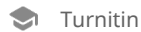


Cek plagiasi ACC Artikel Rizal Final bgt



Document Details

Submission ID

trn:oid:::15229:110533875

Submission Date

Sep 2, 2025, 8:40 AM GMT+5

Download Date

Sep 2, 2025, 8:41 AM GMT+5

File Name

Cek plagiasi ACC Artikel Rizal Final bgt.docx

File Size

191.3 KB

11 Pages**3,727 Words****24,244 Characters**

20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 20%  Internet sources
- 18%  Publications
- 17%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 20% Internet sources
- 18% Publications
- 17% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Submitted works	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2023-07-17	11%
2	Internet	archive.umsida.ac.id	3%
3	Internet	www.researchgate.net	2%
4	Internet	lib.kemenperin.go.id	1%
5	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
6	Internet	ejournal.unesa.ac.id	<1%
7	Internet	id.123dok.com	<1%
8	Submitted works	Universitas Brawijaya on 2019-05-22	<1%
9	Publication	Awanis Shabrina Qamarani, Resista Vikaliana. "Application of the hazard identific...	<1%
10	Internet	www.coursehero.com	<1%
11	Publication	Mukhlisi Samboja. "NATURAL REGENERATION OF MANGROVE SEEDLINGS IN DEG...	<1%

12	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
13	Publication	Irwansyah Lubis, Syaira Zhieka Ramadhani, Anisa Putri Siregar, Luthfiah Nazwa S...	<1%
14	Submitted works	Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang on 2025-04-28	<1%
15	Submitted works	Udayana University on 2015-05-29	<1%
16	Submitted works	Universiti Kebangsaan Malaysia on 2017-06-15	<1%
17	Internet	adarominerals.id	<1%
18	Internet	digilib.ptdisttd.ac.id	<1%
19	Submitted works	Unika Soegijapranata on 2015-02-05	<1%

ANALISA PENERAPAN MANAJEMEN RESIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control) Dan FTA (Fault Tree Analysis)

Abstract. This research is motivated by the trend of increasing work accidents at PT XYZ's transit warehouse, which has seen a sharp increase from 4 incidents in 2019 to 13 incidents in 2022. The dominant incidents have been fires or electric shocks, being hit by forklifts, and hot splashes from melted plastic bottles. To overcome this problem, a combined approach of HIRARC and (FTA) is employed to identify potential hazards, assess the level of risk, and formulate effective control measures. The identification results revealed one high level risk (fire/electric shock) and two moderate levels (being hit by a forklift and splashing heat). At the same time, the FTA analysis showed that the failure came from a combination of human factors (unalert operator, unaware workers of danger), equipment (open wires, unmaintained forklift, inaccurate temperature sensor), and environment (humid area, no zoning, high charging temperature). The designed control strategy includes engineering engineering such as IP67 cable replacement, forklift reverse sensor, and automatic temperature sensor; administrative actions in the form of routine training, periodic inspections, and lock-outs/tag-outs; and the implementation of complete PPE has succeeded in reducing the risk score of electrical fires from 10 to low, reducing the risk of forklifts through lane zoning, and preventing heat splashes with the use of special hot-filled bottles. Thus, the integration of HIRARC and FTA has proven to be effective in sustainably reducing work accidents at PT XYZ.

Keywords - Manajemen Risiko; Metode HIRARC; Fault Tree Analysis

Abstrak. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tren peningkatan kecelakaan kerja di gudang transit PT XYZ yang meningkat tajam dari 4 kejadian pada tahun 2019 menjadi 13 kejadian pada tahun 2022, dengan insiden dominan berupa kebakaran atau sengatan listrik, tertimpa forklift, dan cipratan panas dari botol plastik meleleh. Untuk menanggulangi masalah tersebut, Pendekatan yang diterapkan menggabungkan guna mengidentifikasi potensi bahaya secara komprehensif, menilai tingkat risikonya, serta merumuskan pengendalian yang efektif. Hasil identifikasi mengungkapkan satu risiko level high (kebakaran/sengatan listrik) dan dua level moderate (tertimpa forklift dan cipratan panas), sedangkan analisis FTA menunjukkan bahwa kegagalan berasal dari kombinasi faktor manusia (operator tidak waspada, pekerja tidak sadar bahaya), peralatan (kabel terbuka, forklift tidak terawat, sensor suhu tidak akurat), dan lingkungan (area lembap, tidak ada zonasi, suhu pengisian tinggi). Strategi pengendalian yang dirancang meliputi rekayasa teknik seperti penggantian kabel IP67, sensor mundur forklift, dan sensor suhu otomatis; tindakan administratif berupa pelatihan rutin, inspeksi berkala, serta lock-out/tag-out; dan penerapan APD lengkap berhasil menurunkan risk score kebakaran listrik dari 10 menjadi low, menekan risiko forklift melalui zonasi jalur, serta mencegah cipratan panas dengan penggunaan botol khusus hot-fill. Dengan demikian, integrasi HIRARC dan FTA terbukti efektif langsung secara berkelanjutan di PT yang telah ditentukan.

