendukung.

Bahaya kebisingan dan tumpahan berada pada kategori sedang, tetapi tetap memerlukan pengendalian terjadwal. Tumpahan yang tidak ditangani dapat sekaligus meningkatkan paparan bahan kimia dan sumber bahan bakar, sedangkan kebisingan yang berulang dapat menimbulkan efek kumulatif. Karena itu, kategori sedang tidak berarti aman, melainkan menunjukkan urutan penanganan setelah kontrol kritis dipastikan berjalan.

Penentuan Pengendalian Risiko

Seluruh tindakan pada Tabel 7 dan Tabel 8 merupakan usulan, belum hasil implementasi. Pemilihan dimulai dari eliminasi atau pengurangan sumber bila layak, diikuti substitusi, teknik, administratif, dan APD. Kontrol kritis untuk bahaya ekstrem diprioritaskan sebelum kelanjutan paparan yang tidak terkendali. Rentang waktu implementasi tidak merupakan izin untuk menunda tindakan keselamatan segera.

Tabel 7. Rekomendasi Pengendalian Risiko (Bagian 1)

No	Bahaya	Pengendalian yang direkomendasikan
1	Uap thinner/solvent	Usulan: Kurangi penggunaan thinner; gunakan bahan rendah VOC; pasang local exhaust; batasi durasi; terapkan SOP dan respirator dengan cartridge sesuai.
2	Kontak kulit	Usulan: Gunakan alat bantu pencampuran; pilih bahan lebih aman; sediakan fasilitas cuci; wajibkan sarung tangan tahan bahan kimia.
3	Percikan ke mata	Usulan teknik: splash guard, wadah stabil, alat pencampur. Administratif: instruksi dan pelatihan. APD: goggles tahan percikan; face shield sebagai pelengkap bila diperlukan.
4	Paint mist	Usulan: Gunakan cat berbasis air bila layak; operasikan spray booth berfilter; atur arah aliran udara; rotasi kerja; gunakan respirator.
5	Kebisingan	Usulan: Pilih kompresor lebih rendah bising; lakukan perawatan; ukur pajanan; batasi durasi; gunakan earplug/earmuff.
6	Ventilasi tidak memadai	Usulan eliminasi/pengurangan: minimalkan pekerjaan dalam area tertutup bila layak. Teknik: rancang ventilasi lokal dan spray booth sesuai bahan serta bahaya penyalaan. Administratif: uji fungsi dan kriteria penghentian bila sistem gagal.
7	Suhu/kelembapan tinggi	Usulan: Atur jadwal kerja; tambah pendinginan; sediakan air minum dan istirahat; pantau keluhan panas.

Pengendalian Ventilasi dan Paparan Kimia

Usulan perbaikan ventilasi bertujuan menangkap uap dan aerosol dekat sumber, menjauhkannya dari zona napas, serta mengalirkannya ke pembuangan yang aman. Pemilihan blower atau exhaust perlu menilai kesesuaian terhadap bahan mudah terbakar, arah aliran, kapasitas, dan potensi penyalaan; kipas umum tidak otomatis memenuhi kebutuhan tersebut. Uji fungsi, pemeriksaan filter, dan kriteria penghentian sementara ketika sistem gagal harus ditetapkan sebelum operasi. Besar aliran yang diperlukan belum dihitung dalam penelitian ini.

Substitusi bahan rendah VOC atau cat berbasis air adalah pilihan yang memerlukan uji kompatibilitas mutu produk, material, proses pengeringan, dan keselamatan bahan pengganti. Label rendah VOC tidak berarti bebas bahaya. Lembar data keselamatan digunakan untuk menilai bahan, penyimpanan, pertolongan darurat, dan kebutuhan perlindungan. Respirator harus sesuai kontaminan, bentuk aerosol atau uap, serta kondisi paparan; masker umum bukan pengganti pelindung pernapasan yang ditetapkan berdasarkan penilaian.

Pengendalian Kebakaran, Pembersihan, dan Penyimpanan

Tabel 8. Rekomendasi Pengendalian Risiko (Bagian 2)

No	Bahaya	Pengendalian yang direkomendasikan
8	Uap mudah terbakar	Usulan eliminasi: hilangkan sumber penyalaan. Substitusi: nilai bahan berbahaya lebih rendah. Teknik: ventilasi serta bonding/grounding sesuai desain. Administratif: pisahkan kerja panas dan verifikasi area aman; APAR sesuai kelas bahaya.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2063

