Perancangan Mitigasi Risiko Dengan Menggunakan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control* (Hirarc) Dan *Bowtie Analysis* Pada Area Proses Produksi Rokok Kretek Pt Xyz

1st Muhammad Nur Sulaeman
Fakultas Rekayasa Industri
Telkom University
Bandung, Indonesia
muh.nursulaeman@gmail.com

2nd Sheila Amalia Salma
Fakultas Rekayasa Industri
Telkom University
Bandung, Indonesia
sheilaamaliasalma@telkomuniversity.ac.id

3rd Mira Rahayu
Fakultas Rekayasa Industri
Telkom University
Bandung, Indonesia
mirarahayu@telkomuniversity.ac. id

Abstrak*— Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan faktor penting dalam mendukung kelancaran proses kerja serta perlindungan tenaga kerja. Aktivitas produksi di PT XYZ memiliki beberapa potensi bahaya yang berasal dari paparan debu tembakau, penggunaan peralatan kerja, aktivitas scaffolding, serta postur kerja yang kurang ergonomis. Penelitian ini memiliki arah untuk melakukan analisis dan perancangan mitigasi risiko kecelakaan kerja dengan memanfaatkan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dan Bowtie Analysis sebagai dasar penentuan preventive barrier dan mitigation barrier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya beberapa risiko dengan tingkat prioritas tinggi yang memerlukan pengendalian segera. Usulan pengendalian yang dihasilkan meliputi penggunaan alat pelindung diri sesuai standar, edukasi bahaya kerja, perbaikan fasilitas kerja, pelatihan pertolongan pertama, pemeriksaan kesehatan berkala, serta penyediaan jalur evakuasi. Berdasarkan hasil validasi dengan pihak perusahaan, sebagian besar usulan dinyatakan layak untuk diimplementasikan, meskipun beberapa rekomendasi masih memerlukan pertimbangan dari sisi biaya dan kesiapan operasional. Penerapan hasil penelitian ini diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja serta mendukung peningkatan kinerja SMK3 secara berkelanjutan.

Kata kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja, HIRARC, Bowtie Analysis, Mitigasi Risiko.

I. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dikategorikan sebagai aspek fundamental dalam dunia industri, yang berfungsi untuk melindungi pekerja dari berbagai potensi bahaya selama proses kerja berlangsung. Setiap tempat kerja, khususnya di lingkungan pabrik dengan intensitas produksi tinggi, senantiasa memiliki risiko yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak dilakukan upaya pencegahan dan pengendalian sistematis. Hal ini selajan dengan pernyataan Ikhsan (2022) yang menegaskan bahwa kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja menjadi salah satu faktor penyebab inefisiensi operasional di Perusahaan.

Srusi kuantitatif yang dilakukan oleh Yulizar, Ihsan, Fakhrurradhi, & Iqbal (2025) menunjukan bahwa penerapan K3 yang baik berpengaruh baik dan selaras terhadap produktivitas kerja dengan kontibusi sebesar 20,3% terhadap variasi produktivitas tenaga kerja di PTPN IV Regional I Kebun Sei Putih, Sumatera Utara.

Di Indonesia sendiri kecelakaan kerja terjadi setiap tahun bahkan jumlahnya mengalami kenaikan di setiap tahunnya. Data kenaikan kecelakaan dan kematian terkait kerja di Indonesia dapat di lihat pada gambar I.1 berikut:

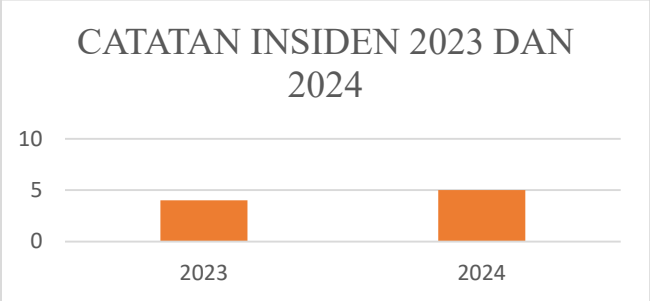


GAMBAR 1
Jumlah Kasus Kecelakaan dan Kematian terkait kerja di Indonesia

Berdasarkan Gambar I.1, jumlah kasus kecelakaan kerja dan klaim kematian akibat hubungan kerja di Indonesia selama periode 2016 hingga Oktober 2024 menunjukan tren peningkatan yang konsisten dan signifikan. Jumlah kasus kecelakaan kerja meningkat dari 101.367 kasus pada tahun 2016 menjadi 370.747 kasus pada tahun 2023 dan masih berada pada angka tinggi sebesar 356.383 hingga Oktober 2024. Sementara itu, laporan kematian akibat kecelakaan kerja juga mengalami kenaikan yang tajam, dari 21.996 kasus pada tahun 2016 menjadi 152.246 kasus pada tahun 2023. Rasio klaim kematian terhadap total kasus kecelakaan kerja juga cenderung meningkat, mencapai 41,1% pada tahun 2023, yang menunjukan fatalitas kecelakaan kerja masih memprihatinkan.

Angka kecelakaan kerja di Indonesai tidak hanya tinggi secara mutlak, tetapi juga relatif jika dibandingkan dengan negara diskeitar ASEAN. Berdasarkan penelitian yang dipublikasikan dalam *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), di Indonesia rata-rata terdapat sekitar delapan pekerja meninggal setiap hari akibat kecelakaan kerja, kondisi ini mencerminkan persoalan serius dalam menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Hal tersebut sejalan dengan data internasional dan *Internasional Labour*

Organization (ILO) yang melaporkan bahwa rata-rata angka kematian akibat kecelakaan kerja di tingkat gelobal berada pada kisaran 4 per 100.000 pekerja pertahun (ILO, 2022). Sementara itu, Singapura berhasil menekan tinglat kematian kerja hingga di bawah 1 per 100.000 pekerja, sebuah capaian yang bahkan jarang diraih oleh negara-negara anggota *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) (Reddit, 2023).



GAMBAR 2

Berdasarkan data catatan insiden yang tercatat pada rentang tahun 2023 sampai 2024, jumlah insiden yang terjadi di PT XYZ pada area produksi dengan catatan masing masing 4 dan 5 insiden pada tahun 2023 dan 2024. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa upaya perusahaan dalam mengendalikan risiko dan penerapan sistem keselamatan kerja yang telah dilakukan belum menunjukkan peningkatan efektivitas dalam menurunkan jumlah insiden. Meskipun tidak terjadi peningkatan jumlah kejadian, stagnasi tersebut tetap menjadi hal yang harus diperhatikan mengingat target utama perusahaan dalam mengelola keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah menekan angka insiden seminimal mungkin, bahkan menuju *zero accident.*

II. KAJIAN TEORI

A. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Tujuan utama K3 adalah menciptakan kondisi kerja yang memungkinkan setiap pekerja dapat melaksanakan tugasnya tanpa harus khawatir akan risiko cedera atau penyakit yang membahayakan kesehatan (Robi Rojaya Simbolon et al., 2024). Penerapan K3 yang sesuai akan membuat karyawan bekerja lebih produktif dan efisien, sehingga berdampak positif pada hasil akhir produksi dan K3 sendiri merupakan setiap pekerja yang harus dijamin oleh perusahaan (Rosento, 2021).

B. Kecelakaan Kerja

World Health Organization (WHO) mengatakan kecelakaan sebagai peristiwa yang terjadi secara tiba-tiba, tidak direncanakan, dan berpotensi menimbulkan cedera nyata. Menurut Frank E. Bird, kecelakaan kerja merupakan kejadian tidak diharapkan yang nantinya bisa menyebabkan cedera pada manusia maupun kerusakan atau kehilangan harta dan benda (Bird, 1989). Sementara itu, Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 3 Tahun 1998 menyatakan bahwa kecelakaan kerja diartikan sebagai peristiwa yang tidak diharapkan yang menghasilkan korban manusia dan kerugian material (Ardan, 2015). Kecelakaan kerja umumnya disebabkan oleh kegiatan tidak aman yang dipengaruhi oleh rendahnya pemahaman, keapikan, serta sikap kerja. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kecelakaan tidak terjadi secara tunggal, melainkan akibat kombinasi beberapa faktor penyebab yang terjadi secara bersamaan (Putri & Lestari, 2023).

C. *Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control* (HIRARC)

Metode yang disingkat HIRARC menjadi metode yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menilai risiko kecelakaan kerja sebelum suatu pekerjaan dimulai serta mengendalikan risiko dari suatu kecelakaan kerja dengan tujuan akhir yaitu tingkat produktivitas pekerja yang terjaga. Metode ini dapat membantu dalam memahami besaran kemungkinan dan dampak buruk dari suatu bahaya yang memiliki potensi terjadi di area kerja. Dengan begitu, tindakan pencegahan yang tepat bisa diambil untuk mengurangi risiko tersebut (Zein et al., 2022).

1. **Identifikasi Bahaya *(Hazard Identification)***

Identifikasi bahaya mengacu pada semua jenis proses inspeksi di lingkungan kerja dengan tujuan menentukan jenis bahaya yang terdapat di lingkungan kerja. Lingkungan kerja yang dimaksud meliputi peralatan kerja, mesin, tempat riset, perkantoran, dan alat transportasi. Bahaya ini dikategorikan menjadi lima elemen: man, methode, material, machine, and environment (Nur . M, 2023).

2. **Penilaian Risiko *(Risk Assessment)***

Risiko dapat diartikan perpaduan antara probabilitas dari suatu peristiwa terjadi dan konsekuensi dari peristiwa tersebut (dalam hal ini, cedera atau penyakit). Disebutkan juga bahwa semua perusahaan harus menentukan, penerapan, dan peneliharaan prosedur untuk merumuskan bahaya, menilai risiko, dan menerapkan pengendalian yang diperlukan dari setiap aktivitas yang ada (Monoarfa & Miolo, 2022).

3. **Pengendalian Risisko *(Risk Control)***

Pengendalian risiko merupakan tahapan yang sangat penting dalam menentukan manajemen risiko secara keseluruhan. Pengendalian risiko dapat diartikan sebagai upaya untuk mengatasi potensi bahaya di suatu area kerja (Nur. M, 2023). Potensi bahaya dapat dikontrol terlebih dahulu dengan menentukan prioritas potensi bahayanya. Hal tersebut dapat mempermudah dalam memilih pengendalian risiko, yang disebut hierarki pengendalian risiko. Pengendalian risiko dapat mengikuti pendekatan hierarki.

D. Bowtie Analysis

Analisis *bowtie* (dasi kupu-kupu) dapat diartikan sebagai metode pembuatan diagram untuk mendeskripsikan dan menganalisis jalur dari suatu penyebab risiko menuju suatu hasil. Teknik ini sering dilihat sebagai kombinasi fault tree analysis (FTA), sebagai metode analisis penyebab suatu peristiwa, dan event tree analysis (ETA), yang menganalisis dampaknya. Namun, Bowtie analysis lebih berfokus pada penahan antara sebab dan risiko, serta antara risiko dan konsekuensi (Kurniawan, 2015).

Kombinasi antara kombinasi *fault tree analysis* (FTA) dan *event tree analysis* (ETA) dapat dilihat melalui grafis dari:

a. Efek samping yang signifikan.
b. Faktor-faktor yang mempunyai kemungkinan tertentu menyebabkan kejadian buruk.

c. Konsekuensi dari peristiwa merugikan yang terjadi, dan dampaknya.
d. Pengendalian yang dirancang untuk mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa kerugian dan pengendalian yang dirancang untuk mengurangi dampak peristiwa kerugian jika peristiwa tersebut terjadi.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu *Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control* (HIRARC) dan *bowtie analysis*

1. Identifikasi Seluruh Potensi Bahaya di Area Proses (HIRARC)

Tahapan ini berfokus pada identifikasi faktor-faktor yang menjadi bahaya kepada pekerja maupun perusahaan sehingga menimbulkan kerugian.

2. Penilaian Risiko (HIRARC)

Tahap penilaian risiko menggunakan skala *severity* dan *likelihood* dilakukan setelah mendapat faktor penyebab kecelakaan kerja dari tahap identifikasi sebelumnya dengan tujuan menentukan tingkat keparahan dari dampak kecelakaan kerja yang telah diidentifikasi.

3. Pengendalian Risiko (HIRARC)

Tahapan terakhir dalam tahap pengolahan data adalah tahap pengendalian risiko yang bertujuan untuk menerapkan perencanaan pengurangan risiko yang telah diketahui melalui tahapan sebelumnya.

4. Analisis Sebab Akibat (*Bowtie Analysis*)

Tahap analisis sebab akibat menggunakan metode bowtie analysis ini bertujuan untuk menganalisis lebih dalam terkait penyebab dan dampak yang disebabkan oleh suatu kecelakaan kerja. Tahapan analisis menggunakan metode bowtie adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi faktor penyebab dari kecelakaan kerja.
b. Identifikasi akibat dari suatu kecelakaan kerja.
c. Merumuskan langkah pencegah guna menghindari kecelakaan kerja terjadi.
d. Menentukan langkah pengurangan dampak atau akibat dari terjadinya kecelakaan kerja.
e. Membuat diagram *bowtie* yang berbentuk seperti kupu-kupu dengan isi seluruh proses sebelumnya yang telah dilakukan serta penentuan faktor degradasi dan kontrolnya sehingga dapat menghasilkan informasi yang lebih terstruktur.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan mitigasi risiko kecelakaan kerja di PT XYZ menggunakan metode HIRARC dan Bowtie Analysis yang telah dilakukan pada penelitian ini, diketahui bahwa potensi bahaya utama berasal dari paparan debu tembakau, penggunaan peralatan kerja, aktivitas *scaffolding*, serta kondisi kerja yang kurang ergonomis. Proses identifikasi dan penilaian risiko menunjukkan adanya beberapa risiko dengan tingkat prioritas tinggi yang memerlukan penerapan preventive barrier dan mitigation barrier secara terstruktur untuk menekan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan pekerja.

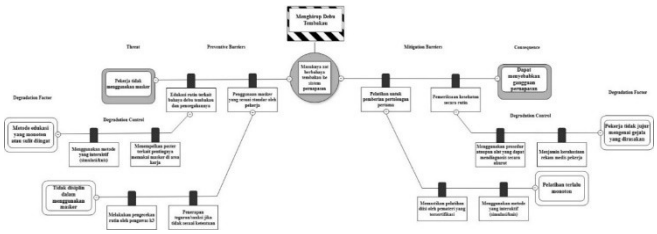
Setelah dilakukan analisis potensi bahaya didapatkan 4 bahaya dengan risk rating high.

TABEL 1

Langkah Kerja	Jenis Bahaya	Potensi Bahaya	Sumber Bahaya	Dampak Bahaya
Pengambilan tembakau	Kimia	Menghirup debu tembakau	Debu tembakau	Gangguan pernapasan
	Ergonomis	Kursi tidak ergonomis	Kursi pekerja	Cedera pada tulang belakang
Memasukkan tembakau kedalam kertas amri	Kimia	Terkena paparan zat karsinogenik	Debu tembakau	Perubahan siklus menstruasi dan meningkatkan tingkat kecemasan
Menaruh bungkus rokok ke dalam *bale box*	Fisik	Batang besi tejatuh	Batang besi	Cedara pada bagian tubuh yang terkena

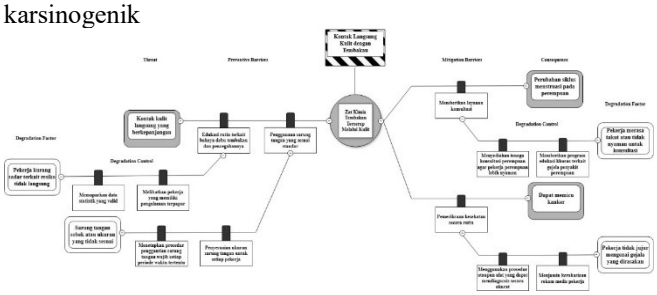
Setelah didaptkan Hazard dengan risk rating hidh maka selanjutnya dilakukan risk control dengan tetap menggunakan metode hirarc. Setelah itu didapatkan bahwa perancangan diagram bowtie sebagai berikut:

1. Diagram bowtie dengan hazard menghirup debu tembakau



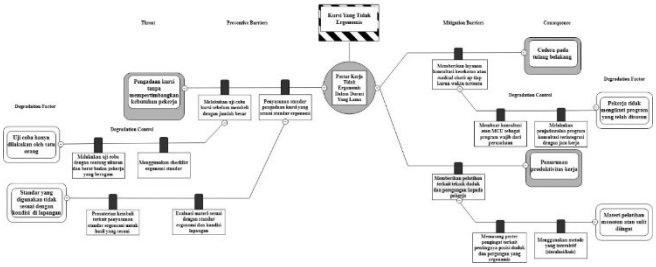
GAMBAR 3

2. Diagram bowtie dengan hazard terkena paparan zat karsinogenik



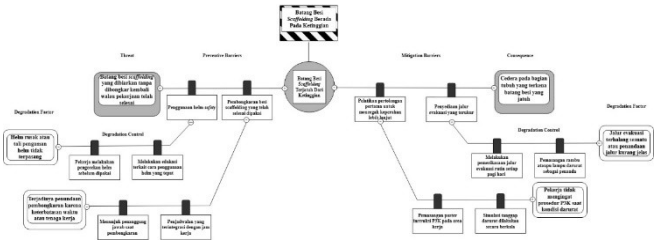
GAMBAR 4

3. Diagram bowtie dengan hazard kursi yang tidak ergonomis



GAMBAR 5

4. Diagram bowtie dengan hazard batang besi scaffolding terjatuh



GAMBAR 6

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan mitigasi risiko kecelakaan yang dapt terjadi di PT XYZ berdasarkan metode HIRARC dan Bowtie Analysis, diketahui bahwa potensi bahaya utama berasal dari paparan debu tembakau, penggunaan peralatan kerja, aktivitas scaffolding, serta kondisi kerja yang kurang ergonomis. Proses identifikasi dan penilaian risiko menunjukkan adanya beberapa risiko dengan tingkat prioritas tinggi yang memerlukan penerapan preventive barrier dan mitigation barrier secara terstruktur untuk menekan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan pekerja.

Usulan pengendalian yang dihasilkan meliputi penggunaan alat pelindung diri yang telah disesuaikan dengan standar, edukasi dan pelatihan K3, perbaikan fasilitas kerja, pemeriksaan kesehatan berkala, serta penyediaan jalur evakuasi. Hasil validasi menunjukkan bahwa sebagian besar usulan dapat diimplementasikan, sementara beberapa lainnya masih memerlukan penyesuaian dari sisi biaya dan operasional. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam mendukung peningkatan efektivitas penerapan SMK3 serta dapat menjadi acuan bagi perusahaan dalam pengendalian risiko secara berkelanjutan.

REFERENSI

[1] Y. Indrasari, "Efisiensi Saluran Distribusi Pemasaran Kopi Rakyat Di Desa Gending Waluh Kecamatan sempol (Ijen) Bondowoso," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 44–50, 2020.

[2] R. Kurniawan, "Studi Keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal Kargo dengan Metode Bow Tie Analysis," *[Nama Jurnal/Prosiding/Skripsi]*, hlm. 1–128, 2015.

[3] V. Monoarfa dan R. N. B. Miolo, "Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRARC Pada UMKM Pabrik Tahu," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 1–6, 2022.

[4] M. Nur, V. Valentino, R. K. Sari, dan A. A. Karim, "Analisa Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja Terhadap Pekerja Menggunakan Metode HIRARC Pada Perusahaan Aspal Beton," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 150–158, 2023.

[5] M. Z. Ikhsan, "Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja Dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 42–52, 2022.

[6] D. N. Putri dan F. Lestari, "Analisis penyebab kecelakaan kerja pada pekerja di proyek konstruksi: Literatur review," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 7, no. 1, hlm. 451–452, 2023.

[7] R. R. Simbolon, F. P. Haramain, dan M. R. P. Sonjaya, "Pentingnya Penerapan Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3) Sebagai Faktor Penentu Optimalisasi Produktivitas Kerja," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 17–31, 2024.

[8] R. Rosento, "Pengaruh Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, no. 2, 2021.

[9] M. Timothy dan K. Widiawan, "Identifikasi Terhadap Bahaya, Penialaian Risiko & Pengendalian (HIRARC) pada CV Lisa Jaya Mandiri Food," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 641–648, 2022.

[10] R. M. Zein, M. Jufriyanto, dan Y. Pandu, "Manajemen Risiko Pada Proses Produksi Tangki Air: Metode Identifikasi Terhadap Bahaya, Penialaian Risiko & Pengendalian (HIRARC)," *[Nama Jurnal/Prosiding]*, hlm. 61121, 2022.