Kata Kunci – Manajemen Risiko; Fault Tree Analysis

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendekatan terstruktur yang mencakup deteksi dini risiko, pengukuran tingkat potensialnya, dan penentuan cara penanganannya. Pendekatan ini memanfaatkan berbagai metode serta teknik guna memperbesar probabilitas dan dampak peristiwa positif, sekaligus memperkecil probabilitas dan dampak peristiwa negatif dalam suatu proyek [1]. Dapat dikatakan manajemen risiko ialah metode yang tersusun secara logis dan sistematis [2]. Kecelakaan kerja berkaitan langsung dengan keselamatan, kesehatan, dan keselamatan kerja (K3), termasuk di area seperti Confined Space yakni ruang terbatas yang cukup besar dan dirancang agar pekerja bisa masuk serta beraktivitas. Ruang tersebut memiliki saluran akses terbatas dan tidak didesain untuk kegiatan kerja berkelanjutan [3].

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan mengenai identifikasi bahaya yang diperoleh [4], data kecelakaan kerja dari tahun 2019 terdapat 4 insiden dengan rata-rata jenis kecelakaan yaitu terjepit mesin conveyor dan pekerja tertimpa material produksi dengan persentase sebanyak 12,5%. Selanjutnya, pada tahun 2020 terdapat 10 insiden dengan rata-rata jenis kecelakaan yaitu telapak tangan yang melepuh, cedera otot, kaki tertimpa material produksi. Selama periode 2020–2022 terjadi fluktuasi jumlah kecelakaan kerja di perusahaan. Pada tahun 2020 tercatat 10 insiden, di mana penyebab terbanyak (31,3 persen) adalah pekerja tertabrak forklift. Jumlah insiden menurun menjadi lima kasus di tahun 2021, Selama periode observasi, rata-rata kejadian didominasi oleh jari terjepit mesin,

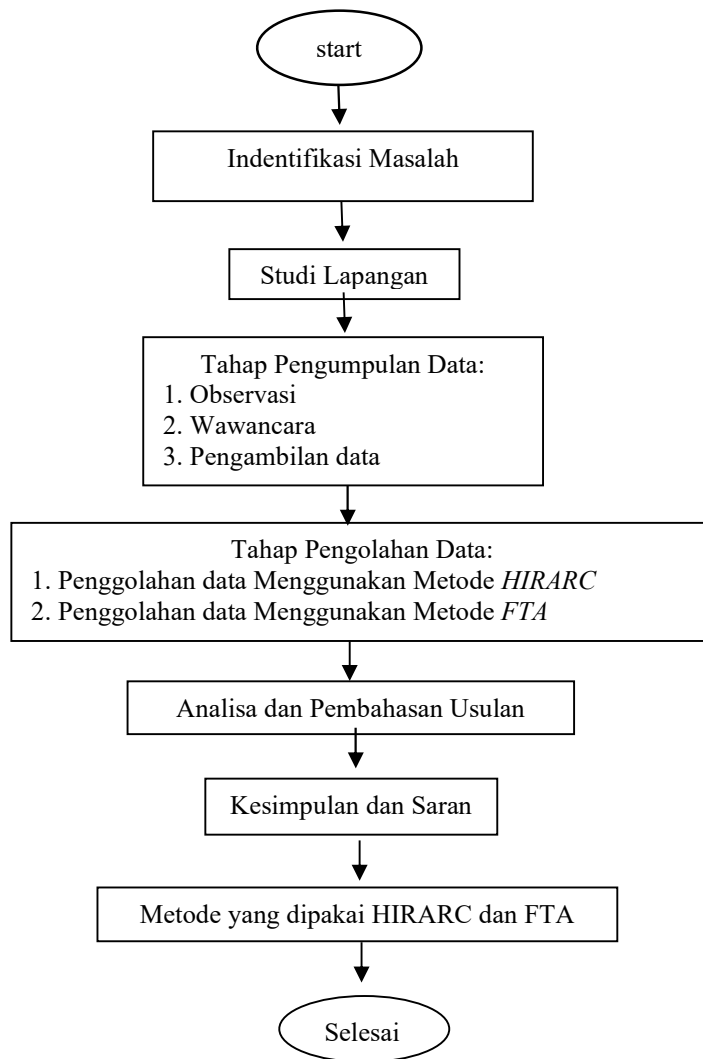
cipratan minyak panas, dan kaki tertindih forklift, yang secara kumulatif menyumbang 15,6 % dari total insiden. Pada tahun 2022, frekuensi meningkat tajam menjadi 13 insiden, dengan empat mekanisme utama luka bakar saat perbaikan mesin, benturan keras terhadap komponen, luka sayat pada telapak tangan akibat cutting part, dan tersandung kabel selama aktivitas maintenancemencakup 40,6 % dari seluruh kejadian. Hasil investigasi menunjukkan bahwa faktor dominan berupa pelanggaran terhadap prosedur K3, meliputi rendahnya kewaspadaan, penggunaan APD yang tidak lengkap, serta sepatu keselamatan yang tidak memenuhi standar, konsentrasi yang terpecah saat menjalankan tugas, serta pengabaian terhadap Standar Operasional Prosedur yang berlaku.

