

Fault Tree Analysis dalam Identifikasi Faktor Penyebab Cedera Mata Akibat Produk Cair di Industri Farmasi

Sofian Bastuti¹, Hotma Antoni Hutahean², Rini Alfatiyah³

¹⁾ Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jl. Jenderal Sudirman No. 51 Jakarta 12930

¹⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jalan Raya Surya Kencana No. 1 Pamulang, Indonesia
Email: dosen00954@unpam.ac.id

²⁾ Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jl. Jenderal Sudirman No. 51 Jakarta 12930
Email: hotma.hutahean@atmajaya.ac.id

³⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jalan Raya Surya Kencana No. 1 Pamulang, Indonesia
Email: dosen00347@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan cedera mata akibat paparan produk cair di lingkungan industri farmasi, dengan menggunakan pendekatan *Fault Tree Analysis* (FTA). Data terkait kecelakaan kerja diperoleh melalui analisis laporan insiden, wawancara mendalam, serta observasi langsung di sebuah perusahaan farmasi yang berlokasi di Jawa Barat. Temuan studi menunjukkan bahwa cedera pada mata merupakan jenis kecelakaan kerja yang paling sering terjadi, dengan total 8 kasus yang tercatat, melebihi jumlah insiden kecelakaan lainnya. Melalui penerapan metode FTA, teridentifikasi 11 *basic event* yang berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan tersebut. Faktor-faktor utama yang menjadi pemicu antara lain ketidakpatuhan dalam penggunaan alat pelindung diri (APD), kurangnya pelatihan keselamatan kerja yang berkelanjutan, kondisi lingkungan kerja yang tidak memenuhi standar keselamatan, serta lemahnya implementasi kebijakan K3 di tingkat manajerial. Hasil analisis *Minimal Cut Set* mengindikasikan bahwa kombinasi antara perilaku tidak aman dari pekerja dan ketidakefisienan kebijakan manajemen menjadi penyebab kritis terjadinya insiden. Berdasarkan hasil tersebut, strategi pencegahan diarahkan pada peningkatan kepatuhan terhadap penggunaan APD, pelaksanaan pelatihan keselamatan secara berkala, serta penguatan sistem pengawasan K3. Pendekatan FTA terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk merancang program keselamatan dan kesehatan kerja yang lebih terarah dan efektif.

Kata kunci: Cidera mata; paparan cairan, Analisis Pohon Kesalahan; industri farmasi; keselamatan di tempat kerja

ABSTRACT

This study aims to identify the causal factors behind eye injuries resulting from exposure to liquid products in the pharmaceutical industry by employing the Fault Tree Analysis (FTA) method. Occupational accident data were collected through incident reports, in-depth interviews, and direct observations at a pharmaceutical company located in West Java. The findings indicate that eye injuries are the most frequent type of workplace accident, with eight reported cases surpassing other recorded incident types. Through FTA, eleven basic events were identified as contributing factors to the accidents. The most significant factors include non-compliance with personal protective equipment (PPE) usage, inadequate safety training, unsafe working conditions, and weak enforcement of occupational health and safety (OHS) regulations. The Minimal Cut Set analysis revealed that the interplay between unsafe worker behavior and insufficient managerial policies constitutes a critical root cause. In response to these findings, preventive strategies are recommended to focus on improving PPE compliance, implementing regular safety training programs, and reinforcing safety oversight mechanisms. The application of FTA has proven effective in uncovering the underlying causes of accidents and can serve as a foundation for designing more targeted and effective OHS programs.

Keywords: Eye injury; liquid exposure, Fault Tree Analysis (FTA); pharmaceutical industry; workplace safety.

Pendahuluan

Industri farmasi memainkan peran krusial dalam perekonomian global, namun menghadapi tantangan besar terkait dengan keselamatan kerja. Salah satu jenis kecelakaan yang kerap terjadi di sektor ini adalah cedera mata akibat paparan

produk cair, yang dapat mengakibatkan dampak fisik dan psikologis yang signifikan pada pekerja [1], [2]. Cedera ini tidak hanya membahayakan keselamatan individu, tetapi juga menurunkan produktivitas perusahaan dan meningkatkan pengeluaran untuk kompensasi serta perawatan medis [3], [4]. Berdasarkan data dari U.S. Bureau of Labor Statistics (2022), lebih dari 18.000 kecelakaan mata tercatat setiap tahunnya di sektor industri, dan sebagian besar disebabkan oleh kontak dengan bahan kimia berbahaya atau cairan industri [5]. Meski telah dilakukan berbagai upaya pencegahan, kecelakaan mata di industri farmasi tetap menjadi masalah yang memerlukan perhatian serius.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja, khususnya cedera mata akibat produk cair, di Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat dengan menggunakan pendekatan *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA dipilih karena metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan yang terjadi, sehingga langkah-langkah pencegahan yang lebih terstruktur dapat diterapkan [6]–[8]. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi praktis yang bisa diterapkan oleh Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat guna mengurangi insiden kecelakaan mata yang disebabkan oleh produk cair, serta meningkatkan keselamatan dan kesejahteraan pekerja di industri ini [9], [10]. Untuk memperjelas arah penelitian, maka rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan adalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan cedera mata akibat paparan produk cair di industri farmasi?
2. Bagaimana metode Fault Tree Analysis (FTA) dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan tersebut?