9	Kontak thinner	Usulan: Gunakan alat bantu/closed cleaning; ganti pembersih yang lebih aman; sediakan area cuci khusus; gunakan sarung tangan kimia.
10	Inhalasi uap kimia	Usulan: Kurangi volume solvent terbuka; gunakan wadah tertutup; pasang local exhaust; batasi waktu; gunakan respirator sesuai hasil penilaian.
11	Tumpahan lantai	Usulan: Gunakan wadah anti-bocor; sediakan spill kit dan lantai anti-slip; lakukan inspeksi; gunakan safety shoes anti-slip.
12	Penyimpanan mudah terbakar	Usulan: Minimalkan persediaan; gunakan lemari/gudang khusus; pisahkan dari sumber panas; pasang label dan lakukan inspeksi.
13	Wadah bocor	Usulan eliminasi: ganti wadah rusak. Teknik: wadah kompatibel dan secondary containment. Administratif: inspeksi serta prosedur tumpahan. APD: goggles, sarung tangan kimia, dan perlindungan pernapasan sesuai bahan serta paparan.

Prioritas Implementasi

Tindakan segera diusulkan untuk mengendalikan sumber penyalaan, menutup wadah, mengisolasi kebocoran atau tumpahan, dan memastikan kondisi ventilasi dapat dinilai aman sebelum pekerjaan diteruskan. Bila kondisi keselamatan belum dapat dipastikan, kegiatan terkait dibatasi atau dihentikan sementara untuk koreksi. Penilaian kelayakan spray booth, bonding dan grounding, peralatan listrik, APAR, serta perlengkapan tumpahan dilakukan oleh fungsi teknis yang kompeten. Prosedur izin kerja panas diterapkan pada pekerjaan panas terpisah setelah area painting dinyatakan aman; prosedur tersebut tidak membenarkan sumber api saat pengecatan berlangsung.

Tabel 9. Rencana Implementasi Bertahap

Waktu usulan	**Prioritas tindakan**	**Bukti verifikasi**	**Penanggung jawab usulan**	**Indikator keberhasilan**	**Kriteria penyelesaian**
Segera, sebelum kerja terkait dilanjutkan	Ventilasi, sumber penyalaan, wadah, kebocoran, APD kritis	Checklist; catatan uji awal; daftar tindakan	Supervisor painting dan fungsi K3	100% kontrol kritis diperiksa; 0 kebocoran atau sumber api terbuka	Temuan kritis ditutup; keselamatan dikonfirmasi sebelum izin melanjutkan
1–3 bulan; kontrol sementara tetap wajib	Evaluasi/desain exhaust, spray booth, penyimpanan, kelistrikan	Laporan desain dan uji fungsi; hasil pengukuran paparan	Maintenance/engineering, K3, dan pengadaan	100% sistem yang dipasang lulus uji; pajanan dinilai terhadap acuan	Hasil uji diterima fungsi teknis; kekurangan dikoreksi sebelum operasi
3–6 bulan; setelah kontrol teknik tersedia	Kajian substitusi, pelatihan, evaluasi dan risiko residual	Lembar kajian SDS; uji mutu; HIRADC ulang	Produksi, quality control, pengadaan, dan K3	100% bahan pengganti dikaji; seluruh 13 skenario dinilai ulang	Mutu dan keselamatan lolos kajian; nilai residual disetujui penilai kompeten

Penanggung jawab pada Tabel 9 adalah usulan fungsi organisasi dan perlu ditetapkan manajemen sesuai struktur perusahaan. Kriteria penyelesaian menuntut bukti pelaksanaan serta fungsi kontrol; foto saja tidak membuktikan laju ventilasi atau kecukupan perlindungan pernapasan. Pengukuran awal dan hasil evaluasi setelah penerapan harus disimpan agar perubahan dapat dibandingkan.

Bukti Lapangan dan Implikasi Manajerial

Dokumentasi pada Gambar 1 memperlihatkan aktivitas operator menggunakan spray gun pada komponen di area produksi. Foto mendukung konteks penyemprotan dan posisi kerja, tetapi tidak menunjukkan kinerja ventilasi, konsentrasi uap, atau kondisi penyimpanan thinner. Karena itu, gambar tidak dipakai sebagai satu-satunya dasar skor L dan S. Identitas perusahaan tetap dianonimkan sebagai PT XYZ.



Gambar 1. Aktivitas Penyemprotan Cat pada Komponen di Area Produksi

Tabel 10. Kejadian historis pada departemen painting

Waktu	Kejadian	Kondisi yang tercatat	Dampak
Februari 2025	Gangguan pernapasan	Suhu dan kelembapan tinggi	Sesak napas
Agustus 2025	Iritasi kulit	Riwayat alergi kulit pekerja	Kulit gatal/perih
Oktober 2025	Iritasi mata	Filter udara/ventilasi kurang	Mata merah dan gatal

Sumber Tabel 10: rekap data historis kecelakaan kerja perusahaan tahun 2026 dalam laporan kerja praktik. Istilah kondisi tercatat menggantikan penyebab karena dokumen investigasi yang mengonfirmasi hubungan kausal belum disertakan dalam data penelitian.

Pemantauan Efektivitas

Pemantauan efektivitas berikut merupakan rencana tindak lanjut, belum evaluasi yang telah dilaksanakan. Indikator meliputi konsentrasi bahan target berdasarkan lembar data keselamatan, laju atau kecepatan aliran udara dan arah aliran, pajanan kebisingan, indeks tekanan panas, kondisi filter, serta proporsi wadah tertutup dan inspeksi yang ditindaklanjuti. Target pajanan ditetapkan menurut bahan dan acuan yang berlaku, sedangkan target fungsi teknik mengikuti desain yang disetujui. Jumlah insiden dan keluhan dibandingkan pada periode serta jumlah pekerja atau jam kerja yang sebanding. Risiko residual dihitung kembali setelah pengendalian terpasang dan fungsi kontrolnya diverifikasi.

Implikasi Manajerial

Hasil penilaian awal mengarahkan alokasi sumber daya pada evaluasi ventilasi dan pencegahan kebakaran, disusul pencegahan kontak bahan kimia, panas, kebisingan, dan tumpahan. Manajemen perlu menetapkan pemilik tindakan, tenggat, dan bukti fungsi kontrol pada tiap bahaya. Keputusan pembatasan pekerjaan didasarkan pada temuan kondisi tidak terkendali serta hasil verifikasi keselamatan, bukan semata-mata persentase kategori ekstrem. Hasil penelitian ini tidak cukup untuk menentukan kelayakan perluasan kapasitas produksi.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian mencakup satu perusahaan dan satu kelompok proses. Periode kerja praktik tersedia pada kartu kendali, tetapi jadwal observasi khusus painting, jumlah serta karakteristik informan, dan catatan penalaran tiap skor belum terdokumentasi secara terperinci. Penilaian L dan S berasal dari tabel analisis laporan sumber dan belum diuji kesepakatan antarpenilainya. Skor S = 5 untuk ventilasi kurang optimal perlu dukungan skenario fatalitas yang terverifikasi; keluhan sesak napas saja belum mencukupi. Konsentrasi bahan kimia, laju ventilasi, kebisingan, serta tekanan panas belum diukur, dan efektivitas pengendalian maupun risiko residual belum dievaluasi. Catatan kejadian mendukung identifikasi keluhan tetapi tidak membuktikan hubungan sebab-akibat.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2063

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian mengidentifikasi 13 bahaya pada lima kelompok aktivitas painting yang meliputi paparan bahan kimia, kondisi ventilasi, kebisingan, panas, kebakaran, dan tumpahan. Pemeriksaan perhitungan dan kategori menghasilkan sembilan risiko ekstrem, dua tinggi, dan dua sedang, dengan skor tertinggi 20 pada ventilasi kurang optimal. Angka tersebut menjawab tujuan penilaian risiko awal secara semi-kuantitatif; besarnya skor, terutama severity ventilasi, masih memerlukan penguatan bukti skenario dan pengukuran paparan. Tujuan penyusunan pengendalian dijawab melalui usulan evaluasi serta perbaikan ventilasi dan pencegahan kebakaran sebagai prioritas, dilanjutkan pengendalian kontak bahan kimia dan faktor fisik sesuai hierarki.

Perusahaan disarankan memverifikasi fungsi ventilasi dan keselamatan sumber penyalaan terlebih dahulu, lalu menilai kelayakan spray booth, penyimpanan bahan mudah terbakar, penahan tumpahan, prosedur kerja, serta APD yang sesuai. Substitusi bahan dilakukan setelah kajian teknis dan keselamatan, bukan dianggap sebagai solusi yang telah terbukti. Pengukuran lingkungan kerja dan penilaian risiko residual merupakan tindak lanjut yang belum dilaksanakan; keduanya diperlukan untuk memvalidasi skor awal serta mengevaluasi perubahan setelah pengendalian diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. I. Ayuningtyas and S. M. Nasri, “Health risk assessment of physical and chemical hazards in the painting area of a manufacturing company,” The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, vol. 10, no. 2, pp. 247–257, 2021, doi: 10.20473/ijosh.v10i2.2021.247-257.

[2] International Organization for Standardization, ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management Systems—Requirements with Guidance for Use. Geneva, Switzerland: ISO, 2018.

[3] Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta, Indonesia, 2012.

