

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan industri, terutama pada jenis pekerjaan yang memiliki potensi bahaya tinggi seperti *hot work*. *Hot work* mencakup kegiatan pengelasan, pemotongan logam, serta pekerjaan lain yang menghasilkan panas, percikan api, dan radiasi (Jumali, 2025). Salah satu pekerjaan atau aktivitas dalam proses fabrikasi itu terdapat pada PT Semen Indonesia Logistik (SILOG) sebagai perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan konstruksi. Aktivitas tersebut terdapat pada proses pembuatan, perbaikan, dan modifikasi struktur *konveyor* yang meliputi proses pengelasan pada rangka, *roller*, dudukan motor, serta berbagai sambungan struktur baja.

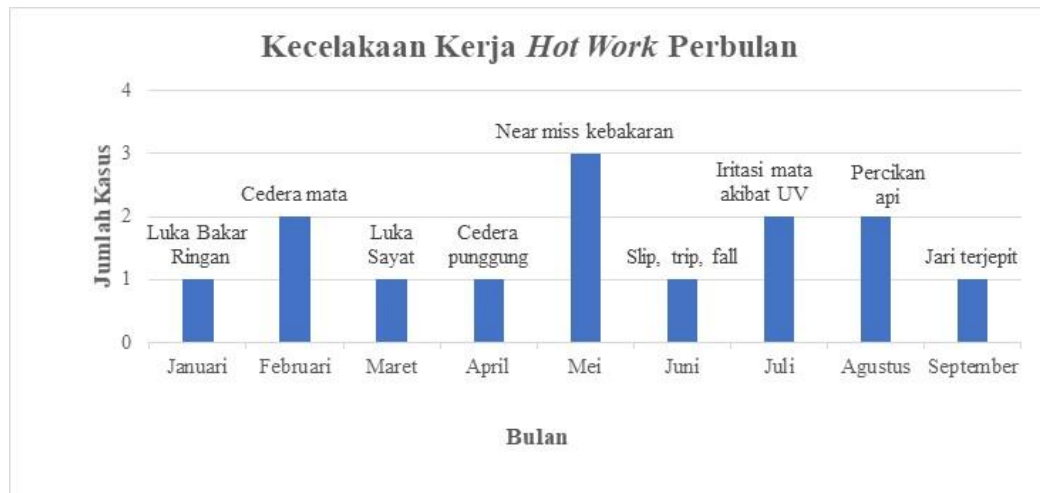
Proses pengelasan yang digunakan sebagian besar dilakukan dengan metode *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). Metode GMAW digunakan karena dinilai lebih efisien, memiliki kecepatan pengerjaan yang tinggi, serta menghasilkan kualitas sambungan yang baik. Proses pengelasan dengan menggunakan metode GMAW ini selain meningkatkan efisiensi juga menimbulkan dampak percikan api, paparan panas, dan asap las dalam jumlah cukup besar yang dapat menimbulkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja (Susanto, 2024).

Menurut Cahyono (2024), Pekerjaan *hot work*, terutama pengelasan dengan metode *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), merupakan aktivitas yang memiliki risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang cukup tinggi serta berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Kondisi ini menunjukkan bahwa risiko pekerjaan *hot work* tidak hanya berasal dari aspek teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh perilaku pekerja serta penerapan sistem manajemen K3 yang belum berjalan secara optimal.

Berdasarkan hasil penelitian Lestari (2024), pengelasan dan pemotongan logam, tercatat sebagai penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja di area *workshop* fabrikasi. Proses pengelasan menghasilkan suhu yang sangat tinggi, percikan api, serta radiasi ultraviolet yang dapat menyebabkan luka bakar, iritasi mata, dan gangguan kesehatan pada pekerja. Sebagian besar kejadian kecelakaan maupun *near miss* pada pekerjaan *hot work* dipicu oleh tidak diterapkannya sistem izin kerja panas (*hot work permit*), pengawasan di lapangan yang belum optimal, serta kepatuhan pekerja dalam penggunaan alat pelindung diri (APD) yang belum optimal (Pardede, 2025).

Berdasarkan Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR) pada kegiatan fabrikasi, diketahui bahwa sebagian besar tahapan pekerjaan *hot work* masih memiliki tingkat risiko pada kategori sedang hingga tinggi (*Moderate Risk* hingga *Extreme Risk*), contoh jenis kegiatan pekerjaan meliputi Pengelasan GMAW, Penggerindaan, *Cutting material*, *Material handling*, Pemasangan *clamp*. Risiko yang muncul antara lain berupa luka bakar akibat percikan pengelasan, gangguan pada mata akibat paparan radiasi las, cedera yang bersumber dari penggunaan peralatan bantu seperti gerinda, serta potensi terjadinya kebakaran akibat keberadaan material mudah terbakar di sekitar area kerja. Berbagai upaya pengendalian dasar telah diterapkan, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD), penerapan prosedur kerja, dan pemberlakuan sistem *Hot work Permit*, tetapi hasil IBPR menunjukkan bahwa masih terdapat risiko sisa (*residual risk*) yang belum dapat dikendalikan secara optimal.