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas kecelakaan kerja di sektor industri, namun sebagian besar fokus pada kecelakaan akibat **mesin, peralatan berat, atau jatuh dari ketinggian** [11], [12]. Sementara itu, **studi yang secara khusus menganalisis cedera mata akibat paparan produk cair di industri farmasi masih sangat terbatas**. Selain itu, sebagian besar penelitian hanya menggunakan analisis kualitatif atau deskriptif tanpa metode sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan [13], [14]. Oleh karena itu, terdapat **kekosongan dalam literatur (research gap)** terkait pendekatan analitis yang komprehensif untuk mengidentifikasi faktor penyebab cedera mata akibat paparan produk cair di industri farmasi.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menggunakan pendekatan FTA untuk menganalisis kecelakaan kerja di industri farmasi, khususnya cedera mata akibat produk cair. Pendekatan ini lebih rinci dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya mengandalkan analisis kualitatif atau pendekatan yang tidak menyelidiki akar penyebab secara sistematis [15], [16]. Dengan penerapan FTA, penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan cedera mata dan memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang bagaimana kecelakaan tersebut dapat dicegah secara efektif.

Penelitian ini memiliki signifikansi yang besar, baik secara akademis maupun praktis. Secara akademis, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan metodologi analisis kecelakaan kerja di industri farmasi dengan menggunakan pendekatan FTA. Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan panduan yang lebih efektif bagi Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat dalam merancang dan melaksanakan langkah-langkah pencegahan yang berfokus pada keselamatan pekerja, terutama dalam penggunaan alat pelindung diri (APD) dan pengelolaan bahan kimia berbahaya. Dengan menurunkan frekuensi kecelakaan kerja, perusahaan tidak hanya meningkatkan keselamatan, tetapi juga mengurangi biaya terkait kecelakaan serta meningkatkan produktivitas dan kinerja perusahaan.

Penelitian ini menawarkan **dua kontribusi utama: Secara akademik**, penelitian ini memperluas penerapan metode FTA dalam konteks keselamatan kerja di industri farmasi, khususnya terkait cedera mata akibat paparan produk cair suatu topik yang jarang dianalisis secara mendalam dalam literatur. **Secara praktis**, penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi perusahaan farmasi dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja melalui peningkatan penggunaan APD, pelatihan keselamatan, pengawasan operasional, dan penegakan kebijakan K3 secara lebih efektif.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di sebuah perusahaan farmasi di Jawa Barat. Karakteristik perusahaan:

- Skala produksi: menengah-besar
- Jenis produk cair yang dianalisis: larutan antiseptik, cairan pembersih, dan bahan kimia iritatif yang digunakan dalam proses produksi

Jenis Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja di Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat. Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan dengan sistematis dan detail fenomena kecelakaan kerja serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya kecelakaan, khususnya kecelakaan mata yang terkena produk cair dalam proses produksi farmasi [17].

Desain Penelitian

Desain penelitian ini bersifat deskriptif dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai alat analisis untuk menggambarkan hubungan antara *top event*, *intermediate event*, dan *basic event* dalam kecelakaan kerja. Metode ini memungkinkan peneliti untuk menemukan penyebab terselubungi dari kecelakaan dan menetapkan langkah-langkah

pencegahan yang tepat [18]. Desain penelitian bertujuan untuk memperoleh gambaran yang menyeluruh tentang faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja serta memberikan rekomendasi tindakan pencegahan yang efektif.

Variabel Penelitian

Meskipun penelitian ini tidak mengukur variabel-variabel secara langsung seperti biasanya, ada beberapa elemen yang dianggap sebagai 'variabel' dalam analisis ini. Elemen-elemen tersebut mencakup faktor-faktor yang dianalisis dalam pohon kesalahan (FTA), meskipun pengukurannya tidak dilakukan dengan cara konvensional. Adapun elemen-elemen tersebut sebagai berikut:

1. *Top Event*: Kejadian utama yang menjadi fokus, yaitu kecelakaan mata terkena produk cair.
2. *Basic Events*: Faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan berdasarkan data kecelakaan, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak memadai, kondisi lingkungan kerja yang berisiko, serta kurangnya pemahaman dan disiplin dalam menerapkan prosedur keselamatan.
3. *Intermediate Events*: Faktor yang menjadi penghubung antara *basic events* dan *top event*, seperti penggunaan bahan kimia berbahaya, pengawasan yang kurang, atau kekurangan informasi tentang prosedur K3.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga teknik utama:

1. Wawancara: Wawancara dilakukan dengan manajer K3 dan beberapa pekerja yang terlibat dalam proses produksi untuk memahami kecelakaan kerja, penyebabnya, serta langkah-langkah pencegahan yang telah diambil.
2. Observasi langsung: Pengamatan dilakukan di area produksi farmasi untuk menilai implementasi penggunaan APD, prosedur keselamatan, serta kondisi lingkungan kerja yang dapat berkontribusi terhadap kecelakaan.
3. Dokumentasi: Data kecelakaan kerja yang tercatat di perusahaan dianalisis untuk menarik kesimpulan tentang faktor-faktor penyebab kecelakaan yang sering terjadi.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menggambarkan hubungan antara *top event*, *intermediate events*, dan *basic events* yang menjadi penyebab kecelakaan kerja. Langkah-langkah analisinya adalah [19]:

1. Identifikasi *Top Event*: Menentukan kejadian utama yang menjadi fokus penelitian, yaitu kecelakaan mata terkena produk cair.
2. Penyusunan *Fault Tree* (Pohon Kesalahan): Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan dengan menggunakan teknik pohon kesalahan, dimana diagram FTA dibuat dengan menghubungkan *top event* dengan *intermediate events* dan *basic events* menggunakan gerbang logika (*AND/OR gates*).
3. Identifikasi Minimal *Cut Set* (MCS): Menganalisis kombinasi *basic events* yang dapat menyebabkan *top event*. MCS ini memberikan wawasan tentang faktor-faktor utama yang perlu diatasi untuk mengurangi risiko kecelakaan.