[4] N. Faizah, E. Purnamawati, and Tranggono, “Analisis risiko K3 pada kegiatan reparasi kapal dengan menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) dan metode Job Safety Analysis (JSA) pada PT. NF,” JUMINTEN, vol. 2, no. 5, pp. 74–85, 2021, doi: 10.33005/juminten.v2i5.316.

[5] A. Mawardani and C. K. Herbawani, “Analisa penerapan HIRADC di tempat kerja sebagai upaya pengendalian risiko: A literature review,” PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat, vol. 6, no. 1, pp. 316–322, 2022, doi: 10.31004/prepotif.v6i1.2941.

[6] O. Oyamienlen, I. L. Nwaogazie, and C. Patricks, “Risk matrix as a tool for risk analysis for work-related hazard in offshore installation in the oil and gas industry,” Journal of Scientific Research and Reports, vol. 29, no. 2, pp. 1–9, 2023, doi: 10.9734/jsrr/2023/v29i21727.

[7] R. D. Nurhayati and Y. S. Purnomo, “Analisis risiko K3 dengan metode HIRADC pada industri pengolahan makanan laut di Jawa Timur,” INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi, vol. 2, no. 3, pp. 450–461, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i3.1883.

[8] A. Wulandari, R. Rendiyansah, and Y. Muharni, “Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di PT. XYZ menggunakan metode HIRADC,” Journal of Systems Engineering and Management, vol. 3, no. 1, p. 45, 2024, doi: 10.62870/joseam.v3i1.25076.

[9] F. Azzahra, E. P. Nurlaili, and J. D. Ratisan, “Analisis risiko kerja menggunakan Job Safety Analysis (JSA) dengan pendekatan HIRARC di PT Indo Java Rubber Planting Co.,” Jurnal Agrifoodtech, vol. 1, no. 1, pp. 21–34, 2022, doi: 10.56444/agrifoodtech.v1i1.54.

[10] G. Smarandana, A. Momon, and J. Arifin, “Penilaian risiko K3 pada proses pabrikasi menggunakan metode HIRARC,” Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, vol. 7, no. 1, pp. 56–62, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i1.2709.

[11] A. M. Syabana and M. Basuki, “Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode HIRARC di PT. Bintang Timur Samudera,” Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan, vol. 1, no. 1, pp. 110–114, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3230.

[12] M. A. F. Hibatullah, E. D. Priyana, and A. W. Rizqi, “Analisis potensi bahaya menerapkan metode JSA dan HIRARC pada Departemen Civil dan Electrical PT. ABC,” INTECOMS, vol. 7, no. 3, pp. 948–956, 2024, doi: 10.31539/intecoms.v7i3.10570.

[13] M. I. Hamdani and D. Andesta, “Analisis potensi bahaya menggunakan metode JSA dan HIRARC untuk mengurangi angka kecelakaan kerja pada area workshop fabrikasi PT. ABC,” G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, vol. 8, no. 2, pp. 887–895, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i2.4076.

[14] A. Y. Markus and Z. Djunaidi, "Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) pada kegiatan perawatan rolling stock equipment di tambang bawah tanah PT. X," Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi, vol. 8, no. 2, pp. 479–497, 2024, doi: 10.31955/mea.v8i2.4002.

[15] M. A. Ihsan, K. Rusba, and M. Ramdan, "Hubungan pengawasan terhadap kepatuhan penggunaan alat pelindung diri pada karyawan di PT. XYZ," IDENTIFIKASI, vol. 11, no. 2, pp. 400–407, 2025, doi: 10.36277/identifikasi.v11i2.608.

[16] J. A. Jia, I. L. Nwaogazie, and B. O. Anyanwu, "Risk matrix as a tool for risk analysis in underwater operations in the oil and gas industry," Journal of Environmental Protection, vol. 13, no. 11, pp. 856–869, 2022, doi: 10.4236/jep.2022.1311054.

[17] T. A. Hidayatillah and Khasbiyah, "Identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan metode HIRADC pada lingkungan kerja Puskesmas Kedungmundu," Journal Occupational Health Hygiene and Safety, vol. 2, no. 2, 2024, doi: 10.60074/johhs.v2i2.11755.

[18] Occupational Safety and Health Administration, "Spray finishing using flammable and combustible materials," 29 CFR 1910.107. [Online]. Available: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.107. Accessed: Oct. 22, 2026.

[19] Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Jakarta, Indonesia, 2018.

[20] H. Alexander, S. Nengsih, and O. Guspari, "Kajian keselamatan dan kesehatan kerja (K3) konstruksi balok pada konstruksi bangunan gedung," Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa, vol. 15, no. 1,