



ANALISIS PENERAPAN SISTEM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) UNTUK MENURUNKAN RISIKO KECELAKAAN KERJA DI PT TIRTA INVESTAMA

Rafli Aqil Muzhaffar¹, Bramantiyo Eko Putro²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Universitas Suryakencana

E-mail: aqilrafli354@gmail.com¹, bramantiyoep91@gmail.com²

ABSTRACT

Workplace accidents remain a major concern in bottled drinking water manufacturing, where automated machines, electrical installations and manual material handling coexist. PT Tirta Investama recorded 18 workplace accidents in 2025, with peaks in October and November, which indicates that its Occupational Health and Safety (OHS) controls need to be evaluated. This study analyzes accident risk levels and identifies their root causes in the production area. Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) was used to identify hazards, rate risk as likelihood $\times$ severity, and set control priorities, while Fault Tree Analysis (FTA) was used to trace the root causes of the highest-risk events. Data were collected through field observation (gemba walk), interviews, Safety Working Permit documents and 2025 accident records. HIRA of 15 hazards produced 11 medium-risk hazards (73.33%) and 4 high-risk hazards (26.67%); no hazard was in the low or extreme class. The high-risk hazards were being caught by the filling machine, falling from height, electric shock and fire caused by electrical panel short circuits. FTA of these four top events yielded 17 basic events and 17 minimal cut sets, all of order two and none of order one, so every accident requires at least two causes occurring together. The root causes fall into worker compliance (training, SOP and PPE) and the reliability of safety systems (machine guards, sensors, electrical installations, access to heights and fire protection). Control recommendations following the OHS hierarchy of controls are proposed, among them Lock-Out Tag-Out (LOTO), preventive maintenance, a work-at-height permit, periodic training and PPE supervision.

Keywords: Occupational Health and Safety; Hazard Identification and Risk Assessment; Fault Tree Analysis; Minimal Cut Set; Workplace Accident Risk; Bottled Drinking Water

Article History

Received: Oktober 2026

Reviewed: Oktober 2026

Published: Oktober 2026

Plagiarism Checker No
237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

**ABSTRAK**

Kecelakaan kerja masih menjadi persoalan penting pada industri air minum dalam kemasan yang memadukan mesin otomatis, instalasi listrik, dan penanganan material secara manual. PT Tirta Investama mencatat 18 kecelakaan kerja pada tahun 2025 dengan puncak pada bulan Oktober dan November, sehingga penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) perlu dievaluasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat risiko kecelakaan kerja dan mengidentifikasi akar penyebabnya di area produksi. Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko sebagai kemungkinan $\times$ keparahan, dan menentukan prioritas pengendalian, sedangkan Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk menelusuri akar penyebab pada kejadian berisiko tertinggi. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan (gempa walk), wawancara, dokumen Safety Working Permit, dan data kecelakaan tahun 2025. Hasil HIRA terhadap 15 bahaya menunjukkan 11 bahaya berisiko sedang (73,33%) dan 4 bahaya berisiko tinggi (26,67%), tanpa bahaya pada kelas rendah maupun ekstrim. Keempat bahaya tinggi tersebut adalah terjepit mesin filling, terjatuh dari ketinggian, sengatan listrik, dan kebakaran akibat korsleting panel listrik. Analisis FTA pada keempat top event menghasilkan 17 basic event dan 17 minimal cut set berorde dua, tanpa satu pun berorde satu, sehingga setiap kecelakaan baru terjadi bila minimal dua penyebab muncul bersamaan. Akar penyebab terbagi menjadi kepatuhan pekerja (pelatihan, SOP, dan APD) dan keandalan sistem pengaman (guard mesin, sensor, instalasi listrik, akses ketinggian, dan proteksi kebakaran). Rekomendasi pengendalian disusun menurut hierarki pengendalian K3, antara lain Lock-Out Tag-Out (LOTO), preventive maintenance, izin kerja di ketinggian, pelatihan berkala, dan pengawasan penggunaan APD.