Rekomendasi Tindakan Pencegahan: Berdasarkan hasil analisis FTA, disusun rekomendasi tindakan pencegahan yang meliputi aspek manajerial dan teknis, guna mengurangi frekuensi dan dampak kecelakaan kerja.

Batasan Metodologi

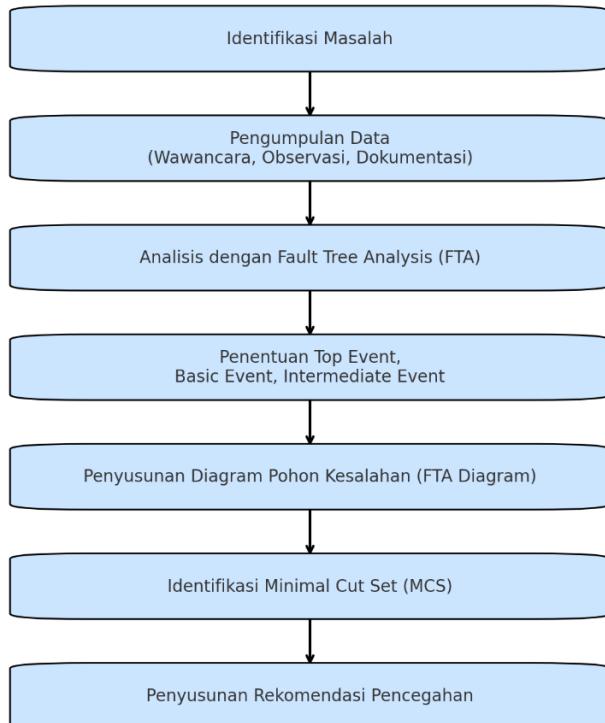
Metode penelitian ini memiliki beberapa batasan:

1. Analisis FTA bersifat kualitatif dan semi-kuantitatif, belum menghitung probabilitas numerik secara penuh.
2. Data bergantung pada laporan perusahaan dan persepsi pekerja (potensi bias).
3. FTA tidak mengevaluasi faktor eksternal seperti kebijakan pemerintah atau faktor psikososial secara mendalam.
4. Penelitian dilakukan pada satu perusahaan, sehingga generalisasi terbatas.

Namun demikian, metode ini tetap memberikan pemahaman mendalam tentang akar penyebab dan menjadi dasar yang kuat untuk analisis risiko lebih lanjut.

Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur metodologi penelitian yang digunakan dalam studi ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Penentuan Top Event

Untuk mengetahui jenis kecelakaan yang paling dominan, dilakukan identifikasi top event berdasarkan frekuensi kejadian. *Top event* (kejadian utama) merujuk pada suatu kesalahan atau kegagalan yang akan dianalisis secara mendalam. Daftar *top event* kecelakaan kerja dapat dilihat pada Tabel 1.

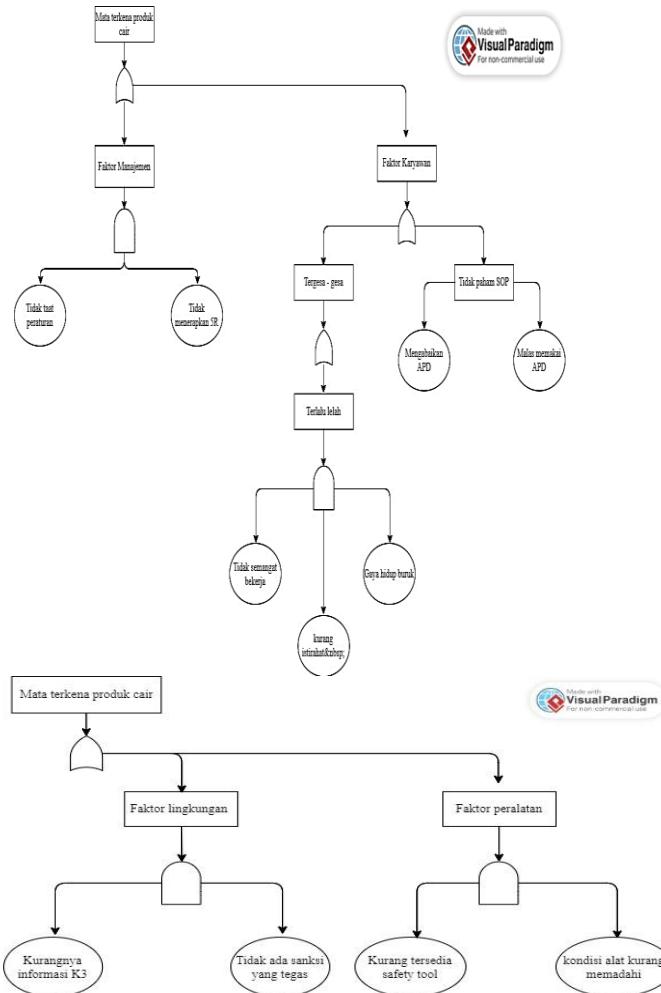
Tabel 1. Daftar Top Event Kecelakaan Kerja

No	Jenis kecelakaan	Frekuensi
1	Mata terkena produk cair	8
2	Terjepit mesin sealer	5
3	Terpeleset	3
4	Iritasi pada kulit akibat terkena produk cair	1
5	Terjatuh dari ketinggian	1
6	Tertusuk kawat	2
7	Terjatuh dari tangga	1

(Sumber: Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat, 2024)

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa cedera mata akibat produk cair merupakan kecelakaan dengan frekuensi tertinggi. Hal ini menjadi dasar penetapan top event dalam analisis FTA karena kejadian tersebut memiliki dampak serius dan terjadi berulang. Untuk menentukan *intermediate event* dan *basic event* di Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat, data kecelakaan kerja dikumpulkan melalui laporan kecelakaan, analisis penyebab kecelakaan yang sesuai dengan *standar safety plan*, serta hasil observasi dan wawancara dengan pekerja dan manajemen perusahaan. *Top event* ditentukan berdasarkan jenis kecelakaan kerja yang paling sering terjadi atau memiliki frekuensi tertinggi dalam proses produksi dan pemeliharaan teknisi.

Setelah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan, langkah selanjutnya adalah menyusun *fault tree analysis*. Proses ini dimulai dengan *top event* dan melibatkan *intermediate event* serta *basic event*, sesuai dengan temuan sebelumnya. Penggambaran ini juga mencakup penentuan gerbang logika (*Logic Gate*), yang diwakili oleh simbol-simbol seperti *And Gate* dan *Or Gate*, untuk menghubungkan kejadian-kejadian dari kontribusi pertama dan kedua. Analisis ini bertujuan untuk mengungkap penyebab tersembunyi dari kecelakaan kerja. Berikut adalah hasil dari penggambaran fault tree analysis tersebut.



Gambar 2. Bagan Fault Tree Analysis potensi bahaya mata terkena produk cair

Hasil pada Gambar 2 mengindikasikan bahwa penyebab kecelakaan tidak hanya berasal dari aspek teknis, tetapi juga non-teknis. Gambar 2 menggambarkan analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis/FTA*) yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama cedera mata akibat paparan produk cair di industri farmasi. Diagram ini disusun dengan menggunakan gerbang logika (*AND/OR gates*) untuk menghubungkan berbagai penyebab kecelakaan yang dapat berkontribusi pada top event (kejadian utama), yaitu mata terkena produk cair.

1. *Top Event:* Kecelakaan utama yang dianalisis, yaitu mata terkena produk cair.
2. *Intermediate Events:* Faktor-faktor yang menghubungkan *basic events* dengan *top event*. Pada gambar ini, faktor-faktor seperti kurangnya pelatihan keselamatan, kurangnya pengawasan, dan kondisi lingkungan kerja yang tidak aman berkontribusi pada terjadinya kecelakaan mata.
3. *Basic Events:* Faktor-faktor penyebab utama yang memicu kecelakaan mata, seperti:
 - a. Tidak menggunakan APD: Seperti kacamata pelindung atau *face shield*, yang diabaikan oleh pekerja.
 - b. Kondisi alat yang tidak memadai: Alat pelindung diri atau fasilitas keselamatan lainnya yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik.
 - c. Kurangnya informasi K3: Pekerja tidak mendapatkan informasi atau pelatihan yang cukup mengenai keselamatan kerja.
 - d. Sanksi yang tidak tegas: Tidak ada penegakan aturan yang efektif terkait penggunaan APD atau prosedur keselamatan lainnya.

Dengan menggunakan pendekatan FTA ini, perusahaan dapat mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab kecelakaan, serta merumuskan langkah-langkah pencegahan yang lebih terstruktur dan efektif untuk meningkatkan keselamatan di lingkungan kerja.

Hasil analisis *fault tree* mengenai penyebab cedera mata akibat produk cair dapat ditemukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Minimal Cut Set Mata terkena produk cair

No	Minimal Cut Set
1	Tidak semangat bekerja
2	Kurang istirahat
3	Gaya hidup buruk
4	Mengabaikan APD
5	Malas memakai APD
6	Tidak taat peraturan
7	Tidak menerapkan 5 R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)
8	Kurangnya informasi K3
9	Tidak ada sanksi yang tegas
10	Kurang tersedia <i>safety tool</i>
11	Kondisi alat kurang yang memadahi

Hasil analisis faktor penyebab menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada potensi bahaya mata terkena produk cair menunjukkan terdapat 11 *basic event* yang berkontribusi terhadap potensi bahaya tersebut. Analisis ini mengungkap bahwa bahaya mata terkena produk cair berasal dari kombinasi 11 faktor kegagalan yang sudah ada. Penyebab kecelakaan mata terkena produk cair antara lain disebabkan oleh karyawan yang kurang bersemangat bekerja, kurang istirahat, gaya hidup buruk, serta karyawan yang tidak menggunakan APD akibat APD yang rusak atau habis masa pakainya, ketidakpatuhan terhadap peraturan, kurangnya informasi tentang K3, dan tidak adanya sanksi tegas. Akar penyebab lainnya adalah kondisi lingkungan kerja yang tidak aman, yang disebabkan oleh penerapan 5R yang tidak dilakukan dengan baik.

Hasil Fault Tree Analysis (FTA) menunjukkan hubungan sebab-akibat yang jelas antara basic events, intermediate events, dan top event (cedera mata akibat paparan produk cair). Faktor seperti tidak menggunakan alat pelindung diri (APD), kurangnya pelatihan keselamatan kerja, serta lemahnya pengawasan manajerial menjadi penyebab dominan yang memicu terjadinya kecelakaan. Kombinasi antara perilaku tidak aman dan sistem manajemen yang belum efektif memperbesar peluang munculnya top event. Hal ini menunjukkan bahwa kecelakaan merupakan hasil interaksi berbagai faktor, bukan akibat tunggal.

Berdasarkan hasil analisis Minimal Cut Set dan observasi lapangan, urutan prioritas risiko dari faktor penyebab kecelakaan dapat disusun seperti pada tabel 3:

Tabel 3. Hierarki Risiko Faktor Penyebab Cedera Mata

Kategori Risiko	Basic Events Utama	Bobot Risiko (%)	Prioritas Penanganan
Perilaku Individu	Tidak menggunakan APD, kurang istirahat, kelelahan	45%	Pelatihan ulang, penegakan disiplin, pengawasan langsung
Manajerial / Sistemik	Kurang pelatihan, pengawasan lemah, sanksi tidak ditegakkan	35%	Program pelatihan K3 rutin, SOP evaluasi, audit keselamatan
Lingkungan & Teknis	Alat bocor, pencahaayaan kurang, area kerja kotor	20%	Pemeliharaan peralatan, inspeksi area kerja, penerapan 5R

Temuan penelitian ini juga didukung oleh literatur terkini. Clarke dan Cooper (2022) menegaskan bahwa iklim keselamatan (*safety climate*) yang kuat berperan penting dalam mendorong perilaku kerja aman, terutama melalui dukungan kepemimpinan dan pelatihan keselamatan. Sementara itu, Le Coze (2022) menjelaskan bahwa kesalahan manusia (*human error*) tidak semata-mata disebabkan oleh perilaku individu, tetapi merupakan hasil dari kegagalan sistemik dalam manajemen keselamatan dan pengawasan kerja.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa faktor perilaku individu menyumbang sekitar 45% dari risiko kecelakaan, faktor manajerial sebesar 35%, dan faktor lingkungan kerja sebesar 20%. Hasil ini menegaskan bahwa peningkatan kepatuhan penggunaan APD dan pelatihan keselamatan kerja merupakan strategi pencegahan yang paling efektif. Pendekatan FTA terbukti membantu perusahaan memahami akar penyebab kecelakaan secara sistematis dan menentukan prioritas pencegahan yang tepat.

Tabel 4 menyajikan kombinasi faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja yang berhubungan dengan mata terkena produk cair.

Tabel 4. Kombinasi Mocus Mata terkena produk cair

Ediae Event	No. Basic Event	Basic Event	Unsafe Tindakan Bahaya	Action/	Unsafe Kondisi Berbahaya	Condition/	Kombinasi Basic Event
Karyawan	1	Tidak Semangat Bekerja	-		√		1
	2	Kurang Istirahat	-		√		2

Ediae Event	No. Basic Event	Basic Event	Unsafe Tindakan	Action/ Bahaya	Unsafe Kondisi	Condition/ Berbahaya	Kombinasi Basic Event
Manajemen	3	Gaya hidup buruk	✓	-	-	-	3
	4	Mengabaikan APD	✓	-	-	-	4
	5	Malas memakai APD	✓	-	-	-	5
	6	Tidak taat Peraturan	✓	-	-	-	6
	7	Tidak menerapkan 5R	-	-	✓	-	7
	8	Kurangnya Informasi	-	-	✓	-	8
Lingkungan	9	Tidak ada sanksi yang tegas	✓	-	✓	-	9
	10	Kurang tersedia <i>safety tool</i>	-	-	✓	-	10
Peralatan	11	Kondisi Alat kurang memadahi	✓	-	✓	-	11

Penanganan dan Pencegahan Kecelakaan Kerja

Penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja sebelum terjadi dibagi menjadi dua aspek utama, yaitu:

1. Aspek Manajemen
 - a. Menyediakan penjelasan mengenai risiko kecelakaan kerja yang sering terjadi dalam proses produksi.
 - b. Menyelenggarakan pelatihan dan edukasi kepada karyawan terkait keselamatan kerja.
 2. Aspek Teknis
 - a. Menyediakan alat pelindung diri seperti sepatu keselamatan, sarung tangan, body harness, dan kacamata keselamatan, serta memastikan ketersediaan kotak P3K untuk pertolongan pertama.
 - b. Memberikan sanksi yang tegas terhadap pelanggaran K3.
- Penanganan dan pencegahan setelah terjadinya kecelakaan kerja juga terbagi menjadi dua aspek, yaitu:
1. Aspek Manajemen
 - a. Memberikan pengobatan, pemeriksaan, dan perawatan kepada pekerja yang mengalami kecelakaan kerja selama perawatan di rumah sakit.
 - b. Memberikan santunan kepada pekerja yang mengalami cacat sementara atau permanen.
 2. Aspek Teknis
 - a. Melakukan identifikasi terhadap kecelakaan kerja dan memberikan pertolongan pertama.
 - b. Menyelidiki penyebab kecelakaan untuk mencegah kejadian serupa terjadi di masa depan.

Tabel 5 menggambarkan perbedaan dalam tindakan pencegahan kecelakaan kerja. Kolom A merujuk pada tindakan pencegahan sebelum kecelakaan terjadi, sedangkan kolom B mengacu pada tindakan yang diambil setelah kecelakaan terjadi. Perbedaan ini menggambarkan strategi proaktif dan reaktif yang digunakan dalam manajemen keselamatan di tempat kerja. Aspek manajerial dan teknis dipisahkan untuk memberikan gambaran jelas mengenai intervensi yang dilakukan baik dalam sisi organisasi (misalnya pelatihan) maupun operasional (misalnya pengecekan peralatan). Tindakan penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja dapat ditemukan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja

No	Jenis Kecelakaan	Sebelum Kecelakaan Kerja				Sesudah Kecelakaan Kerja			
		Aspek Manajemen		Aspek Teknis		Aspek Manajemen		Aspek Teknis	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	Mata terkena produk cair	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
2	Terjepit mesin sealer	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
3	Terpeleset	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
4	Iritasi pada kulit akibat terkena produk cair	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
5	Terjatuh dari ketinggian	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
6	Tertusuk kawat	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
7	Terjatuh dari tangga	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓

(Sumber: Hasil Pengolahan, 2025)

Penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja yang efektif tidak hanya dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, tetapi juga dapat meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan. Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat ini fokus pada upaya penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja dengan tujuan untuk mengurangi insiden tersebut. Menghadapi tantangan di mana penyebab utama kecelakaan kerja sulit diidentifikasi karena kekurangan informasi dasar yang dibutuhkan dalam analisis pohon kesalahan, Perusahaan Farmasi Di Jawa Barat ini mengambil pendekatan yang berfokus pada penanganan dan pencegahan sebelum terjadinya kecelakaan kerja di proses perakitan. Pendekatan ini dilakukan melalui dua aspek utama: aspek manajemen dan aspek teknis:

1. Aspek Manajemen
 - a. Menyelenggarakan pertemuan keselamatan, diskusi keselamatan, pendidikan keselamatan, patroli keselamatan, dan briefing keselamatan di area proses produksi.
 - b. Memantau jalannya proses produksi, melakukan pemeliharaan dan perbaikan, menginspeksi kecelakaan, serta melakukan simulasi keadaan darurat.
 - c. Menyampaikan informasi yang jelas mengenai tugas, jabatan, fungsi kerja, wewenang, dan tanggung jawab kepada karyawan.
2. Aspek Teknis
 - a. Mengidentifikasi dan menyediakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) seperti rambu-rambu, kotak P3K, dan alat pelindung diri (APD).
 - b. Melakukan inspeksi K3 secara berkala, termasuk mengawasi disiplin penggunaan APD sesuai dengan peraturan yang berlaku serta memperhatikan aspek lingkungan.
 - c. Memantau efektivitas tindakan perbaikan dan pencegahan terhadap kecelakaan kerja.

Dari kedua aspek yang telah dijelaskan, upaya penanganan dan pencegahan sebelum terjadinya kecelakaan kerja difokuskan pada insiden utama yang sering terjadi di perusahaan, yaitu kasus mata terkena asap las. Hal ini terlihat dari setiap detail kejadian dasar yang digambarkan dalam diagram analisis pohon kesalahan. Oleh karena itu, strategi penanganan dan pencegahan sebelum kecelakaan kerja bertujuan untuk mengatasi faktor-faktor penyebab kecelakaan tersebut, yang dapat dipantau dan didokumentasikan.

Tabel 6 menggambarkan langkah-langkah penanganan dan pencegahan kecelakaan kerja sebelum terjadi. Setiap baris merujuk pada *Basic Event* spesifik yang berkontribusi terhadap risiko kecelakaan, dan tindakan pencegahannya dibagi menjadi aspek Manajerial dan Teknis. Misalnya, di bawah 'Tidak Semangat Bekerja', aspek manajerial mencakup pelaksanaan workshop motivasi, sementara aspek teknis memastikan peralatan diperiksa secara rutin agar efisien dalam operasional

Tabel 6. Kecelakaan Mata terkena Produk cair

No	<i>Basic Event</i>	Penanganan Dan Pencegahan Sebelum Kecelakaan Kerja					
		Aspek Manajemen			Aspek Teknis		
		A	B	C	A	B	C
1	Tidak Semangat Bekerja	✓	-	✓	-	-	-
2	Kurang Istirahat	-	✓	-	✓	✓	-
3	Gaya hidup buruk	✓	-	✓	-	-	✓
4	Mengabaikan APD	-	-	-	✓	-	-
5	Malas memakai APD	-	-	✓	✓	✓	✓
6	Tidak taat Peraturan	✓	✓	✓	-	-	✓
7	Tidak menerapkan 5 R	✓	✓	-	-	-	✓
8	Kurangnya Informasi	✓	-	✓	-	-	-
9	Tidak ada sanksi yang tegas	✓	-	✓	-	-	✓
10	Kurang tersedia safety tool	-	✓	✓	-	✓	-
11	Kondisi Alat kurang memadahi	✓	-	-	✓	-	-

Berdasarkan informasi di atas, strategi penanganan dan pencegahan sebelum terjadinya kecelakaan kerja difokuskan pada top event yang mencakup mata terkena produk cair. Pendekatan ini melibatkan dua aspek utama yang perlu diperhatikan dalam pengambilan keputusan oleh manajemen perusahaan:

1. Aspek Manajemen
 - a. Menyelenggarakan diskusi keselamatan, pertemuan keselamatan, pelatihan keselamatan, patroli keselamatan, dan briefing keselamatan di area proses produksi untuk memperlancar koordinasi antara pekerja dan manajer.
 - b. Memantau aktivitas di area produksi dan karyawan, melakukan inspeksi kecelakaan kerja, serta mengadakan simulasi keadaan darurat.
 - c. Memberikan penjelasan yang jelas mengenai tugas dan jabatan, termasuk fungsi, wewenang, dan tanggung jawab.
2. Aspek Teknis
 - a. Memantau efektivitas tindakan perbaikan dan pencegahan kecelakaan kerja yang sudah diterapkan.

- b. Melakukan identifikasi dan inspeksi K3, serta mengawasi disiplin penggunaan APD sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Setelah mengetahui akar penyebab melalui FTA, langkah selanjutnya adalah merumuskan strategi pencegahan yang tepat sasaran, beberapa strategi telah diusulkan, antara lain:

1. Pelatihan dan Edukasi Keselamatan: Melakukan pelatihan keselamatan secara rutin untuk seluruh karyawan, dengan fokus pada penggunaan PPE (Peralatan Pelindung Diri) yang tepat dan protokol tanggap darurat.
2. Komunikasi yang Jelas tentang Kebijakan Keselamatan: Memastikan seluruh pekerja memahami peraturan keselamatan dan tanggung jawab mereka melalui saluran komunikasi yang jelas dan pengarahan keselamatan secara berkala.
3. Pengawasan dan Penegakan: Menerapkan sistem pengawasan yang ketat di mana manajer bertanggung jawab untuk memantau kepatuhan keselamatan, melakukan pengecekan rutin, serta menegakkan sanksi bagi pelanggar.
4. Audit Keselamatan: Melakukan audit keselamatan secara berkala untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan memastikan bahwa langkah-langkah keselamatan diterapkan dengan benar

Dengan demikian, Tabel pendekatan penanganan dan pencegahan sebelum kecelakaan kerja pada perusahaan lebih menitikberatkan pada kedua aspek ini untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keselamatan di tempat kerja.

Dari langkah-langkah penanganan dan pencegahan sebelum kecelakaan kerja terkait top event yang telah disebutkan, fokus utama perusahaan seharusnya tertuju pada dua aspek berikut:

1. Aspek Manajemen
 - a. Menyelenggarakan diskusi keselamatan, pertemuan keselamatan, pelatihan keselamatan, patroli keselamatan, dan briefing keselamatan di area jalur produksi untuk memperkuat koordinasi antara pekerja dan manajer.
 - b. Memantau jalannya proses produksi dan kegiatan karyawan, serta melakukan inspeksi terhadap kecelakaan kerja dan latihan simulasi keadaan darurat.
2. Aspek Teknis
 - a. Memantau efektivitas tindakan perbaikan dan pencegahan kecelakaan kerja yang telah diterapkan.

Melakukan identifikasi dan inspeksi terhadap K3, serta mengawasi disiplin penggunaan APD sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa insiden cedera mata akibat paparan bahan cair di industri farmasi disebabkan oleh kombinasi antara faktor perilaku individu, manajemen, dan kondisi lingkungan kerja. Berdasarkan hasil analisis *Fault Tree Analysis* (FTA), ditemukan bahwa faktor perilaku individu khususnya ketidakpatuhan dalam penggunaan alat pelindung diri (APD) merupakan penyumbang terbesar terhadap terjadinya risiko kecelakaan dengan kontribusi sekitar 45%. Faktor manajerial menyumbang sebesar 35%, sedangkan faktor lingkungan kerja berkontribusi sekitar 20%. Temuan ini menegaskan bahwa kecelakaan kerja tidak hanya dipicu oleh kesalahan individu semata, tetapi juga oleh kelemahan dalam sistem manajemen keselamatan serta kondisi lingkungan kerja yang belum memenuhi standar optimal.

Dari sisi kontribusi akademik, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan metode FTA efektif dalam mengidentifikasi dan menelusuri akar penyebab kecelakaan kerja secara sistematis. Pendekatan ini dapat dijadikan acuan bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan model analisis risiko di berbagai sektor industri. Sementara itu, dari perspektif kebijakan, hasil penelitian menyoroti urgensi pembentukan budaya keselamatan kerja (*safety climate*) yang kuat melalui pelatihan berkala, pengawasan yang konsisten, serta penerapan kebijakan manajemen risiko yang terintegrasi di seluruh level organisasi.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, analisis yang dilakukan masih bersifat kualitatif dan belum mencakup perhitungan probabilistik secara mendalam. Kedua, data penelitian diperoleh dari satu perusahaan saja, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi ke industri farmasi atau manufaktur lainnya. Ketiga, aspek psikologis dan faktor organisasi belum dieksplorasi secara komprehensif karena keterbatasan waktu serta akses terhadap data lapangan.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian mendatang disarankan untuk menggunakan pendekatan FTA kuantitatif dengan memperhitungkan nilai probabilitas kejadian secara lebih rinci guna meningkatkan validitas hasil analisis. Selain itu, studi berikutnya dapat memperluas cakupan penelitian pada beberapa perusahaan farmasi maupun sektor manufaktur lain agar diperoleh perbandingan risiko yang lebih representatif. Integrasi metode analisis lain seperti *Human Reliability Analysis* (HRA) atau *Bow-Tie Analysis* juga direkomendasikan untuk memperdalam pemahaman mengenai keterkaitan antara faktor manusia dan sistem kerja. Dari sisi praktis, perusahaan perlu memperkuat budaya keselamatan melalui pelatihan rutin, audit K3 yang berkelanjutan, serta penerapan sistem penghargaan dan sanksi yang tegas terhadap kepatuhan dalam penggunaan APD.

Daftar Pustaka

- [1] R. Octavariny, "Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan Factors Associated with The Risk of Eye Injury on Industrial Welding Workers in the Informal Sector in Barumun District , Padang Lawas Regency," vol. 5, no. 1, pp. 161–164, 2021, doi: 10.30604/jika.v5i1.833.
- [2] S. H. Rauchman, B. Locke, J. Albert, J. De Leon, M. R. Peltier, and A. B. Reiss, "Toxic External Exposure Leading to Ocular Surface Injury," 2023.
- [3] J. Zara, S. M. Nordin, and A. S. N. Isha, "Influence of communication determinants on safety commitment in a high-risk workplace: a systematic literature review of four communication dimensions," *Front. Public Heal.*, vol. 11, no. August, 2023, doi: 10.3389/fpubh.2023.1225995.
- [4] J. H. Song and S. Y. Park, "Safety and efficacy of combined acupuncture (body and intradermal acupuncture) for dry eye disease: study protocol for a pilot, single-centre, assessor-blinded, randomised, artificial tear drop-controlled trial at Naju Dongshin University Korean Medicine ,," *BMJ Open*, vol. 14, no. 1, pp. 1–7, 2024, doi: 10.1136/bmjopen-2023-077913.
- [5] I. H. El-adaway and D. Ph, "Enhancing Safety and Well Being of Aging Workforce within the Transportation Sector An Association Rule Data Mining Approach for Understanding Causes and Impacts of Worker Compensation Claims," *Univ. Nebraska-Lincoln. Mid-America Transp. Center.*, 2025.
- [6] R. N. Islamsyah, M. H. N., & Sari, "View of Analysis of Factors Causing Work Accidents in Steel Plate Production with FTA and PDCA Methods at PT. XYZ.pdf," *J. Artif. Intell. Eng. Appl.*, 2025.
- [7] J. Kang, T. Su, J. Li, Z. Wang, and J. Zhang, "Research on risk evolution , prevention , and control of fire and explosion accidents in hydrogen refueling stations based on the AcciMap-FTA model," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 194, no. December 2024, pp. 107–118, 2025, doi: 10.1016/j.psep.2024.12.033.
- [8] C. Maharani and M. Sayuti, "Analysis of Occupational Health and Safety Hazard Risk Using Hazard and Operability and Fault Tree Analysis Methods," *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 117–127, 2025.
- [9] F. Ojiemhende, O. Oluseye, and A. Sidiq, "Fault Tree Analysis and its Modifications as Tools for Reliability and Risk Analysis of Engineering Systems -An Overview International Journal of Research Publication and Reviews Fault Tree Analysis and its Modifications as Tools for Reliability and Risk ,," no. January, 2022.
- [10] M. Yazdi, "Fault tree analysis improvements : A bibliometric analysis and literature review," no. November 2022, pp. 1639–1659, 2023, doi: 10.1002/qre.3271.
- [11] J. G. Ramaekers, "Fatigue in Aviation : Safety Risks , Preventive Strategies and Pharmacological Interventions," *Front. Physiol.*, vol. 12, no. September, 2021, doi: 10.3389/fphys.2021.712628.
- [12] S. Ahmad *et al.*, "Industrial hazards and safety management in pharmaceutical industry," *Authorea Prepr.*, 2022.
- [13] L. He *et al.*, "A Case Study of Accident Analysis and Prevention for Coal Mining Transportation System Based on FTA-BN-PHA in the Context of Smart Mining Process," 2024.
- [14] Y. J. Ahn, Y. U. Yu, and J. K. Kim, "Accident cause factor of fires and explosions in tankers using fault tree analysis," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 8, 2021, doi: 10.3390/jmse9080844.
- [15] A. Ismail and M. Nur, "Analisis Potensi Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) dan TRA (Task Risk Assesment) pada Industri Pandai Besi," vol. 25, no. 1, pp. 891–898, 2025, doi: 10.33087/jiubj.v25i1.5884.
- [16] R. Bastuti, S., & Alfatiyah, "View of ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS DURING THE PLUMBING INSTALLATION PROCESS USING THE FAULT TREE ANALYSIS METHOD.pdf," *J. Rekayasa Mesin*, 2024.
- [17] A. P. G. Wijnands, D. W. de Lange, and S. J. Rietjens, "Preventing occupational chemical eye injuries: important lessons from poison information centres," *Clin. Toxicol.*, vol. 61, no. 8, pp. 573–576, 2023, doi: 10.1080/15563650.2023.2250068.
- [18] C. Liu, J. Li, and D. Zhang, "Mine Ground Gas Transportation System," 2024.
- [19] C. Ş. Ali Cemal TÖZ1 , Müge BÜBER , Burak KÖSEOĞLU1, "Analysis of Collision Accidents in Maritime Transportation by FTA Method Deniz," *Turkish J. Marit. Mar. Sci. DOI*, vol. 1, pp. 15–30, 2022, doi: 10.52998/trjmms.971042.