Penelitian pencegahan kecelakaan kerja sangat cocok menggunakan metode HIRARC dan FTA karena keduanya menyediakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi bahaya secara menyeluruh, menilai risiko kecelakaan secara hierarkis, dan menelusuri sekuens kejadian yang berpotensi menimbulkan kecelakaan secara logis dan kuantitatif. HIRARC memungkinkan peneliti untuk mengklasifikasikan bahaya berdasarkan tingkat risikonya dan menentukan prioritas tindakan pencegahan secara berjenjang, sementara FTA memperdalam analisis dengan memetakan kombinasi kegagalan dasar yang menyebabkan kecelakaan, sehingga memudahkan identifikasi titik kritis dan intervensi yang tepat sasaran. Integrasi kedua metode ini memastikan bahwa strategi pencegahan kecelakaan kerja tidak hanya responsif terhadap risiko yang sudah terjadi, tetapi juga proaktif dalam mencegah potensi kecelakaan di masa depan melalui pengendalian berbasis bukti dan pemantauan berkelanjutan.

Kelemahan utama penggunaan HIRARC dan FTA secara bersamaan dalam penelitian pencegahan kecelakaan kerja adalah ketergantungan yang tinggi pada ketersediaan data historis dan pengetahuan subjektif tim peneliti, sehingga jika data kecelakaan sebelumnya tidak lengkap atau analisis kurang berpengalaman, hasil risk assessment maupun fault tree dapat menjadi kurang akurat; selain itu, proses HIRARC yang berjenjang sering kali memakan waktu lama karena memerlukan validasi berulang terhadap setiap tingkat risiko, sementara FTA menjadi sangat kompleks dan sulit diverifikasi ketika sistem kerja memiliki banyak komponen interdependen, yang pada akhirnya meningkatkan beban sumber daya dan risiko kehilangan fokus terhadap titik kritis kecelakaan yang sebenarnya.

Metode ini memiliki komponen fundamental dalam kerangka Sistem (SMK3) berbasis OHSAS 18001. Metode ini secara langsung berperan menentukan efektivitas upaya pencegahan kecelakaan maupun penyakit akibat kerja, karena menuntut organisasi untuk secara sistematis mengenali semua bahaya yang ada, menilai tingkat risikonya berdasarkan kemungkinan terjadinya dan dampak yang ditimbulkan, kemudian merancang serta menerapkan langkah pengendalian yang proporsional mulai dari penghilangan bahaya secara total, substitusi dengan bahaya lebih rendah, pengendalian teknik dan administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri sehingga risiko dapat ditekan hingga di bawah ambang batas yang dapat diterima [5]. Dalam penelitian ini, tahap awal untuk menemukan potensi bahaya dilakukan dengan menerapkan pendekatan HIRARC. Metode tersebut digunakan untuk mengevaluasi tingkat risiko pada setiap jenis pekerjaan secara sistematis, sehingga dapat ditentukan langkah pengendalian yang sesuai [6].

Fault Tree Analysis (FTA), yang dikenal pula sebagai analisis “pohon kegagalan”, pertama kali diperkenalkan pada tahun 1961 oleh US Army dalam proyek perancangan peluru kendali. Teknik ini memulai analisisnya dari suatu kejadian puncak seperti kebakaran yang dianggap sebagai hasil akhir yang tidak diinginkan. Selanjutnya, penyebab-penyebab yang berpotensi menimbulkan kejadian puncak tersebut diidentifikasi secara berurutan dan disusun dalam struktur logika berbentuk pohon yang menjulur ke bawah, sehingga memetakan jelas rantai kegagalan dari akar hingga puncak [7]. Meskipun memiliki keterbatasan, FTA juga menawarkan keuntungan signifikan: ia mampu memvisualisasikan secara grafis dan hierarkis rantai kejadian yang berpotensi menimbulkan kecelakaan, sehingga tim manajemen dapat dengan cepat memahami titik kritis tanpa harus membaca laporan tebal; pendekatan logika Booleannya memungkinkan penghitungan kuantitatif probabilitas kecelakaan, hasil yang sangat berguna untuk membandingkan skenario mitigasi dan menentukan ROI (return on investment) tindakan pencegahan; FTA bersifat deduktif berpohon dari efek (top event) ke penyebab sehingga mencegah “kebocoran” bahaya yang sering terjadi pada metode induktif; akibatnya, integrasi FTA ke dalam program keselamatan kerja tidak hanya meningkatkan kredibilitas analisis di mata auditor eksternal, tetapi juga memfasilitasi komunikasi lintas disiplin di antara engineer, operator, dan manajemen untuk membangun budaya keselamatan yang lebih proaktif. Sedangkan metode yang lain ialah metode analitik grafis yang memetakan secara sistematis susunan berbagai kesalahan atau kegagalan komponen yang, bila terjadi secara bersamaan atau berurutan, dapat menyebabkan kegagalan keseluruhan suatu sistem [8]. Metode HIRARC dipilih karena menyediakan kerangka standar yang jelas untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko melalui matriks likelihood, severity, serta merumuskan kontrol prioritas secara praktis. Sementara itu, FTA digunakan untuk menelusuri akar penyebab kecelakaan secara logis berbasis pohon kesalahan, sehingga memungkinkan peneliti menemukan kombinasi tepat antara faktor manusia, peralatan, dan lingkungan yang menyebabkan kejadian puncak. Integrasi keduanya memastikan bahwa risiko tidak hanya terukur, tetapi juga tuntas solusinya. Tujuan utama penelitian ini adalah: (1) melakukan identifikasi bahaya, analisis risiko, serta merumuskan langkah pengendaliannya dengan pendekatan HIRARC; (2) mencari akar penyebab risiko tertinggi yang muncul pada proses tersebut. Secara keseluruhan, urutan pelaksanaan pada penelitian ini dapat direpresentasikan pada gambar 1