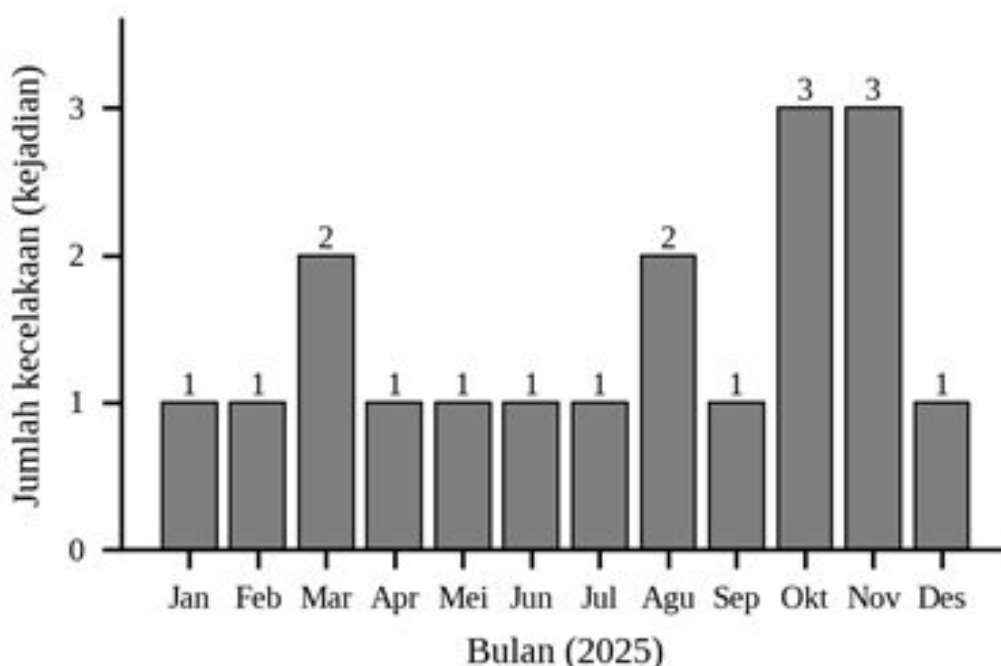
Kata Kunci: *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3); Hazard Identification and Risk Assesment; Fault Tree Analysis; Minimal Cut Set; Risiko Kecelakaan Kerja; Air Minum Dalam Kemasan*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan Perkembangan industri manufaktur menuntut perusahaan menyeimbangkan target produktivitas dengan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Lingkungan kerja yang melibatkan mesin kompleks dan aktivitas fisik yang intens memiliki risiko kecelakaan yang

dapat menghambat waktu produksi sekaligus merugikan keselamatan tenaga kerja. Penerapan sistem manajemen K3 yang konsisten menjadi landasan untuk menekan risiko tersebut .

PT Tirta Investama, produsen air minum dalam kemasan (AMDK) merek AQUA, menjalankan proses produksi dengan banyak mesin otomatis, peralatan pendukung, dan aktivitas operasional tenaga kerja. Data Departemen K3 mencatat 18 kecelakaan kerja di area produksi sepanjang tahun 2025 (Gambar 1). Kejadian terbanyak berlangsung pada bulan Oktober dan November, masing-masing tiga kejadian. Kecelakaan terjepit mesin filling terjadi tiga kali (Maret, Juli, dan Oktober) dan kecelakaan terjatuh dari ketinggian dua kali (Juni dan November). Pola berulang ini menunjukkan bahwa pengendalian risiko yang berjalan belum menghilangkan seluruh potensi bahaya.



Gambar 1.

Jumlah kecelakaan kerja per bulan di PT Tirta Investama tahun 2025 (n = 18). Sumber: Departemen K3 PT Tirta Investama (diolah).

Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) dapat digunakan untuk mengenali jenis bahaya, menilai tingkat risikonya, dan menentukan bahaya yang perlu ditangani lebih dahulu. *Fault Tree Analysis* (FTA) melengkapinya dengan menelusuri kombinasi akar penyebab suatu kecelakaan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa gabungan keduanya mampu mengungkap bahaya kerja dan faktor penyebab utamanya sehingga pencegahan menjadi lebih tepat sasaran. Sebagian besar penelitian tersebut hanya menerapkan satu metode, atau menganalisis satu kejadian, dan kajian yang mengintegrasikan HIRA dan FTA secara berurutan pada industri AMDK masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat risiko kecelakaan kerja pada aktivitas produksi di PT Tirta Investama dengan HIRA, dan mengidentifikasi faktor penyebab utama kecelakaan kerja



dengan FTA. Penelitian dibatasi pada area produksi dan aktivitas yang berpotensi menimbulkan kecelakaan, serta tidak membahas biaya atau kerugian finansial akibat kecelakaan

2. METODE PENELITIAN

A. Objek dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama kerja praktik di PT Tirta Investama, pabrik AQUA Cianjur di Kecamatan Gekbrong, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Pabrik ini mulai beroperasi secara komersial pada tahun 2011 dan memproduksi AQUA dalam botol 330 ml, 600 ml, dan 1.500 ml. Objek penelitian adalah sistem K3 pada area produksi, mulai dari penerimaan bahan baku, proses produksi, pengemasan, hingga distribusi.

B. Pengumpulan Data

Penelitian memakai pendekatan campuran (*mixed method*). Data primer diperoleh melalui observasi lapangan (*gempa walk*) terhadap bahaya fisik, mekanik, kimia, dan ergonomi, kondisi mesin, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta kondisi lingkungan kerja. Wawancara dilakukan dengan manajer dan staf K3, supervisor dan koordinator produksi, serta operator. Data sekunder terdiri atas data kecelakaan kerja Januari-Desember 2025, dokumen Safety Working Permit (SWP), laporan insiden dan near miss, serta literatur ilmiah yang relevan.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data mengikuti tahapan HIRA dan FTA. Bahaya diidentifikasi pada setiap aktivitas kerja, dikelompokkan menurut jenisnya, lalu dicatat dalam lembar kerja HIRA. Risiko dinilai sebagai hasil kali likelihood (L, skala 1-5) dan severity (S, skala 1-5) dengan kelas rendah (1-4), sedang (5-9), tinggi (10-16), dan ekstrim (17-25). Penilaian dilakukan bersama oleh peneliti dan tim K3 perusahaan. Pengendalian risiko disusun berdasarkan hierarki pengendalian yang sejalan dengan sistem manajemen K3, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan APD.

Bahaya berkategori tinggi dan ekstrim dipilih sebagai top event FTA dengan dua kriteria, yaitu tingkat risiko tertinggi dan frekuensi kejadian tertinggi pada data 2025. Fault tree dibangun dari atas ke bawah dengan gerbang logika AND dan OR sampai basic event. Minimal cut set (MCS) kemudian diturunkan untuk menemukan kombinasi penyebab terkecil yang cukup memicu top event.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Kecelakaan Kerja 2025

Dari 18 kecelakaan pada tahun 2025, 4 kejadian berklasifikasi ringan, 8 sedang, dan 6 berat. Cedera terberat adalah patah tulang pergelangan tangan akibat terjatuh dari tangga inspeksi tangki (rawat inap 5 hari) dan luka serius kepala akibat terjatuh saat membersihkan tangki di ketinggian. Satu kejadian berupa kebakaran kecil akibat korsleting panel listrik pada bulan Desember tanpa korban jiwa tetapi menimbulkan kerugian material.

B. Hasil HIRA

Observasi, wawancara, dan dokumen SWP mengidentifikasi 15 potensi bahaya pada aktivitas produksi, yaitu 5 bahaya mekanik (33,33%), 4 fisik (26,67%), serta masing-masing 2 bahaya kimia, ergonomi, dan listrik (13,33%). Distribusi tingkat risikonya disajikan pada Tabel I. Sebanyak 11 bahaya (73,33%) berada pada kelas sedang dan 4 bahaya (26,67%) pada kelas tinggi, sedangkan kelas rendah dan ekstrim tidak ditemukan.

TABEL I
 DISTRIBUSI TINGKAT RISIKO HASIL HIRA

Tingkat risiko	Prioritas penanganan	Jumlah bahaya	%
Sedang	Jangka menengah	11	73,33
Tinggi	Segera/prioritas utama	4	26,67
Total		15	100

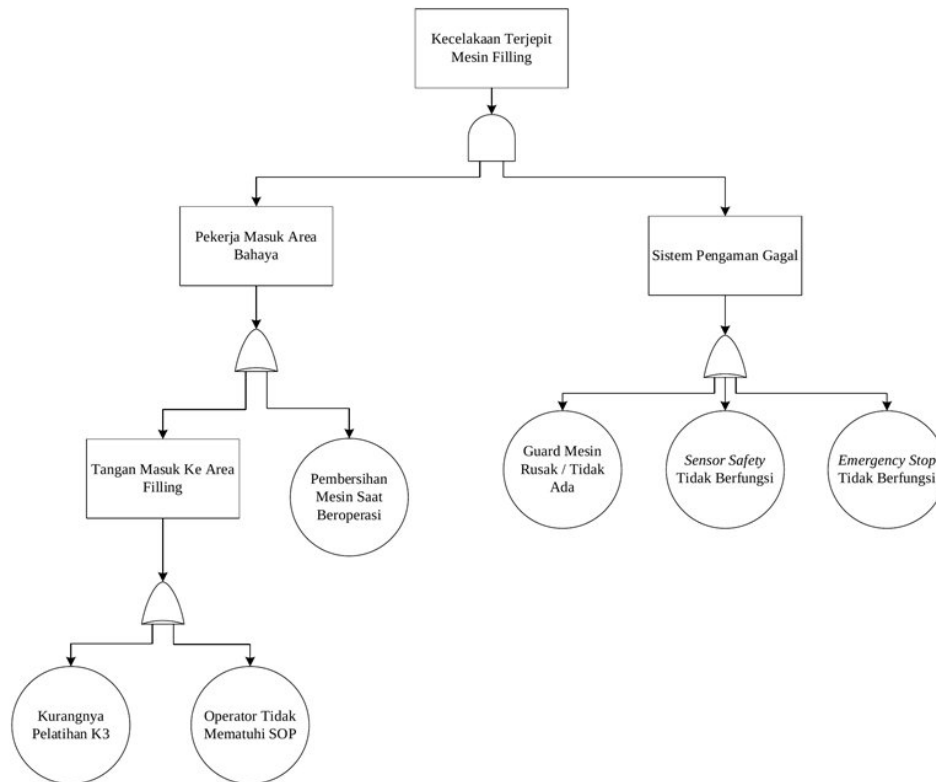
Empat bahaya berisiko tinggi menjadi prioritas penanganan (Tabel II). Terjepit mesin filling memiliki skor tertinggi (16) sekaligus frekuensi tertinggi (3 kejadian). Sengatan listrik dan kebakaran panel listrik memiliki skor yang sama (10) karena likelihood rendah diimbangi severity maksimum, sehingga termasuk bahaya berpeluang kecil tetapi berdampak sangat besar.

TABEL II
 BAHAYA BERISIKO TINGGI (PRIORITAS PENANGANAN)

Potensi bahaya	Area kerja	L	S	Skor	Frek.
Terjepit mesin <i>filling</i>	Area mesin <i>filling</i>	4	4	16	3×
Terjatuh dari tangga inspeksi tangki	Utilitas/tangki	3	4	12	2×
Sengatan listrik dari panel kontrol	Ruang panel listrik	2	5	10	1×
Kebakaran akibat korsleting panel listrik	Ruang panel listrik	2	5	10	1×

C. Hasil FTA

FTA dilakukan pada empat top event: terjepit mesin filling, terjatuh dari ketinggian, kecelakaan akibat bahaya listrik, dan kebakaran akibat korsleting panel listrik. Pada top event pertama (Gambar 2), kecelakaan terjadi melalui gerbang AND antara “Pekerja Masuk Area Bahaya” dan “Sistem Pengaman Gagal”. Cabang pertama dipicu oleh kurangnya pelatihan K3, operator tidak mematuhi SOP, atau pembersihan mesin saat beroperasi. Cabang kedua dipicu oleh guard mesin rusak atau tidak ada, sensor safety tidak berfungsi, atau emergency stop tidak berfungsi. Kombinasinya menghasilkan sembilan MCS berorde dua.



Gambar 2.

Data diolah: Fault tree top event “Kecelakaan Terjepit Mesin Filling”.

Struktur serupa ditemukan pada tiga top event lainnya (Tabel III). Kecelakaan jatuh terjadi bila pekerjaan di ketinggian berlangsung ketika anak tangga rusak, lantai licin, atau guard rail tidak ada. Kecelakaan listrik terjadi bila sumber listrik aktif (kabel rusak, grounding tidak normal, atau panel sedang beroperasi) bertemu pekerja yang tidak memakai APD. Kebakaran terjadi bila korsleting akibat overload atau panel bertegangan disusul api yang tidak padam. Secara keseluruhan terdapat 17 basic event dan 17 MCS, semuanya berorde dua dan tidak ada yang berorde satu.

TABEL III
 REKAPITULASI FTA EMPAT TOP EVENT

<i>Top event</i>	<i>Basic event</i>	<i>MCS</i>	Kombinasi penyebab minimal
Terjepit mesin <i>filling</i>	6	9	3 penyebab pekerja (pelatihan, SOP, pembersihan saat mesin hidup) × 3 kegagalan pengaman (<i>guard</i> , sensor, <i>e-stop</i>)
Terjatuh dari ketinggian	4	3	Pekerjaan di ketinggian × (anak tangga rusak, licin, <i>guard rail</i> tidak ada)
Bahaya listrik	4	3	(Kabel rusak, <i>grounding</i> tidak normal, panel beroperasi) × tidak memakai APD
Kebakaran panel listrik	3	2	(<i>Overload</i> listrik, panel bertegangan) × api tidak padam
Total	17	17	

Rekomendasi pencegahan disusun untuk memutus setiap jalur kegagalan tersebut menurut hierarki pengendalian (Tabel IV).

TABEL IV
REKOMENDASI PENGENDALIAN BERDASARKAN HIRA DAN FTA

Bahaya	Rekayasa teknis	Administratif dan APD
Terjepit mesin <i>filling</i>	<i>Machine guard</i> dengan <i>interlock</i> ; sensor pengaman otomatis; uji <i>emergency stop</i> tiap awal <i>shift</i>	LOTO sebelum pembersihan atau perawatan; pelatihan K3 dan <i>safety briefing</i> ; sarung tangan standar
Terjatuh dari ketinggian	<i>Handrail</i> dan titik jangkar; perbaikan tangga; lantai <i>anti-slip</i>	Izin kerja di ketinggian (SWP); <i>full body harness</i> ; sepatu <i>anti-slip</i>
Sengatan listrik	Perbaikan isolasi dan <i>grounding</i> ; <i>circuit breaker</i> ; inspeksi kabel	LOTO dan verifikasi tegangan nol; sarung tangan isolasi dan sepatu dielektrik
Kebakaran panel listrik	Kapasitas <i>breaker</i> sesuai beban; APAR kelas C dekat panel	Inspeksi kelistrikan terjadwal; pelatihan tanggap darurat kebakaran

KESIMPULAN

Berdasarkan Penilaian HIRA terhadap 15 bahaya di area produksi PT Tirta Investama menempatkan 11 bahaya pada kelas sedang dan 4 bahaya pada kelas tinggi, yaitu terjepit mesin filling, terjatuh dari ketinggian, sengatan listrik, dan kebakaran akibat korsleting panel listrik. Keempatnya menjadi prioritas pengendalian. Analisis FTA menunjukkan bahwa setiap kecelakaan memerlukan kombinasi minimal dua penyebab (17 basic event dan 17 MCS berorde dua) yang berasal dari faktor manusia, mesin, metode kerja, dan lingkungan kerja, terutama ketidakpatuhan terhadap SOP, LOTO, dan APD, serta kerusakan guard, sensor, instalasi listrik, dan tangga. Dengan demikian kedua tujuan penelitian tercapai. Pengendalian yang disarankan meliputi LOTO, inspeksi dan preventive maintenance, fasilitas kerja yang memenuhi standar keselamatan, pengawasan APD, inspeksi K3 berkala, dan pelatihan K3. Penerapannya diharapkan menurunkan risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan efektivitas sistem manajemen K3 perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Syabana and M. Basuki, "Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode hazard identification, risk assessment and risk control (HIRARC) di PT. Bintang Timur Samudera," J. Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN), vol. 1, no. 1, pp. 110-114, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3230.



- [2] A. D. Febriyanti et al., “Peningkatan keselamatan kerja melalui implementasi sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3),” *J. Educ. Innov. Public Health*, vol. 2, no. 2, pp. 72-85, 2024, doi: 10.55606/innovation.v2i2.2849.
- [3] R. Rohmat and H. Hidayat, “Analisis keselamatan dan kesehatan kerja di pekerjaan fabrikasi dengan menggunakan metode HIRA dan FTA (studi kasus: CV Karya Manunggal Teknik),” *JUSTI (J. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 3, no. 1, p. 118, 2022, doi: 10.30587/justicb.v3i1.4758.
- [4] R. F. Daulay and M. Nuruddin, “Analisis K3 di Bengkel Dwi Jaya Motor dengan menggunakan metode HIRA terintegrasi metode FTA,” *JUSTI (J. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 2, no. 4, p. 571, 2022, doi: 10.30587/justicb.v2i4.4246.
- [5] O. O. Kurniawan and F. Yuamita, “Analisis K3 di Pabrik Soun ACDC Kroya menggunakan metode HIRA dan pengendalian aktivitas tinggi,” *J. Ilm. Research and Development Student*, vol. 2, no. 2, pp. 180-193, 2024, doi: 10.59024/jis.v2i2.775.
- [6] N. R. Sutriyono Putri et al., “Risk mitigation of workplace accidents in oil palm plantations using the HIRADC and FTA approaches (case study: PT. XYZ),” *J. Appl. Sci., Manag. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 42-56, 2025, doi: 10.31284/j.jasmet.2025.v6i1.7057.
- [7] S. Bastuti, “Analisis risiko kecelakaan kerja dengan metode FMEA dan FTA untuk menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja (PT. Berkah Mirza Insani),” *Teknologi: J. Ilm. dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, p. 48, 2020, doi: 10.32493/teknologi.v2i1.3909.
- [8] W. Afnella and T. N. Utami, “Analisis risiko kecelakaan kerja metode HIRA (hazard identification and risk assessment) di PT. X,” *PREPOTIF J. Kesehat. Masy.*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.31004/prepotif.v5i2.2187.
- [9] Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta, Indonesia: Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2012.
- [10] A. Mawardani and C. K. Herbawani, “Analisa penerapan HIRADC di tempat kerja sebagai upaya pengendalian risiko: A literature review,” *PREPOTIF J. Kesehat. Masy.*, vol. 6, no. 1, pp. 316-322, 2022, doi: 10.31004/prepotif.v6i1.2941.