

**JURNAL TEKNIK INDUSTRI
MANAJEMEN DAN MANUFAKTUR
JURNAL TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PROKLAMASI 45**
<https://ejournal.up45.ac.id/index.php/jtim>

**Analisis bahaya dan penilaian risiko kerja menggunakan metode
HIRARC di area produksi PT. Kurnia Luwuk Sejati**

Krisna Chandra, Enda Apriani, Mutiara Dicinta

Teknik Industri Universitas Proklamasi 45

Email : crisnacandra01@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting dalam industri pengolahan kelapa sawit karena tingginya potensi bahaya pada area produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko kerja, serta menentukan prioritas pengendalian risiko di area produksi PT. Kurnia Luwuk Sejati menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penilaian risiko dengan metode HIRARC menunjukkan bahwa pada stasiun *Sterilizer, Tippler, dan Boiler* terdapat risiko dengan kategori sedang hingga tinggi, dengan nilai risk level berkisar antara 5–12 dengan risiko tertinggi berada pada stasiun Tippler (10) dan Boiler (12). Analisis lanjutan menggunakan FMEA menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada stasiun *sterilizer* (RPN 350), stasiun *tippler* (RPN 180) dan *boiler* (RPN 252). Rekomendasi pengendalian risiko meliputi rekayasa teknik, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) secara konsisten untuk menurunkan tingkat risiko kerja.

Kata Kunci: K3, HIRARC, FMEA, Risk Level, RPN.

ABSTRACT

Occupational Health and Safety (OHS) is a crucial aspect in the palm oil processing industry due to the high potential hazards present in the production area. This study aims to identify potential hazards, assess occupational risk levels, and determine risk control priorities in the production area of PT. Kurnia Luwuk Sejati using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) method and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). This research employed a quantitative descriptive approach with data collected through observation, interviews, and documentation. The HIRARC results indicate that the Sterilizer, Tippler, and Boiler stations have risks classified as medium to high, with risk level values ranging from 5 to 12. The highest risks were found at the Tippler station (risk level 10) and the Boiler station (risk level 12). Further analysis using FMEA shows that the highest Risk Priority Number (RPN) values were identified at the Sterilizer station (RPN 350), the Tippler station (RPN 180), and the Boiler station (RPN 252). The recommended risk control measures include engineering controls,

administrative controls, and consistent use of personal protective equipment (PPE) to reduce occupational risk levels.

Keywords: Occupational Safety, HIRARC, Risk Level, FMEA, RPN.

Diterima Redaksi:
26 April 2026

Selesai Revisi:
28 April 2026

Diterbitkan Online:
01 Mei 2026

1. PENDAHULUAN

1.1. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan suatu disiplin ilmu yang bertujuan untuk melindungi keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja dalam lingkungan kerja. K3 melibatkan langkah-langkah pencegahan dan perlindungan yang dirancang untuk mengurangi risiko insiden, penyakit, dan cedera yang dapat terjadi di tempat kerja (Rusnita & Rachman, 2025). Penerapan K3 yang baik bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan produktif (laenoh dkk, 2023). (Hasanah et al., 2024) menegaskan penerapan program K3 berpengaruh signifikan terhadap kinerja dan produktivitas pekerja pada proyek konstruksi. penerapan sistem K3 perlu dilakukan secara menyeluruh mulai dari tahap identifikasi bahaya, penilaian risiko, hingga pengendalian risiko agar tercipta budaya kerja yang aman.

1.2. Metode HIRARC dan FMEA

Sebagai upaya mengendalikan risiko kerja, diperlukan suatu metode yang sistematis untuk mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko yang ada. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) karena mampu memberikan hasil analisis yang objektif dan terukur untuk menentukan prioritas pengendalian risiko (Ramadhanti et al., 2023). Selain HIRARC, metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) juga digunakan sebagai pendekatan lanjutan untuk menganalisis potensi kegagalan pada mesin atau proses kerja. Metode FMEA berfokus pada identifikasi mode kegagalan serta penentuan prioritas perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN), yang diperoleh dari parameter *severity, occurrence, dan detection*, (Hendro & Apsari, 2023). Kombinasi metode HIRARC dan FMEA memungkinkan analisis risiko yang lebih komprehensif metode HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko potensi bahaya, sedangkan metode FMEA digunakan untuk menentukan urutan prioritas penanganan kecelakaan kerja berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) (Firdaus et al., 2023)).

1.3. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan metode HIRARC efektif dalam menurunkan tingkat risiko kerja di berbagai sektor industri. Penelitian oleh Lalenoh et al., (2023) menunjukkan bahwa penerapan HIRARC mampu menurunkan risiko kerja hingga 30% setelah dilakukan pengendalian. Selain itu, penelitian Mukti et al., (2023) pada industri kelapa sawit menemukan bahwa stasiun boiler memiliki tingkat risiko tertinggi akibat paparan panas dan tekanan tinggi.

1.4. Tujuan dan Kebaruan Penelitian

PT. Kurnia Luwuk Sejati merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kelapa sawit dengan aktivitas produksi yang melibatkan berbagai mesin utama seperti *sterilizer, tippler, dan boiler*. Proses produksi yang kompleks dan berkelanjutan menyebabkan tingginya potensi bahaya, seperti risiko terjepit mesin, terpeleset, paparan panas, serta kebisingan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditemukan beberapa kejadian kecelakaan kerja seperti semburan uap pada *sterilizer*, terpentalnya komponen pada *tippler*, serta semburan api pada *boiler*. Kondisi ini menunjukkan perlunya analisis risiko yang sistematis untuk meningkatkan keselamatan kerja di area produksi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko kerja, serta menentukan prioritas pengendalian risiko di area produksi PT. Kurnia Luwuk Sejati menggunakan metode HIRARC dan FMEA. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi pengendalian risiko yang efektif guna meminimalkan kecelakaan kerja dan meningkatkan penerapan K3 di lingkungan industri. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada identifikasi bahaya dan penilaian risiko kerja, tetapi juga menawarkan kontribusi kebaruan melalui pendekatan integratif yang menggabungkan metode HIRARC dan FMEA dalam satu kerangka analisis yang

sistematis dan berurutan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menerapkan kedua metode tersebut secara terpisah atau parsial, penelitian ini mengintegrasikan hasil penilaian risiko dari HIRARC sebagai dasar dalam penentuan prioritas kegagalan menggunakan FMEA. Selain itu, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan analisis risiko secara simultan pada tiga stasiun kerja utama (*sterilizer*, *tippler*, dan *boiler*) dalam satu sistem produksi yang saling terhubung, sehingga mampu mengidentifikasi pola risiko yang lebih kompleks dan interdependen. Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya menghasilkan pemetaan risiko, tetapi juga memberikan prioritas pengendalian yang lebih terarah dan aplikatif dalam konteks industri pengolahan kelapa sawit. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dan metodologis dalam pengembangan analisis risiko terintegrasi berbasis HIRARC dan FMEA untuk meningkatkan efektivitas sistem manajemen K3 di industri.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko kerja, serta menentukan prioritas pengendalian risiko di area produksi. Metode yang digunakan adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) serta *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) sebagai analisis lanjutan untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Penelitian dilakukan di area produksi PT. Kurnia Luwuk Sejati yang berlokasi di Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, dengan waktu pelaksanaan selama dua minggu.

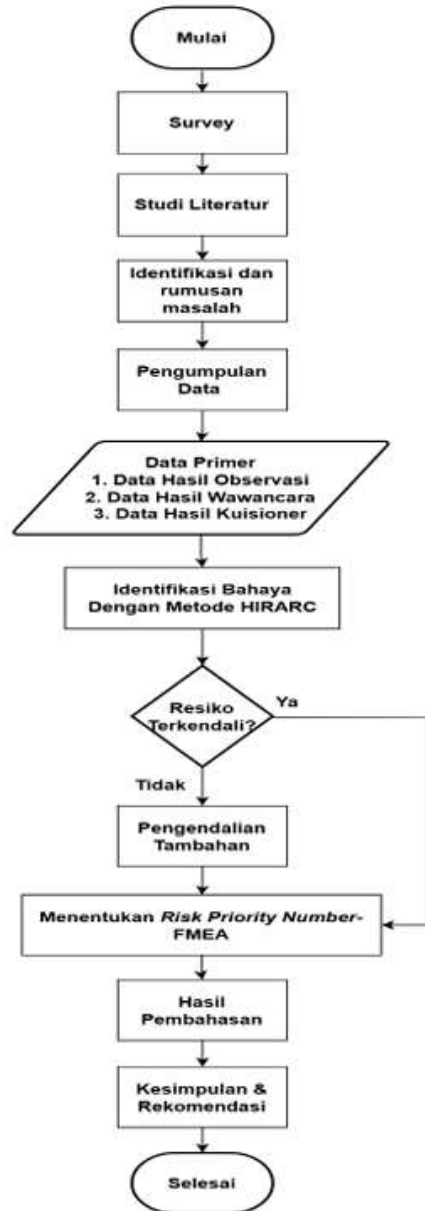
Objek penelitian difokuskan pada mesin-mesin utama dalam proses produksi *Crude Palm Oil* (CPO), yaitu stasiun *sterilizer*, *tippler*, dan *boiler*. Ketiga stasiun tersebut dipilih karena memiliki tingkat risiko kerja yang tinggi, terutama terkait bahaya mekanik, panas, dan tekanan uap yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan terhadap 4 responden yang terdiri dari operator pada masing-masing stasiun dan kepala stasiun. Kuesioner disebarakan kepada 3 operator yang bekerja langsung pada stasiun *sterilizer*, *tippler*, dan *boiler* untuk menilai tingkat risiko kerja berdasarkan parameter HIRARC dan FMEA.

Penilaian risiko menggunakan metode HIRARC dilakukan dengan dua parameter utama, yaitu *likelihood* dan *severity* dengan skala penilaian 1–5. Nilai risk level diperoleh dari perkalian antara *likelihood* dan *severity* ($\text{Risk Level} = L \times S$), kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Analisis lanjutan menggunakan metode FMEA dilakukan dengan menilai parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection* dengan skala 1–10. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) dihitung menggunakan rumus $\text{RPN} = S \times O \times D$. Kategori risiko berdasarkan nilai RPN dibagi menjadi tiga tingkat, yaitu RPN 1–250 (rendah), 251–500 (sedang), dan >500 (tinggi).

Analisis data dilakukan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) yang meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan pengendalian risiko. Penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) untuk menentukan nilai risk level. Selanjutnya, dilakukan analisis lanjutan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dari parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam menyusun rekomendasi pengendalian risiko guna meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di area produksi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di area produksi PT. Kurnia Luwuk Sejati, diperoleh identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta analisis menggunakan metode HIRARC dan FMEA selanjutnya disajikan dan dibahas secara sistematis untuk menggambarkan kondisi keselamatan dan kesehatan kerja di area produksi.

3.1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya adalah proses mengenali potensi yang dapat menyebabkan cedera, kerusakan, atau gangguan kesehatan Mastam et al., (2024). Dalam praktiknya, hasil identifikasi bahaya digunakan sebagai dasar untuk melakukan pengendalian risiko kerja agar aktivitas produksi dapat berlangsung aman dan efisien (Hidayat & Nuruddin, 2022).

Tabel 1 Identifikasi Bahaya pada Stasiun Sterilizer

Stasiun Kerja	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko
Sterilizer	Proses <i>Sterilisasi</i>	Paparan uap panas bertekanan tinggi, kebisingan	Luka bakar, gangguan pendengaran
	Pembukaan Pintu	Tekanan belum turun, semburan uap	Luka bakar berat/fatal
	Penutupan Pintu	Terjepit pintu	Cedera tangan/tubuh
	Area <i>Sterilizer</i>	Kontak permukaan bersuhu tinggi	Luka bakar
	Buka tutup <i>valve</i>	<i>Safety valve/pressure control</i> tidak berfungsi	Ledakan bejana tekan (fatal)

Stasiun *Sterilizer* merupakan salah satu peralatan utama dalam proses produksi CPO yang berfungsi untuk merebus Tandan Buah Segar (TBS) menggunakan uap bertekanan tinggi. Berdasarkan hasil observasi lapangan, aktivitas kerja pada mesin *sterilizer* meliputi pengisian TBS, proses sterilisasi dengan steam, pembukaan dan penutupan pintu *sterilizer*, serta pengeluaran TBS setelah perebusan. Aktivitas tersebut memiliki dampak potensi bahaya yang cukup tinggi.

Hasil identifikasi bahaya pada Tabel 1 PT. Kurnia Luwuk Sejati pada stasiun *sterilizer*, potensi bahaya utama berasal dari paparan uap panas bertekanan tinggi, kontak dengan permukaan bersuhu tinggi, serta risiko ledakan akibat kegagalan sistem tekanan. Bahaya ini tergolong dalam kategori *high energy hazard* yang dapat menyebabkan cedera serius hingga fatal. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Ilmi, (2025) yang menyatakan bahwa proses pengolahan kelapa sawit didominasi oleh aktivitas bersuhu tinggi dan tekanan tinggi yang menjadi sumber utama kecelakaan kerja di stasiun *sterilizer*. Selain itu, penelitian tersebut juga menegaskan bahwa paparan panas dan ruang kerja terbatas meningkatkan risiko kecelakaan jika tidak diimbangi dengan sistem pengendalian yang baik. Risiko mekanik juga ditemukan pada saat proses buka-tutup pintu sterilizer, yang dapat menyebabkan cedera terjepit pintu. Apabila sistem pengaman seperti *safety valve* atau *pressure control* tidak berfungsi dengan baik, terdapat potensi terjadinya kegagalan bejana tekan yang dapat berakibat fatal.

Tabel 2 Identifikasi Bahaya pada Stasiun Tippler

Stasiun Kerja	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko
Tippler	Memasukkan / mengeluarkan lori	Besi pendorong terpental	Cedera serius hingga fatal
	Operasi tippler (mekanik & hidrolik)	Kegagalan sistem hidrolik	Cedera, <i>downtime</i>
	Penarikan lori	Putusnya sling penarik	Cedera serius, kerusakan alat
	Pengoperasian lori	Rel patah, pekerja berada di zona bahaya	Lori tergelincir, tertabrak/terjepit
	Area kerja sekitar tippler	Lantai basah, licin, dan kebisingan	Terpeleset dan jatuh, gangguan pendengaran

Stasiun Tippler merupakan salah satu bagian penting dalam proses produksi CPO yang berfungsi untuk menggulingkan lori berisi Tandan Buah Segar (TBS) yang telah melalui proses sterilisasi menuju stasiun *thresher*. Mesin tippler bekerja dengan sistem mekanik dan hidrolik yang mengangkat serta memiringkan lori sehingga TBS jatuh ke jalur proses berikutnya.

Bahaya yang teridentifikasi pada stasiun *tippler* bisa dilihat pada Tabel 2, pada stasiun *tippler*, potensi bahaya didominasi oleh faktor mekanik seperti terpentalnya besi pendorong, putusnya sling, serta kegagalan sistem hidrolik. Hal ini menunjukkan bahwa risiko kecelakaan lebih banyak disebabkan oleh interaksi langsung antara pekerja dengan mesin. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Salam et al., (2025) yang menemukan bahwa sebagian besar potensi kecelakaan kerja berasal dari aktivitas mekanik dan kesalahan operasional pada mesin, terutama akibat kurangnya pengamanan alat dan rendahnya kepatuhan terhadap prosedur kerja. Secara keseluruhan, hasil identifikasi bahaya menunjukkan bahwa stasiun tippler memiliki kombinasi bahaya mekanik, termal, fisik, dan faktor manusia yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Dengan demikian, faktor manusia (*human error*) dan kondisi alat menjadi penyebab dominan dalam risiko kecelakaan di stasiun ini.

Tabel 3 Identifikasi Bahaya pada Stasiun Tippler

Stasiun Kerja	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko
<i>Boiler</i>	Operasi <i>boiler</i> (tekanan & suhu)	Kegagalan sistem tekanan	Ledakan <i>boiler</i> (fatal)

Pengontrolan level air	Level air tidak terkontrol	Kerusakan <i>boiler</i> , ledakan
Sistem pengaman <i>boiler</i>	<i>Safety valve</i> tidak berfungsi	Ledakan, cedera fatal
Area <i>boiler</i>	Paparan panas ekstrem, kebisingan	Luka bakar, gangguan pendengaran
Pipa dan distribusi uap	Kebocoran pipa steam	Semburan uap, luka bakar berat
Penanganan bahan bakar	Penumpukan fiber & cangkang	kebakaran

Boiler merupakan unit utilitas vital dalam proses produksi CPO yang berfungsi menghasilkan uap sebagai sumber energi utama bagi *sterilizer*, *digester*, dan proses lainnya. Aktivitas kerja pada mesin boiler meliputi pengoperasian sistem pembakaran, pengaturan tekanan dan suhu, pengisian bahan bakar berupa fiber dan cangkang, proses *blowdown*, serta inspeksi dan perawatan rutin.

Boiler memiliki tingkat potensi bahaya paling tinggi dibandingkan mesin lainnya. Potensi bahaya yang teridentifikasi tergolong paling kompleks dan berisiko tinggi, meliputi ledakan akibat tekanan berlebih, kebocoran pipa uap, paparan panas ekstrem, serta potensi kebakaran dari bahan bakar. Hasil ini konsisten dengan penelitian Sulaiman et al., (2025) yang menyebutkan bahwa unit *boiler* dan sistem tekanan tinggi memiliki kategori risiko sangat tinggi karena melibatkan kombinasi suhu ekstrem, tekanan tinggi, dan potensi kebocoran gas atau uap. Risiko pada stasiun boiler tidak hanya berdampak pada pekerja, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan sistem secara luas.

Secara umum, hasil identifikasi bahaya dalam penelitian ini juga memperkuat temuan Ihsan et al., (2025) yang menyatakan bahwa industri pengolahan CPO memiliki potensi bahaya yang tinggi pada setiap tahapan produksi, mulai dari proses awal hingga akhir, dengan sumber bahaya utama berasal dari mesin, lingkungan kerja, dan perilaku pekerja. Selain itu, studi literatur Rahman et al., (2025) menegaskan bahwa bahaya di industri kelapa sawit umumnya meliputi lantai licin, paparan uap panas, serta penggunaan mesin tanpa pengaman yang memadai.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil penelitian ini menunjukkan kesamaan pola bahwa bahaya termal (panas & uap) dominan di *sterilizer* dan *boiler*, bahaya mekanik dominan di tippler, serat faktor manusia dan lingkungan kerja memperparah risiko. Namun demikian, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dengan menunjukkan bahwa pada PT. Kurnia Luwuk Sejati terdapat kombinasi risiko yang terjadi secara simultan dalam satu area kerja, sehingga berpotensi meningkatkan tingkat keparahan kecelakaan jika tidak dikendalikan secara sistematis. Dengan demikian, identifikasi bahaya yang telah dilakukan tidak hanya menggambarkan kondisi aktual di lapangan, tetapi juga memperkuat bukti empiris dari penelitian sebelumnya bahwa industri kelapa sawit merupakan sektor dengan tingkat risiko tinggi, sehingga memerlukan penerapan sistem manajemen K3 yang terintegrasi dan berkelanjutan.

3.2. Penilaian Risiko

Hasil penilaian risiko berdasarkan metode HIRARC disajikan pada masing-masing tabel stasiun kerja di PT. Kurnia Luwuk Sejati yang menunjukkan nilai *likelihood*, *severity*, serta tingkat risiko (*risk level*) dari setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi.

Tabel 4 Penilaian Risiko pada stasiun kerja *Sterilizer*

Stasiun Kerja	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko	L	S	Risk Level	Kategori
<i>Sterilizer</i>	Proses Sterilisasi TBS	Paparan uap panas (<i>steam</i>)	Luka bakar serius	1	4	4	Rendah
	Pembukaan pintu sterilizer	Semburan <i>steam</i> bertekanan	Luka bakar	2	4	8	Tinggi
	Operasi di sekitar <i>sterilizer</i>	Kontak permukaan panas	Luka bakar	3	3	9	Sedang
	Buka tutup pintu <i>sterilizer</i>	Terjepit pintu	Cedera serius	2	4	8	Tinggi
	Operasi <i>valve</i> dan <i>steam</i>	kebisingan	Gangguan pendengaran	5	1	5	Sedang
	Operasi <i>valve</i> dan <i>steam</i>	Salah buka tutup <i>safety valve</i>	Fatal/ledakan besar	1	5	5	Tinggi

Hasil penilaian risiko pada Tabel 4 dilakukan setelah proses identifikasi bahaya pada stasiun sterilizer. Metode yang digunakan adalah HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dengan menilai tingkat risiko berdasarkan dua parameter utama, yaitu *Likelihood*

(kemungkinan terjadinya bahaya) dan *Severity* (tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada stasiun kerja *sterilizer* terdapat beberapa potensi bahaya utama seperti paparan uap panas (*steam*), semburan steam bertekanan, kontak dengan permukaan panas, serta risiko terjepit pintu *sterilizer*. Dampak yang ditimbulkan didominasi oleh luka bakar hingga cedera serius, dengan tingkat risiko bervariasi dari rendah hingga tinggi. Aktivitas dengan risiko tertinggi ditemukan pada proses pembukaan pintu *sterilizer* dan interaksi langsung dengan steam bertekanan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Dewiyana et al., (2024) yang menyatakan bahwa proses *sterilization* TBS dan pembukaan pintu *sterilizer* merupakan aktivitas dengan tingkat risiko tertinggi dibandingkan proses lainnya. Risiko tersebut terutama disebabkan oleh paparan uap panas bertekanan tinggi yang dapat menyebabkan luka bakar serius dan kecelakaan kerja jika tidak dikendalikan dengan baik.

Tabel 5 Penilaian Risiko pada stasiun kerja *Tippler*

Stasiun Kerja	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko	L	S	Risk Level	Kategori
<i>Tippler</i>	Proses memasukkan / mengeluarkan lori	Terpental besi pendorong	Cedera serius / patah tulang	1	5	5	Tinggi
	Memasukkan / mengeluarkan lori	Putusnya sling penarik	Cedera serius / patah tulang	2	4	8	Tinggi
	Operasi mesin	Terjepit bagian bergerak	Cedera serius	2	5	10	Tinggi
	Operasi hidrolik	Kebocoran oli hidrolik	Terpleset	2	4	8	Tinggi
	Area kerja <i>tippler</i>	Pekerja berada di zona bahaya	Tertabrak / terjepit	2	5	10	Tinggi

Hasil penilaian risiko pada Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh aktivitas memiliki kategori risiko tinggi, dengan nilai *risk level* berkisar antara 5 hingga 10. Potensi bahaya utama meliputi terpentalnya besi pendorong, putusnya sling penarik, terjepit bagian mesin yang bergerak, kebocoran oli hidrolik, serta pekerja yang berada di zona bahaya. Dampak risiko yang ditimbulkan didominasi oleh cedera serius hingga patah tulang, bahkan potensi kecelakaan fatal.

Aktivitas memasukkan dan mengeluarkan lori memiliki potensi bahaya berupa terpentalnya besi pendorong dan putusnya sling penarik, yang dapat menyebabkan cedera serius hingga patah tulang. Potensi bahaya terpental besi pendorong pernah terjadi 1 kali yg mengakibatkan pekerja patah tulang rahang. Risiko tinggi juga ditemukan pada operasi mesin *tippler*, terutama terkait bahaya terjepit bagian mesin yang bergerak, serta pada operasi hidrolik yang berpotensi mengalami kebocoran oli. Selain itu, keberadaan pekerja di zona bahaya area *tippler* meningkatkan risiko terjepit lori selama mesin beroperasi.

Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya, Satriatama, (2025) melaporkan bahwa aktivitas industri berbasis mesin cenderung menunjukkan tingkat risiko tinggi hingga sangat tinggi karena bahaya mekanis dan proses penanganan material, yang memperkuat efektivitas HIRARC dalam mengidentifikasi risiko di tempat kerja secara sistematis. Secara keseluruhan, hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa Stasiun Tippler merupakan salah satu stasiun dengan tingkat risiko tinggi dalam proses produksi CPO, sehingga memerlukan penerapan pengendalian risiko yang ketat dan berlapis.

Tabel 6 Penilaian Risiko pada stasiun kerja *Boiler*

Stasiun Kerja	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak Risiko	L	S	Risk Level	Kategori
<i>Boiler</i>	Operasi <i>boiler</i>	Water pump rusak	Ledakan <i>boiler</i> / kerusakan besar	1	5	5	Tinggi
	Distribusi uap	Kebocoran pipa steam	Luka bakar fatal	2	4	8	Tinggi
	Operasi boiler	Paparan panas ekstrem	Luka bakar serius	3	4	12	Tinggi
	Area boiler	Kebisingan tinggi	Gangguan pendengaran	5	1	5	Sedang
	Penanganan bahan bakar	Operator lalai dalam mengendalikan suplay	Risiko kebakaran	1	5	5	Tinggi

Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode HIRARC pada Tabel 6 menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas kerja termasuk dalam kategori risiko tinggi, dengan tingkat risiko berkisar antara 5 hingga 12, sedangkan satu aktivitas (paparan kebisingan) diklasifikasikan sebagai risiko sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa pengoperasian boiler menghadirkan bahaya kerja yang signifikan, terutama yang terkait dengan suhu tinggi, sistem tekanan tinggi, dan proses penanganan bahan bakar.

Aktivitas operasi boiler memiliki potensi bahaya berupa water pump rusak dengan dampak ledakan boiler/kerusakan besar, sehingga dikategorikan sebagai risiko tinggi meskipun kemungkinan kejadiannya relatif rendah. Aktivitas distribusi uap juga menunjukkan risiko tinggi akibat potensi kebocoran pipa steam yang dapat menyebabkan luka bakar fatal. Paparan panas ekstrem selama operasi boiler memiliki nilai risiko tinggi karena dampak yang ditimbulkan berupa luka bakar serius. Potensi bahaya ini pernah terjadi 1 kali di mana pekerja terkena semburan panas dari area boiler yg menyebabkan luka bakar serius. sedangkan aktivitas di area boiler dengan potensi kebisingan tinggi dikategorikan sebagai risiko sedang karena dampaknya cenderung bersifat jangka panjang.

Temuan ini didukung oleh penelitian Sulaiman et al., (2025) yang melaporkan bahwa boiler dan sistem bertekanan tinggi dikaitkan dengan tingkat risiko yang sangat tinggi karena paparan termal, bahaya tekanan, dan potensi kebocoran. Studi tersebut menekankan bahwa pemeliharaan dan pemantauan yang tidak memadai secara signifikan meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Secara keseluruhan, hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa mesin boiler merupakan stasiun dengan risiko keselamatan kerja yang tinggi, sehingga memerlukan pengendalian risiko yang komprehensif dan berkelanjutan.

3.3. Rekomendasi Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian, yang memprioritaskan langkah-langkah mulai dari eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan terakhir penggunaan alat pelindung diri (APD), untuk secara efektif mengurangi atau meminimalkan risiko yang teridentifikasi di tempat kerja.

Tabel 7 Rekomendasi Pengendalian Risiko pada Stasiun Kerja Sterilizer

Aktivitas kerja	Potensi bahaya	Kategori risiko	Eliminasi	substitusi	Rekayasa teknik	administrasi	APD	Target penurunan risiko
Proses sterilisasi TBS	Paparan uap panas (Steam)	Rendah	-	-	Sistem sterilizer tertutup	SOP operasi normal	Sarungan tangan tahan panas	Risiko diturunkan dari sedang ke rendah melalui pengendalian teknis dan kepatuhan SOP
Pembukaan pintu sterilizer	Semburan steam bertekanan	Tinggi	-	-	Interlock pintu, alarm tekanan	SOP pembukaan pintu, izin kerja	Face shield, sarung tangan tahan panas, wearpack	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang / rendah dengan interlock dan alarm tekanan
Operasi di sekitar sterilizer	Kontak permukaan panas	Sedang	-	-	Isolasi panas pada pipa & bodi	Rambu bahaya panas	Sarung tangan, pakaian kerja	Risiko diturunkan dari sedang menjadi rendah melalui isolasi panas dan rambu peringatan
Buka tutup pintu sterilizer	Terjepit pintu	Tinggi	-	-	-	SOP buka tutup, pelatihan operator	Sarung tangan kerja	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang melalui SOP dan pelatihan operator
Operasi valve dan steam	Kebisingan sedang	Sedang	-	-	-	Pembatasan waktu kerja	Ear plug	Risiko dipertahankan sedang melalui

Operasi <i>valve</i> dan steam	Salah buka tutup <i>safety valve</i>	Tinggi	-	<i>Safety valve</i> otomatis & pressure control	-	SOP <i>valve, checklist</i> operasi	Helm keselamatan	pembatasan waktu kerja dan APD Risiko diturunkan dari tinggi menjadi rendah melalui <i>safety valve</i> otomatis dan <i>checklist</i>
--------------------------------	--------------------------------------	--------	---	---	---	-------------------------------------	------------------	--

Berdasarkan hasil pengendalian risiko pada Tabel 7 menggunakan pendekatan hirarki pengendalian, ditetapkan target penurunan risiko untuk setiap aktivitas kerja pada Stasiun *Sterilizer*. Penetapan target ini bertujuan untuk memastikan bahwa risiko yang awalnya berada pada kategori tinggi atau sedang dapat dikendalikan hingga mencapai tingkat yang dapat diterima (*acceptable risk*).

Pada proses sterilisasi TBS, risiko paparan uap panas tergolong rendah dan dipertahankan melalui sistem *sterilizer* tertutup serta kepatuhan SOP. Pengendalian teknis yang ada dinilai efektif mencegah paparan langsung. Pembukaan pintu sterilizer memiliki risiko tinggi akibat semburan uap bertekanan. Dengan interlock, alarm tekanan, SOP pembukaan pintu, dan izin kerja, risiko ditargetkan turun menjadi sedang hingga rendah. Aktivitas di sekitar *sterilizer* awalnya berisiko sedang karena potensi kontak dengan permukaan panas. Risiko ini ditekan menjadi rendah melalui isolasi panas, rambu peringatan, dan penggunaan APD.

Buka tutup pintu *sterilizer* juga berisiko tinggi karena potensi terjepit, namun dapat diturunkan menjadi sedang melalui peningkatan kepatuhan SOP dan pelatihan operator. Operasi *valve* dan *steam* yang menimbulkan kebisingan memiliki risiko sedang dan dipertahankan pada level tersebut melalui pembatasan waktu kerja serta penggunaan APD seperti *ear plug*. Pada operasi *valve* dan steam terkait *safety valve*, risiko salah pengoperasian tergolong tinggi. Dengan penerapan *safety valve* otomatis, kontrol tekanan, dan checklist operasional, risiko ditargetkan turun menjadi sedang hingga rendah. Secara keseluruhan, kombinasi pengendalian teknis, administratif, dan APD efektif menurunkan risiko.

Tabel 8 Rekomendasi Pengendalian Risiko pada Stasiun Kerja *Tipler*

Aktivitas kerja	Potensi bahaya	Kategori risiko	Eliminasi	substitusi	Rekayasa teknik	administrasi	APD	Target penurunan risiko
Proses memasukkan / mengeluarkan lori	Terpental besi pendorong	Tinggi	-	-	Pelindung mekanik besi pendorong	SOP jarak aman, briefing awal kerja	Helm, sepatu safety	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang
Memasukkan / mengeluarkan lori	Putusnya sling penarik	Tinggi	-	Ganti sling aus	Pembatas beban tarik	Inspeksi sling sebelum operasi	Helm, sarung tangan	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi rendah
Operasi mesin	Terjepit bagian bergerak	Tinggi	-	-	<i>Guarding</i> bagian bergerak	SOP <i>lock-out / tag-out</i>	Sarung tangan kerja	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang
Operasi hidrolik	Kebocoran oli hidrolik	tinggi	-	-	Tray penampung oli	Housekeeping rutin	Sepatu anti slip	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi rendah
Area kerja <i>tippler</i>	Pekerja di zona bahaya	Tinggi	-	-	Marka zona bahaya	Pengawasan operator	Helm keselamatan	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang

Pengendalian risiko pada mesin *tippler* (Tabel 8) didasarkan pada metode HIRARC. Seluruh aktivitas awalnya berisiko tinggi, sehingga pengendalian difokuskan pada rekayasa teknik dan administratif, dengan APD sebagai lapisan terakhir. Risiko tinggi dipicu oleh beban berat, sistem hidrolik, dan pergerakan mekanis. Target pengendalian tidak menghilangkan risiko sepenuhnya, tetapi menurunkannya ke tingkat yang dapat diterima sesuai kondisi alat dan praktik kerja.

Pada aktivitas keluar-masuk lori, risiko seperti terpentalnya besi pendorong dan putusnya sling dikendalikan melalui pelindung mekanik, penggantian sling, dan pembatasan beban. Risiko terjepit saat operasi dikurangi dengan pemasangan *guarding* dan penerapan *lock-out/tag-out*. Kebocoran oli hidrolik

dikendalikan dengan tray penampung dan housekeeping untuk mencegah lantai licin. Risiko pekerja masuk zona bahaya diminimalkan melalui penandaan area dan pengawasan operator.

Secara keseluruhan, pengendalian yang sederhana dan aplikatif ini efektif menurunkan risiko dari kategori tinggi menjadi tingkat yang lebih aman dan terkendali.

Tabel 9 Rekomendasi Pengendalian Risiko pada Stasiun *Boiler*

Aktivitas kerja	Potensi bahaya	Kategori risiko	Eliminasi	substitusi	Rekayasa teknik	administrasi	APD	Target penurunan risiko
Operasi <i>boiler</i>	Ledakan <i>boiler</i>	Tinggi	-	-	<i>Safety valve, pressure control, alarm tekanan</i>	SOP operasi <i>boiler</i> , izin kerja	Helm, sarung tangan tahan panas	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi rendah
Distribusi uap	Kebocoran pipa steam	Tinggi	-	Ganti pipa tua	Isolasi pipa uap, pelindung panas	Inspeksi & maintenance berkala	Sarung tangan tahan panas	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi rendah
Operasi <i>boiler</i>	Paparan panas ekstrem	Tinggi	-	-	Isolasi panas, pelindung area panas	Pembatasan & waktu kerja	Pakaian tahan panas	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang
Area <i>boiler</i>	Kebisingan tinggi	Sedang	-	-	-	Rotasi kerja, pengukur kebisingan	<i>Ear plug</i>	Risiko dipertahankan sedang
Pegangan bahan bakar	Risiko kebakaran	Tinggi	-	-	Sistem proteksi kebakaran, APAR	SOP penangan bahan bakar	Helm, sepatu <i>safety</i>	Risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang

Pengendalian risiko di Stasiun Boiler (Tabel 9) berdasarkan metode HIRARC difokuskan pada rekayasa teknik dan administratif, dengan APD sebagai lapisan terakhir, karena sebagian besar aktivitas berisiko tinggi.

Hasil penilaian menunjukkan mayoritas aktivitas berada pada risiko tinggi dan sebagian sedang, sehingga ditetapkan target penurunan ke tingkat yang lebih dapat diterima. Pada operasi boiler, distribusi uap, dan penanganan bahan bakar, risiko diturunkan dari tinggi menjadi sedang melalui pengendalian teknis seperti *safety valve*, kontrol tekanan, isolasi panas, dan proteksi kebakaran, serta didukung SOP dan APD. Sementara itu, risiko kebisingan yang awalnya sedang dipertahankan pada level tersebut melalui rotasi kerja, pemantauan kebisingan, dan penggunaan *ear plug*.

3.4. Potensi Kegagalan

Hasil analisis menggunakan metode FMEA disajikan pada Tabel 3, yang menunjukkan nilai *severity, occurrence, detection*, serta *Risk Priority Number (RPN)* untuk menentukan prioritas penanganan risiko pada masing-masing stasiun kerja.

Tabel 10 Potensi Kegagalan pada Stasiun *Sterilizer*

Stasiun kerja	<i>Failure mode</i>	Potensi Bahaya	Penyebab	Dampak	S	O	D	RPN
<i>Sterilizer</i>	Tekanan <i>sterilizer</i> berlebih	Ledakan bejana	<i>Safety valve</i> gagal	Cedera fatal, kerusakan besar	10	2	6	120
	Rel lori patah	Semburan uap panas saat perbaikan	Keausan rel, beban lori	Luka bakar serius	7	5	10	350
	Kebocoran <i>packing door</i>	Paparan <i>steam</i> panas	Keausan atau kerusakan fisik <i>packing</i> , tekanan dan suhu ekstrem	Luka bakar serius	8	3	6	144
	Indikator tekanan tidak akurat	Salah pembacaan tekanan	Sensor rusak, kalibrasi buruk	Kesalahan operasi	10	1	9	90

Mekanisme pintu macet	Cedera mekanik	Kurang pelumasan	Cedera tangan / kaki	6	3	10	180
Safety valve macet	overpressure	Kurang maintenance	ledakan	10	1	10	100

Sterilizer adalah peralatan bertekanan untuk sterilisasi TBS dengan uap panas, yang memiliki potensi bahaya seperti paparan uap, *overpressure*, dan kegagalan mekanis. Untuk meminimalkan risiko, dilakukan analisis FMEA guna mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan prioritas pengendalian berdasarkan nilai RPN.

Berdasarkan klasifikasi risiko, hasil FMEA menunjukkan bahwa rel lori patah memiliki RPN 350 (kategori sedang) dan menjadi prioritas utama karena peluang kejadian cukup tinggi serta deteksi rendah, dengan dampak serius seperti luka bakar akibat uap panas. Sementara itu, kegagalan lain seperti pintu macet (RPN 180), kebocoran *packing door* (144), tekanan berlebih (120), *safety valve* macet (100), dan indikator tekanan tidak akurat (90) termasuk kategori rendah. Meski demikian, risiko tersebut tetap perlu dikendalikan karena tingkat keparahannya tinggi.

Secara keseluruhan, tidak terdapat risiko kategori tinggi pada sterilizer. Namun, risiko sedang dan risiko rendah dengan dampak serius tetap memerlukan pengendalian melalui perawatan rutin, inspeksi komponen kritis, dan peningkatan disiplin operator untuk menekan nilai RPN serta mencegah kecelakaan kerja.

Tabel 11 Potensi Kegagalan pada Stasiun *Tippler*

Stasiun kerja	Failure mode	Potensi Bahaya	Penyebab	Dampak	S	O	D	RPN
<i>Tippler</i>	Lori jatuh dari rel	Benturan keras	Pengunci aus, posisi tidak presisi, operator lalai	Downtime	5	3	9	135
	Sistem hidrolik <i>tippler</i> gagal	Lori terkunci	Kebocoran oli, tekanan tidak stabil	Gangguan operasional	7	2	10	140
	Rel patah	Lori terlepas atau jatuh	Beban lori, korosi	Produktivitas menurun	5	4	9	180
	Struktur <i>tippler</i> aus	Kegagalan mekanik	Umur alat	Kerusakan alat / kecelakaan	9	2	9	162
	Komunikasi operator buruk	Salah pengoperasian	Tidak ada isyarat kerja	Kecelakaan kerja	7	4	5	140
	Tombol <i>emergency stop</i> tidak bekerja	<i>Tippler</i> terus beroperasi	<i>E-stop</i> rusak / tidak diuji	Tidak bisa menghentikan <i>tippler</i>	9	2	5	90
	Putusnya sling penarik	Sabutan dari sling yang putus	Keausan sling, melebihi beban	Gangguan operasional, cedera	8	3	6	144

Tippler adalah alat mekanis untuk membalik lori yang melibatkan beban berat dan pergerakan mesin, sehingga berpotensi menimbulkan bahaya seperti kegagalan hidrolik, pengunci lori, dan kesalahan operasi. Untuk itu dilakukan analisis FMEA guna mengidentifikasi kegagalan, penyebab, dampak, serta menentukan prioritas pengendalian berdasarkan nilai RPN.

Hasil FMEA (Tabel) menunjukkan seluruh nilai RPN berada pada rentang 90–180, sehingga termasuk kategori risiko rendah. Namun, perbedaan nilai RPN tetap menunjukkan prioritas penanganan yang berbeda. Risiko tertinggi adalah rel patah (RPN 180) yang berpotensi menyebabkan lori jatuh dan mengganggu operasional, sehingga menjadi prioritas utama. Disusul struktur *tippler* aus (RPN 162) yang berisiko menyebabkan kerusakan alat, sehingga perlu inspeksi rutin. Kegagalan lain seperti sling putus (RPN 144), sistem hidrolik gagal dan komunikasi operator buruk (RPN 140), serta lori jatuh dari rel (RPN 135) tetap memerlukan pengendalian melalui perawatan, pengawasan, dan peningkatan prosedur kerja. Sementara itu, *emergency stop* tidak berfungsi (RPN 90) memiliki risiko terendah, namun tetap kritis karena berkaitan dengan kondisi darurat.

Tabel 12 Potensi Kegagalan pada Stasiun *Boiler*

Stasiun kerja	Failure mode	Potensi Bahaya	Penyebab	Dampak	S	O	D	RPN
<i>Boiler</i>	Tekanan <i>boiler</i> berlebih	Ledakan boiler	Safety valve gagal, operator lalai	Cedera fatal, kerusakan besar	10	1	4	40

<i>Water level</i> terlalu rendah	Pipa <i>overheating</i>	<i>Level gauge</i> rusak, pompa gagal	<i>Boiler</i> pecah, kebakaran	9	2	5	90
Kebocoran pipa uap	Paparan uap panas	Korosi, umur pipa	Luka bakar serius	8	4	5	160
<i>Burner</i> gagal mati	Kebakaran	Sensor rusak	Kebakaran area <i>boiler</i>	9	2	6	108
Panel listrik bermasalah	Sengatan listrik	Kabel terkelupas, lembab	Luka serius / kematian	8	4	5	160
<i>Burner</i> mati	Akumulasi bahan bakar	Kualitas bahan bakar buruk, sensor rusak	Ledakan saat <i>re-ignition</i>	7	6	6	252
<i>Safety valve</i> macet	<i>overpressure</i>	Kurang <i>maintenance</i>	Ledakan	10	1	8	80

Boiler merupakan peralatan utama yang bekerja pada tekanan dan suhu tinggi sehingga berisiko besar jika terjadi kegagalan, seperti kebakaran, ledakan, atau cedera serius. Oleh karena itu, dilakukan analisis FMEA untuk mengidentifikasi kegagalan, penyebab, dampak, serta menentukan tingkat risiko berdasarkan nilai RPN.

Berdasarkan hasil analisis Tabel 12 menunjukkan sebagian besar kegagalan memiliki RPN 40–160 dan termasuk kategori risiko rendah, seperti tekanan berlebih, level air rendah, kebocoran pipa, *burner* gagal mati, gangguan panel listrik, dan *safety valve* macet. Meski rendah, beberapa tetap berbahaya karena berpotensi menimbulkan luka serius atau ledakan. Satu kegagalan dengan risiko sedang adalah *burner* mati (RPN 252), yang menjadi prioritas utama karena dapat memicu ledakan saat *re-ignition* akibat akumulasi bahan bakar.

Secara keseluruhan, tidak terdapat risiko kategori tinggi. Namun, risiko sedang dan risiko rendah dengan dampak berat tetap memerlukan pengendalian melalui perawatan rutin, pemeriksaan sistem pengaman, dan peningkatan kompetensi operator guna mencegah kecelakaan kerja.

3.5. Prioritas Perbaikan

Prioritas perbaikan ditentukan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN), yang dihitung dari nilai gabungan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, sehingga risiko dengan RPN tertinggi mendapat prioritas untuk tindakan perbaikan.

Tabel 13 Prioritas Perbaikan pada Stasiun *Sterilizer*

<i>Failure Mode</i>	RPN Awal	Kategori Risiko	Rekomendasi Pengendalian	wewenang	Alasan Prioritas	Target Penurunan RPN	S	O	D
Rel lori patah	350	Sedang	Pergantian rel aus, pembatasan beban lori, inspeksi rel rutin	<i>Maintenance Manager & supervisor</i> mekanik	Tingkat frekuensi yang terjadi	140	7	2	10
Mekanisme pintu macet	180	Rendah	Pelumasan rutin, inspeksi mekanisme pintu, SOP buka tutup pintu	<i>Supervisor maintenance & operator sterilizer</i>	Tingkat frekuensi yang relatif terjadi	72	6	2	6
Kebocoran <i>sterilizer</i> berlebih	144	Rendah	Inspeksi packing berkala, pergantian packing door yang mulai aus / rusak	<i>Maintenance manager & HSE</i>	Paparan steam panan menyebabkan luka bakar serius	72	8	2	4
Tekanan <i>sterilizer</i> berlebih	120	Rendah	Pengujian <i>safety valve</i> , alarm tekanan, pengawasan SOP operator	HSE & <i>Supervisor</i> Produksi	Potensi ledakan dan cedera fatal	40	10	1	4
<i>Safety valve</i> macet	100	Rendah	Maintenance berkala, pengujian fungsi <i>safety valve</i>	<i>Maintenance manager & teknisi</i>	<i>Overpressure</i> dan potensi ledakan	50	10	1	5
Indikator tekanan tidak akurat	90	Rendah	Kalibrasi sensor tekanan berkala, pergantian sensor rusak	Teknisi <i>instrument & supervisor maintenance</i>	Kesalahan operasi pengoperasian <i>sterilizer</i>	36	9	1	4

Prioritas perbaikan stasiun *sterilizer* ditentukan berdasarkan analisis FMEA dengan mempertimbangkan nilai RPN dan potensi dampaknya. Meskipun seluruh kegagalan termasuk kategori

risiko rendah, kegagalan dengan RPN lebih tinggi dan berpotensi menimbulkan cedera serius tetap diprioritaskan untuk mencegah kecelakaan kerja.

Berdasarkan Tabel 13 hasil menunjukkan rel lori patah menjadi prioritas utama karena memiliki RPN tertinggi, frekuensi kejadian cukup sering, dan berisiko mengganggu operasional. Pengendalian dilakukan melalui penggantian rel, pembatasan beban, dan inspeksi rutin. Selanjutnya, pintu *sterilizer* macet dan kebocoran *packing door* juga diprioritaskan karena dapat menghambat proses dan menyebabkan paparan uap panas. Pengendalian dilakukan dengan pelumasan, inspeksi berkala, dan penggantian komponen. Kegagalan lain seperti tekanan berlebih, *safety valve* macet, dan indikator tidak akurat jarang terjadi, namun berdampak serius karena berpotensi memicu ledakan. Oleh karena itu, pengendalian difokuskan pada pengujian alat keselamatan, kalibrasi, dan penerapan SOP yang ketat.

Secara keseluruhan, penerapan pengendalian yang tepat diharapkan menurunkan nilai RPN, sehingga risiko kecelakaan dan gangguan operasional dapat diminimalkan serta meningkatkan keselamatan dan keandalan sistem.

Tabel 14 Prioritas Perbaikan pada Stasiun *Tippler*

<i>Failure Mode</i>	RPN Awal	Kategori Risiko	Rekomendasi Pengendalian	wewenang	Alasan Prioritas	Target Penurunan RPN	S	O	D
Rel patah	180	Rendah	Pergantian rel aus, pembatasan beban lori, inspeksi rel rutin	<i>Maintenance Manager & supervisor mekanik</i>	Lori terlepas / jatuh menyebabkan penurunan produktivitas	72	5	2	7
Struktur <i>tippler</i> aus	162	Rendah	Inspeksi struktur, pergantian komponen aus	<i>Maintenance manager</i>	Risiko kerusakan alat dan kecelakaan kerja	72	9	1	8
Sling penarik putus	144	Rendah	Inspeksi berkala, pergantian sling yang aus, pembatasan beban lori	<i>Maintenance manager</i> dan mekanik	Dapat menyebabkan kecelakaan kerja dan gangguan operasional	56	8	2	4
Sistem hidrolik <i>tippler</i> gagal	140	Rendah	Perawatan sistem hidrolik, pergantian seal & hose, monitoring tekanan	<i>Supervisor maintenance & teknisi hidrolik</i>	Gangguan operasional dan potensi kecelakaan	56	7	2	4
Komunikasi operator buruk	140	Rendah	SOP komunikasi kerj, pelatihan operator, rambu isyarat kerja	<i>Supervisor produksi & HSE</i>	Salah pengoperasian dan kecelakaan kerja	56	7	2	4
Lori jatuh dari rel	135	Rendah	Perbaikan sel, pengecekan posisi lori sebelum operasi	<i>Supervisor produksi & operator tippler</i>	<i>Downtime</i> dan benturan keras	54	5	2	5

Prioritas perbaikan stasiun *tippler* (Tabel 14) ditentukan berdasarkan nilai RPN dan potensi bahaya mekanik. Meskipun seluruh risiko tergolong rendah, kegagalan dengan potensi cedera serius tetap diprioritaskan.

Kegagalan rel patah menjadi prioritas utama karena berisiko menyebabkan lori jatuh dan mengganggu produksi, sehingga dikendalikan melalui penggantian rel, pembatasan beban, dan inspeksi rutin. Selanjutnya, sling putus, struktur aus, dan kegagalan hidrolik juga diprioritaskan karena dapat merusak alat dan meningkatkan risiko kecelakaan, dengan pengendalian berupa perawatan, penggantian komponen, dan monitoring. Faktor komunikasi operator turut diperhatikan karena dapat memicu kesalahan kerja, sehingga perlu SOP, pelatihan, dan standar komunikasi. Sementara itu, risiko seperti lori jatuh dan kegagalan emergency stop jarang terjadi namun tetap kritis, sehingga memerlukan pemeriksaan rutin dan perbaikan sistem pengaman.

Tabel 15 Prioritas Perbaikan pada Stasiun *Boiler*

<i>Failure Mode</i>	RPN Awal	Kategori Risiko	Rekomendasi Pengendalian	Alasan Prioritas	Target Penurunan RPN	S	O	D
Burner mati akumulasi bahan bakar	252	Sedang	Pemeriksaan <i>burner</i> , sensor api, SOP purge sebelum re-ignition	Potensi ledakan saat re-ignition	84	7	2	6
Kebocoran pipa uap	160	rendah	Inpeksi pipa uap dan pergantian pipa aus secara berkala	Luka bakar serius	80	8	2	5

Panel listrik bermasalah	160	Rendah	Perbaiki panel, isolasi kabel, inspeksi rutin	Sengatan listrik	80	8	2	5
Burner gagal mati	108	Rendah	Pemeriksaan sistem kontrol burner dan sensor otomatis	Risiko kebakaran	54	9	1	6
Water level terlalu rendah	90	Rendah	Pemeriksaan level air dan uji <i>low water level alarm</i>	Boiler pecah	45	9	1	5
Safety valve macet	80	Rendah	Pengujian dan pembersihan safety valve berkala	Overpressure	40	10	1	4
Tekanan boiler berlebih	40	Rendah	Monitoring tekanan dan pemeliharaan sistem kontrol tekanan	Risiko relatif terkendali	20	10	1	2

Prioritas perbaikan mesin boiler (Tabel 15) ditentukan berdasarkan nilai RPN dan tingkat keparahan dampak. Meskipun sebagian besar risiko tergolong rendah, kegagalan dengan potensi ledakan, kebakaran, atau cedera fatal tetap diprioritaskan.

Kegagalan utama adalah burner mati (RPN 252, risiko sedang) karena dapat menyebabkan akumulasi bahan bakar dan memicu ledakan saat re-ignition. Selanjutnya, kebocoran pipa uap dan gangguan panel listrik juga diprioritaskan meski berisiko rendah, karena berpotensi menimbulkan cedera serius. Risiko lain seperti burner gagal mati, level air rendah, safety valve macet, dan tekanan berlebih tergolong lebih terkendali, namun tetap memerlukan pemantauan dan perawatan rutin.

Secara keseluruhan, prioritas perbaikan difokuskan pada kegagalan paling kritis dengan mempertimbangkan RPN dan potensi dampak agar pengendalian risiko lebih efektif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan terkait analisis bahaya dan penilaian risiko kerja menggunakan metode HIRARC serta analisis lanjutan FMEA di area produksi PT. KLS, dapat disimpulkan bahwa potensi bahaya yang terdapat di area produksi cukup beragam, terutama pada mesin sterilizer, tippler, dan boiler. Jenis bahaya yang teridentifikasi meliputi bahaya fisik, mekanik, termal, kebisingan, serta faktor manusia (*human error*) yang berpotensi menimbulkan cedera ringan hingga kecelakaan fatal apabila tidak dikelola secara optimal.

Kegagalan operasional masih berpotensi terjadi karena karakteristik proses produksi yang melibatkan tekanan tinggi, suhu ekstrem, serta beban kerja yang kontinu. Kondisi ini menyebabkan risiko kegagalan tetap ada meskipun telah diterapkan pengendalian dasar. Nilai Risk Priority Number (RPN) yang relatif tinggi pada beberapa kasus umumnya dipengaruhi oleh tingkat keparahan dampak yang besar (*severity* tinggi), meskipun frekuensi kejadian tidak terlalu sering. Selain itu, keterbatasan dalam kemampuan deteksi dini menyebabkan beberapa kegagalan baru teridentifikasi setelah muncul gejala awal.

Pengendalian yang ada saat ini masih bersifat dasar dan belum sepenuhnya didukung oleh sistem pemeliharaan prediktif maupun monitoring secara *real-time*, sehingga potensi kegagalan belum dapat diantisipasi secara optimal. Di sisi lain, pelaksanaan briefing K3 sebelum bekerja belum dilakukan secara konsisten dan terstruktur, serta penerapan sanksi terhadap pelanggaran K3 juga belum berjalan optimal. Hal ini berdampak pada tingkat kepatuhan pekerja terhadap SOP dan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang masih bervariasi.

Oleh karena itu, pengendalian risiko perlu difokuskan pada penerapan hirarki pengendalian secara menyeluruh, terutama melalui penguatan rekayasa teknik dan pengendalian administratif. Upaya tersebut meliputi peningkatan perawatan mesin secara rutin dan terencana, perbaikan sistem pengaman, penegakan SOP, pembatasan zona bahaya, serta peningkatan pelatihan dan kompetensi operator. Penggunaan APD tetap menjadi bagian penting sebagai lapisan pengendalian terakhir guna meminimalkan risiko kecelakaan kerja.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak manajemen PT. Kurnia Luwuk Sejati yang telah memberikan izin serta fasilitas bagi penulis untuk melaksanakan penelitian ini di area produksi. Apresiasi setinggi-tingginya juga ditujukan kepada seluruh operator dan staf di stasiun sterilizer, tippler, dan boiler atas kerja sama, informasi, serta waktu yang diberikan selama proses pengumpulan data melalui observasi dan wawancara. Selain itu, penulis berterima kasih kepada Program Studi Teknik Industri Universitas Proklamasi 45 atas dukungan akademik dan bimbingan yang telah diberikan. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi referensi yang

bermanfaat dalam upaya meningkatkan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta meminimalisir risiko kecelakaan kerja di industri pengolahan kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewiyana, Pramanda, R., Nurmalawati, & Saragih, H. A. F. (2024). Analisis Potensi Bahaya pada Stasiun Sterilizer di PTPN IV PKS Tanjung Seumantoh Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Industrial & System Engineering Journals (ISEJOU)*, 3(1), 219–228. <https://doi.org/10.37477/isejou.v3i1.724>
- Firdaus, D. S., Widodo, L., & Adiarto. (2023). Implementasi Risiko Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi Makanan Ringan dengan Menggunakan Metode HIRARC, HAZOP, dan FMEA (Studi Kasus pada PT. Indofood Fortuna Makmur). *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(1), 56–65. <https://doi.org/10.24912/jmti.v2i1.25527>
- Hasanah, S., Fuady, C. H., & Yuniarti, T. (2024). The Influence of Safety, Occupational Health (K3), and Work Discipline on Employee Performance Construction Project PT. Sasak Indo Raya. *The Eastasouth Management and Business*, 3(1), 194–207. <https://doi.org/10.58812/esmb.v3i1.320>
- Hendro, V., & Apsari, A. E. (2023). Pengendalian Risiko Bahaya Kecelakaan dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Hazard Identification Risk Assessment (HIRA). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(2), 333–340. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i2.1872>
- Hidayat, M. C., & Nuruddin, Moch. (2022). Analisis Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Menggunakan Job Safety Analysis (jsa) Dengan Pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (hirarc) (studi Kasus Pt. Smelting Plan Refinery). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 2(4), 557. <https://doi.org/10.30587/justicb.v2i4.4243>
- Ihsan, T., Sajidah, H., Edwin, T., & Derosya, V. (2025). Identifikasi dan Pengendalian Risiko K3 pada Proses Produksi CPO dengan Metode HIRARC. *Jurnal Kesehatan Komunitas (Journal of Community Health)*, 11(1), 120–130. <https://doi.org/10.25311/keskom.Vol11.Iss1.2107>
- Ilni, N. (2025). Analysis of Occupational Health and Safety Risks in the Palm Oil Processing Industry Using the HIRARC Method. *Journal of Industrial System Engineering and Management*, 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.56882/jisem.v4i1.45>
- Lalenoh, D. H., Dundu, A. K. T., & Lefrandt, Lucia. I. R. (2023). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Runway dan Taxiway Bandara Lolak Bolaang Mongondow Menggunakan Metode Hirarc. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(9), 15862–15878. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i9.13723>
- Mastam, N. A., Sartika, & Septiyanti. (2024). Identifikasi Bahaya Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (HIRARC) Dalam Memperkecil Risiko Kecelakaan Kerja Pada PT. Maruki Internasional Indonesia Makassar. *Window of Public Health Journal*, 5(5), 621–628. <https://doi.org/10.33096/woph.v5i5.2048>
- Mukti, I., Ningsih, T., & Sibuea, I. L. (2023). Kajian Pengendalian Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Di PT. Langkat Nusantara Kepong. *Jurnal Agro Fabrica*, 5(1), 32–39. <https://doi.org/10.47199/jaf.v5i1.167>
- Rahman, A., Fitriyani, C., Ananda, G. R., & Rauzah, S. (2025). Implementation of Occupational Safety and Health Using the Hiradc Method (Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control) in Palm Oil Plants: Literature Review. *International Conference on Public Health*. <https://journal.utu.ac.id/index.php/ICPH/article/view/170/74>
- Ramadhanti, C., Rahmadani, A. R., & Dewanti, D. W. (2023). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR) Menggunakan Metode HIRARC pada PT XYZ. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(2). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.995>
- Rusnita, E., & Rachman, G. F. (2025). Identifikasi Potensi Bahaya dan Usulan Mitigas Bahaya pada Area Gudang Produksi Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *JTIM*, 1(2), 51–58.
- Salam, R. S., Ikhsanudin, & Susanto, E. (2025). Analysis Of Potential Hazards And Risk Assessment Using The Hirarc (Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control) Method As An Effort To Prevent Work Accidents At Pt Tunas Ridean Tbk Serang. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, 4(4), 965–978. <https://doi.org/10.61445/tofedu.v4i4.522>
- Satriatama, F. (2025). Analisis Potensi Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) pada Balai Industri Logam dan Kayu (instalasi Industri Logam Semarang). *Industrial Engineering Online Journal*, 14(3). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/51667/33868>

Sulaiman, Y. A., Reza Firnanda, Sindy Nindia M.H, Lutfia Agustin, & And Ach. Dafid. (2025). Occupational Health and Safety Risk Assessment Application in Oil Refinery Using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Tibuana*, 8(2), 110–119. <https://doi.org/10.36456/tibuana.8.2.10502>