Hasil Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR) menunjukkan bahwa penerapan pengendalian awal telah menurunkan sebagian risiko pada aktivitas *hot work*, tetapi masih terdapat beberapa risiko yang berada pada tingkat sedang dan belum memenuhi target risiko rendah. Risiko sisa tersebut juga masih kerap muncul dalam bentuk kejadian *near miss* maupun cedera ringan, khususnya pada aktivitas pengelasan, area *hot work*, serta pekerjaan pendukung seperti penggerindaan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengendalian yang ada belum sepenuhnya efektif, sehingga diperlukan penyusunan rancangan mitigasi residual yang lebih menyeluruh dan bersifat operasional, seperti pada tabel IBPR yang terdapat pada lampiran 1.



Gambar 1.1 diagram batang kecelakaan kerja *hot work* tahun 2025
(sumber PT. XYZ)

Diagram batang kecelakaan kerja *hot work* tahun 2025 (Januari-September) berdasarkan dari data lampiran 3, menunjukkan bahwa kejadian kecelakaan kerja dengan total 14 kejadian yang terjadi hampir setiap bulan dengan jumlah kasus yang bervariasi. Kondisi tersebut mencerminkan bahwa aktivitas *hot work* memiliki risiko yang bersifat berulang dan melekat pada karakteristik pekerjaan. Jumlah kejadian tertinggi tercatat pada bulan Mei, yang didominasi oleh kejadian *near miss* akibat percikan api selama proses pengelasan, meskipun tidak menimbulkan cedera, kejadian *near miss* merupakan indikasi awal adanya kelemahan dalam pengendalian risiko yang berpotensi berkembang menjadi kecelakaan kerja yang lebih serius apabila tidak ditangani secara tepat. Pada bulan-bulan lainnya, kecelakaan kerja umumnya berupa cedera ringan, seperti iritasi mata akibat paparan radiasi ultraviolet, luka bakar ringan akibat percikan las, serta cedera yang timbul dari aktivitas pendukung *hot work*, walaupun sebagian besar kejadian tidak menyebabkan kehilangan hari kerja, frekuensi kejadian yang terjadi secara berulang menunjukkan bahwa potensi bahaya pada aktivitas *hot work* belum sepenuhnya dapat dikendalikan.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian yang diterapkan saat ini masih sebatas administratif dan belum benar-benar menyentuh sumber bahaya secara langsung, akibatnya efektivitasnya hanya mampu menurunkan risiko sampai pada tingkat tertentu saja. Hal ini dapat dilihat dari masih sering terjadinya kejadian berulang, seperti percikan api, paparan radiasi, serta kondisi lingkungan kerja yang belum sepenuhnya aman. Langkah selanjutnya diperlukan pendekatan

pengendalian yang lebih efektif, yaitu *engineering control*, yang menitikberatkan pada perbaikan teknis pada peralatan, proses, maupun lingkungan kerja. Pendekatan ini dipilih karena dapat mengurangi paparan bahaya secara langsung, sehingga tidak hanya bergantung pada kedisiplinan pekerja, tetapi juga memperbaiki sistem kerja secara keseluruhan.

Menurut Abdullah (2025), Pendekatan *engineering control* telah banyak diterapkan sebagai upaya peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja karena dinilai efektif dalam menekan tingkat risiko melalui solusi teknis. Upaya ini dilakukan, antara lain, dengan memperbaiki desain peralatan dan menata lingkungan kerja guna mengurangi paparan bahaya fisik serta beban kerja pekerja. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan *engineering control* yang dipadukan dengan siklus perbaikan *Plan–Do–Check–Act* (PDCA) mampu menurunkan nilai risiko secara signifikan sekaligus meningkatkan produktivitas kerja. Selain itu, *engineering control* menempati peran penting dalam *hierarchy of controls* karena berfokus pada pengendalian langsung terhadap sumber bahaya melalui tindakan teknis sehingga risiko dapat dikurangi bahkan dihilangkan.