Gambar 1. Flowchart Penelitian

II. METODE

Untuk menyelesaikan penelitian ini, maka diperlukan waktu selama enam bulan yang mulai dari bulan juni hingga November 2024. Lokasi penelitian ini dilakukan PT. XYZ yang bergerak dibidang produksi minuman. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara di beberapa pihak untuk mendapatkan gambaran umum mengenai proses manajemen resiko, observasi langsung ke perusahaan dengan memperhatikan proses kerja dan melihat beberapa resiko yang mungkin menimbulkan kecelakaan kerja.

Metode HIRARC memulai prosesnya dari Hazard Identification, yaitu kegiatan sistematis untuk mengenali dan mendata seluruh potensi bahaya yang mungkin timbul dari alat, bahan kimia, proses kerja, atau sistem yang sedang beroperasi, sehingga menjadi dasar untuk penilaian risiko dan penetapan langkah pengendalian selanjutnya. [9]. HIRARC merupakan pendekatan sistematis yang diawali dengan menetapkan ruang lingkup setiap jenis kegiatan kerja. Setelah itu, seluruh sumber bahaya yang melekat pada setiap kegiatan diidentifikasi untuk membangun profil risiko yang komprehensif. Hasil identifikasi dievaluasi melalui penilaian risiko guna menentukan tingkat keparahan dan probabilitas kejadian bahaya. Langkah akhirnya adalah merumuskan tindakan pengendalian yang tepat guna meminimalkan paparan bahaya terhadap pekerja seoptimal mungkin [10],[11]. Dalam menyusun metode ini ada 3 langkah, yaitu [12]:

1. Langkah pertama: mengidentifikasi seluruh potensi bahaya (Hazard Identification).
2. Langkah kedua: menilai tingkat risiko yang ditimbulkan oleh setiap bahaya yang telah teridentifikasi (Risk Assessment).

3. Tahap ketiga: menetapkan serta mengimplementasikan strategi pengendalian guna **menurunkan risiko ke tingkat yang dapat diterima (*risk control*)**.

Identifikasi bahaya merupakan proses sistematis untuk menentukan sumber-sumber potensial bahaya pada setiap kegiatan kerja. Untuk memudahkan prosesnya, terlebih dahulu dilakukan pengelompokan jenis pekerjaan. Identifikasi bahaya dilaksanakan dengan cara observasi lapangan dan wawancara langsung kepada pekerja, guna mengetahui setiap titik bahaya pada tiap langkah kerja. Setelah semua bahaya teridentifikasi, tahap berikutnya adalah penilaian risiko [13].

Penilaian risiko bertujuan menentukan besarnya risiko dan tingkat bahayanya dengan cara mengevaluasi kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*likelihood*) serta dampak yang ditimbulkannya (*severity*). Berikut tabel penilaian risiko [14]:

Tabel 1. Spesifikasi bahaya berdasarkan risiko

Level	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Seluruh personel aman, dampak finansial minimal.
2	<i>Low</i>	Hanya timbul luka-luka ringan, kerugian keuangan masih terbatas.
3	<i>Moderate</i>	Ada korban luka sedang yang wajib ditangani medis, beban biaya cukup tinggi.
4	<i>High</i>	Ada korban luka sedang yang wajib ditangani medis, beban biaya cukup tinggi.
5	<i>Catastrophic</i>	Sedikitnya satu orang mengalami cedera berat, kerugian finansial signifikan, serta operasional terganggu. Sedikitnya satu korban jiwa, kerugian sangat besar, dampak menyebar luas, dan seluruh kegiatan harus dihentikan.

Berdasarkan *likelihood*. Sehingga dapat dipastikan atau diliat yang ada di bawah tersebut [14]:

Tabel 2. Spesifikasi bahaya berdasarkan *likelihood*

Level	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Almost</i>	Frekuensi insiden ≥ 2 kali per shift
2	<i>Likely</i>	Frekuensi insiden ≥ 3 kali per shift
3	<i>certain Moderate</i>	≥ 1 kejadian dalam setiap minggu
4	<i>Unlikely Terdapat</i>	4 ≥ 1 kali tiap bulan : Kejadian terjadi berulang setiap bulan, risiko timbul secara rutin.
5	<i>Rare</i>	≥ 1 kali dalam setahun atau lebih jarang : Kejadian sangat jarang, hanya muncul sekali setahun atau bahkan lebih lama.

Pengendalian risiko merupakan langkah akhir yang bertujuan menekan tingkat keparahan potensi bahaya yang telah teridentifikasi. Upaya pengendalian dapat dilakukan melalui lima pendekatan utama, yakni eliminasi, substitusi, rekayasa perancangan, tindakan penggunaan perlindungan diri (APD).

2.

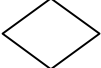
Fault Tree Analysis (FTA) dipakai untuk menilai risiko secara semi-kuantitatif: kategori kualitatif dikonversi ke angka sebagai skala relatif, bukan hasil hitungan kuantitatif sejati. Tingkat risiko dihitung dari dua faktor:

1. Dampak (severity), konsekuensi paling memungkinkan dari suatu kecelakaan, meliputi cedera atau kerusakan aset.
2. Kemungkinan (probability), peluang kejadian kecelakaan itu sendiri. Pengertian lain mengenai, dirancang untuk menelusuri akar penyebab kegagalan produk baik karena faktor manusia, material, lingkungan, maupun aspek operasional lainnya.

Metode ini menguraikan kejadian yang tidak diinginkan selama proses menjadi struktur hierarkis yang menggunakan dua kelompok simbol utama: gerbang kejadian (*event gates*) dan gerbang logika (*logic gates*). Setelah penyebab cacat teridentifikasi, disusun rekomendasi perbaikan yang langsung ditujukan untuk mencegah kegagalan serupa, sehingga meminimalkan jumlah produk rusak di masa depan [15].

Metode ini merupakan model grafis berbasis pendekatan top-down. Analisisnya dimulai dari suatu asumsi kegagalan (top event) yang kemudian secara bertahap diurai hingga menemukan penyebab paling dasar, yaitu root cause [16]. Adapun simbol yang digunakan dalam analisis FTA sebagai berikut [16]:

Tabel 3. Simbol dalam Analisis FTA..

Simbol	Arti
	Basic Event: Kesalahan atau kegagalan dasar yang menjadi pemicu awal.
	Conditioning Event: Keadaan khusus atau syarat tertentu yang memengaruhi kejadian.
	Undeveloped Event: Keadaan yang tidak dilanjutkan analisisnya karena keterbatasan data atau relevansi.
	External Event: Kejadian dari luar sistem yang diperkirakan dapat terjadi.
	Gate AND: Kesalahan hanya terjadi jika semua input yang masuk mengalami kegagalan.
	Gate OR: Kesalahan terjadi jika salah satu input mengalami kegagalan.
	Top event, kondisi yang menunjukkan kegagalan yang akan diteliti lagi.
	Transferred event, kondisi kejadian berbeda dengan halaman lain.

Untuk melakukan analisis dengan metode FTA, berikut adalah langkah-langkahnya [16]:

1. Menentukan seluruh faktor penyebab kegagalan yang relevan.
2. Menyusun diagram pohon kesalahan berbasis grafis untuk memetakan hubungan antar-faktor tersebut.
3. Menyeleksi penyebab paling dasar (root cause) melalui hasil analisis pohon kesalahan.
4. Merumuskan usulan perbaikan sebagai tindak lanjut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Metode HIRARC (Identification, Risk Assessment & Risk Control).

Analisa keseluruhan kegiatan yang berpotensi menimbulkan bahaya pada produksi dilakukan melalui observasi lapangan secara langsung. Persentase hasil identifikasi bahaya selama periode 2019–2022 disajikan dalam Tabel:

Tabel 4. Frekuensi Kejadian Bahaya

Tahun	Presentase	Jumlah Kejadian	Keterangan
2019	12,5%	4	(Terjepit mesin conveyor & Tertimpa material)

2020	31,3%	10	(Luka melepuh di tangan, Cedera otot, Kaki tertimpa material, & Tertabrak forklift)
2021	15,6%	5	(Jari terjepin injak, Terkena cipratan minyak panas, & Kaki terlindas forklift)
2022	40,6%	13	Luka bakar saat karyawan melakukan perbaikan pada permukaan mesin yang panas, benturan keras akibat tergelincir dan terjatuh, luka iris pada tangan karena menyentuh komponen pemotong, serta kejatuhan karena tersandung kabel yang tidak tertata dengan rapi.

Selanjutnya adalah identifikasi secara mendalam berdasarkan area, aktivitas, potensi, dan bahaya. Berikut untuk penjabaran keseluruhan bisa dilakukan pengamatan pada table dibawah ini:

Tabel 5. Identifikasi risiko bahaya

Area dan proses pekerjaan	Aktivitas dan Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya
1. Penerimaan Bahan Baku	Proses bongkar muat bahan baku dan bahan tambahan.	<i>Forklift</i> yang tidak terawat	Pekerja Tertimpa forklift
2. Proses Pencampuran Bahan (Mixing)	Pencampuran bahan dalam <i>mixing tank</i> dengan pemanasan $\pm 85^{\circ}\text{C}$.	Uap panas & cipratan larutan asam	Luka bakar, iritasi kulit
3. Proses Pasteurisasi & Homogenisasi	Penghilangan mikroba dan penyeragaman tekstur.	Tekanan uap berlebih	Luka bakar
4. Pengisian & Sealing	Pengisian panas ke botol plastik dan penyegelan otomatis.	Botol plastik <i>hot-fill</i> meleleh	Cipratan panas
5. Pendinginan & Labeling	<i>Cooling tunnel</i> 0–5 $^{\circ}\text{C}$, pemberian label & kode produksi.	Lantai basah & suhu rendah	Tergelincir
6. Palletizing & Gudang	Penataan di palet & penyimpanan di gudang pendingin.	Kabel listrik terbuka	kebakaran atau sengatan listrik

Berdasarkan tabel 5 identifikasi bahaya, dapat dianalisa bahwa masih banyak potensi bahaya yang dapat mencelakakan pekerja yang ada pada Perusahaan. Terdapat analisa penyebab terjadinya potensi bahaya yang timbul baik dari segi manusia, cara kerja, dan lingkungan sekitarnya.

Tabel 6. Penilaian risiko bahaya

Area dan proses pekerjaan	Aktivitas dan Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	<i>Likelihood</i>	<i>Severity</i>	<i>Risk core</i>	<i>Risk level</i>
1. Penerimaan Bahan Baku	Proses bongkar muat bahan baku dan bahan tambahan.	<i>Forklift</i> yang tidak terawat	Pekerja Tertimpa forklift	2	3	6	<i>Moderate</i>
2. Proses Pencampuran Bahan (Mixing)	Pencampuran bahan dalam <i>mixing tank</i> dengan	Uap panas & cipratan larutan asam	Luka bakar, iritasi kulit	3	1	3	<i>Low</i>

3. Proses Pasteurisasi & Homogenisasi	pemanasan $\pm 85^{\circ}\text{C}$. Penghilangan mikroba dan penyeragaman tekstur.	Tekanan uap berlebih	Luka bakar	1	2	2	Low
4. Pengisian & Sealing	Pengisian panas ke botol plastik dan penyegelan otomatis.	Botol plastik <i>hot-fill</i> meleleh	Cipratan panas	3	3	9	Moderate
5. Pendinginan & Labeling	<i>Cooling tunnel</i> $0-5^{\circ}\text{C}$, pemberian label & kode produksi.	Lantai basah & suhu rendah	Tergelincir	3	1	3	Low
6. Palletizing & Gudang	Penataan di palet & penyimpanan di gudang pendingin.	Kabel listrik terbuka	kebakaran atau sengatan listrik	2	5	10	High

Pada table 6 dapat disimpulkan ada 3 jenis bahaya low diantaranya Pencampuran bahan dalam *mixing tank*, Penghilangan mikroba dan penyeragaman tekstur dengan pemanasan $\pm 85^{\circ}\text{C}$, *Cooling tunnel* $0-5^{\circ}\text{C}$, dan pemberian label & kode produksi. 2 jenis bahaya moderate yaitu Proses bongkar muat bahan baku dan bahan tambahan, dan Pengisian panas ke botol plastik dan penyegelan otomatis, dan 1 jenis bahaya high yaitu Penataan di palet & penyimpanan di gudang pendingin. 3 jenis bahaya tersebut perlu mendapatkan penanganan dan perhatian khusus terlebih pada bahaya moderate dan high yang memiliki risiko yang tinggi bagi korban.

Pengendalian risiko (risk control)

Tahap akhir dari penerapan metode HIRARC adalah penentuan langkah-langkah pengendalian risiko bahaya. Pada tahap ini dilakukan upaya mitigasi dan penghindaran risiko pada seluruh aktivitas dan proses operasional yang berlangsung di Warehouse Transit PT XYZ. Strategi pengendalian dirumuskan berdasarkan hasil diskusi dengan Supervisor Warehouse Transit dan tim HSE (*Health, Safety, and Environment*), serta dikaji ulang dari studi-studi sebelumnya mengenai manajemen risiko di perusahaan. Ringkasan langkah pengendalian yang disepakati disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Pengendalian Resiko Bahaya

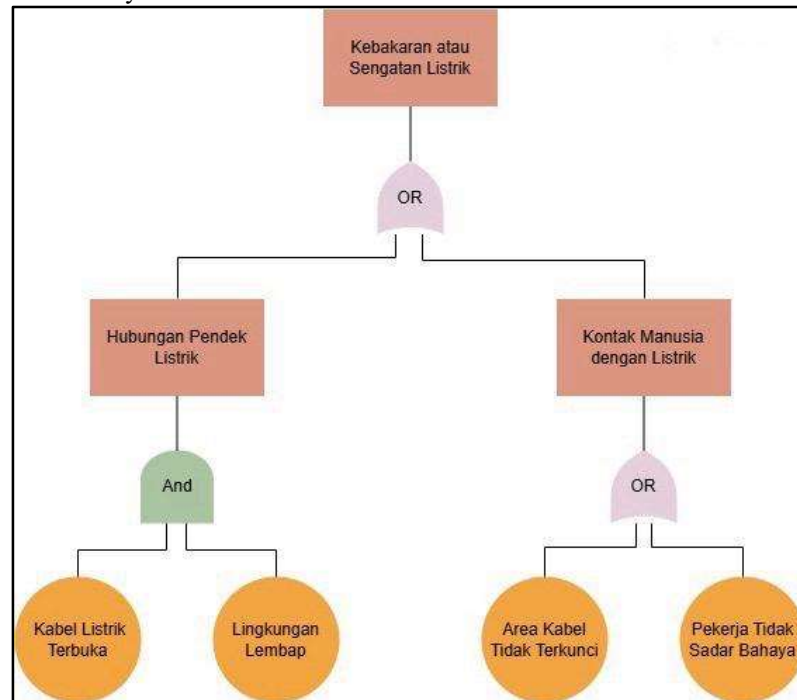
No	Risiko	Solusi pengendalian				
		Eliminasi	Substitusi	Rekayasa Teknik	Administrasi	APD
1	Penataan di palet & penyimpanan di gudang pendingin	Ganti kabel listrik yang terbuka dengan kabel tahan suhu/anti-air (IP67) untuk mencegah kontak dengan kelembapan gudang pendingin.		- Pasang GFCB (Ground Fault Circuit Breaker) dan alarm pendeteksi kebocoran listrik. - Rutin inspeksi listrik bulanan oleh teknisi bersertifikat.	- Larang akses area kabel oleh pekerja non-teknisi; beri <i>lock-out/tag-out</i> (LOTO) saat perbaikan. - Pelatihan <i>electrical safety</i> untuk tim gudang.	Wajibkan sarung tangan dielektrik untuk pekerja yang mengoperasikan peralatan listrik.
2	Penerimaan Bahan Baku – Forklift tidak terawat (risiko tertimpa forklift)			- Jadwalkan perawatan forklift mingguan (cek rem, klakson, sabuk pengaman). - Pasang sensor mundur dan lampu peringatan LED pada forklift.	- Sertifikasi operator forklift setiap 6 bulan; larang penggunaan forklift oleh non-operator. - Zonasi jalur forklift & pejalan kaki (marka lantai kuning + rambu).	Wajibkan helm dan rompi reflektif untuk pekerja di area bongkar muat.
3	Pengisian & Sealing – Botol plastik meleleh (cipratan panas)			- Otomasi sensor suhu untuk mematikan mesin jika suhu botol >95 °C. - Gunakan botol khusus hot-fill (PET berlapis anti-panas).	SOP periksa kualitas botol sebelum pengisian (reject botol tipis/retak).	Wajibkan <i>face shield</i> dan sarung tangan tahan panas untuk operator sealer.
4	Uap panas/cipratan larutan asam			Tambahkan <i>emergency shower</i> di area mixing; periksa katup pemanasan otomatis. Kalibrasi pressure gauge bulanan; training prosedur <i>pressure relief valve</i> .		
5	Tekanan uap berlebih			Pasang karpet anti-slip di cooling tunnel; jadwal pengeringan lantai tiap 2 jam.		
6	Lantai basah (tergelincir)					

Pada Tabel diatas dijelaskan cara pengendalian risiko dari katagori high sampai low, dengan table risk control dari bahaya risiko high dapaat berubah menjadi low. Akan selalu dilakukan pemantauan dan perbaikan berlanjut untuk menjaga keselamatan pekerja.

2. Fault Tree Analysis (FTA)

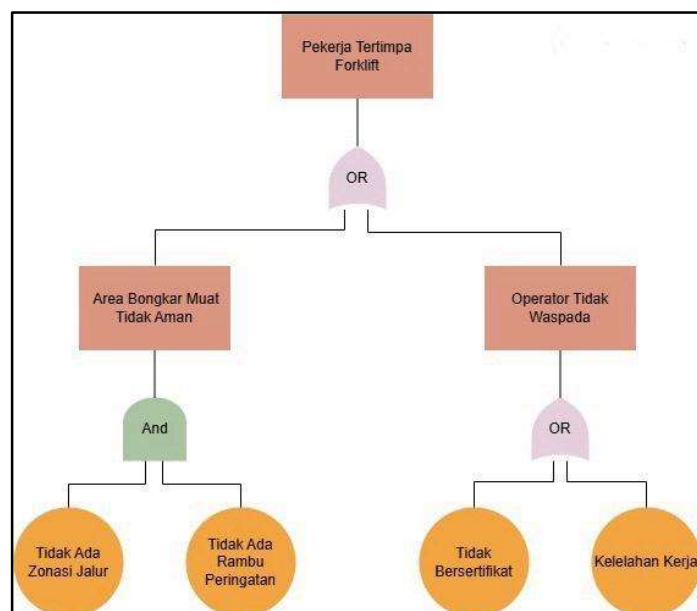
Hasil penilaian risiko menunjukkan tiga potensi bahaya dengan nilai risiko tertinggi yaitu 1 high dan 2 (moderate) yang wajib ditelusuri lebih dalam untuk mengidentifikasi faktor-faktor pemicunya. Oleh karena itu, ketiga

risiko tersebut dijadikan prioritas untuk disusun diagram pohon kesalahan (Fault Tree Analysis/FTA). Berikut Analisa pohon kesalahan untuk 3 risiko bahaya:



Gambar 2. Pohon Kesalahan Bahaya High

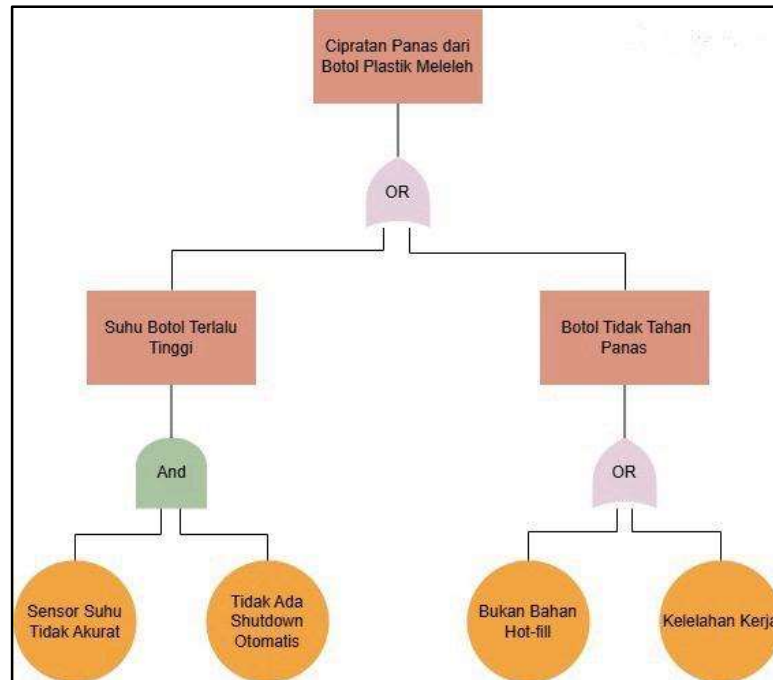
Pohon Kesalahan 1 – Bahaya Kebakaran atau Sengatan Listrik. Kebakaran atau sengatan listrik dapat terjadi apabila salah satu dari dua jalur utama terpenuhi. Jalur pertama terkait hubungan pendek atau kontak manusia dengan listrik, yang hanya berbahaya apabila dua kondisi terjadi bersamaan: (a) manusia terlibat kontak langsung dengan komponen listrik, dan (b) lingkungan kerja tidak aman. Lingkungan dianggap tidak aman bila kabel listrik terbuka (tanpa pelindung), lokasi kerja lembap, kawasan kabel tidak terkunci, serta pekerja tidak menyadari bahaya. Jalur kedua berkaitan overheating kabel, yang terjadi bila dua faktor simultan: kabel listrik tidak sesuai spesifikasi beban dan tidak tersedia sistem proteksi berupa sensor suhu serta shutdown otomatis pada proses hot-fill.



Gambar 3. Pohon Kesalahan Bahaya Moderate

Pohon Kesalahan 2 – Pekerja Tertimpa Forklift, Kecelakaan tertimpa forklift dapat terjadi apabila salah satu dari dua jalur utama terealisasi. Jalur pertama berkaitan faktor operator, yaitu bila secara bersamaan operator tidak

waspada serta operator dalam kondisi kelelahan kerja atau tidak bersertifikat. Jalur kedua berkaitan faktor area kerja, yaitu bila secara bersamaan area bongkar muat tidak memiliki rambu peringatan serta tidak ada zonasi jalur, sehingga tata letak area menjadi tidak aman.



Gambar 4. Pohon Kesalahan Bahaya Moderate

Pohon Kesalahan 3 – Cipratan Panas dari Botol Plastik Meleleh, Cipratan panas dapat timbul dari botol plastik yang meleleh apabila salah satu dari dua jalur utama terpenuhi. Jalur pertama berkaitan kegagalan bahan botol, yang terjadi bila dua kondisi berlangsung serentak: botol plastik tidak tahan panas dan suhu pengisian terlalu tinggi. Jalur kedua berkaitan kegagalan sistem pengendalian suhu, yaitu bila sensor suhu tidak tersedia atau tidak akurat, tidak ada shutdown otomatis, serta botol yang digunakan bukan bahan hot-fill, diperparah oleh kondisi kelelahan kerja operator.

VII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di gudang transit PT XYZ, tren kecelakaan kerja yang melonjak dari 4 insiden (2019) menjadi 13 insiden (2022) berhasil ditekan melalui integrasi metode HIRARC dan FTA. Identifikasi HIRARC menunjukkan satu risiko tingkat tinggi (kebakaran atau sengatan listrik) dan dua risiko menengah (tertimpa forklift serta cipratan panas botol plastik meleleh). Analisis FTA memperlihatkan bahwa kegagalan berasal dari kombinasi faktor manusia (operator tidak waspada, pekerja tidak sadar bahaya), peralatan (kabel terbuka, forklift tidak terawat, sensor suhu tidak akurat), dan lingkungan (area lembap, tidak ada zonasi, suhu pengisian tinggi). Strategi pengendalian yang dirancang rekayasa teknik (kabel IP67, sensor mundur forklift, sensor suhu otomatis), tindakan administratif (pelatihan rutin, inspeksi berkala, lock-out/tag-out), serta pemakaian APD lengkap berhasil menurunkan risk score kebakaran listrik dari 10 menjadi low, menekan risiko forklift melalui zonasi jalur, dan mencegah cipratan panas dengan penggunaan botol khusus hot-fill.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan syukur atas rahmat Allah SWT sehingga artikel yang saya buat dapat selesai. Saya ucapkan banyak terima kasih serta tersampaikan oleh manajemen pabrik yang telah memberikan izin dan akses untuk melakukan penelitian di lingkungan perusahaan. Penghargaan yang tulus penulis berikan pula kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memfasilitasi dan menjembatani seluruh kegiatan penelitian. Tak lupa, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Wiwik Sulistiyowati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi sejak tahap perencanaan awal hingga penyelesaian akhir penelitian ini..

REFERENSI

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.