Salah satu pendekatan *engineering control* yaitu dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang merupakan salah satu metode analisis risiko yang sering diterapkan dalam kajian keselamatan dan kesehatan kerja untuk menelusuri penyebab utama kecelakaan kerja melalui pemetaan hubungan sebab–akibat secara terstruktur. Berbagai penelitian di sektor industri menunjukkan bahwa FTA mampu mengungkap kombinasi faktor penyebab risiko secara jelas, sehingga dapat menjadi dasar yang kuat dalam penyusunan strategi pengendalian risiko yang lebih terarah dan didukung oleh analisis kausal (Khusein, 2025). Berdasarkan aktivitas kerja dengan kategori *hot work* menimbulkan resiko tinggi menurut Jawad (2025), metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) bisa membantu dalam menyusun strategi pengendalian risiko K3 yang lebih tepat sasaran, khususnya pada pekerjaan dengan tingkat bahaya tinggi. Pada penelitian di bidang keselamatan kerja menunjukkan bahwa FMEA efektif untuk menilai potensi bahaya dan merumuskan langkah mitigasi berdasarkan urutan tingkat risiko yang telah ditetapkan. Berdasarkan permasalahan yang ada diatas maka diperlukan adanya

mitigasi residual dengan pendekatan *engineering control* guna menurunkan nilai risiko dengan metode FMEA dan FTA.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Seberapa besar tingkat risiko dari aktivitas *hot work* berdasarkan dari hasil Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR)?
2. Apa penyebab utama (akar masalah) dari risiko yang masih berada pada kategori sedang hingga tinggi dalam aktivitas *hot work* menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA)?
3. Bagaimana cara menentukan prioritas risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)?
4. Bagaimana rancangan mitigasi risiko sisa (*residual risk*) yang berbasis *engineering control* untuk menurunkan tingkat risiko pada aktivitas *hot work*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tingkat risiko dari aktivitas *hot work* berdasarkan hasil Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (IBPR).
2. Mengidentifikasi penyebab utama (akar masalah) dari risiko yang masih termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi.
3. Menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) melalui metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
4. Menyusun rancangan mitigasi terhadap risiko sisa (*residual risk*) dengan pendekatan *engineering control* guna menurunkan tingkat risiko kerja.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian keselamatan dan kesehatan kerja (K3), khususnya dalam penerapan metode

FMEA dan FTA untuk mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan kerja serta merumuskan rancangan mitigasi risiko residual dengan pendekatan *engineering control*.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Memberikan usulan pengendalian risiko residual yang bersifat teknis dan mudah diterapkan pada aktivitas *hot work* atau pengelasan.
2. Menjadi bahan masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas sistem pengendalian risiko serta penerapan *engineering control*.
3. Membantu petugas K3 dan pengawas lapangan dalam menetapkan prioritas pengendalian risiko berdasarkan hasil analisis FMEA dan FTA.

1.5 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan yang terlalu melebar, ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada beberapa ketentuan sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada aktivitas *hot work* atau pengelasan yang dilakukan di lokasi penelitian.
2. Analisis risiko yang digunakan dibatasi pada metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai dasar dalam penentuan prioritas risiko dan identifikasi akar penyebab.
3. Pembahasan penelitian hanya mencakup risiko residual, yaitu risiko yang masih tersisa setelah pengendalian yang ada diterapkan.
4. Perancangan mitigasi risiko difokuskan pada pendekatan *engineering control*, yaitu pengendalian yang dilakukan melalui perbaikan teknis pada peralatan, proses, dan lingkungan kerja untuk mengurangi sumber bahaya secara langsung.
5. Penelitian ini tidak mencakup tahap pengujian atau implementasi langsung dari rancangan mitigasi, melainkan terbatas pada tahap perancangan sebagai rekomendasi pengendalian risiko.
6. Penelitian tidak membahas secara mendalam pengendalian administratif maupun penggunaan alat pelindung diri (APD), karena fokus utama diarahkan pada pengendalian berbasis teknis (*engineering control*).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu pendahuluan pada penelitian ini menjelaskan gambaran umum dari masalah penelitian yang diteliti, bab satu terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab dua landasan teori pada penelitian ini menjelaskan dasar-dasar teori dan sumber penelitian yang digunakan oleh penulis untuk mendukung dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab tiga metodologi penelitian menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian dan tahap penyelesaian penelitian tugas akhir yang dilakukan dimulai dari pengumpulan data sampai tahap pengolahan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat hasil dan pembahasan menjelaskan gambaran keseluruhan dari penelitian yang dilakukan, mulai dari data yang digunakan, proses pengolahan data, serta hasil akhir yang dilakukan oleh penulis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab lima menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan didapatkan dari hasil pembahasan pada bab empat, serta saran berisikan mengenai evaluasi untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN