STRATEGI PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN KERJA DI LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL* (HIRARC) SERTA *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) (STUDI KASUS: PT. SARI WARNA ASLI UNIT V KUDUS)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Septiani Dwi Lestari
No. Mahasiswa : 21522070

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 10 April 2025



Septiani Dwi Lestari)

21522070

SURAT BUKTI PENELITIAN

TEXTILE INDUSTRY
P T Sari Warna Asli UNIT V
Desa Besito Km. 06, Kec. Gebog, Kab. Kudus, 59354, Indonesia
PO.Box. 111 Kudus 59301, Email : swa5kudus@yahoo.com
Telp. 62 – 291 – 431585, 431715, 431002, Fax. 62 – 291 – 431004

SURAT KETERANGAN

No. Pers / 015 / 026

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kabag. HR & GA **PT. SARI WARNA ASLI TEXTILE INDUSTRY UNIT V KUDUS**, dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa/i tersebut di bawah ini:

Nama	:	**SEPTIANI DWI LESTARI**
NIM	:	**21522070**
Prodi/Jurusan	:	**TEKNOLOGI INDUSTRI**
Institusi Pendidikan	:	**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Telah selesai melaksanakan kerja praktik/magang/PKL di perusahaan kami pada tanggal 16 September 2024 s/d 16 Januari 2025 (± 4 bulan).

Demikian surat ini keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kudus, 19 Januari 2025

PT. SARI WARNA ASLI UNIT V KUDUS

MARYONO, SE., MM.
Kabag. HR & GA

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

STRATEGI PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN KERJA DI LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL* (HIRARC) SERTA *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)
(STUDI KASUS: PT. SARI WARNA ASLI UNIT V KUDUS)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Septiani Dwi Lestari
No. Mahasiswa : 21522070

Yogyakarta, 22 April 2025
Dosen Pembimbing



(Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

STRATEGI PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN KERJA DI LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL* (HIRARC) SERTA *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)

(STUDI KASUS: PT. SARI WARNA ASLI UNIT V KUDUS)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Septiani Dwi Lestari

No. Mahasiswa : 21522070

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Tekonologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 - April – 2025

Tim Penguji

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.
Ketua

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.
Anggota I

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahi rabbil’ alamin

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang selalu mendukung saya selama menjalani studi di kampus ini baik secara moral maupun material serta mendoakan saya tanpa henti hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada orang-orang terdekat yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi selama proses ini.

MOTTO

Sesungguhnya urusan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu Dia hanya berkata kepadanya, "Jadilah!" Maka jadilah sesuatu itu.

(36 : 82)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(94 : 6)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan, kesehatan, dan kelancaran dalam menyelesaikan program magang integrasi Kerja Praktik dan Tugas Akhir. Program ini berlangsung mulai tanggal 16 September 2024 hingga 16 Januari 2025 di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus yang berlokasi di Kudus, Jawa Tengah. Selama pelaksanaan program ini, penulis berkesempatan untuk melakukan penelitian dengan judul "Strategi Pengendalian Risiko Keselamatan Kerja di Lantai Produksi Menggunakan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) serta *Fault Tree Analysis* (FTA) Studi Kasus: PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus."

Penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya bantuan, dukungan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan magang ini. Terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta arahan yang sangat berharga dalam penyelesaian kegiatan dan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Joko Sutrisno, selaku pembimbing lapangan di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus atas kesediaannya memberikan arahan, bimbingan, serta waktu untuk konsultasi dan pengambilan data selama pelaksanaan Magang Terintegrasi.
6. Seluruh pekerja di lantai produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus yang dengan penuh keramahan bersedia menjadi narasumber dan memberikan informasi yang dibutuhkan untuk keberhasilan penelitian ini.
7. Orang tua penulis, Bapak Sugiran dan Ibu Suwarsih, beserta keluarga, atas doa, motivasi, dukungan, dan fasilitas yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan program ini dengan lancar.
8. Bagus Ramadhan yang selalu menjadi teman, guru, dan penyemangat dalam suka maupun duka serta menemani proses pendidikan yang dilalui oleh penulis sejak awal hingga akhir.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat, bantuan, serta doa dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung berupa dukungan moral maupun material yang sangat membantu dalam kelancaran pelaksanaan program ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat- Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa dalam serangkaian penyusunan laporan tugas akhir ini masih belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi perbaikan laporan ini. Akhir kata semoga Laporan tugas akhir ini dapat dipergunakan

sebagaimana mestinya serta bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat umumnya. Terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 10 April 2025



Septiani Dwi Lestari

NIM 21522070

ABSTRAK

PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pemintalan benang berfokus pada produksi dua jenis benang yaitu *polyester* dan *cotton.* Proses produksi terdiri dari 6 tahapan yaitu tahap mesin *Blowing, Carding, Drawing, Speed Frame, Ring Frame,* dan *Winding.* Sebagai industri manufaktur, pekerja di PT. Sari Warna Asli Unit V terintegrasi dengan fasilitas pabrik seperti lantai produksi, mesin, dan peralatan. Hal ini berpotensi menimbulkan risiko bahaya berupa kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja sehingga menghambat produktivitas pekerja. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, tercatat peningkatan jumlah kasus kecelakaan kerja di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus selama lima tahun terakhir yaitu 11 kasus pada 2019, 14 kasus pada 2020, 18 kasus pada 2021, 19 kasus pada 2022, dan 22 kasus pada 2023. Potensi bahaya yang ditemukan meliputi tangan tergores, tangan terjepit mesin, tangan terkilir, terpeleset, gangguan pernapasan, serta gangguan pendengaran. Oleh karena itu, perlu suatu pengendalian melalui hierarki pengendalian. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi yang dapat menyebabkan risiko bahaya pada lantai produksi, memberikan penilaian risiko dari hasil identifikasi bahaya serta memberikan rekomendasi perbaikan terhadap potensi risiko bahaya dengan menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk mencari akar penyebab potensi risiko dapat terjadi sehingga rekomendasi perbaikan yang diberikan dapat optimal. Hasil dari penelitian tersebut ditemukan potensi bahaya sebesar 13% (5 risiko) kategori *low*, 46% (18 risiko) kategori *moderate*, 33% (13 risiko) kategori *high*, dan 8% (3 risiko) kategori *extreme*. Analisis FTA dilakukan pada potensi bahaya yang termasuk kategori *extreme* yang mempengaruhi tujuan dari perusahaan yang ditemukan yaitu kontak langsung dengan saluran dan *cone* terpental. Pengendalian yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah penggunaan alat bantu, pengadaan alat bantu, penyusunan dan penerapan SOP, pelatihan K3, pemasangan kipas ventilasi dan peredam getaran, penerapan sistem rotasi kerja, dan penggunaan APD.
Kata Kunci: Kecelakaan Kerja, Risiko, HIRARC, FTA, Pengendalian Risiko

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 7
1.5 Batasan Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Kajian Literatur 9
2.2 Landasan Teori 19
2.2.1 Bahaya 19
2.2.2 Risiko 20
2.2.3 Manajemen Risiko 21
2.2.4 Kecelakaan Kerja 23
2.2.5 Keselamatan dan Kesehatan Kerja 25
2.2.6 Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) 26
2.2.7 Fault Tree Analysis (FTA) 33
BAB III METODE PENELITIAN 40
3.1 Lokasi Penelitian 40
3.2 Subjek Penelitian 40
3.3 Objek Penelitian 40
3.4 Jenis Data Penelitian 40
3.5 Jenis Penelitian 41
3.6 Metode Pengumpulan Data 41
3.7 Metode Pengolahan Data 42
3.8 Metode Analisis Data 43
3.9 Diagram Alur Penelitian 44
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 48
4.1 Pengumpulan Data 48
4.1.1 Profil Perusahaan 48
4.1.2 Hasil Produksi 50
4.1.3 Proses Produksi 50
4.2 Pengolahan Data 63
4.2.1 HIRA 63
4.2.2 Fault Tree Analysis (FTA) 77
BAB V PEMBAHASAN 85
5.1 HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) 85

5.2 *Fault Tree Analysis* (FTA) 97
5.2.1 FTA Risiko Kontak Langsung Dengan Saluran Serat 97
5.2.2 FTA Risiko Cone Terpental 99
5.3 Usulan Strategi Pengendalian Risiko 101
5.3.1 Usulan Startegi Pengendalian Risiko Kontak Langsung Dengan Saluran Serat 101
5.3.2 Usulan Startegi Pengendalian Risiko Cone Terpental 106
5.4 Perbandingan Risiko Sebelum dan Sesudah Pengendalian 112
BAB VI PENUTUP 130
6.1 Kesimpulan 130
6.2 Saran 130
DAFTAR PUSTAKA 132
LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Literatur 9
Tabel 2.2 Skala *Likelihood* 29
Tabel 2.3 Skala *Severity* 29
Tabel 2.4 *Risk Matrix* 30
Tabel 2.5 Simbol Kejadian 36
Tabel 2.6 Simbol Gerbang Logika 37
Tabel 4.1 *Hazard Identification* Mesin *Blowing* 63
Tabel 4.2 *Hazard Identification* Mesin *Carding* 64
Tabel 4.3 *Hazard Identification* Mesin *Drawing Passage 1 Breaker* 64
Tabel 4.4 *Hazard Identification* Mesin *Drawing Passage 2 Finisher* 65
Tabel 4.5 *Hazard Identification* Mesin *Speed Frame* 66
Tabel 4.6 *Hazard Identification* Mesin *Ring Frame* 66
Tabel 4.7 *Hazard Identification* Mesin *Winding* 67
Tabel 4.8 *Risk Assessment* Mesin *Blowing* 68
Tabel 4.9 *Risk Assessment* Mesin *Carding* 69
Tabel 4.10 *Risk Assessment* Mesin *Drawing Passage 1 Breaker* 71
Tabel 4.11 *Risk Assessment* Mesin *Drawing Passage 2 Finisher* 72
Tabel 4.12 *Risk Assessment* Mesin *Speed Frame* 73
Tabel 4.13 *Risk Assessment* Mesin *Ring Frame* 74
Tabel 4.14 *Risk Assessment* Mesin *Winding* 75
Tabel 4.15 Aktivitas Kategori *Extreme* 77
Tabel 4.16 Daftar kejadian risiko kontak langsung dengan saluran 80
Tabel 4.17 Daftar kejadian risiko *cone* terpental 83
Tabel 5.1 Jumlah Risiko Pada Setiap Mesin 86
Tabel 5.2 Rekapitulasi Total Penilaian Risiko 88
Tabel 5.3 Aktivitas Kategori *Extreme* 95
Tabel 5.4 SOP Penanganan Saluran Serat 104
Tabel 5.5 SOP Pengaturan Posisi *Cone* 109
Tabel 5.6 Rekomendasi Waktu Istirahat 110
Tabel 5.7 Rekomendasi Rotasi *Shift* 111
Tabel 5.8 Pengendalian Kontak Langsung dengan Saluran 113
Tabel 5.9 Pengendalian *Cone* Terpental 115
Tabel 5.10 Perbandingan HIRARC Sebelum dan Sesudah Pengendalian 118
Tabel 5.11 Rekomendasi 2 Kontak Langsung dengan Saluran 125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Kecelakaan Kerja PT Sari Warna Asli Unit V Kudus 4
Gambar 2.1 Hirarki Pengendalian Risiko 31
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian 44
Gambar 4.1 Lokasi Perusahaan 50
Gambar 4.2 *Raw Material* 51
Gambar 4.3 Mesin *Blowing* 52
Gambar 4.4 Mesin *Carding* 53
Gambar 4.5 Mesin *Drawing Passage 1 Breaker* 55
Gambar 4.6 Mesin *Drawing Passage 2 Finisher* 56
Gambar 4.7 Mesin *Speed Frame* 57
Gambar 4.8 Mesin *Ring Frame* 58
Gambar 4.9 Mesin *Winding* 59
Gambar 4.10 Ruang *Ultraviolet* 60
Gambar 4.11 Penyemprotan dan Pengemasan 61
Gambar 4.12 Proses *Packing* 62
Gambar 4.13 FTA Kontak Langsung dengan Saluran 79
Gambar 4.14 FTA *Cone* terpental 82
Gambar 5.1 Jumlah Risiko Keseluruhan 87
Gambar 5.2 Jumlah Risiko Mesin *Blowing* 89
Gambar 5.3 Jumlah Risiko Mesin *Carding* 90
Gambar 5.4 Jumlah Risiko Mesin *Drawing Passage 1 Breaker* 91
Gambar 5.5 Jumlah Risiko Mesin *Drawing Passage 2 Finisher* 91
Gambar 5.6 Jumlah Risiko Mesin *Speed Frame* 92
Gambar 5.7 Jumlah Risiko Mesin *Ring Frame* 93
Gambar 5.8 Jumlah Risiko Mesin *Winding* 94
Gambar 5.9 Palu Karet 102
Gambar 5.10 Kipas Ventilasi 107
Gambar 5.11 *Earplug* 112

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia terus mengalami perkembangan secara pesat setiap tahunnya, hal ini dapat dilihat dari semakin banyaknya perusahaan baik perusahaan swasta maupun milik negara yang beroperasi di banyak sektor. Pertumbuhan ini memiliki dampak positif dalam meningkatkan lapangan kerja dan mengoptimalkan penyerapan tenaga kerja nasional. Namun, dengan persaingan industri yang semakin ketat perusahaan dihadapkan pada tuntutan untuk terus berinovasi dan melakukan peningkatan dalam setiap aspek operasionalnya. Perusahaan berfokus pada penyediaan produk dan layanan yang terbaik untuk memenuhi kebutuhan pelanggan agar tetap dapat bersaing. Terdapat berbagai aspek yang berpengaruh terhadap keberhasilan perusahaan dalam bersaing, salah satunya adalah aspek kualitas sumber daya manusia (SDM) yang kompeten dan berpengalaman dalam bidangnya. Perusahaan yang memiliki pekerja yang ahli dapat membantu perusahaan memproduksi produk maupun memberikan pelayanan yang berkualitas sesuai standar yang diharapkan oleh pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa SDM adalah aset yang sangat berharga bagi perusahaan jika dikelola secara baik dapat memberikan kontribusi yang optimal untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai. Keberhasilan dalam mengelola SDM dapat diukur dengan tingkat produktivitas atau kinerja dari karyawan. Kinerja adalah gambaran tentang sejauh mana pencapaian dalam pelaksanaan program, kegiatan, atau kebijakan untuk mencapai sasaran, tujuan, visi, dan misi organisasi yang telah ditetapkan dalam rencana strategis organisasi tersebut. Oleh karena itu, perusahaan perlu memberikan suatu jaminan keselamatan kepada pekerja yang dapat diwujudkan dalam bentuk penerapan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah suatu keadaan yang memastikan lingkungan kerja tetap sehat dan aman, memberikan perlindungan bagi karyawan, perusahaan, serta masyarakat dan lingkungan di sekitar lokasi kerja atau pabrik tersebut (Fadillah et al., 2019). Penerapan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada perusahaan ini sangat berperan penting dikarenakan segala proses yang melibatkan manusia, mesin, dan material memiliki potensi risiko bahaya dengan tingkat risiko yang berbeda-beda. Apabila terjadi kecelakaan kerja maka dapat memberikan dampat negatif terhadap perusahaan seperti kerugian bagi perusahaan dikarenakan proses produksi terhambat dan mengakibatkan produk tidak dikirimkan tepat waktu yang membuat pelanggan menjadi kecewa terhadap perusahaan. Penerapan K3 diatur

dalam Undang-Undang No. 1 tahun 1970 yang menyatakan bahwa setiap pekerja berhak mendapatkan perlindungan keselamatan selama bekerja guna meningkatkan kesejahteraan hidup serta mendukung peningkatan produksi dan produktivitas nasional. Menurut Heinrich (1980), sekitar 88% kecelakaan kerja terjadi karena tindakan tidak aman (*unsafe action*) merupakan tindakan manusia yang tidak memenuhi keselamatan kerja, 10% disebabkan oleh kondisi tidak aman (*unsafe condition*) merupakan keadaan-keadaan lingkungan yang tidak aman, dan 2% sisanya berasal dari kejadian tak terduga. Kecelakaan ini menimbulkan berbagai tingkat risiko mulai dari cedera ringan hingga kematian. Berdasarkan persyaratan ISO 45001:2018 organisasi harus menyediakan tempat kerja yang aman dan sehat untuk mencegah cedera dan sakit yang berkaitan dengan kerja.

Menurut Pasal 87 ayat (2) Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, dinyatakan bahwa diperlukannya Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada perusahaan. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. PER-5/MEN/1996 juga menguraikan pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) secara menyeluruh atau yang dikenal sebagai Sistem Manajemen K3. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) bertujuan untuk melindungi pekerja yang merupakan aset penting perusahaan dan perlu dijaga keselamatannya. Pelaksanaan program K3 bagi karyawan sangatlah penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan terintegrasi. Sistem ini menggabungkan unsur manajemen, tenaga kerja, serta kondisi dan lingkungan kerja untuk menekan angka kecelakaan di tempat kerja.

Namun, kesadaran akan pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di Indonesia masih membutuhkan peningkatan secara berkelanjutan. Kondisi ini tercermin dari tingginya angka kecelakaan kerja yang masih sering terjadi dan jumlah kasus yang terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2019 angka kecelakaan kerja berada di angka 182.835, lalu pada tahun 2020 terjadi kenaikan sebesar 21,28% sehingga angka kecelakaan kerja menjadi 221.740. Pada tahun 2021 angka kecelakaan kerja mengalami kenaikan sebesar 5,7% sehingga angka kecelakaan kerja menjadi 234.371. Pada tahun 2022 angka kecelakaan kerja mengalami kenaikan sebesar 27,21% sehingga angka kecelakaan kerja menjadi 298.137. Dan yang terakhir pada tahun 2023 angka kecelakaan kerja mengalami kenaikan sebesar 24,35% sehingga angka kecelakaan kerja menjadi 370.747. Peningkatan angka kecelakaan kerja ini berpotensi terus terjadi seiring dengan bertambahnya jumlah tenaga kerja serta semakin luasnya lapangan pekerjaan di Indonesia. Oleh karena itu, kesadaran tentang pentingnya penerapan Keselamatan

dan Kesehatan Kerja (K3) sangat perlu ditingkatkan secara berkelanjutan. Pemerintah sebagai lembaga pembuat kebijakan memiliki peran penting dalam mendorong penerapan K3 melalui sosialisasi yang intensif. Selain itu, kerja sama antara pemerintah dan para pelaku usaha termasuk pimpinan perusahaan sangat diperlukan agar tercipta lingkungan kerja yang aman dan sehat sehingga dapat melindungi keselamatan dan kesejahteraan seluruh tenaga kerja.

PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus merupakan industri manufaktur yang bergerak di bidang pemintalan benang. PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus memiliki tujuan utama yang sesuai dengan visi dan misinya yaitu untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional dalam proses produksi benang. Dalam industri manufaktur tekstil untuk mencapai produktivitas yang tinggi serta efisiensi dalam penggunaan sumber daya sangat berpengaruh terhadap daya saing perusahaan di pasar. PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus fokus terhadap produksi benang *polyester* dan *cotton* dengan berbagai pilihan ukuran untuk memenuhi permintaan yang cukup tinggi dari pasar lokal maupun ekspor. Untuk benang *polyester* perusahaan ini memproduksi variasi ukuran antara lain 12s PE, 16s PE, 20s PE, hingga 40s PE. Sementara untuk benang berbahan *cotton*, ukurannya berkisar dari 10 *cotton* hingga 40 *cotton*. Berdasarkan data permintaan, terdapat angka permintaan sebesar 40.452,09 ball yang 1 ballnya terdapat sekitar 96 *cones* yang terbagi ke dalam tiga kategori yaitu ekspor dengan permintaan 796 ball, pasar domestik mencapai 32.846,1 ball, dan permintaan dari grup sebanyak 6.809,99 ball. Dalam proses produksinya, PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus menggunakan beberapa unit mesin utama yaitu Mesin *Blowing*, Mesin *Carding*, Mesin *Drawing Frame*, Mesin *Speed Frame*, Mesin *Ring Frame*, serta Mesin *Winding* yang merupakan bagian dari rangkaian pengolahan bahan baku hingga menjadi benang siap pakai. Proses produksi ini diakhiri dengan pemeriksaan menggunakan sinar *ultraviolet* untuk memastikan kualitas dan pengepakan yang sesuai standar. Meskipun sudah menggunakan mesin, pengoperasian alat-alat tersebut masih membutuhkan kontrol langsung dari operator. Akibatnya risiko keselamatan bagi para pekerja cukup tinggi.

Berdasarkan data yang ada dan hasil wawancara terhadap karyawan, risiko kecelakaan kerja di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus masih menjadi masalah yang cukup signifikan. Dari tahun 2019 hingga 2023, jumlah kecelakaan kerja di departemen produksi cenderung meningkat, hal ini menunjukkan adanya tantangan dalam penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) secara maksimal. Pada tahun 2019, tercatat ada 11 kasus kecelakaan kerja, kemudian naik menjadi 14 kasus pada 2020, dan mencapai 18 kasus pada 2021. Pada tahun 2022, angka kecelakaan kerja bertambah menjadi 19 kasus, dan pada 2023 meningkat lagi hingga 22 kasus.

Beberapa jenis kecelakaan yang umum terjadi meliputi tangan tergores, tangan terjepit mesin, tangan terkilir, terpeleset, gangguan pernapasan, serta gangguan pendengaran. Berikut data kecelakaan kerja yang ada di PT Sari Warna Asli Unit V Kudus:



Gambar 1.1 Data Kecelakaan Kerja PT Sari Warna Asli Unit V Kudus

Sumber: PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus

Kecelakaan kerja yang terjadi di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus sebagian besar ditemukan pada area *spinning* yang merupakan salah satu bagian paling krusial dalam proses produksi karena melibatkan interaksi langsung dan terus-menerus antara tenaga kerja dengan mesin-mesin berkecepatan tinggi yang beroperasi tanpa jeda. Tingginya intensitas aktivitas di area ini menyebabkan potensi bahaya menjadi lebih besar terutama karena sebagian besar kecelakaan kerja tercatat terjadi secara merata pada hampir semua jenis mesin yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh sistem kerja di area *spinning* masih memiliki kelemahan dari sisi penerapan prosedur keselamatan kerja maupun pengendalian risikonya. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya peningkatan standar keselamatan kerja di area *spinning* melalui langkah-langkah yang lebih sistematis dan menyeluruh.

Jumlah kecelakaan yang tinggi ini berdampak langsung pada efisiensi produksi karena setiap kecelakaan operator menyebabkan gangguan pada alur kerja dan menurunkan produktivitas. Oleh karena itu, penerapan standar K3 yang lebih optimal melalui konsep *zero accident* dan pengembangan langkah mitigasi risiko yang komprehensif sangat dibutuhkan untuk meningkatkan keamanan para pekerja serta menjaga kelancaran produksi yang pada

akhirnya akan memberikan dampak positif terhadap keberlanjutan perusahaan sesuai dengan tujuan utamanya yaitu untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional.

Zero accident merupakan sebuah konsep strategis yang menjadi prioritas utama PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan bebas dari risiko kecelakaan kerja terutama di area produksi. Konsep ini tidak hanya sekadar upaya untuk melindungi keselamatan dan kesejahteraan karyawan, tetapi juga bertujuan meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional. Dengan tercapainya *zero accident*, perusahaan dapat membangun budaya kerja yang lebih baik, meningkatkan kepercayaan karyawan terhadap manajemen, serta memperkuat citra perusahaan sebagai organisasi yang peduli terhadap aspek keselamatan kerja.

Namun, berdasarkan hasil analisis data ditemukan adanya kesenjangan antara target perusahaan dan realitas yang terjadi di lapangan. Harapan perusahaan untuk mencapai *zero accident* masih belum tercapai, karena pada kenyataannya masih terdapat sejumlah kasus kecelakaan kerja yang dilaporkan. Kecelakaan kerja yang terjadi tidak hanya menimbulkan kerugian fisik pada karyawan, tetapi juga berdampak pada operasional perusahaan seperti penurunan produktivitas, gangguan proses produksi, dan peningkatan biaya terkait perawatan medis maupun perbaikan sistem kerja. Sehingga hal ini menjadi salah satu faktor pendukung utama dilakukannya penelitian ini karena keberhasilan untuk mencapai tujuan perusahaan membutuhkan pemahaman mengenai manajemen risiko.

Berdasarkan uraian sebelumnya, diperlukan penelitian mengenai analisis dan mitigasi risiko di lantai produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus dengan menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*). Penelitian ini difokuskan di lantai produksi khususnya area *spinning* dikarenakan jumlah kecelakaan kerja sering terjadi di area tersebut sehingga butuh analisis dan mitigasi risiko. Metode HIRARC digunakan untuk menganalisis potensi kecelakaan kerja melalui proses identifikasi bahaya, pengukuran, serta evaluasi dan pengendalian risiko yang timbul dari potensi bahaya tersebut. Metode HIRARC membantu mengidentifikasi bahaya dalam proses produksi. Setelah bahaya telah diidentifikasi, dilakukan penilaian untuk menentukan besarnya risiko berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya dan tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan oleh bahaya tersebut. Setelah melakukan penilaian ini, kegiatan yang mengandung bahaya dapat dipetakan dengan matriks risiko untuk menentukan kegiatan mana yang harus diprioritaskan untuk pengendalian risiko. Lalu dilanjutkan dengan penentuan pengendalian

risiko yang bertujuan untuk meminimalisir terjadinya risiko. Setelah mengetahui nilai risiko dan kategori risiko dari masing-masing aktivitas, maka aktivitas yang memiliki kategori *extreme* dan secara langsung mempengaruhi tujuan utama perusahaan yaitu peningkatan produktivitas, akan dipilih untuk dianalisis kembali menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar permasalahan yang ada pada mode kegagalan tersebut. Metode ini digunakan untuk menentukan penyebab utama kecelakaan dan efektif dalam menemukan inti permasalahan karena dapat dipastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan (Ferdiana & Priadythama, 2015). Setelah ditemukan penyebab utama dari kecelakaan maka dilakukan penyusunan strategi pengendalian risiko yang efektif guna mencegah gangguan operasional dan memastikan keselamatan tenaga kerja tanpa mengorbankan efisiensi produksi. Penyusunan strategi dilakukan dengan mengikuti pendekatan *hierarchy of control* yang diterapkan secara berurutan mulai dari tindakan eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri (APD).

Penelitian ini mampu memberikan kontribusi positif bagi perusahaan dalam usaha mencapai tujuan perusahaan serta mengurangi risiko kecelakaan kerja di sektor industri tekstil di Indonesia. Secara khusus, penelitian ini difokuskan pada lantai produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus dengan tujuan memberikan solusi yang dapat mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman dan terjamin sehingga tujuan perusahaan dapat tercapai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang tepat pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagaimana hasil kategori level risiko dari potensi bahaya pada lantai produksi di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus?
2. Bagaimana strategi pengendalian risiko yang dapat dirancang untuk mengurangi risiko di lantai produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui hasil kategori level risiko dari potensi bahaya pada lantai produksi di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.

2. Memberikan usulan strategi pengendalian risiko yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko di lantai produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat baik bagi penulis, perusahaan, dan pihak lain yang membaca. Berikut merupakan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini:

Bagi Penulis

Berikut manfaat penelitian bagi penulis:

1. Dapat memperoleh ilmu terkait proses produksi di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.
2. Dapat mengimplementasikan keilmuan Teknik Industri yang diperoleh selama perkuliahan khususnya dalam bidang Manajemen Risiko.
3. Dapat memperoleh pengalaman dan wawasan baru sehingga dapat memecahkan permasalahan industri secara nyata di lapangan

Bagi Perusahaan

Berikut manfaat penelitian bagi perusahaan:

1. Mengetahui risiko yang dapat terjadi di lantai produksi sehingga dapat mengambil keputusan lebih lanjut.
2. Hasil identifikasi dan penilaian risiko dapat digunakan sebagai dasar dalam merancang mitigasi risiko untuk meminimalisir terjadinya risiko.
3. Meningkatkan kesadaran dan kepedulian terhadap risiko pada setiap proses produksi yang berlangsung.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada Lantai Produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.
2. Pengambilan data dilakukan pada setiap proses produksi di masing-masing mesin pada PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.
3. Penelitian ini hanya mencakup identifikasi risiko, penilaian risiko, dan usulan pengendalian risiko yang dapat terjadi pada lantai produksi di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.
4. Penelitian ini hanya akan mengalisis akar penyebab permasalahan pada potensi risiko yang memiliki kategori *extreme* dan secara langsung mempengaruhi tujuan perusahaan.

5. Penelitian dilakukan hanya pada tahap usulan pengendalian risiko, tidak sampai pada tahap penerapan, serta tidak mengkalkulasi aspek biaya dalam penerapan usulan pengendalian risiko.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan kajian atau ilmu yang didapat dari penelitian-penelitian terdahulu. Pada penelitian kali ini kajian literatur didapatkan dari jurnal, skripsi, tesis, situs internet dan laporan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tema penelitian. Kajian ini dimaksudkan untuk mencari kajian dari peneliti terdahulu, sehingga dapat diketahui arah dan *research on* atau arah penelitian dan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Berikut penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini.

Tabel 2.1 Kajian Literatur

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1.	1. Asep Ridwan 2. Apriansyah Nuroni 3. Adelia 4. Atia Sonda	2022	*Analysis of occupational health and safety at a maritime warehouse using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) (Ridwan et al., 2022)*	HIRARC	Penelitian ini menemukan 12 potensi bahaya di Gandasari Energy dapat dikendalikan melalui hierarki risiko: eliminasi, substitusi, pengendalian teknis, administratif, dan APD. Namun, banyak pekerja belum menggunakan APD, padahal itu penting untuk mencegah kecelakaan kerja.
2.	1. J.K.M Bharathwajan 2. V. Arumugaprabu	2024	*Hazard Analysis and Risk Assessment For Spinning Yarn Production Process By*	FTA FMEA	Penelitian ini mengidentifikasi 57 akar penyebab kegagalan di fasilitas *ring spinning* yang dikelompokkan menjadi tiga kategori: gangguan kualitas

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	3. Reshmi Olayil		*Integrated FTA-FMEA Approach (V et al., 2024)*		benang dan biaya produksi, kerusakan mesin yang menghentikan produksi, serta risiko kebakaran yang membahayakan karyawan, mesin, dan produksi. Studi ini mencakup dua tujuan: identifikasi bahaya untuk meningkatkan keselamatan karyawan dan evaluasi sistem keselamatan seperti pemadam kebakaran, SOP, dan OPL untuk perbaikan sistem
3.	1. Chee Fui Wong 2. Anurita Selvarajoo 3. Fang Yenn Teo 4. Ooi KUAN Tan	2022	*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang Dam Construction (Wong et al., 2022)*	HIRARC	Penelitian ini menunjukkan bahwa risiko relatif dalam proyek konstruksi dapat diminimalkan dengan menerapkan rencana pengendalian yang efektif. Manajemen risiko HIRARC yang digunakan dalam studi ini juga dapat diterapkan pada proyek konstruksi bendungan lain untuk menciptakan sistem manajemen keselamatan yang efektif dan mengurangi risiko bahaya proyek secara signifikan.
4.	1. Bayu Aninditya 2. Dwi Dianriana	2023	*Implementation Of HIRARC Method On Erection Girder*	HIRARC	Dalam penelitian ini, dari 57 variabel yang telah divalidasi oleh para ahli, responden mengidentifikasi 17 risiko

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	3. Fitri Suryani		*Work Of South Japek II Toll Road Construction Project Package 3 (Aninditya et al., 2023)*		sebagai kategori risiko tinggi dan menetapkan 8 risiko utama pada pekerjaan pemasangan girder Proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek Paket 3 Japek Selatan II. Selanjutnya, disusun langkah-langkah pengendalian dan mitigasi untuk menangani 8 risiko utama tersebut.
5.	1. Muhammad Maulidun Na`am 2. Deny Andesta 3. Elly Ismiyah	2023	*Occupational Health and Safety Analysis Using HIRA and FTA Methods in the Silo Department of PT. XYZ (Na'am et al., 2023)*	HIRA dan FTA	Hasil penelitian menunjukkan terdapat enam aktivitas di silo yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja yaitu tangga tanpa pegangan, area *display* sampel tanpa undakan, anak tangga paling atas yang longgar dan menonjol, pintu *dump truck* yang terbuka, penggantian rantai elevator, dan pembukaan ventilasi silo bagian atas. Analisis FTA menunjukkan bahwa penyebab kecelakaan kerja meliputi tangga yang tidak layak pakai, pekerja tidak menggunakan APD, kurangnya pemahaman pekerja terhadap alur kerja, kondisi pekerja yang lelah,

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					kurang konsentrasi, serta tergesa-gesa saat bekerja.
6.	1. Muhammad Arif Budiyanto 2. Haris Fernanda	2020	*Risk Assessment of Work Accident in Container Terminals Using the Fault Tree Analysis Method* (Budiyanto & Fernanda, 2020)	FTA	Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa jatuhnya peti kemas ke dermaga saat bongkar muat memiliki nilai risiko tertinggi. Sementara itu, *Fault Tree Analysis* mengungkapkan bahwa kecelakaan lalu lintas menjadi risiko potensial terbesar dengan persentase 41,8% dibandingkan jenis kecelakaan lainnya. Faktor utama penyebab kecelakaan di terminal peti kemas meliputi kelalaian manusia dalam mengoperasikan kendaraan atau peralatan serta kerusakan peralatan. Berdasarkan temuan ini, disarankan opsi pengendalian risiko untuk membantu operator terminal mengurangi kemungkinan kegagalan keselamatan di terminal peti kemas.
7.	1. Iwa Pramudya 2. Deny Andesta	2022	*Safety Application and Health Work (K3) At Departement Of*	HIRARC	Hasil penelitian ini terdapat lima kapabilitas bahaya bencana kerja di Kementerian PUPR. Tidak ditemukan kapabilitas bahaya dengan

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	3. Hidayat		*CNC Lathe Using Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Method (Case Study Of PT. Swadaya Graha) (Pramudya et al., 2022)*		kategori ekstrem, sementara satu kapabilitas tergolong bahaya tinggi, dan tiga lainnya masuk kategori bahaya sedang. Kapabilitas bahaya yang dominan disebabkan oleh kurangnya penggunaan APD, kurangnya disiplin pekerja, dan kurangnya pemahaman terhadap SOP kerja. Oleh karena itu, diperlukan upaya sosialisasi yang intensif dan penekanan melalui *safety briefing* serta pemasangan rambu keselamatan secara rutin setiap hari.
8.	1. Aqshal Raffa Sandito 2. Dina Nurfitri Rahma 3. Niken Utami Tyastuti 4. Arinda Soraya Putri 5. Wahyudi Sutopo	2023	*Supply Chain Risk Management in Newspaper Printing Using FMEA and FTA Methods: A Case Study (Sandito et al., 2023)*	FMEA dan FTA	Penelitian ini mengidentifikasi 27 risiko operasional yang berpotensi mengganggu pencetakan surat kabar, dengan risiko kritis pada tahap pengiriman. Penyebab utamanya meliputi kesalahan penyambungan, roller tidak stabil, plat tidak akurat, cuaca buruk, kurangnya keterampilan pekerja, hama, kesalahan pembelian, keterlambatan angkutan, dan kemacetan.

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	6. Yuniaristanto				
9.	1. Atyanti Dyah Prabaswari 2. Dyah Ari Susanti 3. Bagus Wahyu Utomo 4. Bebie Rizka Shintira	2020	*Work Hazard Risk Analysis and Control in Grey Finishing Department Using HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control) (Prabaswari et al., 2020)*	HIRARC	Penelitian menunjukkan beberapa potensi bahaya signifikan, seperti polusi udara, paparan skrap, bahaya fisiologis, lingkungan, listrik, dan kebakaran. Pengendalian melalui hierarki pengendalian diperlukan untuk mengatasi risiko tersebut. Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan solusi terkait pengendalian risiko di perusahaan. Penilaian risiko menunjukkan bahaya tertinggi adalah kebisingan dan serpihan kapas pada mesin inspeksi, serta bahaya mesin pada lini pelipatan.
10.	1. Eka Rahmat Kabul 2. Farid Yafi	2022	*HIRARC Method Approach As Analysis Tools In Formingoccupational Safety Health Management and Culture* (Kabul & Yafi, 2022)	HIRARC	Hasil penelitian mengidentifikasi 11 risiko pada aktivitas yang berpotensi menimbulkan kecelakaan, dengan 2 risiko berbahaya "Ekstrim" yang memerlukan penanganan segera, 4 risiko "Tinggi" yang membutuhkan perhatian serius, dan 2 risiko "Sedang" yang memerlukan perhatian khusus. Perusahaan disarankan membuat dan

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
					memelihara prosedur identifikasi bahaya, penilaian, dan pengendalian risiko melalui tindakan seperti membuang air di *basement*, menggiling kaca pelindung, menggunakan APD, membuat SOP, memasang rambu, dan menyediakan kotak P3K. Selain itu, perusahaan perlu segera merekrut tenaga ahli HSE untuk menjaga kualitas K3L.
11.	1. S. Fauziyah 2. R. Susanti 3. F. Nurjihad	2021	*Risk assessment for occupational health and safety of Soekarno-Hatta international airport accessibility project through HIRARC method (Fauziyah et al., 2021)*	HIRARC	Penelitian ini mengidentifikasi 45 bahaya pada lima jenis pekerjaan konstruksi, yaitu survei, pembukaan lahan, pekerjaan galian, pemasangan tiang pancang, dan pengeboran tiang pancang. Terdapat tujuh risiko ekstrem dalam proyek ini, yaitu pekerja terjatuh ke danau, pekerja tertabrak pengguna jalan, operator kelelahan, kerusakan tali kawat derek, kerusakan *vibro hummer*, pekerja terjepit bekisting braket, dan pekerja terluka akibat pemotongan tiang pancang beton.

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
12.	1. Zaman M 2. Pitana T 3. Prastowo H 4. Priyanta D 5. Siswantoro N 6. Maulana F 7. Busse W	2023	*Occupational health and safety risk assessment of shipyard using HIRARC method (Zaman et al., 2023)*	HIRARC	Penelitian ini mengembangkan model HIRARC untuk mengevaluasi keselamatan di galangan kapal PT. X di Madura, Indonesia. Model ini membantu mengidentifikasi bahaya utama dan sekunder melalui inspeksi tempat kerja, observasi, wawancara, serta investigasi kecelakaan. Penilaian risiko dilakukan dengan skala *Likelihood* dan matriks keparahan untuk menentukan tingkat risiko dan keselamatan, serta merekomendasikan tindakan pengendalian teknis, administratif, dan penggunaan APD di galangan kapal.
13.	1. Irfan Ansori 2. Dwitya Harits Waskito 3. Mutharuddin 4. Novi Irawati 5. Sinung Nugroh	2023	*Enhancing Brake System Evaluation in Periodic Testing of Goods Transport Vehicles through FTA-FMEA Risk Analysis (Ansori et al., 2023)*	FTA dan FMEA	Dari hasil analisis, ditemukan tiga belas kasus kegagalan yang dikategorikan sebagai risiko yang tidak dapat ditoleransi. Untuk setiap kasus tersebut disarankan penambahan SOP yang spesifik agar dapat memberikan panduan yang lebih jelas kepada para pemangku kepentingan. Hal

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
	6. Tetty Sulastry Mardiana 7. Subarya 8. Nurul Aldha Mauliddi na Siregar				ini memungkinkan mereka untuk meninjau dan memperbaiki peraturan yang mengatur pelaksanaan uji kendaraan secara berkala.
14.	1. Mila Faila Sufa 2. Tri Retno Astuti1	2024	*Work accident risk analysis using HIRARC and FTA methods (Case study: Suwarno Meubel)* (Sufa & Astuti, 2024)	HIRARC FTA	Penelitian ini mengidentifikasi 9 bahaya dengan risiko rendah, 12 dengan risiko sedang, 4 dengan risiko tinggi, dan 1 dengan risiko kategori ekstrem. Analisis pada kategori ekstrem mengungkapkan adanya 7 penyebab utama yaitu kelelahan, kurangnya fokus, kurangnya pelatihan, keterbatasan jumlah APD (kacamata), ketiadaan alat keselamatan di area mesin, serta tidak adanya prosedur kerja. Untuk mengatasi hal tersebut disarankan penerapan pengendalian administratif, penggunaan APD, dan pengendalian melalui rekayasa.

No	Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
15.	1. Tubagus Hendri Febriana 2. Hasbullah Hasbullah	2021	*Analysis and Defect Improvement Using FTA, FMEA, and MLR Through DMAIC Phase: Case Study in Mixing Process Tire Manufacturing Industry* (Febriana & Hasbullah, 2021)	FTA, FMEA, MLR, dan DMAIC	Hasil penelitian menunjukkan terdapat tiga belas akar penyebab di mana variasi viskositas material dan ketepatan dalam menentukan proses desain memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi serta menunjukkan korelasi kuat dengan cacat yang terjadi berdasarkan hasil uji hipotesis. Perbaikan dilakukan menggunakan metode DMAIC pada seluruh faktor yang berkontribusi terhadap cacat. Hasilnya pendekatan ini berhasil menurunkan tingkat cacat sebesar 34,5%, sehingga mencapai target yang diinginkan.

Berdasarkan Tabel 2.1 serangkaian kajian induktif terhadap berbagai penelitian di sektor industri menunjukkan bahwa metode analisis risiko seperti *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) menjadi pendekatan utama yang diterapkan untuk meningkatkan keselamatan kerja sekaligus mempertahankan produktivitas. Penelitian ini menekankan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja (K3) harus menjadi prioritas utama di lingkungan kerja untuk memastikan perlindungan maksimal bagi tenaga kerja. Fokus utama dari pendekatan ini adalah pencegahan kecelakaan kerja melalui identifikasi dini terhadap potensi bahaya serta perlindungan menyeluruh terhadap para pekerja. Integrasi kedua metode ini mencerminkan upaya yang lebih komprehensif dalam mengelola risiko dengan lebih efektif melalui penggabungan berbagai teknik yang saling melengkapi untuk mendukung pengelolaan risiko yang optimal. Pada akhirnya pentingnya pengelolaan risiko keselamatan kerja ditekankan sebagai

langkah esensial untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif di berbagai sektor industri.

Berdasarkan landasan teori tersebut, penulis memilih untuk menggunakan HIRARC dan FTA sebagai metode utama dalam penelitian ini. Pemilihan HIRARC didasarkan pada kemampuannya untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang mungkin timbul dari setiap tahapan proses kerja serta menilai tingkat keparahan dan probabilitas terjadinya bahaya tersebut. Metode ini juga memberikan panduan untuk menetapkan langkah-langkah pengendalian risiko yang tepat sesuai dengan kondisi di lapangan. Sementara itu, FTA dipilih karena memiliki kemampuan untuk mengeksplorasi akar penyebab dari potensi bahaya sehingga membantu mengidentifikasi faktor-faktor mendasar yang perlu diperbaiki. Dengan pendekatan ini rekomendasi pencegahan dapat dirancang secara lebih spesifik dan tepat sasaran yang pada akhirnya akan meminimalkan risiko kecelakaan kerja secara signifikan. Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu memberikan solusi holistik untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko secara proaktif, sehingga mendukung terciptanya tempat kerja yang lebih aman dan produktif.

2.2 Landasan Teori

Berikut ini adalah landasan teori yang mencakup istilah dan konsep yang berkaitan dengan topik penelitian

2.2.1 Bahaya

Bahaya merupakan sesuatu yang dapat menimbulkan konsekuensi yang tidak diharapkan dalam proses mencapai tujuan. Hal ini dapat melibatkan risiko cedera bagi individu, kerusakan aset atau properti, ancaman terhadap lingkungan, atau bahkan kombinasi dari ketiga aspek tersebut (Sunaryo & Hamka, 2017). Bahaya atau *hazard* merupakan sumber potensi atau situasi yang dapat menimbulkan efek negatif dan merugikan yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan pekerja (Nofra et al., 2021). Menurut OHSAS:18001 (2007), bahaya didefinisikan sebagai sumber, situasi, atau tindakan yang memiliki potensi menyebabkan cedera fisik, gangguan kesehatan, atau kondisi mental yang terganggu yang timbul dari atau diperparah oleh aktivitas kerja atau lingkungan kerja. Bahaya dapat muncul dalam berbagai bentuk dan lokasi sehingga memahami konsep bahaya dengan jelas menjadi penting. Ketidakpahaman dalam konsep ini dapat mengakibatkan pengelolaan bahaya yang tidak tepat atau kurang efektif.

Bahaya kerja dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu bahaya kesehatan, bahaya kecelakaan, dan bahaya lingkungan. Bahaya kesehatan adalah setiap aktivitas yang dapat menimbulkan penyakit pada setiap pekerja. Bahaya keselamatan dapat menyebabkan kecelakaan atau

kerusakan terhadap barang. Bahaya lingkungan bahaya yang dilepaskan pada lingkungan dan menyebabkan efek yang merusak (Halim & Panjaitan, 2016). Menurut (Puspitasari, 2010) sumber-sumber bahaya bisa berasal dari:

1. Manusia

   Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kecelakaan yang terjadi. Studi menunjukkan bahwa 80-85% kecelakaan disebabkan oleh kelalaian atau kesalahan manusia. Beberapa pendapat juga menyatakan bahwa faktor manusia hampir selalu berperan secara langsung atau tidak langsung dalam kecelakaan.

2. Peralatan

   Peralatan yang digunakan di industri memiliki potensi bahaya jika tidak dioperasikan sesuai prosedur, tidak diberikan pelatihan tentang cara penggunaannya, atau digunakan tanpa perlengkapan pengaman yang memadai. Peralatan yang tidak dirawat atau diperiksa secara berkala juga dapat meningkatkan potensi bahaya. Oleh karena itu, perawatan dan pemeriksaan rutin harus dilakukan sesuai kondisi agar bahaya pada komponen mesin atau peralatan yang berisiko dapat diidentifikasi sejak awal. Tujuan dari tindakan ini adalah untuk menemukan masalah secepat mungkin dan mengurangi risiko kecelakaan kerja.

3. Bahan atau material

   Jika tidak ditangani dengan tepat, bahan atau material dapat menjadi sumber bahaya. Bahan tertentu mudah terbakar, beracun, atau reaktif sehingga menimbulkan risiko bagi kesehatan dan keselamatan di lingkungan kerja. Selain itu, bahan yang disimpan atau diproses secara tidak aman juga dapat meningkatkan risiko kecelakaan seperti ledakan, paparan bahan kimia, atau cedera fisik.

4. Lingkungan

   Apabila lingkungan kerja tidak aman atau tidak terjaga dengan baik, hal itu dapat menjadi sumber bahaya. Kebisingan tinggi, pencahayaan yang kurang, ventilasi yang buruk, dan suhu dan kelembapan tinggi dapat meningkatkan risiko kesehatan dan keselamatan karyawan. Kecelakaan atau cedera juga dapat terjadi karena tata letak yang tidak teratur, area kerja yang licin atau berantakan, dan kurangnya tanda peringatan di tempat berbahaya.

2.2.2 Risiko

Risiko adalah potensi terjadinya peristiwa yang tidak pasti dalam periode tertentu yang dapat menimbulkan kerugian baik kecil maupun besar dan berpotensi mengancam kelangsungan

perusahaan. Secara umum, risiko sering dipandang sebagai hal negatif seperti kerugian, bahaya, atau dampak buruk lainnya. Ketidakpastian ini sebaiknya dipahami dan dikelola oleh organisasi secara strategis agar risiko dapat memberi manfaat dan mendukung pencapaian tujuan organisasi (Lokobal, 2014). Menurut (Bramantyo Djohanputro & Yuwono, 2013) terdapat empat jenis risiko pada perusahaan yaitu:

1. Risiko Keuangan. Risiko ini berkaitan dengan ketidakstabilan target keuangan atau ukuran moneter perusahaan yang dipengaruhi oleh perubahan dalam variabel ekonomi makro. Contohnya adalah arus kas, laba, dan pertumbuhan penjualan. Risiko keuangan meliputi risiko likuiditas, kredit, dan permodalan.
2. Risiko Operasional. Risiko operasional adalah potensi kegagalan dalam mencapai hasil yang diharapkan karena masalah pada sistem, tenaga kerja, teknologi, atau faktor lainnya. Risiko ini dapat terjadi pada dua level yaitu teknis dan organisasi. Pada level teknis, risiko operasional bisa timbul dari kegagalan sistem informasi, kesalahan pencatatan, atau informasi yang tidak mencukupi. Pada level organisasi, risiko ini muncul ketika sistem pemantauan, pelaporan, prosedur, atau kebijakan tidak berjalan sebagaimana mestinya. Risiko operasional meliputi risiko produktivitas, teknologi, inovasi, sistem, dan proses.
3. Risiko Strategis. Risiko strategis mencakup risiko yang berdampak pada eksposur korporat dan strategis perusahaan akibat keputusan yang kurang sesuai dengan situasi eksternal dan internal. Risiko ini mencakup risiko dalam transaksi strategis, hubungan investor serta risiko bisn.
4. Risiko Eksternalitas. Risiko eksternalitas adalah potensi ketidaksesuaian hasil yang dapat berdampak pada kelangsungan usaha karena faktor-faktor eksternal. Jenis risiko ini mencakup risiko reputasi, lingkungan, sosial, dan hukum.

Secara sederhana, risiko dapat diartikan sebagai kemungkinan terjadinya sesuatu yang merugikan. Ada tiga elemen utama yang membuat suatu hal disebut sebagai risiko:

1. Kejadian. Risiko berkaitan dengan suatu peristiwa atau kejadian.
2. Kemungkinan. Peristiwa tersebut tidak pasti; bisa saja terjadi atau tidak.
3. Merugikan. Jika peristiwa itu terjadi, dampaknya akan menyebabkan kerugian.

2.2.3 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah serangkaian prosedur dan metode yang digunakan untuk mengenali, mengukur, memantau, dan mengelola risiko yang timbul dari kegiatan usaha (Sappeami et al.,

2021). Tujuan utama manajemen risiko adalah meningkatkan kinerja organisasi atau perusahaan (Pratiwi & Kurniawan, 2018). Dalam organisasi, manajemen risiko melibatkan langkah-langkah seperti mengidentifikasi, menilai, mengendalikan, dan mengurangi risiko yang mungkin muncul. Manajemen risiko bertujuan mendeteksi potensi kerugian maksimal di masa depan (Munawwaroh, 2017). Kebutuhan manajemen risiko semakin meningkat dengan bertambahnya kompleksitas lingkungan eksternal dan berbagai perubahan lain yang dapat mempengaruhi kegiatan perusahaan (Hapsari, 2018). Langkah awal manajemen risiko adalah kesadaran manajemen bahwa risiko selalu ada dalam perusahaan. Penerapan manajemen risiko yang efektif memastikan organisasi dapat menangani risiko yang berpotensi mempengaruhinya dengan tepat (Lestari, 2013).

Menurut ISO 31000, terdapat 11 prinsip dalam manajemen risiko yang perlu diikuti oleh organisasi agar manajemen risiko dapat berjalan efektif. Berikut adalah prinsip-prinsip tersebut:

1. Manajemen Risiko Menciptakan Nilai Tambah. Manajemen risiko membantu organisasi mencapai tujuan yang nyata dan mendukung peningkatan dalam aspek kesehatan dan keselamatan, kepatuhan hukum, penerimaan masyarakat, perlindungan lingkungan, kinerja keuangan, kualitas produk, efisiensi operasi, tata kelola, dan reputasi perusahaan.
2. Manajemen Risiko Bagian Integral dari Proses Organisasi. Manajemen risiko merupakan tanggung jawab manajemen dan menjadi bagian yang tak terpisahkan dari proses standar organisasi termasuk dalam proyek dan pengelolaan perubahan. Manajemen risiko tidak berdiri sendiri dari aktivitas utama dan proses lainnya.
3. Manajemen Risiko Sebagai Bagian dari Pengambilan Keputusan. Manajemen risiko mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dengan menyediakan informasi memadai. Hal ini membantu memprioritaskan tindakan, mempertimbangkan berbagai alternatif, serta memutuskan apakah risiko dapat diterima atau apakah penanganannya sudah tepat dan efektif.
4. Manajemen Risiko Menangani Ketidakpastian Secara Eksplisit. Manajemen risiko mencakup aspek ketidakpastian dalam keputusan, memahami sifat ketidakpastian, dan menentukan cara menanganinya.
5. Manajemen Risiko Bersifat Sistematis, Terstruktur, dan Tepat Waktu. Pendekatan sistematis, terstruktur, dan tepat waktu dalam manajemen risiko mendukung efisiensi, konsistensi hasil, serta keandalan yang dapat dibandingkan.

6. Manajemen Risiko Berdasarkan Informasi Terbaik yang Tersedia. Proses manajemen risiko menggunakan berbagai sumber informasi, seperti pengalaman, umpan balik, pengamatan, perkiraan, dan pandangan pakar. Namun, pengambil keputusan tetap harus mempertimbangkan keterbatasan data, model, atau perbedaan pendapat di antara pakar.
7. Manajemen Risiko Disesuaikan dengan Kebutuhan. Manajemen risiko diselaraskan dengan konteks eksternal dan internal organisasi serta profil risikonya.
8. Manajemen Risiko Memperhitungkan Faktor Manusia dan Budaya. Proses manajemen risiko memperhatikan kemampuan, persepsi, dan tujuan pihak eksternal dan internal yang bisa mendukung atau menghambat tercapainya tujuan organisasi.
9. Manajemen Risiko Bersifat Transparan dan Inklusif. Melibatkan pemangku kepentingan dan pengambil keputusan pada seluruh tingkatan organisasi memastikan manajemen risiko tetap relevan dan mengikuti perkembangan. Pelibatan ini memungkinkan pandangan pemangku kepentingan dipertimbangkan dalam menentukan kriteria risiko.
10. Manajemen Risiko Dinamis, Iteratif, dan Responsif terhadap Perubahan. Seiring perubahan konteks dan pengetahuan serta penerapan pemantauan, risiko baru dapat muncul sedangkan risiko yang ada bisa berubah atau hilang. Oleh karena itu, organisasi perlu memastikan bahwa manajemen risiko terus mengikuti dan menanggapi perubahan.
11. Manajemen Risiko Mendukung Perbaikan dan Pengembangan Berkelanjutan. Organisasi sebaiknya mengembangkan strategi untuk meningkatkan manajemen risiko mereka serta aspek-aspek lain dalam organisasi secara berkesinambungan.

2.2.4 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak diinginkan dan terjadi secara tiba-tiba di lingkungan kerja, yang dapat berakibat pada kerugian fisik, materi, hingga kematian. Menurut Undang-undang Nomor 40 Tahun 2004 tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja, Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi dalam hubungan kerja, termasuk kecelakaan yang terjadi dalam perjalanan dari rumah menuju tempat kerja atau sebaliknya dan penyakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja. Berdasarkan data global, setiap tahun lebih dari 2,78 juta orang meninggal akibat kecelakaan kerja dengan 2/3 di antaranya terjadi di Asia. Pada tahun 2018, Indonesia tercatat sebagai salah satu negara dengan angka kecelakaan kerja tertinggi di dunia. Menurut data dari ILO tahun 2018, di kawasan Asia dan Pasifik terjadi lebih dari 1,8 juta kematian akibat kerja, dan sekitar 374 juta kasus cedera serta penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan, yang

mengakibatkan absensi kerja tahunan dalam jumlah besar (International Labor Organization, 2018). Menurut data dari BPJS Ketenagakerjaan, jumlah kasus kecelakaan kerja yang dilaporkan pada tahun 2022 mencapai 298.137 dan angka ini meningkat pada tahun 2023 menjadi 370.747 kasus. Badan Pusat Statistik (BPS) juga mencatat pada Agustus 2023 bahwa sekitar 58,76% dari angkatan kerja Indonesia merupakan lulusan SMP atau di bawahnya. Kondisi ini memengaruhi tingkat kesadaran terhadap keselamatan di lingkungan kerja. Kecelakaan kerja disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu tindakan tidak aman (*unsafe action*) sebanyak 88%, kondisi tidak aman (*unsafe condition*) sebesar 10%, dan faktor di luar kendali manusia sebesar 2%. Data ini menunjukkan bahwa faktor manusia menjadi penyebab utama kecelakaan meliputi aspek usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman kerja, kondisi mental, serta interaksi pekerja dengan lingkungan kerja (Siregar, 2014).

Kecelakaan kerja berbeda dari kecelakaan biasa karena tidak hanya berdampak pada individu yang mengalami kecelakaan tetapi juga dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan seperti hilangnya waktu kerja, kerusakan alat atau lingkungan kerja, dan gangguan pada proses produksi. Menurut Husni (2003), ada empat faktor utama yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, yaitu:

1. Faktor Manusia. Berasal dari tingkat pengetahuan, keterampilan, dan sikap pekerja.
2. Faktor Material. Berkaitan dengan bahan atau material yang dapat memengaruhi kesehatan atau keselamatan pekerja.
3. Faktor Sumber Bahaya. Mencakup tindakan berbahaya, seperti metode kerja yang salah, kelelahan, atau kondisi mesin yang tidak aman.
4. Faktor Pemeliharaan. Kurangnya perawatan alat atau mesin yang dapat menyebabkan pekerjaan tidak berjalan optimal.

Menurut Suma'mur (2014), kecelakaan kerja dipicu oleh tindakan tidak aman dari pekerja (*unsafe action*) dan lingkungan kerja yang berbahaya (*unsafe condition*). Ramli (2010) membagi kerugian akibat kecelakaan kerja menjadi:

1. Kerugian Langsung. Meliputi biaya untuk pengobatan, kompensasi, dan perbaikan alat atau fasilitas yang rusak.
2. Kerugian Tidak Langsung. Termasuk kehilangan waktu kerja, turunnya produktivitas, serta dampak negatif pada citra dan kepercayaan dari konsumen terhadap perusahaan.

2.2.5 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan komponen penting dalam dunia industri dan organisasi *modern*, yang bertujuan memastikan karyawan dapat bekerja dengan aman, sehat, dan produktif. Keselamatan kerja mencakup berbagai upaya untuk menghindari kecelakaan, cedera, dan insiden di lingkungan kerja, sementara kesehatan kerja berfokus pada strategi yang mendukung kesejahteraan fisik dan mental karyawan yang berdampak langsung pada kinerja dan kualitas hidup mereka. Penerapan K3 di lingkungan kerja melibatkan serangkaian langkah di tingkat organisasi dan individu yang bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang aman dan sehat. Langkah-langkah tersebut meliputi perumusan kebijakan dan prosedur K3 yang jelas, pelatihan dan edukasi bagi karyawan mengenai praktik kerja yang aman, pengawasan ketat terhadap prosedur keselamatan, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) serta peralatan keselamatan yang sesuai. Dengan penerapan K3 yang menyeluruh, perusahaan tidak hanya melindungi pekerja tetapi juga meminimalkan potensi kerugian akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja sehingga mendukung kelancaran operasional dan menciptakan lingkungan kerja yang positif (Sarbiah, 2023).

Dalam suatu proses produksi disebuah perusahaan yang menggunakan suatu alat maupun teknologi memiliki kecenderungan menimbulkan kecelakaan kerja bagi penggunanya. Maka penerapan program kesehatan dan keselamatan kerja perlu di perhatikan sebagai upaya mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dipengaruhi oleh tiga elemen utama yang terdiri dari manusia, material, dan metode yang saling berkaitan untuk mencapai penerapan K3 yang efisien dan efektif. Dalam ilmu kesehatan kerja, empat faktor utama yang mendorong penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah pengelolaan organisasi kerja, administrasi K3, pelatihan dan pendidikan, dan penerapan prosedur dan peraturan yang ada di tempat kerja. Faktor lingkungan kerja adalah salah satu faktor terbesar yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan pekerja. Namun, faktor lain seperti perilaku individu juga sangat penting. Tingkat keberhasilan K3 sangat bergantung pada bagaimana setiap individu menjalankan dan mematuhi K3 secara teratur, sehingga perilaku mereka menentukan seberapa efektif dan efisien K3 (Abidin, 2008).

Menurut Sinambela (2017) tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) meliputi beberapa aspek penting yaitu:

1. Memberikan jaminan keselamatan dan kesehatan kepada pegawai secara menyeluruh baik fisik, sosial, maupun psikologis.

2. Memastikan agar perlengkapan dan peralatan perusahaan dapat digunakan secara aman dan efisien.
3. Menjaga keamanan dan mutu hasil produksi.
4. Menjamin perawatan kesehatan dan peningkatan asupan gizi bagi karyawan.
5. Meningkatkan semangat serta ketekunan karyawan dalam bekerja.
6. Melindungi karyawan dari gangguan kesehatan yang disebabkan oleh kondisi atau lingkungan kerja.
7. Menyediakan lingkungan kerja yang aman dan melindungi karyawan dalam menjalankan tugasnya.

2.2.6 *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)*

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) suatu proses untuk mengetahui adanya suatu bahaya kemudian menghitung besarnya suatu risiko dan menetapkan apakah risiko tersebut dapat diterima atau tidak (Sari & Nouryend, 2022). HIRARC merupakan poses pendeskripsian yang mungkin terjadi akibat bahaya yang meliputi *severity*, frekuensi, sehingga adanya pencegahan bila terjadinya kecelakaan. Identifikasi bahaya dibagi menjadi 3 cara untuk mengidentifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*) dan pengendalian risiko (*risk control*) (Chrisya & Rembulan, 2023). *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kecelakaan kerja dan melakukan penilaian risiko yang merupakan elemen kunci dalam implementasi Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Tujuan dari HIRARC adalah untuk mengidentifikasi berbagai bahaya yang ada di dalam perusahaan dan mengevaluasi kemungkinan serta dampaknya terhadap terjadinya kecelakaan atau kerugian. Kelebihan dari dari metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) adalah untuk mengetahui dan menganalisis potensi suatu bahaya di suatu lokasi atau lingkungan untuk diberikan nilai seberapa besar peluang kecelakaan terjadi dan dilanjutkan dengan upaya pengendaliannya (Darmawan et al., 2017).

Proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko harus dilakukan di seluruh aktivitas perusahaan yang mencakup semua jenis pekerjaan, baik yang dilakukan oleh karyawan tetap, karyawan kontrak, pemasok, dan kontraktor, serta individu atau fasilitas yang berada di area kerja. Untuk melakukan identifikasi bahaya, langkah pertama adalah mengidentifikasi semua proses atau area dalam kegiatan operasional. Kemudian perlu

dilakukan pengamatan terhadap berbagai aspek keselamatan dan kesehatan kerja di setiap proses atau area yang telah ditentukan. Selain itu, identifikasi K3 juga mencakup evaluasi terhadap kondisi kerja dalam situasi normal, tidak normal, keadaan darurat, serta saat pemeliharaan.

Menurut Sepang (2013) ada dua kriteria penting dalam mengukur risiko:

1. Kemungkinan atau Peluang (*Probability*)

Probability mengacu pada seberapa besar peluang terjadinya kecelakaan atau kerugian saat dihadapkan pada bahaya tertentu. Contohnya:

- Peluang tergelincir di jalan yang licin.
- Risiko tersengat arus listrik.
- Kemungkinan terjadi tabrakan, dan sebagainya.

2. Dampak atau Akibat (*Consequences*)

Consequences menunjukkan tingkat kerugian atau keparahan yang bisa timbul akibat kecelakaan karena suatu bahaya yang bisa berdampak pada manusia, properti, atau lingkungan.

2.2.6.1 Identifikasi Bahaya *(Hazard Identification)*

Identifikasi bahaya adalah tahap awal yang harus dilakukan sebelum melanjutkan ke tahap penilaian risiko dalam lingkungan kerja. Pada tahap ini dilakukan pengamatan menyeluruh terhadap setiap aktivitas kerja dalam proses operasional untuk mengidentifikasi semua aspek yang mungkin menimbulkan risiko bahaya. Proses identifikasi bahaya bertujuan untuk mengenali segala situasi atau kondisi yang dapat memicu terjadinya kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Langkah ini mencakup peninjauan aktivitas rutin dan non-rutin, serta memfokuskan pada potensi bahaya dari kondisi lingkungan, peralatan, dan prosedur kerja. Dengan melakukan identifikasi yang menyeluruh perusahaan dapat mengambil tindakan awal untuk mencegah risiko lebih lanjut dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat bagi pekerja (Nuzulia, 2016).

Dengan adanya Identifikasi Bahaya yang sistematis, organisasi dapat meminimalkan risiko dengan lebih efektif, memastikan kesehatan dan keselamatan kerja, dan menjaga kelancaran operasional di berbagai area kerja. Menurut Puspitasari (2010), Identifikasi Bahaya memiliki beberapa kegunaan dan manfaat yang penting dalam pengelolaan keselamatan kerja yaiu

1. Kegunaan Identifikasi Bahaya yaitu

- Mempermudah pengenalan terhadap bahaya yang ada di lingkungan kerja sehingga setiap potensi risiko dapat dikenali.
- Memberikan informasi mengenai dampak dan kemungkinan kejadian dari setiap potensi bahaya yang teridentifikasi.
- Menentukan lokasi dan area di mana bahaya berpotensi terjadi sehingga area tersebut dapat dipantau secara khusus.
- Memastikan bahwa bahaya yang tidak berisiko tinggi dapat diprioritaskan lebih rendah sehingga sumber daya lebih terfokus pada bahaya dengan risiko lebih besar.
- Memberikan dasar bagi analisis lebih mendalam untuk setiap bahaya yang teridentifikasi.

2. Keuntungan dari Analisis Bahaya yaitu
    - Memungkinkan penemuan sumber utama penyebab bahaya sehingga pengendalian bisa dilakukan secara efektif.
    - Menentukan kualifikasi yang sesuai baik dari segi fisik maupun mental bagi pekerja yang akan terlibat dalam pekerjaan berisiko tinggi.
    - Memungkinkan evaluasi cara kerja, prosedur, dan posisi-posisi yang rentan sehingga dapat diperbaiki atau disesuaikan agar lebih aman.
    - Menyediakan panduan tentang area atau proses yang memerlukan analisis lebih mendalam agar tindakan pengendalian lebih optimal.

2.2.6.2 Penilaian Risiko *(Risk Assessment)*

Penilaian risiko pada dasarnya adalah proses yang diterapkan oleh suatu lembaga atau organisasi sebagai bagian integral dari pengelolaan risiko dalam membantu pengambilan keputusan. Proses ini melibatkan beberapa tahapan utama seperti identifikasi risiko, analisis risiko, serta evaluasi risiko. Evaluasi risiko merupakan penilaian yang dilihat dari berbagai tingkatan dengan menggunakan nilai risiko sebagai cara untuk mengidentifikasi kecelakaan kerja berdasarkan tingkat kemungkinan (*probabilitas*) yang dikombinasikan dengan tingkat keparahan serta pemberian insentif bagi pekerja (Triswandana & Armaeni, 2020). Penilaian risiko atau *Risk Assessment* terdiri dari dua tahap penting yaitu tahap analisis risiko dan evaluasi risiko (Asih et al., 2021). Dalam tahap analisis risiko, tujuan utamanya adalah menilai besaran suatu risiko yang dilihat dari kombinasi antara seberapa besar kemungkinan risiko tersebut terjadi (*likelihood*) serta dampak serius yang ditimbulkannya (*severity* atau *consequences*). *Likelihood* menggambarkan potensi frekuensi terjadinya risiko, dengan rentang dari kejadian

yang sangat jarang hingga kejadian yang mungkin terjadi sewaktu-waktu, sesuai dengan standar AS/NZS 4360. Sementara itu, *severity* atau keparahan risiko dihitung dari dampak paling rendah hingga dampak paling tinggi yang mungkin terjadi pada risiko tersebut.

Skala *likelihood* dan *severity* masing-masing mempunyai kriteria tingkatan dan penilaian yang berbeda seperti yang tertera dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Skala *Likelihood*

Tingkat	Kriteria	Keterangan	Deskripsi
5	*Almost Certain*	Dapat terjadi setiap saat	Kemungkinan terjadi minimal 1 kali tiap minggu
4	*Likely*	Sangat sering terjadi	Kemungkinan terjadi minimal 1 kali tiap bulan
3	*Possible*	Dapat terjadi sekali-kali	Kemungkinan terjadi 1 kali tiap 3 bulan
2	*Unlikely*	Jarang terjadi	Kemungkinan terjadi minimal 1 kali tiap tahun
1	*Rare*	Hampir tidak pernah terjadi	Kemungkinan tidak terjadi dalam 1 tahun

Tabel 2.2 menunjukkan bahwa skala *likelihood* memiliki lima tingkat, di mana tingkat yang lebih tinggi mencerminkan peluang terjadinya bahaya yang lebih sering. Begitu pula dengan skala *severity* pada tabel berikut ini yang menggambarkan tingkat keparahan dampak bahaya sesuai dengan tingkatannya. Berikut tabel skala *severity:*

Tabel 2.3 Skala *Severity*

Tingkat	Kriteria	Keterangan
5	*Catastrophic*	Menyebabkan cacat fisik, kerugian sangat besar, seluruh proses terhenti
4	*Major*	Cedera berat, kerugian besar, gangguan produksi

Tingkat	Kriteria	Keterangan
3	*Moderate*	Cedera sedang, membutuhkan penanganan dari medis, kerugian finansial yang besar
2	*Minor*	Cedera ringan, kerugian finansial yang sedikit
1	*Insignificant*	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial sedikit

Langkah berikutnya setelah menentukan nilai *likelihood* dan *severity* adalah menghitung nilai risiko untuk mengetahui tingkat risiko. Perhitungan ini dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$Risk = Likelihood \times Severity \quad (4.1)$$

Setelah perhitungan dilakukan, hasilnya akan dimasukkan ke dalam *Risk Matrix* untuk menentukan tingkat risiko. Berikut ini adalah tabel dari *Risk Matrix*:

Tabel 2.4 *Risk Matrix*

Likelihood	*Severity*				
	Insignificant (1)	*Minor* (2)	*Moderate* (3)	*Mayor* (4)	*Extreme* (5)
Almost certain (5)	*Moderate* (5)	*High* (10)	*Extreme* (15)	*Extreme* (20)	*Extreme* (25)
Likely (4)	*Moderate* (4)	*High* (8)	*High* (12)	*Extreme* (16)	*Extreme* (20)
Moderate (3)	*Low* (3)	*Moderate* (6)	*High* (9)	*High* (12)	*Extreme* (15)
Unlikely (2)	*Low* (2)	*Moderate* (4)	*Moderate* (6)	*High* (8)	*High* (10)
Rare (1)	*Low* (1)	*Low* (2)	*Low* (3)	*Moderate* (4)	*Moderate* (5)

Keterangan:

1. *Low Risk*, nilai risiko 1-3

Risiko dianggap cukup rendah sehingga dapat diterima tanpa perlu pengendalian tambahan.

2. *Moderate Risk*, nilai risiko 4-6

   Memerlukan tindakan untuk mengurangi risiko namun perlu mempertimbangkan secara matang biaya dan manfaat dari langkah pencegahan.

3. *High Risk*, nilai risiko 8-12

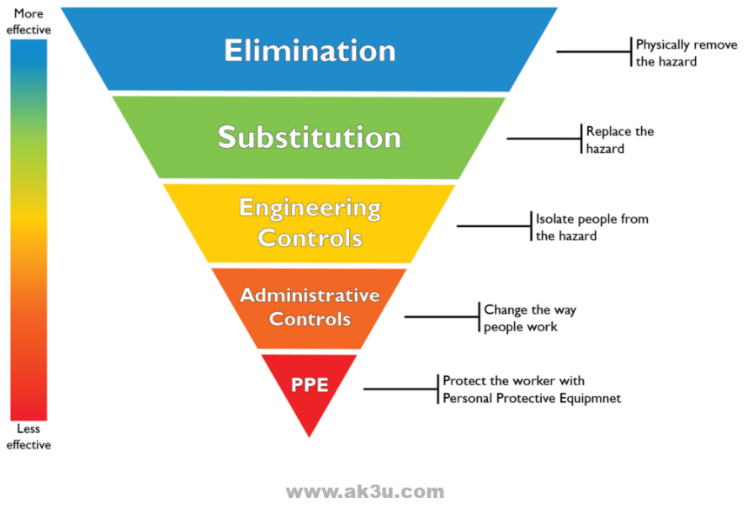
   Aktivitas tidak boleh dijalankan hingga risiko berhasil dikurangi. Tindakan pengendalian harus dilakukan segera

4. *Extreme Risk*, nilai risiko 15-25

   Aktivitas tidak boleh dimulai atau diteruskan sampai risiko bisa dikurangi. Jika pengurangan risiko tidak memungkinkan maka pekerjaan harus dihentikan.

2.2.6.3 Pengendalian Risiko *(Risk Control)*

Pengendalian risiko di lingkungan kerja bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya yang bisa menimbulkan kerugian, baik bagi pekerja maupun perusahaan. pengendalian risiko dilakukan untuk mencegah bahaya sehingga tidak menjadi ancaman bagi keselamatan pekerja, terutama bagi mereka yang bekerja langsung di area atau peralatan berbahaya. Pendekatan pengendalian ini mengikuti hirarki pengendalian risiko (*hierarchy of control*). Berdasarkan pedoman OHSAS 18001, hirarki ini terdiri dari lima tingkatan yaitu eliminasi, substitusi, *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) (Soehatman Ramli, 2010). Berikut penjelasan mengenai hirarki pengendalian risiko:



Gambar 2.1 Hirarki Pengendalian Risiko

Sumber: https://ak3u.com/

1. Eliminasi (*Elimination*)

   Eliminasi adalah langkah pertama dan utama dalam pengendalian risiko. Tujuannya adalah untuk menghilangkan semua sumber bahaya dari tempat kerja. Dengan menghilangkan risiko, orang dapat menghindari terpapar bahaya. Contohnya adalah menghilangkan bahan berbahaya dari proses produksi atau otomatisasi pekerjaan yang berisiko tinggi. Hal ini dianggap sebagai langkah terbaik karena mengurangi kebutuhan akan perlindungan tambahan.

2. Substitusi (*Substitution*)

   Substitusi adalah langkah kedua dalam hierarki pengendalian risiko di mana bahan atau proses berbahaya diganti dengan alternatif yang lebih aman atau memiliki tingkat risiko yang lebih rendah. Misalnya, bahan kimia berbahaya dapat diganti dengan bahan yang lebih aman atau penggunaan peralatan yang dapat menyebabkan cedera diganti dengan peralatan yang memiliki fitur keamanan lebih baik. Substitusi membantu mengurangi risiko meskipun tingkat efektivitasnya dapat bervariasi tergantung pada alternatif yang tersedia.

3. *Engineering Control*

   Engineering Control digunakan untuk meningkatkan keamanan kerja dengan mengubah desain tempat kerja, peralatan, atau proses kerja. Modifikasi fisik lingkungan kerja seperti penambahan ventilasi, pemasangan penghalang, atau desain ulang area kerja agar lebih ergonomis adalah bagian dari pengendalian ini. Misalnya, memasang pelindung mesin untuk mencegah kecelakaan atau menggunakan sistem otomatisasi untuk mengurangi jumlah waktu yang dihabiskan pekerja dengan bahan berbahaya yang mungkin terlibat langsung dengan mereka.

4. *Administrative Control*

   Administrative Control adalah penerapan kebijakan, prosedur, dan praktik keselamatan untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan. Pengendalian ini mencakup penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP), pelatihan keselamatan kerja, rotasi pekerjaan untuk menghindari kelelahan, serta pengaturan jadwal kerja agar pekerja dapat menghindari paparan bahaya secara terus-menerus. Pendekatan administratif membantu memastikan pekerja memiliki pemahaman yang baik tentang cara melakukan pekerjaan mereka dengan aman meskipun ini kurang efektif dibandingkan kontrol fisik

5. Alat Pelindung Diri (APD)

APD adalah langkah terakhir dalam hierarki pengendalian risiko yang digunakan jika bahaya tidak bisa dihilangkan sepenuhnya melalui cara lain. APD berfungsi sebagai lapisan perlindungan terakhir yang melindungi pekerja dari paparan langsung terhadap risiko. Contoh APD termasuk helm, sarung tangan, pelindung mata, masker, dan pelindung telinga. Meskipun APD membantu mengurangi dampak dari bahaya yang tersisa, keefektifannya sangat tergantung pada kepatuhan pekerja dalam menggunakannya dengan benar dan konsisten.

2.2.7 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) adalah analisis dengan menggunakan pohon kesalahan yang secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik untuk melakukan analisis (Syarifuddin et al., 2020). *Fault tree analysis* (FTA) adalah metode analisa dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada sistem dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut (Kristiansen, 2005: 225). Analisis ini dilakukan dengan memperhatikan konteks operasi dan lingkungan sistem untuk mengidentifikasi semua kemungkinan penyebab terjadinya kegagalan tersebut. *Fault Tree Analysis* (FTA) menggunakan pendekatan *top-down* di mana analisis dimulai dari kejadian umum (*top event*) seperti kerusakan keseluruhan, kemudian ditelusuri penyebab spesifiknya (*basic events*) hingga ke tingkat paling bawah. Diagram *fault tree* menggambarkan hubungan antara berbagai komponen sistem (*basic events*) dengan kejadian utama (*top event*) menjelaskan bagaimana interaksi antara keduanya dapat menyebabkan kegagalan. Metode ini efektif dalam menemukan akar permasalahan karena memastikan bahwa kegagalan atau kerugian yang terjadi tidak disebabkan oleh satu titik kegagalan saja. *Fault Tree Analysis* (FTA) mengidentifikasi keterkaitan antara faktor-faktor penyebab dan menyajikannya dalam bentuk diagram pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Gerbang logika ini menunjukkan kondisi atau kombinasi kondisi yang dapat memicu terjadinya kegagalan baik yang berasal dari satu penyebab tunggal maupun gabungan dari berbagai kondisi. Konstruksi FTA mencakup dua jenis gerbang logika utama yaitu gerbang AND dan gerbang OR. Setiap kegagalan dianalisis dan diilustrasikan dalam bentuk pohon analisis kegagalan di mana setiap komponen kegagalan direpresentasikan dengan simbol logika (*logic transfer components*) untuk mempermudah proses analisis. (Cheng Kuo, 2007: 103).

Kegagalan dalam suatu sistem dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kegagalan pada komponen sistem, kesalahan manusia dalam pengoperasian (*human error*) atau faktor eksternal di luar sistem yang dapat memicu terjadinya *undesired event*. *Fault tree* dibangun berdasarkan analisis terhadap salah satu *undesired event* yang mungkin terjadi dalam sistem. Hanya bagian sistem yang terkait langsung dengan *undesired event* serta kegagalan yang relevan yang disertakan dalam penyusunan *fault tree*. Dalam satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing memiliki *fault tree* yang unik. Hal ini karena setiap *undesired event* dipengaruhi oleh faktor atau bagian sistem yang berbeda. Pada *fault tree*, *undesired event* yang menjadi fokus analisis dikenal sebagai *top event*.

Fault Tree Analysis (FTA) menghasilkan dua *output* yaitu peluang terjadinya kejadian penting dalam sistem dan identifikasi akar penyebab masalah. Informasi tentang akar penyebab ini kemudian digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan yang sesuai. Proses ini digambarkan melalui diagram enumerasi yang menjelaskan bagaimana suatu masalah dapat terjadi menggunakan simbol-simbol logika boolean. Diagram enumerasi yang dikenal sebagai *fault tree* memiliki struktur menyerupai pohon yang dimulai dari satu kejadian utama yang mengerucut ke atas dan bercabang ke bawah menjadi berbagai penyebab yang lebih spesifik. Struktur bercabang ini memungkinkan analisis terperinci terhadap berbagai kemungkinan penyebab kegagalan. Dalam analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) secara umum terdapat dua kategori utama pertanyaan yang dianalisis yaitu:

1. Pertanyaan yang berkaitan dengan penyebab suatu kejadian**.**

   Penyebab merupakan titik awal yang memicu terjadinya suatu kejadian. Sebuah penyebab dapat menimbulkan rangkaian kejadian lain yang saling berhubungan. Oleh karena itu, penyebab perlu dianalisis dengan cermat untuk mencegah terjadinya konsekuensi yang merugikan atau tidak diinginkan.

   Contoh pertanyaan: Apa yang menyebabkan mesin produksi tiba-tiba berhenti beroperasi?
2. Pertanyaan yang berkaitan dengan akibat dari suatu kejadian.

   Akibat adalah kondisi yang terjadi dalam suatu sistem akibat adanya penyebab tertentu. Analisis terhadap akibat bertujuan untuk memahami dan memperkirakan dampak apa saja yang dapat terjadi akibat suatu kejadian awal.

   Contoh pertanyaan: Apa yang akan terjadi jika sistem pendingin mesin tidak berfungsi dengan baik?

FTA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dalam suatu sistem dengan menggambarkan alternatif-alternatif kejadian dalam bentuk diagram blok yang terstruktur. Analisis FTA bersifat deduktif, dimulai dengan identifikasi kegagalan pada tingkat tertinggi (*Top Event*) dan secara sistematis dipecah ke bawah menjadi diagram pohon kesalahan (*Fault Tree*) yang menjelaskan berbagai kemungkinan penyebab terjadinya kegagalan. Dengan demikian, FTA dapat dianggap sebagai alat untuk mencari hubungan sebab-akibat dari suatu kegagalan dalam sistem. Penerapan *Fault Tree Analysis* (FTA) di lapangan memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan, sebagaimana dijelaskan oleh Marvin (2005):

Kelebihan

1. Dapat diterapkan sejak tahap awal perancangan sistem dan terus dikembangkan secara detail seiring dengan pengembangan desain.
2. Memungkinkan identifikasi dan pencatatan jalur kesalahan logis secara sistematis, dari efek spesifik hingga penyebab utamanya.
3. Memiliki fleksibilitas untuk dikonversi menjadi analisis berbasis probabilitas dengan mudah.

Kekurangan

1. Analisis yang mendalam dapat menghasilkan diagram pohon kesalahan yang sangat kompleks dan besar.
2. Keberhasilan analisis sangat bergantung pada kemampuan dan keahlian individu yang melakukannya.
3. Sulit untuk diterapkan pada sistem yang memiliki tingkat keberhasilan parsial.
4. Penerapan FTA memerlukan biaya yang cukup tinggi, terutama untuk sistem yang kompleks.

2.2.7.1 Simbol-Simbol FTA

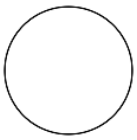
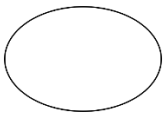
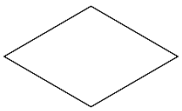
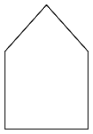
Dalam menggambarkan dan mengilustrasikan pada diagram, FTA menggunakan simbol Boolean. Menurut Fault Tree Handbook (David F. Haasl, 1981), secara umum terdapat dua macam simbol yaitu:

1. *Event* atau Simbol Kejadian

   Simbol kejadian digunakan untuk merepresentasikan sifat atau karakteristik dari setiap kejadian dalam suatu sistem. Penggunaan simbol-simbol ini mempermudah proses

identifikasi dan analisis kejadian. Berikut adalah beberapa simbol kejadian yang umum digunakan:

Tabel 2.5 Simbol Kejadian

No	Simbol *Event*	Nama Simbol	Keterangan
1.		*Basic Event*	*Circle* Menunjukkan kejadian pada tingkat paling bawah (*lowest level failure event*) atau kejadian dasar (*basic event*) yang tidak memerlukan analisis atau tindakan lanjutan.
2.		*Conditioning Event*	*Ellipse* Menunjukkan kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada sebuah gerbang, seperti gerbang *INHIBIT* dan *PRIORITY AND*. Kejadian *output* hanya akan terjadi jika terdapat kejadian *input* dan kondisi tertentu terpenuhi.
3.		*Undeveloped Event*	*Diamond* Menunjukkan sebuah kejadian yang tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena kurangnya hubungan yang cukup jelas atau ketiadaan informasi yang relevan sehingga dianggap sebagai kejadian akhir dalam suatu permasalahan.
4.		*External Event*	*House* Menunjukkan kejadian yang secara umum diharapkan terjadi seperti perubahan fase dalam sistem dinamis. Oleh karena itu, simbol ini menunjukkan peristiwa-peristiwa

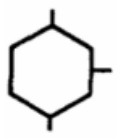
No	Simbol *Event*	Nama Simbol	Keterangan
			yang tidak dianggap sebagai kesalahan.
5.		*Intermediate Event*	*Intermediate* Menunjukkan kejadian kegagalan yang disebabkan oleh satu atau lebih penyebab sebelumnya (*input*) yang memengaruhi melalui gerbang logika.

2. *Gates* atau Simbol gerbang logika

Gerbang logika digunakan untuk menghubungkan satu kejadian dengan kejadian lainnya dalam suatu sistem. Gerbang ini berfungsi menunjukkan hubungan antara kejadian *input* yang memengaruhi terjadinya kejadian *output*. Dengan kata lain, kejadian output dihasilkan oleh hubungan antar kejadian *input* yang saling terkait melalui mekanisme tertentu dalam sistem. Berikut adalah simbol-simbol yang umum digunakan untuk gerbang logika:

Tabel 2.6 Simbol Gerbang Logika

No	Simbol *Event*	Nama Simbol	Keterangan
1.		*The AND-Gate*	Gerbang ini menunjukkan kondisi *output* terjadi jika semua kondisi pada *input* terjadi secara bersamaan
2.		*The OR-Gate*	Gerbang ini menunjukkan kondisi *output* terjadi jika satu atau lebih kondisi *input* terjadi.
3.		*The EXCLUSIVE OR-Gate*	Gerbang ini menunjukkan kondisi *output* terjadi jika hanya satu kondisi *input* terjadi.
4.		*The PRIORITY AND-Gate*	Gerbang ini menunjukkan kondisi *output* terjadi jika kondisi *input* terjadi dengan urutan kejadian tertentu.

No	Simbol *Event*	Nama Simbol	Keterangan
5.		*The INHIBIT-Gate*	Gerbang ini menujukkan kondisi *output* terjadi jika satu kondisi *input* terjadi tetapi harus memenuhi kondisi tertentu atau *conditioning event*
6.		*TRANSFER IN*	Gerbang ini menunjukkan bahwa pohon dapat dikembangkan lebih lanjut pada terjadinya *TRANSFER OUT* yang sesuai. (Misalnya, di halaman berbeda).
7.		*TRANSFER OUT*	Gerbang ini menunjukkan bahwa bagian pohon dihubungkan dengan simbol *TRANSFER IN* yang sesuai pada Lokasi lain.

2.2.7.2 Tahapan FTA

Berikut tahapan dalam analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) (Sinaga et al., 2014).

1. Menentukan Kejadian Utama dalam Sistem (*Top-Level Event*)

   Tahap awal FTA adalah mengidentifikasi kejadian paling penting yang berpotensi memengaruhi sistem. Langkah ini sangat penting karena hasil analisis bergantung pada ketepatan identifikasi awal. Proses ini membutuhkan pemahaman mendalam tentang sistem, termasuk karakteristik kerusakan yang tidak diinginkan (*undesired events*). Pemahaman diperoleh dengan mengkaji secara rinci semua informasi tentang sistem dan cakupan operasionalnya.
2. Pembuatan Pohon Kesalahan

   Setelah kejadian utama diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menyusun pohon kesalahan yang menggambarkan hubungan sebab-akibat. Diagram seperti *fishbone diagram* dapat digunakan untuk membantu analisis penyebab kesalahan serta mendeteksi potensi kerusakan tersembunyi. Pohon kesalahan dibuat menggunakan simbol logika Boolean yang telah distandardisasi sehingga hasilnya konsisten dan mudah dipahami oleh semua pihak.
3. Proses Analisis Pohon Kesalahan

Tahap ini bertujuan untuk memberikan informasi detail mengenai sistem dan menemukan langkah perbaikan yang diperlukan. Proses analisis terdiri dari tiga langkah berikut:

a. Menyederhanakan Struktur Pohon Kesalahan

   Pohon kesalahan disederhanakan dengan mengeliminasi cabang-cabang yang memiliki karakteristik serupa. Hal ini dilakukan untuk mempermudah analisis lanjutan dan fokus pada bagian-bagian yang lebih relevan.

b. Menghitung Peluang Kejadian Utama (*Top-Level Event*)

   Setelah penyederhanaan, peluang terjadinya kejadian utama dianalisis. Proses ini melibatkan perhitungan peluang dari semua input serta penggunaan logika hubungan di antara mereka untuk menentukan probabilitas kejadian.

c. Melakukan Tinjauan Hasil Analisis

   Hasil analisis ditinjau untuk mengevaluasi langkah-langkah perbaikan yang memungkinkan. Tinjauan ini bertujuan memastikan bahwa rekomendasi perbaikan sudah sesuai untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keandalan sistem.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus yang beralamat di Desa Besito KM. 6, Besito Wetan, Besito, Kec. Gebog, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah 59333.

3.2 Subjek Penelitian

Dalam penelitian ini subjek penelitian yang diangkat adalah karyawan di lantai produksi pada PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus. Pengambilan data dilakukan dengan cara observasi secara langsung di lantai produksi dan melakukan wawancara dengan supervisor di setiap bagian serta pembimbing lapangan selama proses penelitian berlangsung.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini berfokus pada identifikasi *Hazard* (Bahaya) yang terdapat dalam proses produksi di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus. Bahaya yang dimaksud mencakup berbagai sumber risiko baik yang berasal dari aktivitas maupun proses pengolahan material menjadi produk jadi. Selain itu, kondisi lingkungan dan alat produksi yang ada di sepanjang proses tersebut juga dapat menimbulkan potensi risiko. Setiap tahap dan kondisi dalam proses produksi dapat menjadi pemicu munculnya bahaya yang pada akhirnya mengakibatkan risiko kecelakaan atau cedera kerja. Penelitian ini bertujuan untuk memahami secara rinci sumber-sumber risiko agar dapat dikendalikan secara efektif. Penelitian ini berfokus pada bahaya yang ada pada area *spinning* karena kecelakaan kerja yang sudah terjadi pada tahun sebelumnya paling banyak ditemukan di area ini dan pada area ini terdapat interaksi antara pekerja dan mesin sehingga potensi bahaya akan semakin besar.

3.4 Jenis Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder sebagai sumber informasi utama untuk mendukung analisis yang dilakukan. Berikut merupakan jenis data penelitian yang digunakan.

a. Data Primer

   Data primer adalah informasi yang diperoleh langsung dari hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengamatan

langsung terhadap tahapan pekerjaan di lapangan, identifikasi potensi bahaya yang ada, serta peninjauan peralatan dan alat keselamatan yang dibutuhkan untuk menunjang proses kerja yang aman. Data ini meliputi berbagai tahap aktivitas pekerjaan, identifikasi potensi bahaya, dan risiko yang mungkin muncul di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang diperoleh dari studi literatur seperti jurnal, artikel, buku, dan sumber-sumber terkait lainnya. Jenis data ini mencakup informasi mengenai profil perusahaan PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus yang relevan dengan penelitian ini.

3.5 Jenis Penelitian

Pada penelitian kali ini, jenis penelitian yang dilakukan jika dilihat dari segi analisis datanya adalah jenis penelitian deskriptif sebab penelitian ini tidak membandingkan atau menghubungkan antar dua buah variabel namun penelitian ini lebih menggambarkan tentang suatu kejadian atau keadaan secara objektif. Jika dilihat dari segi jenis datanya maka penelitian ini merupakan kuantitatif. Selanjutnya ditilik dari segi pengumpulan datanya maka penelitian ini masuk pada jenis penelitian observasional karena cara yang digunakan untuk memperoleh dan mengumpulkan datanya adalah dengan cara observasi dan wawancara kepada beberapa pekerja dan beberapa *expert* yang ada di perusahaan. Dan penelitian ini juga bersifat penelitian lapangan karena untuk memperoleh data yang dibutuhkan peneliti terjun langsung ke lapangan, melakukan observasi dan wawancara.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa metode pengumpulan data yang digunakan yaitu sebagai berikut:

a. Wawancara

Wawancara dilakukan melalui interaksi langsung dengan narasumber atau *expert* di bidangnya. Sugiyono (2016) menyatakan bahwa wawancara berguna untuk menggali informasi mendalam mengenai masalah yang sedang diteliti terutama bila peneliti membutuhkan pemahaman yang lebih komprehensif dari narasumber. Dalam konteks penelitian ini, wawancara dilakukan dengan Supervisor di tiap bagian mesin di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus untuk membahas implementasi K3 di tempat kerja, sejarah kecelakaan kerja yang pernah terjadi, dan potensi bahaya yang dapat terjadi. Informasi yang

dikumpulkan memberikan wawasan tentang praktik K3, potensi risiko di perusahaan, dan usulan pengendalian yang tepat.

b. Observasi

Observasi adalah teknik mengumpulkan data melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian. Menurut Sugiyono (2018), observasi memiliki ciri khas sebagai metode yang memungkinkan peneliti mendapatkan data empiris dari pengamatan nyata. Dalam penelitian ini observasi dilakukan dengan melihat proses produksi secara langsung, mulai dari pengolahan kapas menjadi *sliver*, lalu dari *sliver* ke *roving*, hingga ke tahap akhir berupa benang. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mengidentifikasi potensi risiko yang mungkin terjadi selama proses produksi serta penyebab terjadinya potensi risiko sehingga peneliti dapat memahami kondisi lapangan secara rinci

c. Studi Literatur

Studi literatur mencakup berbagai kegiatan yang berhubungan dengan pengumpulan dan analisis data dari bahan-bahan pustaka yang relevan. Penelitian dengan studi literatur adalah sebuah penelitian yang persiapannya sama dengan penelitian lainnya akan tetapi sumber dan metode pengumpulan data dengan mengambil data di pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah bahan penelitian (Melfianora, 2019). Pada penelitian ini, studi literatur dilakukan dengan mencari sumber dari jurnal, teori, dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait keselamatan kerja, manajemen risiko, serta pendekatan HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan FTA (*Fault Tree Analysis* Metode FTA membantu dalam memetakan hubungan sebab-akibat dari potensi kegagalan atau bahaya dalam sistem kerja. Studi literatur ini memberikan pemahaman kepada peneliti mengenai konsep risiko dan keselamatan kerja, sekaligus menjadi landasan teoritis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan risiko di lantai produksi PT Sari Warna Asli Unit V Kudus.

3.7 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode **HIRARC** (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*). Langkah-langkah pengolahan data dilakukan sebagai berikut:

1. Analisis Menggunakan Metode HIRARC

Tahapan ini dimulai dengan mengidentifikasi potensi bahaya pada aktivitas di lantai produksi. Potensi bahaya tersebut kemudian dianalisis melalui *risk assessment* yang melibatkan evaluasi berdasarkan *likelihood* (kemungkinan terjadinya) dan *severity* (tingkat keparahan dampak). *Risk scoring* dihitung menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghasilkan nilai risiko yang akurat. Hasil penilaian ini dipetakan ke dalam *risk matrix*, sebuah alat visual untuk mengelompokkan risiko berdasarkan tingkatannya. Matriks risiko ini mengklasifikasikan risiko ke dalam empat kategori yaitu *low risk, medium risk, high risk,* dan *extreme risk* yang digunakan untuk menentukan risiko prioritas yang perlu dianalisis lebih lanjut.

2. Analisis Risiko Prioritas dengan Metode FTA

   Risiko prioritas ditentukan dari hasil pemetaan risiko dalam *risk matrix*. Risiko ini dianalisis secara mendalam menggunakan metode FTA untuk mengidentifikasi akar penyebab utama dari risiko yang terjadi. Proses ini dilakukan menggunakan *website draw.io* untuk memvisualisasikan hasil analisis dalam bentuk diagram pohon kesalahan. Pendekatan ini memberikan detail mengenai hubungan sebab-akibat dari setiap komponen risiko yang memungkinkan peneliti memahami penyebab yang mendasarinya. Informasi ini digunakan untuk menyusun strategi mitigasi yang lebih efektif dan terarah.

3. Perancangan Strategi Mitigasi

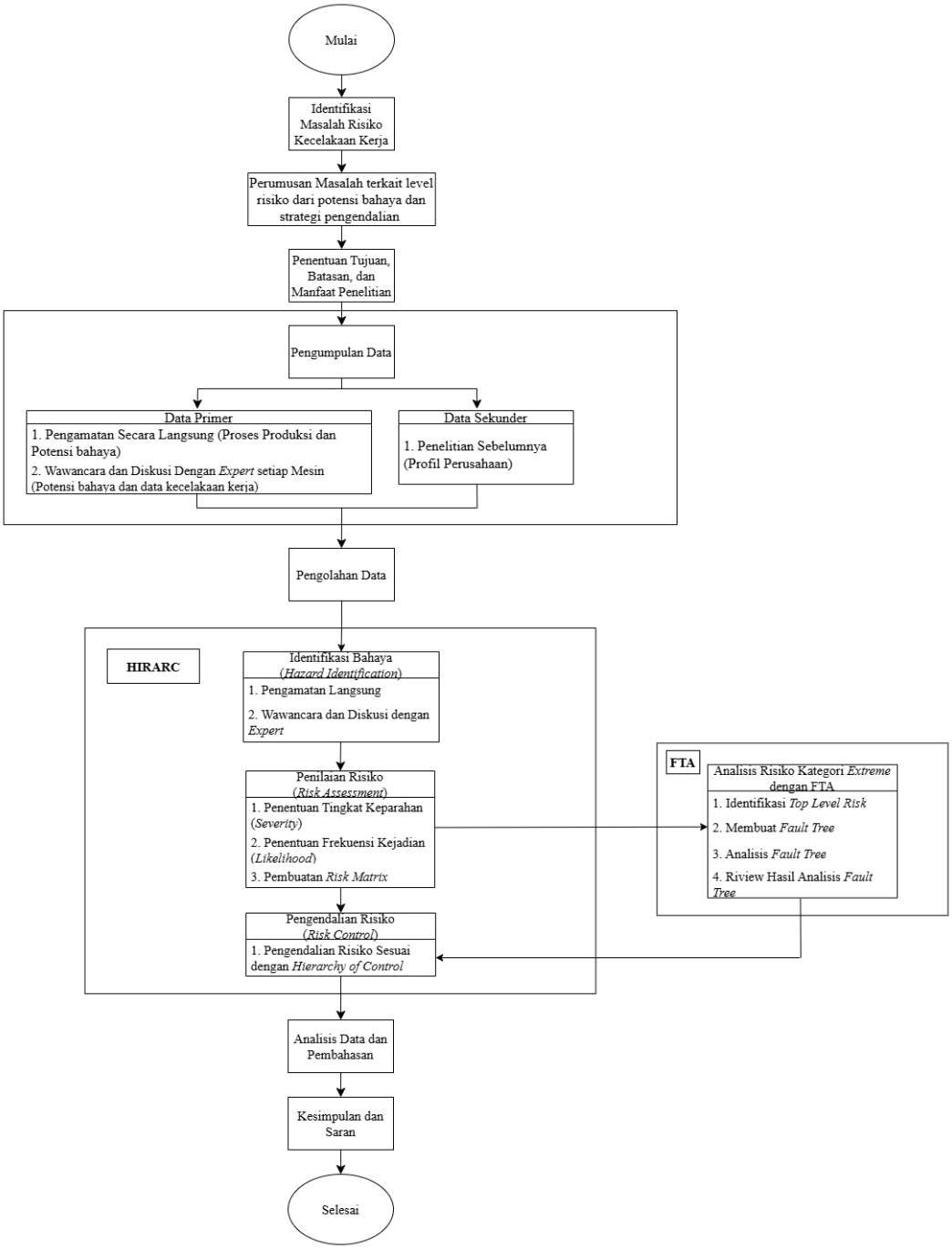
   Berdasarkan hasil analisis FTA, strategi mitigasi dirancang dengan fokus pada penyebab risiko yang paling signifikan. Rancangan mitigasi disesuaikan dengan karakteristik risiko prioritas, sehingga langkah-langkah pengendalian dapat diterapkan secara tepat sasaran dan efisien. Strategi ini bertujuan untuk meminimalkan dampak risiko dan meningkatkan keselamatan kerja di lantai produksi sehingga tujuan perusahaan dapat tercapai.

3.8 Metode Analisis Data

Tahap analisis dan pembahasan berfokus pada pengolahan dan interpretasi hasil penelitian. Pada tahap ini, data penelitian disajikan dan dianalisis menggunakan metode HIRARC dan FTA dengan tujuan menghubungkan hasil analisis dengan latar belakang masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pembahasan dilakukan untuk memberikan wawasan lebih mendalam mengenai temuan penelitian dan relevansinya terhadap permasalahan yang ada.

3.9 Diagram Alur Penelitian

Berikut diagram alur dari penelitian ini:



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Gambar 3.1 menunjukkan diagram alur penelitian. Berikut ini adalah urutan langkah-langkah dalam penelitian ini.

1. Identifikasi Masalah

   Tahap pertama yang dilakukan adalah identifikasi masalah yang ada di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus dengan metode pengamatan secara langsung di lapangan khususnya di Departemen Produksi dan melakukan wawancara dengan supervisor di setiap bagian produksi sehingga mendapatkan permasalahan yang dapat diselesaikan dengan keilmuan Teknik Industri.

2. Perumusan Masalah

   Tahap kedua yang dilakukan setelah identifikasi masalah adalah tahap perumusan masalah. Tahap perumusan masalah merupakan tahap penentuan inti dari permasalahan yang ditemukan pada tahap sebelumnya yang akan digunakan sebagai penelitian dan dijadikan sebagai landasan untuk menentukan tujuan serta mafaat dari penelitian ini.

3. Penentuan Tujuan, Batasan, dan Manfaat Penelitian

   Tahap yang ketiga adalah penentuan tujuan, batasan, dan manfaat penelitian. Tahap ini digunakan untuk mempersempit cakupan studi agar tetap fokus dalam mencapai tujuan yang diinginkan, serta menghasilkan manfaat yang berguna baik bagi peneliti maupun perusahaan.

4. Pengumpulan Data

   Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

   a. Data Primer

      Data primer mencakup informasi yang diperoleh langsung melalui pengamatan langsung dan wawancara di lapangan. Data ini meliputi berbagai tahap aktivitas pekerjaan, identifikasi potensi bahaya, dan risiko yang mungkin muncul di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus. Dengan demikian, data ini membantu menggambarkan kondisi kerja dan potensi risiko secara nyata.

   b. Data Sekunder

      Data Sekunder merupakan data yang diambil melalui tinjauan pustaka dari beberapa jurnal, artikel, buku, dan lain sebagainya. Data ini meliputi data jumlah produksi, data kecelakaan kerja, dan profil perusahaan

5. Pengolahan Data

   Pada tahap ini data yang sudah dikumpulkan sebelumnya akan diolah dengan menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*)

6. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

   Identifikasi Bahaya merupakan langkah dimana peneliti melakukan identifikasi terhadap bahaya yang ada di setiap proses dan menilai potensi risiko yang mungkin timbul dari bahaya-bahaya tersebut. Proses ini bertujuan untuk mengenali kondisi berisiko di area kerja.

7. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

   Tahap penilaian risiko (*Risk Assessment*) merupakan langkah dimana peneliti melakikan evaluasi terhadap risiko yang terjadi dengan berpedoaman pada *risk matrix* yang didalamnya melibatkan tingkat keparahan (*severity*) dari dampak yang terjadi dan frekuensi terjadinya risiko (*likelihood*)

8. Tahapan FTA (*Fault Tree Analysis*)

   Tahapan FTA (*Fault Tree Analysis*) merupakan tahap dimana analisis penyebab terjadinya risiko dilakukan untuk risiko yang termasuk kategori *extreme* dan secara langsung mempengaruhi tujuan utama perusahaan yaitu peningkatan produktivitas. Tahap ini dilakukan mulai dari identifikasi *top level risk,* dilanjutkan pembuatan *fault tree* dan analisis *fault tree,* serta melakukan *riview* terhadap hasil analisis.

9. Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

   Tahap pengendalian risiko merupakan langkah dimana peneliti menetapkan langkah-langkah pengendalian yang paling sesuai dan efektif untuk mengurangi risiko dengan mengacu pada *hierarchy of controls*. Pembuatan usulan pengendalian dilakukan setelah tahapan FTA karena memungkinkan peneliti memahami penyebab yang mendasari dari risiko. Informasi ini digunakan untuk menyusun usulan pengendalian yang lebih efektif dan terarah.

10. Analisis Data dan Pembahasan

    Langkah selanjutnya adalah analisis data dan pembahasan. Data yang telah diolah akan dianalisis dan dibahas terkait risiko yang timbul dan hasil matriks risiko yang didapatkan lalu akan dicari penyebab dasar dari risiko dan pembuatan usulan pengendalian agar meminimalisir terjadinya potensi bahaya. Hasil dan pembahasan tersebut akan membantu dalam hal membuat kesimpulan dan juga saran yang akan diberikan.

11. Kesimpulan dan Saran

    Langkah terakhir adalah menarik kesimpulan yang berisikan rangkuman singkat dari proses-proses dan hasil yang didapat serta menjawab rumusan masalah yang diangkat dalam

penelitian. Kemudian memberikan saran dan masukan untuk perusahaan dan peneliti selanjutnya sesuai dengan topik yang diteliti.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

4.1.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* Kudus II adalah perusahaan yang didirikan melalui kerja sama antara investor asing dan lokal Indonesia. Perusahaan tersebut secara resmi didirikan pada tanggal 8 Februari 1974 dengan akta notaris yang dibuat oleh Kartini Mulyadi SH. Pada tanggal yang sama perusahaan tersebut didaftarkan dengan nomor 68 dalam Tambahan Berita Negara Republik Indonesia pada tanggal 6 Agustus 1974.

Aturan yang berlaku terutama Undang-Undang No. 1 tahun 1967 tentang penanaman modal asing mendukung keberadaan PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* di Indonesia. Selain itu perusahaan ini beroperasi dengan persetujuan resmi Presiden Republik Indonesia yang diberikan pada 20 Desember 1973 dengan surat No: B-140/Pres/12/1973. Persetujuan ini juga diperkuat dengan Surat Keputusan Menteri Perindustrian No. 09/M/SK/l/1974, yang dikeluarkan pada Januari 1974. Oleh karena itu, perusahaan ini diberi nama resmi "PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills*", dan alamatnya adalah di Jalan Besito, Km. 6, Gebog, Kudus, Jawa Tengah, dengan kode pos 59333.

PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* pada awalnya beroperasi sebagai perusahaan penanaman modal asing (PMA) dengan fokus pada industri pemintalan benang. Namun, seiring berjalannya waktu industri tekstil Indonesia menghadapi banyak masalah terutama dalam beberapa tahun terakhir. Perusahaan besar seperti PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* yang berusia 75 tahun pada saat itu dan perusahaan kecil juga merasakan kemunduran pada industri tekstil.

PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* mulai mengalami penurunan kinerja finansial yang signifikan sebagai akibat dari bencana yang melanda industri tekstil. Selain itu, PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* harus memutuskan untuk menjual sahamnya kepada PT. Sari Warna Asli Solo pada tahun 1983. Penjualan ini mengubah status PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* dari perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) menjadi perusahaan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Perubahan status ini menunjukkan perubahan kepemilikan dan penyesuaian strategi bisnis perusahaan di tengah perubahan industri tekstil.

Pada tanggal 31 Januari 2000, PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* secara resmi mengalami *merger* atau akuisisi penuh dengan PT. Sari Warna Asli I. Seiring dengan proses tersebut nama perusahaan yang sebelumnya dikenal sebagai PT. Tubantia Kudus *Spinning Mills* berubah menjadi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus. Perubahan ini merupakan bagian dari strategi bisnis yang lebih besar. Pada tahun 2009 PT. Sari Warna Asli Unit V secara resmi bergabung dengan PT. Sri Rejeki Isman Tbk (SRITEX). SRITEX adalah bagian dari SRITEX Group, sebuah perusahaan besar yang berbasis di Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. PT. Sari Warna Asli Unit V akhirnya bergabung dengan salah satu perusahaan tekstil terbesar di Indonesia.

Sejarah PT. Sari Warna Asli dimulai pada tahun 1960-an, ketika perusahaan mulai beroperasi dalam industri tekstil. Pada awalnya, perusahaan memproduksi tekstil secara tradisional dan memasarkan produknya sebagian besar di dalam negeri. Selama periode ini, PT. Sari Warna Asli berfokus pada pengembangan produk untuk pasar domestik melalui proses produksi yang sederhana namun efektif. Seiring berjalannya waktu dan perubahan kebutuhan industri tekstil pada tahun 1970-an, PT. Sari Warna Asli berubah dan memasuki era modernisasi. Proses *finishing* melibatkan penyempurnaan kain setelah proses produksi awal sementara proses *printing* berkisar pada membuat kain yang lebih baik. Langkah ini menandai awal modernisasi PT. Sari Warna Asli dan perubahan besar dalam cara perusahaan menjalankan bisnisnya.

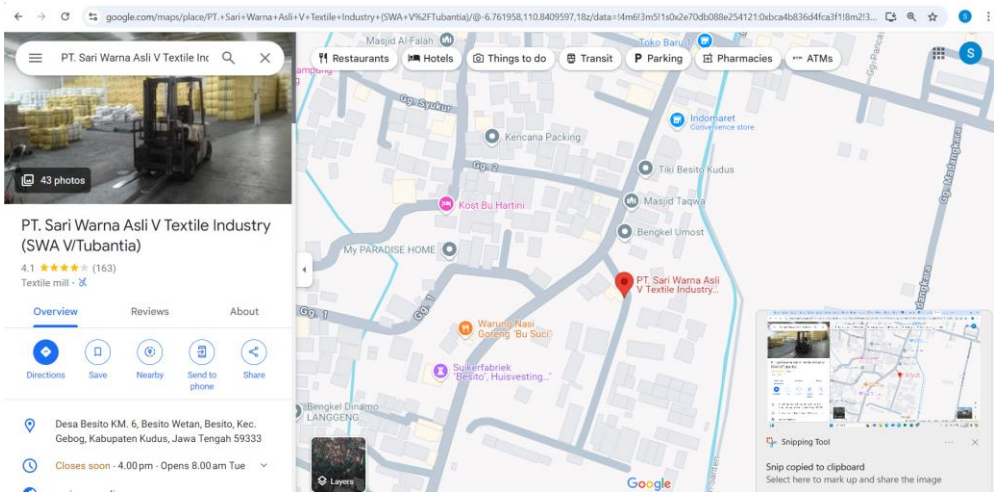
4.1.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus adalah Menjadi produsen tekstil dan garment terbesar, bereputasi paling baik, dan paling terpercaya. Sedangkan Misi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus adalah:

1. Menghasilkan produk-produk paling inovatif sesuai dengan keperluan dan kebutuhan pelanggan.
2. Menjadi perusahaan yang berorientasi pada keuntungan dan pertumbuhan untuk kepentingan seluruh pemangku kepentingan.
3. Menyediakan dan memelihara lingkungan pekerjaan yang kondusif bagi seluruh kayawan.
4. Memberikan kontribusi dan peningkatan nilai bagi masyarakat.

4.1.1.3 Lokasi Perusahaan

PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus terletak di Jalan Besito, Km. 6, Gebog, Kudus, Jawa Tengah, 59333. Berikut adalah denah Lokasi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus berdasarkan *Google Maps*:



Gambar 4.1 Lokasi Perusahaan

4.1.2 Hasil Produksi

PT. Sari Warna Asli Unit V adalah unit operasional yang berfokus pada produksi dua jenis benang utama yaitu *polyester* dan *cotton* (kapas). Untuk benang *polyester*, PT. Sari Warna Asli Unit V memproduksi berbagai variasi dengan ukuran seperti 12s PE, 16s PE, 20s PE, 24s PE, 28s PE, 30s PE, 34s PE, dan 40s PE. Sementara itu untuk benang *cotton*, perusahaan juga menawarkan beragam pilihan ukuran seperti 10 *cotton*, 16 *cotton*, 20 *cotton*, 21 *cotton*, 23 *cotton*, 24 *cotton*, 26 *cotton*, 28 *cotton*, 30 *cotton*, 32 *cotton*, 34 *cotton*, dan 40 *cotton.*

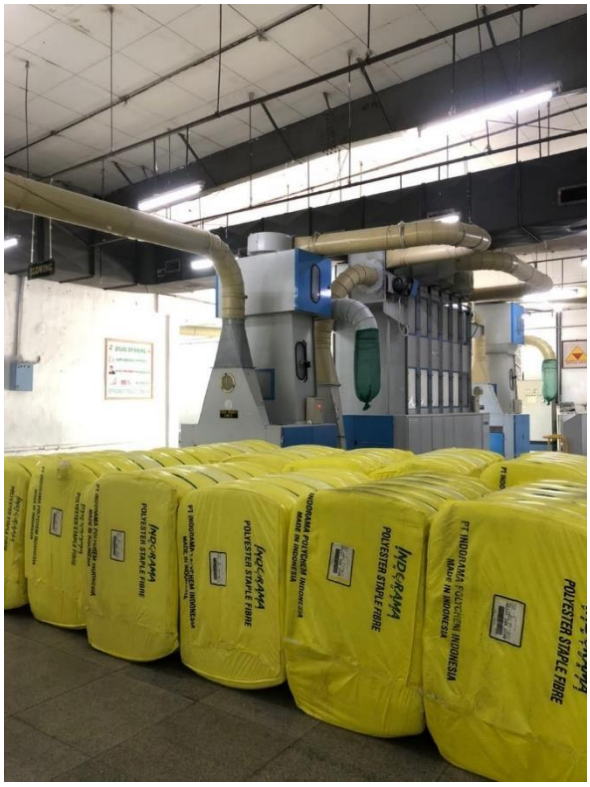
Dalam proses produksinya, PT. Sari Warna Asli Unit V membagi area produksinya menjadi dua bagian yang terpisah berdasarkan jenis benang yang dihasilkan. Area *Spinning* 1 dikhususkan untuk produksi benang *polyester* sementara Area *Spinning* 2 ditujukan untuk produksi benang *cotton*. Dengan sistem pembagian ini, perusahaan dapat menjaga efisiensi operasional dan memastikan kualitas produk yang dihasilkan selalu berada pada tingkat tertinggi.

4.1.3 Proses Produksi

Pada PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus proses produksi dilakukan di masing-masing *line* yang saling terhubung. Berikut merupakan proses produksi yang dilakukan pada area *Spinning* 1 yang memproduksi benang dengan bahan baku dari *polyester* secara garis besar:

1. Tahapan *Raw Material*

   Tahap pertama dalam pengolahan bahan baku di PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus dimulai dengan mengirimkan serat pendek sebagai bahan utama ke area pembukaan (*opening room*) sesuai dengan kebutuhan produksi. Ketika bahan baku tiba, kemasan atau *packing* bahan tersebut dibuka dan dilakukan pemerikasaan awal oleh petugas laboratorium. Pada tahap ini, petugas memeriksa secara menyeluruh untuk memastikan berat, jenis serat, dan kualitas keseluruhan dari bahan baku telah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Langkah berikutnya adalah proses pencampuran atau *mixing* yaitu penggabungan bahan baku dari berbagai kategori. Tujuannya adalah menghasilkan komposisi yang seimbang untuk mencapai kualitas optimal dalam proses produksi selanjutnya. Tahap *mixing* ini sangat penting agar bahan baku yang akan diproses selanjutnya tetap memiliki kualitas yang konsisten dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan sehingga dapat memberikan hasil produksi yang stabil dan berkualitas tinggi.



Gambar 4.2 *Raw Material*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

2. Tahapan *Spinning*

Setelah tahap pengolahan bahan baku selesai, proses dilanjutkan ke tahap *spinning* yang terdiri dari beberapa langkah serta menggunakan berbagai jenis mesin. Berikut ini adalah proses-proses yang berlangsung pada tahap *spinning*.

a. Mesin *Blowing*

Mesin *blowing* berperan penting dalam menguraikan gumpalan kapas yang besar dari *Bale Plucker* menjadi serat halus. Pada tahap ini, kapas dalam bentuk gumpalan besar dipisahkan dan dibuat lebih lembut sehingga serat dapat dicampur secara merata dengan serat lain untuk memastikan kualitas bahan baku tetap sama sebelum tahap berikutnya. Mesin ini juga membersihkan serat dengan mengeluarkan kotoran atau sisa material yang menempel selama proses penguraian. Setelah proses pemisahan dan pembersihan, serat dialirkan melalui pipa menuju mesin *carding*. Penguraian kapas dilakukan dengan baik untuk menghindari gumpalan yang tidak terurai yang dapat menimbulkan penyumbatan di saluran yang mengarah ke mesin *carding*. Penyumbatan menghambat aliran serat, mengganggu produksi, dan mengurangi efisiensi. Proses di mesin *blowing* harus dijalankan dengan cermat agar serat siap diproses ke tahap berikutnya tanpa hambatan. Berikut gambar dari mesin *blowing*:



Gambar 4.3 Mesin *Blowing*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

b. Mesin *Carding*

Setelah serat melewati mesin *blowing*, serat dibawa ke mesin *carding* melalui saluran pipa untuk diproses lebih lanjut. Di mesin *carding* serat yang telah terurai dihaluskan dan disusun sesuai panjangnya. Pada tahap ini, serat panjang dan pendek dipisahkan yang penting untuk memastikan kualitas serat memenuhi standar produksi benang. Mesin *carding* juga melakukan pembersihan lanjutan untuk menghilangkan sisa kotoran atau partikel kecil yang mungkin belum dibuang oleh mesin *blowing*. Dengan demikian, serat yang dihasilkan menjadi bersih dan siap untuk tahap produksi selanjutnya. Selain memastikan proses berjalan lancar dengan menyambung kapas yang putus atau *lapping*, operator juga bertanggung jawab untuk memeriksa dan membersihkan mesin, terutama saringan untuk menghindari sumbatan yang disebabkan oleh residu yang tertinggal, operator juga bertugas melakukan *doffing* can, serta menjaga aliran serat dari dari mesin *blowing*. Berikut gambar dari mesin *carding*:



Gambar 4.4 Mesin *Carding*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

c. Mesin *Drawing*

Mesin *drawing* berfungsi untuk merangkap, menarik, memutar, dan menggulung serat yang merupakan tahap penting dalam produksi benang. Pada tahap ini, serat yang

sebelumnya telah diproses melalui mesin *carding* akan diproses lebih lanjut untuk menjaga kualitas dan konsistensi serat. Mesin *drawing* ini terdiri dari dua bagian utama yaitu *Drawing Passage 1 Breaker* dan *Drawing Passage 2 Finisher* masing-masing dengan peran khusus dalam menghasilkan serat dengan struktur yang optimal. Dalam proses perangkapan, mesin *drawing* menggabungkan 6 *sliver* menjadi 1 *sliver* yang siap untuk tahap selanjutnya.

- Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

  Mesin ini dibuat dengan tujuan untuk pemisahan dan peningkatan struktur serat. Mesin ini digunakan untuk menghilangkan serat pendek yang masih tertinggal di *sliver* sehingga hanya serat panjang dan berkualitas yang tersisa. Selain itu, mesin ini membantu meluruskan serat panjang agar sejajar yang meningkatkan kekuatan dan keseragaman benang setelahnya. Mesin *breaker* juga membersihkan abu, serat kusut, dan kotoran lainnya. Ini membuat serat bersih dan siap untuk diproses. Untuk menjaga proses dalam mesin ini berjalan lancar, operator harus memantau aliran serat, menyambung serat jika terputus atau *lapping*, penarikan serat di area *drafting*, *doffing can,* membersihkan mesin, *greasing* dan melakukan pemeriksaan berkala untuk menghindari sumbatan yang dapat mengganggu kualitas produksi. Berikut gambar dari mesin *drawing passage 1 breaker*:



Gambar 4.5 Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

- Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*

  Mesin *finisher* kemudian memproses serat yang telah melalui mesin *breaker* dengan menarik dan meregangkannya. Proses ini mengurangi ketebalan serat sehingga lebih halus dan siap untuk proses berikutnya. Mesin *finisher* bekerja dengan dua set rol yang bergerak dengan kecepatan yang berbeda. Rol pertama menahan dan mengarahkan serat, dan rol kedua menariknya lebih cepat untuk membuat *sliver* lebih halus. Operator memainkan peran penting dalam menjaga mesin berjalan lancar, memperbaiki sambungan serat jika terjadi putus atau *lapping*, *doffing can,* membersihkan mesin, *greasing*, dan menjaga agar rol tidak tersumbat yang dapat berdampak negatif pada kualitas produk yang dihasilkan. Berikut gambar dari mesin *drawing passage 2 finisher*:



Gambar 4.6 Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

d. Mesin *Speed Frame*

Mesin ini berperan dalam mengubah *sliver* menjadi *roving*, langkah penting dalam proses pembuatan benang. Mesin menarik dan memintal *sliver* sehingga menjadi lebih halus dan sesuai ukuran yang dibutuhkan. Meskipun potongan mesin *drawing* telah diatur dan diluruskan, bentuknya tetap terlalu tebal dan bervolume untuk langsung masuk ke tahap pemintalan akhir sehingga mesin *speed frame* memperkecil dan memadatkan serat serta membuatnya siap untuk diproses. Operator bertanggung jawab untuk memastikan bahwa alur serat tidak terputus atau *lapping* selama proses, *doffing bobin, greasing*, membersihkan mesin, dan memantau hasil dari mesin *Speed Frame* untuk memastikan bahwa benang yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Berikut gambar dari mesin *speed frame*:



Gambar 4.7 Mesin *Speed Frame*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

e. Mesin *Ring Frame*

Setelah *speed frame, roving* dipindahkan ke mesin *ring frame* untuk diproses menjadi benang. Tahap ini sangat penting untuk pemintalan karena *roving* mengalami peregangan dan pemutaran untuk menghasilkan benang dengan ukuran dan kekuatan yang tepat. Di mesin *ring frame, roving* melewati tiga poros dari *top roll* yang bergerak dengan kecepatan yang berbeda. Kecepatan yang bervariasi ini memungkinkan serat meregang dengan maksimal yang menghasilkan benang dengan ketebalan yang sama. Setelah peregangan, *roving* diputar dengan teknik pemintalan menggunakan satuan *Twist Per Inch* (TPI). TPI dipilih berdasarkan ketebalan benang yang diinginkan untuk memastikan benang yang dihasilkan memiliki ketahanan dan kelenturan yang diharapkan.

Untuk sementara, benang yang sudah dipintal akan disimpan dalam *tube*. Kemudian dikumpulkan dan dibawa ke tahap selanjutnya. Proses ini memastikan bahwa benang yang dihasilkan memiliki ketebalan dan pilinan yang sama dan siap untuk digunakan dalam berbagai jenis produksi tekstil lainnya. Operator bertanggung jawab untuk memastikan benang tidak putus selama proses berjalan atau *lapping, doffing tube,*

membersihkan mesin, membersihkan *ring traveler* dan *spindle*, mengganti *ring traveler*, menjaga kestabilan pilinan dengan mengatur mesin saat dibutuhkan, membersihkan sisa *roving* yang menempel pada *top roll*, dan memastikan *tube* penuh sehingga proses produksi dapat berjalan lancar. Berikut gambar dari mesin *ring frame*:



Gambar 4.8 Mesin *Ring Frame*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

f. Mesin *Winding*

Setelah benang diproses di mesin *ring frame* dan dimasukkan ke dalam *tube*, benang akan dipindahkan ke mesin *winding* untuk disambungkan dan digulung ulang. Pada tahap di mesin *winding*, operator bertanggung jawab untuk menyambungkan bagian yang terpisah dan memastikan benang tidak terputus. Tujuan penyambungan adalah untuk mengurangi gangguan yang mungkin terjadi di kemudian hari dengan membuat benang lebih panjang dan seragam. Untuk memudahkan penyimpanan dan pengiriman benang akan digulung pada *paper cone* atau kerucut kertas. Operator juga bertanggung jawab untuk mengatur dan mengganti *paper cone* yang penuh serta melakukan pemeriksaan rutin untuk mengidentifikasi masalah penggulungan seperti benang yang kusut atau tidak rata. Mereka juga memastikan bahwa benang digulung dengan rapat dan teratur di atas *paper cone* untuk memungkinkan benang digunakan pada tahap

produksi berikutnya, menempatkan *tube* di bagian depan mesin, menangani *lapping*, mengatur posisi *cone*, membersihkan mesin, dan memastikan mesin *winding* tidak mati ketika proses berlangsung. Berikut gambar dari mesin *winding*:



Gambar 4.9 Mesin *Winding*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

3. Tahapan *Finishing*

   Setelah tahapan *Spinning* telah dilakukan maka akan dilanjutkan dengan tahapan *Finishing* yang terdiri dari beberapa proses dan beberapa mesin yang digunakan. Berikut proses yang dilakukan pada tahapan *Finishing*:

   a. *Ultraviolet*

      Pada tahap ini, benang yang telah dipintal akan diperiksa untuk kualitas dan konsistensi. Sangat penting untuk menggunakan sinar *ultraviolet* karena dapat mendeteksi cacat yang tidak terlihat dengan mata normal seperti pencampuran benang dari berbagai jenis yang mungkin terjadi selama proses produksi. Pengecekan ini dilakukan di ruang yang dirancang untuk menghindari gangguan dari sumber luar yang membuat hasilnya lebih akurat. Untuk memastikan bahwa benang yang diuji dengan sinar *ultraviolet* dipersiapkan dengan benar, operator harus memeriksa setiap bagian benang untuk

menemukan kontaminasi atau inkonsistensi. Setelah memastikan kualitasnya, operator harus memindahkan benang yang telah diuji dengan sinar *ultraviolet* ke *rack* yang akan diteruskan ke proses *packing*. Untuk memastikan hasil pemeriksaan yang optimal, operator juga bertanggung jawab untuk memastikan kondisi ruang uji UV tetap bersih dan tidak terganggu. Jika ada masalah, operator akan mencatat masalah tersebut untuk diperbaiki. Berikut gambar dari ruang *ultraviolet*:



Gambar 4.10 Ruang *Ultraviolet*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

b. Penyemprotan dan Pengemasan

Benang yang telah dipintal akan melalui proses pembersihan menggunakan aliran angin. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan debu dan partikel kecil yang mungkin tertinggal pada benang setelah tahap pemintalan dan penggulungan. Untuk memastikan bahwa benang memenuhi standar kebersihan yang ditentukan, maka dilakukan proses ini. Setelah dibersihkan dengan aliran angin, benang dikemas menggunakan plastik khusus agar tetap bersih saat disimpan dan dikirim. Benang dilindungi dari debu, kotoran, dan kontaminasi lainnya yang mungkin ada di lingkungan sekitar dengan plastik. Di proses ini operator bertugas mengemas benang dengan plastik khusus, memeriksa kerapian kemasan, dan menyusun benang di tempat penyimpanan agar tetap

terlindung dari kontaminasi selama distribusi. Operator juga harus memastikan bahwa aliran angin bekerja dengan benar untuk membersihkan benang secara merata dan memastikan bahwa tidak ada debu yang tersisa pada benang. Berikut gambar dari proses penyemprotan dan pengemasan menggunakan plastik:



Gambar 4.11 Penyemprotan dan Pengemasan

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

c. *Packing*

Pada langkah akhir proses produksi, benang dikemas dalam jumlah dan berat yang telah ditetapkan sebelumnya. Setiap paket benang ditimbang untuk memastikan beratnya sesuai dengan spesifikasi. Setelah menimbang, benang kemudian dimasukkan ke dalam kardus yang dibuat khusus untuk memastikan kualitasnya tetap terjaga selama penyimpanan dan pengiriman. Untuk memudahkan distribusi dan pengelolaan inventaris, setiap kardus diberi label sesuai isi. Kardus ini kemudian dipindahkan ke gudang, di mana benang disusun dan disimpan hingga siap dikirim atau dipasarkan kepada mitra bisnis dan pelanggan. Operator bertugas memastikan penimbangan benang sesuai standar dan melakukan proses pengemasan dengan menata benang ke dalam kardus secara rapi. Setelah itu, memberi label pada kardus dan mengatur penempatannya di area penyimpanan gudang sesuai prosedur sehingga memudahkan

akses saat dibutuhkan untuk pengiriman. Berikut gambar proses *packing* menggunakan kardus:



Gambar 4.12 Proses *Packing*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan para pekerja serta pembimbing di lapangan, ditemukan bahwa tahap *spinning* dalam proses produksi yang bertujuan mengubah bahan mentah menjadi benang siap pakai memiliki berbagai potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja. Tahapan *spinning* mencakup sejumlah proses yang intensif menggunakan mesin besar yang bergerak cepat serta peralatan khusus untuk melakukan peregangan, pemintalan, dan pemotongan serat. Dalam setiap aktivitasnya, pekerja selalu berhadapan dengan risiko dari mesin yang beroperasi, kontak langsung dengan berbagai peralatan, serta paparan bahan kimia yang terkadang digunakan untuk menjaga performa atau kebersihan mesin. Selain itu, mesin *spinning* memiliki komponen bergerak yang jika tidak dirawat dengan hati-hati dapat menyebabkan cedera yang signifikan baik pada bagian mesin yang dapat menghasilkan panas maupun mekanisme mesin yang memutar dengan kecepatan tinggi.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 HIRA

Metode HIRA digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dalam proses produksi. Setelah bahaya telah diidentifikasi, dilakukan penilaian untuk menentukan besarnya risiko berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya dan tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan oleh bahaya tersebut. Setelah melakukan penilaian ini, kegiatan yang mengandung bahaya dapat dipetakan dengan matriks risiko untuk menentukan kegiatan mana yang harus diprioritaskan untuk pengendalian risiko. Lalu dilanjutkan dengan penentuan pengendalian risiko yang bertujuan untuk meminimalisir terjadinya risiko.

4.2.1.1 *Hazard Identification*

Proses identifikasi bahaya atau yang dikenal dengan *Hazard Identification* dilakukan dengan metode observasi langsung di lapangan serta melalui wawancara bersama supervisor di setiap unit mesin dan para pekerja yang terlibat langsung dalam kegiatan operasional. Fokus utama dari identifikasi ini adalah memahami dengan detail setiap aktivitas yang berlangsung pada area produksi khususnya yang berkaitan dengan tahapan-tahapan *spinning* yang berpotensi menimbulkan risiko. Tujuan dari penyusunan identifikasi bahaya ini adalah untuk memetakan potensi risiko yang mungkin terjadi di setiap tahap proses sehingga dapat diantisipasi secara tepat. Adapun hasil identifikasi bahaya ini diuraikan dalam rincian berikut

1. *Hazard Identification* Mesin *Blowing*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *blowing.*

Tabel 4.1 *Hazard Identification* Mesin *Blowing*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Memindahkan bahan baku ke area mesin	Postur tubuh yang tidak ergonomis saat mengangkat beban secara manual	Cedera otot
2.	Membuka kemasan bahan baku	Tangan terkena alat tajam	Luka gores pada tangan dan jari
3.	Memantau operasi mesin	Terpapar kebisingan dan debu bahan baku	Gangguan pendengaran dan gangguan pernapasan

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
4.	Membersihkan mesin	Terkena komponen yang panas	Luka bakar ringan
5.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.

2. *Hazard Identification* Mesin *Carding*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *carding.*

Tabel 4.2 *Hazard Identification* Mesin *Carding*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran
2.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.
3.	Menyambung serat yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin yang bergerak	Cedera pada tangan dan jari
4.	Melakukan pelumasan pada mesin atau *greasing*	Terjepit mesin pada bagian yang masih bergerak	Luka gores hingga luka potong pada jari
5.	Membersihkan mesin	Terkena komponen yang panas	Luka bakar ringan
6.	Memindahkan hasil serat menggunakan *can*	Terjepit *can*	Memar

3. *Hazard Identification* Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *drawing passage 1 breaker.*

Tabel 4.3 *Hazard Identification* Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
2.	Memasukkan *sliver* ke mesin	Terjepit pada bagian *top roll*	Tangan memar
3.	Menyambung *sliver* yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin	Tangan memar dan tangan tergores
4.	Membersihkan mesin	Terkena bagian mesin yang panas	Luka bakar ringan
5.	Membersihkan *top roll* menggunakan pisau kait	Pisau kait mengenai tangan dan terpapar panas dari *top roll*	Luka gores pada tangan dan luka bakar ringan
6.	Memindahkan hasil serat menggunakan *can*	Terjepit *can*	Memar

4. *Hazard Identification* Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *drawing passage 2 finisher*.

Tabel 4.4 *Hazard Identification* Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran
2.	Menyambung *sliver* yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin	Tangan memar dan tangan tergores
3.	Melakukan pelumasan pada mesin atau *greasing*	Terkena minyak pelumas	Iritasi kulit
4.	Membersihkan mesin	Terkena bagian mesin yang panas	Luka bakar ringan
5.	Memindahkan hasil serat menggunakan *can*	Terjepit *can*	Memar

5. *Hazard Identification* Mesin *Speed Frame*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *speed frame.*

Tabel 4.5 *Hazard Identification* Mesin *Speed Frame*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran
2.	*Doffing bobbin*	Kepala terbentur mesin	Kepala memar
3.	Menyambung *roving* yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin	Tangan memar dan tangan tergores
4.	Membersihkan mesin	Terkena bagian mesin yang panas	Luka bakar ringan
5.	Memindahkan hasil *roving*	Cedera otot karena posisi yang tidak ergonomis	Cedera otot

6. *Hazard Identification* Mesin *Ring Frame*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *ring frame.*

Tabel 4.6 *Hazard Identification* Mesin *Ring Frame*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Menempatkan *roving* di bagian atas mesin	Posisi yang tidak ergonomis	Terjatuh dan cedera punggung
2.	Menyambung benang yang putus saat mesin masih beroperasi atau *lapping*	Tersangkut bagian mesin yang bergerak dan terjepit *top toll*	Cedera pada tangan dan jari memar
3.	Melakukan pengawasan terhadap mesin	Terpapar kebisingan, suhu panas, dan getaran yang tinggi	Gangguan pendengaran, dehidrasi, gangguan persendian
4.	Mengganti dan memasang *tube*	Terjepit antara *tube* dan *spindle*	Luka memar jari
5.	Membersihkan *ring traveler* dan *spindle* secara manual	Tergores pada bagian yang tajam	Luka gores

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
6.	Membersihkan *top roll* menggunakan pisau kait	Tangan terkena pisau kait dan terkena *top roll* yang masih berputar	Luka gores pada jari atau tangan

7. *Hazard Identification* Mesin *Winding*

Berikut merupakan hasil identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada mesin *winding.*

Tabel 4.7 *Hazard Identification* Mesin *Winding*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1.	Menempatkan *tube* di bagian depan mesin	Terjepit saat menempatkan *tube* di mesin	Cedera pada jari
2.	Menyambung benang ketika *cone* sudah penuh	Jari terjepit ketika komponen mesin yang perlu digerakkan mulai bergerak	Goresan pada jari
3.	Mengatur posisi *cone* yang sudah penuh	*Cone* terpental	Benturan pada tubuh, cedera pada kepala hingga gegar otak
4.	Membersihkan serat di area mesin	Terhirup partikel dari serat	Gangguan pernapasan
5.	Memantau mesin ketika beroperasi	Terpapar kebisingan, getaran, dan suhu tinggi	Gangguan pendengaran, gangguan persendian, kelelahan
6.	Memindahkan *cone* yang penuh ke rak penyimpanan	Cedera otot karena memindahkan beban berat secara manual	Cedera otot

4.2.1.2 *Risk Assessment*

Setelah menemukan bahaya pada lantai produksi PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus, langkah berikutnya adalah melakukan penilaian risiko. Tujuan dari penilaian risiko ini adalah untuk menentukan kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) dari setiap bahaya yang telah diidentifikasi. Dalam langkah ini, setiap tindakan atau tugas dinilai dengan menghitung kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dikalikan dengan tingkat keparahan dampak yang mungkin ditimbulkan (*severity*) menggunakan rumus $Risk = L \times S$. Setelah mendapatkan nilai risiko maka dapat digunakan untuk menentukan bahaya mana yang memilili level risiko tinggi sehingga dapat ditentukan tindakan apa yang diperlukan untuk mengelola bahaya secara optimal. Adapun hasil penilaian risiko ini diuraikan dalam rincian berikut.

1. *Risk Assessment* Mesin *Blowing*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *blowing* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.8 *Risk Assessment* Mesin *Blowing*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Memindahkan bahan baku ke area mesin	Postur tubuh yang tidak ergonomis saat mengangkat beban secara manual	Cedera otot	3	2	6	*Moderate*
2.	Membuka kemasan bahan baku	Tangan terkena alat tajam	Luka gores pada tangan dan jari	3	2	6	*Moderate*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
3.	Memantau operasi mesin	Terpapar kebisingan dan debu bahan baku	Gangguan pendengaran dan gangguan pernapasan	4	3	12	*High*
4.	Membersihkan mesin	Terkena komponen yang panas	Luka bakar ringan	3	2	6	*Moderate*
5.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.	5	3	15	*Extreme*

2. *Risk Assessment* Mesin *Carding*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *carding* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.9 *Risk Assessment* Mesin *Carding*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran	4	3	12	*High*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
2.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.	5	3	15	*Extreme*
3.	Menyambung serat yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin yang bergerak	Cedera pada tangan dan jari	1	3	3	*Low*
4.	Melakukan pelumasan pada mesin atau *greasing*	Terjepit mesin pada bagian yang masih bergerak	Luka gores hingga luka potong pada jari	2	4	8	*High*
5.	Membersihkan mesin	Terkena komponen yang panas	Luka bakar ringan	3	2	6	*Moderate*
6.	Memindahkan hasil serat menggunakan *can*	Terjepit *can*	Memar	2	3	6	*Moderate*

3. *Risk Assessment* Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *drawing passage 1 breaker* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.10 *Risk Assessment* Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran	4	3	12	*High*
2.	Memasukkan *sliver* ke mesin	Terjepit pada bagian *top roll*	Tangan memar	2	2	4	*Moderate*
3.	Menyambung *sliver* yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin	Tangan memar dan tangan tergores	2	2	4	*Moderate*
4.	Membersihkan mesin	Terkena bagian mesin yang panas	Luka bakar ringan	3	2	6	*Moderate*
5.	Membersihkan *top roll* menggunakan pisau kait	Pisau kait mengenai tangan dan terpapar panas dari *top roll*	Luka gores pada tangan dan luka bakar ringan	4	2	8	*High*
6.	Memindahkan hasil serat menggunakan *can*	Terjepit *can*	Memar	2	3	6	*Moderate*

4. *Risk Assessment* Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *drawing passage 2 finisher* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.11 *Risk Assessment* Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran	4	3	12	*High*
2.	Menyambung *sliver* yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin	Tangan memar dan tangan tergores	2	3	6	*Moderate*
3.	Melakukan pelumasan pada mesin atau *greasing*	Terkena minyak pelumas	Iritasi kulit	2	1	2	*Low*
4.	Membersihkan mesin	Terkena bagian mesin yang panas	Luka bakar ringan	3	2	6	*Moderate*
5.	Memindahkan hasil serat menggunakan *can*	Terjepit *can*	Memar	2	3	6	*Moderate*

5. *Risk Assessment* Mesin *Speed Frame*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *speed frame* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.12 *Risk Assessment* Mesin *Speed Frame*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Memonitor operasi mesin	Terpapar kebisingan mesin saat beroperasi	Gangguan pendengaran	4	3	12	*High*
2.	*Doffing bobbin*	Kepala terbentur mesin	Kepala memar	4	2	8	*High*
3.	Menyambung *roving* yang terputus atau *lapping*	Terjepit pada bagian mesin	Tangan memar dan tangan tergores	2	3	6	*Moderate*
4.	Membersihkan mesin	Terkena bagian mesin yang panas	Luka bakar ringan	3	2	6	*Moderate*
5.	Memindahkan hasil *roving*	Cedera otot karena posisi yang tidak ergonomis	Cedera otot	2	3	6	*Moderate*

6. *Risk Assessment* Mesin *Ring Frame*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *ring frame* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.13 *Risk Assessment* Mesin *Ring Frame*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Menempatkan *roving* di bagian atas mesin	Posisi yang tidak ergonomis	Terjatuh dan cedera punggung	2	2	4	*Moderate*
2.	Menyambung benang yang putus saat mesin masih beroperasi atau *lapping*	Tersangkut bagian mesin yang bergerak dan terjepit *top toll*	Cedera pada tangan dan jari memar	4	2	8	*High*
3.	Melakukan pengawasan terhadap mesin	Terpapar kebisingan, suhu panas, dan getaran yang tinggi	Gangguan pendengaran, dehidrasi, gangguan persendian	4	3	12	*High*
4.	Mengganti dan memasang *tube*	Terjepit antara *tube* dan *spindle*	Luka memar jari	2	1	2	*Low*
5.	Membersihkan *ring traveler* dan *spindle* secara manual	Tergores pada bagian yang tajam	Luka gores	2	1	2	*Low*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
6.	Membersihkan *top roll* menggunakan pisau kait	Tangan terkena pisau kait dan terkena *top roll* yang masih berputar	Luka gores pada jari atau tangan	4	3	12	*High*

7. *Risk Assessment* Mesin *Winding*

Berikut merupakan hasil penilaian risiko (*Risk Assessment*) pada mesin *winding* sesuai dengan identifikasi risiko yang telah ditemukan.

Tabel 4.14 *Risk Assessment* Mesin *Winding*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Menempatkan *tube* di bagian depan mesin	Terjepit saat menempatkan *tube* di mesin	Cedera pada jari	2	2	4	*Moderate*
2.	Menyambung benang ketika *cone* sudah penuh	Jari terjepit ketika komponen mesin yang perlu digerakkan mulai bergerak	Goresan pada jari	3	1	3	*Low*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
3.	Mengatur posisi *cone* yang sudah penuh	*Cone* terpental	Benturan pada tubuh, cedera pada kepala hingga gegar otak	4	4	16	*Extreme*
4.	Membersihkan serat di area mesin	Terhirup partikel dari serat	Gangguan pernapasan	3	3	9	*High*
5.	Memantau mesin ketika beroperasi	Terpapar kebisingan, getaran, dan suhu tinggi	Gangguan pendengaran, gangguan persendian, kelelahan	4	3	12	*High*
6.	Memindahkan *cone* yang penuh ke rak penyimpanan	Cedera otot karena memindahkan beban berat secara manual	Cedera otot	2	2	4	*Moderate*

4.2.2 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Tahap selanjutnya setelah melakukan identifikasi risiko dan penilaian risiko dengan memberikan nilai *likelihood* atau seberapa sering risiko dapat terjadi serta memberikan nilai *severity* atau seberapa tingkat keparahan yang diakibatkan jika risiko itu terjadi pada setiap aktivitas di mesin *blowing*, *carding*, *drawing passage 1 breaker*, *drawing passage 2 finisher*, *speed frame*, *ring frame*, dan *winding* sehingga didapatkan nilai dari perkalian antara nilai *likelihood* dan *severity* yang menghasilkan gambaran mengenai tingkatan risiko di setiap aktivitas masing-masing mesin. Setelah itu dilajutkan analisis risiko lebih lanjut menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) yang berguna untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam sistem dengan menyajikan alternatif kejadian dalam bentuk diagram blok yang terstruktur. Diagram ini menggambarkan hubungan sebab-akibat dari suatu kejadian, memungkinkan identifikasi kejadian dasar atau *basic event* yang menjadi akar penyebab dari permasalahan yang terjadi. Dengan mengetahui akar penyebab tersebut, dapat dirancang strategi pengendalian risiko yang tepat dan efektif untuk menyelesaikan permasalahan yang ada sekaligus mencegah terulangnya kejadian serupa di masa mendatang. Analisis menggunakan FTA ini akan difokuskan pada aktivitas yang memiliki tingkat risiko paling tinggi yaitu kategori *extreme* dan secara langsung mempengaruhi tujuan utama perusahaan yaitu peningkatan produktivitas. Hal ini dikarenakan aktivitas dengan tingkat risiko *extreme* cenderung menimbulkan bahaya paling besar baik bagi keselamatan pekerja maupun kerugian bagi perusahaan sehingga menyebabkan menurunnya prodiktivitas. Aktivitas ini memerlukan penanganan melalui langkah-langkah pengendalian risiko yang efektif agar bahaya dapat diminimalkan dan operasional perusahaan tetap berjalan dengan baik. Berikut aktivitas yang termasuk dalam kategori *extreme*:

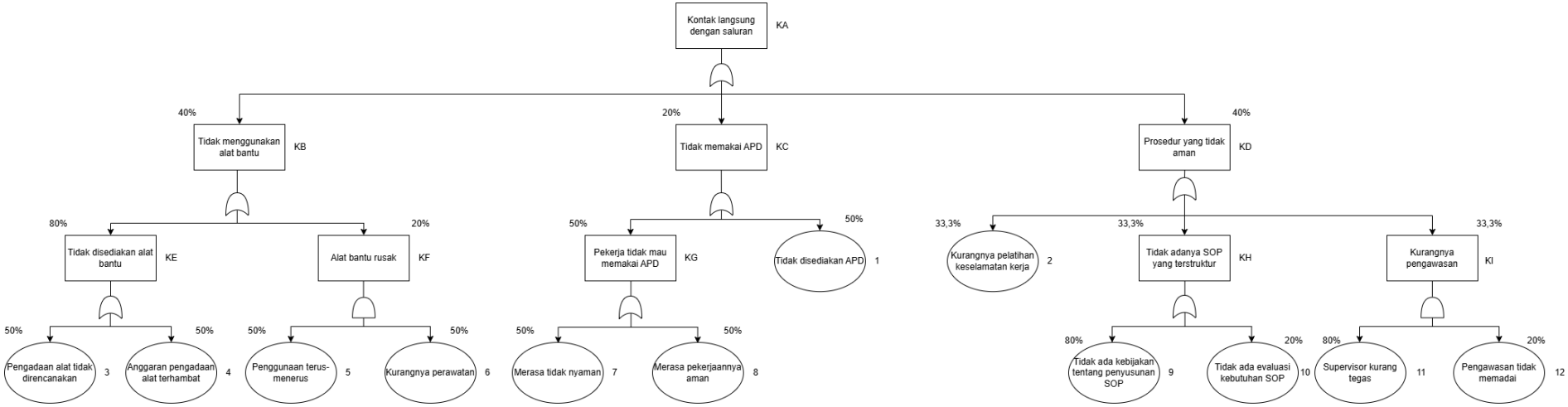
Tabel 4.15 Aktivitas Kategori *Extreme*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.	5	3	15	*Extreme*

No	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
2.	Mengatur posisi *cone* yang sudah penuh	*Cone* terpental	Benturan pada tubuh, cedera pada kepala hingga gegar otak	4	4	16	*Extreme*

4.2.2.1 Kontak langsung dengan saluran

Berikut ini diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) dari potensi bahaya kontak langsung dengan saluran:



Gambar 4.13 FTA Kontak Langsung dengan Saluran

Berikut adalah tabel yang memuat daftar kejadian beserta keterangan dari diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk risiko kontak langsung dengan saluran dimulai dari *top event* hingga *basic event*:

Tabel 4.16 Daftar kejadian risiko kontak langsung dengan saluran

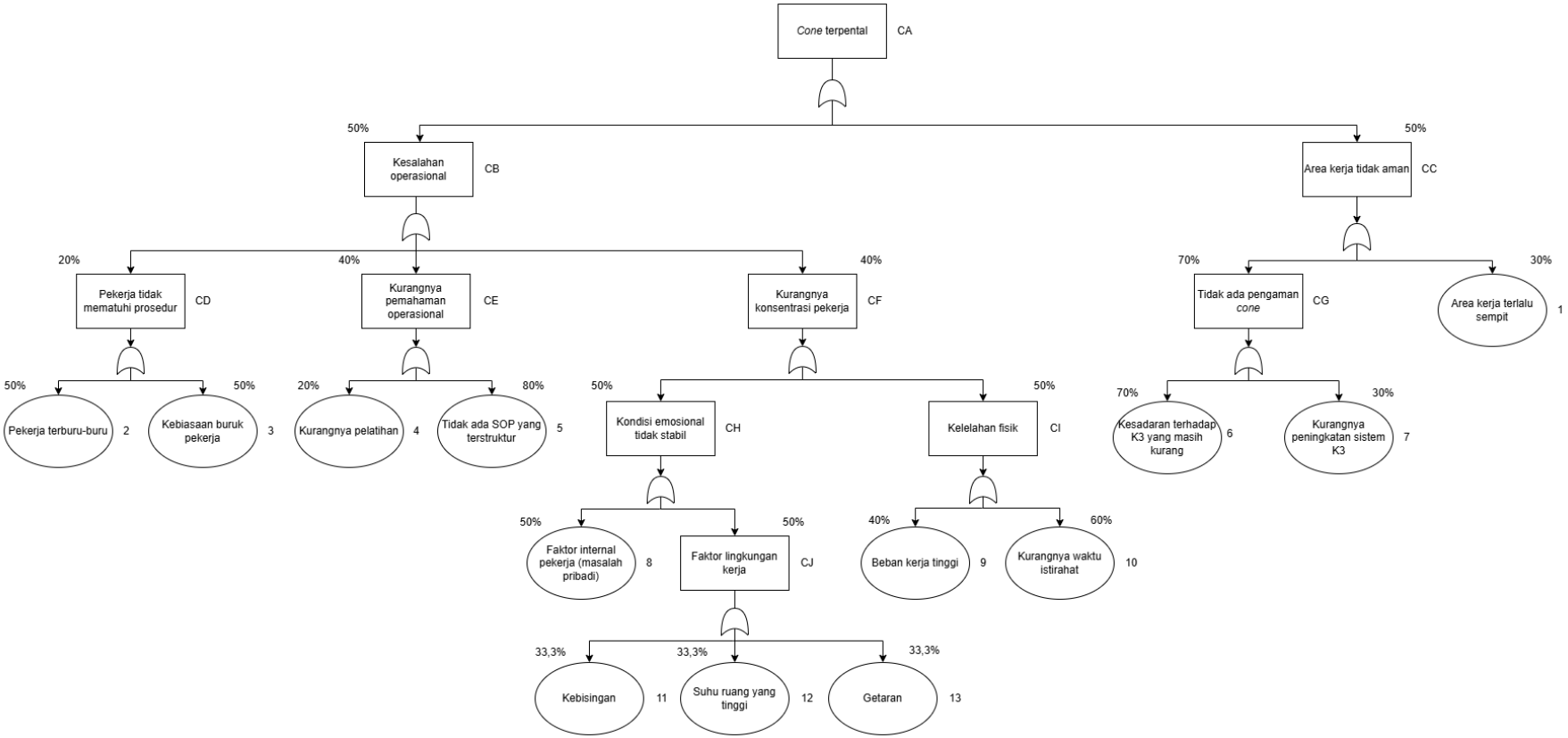
Event	Keterangan	Presentase
KA	Kontak langsung dengan saluran	100%
KB	Tidak menggunakan alat bantu	40%
KC	Tidak memakai APD	20%
KD	Prosedur yang tidak aman	40%
KE	Tidak disediakan alat bantu	80%
KF	Alat bantu rusak	20%
KG	Pekerja tidak mau memakai APD	50%
KH	Tidak adanya SOP yang terstruktur	33,3%
KI	Kurangnya pengawasan	33,3%
1	Tidak disediakan APD	50%
2	Kurangnya pelatihan keselamatan kerja	33,3%
3	Pengadaan alat tidak direncanakan	50%
4	Anggaran pengadaan alat terhambat	50%
5	Penggunaan terus menerus	50%
6	Kurangnya perawatan	50%
7	Merasa tidak nyaman	50%
8	Merasa pekerjaannya aman	50%
9	Tidak ada kebijakan tentang penyusunan SOP	80%
10	Tidak ada evaluasi kebutuhan SOP	20%
11	Supervisor kurang tegas	80%
12	Pengawasan tidak memadai	20%

FTA menggunakan pendekatan deduktif dengan mengidentifikasi kegagalan utama (*Top Event*) yang kemudian diuraikan secara sistematis dalam diagram pohon kesalahan (*Fault Tree*) untuk memahami berbagai kemungkinan penyebabnya. Dari *top event* di *breakdown*

untuk mencari akar penyebabnya yang nantinya kemungkinan akan ditemukan suatu *intermediate event* yang merupakan kejadian kegagalan yang disebabkan oleh satu atau lebih penyebab sebelumnya (*input*) yang memengaruhi. *Intermediate event* dapat di *breakdown* kembali untuk mencari kejadian paling dasar atau *basic event* yang menyebabkan suatu kegagalan. *Basic event* tidak memerlukan analisis lebih lanjut. Suatu kegagalan dapat disebabkan oleh kejadian dengan masing-masing tingkat presentase pengaruh kejadian tersebut terhadap kegagalan. Pada FTA setiap *intermediate event* dan *basic event* memiliki nilai presentase yang didapatkan dari wawancara terhadap *expert* di perusahaan, presentase tersebut menunjukkan tingkat suatu kejadian dapat menyebabkan suatu kegagalan. Untuk itu pada kegagalan ini akan difokuskan kepada kejadian yang memiliki presentase paling tinggi untuk dilakukan analisis dengan tujuan agar fokus terhadap kejadian yang paling berpotensi menyebabkan suatu kegagalan.

4.2.2.2 *Cone* terpental

Berikut ini diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) dari potensi bahaya *cone* terpental:



Gambar 4.14 FTA *Cone* terpental

Berikut adalah tabel yang memuat daftar kejadian beserta keterangan dari diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk risiko kontak langsung dengan saluran dimulai dari *top event* hingga *basic event*:

Tabel 4.17 Daftar kejadian risiko *cone* terpental

Event	Keterangan	Presentase
CA	*Cone* terpental	100%
CB	Kesalahan operasional	50%
CC	Area kerja tidak aman	50%
CD	Pekerja tidak mematuhi prosedur	20%
CE	Kurangnya pemahaman operasional	40%
CF	Kurangnya konsentrasi pekerja	40%
CG	Tidak ada pengaman *cone*	70%
CH	Kondisi emosional tidak stabil	50%
CI	Kelelahan fisik	50%
CJ	Faktor lingkungan kerja	50%
1	Area kerja terlalu sempit	30%
2	Pekerja terburu buru	50%
3	Kebiasaan buruk pekerja	50%
4	Kurangnya pelatihan	20%
5	Tidak ada SOP terstruktur	80%
6	Kesadaran terhadap K3 yang masih kurang	70%
7	Kurangnya peningkatan sistem K3	30%

Event	Keterangan	Presentase
8	Faktor internal pekerja (masalah pribadi)	50%
9	Beban kerja tinggi	40%
10	Kurangnya waktu istirahat	60%
11	Kebisingan	33,3%
12	Suhu ruang yang tinggi	33,3%
13	Getaran	33,3%

FTA menggunakan pendekatan deduktif dengan mengidentifikasi kegagalan utama (*Top Event*) yang kemudian diuraikan secara sistematis dalam diagram pohon kesalahan (*Fault Tree*) untuk memahami berbagai kemungkinan penyebabnya. Dari *top event* di *breakdown* untuk mencari akar penyebabnya yang nantinya kemungkinan akan ditemukan suatu *intermediate event* yang merupakan kejadian kegagalan yang disebabkan oleh satu atau lebih penyebab sebelumnya (*input*) yang memengaruhi. *Intermediate event* dapat di *breakdown* kembali untuk mencari kejadian paling dasar atau *basic event* yang menyebabkan suatu kegagalan. *Basic event* tidak memerlukan analisis lebih lanjut. Suatu kegagalan dapat disebebabkan oleh kejadian dengan masing-masing tingkat presentase pengaruh kejadian tersebut terhadap kegagalan. Pada FTA setiap *intermediate event* dan *basic event* memiliki nilai presentase yang didapatkan dari wawancara terhadap *expert* di perusahaan, presentase tersebut menunjukkan tingkat suatu kejadian dapat menyebabkan suatu kegagalan. Untuk itu pada kegagalan ini akan difokuskan kepada kejadian yang memiliki presentase paling tinggi untuk dilakukan analisis dengan tujuan agar fokus terhadap kejadian yang paling berpotensi menyebabkan suatu kegagalan.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*)

Dalam penelitian ini, metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) diterapkan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko yang terdapat pada lantai produksi khususnya pada berbagai mesin seperti *blowing, carding, drawing passage 1 breaker, drawing passage 2 finisher, speed frame, ring frame,* dan *winding*. Proses identifikasi bahaya dilakukan dengan menganalisis setiap aktivitas atau tahapan kerja yang berlangsung di masing-masing mesin guna menemukan potensi risiko yang dapat membahayakan pekerja maupun proses produksi.

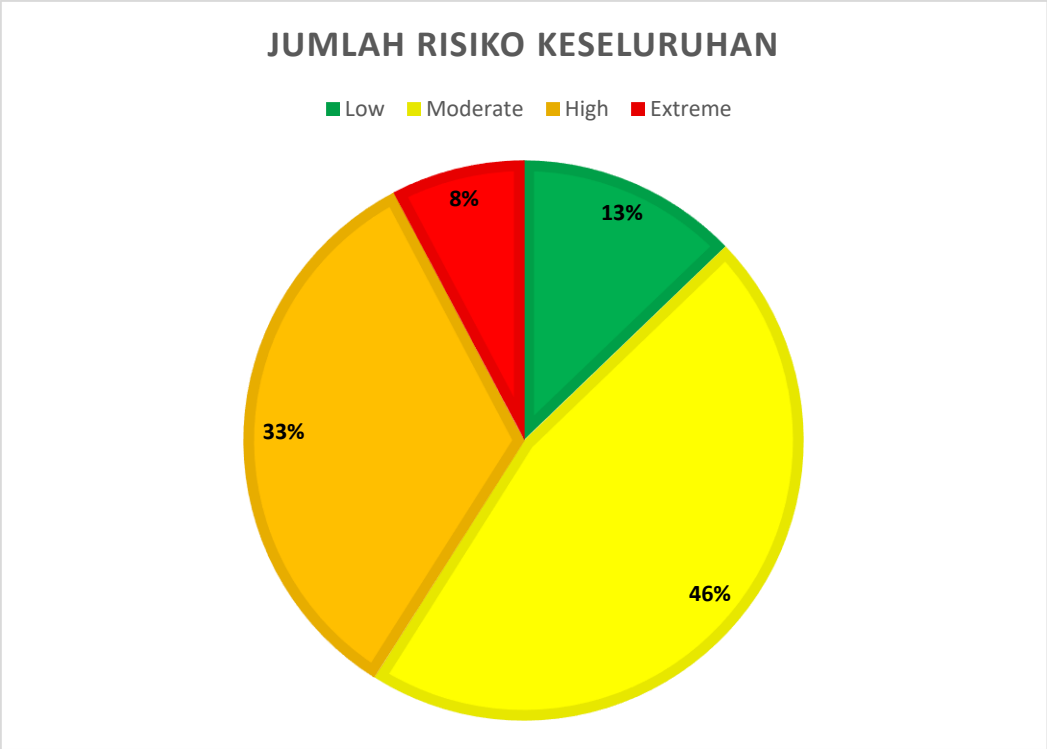
Setelah identifikasi bahaya dilakukan, tahapan berikutnya adalah penilaian risiko yang mencakup pemberian nilai *likelihood* (kemungkinan terjadinya bahaya) dan *severity* (tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan akibat bahaya tersebut). Kedua nilai ini dikalikan untuk memperoleh skor risiko total yang digunakan untuk menentukan tingkat keparahan bahaya dalam lingkungan kerja. Berdasarkan hasil perhitungan, setiap risiko kemudian dikelompokkan ke dalam empat kategori utama yaitu kategori *low* (rendah), *moderate* (sedang), *high* (tinggi), dan *extreme* (ekstrem). Kategori ini membantu perusahaan dalam menentukan prioritas penanganan risiko, di mana risiko dengan kategori ekstrem harus segera mendapatkan tindakan pengendalian guna mencegah terjadinya kecelakaan atau dampak negatif lainnya.

Dalam upaya identifikasi risiko pada lantai produksi di berbagai mesin seperti mesin *blowing, carding, drawing passage 1 breaker, drawing passage 2 finisher, speed frame, ring frame,* dan *winding* ditemukan bahwa terdapat 39 aktivitas kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya bagi pekerja. Setiap aktivitas ini memiliki potensi risiko yang dapat berdampak pada keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Beberapa aktivitas dengan risiko *extreme* telah diidentifikasi dan menjadi prioritas utama dalam mitigasi. Ditemukan aktivitas yang termasuk kategori *extreme* pada mesin *blowing* dan *carding* yaitu aktivitas penanganan saluran serat agar tidak menggumpal berisiko menyebabkan kontak langsung dengan saluran yang dapat mengakibatkan memar, lecet, hingga retak pada tangan pekerja. Sementara itu pada mesin *winding* aktivitas mengatur posisi *cone* yang sudah penuh memiliki risiko *cone* terpental yang berpotensi menyebabkan benturan pada tubuh, cedera kepala, hingga gegar otak.

Dengan adanya kategori risiko ini, maka risiko dengan tingkat *extreme* harus segera ditangani untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang lebih serius dan mempengaruhi produktivitas perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan langkah-langkah mitigasi yang tepat menggunakan *hierarchy of control* yang terdiri dari lima tingkatan yaitu eliminasi, substitusi, *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan alat pelindung diri. Berikut tabel mengenai jumlah risiko pada setiap mesin yang telah diidentifikasi:

Tabel 5.1 Jumlah Risiko Pada Setiap Mesin

No	**Mesin**	**Level Resiko**				**Jumlah**
		Low	*Moderate*	*High*	*Extreme*	
1	*Blowing*	0	3	1	1	**5**
2	*Carding*	1	2	2	1	**6**
3	*Drawing Passage 1 Breaker*	0	4	2	0	**6**
4	*Drawing Passage 2 Finisher*	1	3	1	0	**5**
5	*Speed Frame*	0	3	2	0	**5**
6	*Ring Frame*	2	1	3	0	**6**
7	*Winding*	1	2	2	1	**6**
	Jumlah	**5**	**18**	**13**	**3**	**39**



Gambar 5.1 Jumlah Risiko Keseluruhan

Berdasarkan tabel 5.1 dapat dilihat bahwa terdapat 39 jumlah risiko dengan kategori masing-masing. Pada kategori *low* terdapat 5 aktivitas yang ditemukan yakni pada mesin *carding* terdapat sebanyak 1 aktivitas kategori *low*, pada mesin *drawing passage 2 finisher* terdapat 1 aktivitas kategori *low*, pada mesin *ring frame* terdapat 2 aktivitas kategori *low*, dan pada mesin *winding* terdapat 1 aktivitas dengan kategori *low*. Pada kategori *moderate* terdapat 18 aktivitas yang ditemukan yakni pada mesin *blowing* memiliki 3 aktivitas yang termasuk kategori *moderate*, lalu pada mesin *carding* terdapat 2 aktivitas dengan kategori *moderate*, pada mesin *drawing passage 1 breaker* terdapat 4 aktivitas dengan kategori *moderate*, mesin *drawing passage 2 finisher* terdapat 3 aktivitas dengan kategori *moderate*, pada mesin *speed frame* memiliki 3 aktivitas dengan kategori *moderate*, lalu pada mesin *ring frame* memiliki 1 aktivitas yang termasuk kategori *moderate*, dan pada mesin *winding* terdapat 2 aktivitas yang termasuk kategori *moderate*. Selanjutnya pada kategori *high* ditemukan 13 aktivitas yaitu pada mesin pada mesin *blowing* memiliki 1 aktivitas kategori *high*, pada mesin *carding* terdapat 2 aktivitas dengan kategori *high*, pada mesin *drawing passage 1 breaker* terdapat 2 aktivitas dengan kategori *high*, mesin *drawing passage 2 finisher* terdapat 1 aktivitas dengan kategori *high*, pada mesin *speed frame* memiliki 2 aktivitas dengan kategori *high*, lalu pada mesin *ring frame* memiliki 3 aktivitas yang termasuk kategori *high*, dan pada mesin *winding* terdapat 2

aktivitas yang termasuk kategori *high.* Dan yang terakhir pada kategori *extreme* ditemukan 3 aktivitas yang termasuk kategori *extreme* yaitu pada mesin *blowing* terdapat 1 aktivitas, pada mesin *carding* terdapat 1 aktivitas kategori *extreme,* dan pada mesin *winding* terdapat 1 aktivitas yang termasuk kategori *extreme*.

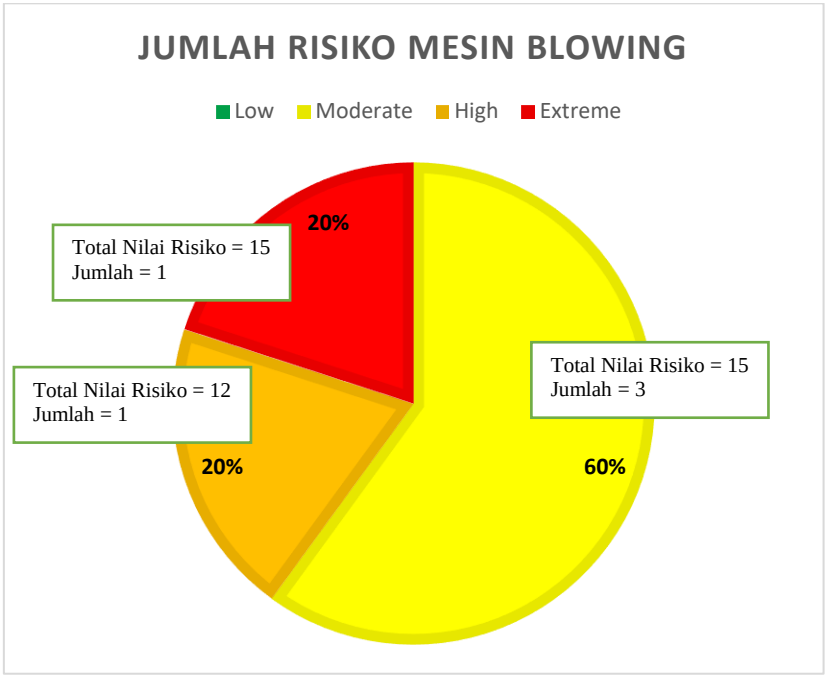
Berikut ini adalah rekapitulasi hasil penilaian risiko pada setiap mesin yang telah diidentifikasi dan dilakukan penilaian yang menunjukkan seberapa besar tingkat risiko yang ada:

Tabel 5.2 Rekapitulasi Total Penilaian Risiko

No	**Mesin**	**Level Resiko**				**Jumlah**
		Low	*Moderate*	*High*	*Extreme*	
1.	*Blowing*	0	15	12	15	**42**
2.	*Carding*	3	24	20	15	**62**
3.	*Drawing Passage 1 Breaker*	0	20	20	0	**40**
4.	*Drawing Passage 2 Finisher*	2	18	12	0	**32**
5.	*Speed Frame*	0	18	20	0	**38**
6.	*Ring Frame*	4	4	32	0	**40**
7.	*Winding*	3	8	21	16	**48**
	Jumlah	**12**	**107**	**137**	**46**	**302**

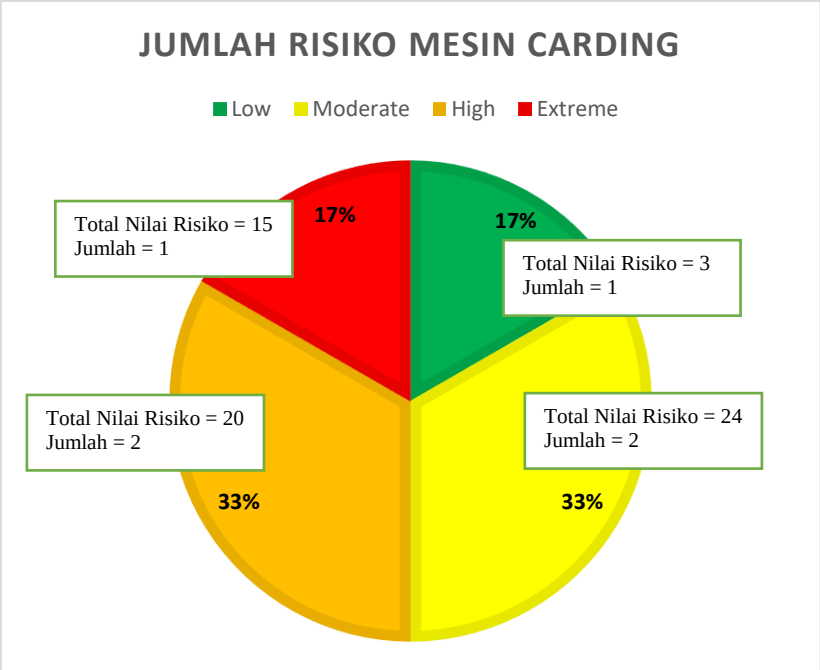
Berdasarkan data yang ada dalam tabel 5.2, setiap mesin pada lantai produksi memiliki tingkat risiko yang berbeda-beda. Mesin *carding* tercatat sebagai mesin dengan total nilai risiko tertinggi yaitu memiliki total nilai risiko sebanyak 62, diikuti oleh mesin *winding* dengan total nilai risiko sebanyak 48, serta mesin *blowing* dengan total nilai risiko sebanyak 42. Selain itu mesin *drawing passage 1 breaker* memiliki total nilai risiko sebesar 40, diikuti oleh mesin *ring frame* dengan jumlah yang sama, sementara mesin *speed frame* memiliki total nilai risiko sebanyak 38, dan mesin *drawing passage 2 finisher* memiliki total risiko 32. Dari hasil tersebut terlihat bahwa mesin *carding, winding,* dan *blowing* merupakan tiga mesin dengan tingkat risiko tertinggi dibandingkan mesin lainnya. Ketiga mesin ini juga memiliki aktivitas dengan kategori *extreme* yang berarti risiko yang ditimbulkan berpotensi menimbulkan cedera serius atau bahaya yang signifikan bagi pekerja.

Hasil dari identifikasi risiko dan penilaian risiko pada setiap mesin dapat digambarkan pada *pie chart* berikut ini:



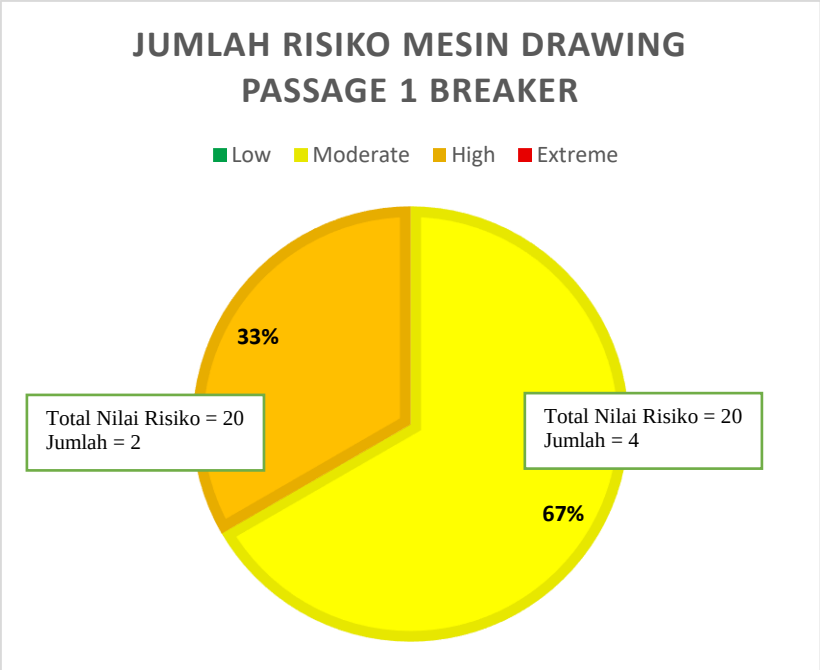
Gambar 5.2 Jumlah Risiko Mesin *Blowing*

Berdasarkan gambar 5.1 dapat dilihat bahwa pada mesin *blowing* terdapat 5 aktivitas yang berpotensi menimbulkan risiko yang terdiri dari 3 aktivitas yang termasuk kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebanyak 15, lalu terdapat 1 aktivitas kategori *high* dengan total nilai risiko sebanyak 12, dan 1 aktivitas risiko yang termasuk kategori *extreme* dengan total nilai risiko sebanyak 15.



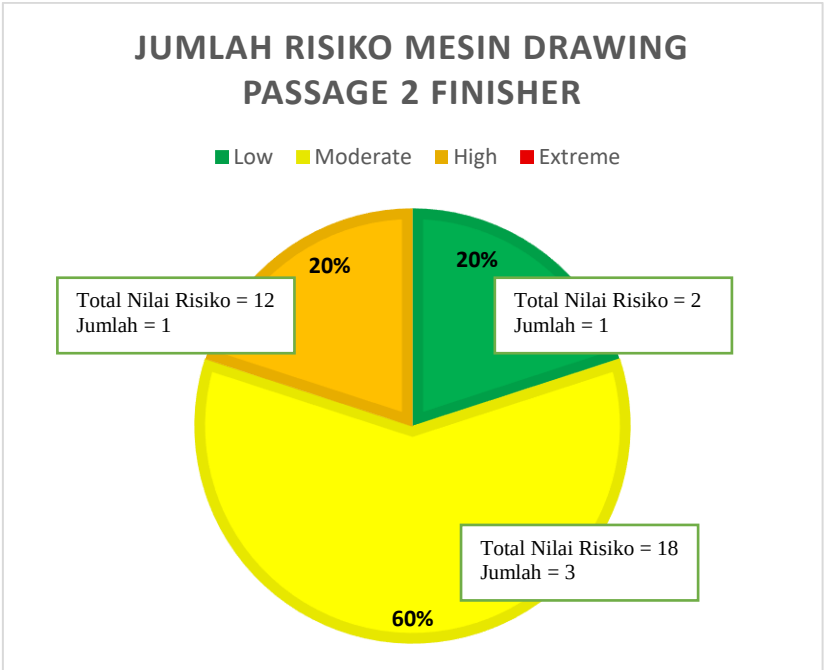
Gambar 5.3 Jumlah Risiko Mesin *Carding*

Berdasarkan gambar 5.2 dapat dilihat bahwa pada mesin *carding* ditemukan 6 aktivitas yang berpotensi menimbulkan risiko yang terdiri dari 1 aktivitas dengan kategori *low* memiliki total nilai risiko sebanyak 3, lalu ada 2 aktivitas yang termasuk kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebanyak 24, ada 2 aktivitas juga yang termasuk kedalam kategori *high* dengan total nilai risiko sebanyak 20, dan 1 aktivitas risiko yang termasuk kategori *extreme* dengan total nilai risiko sebanyak 15.



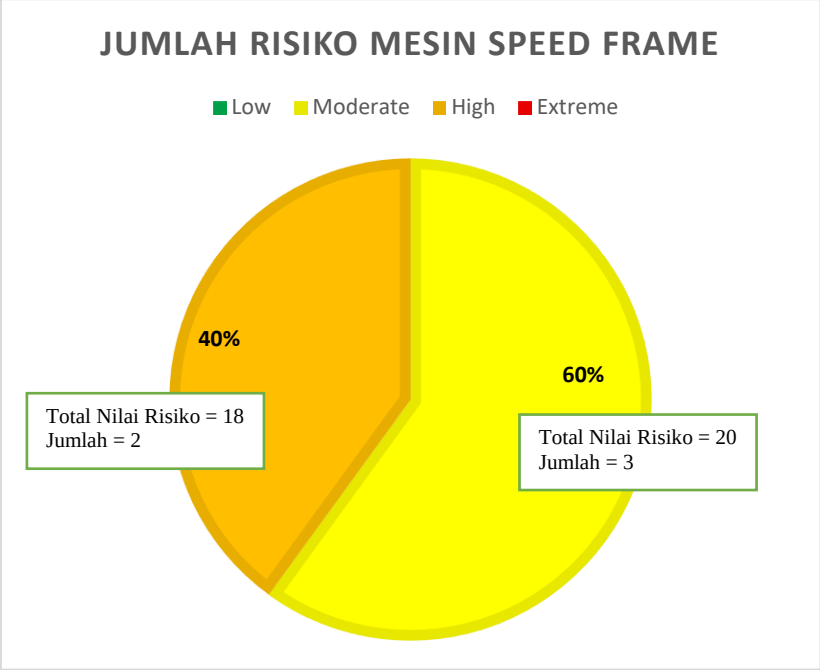
Gambar 5.4 Jumlah Risiko Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*

Berdasarkan gambar 5.3 dapat dilihat bahwa pada meisn *drawing passage 1 breaker* terdapat 6 aktivitas yang berpotensi menimbulkan risiko. Terdapat 4 aktivitas yang termasuk kedalam kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebanyak 20, dan terdapat 2 aktivitas yang termasuk kedalam kategori *high* dengan total nilai risiko sebanyak 20.



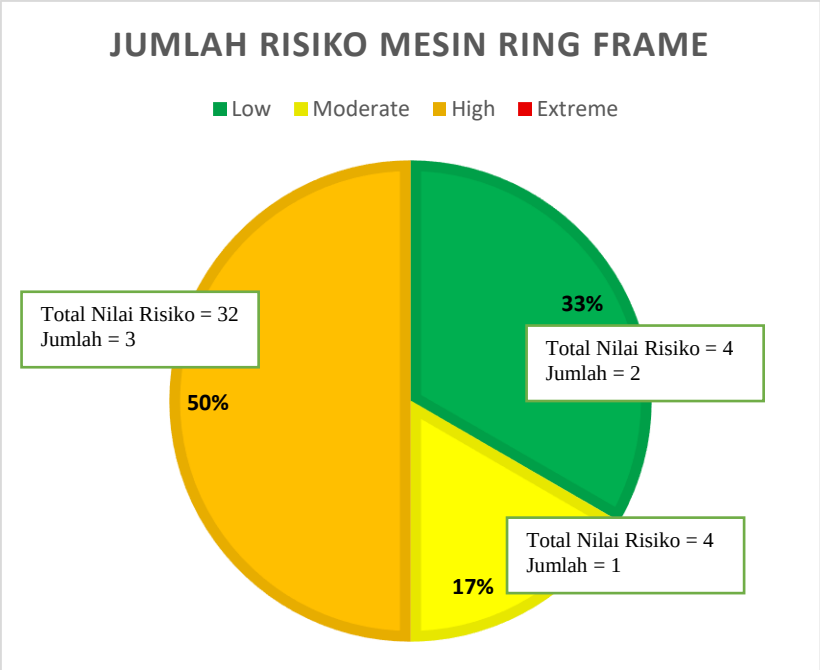
Gambar 5.5 Jumlah Risiko Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*

Berdasarkan gambar 5.4 dapat dilihat bahwa pada mesin *drawing passage 2 finisher* terdapat 5 aktivitas yang berpotensi menimbulkan risiko. Terdapat 1 aktivitas yang termasuk dalam kategori *low* dengan total nilai risiko sebanyak 2, terdapat 3 aktivitas ytermasuk kedalam kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebanyak 18, dan terdapat 1 aktivitas yang termasuk dalam kategori *high* dengan total nilai risiko sebanyak 12.



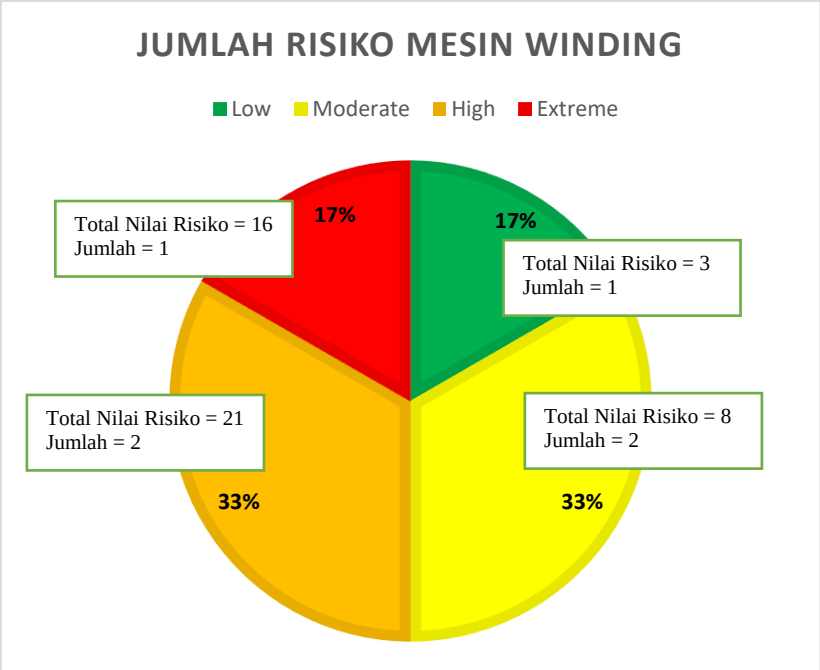
Gambar 5.6 Jumlah Risiko Mesin *Speed Frame*

Berdasarkan gambar 5.5 dapat dilihat bahwa pada mesin *sepped frame* ditemukan 5 aktivitas yang memiliki potensi dapat menimbulkan risiko. Terdapat 3 aktivitas yang termasuk dalam kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebnayak 20 dan terdapat 2 aktivitas yang termasuk dalam kategori *high* dengantotal nilai sebanyak 18.



Gambar 5.7 Jumlah Risiko Mesin *Ring Frame*

Berdasarkan gambar 5.6 dapat dilihat bahwa terdapat temuan sebanyak 6 aktivitas yang berpotensi menimbulkan risiko diantaranya 2 aktivitas yang masuk dalam kategori *low* dengan total nilai risiko sebanyak 4, lalu terdapat 1 aktivitas termasuk dalam kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebanyak 4, dan terdapat 3 aktivitas termausk kedalam kategori *high* dengan total nilai risiko sebanyak 32.



Gambar 5.8 Jumlah Risiko Mesin *Winding*

Berdasarkan gambar 5.7 dapat dilihat bahwa terdapat 6 aktivitas yang berpotensi menimbulkan risiko yaitu 1 aktivitas yang termasuk dalam kategori *low* dengan total nilai risiko sebanyak 3. Terdapat 2 aktivitas yang termasuk dalam kategori *moderate* dengan total nilai risiko sebanyak 8, terdapat 2 aktivitas yang termasuk dalam kategori *high* dengan total nilai risiko sebanyak 21. Dan terdapat 1 aktivitas yang termasuk dalam kategori *extreme* dengan total nilai risiko sebanyak 16.

Hasil analisis penilaian risiko dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan strategi pengendalian risiko dan perbaikan yang diperlukan. Karena tingkat bahaya yang tinggi dapat memengaruhi keselamatan pekerja, aktivitas atau tahapan pekerjaan yang termasuk dalam kategori risiko *extreme* yang secara langsung berdampak pada peningkatan produktivitas perusahaan harus mendapat perhatian khusus. Dengan memahami risiko ini, perusahaan dapat membuat tindakan pengurangan risiko yang lebih baik. Tabel 5.4 berikut menunjukkan daftar aktivitas yang termasuk dalam kategori risiko *extreme* yang harus menjadi prioritas utama dalam implementasi upaya pengendalian dan perbaikan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi seluruh pekerja dan kelancaran operasional di lantai produksi.

Tabel 5.3 Aktivitas Kategori *Extreme*

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	*Blowing* / *Carding*	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.	5	3	15	*Extreme*
2.	Mengatur posisi *cone* yang sudah penuh	*Winding*	*Cone* terpental	Benturan pada tubuh, cedera pada kepala hingga gegar otak	4	4	16	*Extreme*

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa terdapat dua aktivitas yang tergolong dalam kategori risiko *extreme*. Salah satu aktivitas tersebut adalah penanganan saluran serat agar tidak menggumpal yang terjadi pada mesin *blowing* dan mesin *carding*. Aktivitas ini memiliki nilai *likelihood* sebesar 5 yang menunjukkan bahwa kejadian tersebut dapat terjadi setiap saat bahkan setidaknya satu kali dalam seminggu. Sementara itu, *severity* atau tingkat keparahannya memiliki nilai 3 yang berarti jika kecelakaan terjadi dapat mengakibatkan cedera sedang yang memerlukan penanganan medis. Dengan demikian, total nilai risiko yang diperoleh adalah 15 yang masuk dalam kategori *extreme*. Risiko ini menuntut adanya tindakan pengendalian yang harus segera diterapkan untuk mencegah dampak yang lebih serius bagi pekerja. Masalah penyumbatan pada saluran serat tidak hanya membahayakan pekerja tetapi juga berdampak langsung terhadap kelancaran proses produksi. Saluran serat yang tersumbat dapat menyebabkan aliran bahan baku terganggu sehingga proses produksi terhambat dan mesin tidak dapat beroperasi dengan optimal. Hal ini berakibat pada peningkatan waktu tunggu (*idle time*), menurunnya kapasitas produksi, dan berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam pemenuhan target produksi. Jika penyumbatan ini sering terjadi dan tidak ditangani dengan

baik, maka dapat menyebabkan inefisiensi operasional dan meningkatkan biaya produksi akibat banyaknya waktu yang terbuang untuk perbaikan dan penyesuaian proses.

Salah satu potensi bahaya utama dari aktivitas ini adalah kontak langsung dengan saluran serat. Saat terjadi penyumbatan pada aliran serat, operator bertugas untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara mengetuk atau memukul saluran secara manual agar serat tidak menggumpal. Metode ini dilakukan tanpa menggunakan alat bantu dan tanpa perlindungan APD yang memadai. Selain itu saluran serat yang digunakan dalam industri tekstil ini terbuat dari baja galvanis yang memiliki permukaan keras dan kuat. Akibatnya jika operator harus menangani penyumbatan ini dengan tangan kosong mereka berisiko mengalami memar, lecet, hingga cedera yang lebih serius seperti retak pada tulang tangan akibat benturan dengan permukaan saluran yang keras.

Aktivitas kedua yang masuk dalam kategori *extreme* adalah mengatur posisi *cone* yang sudah penuh pada mesin *winding*. Berdasarkan hasil penilaian risiko aktivitas ini memiliki nilai *likelihood* sebesar 4 yang menunjukkan bahwa kejadian tersebut terjadi cukup sering setidaknya satu kali dalam sebulan. Sementara itu nilai *severity* atau tingkat keparahannya adalah 4 yang berarti jika insiden ini terjadi dapat menyebabkan cedera serius yang memerlukan perawatan medis dan bahkan berpotensi menghambat proses produksi. Dengan demikian, total nilai risiko yang diperoleh adalah 16 yang dikategorikan sebagai *extreme* sehingga memerlukan tindakan pengendalian segera untuk mencegah dampak negatif yang lebih besar terhadap pekerja. Aktivitas mengatur posisi *cone* yang sudah penuh pada mesin *winding* memiliki dampak langsung terhadap kelancaran proses produksi. Jika posisi *cone* tidak diatur dengan benar maka dapat terjadi risiko *cone* terpental dan menyebabkan gangguan operasional semakin tinggi. Setiap kali terjadi insiden, operator harus menghentikan sementara proses produksi untuk mengatasi masalah tersebut baik untuk mengamankan kondisi mesin maupun memastikan keselamatan pekerja. Waktu yang terbuang akibat gangguan ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam produksi dan berpotensi menurunkan jumlah *output* yang dihasilkan dalam satu siklus kerja.

Potensi bahaya utama dalam aktivitas ini adalah *cone* yang dapat terpental ketika posisinya tidak sesuai. Pada kondisi tertentu, ketika *cone* sudah penuh terjadi ketidakseimbangan posisi dapat menyebabkan *cone* terlempar keluar dengan kecepatan tinggi. Mesin *winding* yang digunakan tidak dilengkapi dengan pelindung yang memadai seperti pembatas sehingga meningkatkan risiko kecelakaan. Posisi *cone* yang berada pada ketinggian

sejajar dengan kepala operator juga meningkatkan kemungkinan terjadinya benturan langsung dengan kepala. Jika insiden ini terjadi, pekerja berisiko mengalami benturan keras pada tubuh, cedera kepala serius hingga gegar otak yang dapat berakibat fatal dan produktivitas tenaga kerja akan menurun karena pekerja yang mengalami cedera harus mendapatkan perawatan medis atau bahkan beristirahat dalam jangka waktu tertentu. Hal ini berakibat pada berkurangnya jumlah tenaga kerja yang dapat beroperasi secara efektif yang pada akhirnya memperlambat proses produksi dan menurunkan produktivitas.

5.2 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Setelah dilakukan proses identifikasi bahaya (*hazard identification*) serta penilaian risiko (*risk assessment*) dapat diketahui berbagai potensi bahaya yang mungkin terjadi dalam suatu lingkungan kerja. Selain itu analisis ini juga membantu dalam menentukan tingkat keparahan dari setiap potensi bahaya termasuk yang termasuk kategori yaitu bahaya yang memerlukan perhatian dan pengendalian segera agar tidak menghambat tujuan perusahaan untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Untuk dapat merancang strategi pengendalian yang efektif diperlukan pemahaman mengenai akar penyebab dari setiap potensi bahaya tersebut. Dalam penelitian ini digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) atau analisis pohon kesalahan untuk menelusuri faktor-faktor mendasar yang menjadi pemicu utama suatu bahaya.

Metode Fault Tree Analysis (FTA) sangat efektif dalam mengidentifikasi akar masalah karena pendekatannya yang sistematis dalam menganalisis berbagai kemungkinan penyebab kegagalan atau insiden. Dengan menggunakan metode ini dapat dipastikan bahwa suatu insiden atau kerugian tidak hanya disebabkan oleh satu titik kegagalan melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Analisis ini divisualisasikan dalam bentuk pohon kesalahan, yang menggambarkan hubungan antara berbagai faktor penyebab melalui penggunaan gerbang logika sederhana seperti AND gate dan OR gate untuk menunjukkan bagaimana kombinasi dari berbagai kondisi dapat mengarah pada suatu kegagalan atau kecelakaan.

5.2.1 FTA Risiko Kontak Langsung Dengan Saluran Serat

Pada diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) yang digunakan untuk menganalisis risiko kontak langsung dengan saluran serat terdapat 8 *intermediate event* dan 12 *basic event*. Hubungan antara *top event, intermediate event,* dan *basic event* dihubungkan menggunakan 2 AND Gate serta 7 OR Gate.

Berdasarkan diagram FTA, risiko kontak langsung dengan saluran serat 40% disebabkan oleh tidak menggunakan alat bantu, 20% disebabkan karena tidak memakai APD, dan 40% disebabkan oleh prosedur yang tidak aman. Untuk kondisi tidak menggunakan alat bantu disebabkan oleh dua faktor yaitu 80% disebabkan oleh tidak tersedianya alat bantu yang terjadi akibat pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan dengan baik atau terhambatnya anggaran pengadaan sehingga alat bantu tidak tersedia untuk digunakan dan 20% disebabkan oleh alat bantu yang mengalami kerusakan di mana kerusakan ini bisa terjadi karena pemakaian alat secara terus-menerus tanpa adanya perawatan yang cukup sehingga alat bantu tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Untuk kondisi tidak memakai APD disebabkan oleh 50% pekerja tidak mau memakai APD dan 50% tidak disediakan APD. Beberapa alasan operator enggan memakai APD di antaranya adalah ketidaknyamanan dalam penggunaan APD karena dianggap dapat menghambat kelancaran pekerjaan atau anggapan bahwa pekerjaan yang dilakukan sudah aman sehingga merasa tidak perlu menggunakan perlindungan tambahan. Tanpa APD operator berisiko mengalami cedera akibat kontak langsung dengan saluran serat

Selain itu kondisi lain yang berkontribusi terhadap kontak langsung dengan saluran serat adalah prosedur kerja yang tidak aman. Hal ini bisa terjadi akibat 33,3% kurangnya pelatihan keselamatan kerja yang menyebabkan operator tidak memahami standar kerja yang aman. 33,3% karena tidak adanya SOP yang jelas dan terstruktur juga menjadi salah satu faktor pemicu yang dapat disebabkan oleh 80% tidak adanya kebijakan perusahaan dalam penyusunan SOP atau 20% kurangnya evaluasi terhadap kebutuhan SOP sehingga operator tidak memiliki pedoman kerja yang benar. Faktor lain yang turut berperan dalam menciptakan prosedur kerja yang tidak aman adalah 33,3% dari pengawasan yang kurang efektif yang disebabkan oleh 80% supervisor yang tidak tegas serta 20% sistem pengawasan yang lemah sehingga operator cenderung bekerja sesuai kebiasaan mereka sendiri tanpa memperhatikan standar keselamatan yang berlaku.

Setelah dilakukan penggambaran diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) tahap selanjutnya adalah menentukan akar penyebab atau kejadian apa saja yang sangat mempengaruhi terhadap terjadinya kegagalan berdasarkan nilai presentase yang sudah ditentukan oleh *expert* berdasarkan data kecelakaan di perusahaan. Kejadian yang akan dipilih untuk dianalisis dan dilakukan pengendalian adalah kejadian yang memiliki presentase paling tinggi yang artinya sangat mempengaruhi terjadinya kegagalan di perusahaan. Kejadian yang dapat menjadi

penyebab utama dari risiko kontak langsung dengan saluran serat adalah tidak menggunakan alat bantu dan prosedur yang tidak aman. Adapun hal yang mendasari *(basic event)* kejadian tidak menggunakan alat bantu adalah pengadaan alat tidak direncanakan dan anggaran pengadaan yang terhambat, sedangkan hal yang mendasari *(basic event)* kejadian prosedur yang tidak aman adalah kurangnya pelatihan keselamatan kerja, tidak ada kebijakan tentang penyusunan SOP, dan supervisor kurang tegas. Pada dasarnya pekerjaan yang melibatkan kontak langsung dengan saluran serat memiliki risiko tinggi karena material saluran serat yang keras dapat menyebabkan berbagai cedera fisik mulai dari memar, luka lecet, hingga retak tulang. Oleh karena itu, aktivitas ini seharusnya diminimalisir atau dikelola dengan baik guna mengurangi potensi bahaya bagi pekerja. Hal ini juga sejalan dengan Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja yang mengatur bahwa perusahaan wajib menjamin keselamatan tenaga kerja dengan menerapkan langkah-langkah pencegahan, pengendalian, serta perlindungan terhadap risiko kecelakaan kerja. Dengan diketahuinya presentase pengaruh kejadian terhadap kegagalan perusahaan dapat menyusun strategi pengendalian yang lebih terarah.

5.2.2 FTA Risiko *Cone* Terpental

Dalam diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) yang disusun untuk menganalisis risiko *cone* terpental terdapat 9 *intermediate event* dan 13 *basic event* yang saling terhubung melalui 10 OR Gate. Diagram ini menggambarkan bahwa *cone* terpental dapat terjadi karena 2 faktor utama yaitu 50% dari kesalahan operasional dan 50% dari area kerja tidak aman. Kesalahan operasional ini dapat disebabkan oleh beberapa hal yaiti 20% dari pekerja tidak mematuhi prosedur, 40% kurangnya pemahaman operasional, dan 40% dari kurangnya konsentrasi pekerja. Ketidakpatuhan ini sering kali terjadi karena pekerja terburu-buru dalam menjalankan tugasnya atau disebabkan oleh kebiasaan buruk yang membuat pekerja mengabaikan prosedur keselamatan. Selain itu, kesalahan operasional juga bisa muncul akibat minimnya pemahaman tentang operasional mesin. Hal ini disebabkan 20% dari kurangnya pelatihan yang memadai sehingga pekerja tidak benar-benar memahami cara kerja mesin dengan baik dan 80% dari ketidakadaan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang jelas dan terstruktur juga dapat membuat pekerja tidak memiliki pedoman yang tepat dalam menjalankan operasional mesin. Faktor lainnya adalah kurangnya konsentrasi pekerja. Kondisi ini dapat dipicu oleh emosi yang tidak stabil baik karena masalah pribadi atau akibat lingkungan kerja yang kurang kondusif seperti kebisingan, suhu ruangan yang terlalu tinggi, atau getaran yang mengganggu.

Kurangnya konsentrasi juga bisa disebabkan oleh kelelahan fisik yang disebabkan oleh 40% dari beban kerja tinggi dan 60% dari kurangnya waktu istirahat.

Faktor lain yang meningkatkan risiko *cone* terpental adalah kondisi area kerja yang tidak aman. Hal ini dapat disebabkan oleh 70% dari tidak adanya sistem pengaman khusus untuk *cone* yang seharusnya berfungsi untuk mencegah *cone* terpental ke arah operator dan 30% dari area kerja yang terlalu sempit. Ketiadaan pengaman ini terjadi akibat 70% dari rendahnya kesadaran akan pentingnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan perusahaan, baik dari sisi pekerja maupun manajemen dan 30% dari kurangnya penerapan program peningkatan sistem K3 juga dapat memperburuk kondisi ini karena tanpa adanya pengawasan dan perbaikan yang berkelanjutan area kerja tetap berisiko tinggi terhadap kecelakaan. Selain faktor pengaman, area kerja yang terlalu sempit juga berkontribusi terhadap tingginya risiko kecelakaan akibat *cone* terpental. Dengan terbatasnya ruang gerak, pekerja memiliki kesulitan untuk menghindar apabila *cone* terpental secara tiba-tiba. Hal ini meningkatkan kemungkinan terjadinya benturan langsung antara *cone* dan pekerja yang dapat menyebabkan cedera serius termasuk pada kepala dan bagian tubuh lainnya. Oleh karena itu diperlukan untuk memastikan adanya perlindungan yang memadai, serta meningkatkan kesadaran dan kepatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan guna meminimalkan risiko kecelakaan akibat *cone* terpental.

Setelah dilakukan penggambaran diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) tahap selanjutnya adalah menentukan akar penyebab atau kejadian apa saja yang sangat mempengaruhi terhadap terjadinya kegagalan berdasarkan nilai presentase yang sudah ditentukan oleh *expert* berdasarkan data kecelakaan di perusahaan. Kejadian yang akan dipilih untuk dianalisis dan dilakukan pengendalian adalah kejadian yang memiliki presentase paling tinggi yang artinya sangat mempengaruhi terjadinya kegagalan di perusahaan. Kejadian yang dapat menjadi penyebab utama dari risiko *cone* terpental adalah kesalahan operasional dan area kerja tidak aman. Adapun hal yang mendasari *(basic event)* kejadian kesalahan operasional adalah tidak ada SOP yang terstruktur, faktor *internal* pekerja (masalah pribadi), kebisingan, suhu ruang yang tinggi, getaran, dan kurangnya waktu istirahat. Sedangkan hal yang mendasari *(basic event)* kejadian area kerja tidak aman adalah kesadaran terhadap K3 yang masih kurang. Pada dasarnya pekerjaan mengatur posisi *cone* yang sudah penuh memiliki risiko tinggi karena *cone* dapat terpental dan menyebabkan cedera serius termasuk pada kepala dan bagian tubuh lainnya. Oleh karena itu, aktivitas ini seharusnya diminimalisir atau dikelola dengan baik guna

mengurangi potensi bahaya bagi pekerja. Hal ini sejalan dengan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 176 Tahun 2020 menetapkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia di bidang industri pemintalan benangnyang mencakup aspek keselamatan dan kesehatan kerja dalam proses produksi. Dengan diketahuinya presentase pengaruh kejadian terhadap kegagalan perusahaan dapat menyusun strategi pengendalian yang lebih terarah.

5.3 Usulan Strategi Pengendalian Risiko

Tahapan berikutnya dalam penelitian ini adalah pengendalian risiko yang difokuskan pada aktivitas-aktivitas dengan status *extreme*. Pengendalian risiko dilakukan dengan menggunakan prinsip *hierarchy of control* yang diterapkan berdasarkan hasil analisis *Fault Tree Analysis* (FTA). Tujuan dari penerapan pengendalian risiko ini adalah untuk mengurangi tingkat bahaya yang dapat terjadi dalam proses produksi. *Hierarchy of control* merupakan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko dengan cara yang terstruktur. Tahapan dalam *hierarchy of control* mencakup lima level pengendalian yaitu eliminasi, substitusi, *engineering controls*, *administrative controls*, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Setiap tahapan ini memiliki tujuan untuk meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan atau cedera serta mengurangi dampak negatif yang mungkin ditimbulkan oleh bahaya yang ada. Usulan strategi pengendalian risiko yang dihasilkan dari penerapan *hierarchy of control* ini diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat dan efektif untuk mengatasi risiko-risiko yang telah diidentifikasi pada tahapan sebelumnya. Berikut usulan strategi pengendaliain risiko dari bahaya yang termasuk kategori *extreme.*

5.3.1 Usulan Startegi Pengendalian Risiko Kontak Langsung Dengan Saluran Serat

Untuk mengendalikan risiko kontak langsung dengan saluran serat yang dapat menyebabkan cedera seperti tangan memar, lecet, hingga retak, diperlukan strategi pengendalian risiko yang sesuai dengan *Hierarchy of Control*. Berikut adalah beberapa *basic event* yang telah diidentifikasi dari diagram FTA dan akan menjadi fokus dalam perumusan strategi pengendalian untuk mengurangi risiko kegagalan.:

1. Pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan
2. Anggaran pengadaan yang terhambat
3. Kurangnya pelatihan keselamatan kerja
4. Tidak ada kebijakan tentang penyusunan SOP
5. Supervisor kurang tegas

Berikut usulan strategi pengendalian risiko kontak langsung dengan saluran serat yang dapat dilakukan:

5.3.1.1 *Engineering Control*

Langkah pertama yang dapat diterapkan adalah *engineering control*. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain:

1. Saat ini belum disediakan alat bantu pada aktivitas penanganan saluran serat agar tidak menggumpal sehingga ketika akan dilakukan pengadaan alat bantu maka perusahaan harus memiliki desain alat bantu yang mendukung. Langkah pertama yang dapat diterapkan adalah *engineering control* dengan menggunakan alat bantu yang lebih ergonomis dan tahan lama seperti palu yang terbuat dari karet. Dengan menggunakan palu karet, risiko kerusakan pada saluran serat dapat dikurangi karena material karet tidak akan merusak atau memecah serat yang sedang diproses. Palu karet juga lebih aman digunakan untuk menghindari cedera pada pekerja seperti tangan terhantam keras atau terbentur**.**



Gambar 5.9 Palu Karet

2. Salah satu upaya untuk mengurangi risiko kontak langsung dengan saluran akibat serat yang menggumpal adalah dengan mengganti bahan saluran dengan material berkualitas lebih baik. Material yang dapat digunakan adalah *stainless steel* dengan *finishing polished* yang memiliki tingkat kehalusan sangat tinggi sehingga dapat secara efektif mencegah serat menempel pada permukaan saluran. Dengan permukaan yang lebih licin aliran udara di dalam saluran menjadi lebih lancar dapat mengurangi kemungkinan terjadinya hambatan

atau penumpukan serat yang dapat menyebabkan penyumbatan. Selain itu, permukaan yang lebih halus juga meminimalkan akumulasi debu dan kotoran sehingga membantu menjaga kebersihan sistem ventilasi dan mengurangi risiko kontaminasi pada proses produksi. Dengan menggunakan material yang lebih baik masalah serat menggumpal dapat diminimalkan secara signifikan dengan mengurangi kebutuhan intervensi manual oleh pekerja, serta meningkatkan efisiensi produksi dan keselamatan di area kerja.

3. Menggunakan sistem otomasi. Sistem otomasi bekerja dengan mendeteksi perubahan tekanan udara dalam saluran menggunakan sensor tekanan udara. Jika terjadi penyumbatan akibat gumpalan serat sensor akan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol untuk segera mengaktifkan mekanisme pembersihan. Salah satu metode yang digunakan adalah aliran udara otomatis, di mana sistem akan mengatur aliran udara dengan tekanan tertentu untuk membantu mengurai serat yang menumpuk. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan vibrasi mekanis, di mana aktuator atau vibrator kecil akan menghasilkan getaran pada saluran untuk membantu melepaskan serat yang menggumpal agar dapat mengalir kembali. Kombinasi dari deteksi tekanan udara, aliran udara terkontrol dan mekanisme getaran ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis untuk menjaga saluran tetap bersih dan memastikan kelancaran aliran serat tanpa gangguan.

5.3.1.2 *Administrative Control*

Setelah melakukan *engineering control*, penting juga untuk menerapkan kontrol administratif guna memastikan risiko tetap terkontrol dengan baik. Kontrol administratif ini meliputi kebijakan, prosedur, dan pengelolaan yang tepat dalam operasional perusahaan. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain:

1. Perencanaan pengadaan alat bantu dengan anggaran yang memadai. Perusahaan perlu memastikan bahwa alat bantu yang diperlukan untuk proses produksi seperti palu karet tersedia dalam jumlah yang cukup dan dalam kondisi baik. Hal ini bisa dicapai dengan perencanaan pengadaan yang matang termasuk mengalokasikan anggaran yang cukup agar tidak ada keterlambatan dalam penyediaan alat-alat tersebut. Ketepatan waktu dalam penyediaan alat bantu akan mencegah pekerja menggunakan alat yang tidak sesuai atau tidak aman yang berpotensi menambah risiko kecelakaan.
2. Bekerja sama dengan perusahaan penyedia alat bantu. Perusahaan dapat memperoleh berbagai manfaat seperti jaminan kualitas alat yang lebih baik, ketersediaan barang yang

lebih terjamin, layanan seperti perawatan atau penggantian alat rusak, serta potensi harga yang lebih kompetitif melalui kerja sama jangka panjang. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga membantu mengurangi risiko kecelakaan akibat penggunaan alat yang tidak layak.

3. Penyusunan dan penerapan SOP yang jelas dan terstruktur. Salah satu cara untuk meminimalisir kecelakaan di tempat kerja adalah dengan memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) yang jelas, terstruktur, dan mudah dipahami oleh seluruh pekerja. SOP ini harus menjelaskan secara rinci setiap tahap pekerjaan serta langkah-langkah pengendalian risiko yang perlu diterapkan. Hal ini sejalan dengan standar keselamatan kerja yang dikeluarkan oleh OSHA khususnya dalam *Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals* yang tercantum dalam 29 CFR 1910.119 mengharuskan perusahaan untuk memiliki prosedur operasi tertulis terutama yang berkaitan dengan bahan berbahaya untuk menjamin keselamatan di setiap proses yang dijalankan. Berikut usulan SOP yang dapat diterapkan pada aktivitas penanganan saluran serat agar tidak menggumpal:

Tabel 5.4 SOP Penanganan Saluran Serat

INSTRUKSI KERJA **PENANGANAN SALURAN SERAT**
1. RUANG LINGKUP Pelaksanaan Kerja Operator Mesin *Blowing* dan Mesin *Carding* **2. TANGGUNG JAWAB DAN WEWENANG** Kepala Bagian, Kepala S*hift*, dan Supervisor Produksi bertanggung jawab atas Pelaksanaan Kerja Operator Mesin *Winding* sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. **3. INSTRUKSI KERJA** 3.1 Gunakan palu karet sebagai alat bantu. 3.2 Cek area saluran serat yang mengalami sumbatan secara hati-hati. 3.3 Gunakan palu karet untuk mengetuk secara ringan pada bagian luar saluran serat. 3.4 Hindari mengetuk saluran secara berlebihan,

3.5 Jika masih menggumpal, bukalah salah satu penutup saluran serat lalu tarik dan rapikan serat kapas menggunakan tangan yang telah menggunakan sarung tangan.

3.6 Hindari memasukkan tangan terlalu dalam agar terhindar dari cedera.

3.7 Apabila ada kendala lapor kepada pimpinan.

4. SANKSI

4.1 Teguran lisan untuk pelanggaran pertama

Contoh: Tidak menggunakan alat bantu saat bekerja

4.2 Teguran tertulis jika mengulangi pelanggaran atau membahayakan keselamatan

Contoh: Mengetuk saluran serat dengan keras hingga menyebabkan kerusakan ringan

4.3 Skorsing sementara (1-3 hari) untuk pelanggaran berat

Contoh: Membuka penutup saluran tanpa izin dan tidak sesuai prosedur pengamanan, membahayakan diri sendiri dan rekan kerja

4.4 Pemotongan insentif jika pelanggaran mempengaruhi produktivitas

Contoh: Mengabaikan instruksi SOP secara berulang sehingga menyebabkan penurunan produktivitas atau kerusakan ringan pada mesin

4.5 Pemutusan hubungan kerja jika melakukan pekanggaran serius atau berulang

Contoh: Mengulangi pelanggaran berat yang sama lebih dari 2 kali atau menyebabkan kecelakaan kerja karena kelalaian fatal

DIBUAT OLEH: TIM K3 & SPV *BLOWING CARDING*	**TANGGAL: 23-04-2025**
DISAHKAN OLEH: KABAG PRODUKSI	**TANGGAL: 23-04-2025**

4. Pelatihan keselamatan kerja secara intensif untuk memastikan pekerja memahami dengan baik prosedur keselamatan yang telah diterapkan, perusahaan perlu meningkatkan kualitas dan frekuensi pelatihan keselamatan kerja. Pelatihan ini bertujuan untuk menanamkan pemahaman tentang risiko yang ada di tempat kerja serta pentingnya mengikuti prosedur keselamatan. Hal ini sejalan dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.261/MEN/XI/2004 yang mewajibkan perusahaan untuk melaksanakan

pelatihan kerja bagi karyawan demi meningkatkan kompetensi dan kemampuan mereka dalam menjalankan tugas dengan aman serta meningkatkan produktivitas kerja. Berikut pelatihan yang dapat diterapkan:

a. Pelatihan dasar keselamatan kerja (mencakup dasar K3, penggunaan APD, dan pengenalan potensi bahaya)

   Waktu:

   - Saat awal masuk kerja
   - Setiap 6 bulan sekali (untuk *refreshment* dan *update* informasi K3

b. Pelatihan teknik penanganan saluran serat

   Waktu:

   - Saat awal masuk kerja
   - Setiap 6 bulan sekali (untuk *refreshment*)
   - Setiap ada pergantian alat bantu dan metode kerja baru

c. Pelatihan penanganan darurat dan pertolongan pertama

   Waktu:

   - Saat awal masuk kerja
   - Setiap 1 tahun sekali (untuk *refreshment*)
   - Setiap 2 tahun sekali (untuk simulasi keadaan darurat seperti kebakaran)

5. Pengawasan dari supervisor yang lebih ketat. Supervisor berperan penting dalam memastikan bahwa pekerja disiplin dalam menerapkan prosedur keselamatan yang telah ditetapkan. Pengawasan yang lebih ketat dan rutin dapat membantu mencegah terjadinya pelanggaran prosedur keselamatan yang dapat menambah risiko cedera atau kecelakaan. Supervisor juga harus memberikan contoh yang baik dan selalu mendampingi pekerja dalam memastikan bahwa langkah-langkah keselamatan diikuti dengan benar.

5.3.2 Usulan Startegi Pengendalian Risiko *Cone* Terpental

Untuk mengendalikan risiko *cone* terpental yang dapat menyebabkan benturan pada tubuh, cedera pada kepala hingga gegar otak sehingga diperlukan strategi pengendalian risiko yang sesuai dengan *Hierarchy of Control*. Berikut adalah beberapa *basic event* yang telah diidentifikasi dari diagram FTA dan akan menjadi fokus dalam perumusan strategi pengendalian untuk mengurangi risiko kegagalan.:

1. Tidak ada SOP yang terstruktur
2. Faktor internal (masalah pribadi)

3. Kebisingan
4. Suhu ruang yang tinggi
5. Getaran
6. Kurangnya waktu istirahat
7. Kesadaran terhadap K3 yang masih kurang

Berikut usulan strategi pengendalian risiko *cone* terpental yang dapat dilakukan:

5.3.2.1 *Engineering Control*

Langkah pertama yang dapat diterapkan adalah *engineering control*. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain:

1. Memasang kipas ventilasi untuk menurunkan suhu ruang kerja. Suhu yang terlalu tinggi dalam area kerja dapat menyebabkan pekerja mengalami kelelahan, penurunan konsentrasi, serta meningkatkan risiko kecelakaan akibat hilangnya fokus saat bekerja. Dengan memasang kipas ventilasi yang memadai di lokasi kerja, udara panas dapat didistribusikan dengan lebih baik, menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi pekerja dan mengurangi potensi *overheating*. Kipas ventilasi bisa dipasang pada jalur pekerja untuk memberikan sirkulasi udara langsung ke pekerja agar meningkatkan kenyamanan dan konsentrasi kerja, serta mengurangi risiko kelelahan.



Gambar 5.10 Kipas Ventilasi

2. Memasang peredam getaran pada mesin untuk mengurangi dampak negatif dari getaran berlebih. Mesin *winding* menghasilkan getaran yang dapat berdampak negatif pada pekerja di sekitarnya. Getaran ini tidak hanya mengganggu kenyamanan tetapi juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kelelahan otot atau gangguan syaraf dalam

jangka panjang. Dengan memasang peredam getaran pada mesin, efek getaran dapat dikurangi sehingga lingkungan kerja menjadi lebih aman dan nyaman bagi pekerja.

3. Menambahkan pelindung fisik atau pengaman di sekitar mesin *winding* dibagian *cone* yang sejajar dengan kepala pekerja. Hal ini dibutuhkan karena salah satu risiko utama dalam penggunaan mesin *winding* adalah kemungkinan *cone* benang terpental keluar dari area kerja akibat perputaran mesin yang sangat cepat. Untuk mengurangi risiko ini diperlukan pemasangan pelindung fisik atau pengaman di sekitar mesin sehingga *cone* yang terlepas tidak membahayakan pekerja di sekitar.

5.3.2.2 *Administrative Control*

Selain penerapan *engineering control*, pengendalian administratif juga memiliki peran penting dalam memastikan keselamatan pekerja dan mengurangi risiko kecelakaan kerja. Berikut beberapa langkah yang dapat diterapkan:

1. Melakukan pelatihan rutin tentang prosedur keselamatan kerja terutama dalam pengoperasian mesin *winding* Pelatihan keselamatan kerja harus dilakukan secara rutin agar pekerja selalu memahami prosedur kerja yang aman terutama dalam mengoperasikan mesin yang memiliki potensi bahaya tinggi seperti mesin *winding*. Pelatihan ini harus mencakup aspek teknis pengoperasian, tindakan darurat jika terjadi masalah, serta cara menghindari risiko cedera saat bekerja.
   a. Pelatihan dasar keselamatan kerja (mencakup dasar K3, penggunaan APD, dan pengenalan potensi bahaya)
      Waktu:
      - Saat awal masuk kerja
      - Setiap 6 bulan sekali (untuk *refreshment* dan *update* informasi K3
   b. Pelatihan teknik mengatur posisi *cone* yang sudah penuh
      Waktu:
      - Saat awal masuk kerja
      - Setiap 6 bulan sekali (untuk *refreshment*)
      - Setiap ada pergantian alat bantu dan metode kerja baru
   c. Pelatihan penanganan darurat dan pertolongan pertama
      Waktu:
      - Saat awal masuk kerja
      - Setiap 1 tahun sekali (untuk *refreshment*)

- Setiap 2 tahun sekali (untuk simulasi keadaan darurat seperti kebakaran)

2. Membuat dan menerapkan SOP tertulis yang jelas dan terstruktur. Standar Operasional Prosedur (SOP) yang tertulis dengan baik dapat menjadi panduan bagi pekerja dalam menjalankan tugasnya dengan aman. SOP harus mencakup setiap tahapan kerja secara detail mulai dari persiapan hingga penyelesaian tugas, serta langkah-langkah yang harus dilakukan dalam keadaan darurat. SOP ini juga harus diperbarui secara berkala agar tetap relevan dengan kondisi kerja yang ada. Berikut usulan SOP yang dapat diterapkan pada mesin *winding*:

Tabel 5.5 SOP Pengaturan Posisi *Cone*

INSTRUKSI KERJA **PENGATURAN POSISI *CONE***

1. RUANG LINGKUP

Pelaksanaan Kerja Operator Mesin *Winding*

2. TANGGUNG JAWAB DAN WEWENANG

Kepala Bagian, Kepala S*hift*, dan Supervisor Produksi bertanggung jawab atas Pelaksanaan Kerja Operator Mesin *Winding* sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

3. INSTRUKSI KERJA

3.8 Periksa *cone* yang sudah penuh dan mencapai kapasitas maksimum pada mesin *winding*.
3.9 Hentikan mesin *winding* pada unit yang *cone*-nya sudah penuh.
3.10 Lepaskan *cone* yang sudah penuh dari *spindle* secara perlahan.
3.11 Letakkan *cone* pada tempat penyimpanan yang sudah disediakan.
3.12 Pasang *cone* kosong pada *spindle* mesin *winding* dengan posisi yang tepat.
3.13 Pastikan posisi *cone* sudah stabil dan terpasang dengan kuat.
3.14 Nyalakan mesin *winding* untuk melanjutkan proses penggulungan benang.
3.15 Apabila ada kendala lapor kepada pimpinan.

4. SANKSI

4.1 Teguran lisan untuk pelanggaran pertama Contoh: Tidak segera memeriksa *cone* yang sudah penuh 4.2 Teguran tertulis jika mengulangi pelanggaran atau membahayakan keselamatan Contoh: Menempatkan *cone* sembarangan 4.3 Skorsing sementara (1-3 hari) untuk pelanggaran berat Contoh: Melepas *cone* saat mesin masih menyala 4.4 Pemotongan insentif jika pelanggaran mempengaruhi produktivitas Contoh: Pelanggaran berulang seperti mengabaikan prosedur pemeriksaan dan pemasangan *cone* yang menyebabkan penurunan kualitas produksi 4.5 Pemutusan hubungan kerja jika melakukan pekanggaran serius atau berulang Contoh: Mengulangi pelanggaran berat yang sama lebih dari 2 kali atau menyebabkan kecelakaan kerja karena kelalaian fatal	
DIBUAT OLEH: TIM K3 & SPV *WINDING*	**TANGGAL: 23-04-2025**
DISAHKAN OLEH: KABAG PRODUKSI	**TANGGAL: 23-04-2025**

3. Memberikan waktu istirahat yang cukup dan memastikan adanya jeda selama jam kerja. Selain sistem *shift* yang baik, pemberian waktu istirahat yang cukup sangat penting untuk menjaga kondisi fisik dan mental pekerja. Selama jam kerja, pekerja harus diberikan jeda yang cukup untuk beristirahat, mengurangi stres, serta menghindari kelelahan yang dapat berujung pada kecelakaan kerja. Berikut adalah rekomendasi waktu istirahat dalam sistem *shift* tiga:

Tabel 5.6 Rekomendasi Waktu Istirahat

Shift	Istirahat Makan	Istirahat Singkat
Pagi (07.00 – 15.00)	10.00 – 10.45	12.30 – 12.45
Siang (15.00 – 23.00)	18.00 – 18.45	20.30 – 20.45
Malam (23.00 – 07.00)	02.00 – 02.45	04.30 – 04.45

Pemberian rekomendasi waktu istirahat tersebut berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 Pasal 79 Ayat (2), pemberian waktu istirahat minimal 30 menit setelah 4 jam kerja terus-menerus dan 1 hari istirahat setiap 6 hari kerja. Jam istirahat pekerja

berdurasi 1 jam dengan dibagi menjadi dua yaitu istirahat makan dan istirahat singkat. Waktu istirahat diambil saat pekerja sudah bekerja selama 3 jam karena waktu maksimal bekerja secara terus-menerus adalah 4 jam. Istirahat makan berdurasi 45 menit agar pekerja bisa makan dan mengembalikan energinya sedangkan istirahat singkat berdurasi 15 menit di pertengahan *shift* untuk mencegah kelelahan operator.

4. Menerapkan sistem rotasi kerja untuk mengurangi risiko kelelahan akibat pekerjaan yang monoton. Pekerjaan yang monoton atau terlalu repetitif dapat menyebabkan kelelahan fisik dan mental bagi pekerja. Untuk mengatasi hal ini perusahaan dapat menerapkan sistem rotasi kerja, di mana pekerja secara bergantian menjalankan tugas yang berbeda dalam satu periode kerja. Dengan demikian, beban kerja menjadi lebih merata dan pekerja tidak merasa jenuh atau kelelahan akibat mengerjakan tugas yang sama dalam waktu yang lama. Berikut adalah rekomendasi rotasi *shift* yang dapat diterapkan:

Tabel 5.7 Rekomendasi Rotasi *Shift*

Minggu	*Shift*	Jam
Minggu 1	Pagi	07.00 – 15.00
Minggu 2	Siang	15.00 – 23.00
Minggu 3	Malam	23.00 – 07.00
Minggu 4	Kembali ke *Shift* Pagi	

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan Pasal 77 hingga Pasal 85 yang mengatur tentang waktu kerja dan istirahat, serta merujuk pada rekomendasi *International Labour Organization* (ILO) dalam *Working Time Around the World* yang menyarankan sistem rotasi *shift* kerja terencana untuk mengurangi kelelahan dan gangguan ritme sirkadian, maka diberikan rekomendasi penerapan rotasi kerja dengan urutan shift pagi–siang–malam secara satu mingguan. Pola rotasi searah jarum jam ini dinilai lebih mendukung kesehatan pekerja dan menjaga produktivitas di lingkungan kerja. Setiap satu minggu operator mendapatkan libur 1 hari secara bergilir. *Shift* kerja dirotasi setiap 1 minggu sekali bertujuan untuk menjaga ritme biologis pekerja.

5. Menjalankan program peningkatan kesadaran Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Peningkatan kesadaran terhadap pentingnya K3 dapat dilakukan melalui berbagai program seperti pelatihan berkala, kampanye keselamatan kerja, serta sesi diskusi yang melibatkan pekerja. Dengan meningkatnya kesadaran terhadap risiko kerja, pekerja akan lebih waspada dan berhati-hati dalam menjalankan tugasnya.

6. Kerja sama dengan konselor untuk menyediakan layanan konsultasi bagi pekerja, membantu pekerja mengatasi stres kerja dan masalah pribadi. Langkah ini bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang lebih sehat, meningkatkan kesejahteraan karyawan, serta mengurangi potensi risiko akibat tekanan psikologis.

5.3.2.3 Alat Pelindung Diri (APD)

Selain *engineering control* dan *administrative control*, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) menjadi faktor penting dalam mencegah cedera akibat kontak langsung dengan lingkungan kerja yang berisiko. Pekerja dapat menggunakan *earplug* untuk melindungi pendengaran pekerja dari kebisingan mesin. Mesin produksi terutama mesin *winding* dapat menghasilkan kebisingan dengan tingkat desibel yang tinggi yang berpotensi merusak pendengaran pekerja dalam jangka panjang. Oleh karena itu penggunaan *earplug* atau pelindung telinga wajib diterapkan bagi pekerja yang terpapar kebisingan secara terus-menerus. *Earplug* yang digunakan harus memiliki kemampuan peredaman suara yang baik tetapi tetap memungkinkan pekerja untuk mendengar instruksi kerja dengan jelas.



Gambar 5.11 *Earplug*

5.4 Perbandingan Risiko Sebelum dan Sesudah Pengendalian

Aktivitas yang memiliki risiko dengan kategori *extreme* dan mempengaruhi tujuan dari perusahaan menjadi fokus pengendalian karena aktivitas tersebut bisa membuat perusahaan mengalami kerugian berupa turunnya produktivitas dan kerugian secara finansial. Salah satu aktivitas yang memerlukan pengendalian adalah penanganan saluran serat agar tidak menggumpal yang memiliki risiko kontak langsung dengan saluran dan aktivitas mengatur

posisi *cone* yang sudah penuh yang memiliki risiko *cone* terpental. Risiko ini terdiri dari beberapa *basic event* yang akan dikendalikan berdasarkan *hierarchy of control*. Melalui penerapan pengendalian yang tepat nilai *likelihood* atau *severity* dapat berkurang sehingga tingkat risiko dapat dikendalikan dan diturunkan secara efektif. Berikut adalah langkah-langkah pengendalian yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko kontak langsung dengan saluran.

Tabel 5.8 Pengendalian Kontak Langsung dengan Saluran

Kontak Langsung dengan Saluran				
Basic Event	Pengendalian	Jenis Pengendalian	Dampak	
			Likelihood	*Severity*
Pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan	Menggunakan alat bantu palu karet	*Engineering Control*	v	
- Pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan - Anggaran pengadaan yang terhambat	Perencanaan pengadaan alat bantu dengan anggaran yang memadai	*Administrative Control*	v	
Pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan	Bekerja sama dengan distributor alat	*Administrative Control*		v
Tidak ada kebijakan tentang penyusunan SOP	Penyusunan dan penerapan SOP yang jelas dan terstruktur serta pemberian sanksi	*Administrative Control*	v	

Kontak Langsung dengan Saluran				
Basic Event	Pengendalian	Jenis Pengendalian	Dampak	
			Likelihood	*Severity*
Kurangnya pelatihan keselamatan kerja	Pelatihan keselamatan kerja secara intensif	*Administrative Control*	v	
Supervisor kurang tegas	Pengawasan dari supervisor yang lebih ketat.	*Administrative Control*	v	

Tabel di atas menunjukkan bahwa setiap *basic event* memiliki pengendalian yang berbeda sesuai dengan jenis pengendaliannya. Pengendalian yang diterapkan akan mempengaruhi nilai *likelihood* maupun *severity* tergantung pada jenis tindakan yang dilakukan. Untuk *basic event* terkait pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan dapat dilakukan pengendalian dengan menggunakan palu karet yang termasuk dalam jenis pengendalian secara *engineering control*. Tindakan ini berpengaruh terhadap *likelihood* karena dapat mengurangi frekuensi kecelakaan akibat kontak langsung dengan sumber bahaya. Selanjutnya untuk *basic event* pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan serta kendala anggaran dapat diatasi dengan perencanaan pengadaan alat bantu yang lebih matang dan didukung oleh anggaran yang memadai. Pengendalian ini termasuk dalam jenis pengendalian secara *administrative control* dan berpengaruh pada *likelihood* karena alat bantu yang tersedia dengan baik dapat mencegah pekerja terpapar langsung dari sumber bahaya sehingga mengurangi frekuensi kecelakaan terjadi. Pada *basic event* pengadaan alat bantu yang tidak direncanakan dapat dilakukan pengendalian dengan bekerja sama dengan distributor alat yang termasuk dalam jenis pengendalian berupa *administrative control* yang mempengaruhi *severity*. Dengan adanya kerja sama ini berarti jika kecelakaan terjadi dampaknya bisa lebih ringan karena pekerja memiliki perlindungan atau alat bantu yang sesuai sehingga dapat mengurangi tingkat keparahan dari kecelakaan. Untuk *basic event* terkait tidak adanya kebijakan penyusunan SOP, pengendalian dapat dilakukan dengan menyusun dan menerapkan SOP yang jelas dan terstruktur serta pemberian sanksi. Hal ini termasuk dalam jenis pengendalian *administrative control* yang berpengaruh pada *likelihood* karena pekerja akan lebih memahami prosedur yang aman dan sesuai standar sehingga dapat mengurangi tingkat frekuensi kecelakaan terjadi. Pada *basic event* kurangnya pelatihan keselamatan kerja, dapat dilakukan pengendalian dengan

memberikan pelatihan yang lebih intensif. Pengendalian ini juga merupakan bagian dari *administrative control* yang berpengaruh pada *likelihood* karena pekerja yang telah mendapatkan pelatihan akan lebih siap dalam menghadapi risiko dan memahami langkah pencegahan kecelakaan. Terakhir, pada *basic event* supervisor yang kurang tegas dapat dilakukan pengawasan yang lebih ketat menjadi solusi yang termasuk dalam *administrative control*. Hal ini berpengaruh terhadap *likelihood* karena pengawasan yang ketat dapat mencegah kesalahan atau penyimpangan dari prosedur sehingga risiko kecelakaan dapat diminimalkan.

Tabel 5.9 Pengendalian *Cone* Terpental

Cone Terpental				
Basic Event	Pengendalian	Jenis Pengendalian	Dampak	
			Likelihood	*Severity*
Suhu ruang yang tinggi	Memasang kipas ventilasi pada jalur pekerja	*Engineering Control*	v	
Getaran	Memasang peredam getaran	*Engineering Control*	v	
Kesadaran terhadap K3 yang masih kurang	Pengaman mesin *winding* dibagian *cone* yang sejajar dengan kepala pekerja	*Engineering Control*		v
Kesadaran terhadap K3 yang masih kurang	Pelatihan rutin terkait prosedur keselamatan kerja	*Administrative Control*	v	
Tidak ada SOP yang terstruktur	Membuat dan menerapkan SOP serta pemberian sanksi	*Administrative Control*	v	

Cone Terpental				
Basic Event	Pengendalian	Jenis Pengendalian	Dampak	
			Likelihood	*Severity*
Kurangnya waktu istirahat	Memberikan waktu istirahat yang cukup	*Administrative Control*	v	
Kurangnya waktu istirahat	Menerapkan sistem rotasi kerja	*Administrative Control*	v	
Kesadaran terhadap K3 yang masih kurang	Menjalankan program peningkatan kesadaran K3	*Administrative Control*	v	
Faktor internal (Masalah pribadi)	Kerja sama dengan konselor untuk menyediakan layanan konsultasi bagi pekerja	*Administrative Control*	v	
Kebisingan	Menggunakan APD berupa *earplug*	APD	v	

Tabel di atas menunjukkan bahwa setiap *basic event* memiliki pengendalian yang berbeda sesuai dengan jenis pengendaliannya. Pengendalian yang diterapkan akan mempengaruhi nilai *likelihood* maupun *severity* tergantung pada jenis tindakan yang dilakukan. Pada *basic event* Suhu ruang yang tinggi pengendalian dapat dilakukan dengan memasang kipas ventilasi pada jalur pekerja yang termasuk dalam *engineering control*. Tindakan ini memengaruhi *likelihood* karena meningkatkan sirkulasi udara, menurunkan suhu panas, serta mengurangi kelelahan dan kelalaian pekerja, sehingga risiko kecelakaan dapat dikurangi. Pada *basic event* getaran mesin dapat dilakukan pengendalian dengan memasang peredam getaran yang merupakan bagian dari *engineering control*. Pengendalian ini berpengaruh terhadap *likelihood* karena membantu mesin berjalan lebih stabil, mengurangi gangguan atau kelelahan pada pekerja, serta meningkatkan fokus saat mengatur posisi *cone*, sehingga risiko kecelakaan dapat berkurang. Pada *basic event* kesadaran terhadap K3 yang masih kurang dapat dilakukan pengendalian dengan memasang pengaman pada mesin *winding* dibagian *cone* yang sejajar dengan kepala pekerja yang termasuk dalam *engineering control*. Tindakan ini memengaruhi

severity karena memberikan perlindungan terhadap pekerja agar tidak terkena benturan langsung dari *cone* yang terpental. Jika kecelakaan terjadi dampaknya dapat lebih ringan karena adanya perlindungan dari alat pengaman. Pada *basic event* kurangnya pemahaman terhadap keselamatan kerja dapat dilakukan pengendalian melalui pelatihan rutin terkait prosedur keselamatan kerja yang masuk dalam jenis pengendalian *administrative control*. Pengendalian ini berpengaruh terhadap *likelihood* dengan meningkatkan pemahaman pekerja mengenai cara kerja yang aman sehingga frekuensi kecelakaan dapat dikurangi. Pada *basic event* tidak adanya SOP yang terstruktur dapat dilakukan pengendalian dengan menyusun dan menerapkan SOP serta pemberian sanksi yang termasuk dalam *administrative control*. Dengan adanya SOP yang jelas pekerja memiliki pedoman dalam bekerja yang dapat mengurangi kesalahan kerja dan menekan *likelihood* kecelakaan. Pada *basic event* kurangnya waktu istirahat dapat dilakukan pengendalian dengan memberikan waktu istirahat yang cukup yang merupakan bagian dari jenis pengendalian *administrative control*. Hal ini memengaruhi *likelihood* karena pekerja dapat beristirahat dengan cukup sehingga mengurangi kelelahan yang dapat menyebabkan kelalaian dan meningkatkan risiko kecelakaan. Pada *basic event* beban kerja yang monoton dan berulang dapat dilakukan pengendalian melalui sistem rotasi kerja yang termasuk dalam jenis pengendalian *administrative control*. Tindakan ini memengaruhi *likelihood* dengan mencegah pekerja mengalami kelelahan akibat tugas yang monoton sehingga risiko kecelakaan dapat ditekan. Pada *basic event* kesadaran terhadap K3 yang masih kurang dapat dilakukan pengendalian melalui program peningkatan kesadaran K3 yang termasuk dalam *administrative control*. Program ini dapat memengaruhi *likelihood* dengan meningkatkan kepedulian pekerja terhadap keselamatan kerja sehingga mereka lebih waspada dan berhati-hati dalam bekerja serta berkontribusi dalam menekan risiko kecelakaan. Pada *basic event* faktor internal (masalah pribadi) dapat dilakukan pengendalian dengan bekerja sama dengan konselor untuk menyediakan layanan konsultasi bagi pekerja yang merupakan bagian dari *administrative control*. Hal ini memengaruhi *likelihood* karena membantu pekerja mengelola stres dan tekanan kerja sehingga dapat meningkatkan fokus dan mengurangi risiko kelalaian yang dapat menyebabkan kecelakaan. Dan yang terakhir pada *basic event* paparan kebisingan dapat dilakukan pengendalian dengan menggunakan APD berupa *earplug*. Pengendalian ini memengaruhi *likelihood* karena dapat mengurangi gangguan suara yang dapat menyebabkan stres atau kehilangan fokus sehingga pekerja lebih berkonsentrasi dalam bekerja dan risiko kecelakaan dapat dikurangi.

Tabel 5.10 Perbandingan HIRARC Sebelum dan Sesudah Pengendalian

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*	*Pengendalian sekarang*	*Rekomendasi*	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
1.	Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	*Blowing* *Carding*	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.	5	3	15	*Extreme*	Tidak ada, hanya himbauan saja	- Menggunakan alat bantu palu karet - Penyusunan dan penerapan SOP yang jelas dan terstruktur - Pemberian sanksi pekerja sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan Pelatihan keselamatan	2	2	4	*Moderate*

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*	*Pengendalian sekarang*	*Rekomendasi*	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
										kerja secara intensif yaitu pelatihan dasar K3 setiap 6 bulan sekali, pelatihan teknik penanganan saluran serat setiap 6 bulan sekali, dan pelatihan penanganan darurat dan pertolongan pertama setiap 1 tahun sekali				

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*	*Pengendalian sekarang*	*Rekomendasi*	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
										- Pengawasan dari supervisor yang lebih ketat.				
	Mengatur posisi *cone* yang sudah penuh	*Winding*	*Cone* terpental	Bentura n pada tubuh, cedera pada kepala hingga gegar otak	4	4	16	*Extreme*	Tidak ada, hanya himbauan saja	- Memasang kipas ventilasi pada jalur pekerja - Memasang peredam getaran - Pengaman mesin *winding* dibagian *cone* yang sejajar dengan kepala pekerja	1	3	3	*Low*

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*	*Pengendalian sekarang*	*Rekomendasi*	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
										- Pelatihan rutin terkait prosedur keselamatan kerja. Pelatihan yang diberikan yaitu pelatihan dasar K3 setiap 6 bulan sekali, pelatihan teknik mengatur *cone* setiap 6 bulan sekali, dan pelatihan penanganan darurat dan pertolongan				

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*	*Pengendalian sekarang*	*Rekomendasi*	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
										pertama setiap 1 tahun sekali - Membuat dan menerapkan SOP - Pemberian sanksi pekerja sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan - Memberikan waktu istirahat yang cukup - Menerapkan sistem rotasi kerja				

No	Aktivitas	Mesin	Potensi Bahaya	Risiko	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*	*Pengendalian sekarang*	*Rekomendasi*	*Likelihood*	*Severity*	Nilai Risiko	*Risk Matrix*
										- Menjalankan program peningkatan kesadaran K3 - Kerja sama dengan konselor untuk menyediakan layanan konsultasi bagi pekerja - Menggunakan APD berupa *earplug*				

Berdasarkan tabel perbandingan di atas, aktivitas penanganan saluran serat agar tidak menggumpal pada mesin *Blowing* dan mesin *Carding* memiliki potensi bahaya berupa kontak langsung dengan saluran yang dapat menyebabkan cedera seperti memar, lecet, hingga retak pada tangan. Sebelum pengendalian dilakukan aktivitas ini memiliki nilai *likelihood* sebesar 5 dan *severity* sebesar 3 sehingga masuk dalam kategori risiko

extreme dengan total nilai risiko 15. Setelah diterapkan berbagai langkah pengendalian seperti penggunaan alat bantu berupa palu karet, perencanaan pengadaan alat bantu dengan anggaran yang memadai, kerja sama dengan distributor alat, penyusunan serta penerapan SOP yang jelas dan terstruktur, pemberian sanksi pekerja sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan, pelatihan keselamatan kerja secara intensif, serta pengawasan yang lebih ketat dari supervisor, nilai *likelihood* berhasil diturunkan menjadi 2 yang berarti kemungkinan kejadian hanya sekitar satu kali dalam setahun. Selain itu nilai *severity* juga turun menjadi 2 yang menunjukkan bahwa jika kecelakaan terjadi maka dampaknya hanya berupa cedera ringan dan kerugian finansial yang minim. Dengan adanya pengendalian ini total nilai risiko menurun menjadi 4 yang termasuk dalam kategori *moderate*.

Selanjutnya pada aktivitas mengatur posisi *cone* yang sudah penuh pada mesin *winding* juga dilakukan pengendalian. Aktivitas mengatur posisi *cone* yang penuh pada mesin *winding* memiliki potensi bahaya berupa *cone* yang terpental yang dapat menyebabkan benturan pada tubuh, cedera kepala, hingga risiko gegar otak. Sebelum penerapan pengendalian, aktivitas ini memiliki nilai *likelihood* sebesar 4 dan *severity* sebesar 4 sehingga tergolong dalam kategori risiko *extreme* dengan total nilai risiko 16. Setelah dilakukan berbagai upaya pengendalian seperti pemasangan kipas ventilasi pada jalur pekerja, pemasangan peredam getaran, pengaman pada mesin *winding* dibagian *cone* yang sejajar dengan kepala pekerja, pelatihan rutin terkait prosedur keselamatan kerja, penyusunan serta penerapan SOP, pemberian sanksi pekerja sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan, pemberian waktu istirahat yang cukup, penerapan sistem rotasi kerja, pelaksanaan program peningkatan kesadaran K3, kerja sama dengan konselor untuk menyediakan layanan konsultasi bagi pekerja, serta penggunaan APD berupa *earplug*, nilai *likelihood* berhasil diturunkan menjadi 1 yang berarti kemungkinan kejadian sangat kecil atau tidak terjadi dalam satu tahun. Sementara itu, nilai *severity* menurun menjadi 3 yang menunjukkan bahwa jika kecelakaan terjadi maka dampaknya berupa cedera sedang yang memerlukan penanganan medis serta menimbulkan kerugian finansial yang cukup besar. Dengan adanya pengendalian ini total nilai risiko menurun menjadi 3 yang tergolong dalam kategori risiko *low*.

Meskipun setelah penerapan pengendalian risiko ini tingkat risiko telah berhasil diturunkan ke level *moderate*, masih ada kemungkinan untuk menurunkannya lebih lanjut hingga level *low*. Namun, upaya tersebut akan membutuhkan lebih banyak energi, waktu, dan biaya. Sementara itu, perusahaan berupaya mencari solusi yang sesuai dengan prinsip mitigasi yaitu murah, mudah, dan cepat agar tetap efisien dalam pengelolaan risiko. Oleh karena itu, meskipun pengendalian yang diterapkan saat ini sudah cukup efektif, penulis tetap memberikan usulan tambahan yang dapat lebih menekan risiko hingga ke level *low* dengan mempertimbangkan potensi manfaat jangka panjang dibandingkan dengan sumber daya yang diperlukan karena dalam penelitian ini tidak membahas aspek biaya. Berikut usulan pengendalian pada mesin *blowing* dan *carding* yang dapat diturunkan hingga level *low*:

Tabel 5.11 Rekomendasi 2 Kontak Langsung dengan Saluran

Aktivitas	**Potensi Bahaya**	**Risiko**	***L***	***S***	**NR**	**RM**	**Pengendalian sekarang**	**Rekomendasi 1**	**L**	**S**	**NR**	**RM**	**Rekomendasi 2**	**L**	**S**	**NR**	**RM**
Penanganan saluran serat agar tidak menggumpal	Kontak langsung dengan saluran	Tangan memar, lecet, hingga retak.	5	3	15	*Extreme*	Tidak ada, hanya himbauan saja	- Menggunakan alat bantu palu karet - Penyusunan dan penerapan SOP yang	2	2	4	*Moderate*	- Mengganti material saluran serat dengan *stainless steel* dengan	1	1	1	*Low*

Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*L*	*S*	NR	RM	Pengendalian sekarang	Rekomendasi 1	L	S	NR	RM	Rekomendasi 2	L	S	NR	RM
								jelas dan terstruktur - Pemberian sanksi pekerja sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan - Pelatihan keselamatan kerja secara intensif yaitu					*finishing polished* - Menggunakan sistem otomasi dengan sensor tekanan udara dan vibrasi mekanis				

Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*L*	*S*	NR	RM	Pengendalian sekarang	Rekomendasi 1	L	S	NR	RM	Rekomendasi 2	L	S	NR	RM
								pelatihan dasar K3 setiap 6 bulan sekali, pelatihan teknik penanganan saluran serat setiap 6 bulan sekali, dan pelatihan penanganan darurat dan pertolongan pertama									

Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko	*L*	*S*	NR	RM	Pengendalian sekarang	Rekomendasi 1	L	S	NR	RM	Rekomendasi 2	L	S	NR	RM
								setiap 1 tahun sekali - Pengawasan dari supervisor yang lebih ketat.									

Keterangan:

L = *Likelihood*

S = *Severity*

NR = Nilai *Matrix*

RM = *Risk Matrix*

Dari tabel diatas rekomendasi pengendalian yang dapat dilakukan hingga level risiko turun menjadi *low* adalah mengganti bahan saluran dengan material berkualitas lebih baik. Material yang dapat digunakan adalah *stainless steel* dengan *finishing polished* yang memiliki tingkat kehalusan sangat tinggi sehingga dapat secara efektif mencegah serat menempel pada permukaan saluran. Dengan permukaan yang lebih licin

aliran udara di dalam saluran menjadi lebih lancar dapat mengurangi kemungkinan terjadinya hambatan atau penumpukan serat yang dapat menyebabkan penyumbatan. Selain itu dapat menggunakan sistem otomasi dengan sensor tekanan udara dan vibrasi mekanis. Jika terjadi penyumbatan akibat gumpalan serat sensor akan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol untuk segera mengaktifkan mekanisme pembersihan dengan aliran udara otomatis di mana sistem akan mengatur aliran udara dengan tekanan tertentu untuk membantu mengurai serat yang menumpuk. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan vibrasi mekanis, di mana aktuator atau vibrator kecil akan menghasilkan getaran pada saluran untuk membantu melepaskan serat yang menggumpal agar dapat mengalir kembali. Rekomendasi pengendalian ini dapat menurunkan besar *likelihood* dan *severity* hingga angka 1 sehingga nilai risiko menjadi 1 dan termasuk dalam kategori *low*.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil penilaian risiko terhadap aktivitas di berbagai mesin di lantai produksi ditemukan total 39 risiko dengan tingkat kategori yang berbeda-beda. Hasil dari penelitian ditemukan risiko sebesar 13% (5 risiko) kategori *low*, 46% (18 risiko) kategori *moderate*, 33% (13 risiko) kategori *high*, dan 8% (3 risiko) kategori *extreme*. Dua aktivitas yang termasuk dalam kategori *extreme* adalah penanganan saluran serat agar tidak menggumpal dan mengatur posisi *cone* yang sudah penuh.
2. Startegi pengendalian pada aktivitas dengan kategori *extreme* yang mempengaruhi tujuan dari perusahaan yaitu aktivitas penanganan saluran serat agar tidak menggumpal dan mengatur posisi *cone* yang sudah penuh. Langkah yang dapat dilakukan untuk aktivitas penanganan saluran serat agar tidak menggumpal yaitu penggunaan alat bantu berupa palu karet, perencanaan pengadaan alat bantu dengan anggaran yang memadai, kerja sama dengan distributor alat, penyusunan serta penerapan SOP, pemberian sanksi pekerja sesuai dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan, pelatihan keselamatan kerja secara intensif, serta pengawasan yang lebih ketat dari supervisor. Sedangkan untuk aktivitas mengatur posisi *cone* yang sudah penuh dapat dilakukan dengan pemasangan kipas ventilasi pada jalur pekerja dan peredam getaran, memasang pengaman pada mesin *winding*, pelatihan rutin terkait keselamatan kerja, penyusunan serta penerapan SOP, pemberian waktu istirahat yang cukup, penerapan sistem rotasi kerja, pelaksanaan program peningkatan kesadaran K3, kerja sama dengan konselor untuk menyediakan layanan konsultasi bagi pekerja, serta penggunaan APD berupa *earplug*.

6.2 Saran

Adapun saran dari peneliti yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut

1. Untuk PT. Sari Warna Asli Unit V Kudus disarankan untuk meningkatkan sistem pengendalian risiko dengan memperbaiki prosedur keselamatan kerja, menambah

pengawasan di area produksi, serta memastikan ketersediaan dan penggunaan APD agar risiko kecelakaan dapat diminimalkan tanpa menghambat produktivitas.

2. Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk menganalisis setiap tahap proses produksi serta mengevaluasi efektivitas strategi pengendalian yang telah diterapkan. Selain itu, dalam pengendalian perlu mempertimbangkan faktor ergonomi dan perkembangan teknologi guna mengoptimalkan pengurangan risiko di lantai produksi industri tekstil sehingga strategi pengendalian yang dihasilkan lebih variatif dan efisien.
3. Untuk penelitian lebih lanjut bisa memasukkan aspek biaya mitigasi pada pananganan risiko sehingga langkah-langkah mitigasi yang diterapkan tidak hanya efektif dalam menurunkan risiko tetapi juga efisien dari segi biaya dan memastikan solusi yang optimal bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

Aninditya, B., Dinariana, D., & Suryani, F. (2023). Implementation of the Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Method on Erection Girder Work of South Japek II Toll Road Construction Project Package 3. *Interdiciplinary Journal and Hummanity (INJURITY)*, *2*(9). https://doi.org/10.58631/injurity.v2i9.127

Ansori, I., Waskito, D. H., Mutharuddin, Irawati, N., Nugroho, S., Mardiana, T. S., Subaryata, & Siregar, N. A. M. (2023). Enhancing Brake System Evaluation in Periodic Testing of Goods Transport Vehicles through FTA-FMEA Risk Analysis. *Automotive Experiences*, *6*(2). https://doi.org/10.31603/ae.8394

Asih, T. N., Mahbubah, N. A., & Fathoni, M. Z. (2021). IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROSES FABRIKASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE HIRARC (STUDI KASUS : PT. RAVANA JAYA). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, *1*(2). https://doi.org/10.30587/justicb.v1i2.2609

Bramantyo Djohanputro, & Yuwono, Y. (2013). Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi. In *Seri manajemen keuangan ; no. 11* (Issue 2013).

Budiyanto, M. A., & Fernanda, H. (2020). Risk assessment of work accident in container terminals using the fault tree analysis method. *Journal of Marine Science and Engineering*, *8*(6). https://doi.org/10.3390/JMSE8060466

Chrisya, G. A., & Rembulan, G. D. (2023). ANALISIS KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DENGAN METODE HIRARC, JSA DAN SWIFT DI PERUSAHAAN KERUPUK UD. XYZ. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, *6*(1). https://doi.org/10.31602/jieom.v6i1.10749

Darmawan, R., Ummi, N., & Umyati, A. (2017). IDENTIFIKASI RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ASSESSMENT (HIRA) DI AREA BATCHING PLANT PT XYZ. In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 5, Issue 3).

Fadillah, T. M., Suherman, A., & Ariyano. (2019). Standar Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Industri Pada Pembelajaran Praktik Permesinan Di SMK. *Journal of Mechanical Engineering Education*, *6*(1).

Fauziyah, S., Susanti, R., & Nurjihad, F. (2021). Risk assessment for occupational health and safety of Soekarno-Hatta international airport accessibility project through HIRARC method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *700*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/700/1/012048

Febriana, T. H., & Hasbullah, H. (2021). Analysis and defect improvement using FTA, FMEA, and MLR through DMAIC phase: Case study in mixing process tire manufacturing industry. *Journal Europeen Des Systemes Automatises*, *54*(5). https://doi.org/10.18280/JESA.540507

Ferdiana, T., & Priadythama, I. (2015). Analisis Defect Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan Data Ground Finding Sheet (GFS) PT. GMF AEROASIA. *Prosiding Seminar Nasional Industrial Engineering Conference (IDEC)*.

Halim, L. N., & Panjaitan, T. W. S. (2016). Perancangan Dokumen Hazard Identification Risk Assessment Risk Control (HIRARC) Pada Perusahaan Furniture: Studi Kasus. *Jurnal Titra*, *4*(2).

Hapsari, A. A. (2018). PENGARUH TATA KELOLA PERUSAHAAN TERHADAP MANAJEMEN RISIKO PADA PERBANKAN INDONESIA. *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi Dan Bisnis*, *1*(2). https://doi.org/10.24912/jmieb.v1i2.936

International Labor Organization. (2018). Meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Pekerja Muda. In *Kantor Perburuhan Internasional , CH- 1211 Geneva 22, Switzerland*.

Kabul, E. R., & Yafi, F. (2022). HIRARC METHOD APPROACH AS ANALYSIS TOOLS IN FORMINGOCCUPATIONAL SAFETY HEALTH MANAGEMENT AND CULTURE. *Sosiohumaniora*, *24*(2). https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v24i2.38525

Lestari, R. (2013). Pengaruh Manajemen Risiko Terhadap Kinerja Organisasi. *Riset Akuntansi Dan Bisnis*, *13*(2).

Lokobal, A. (2014). Manajemen Risiko Pada Perusahaan Jasa Pelaksana Konstruksi Di Propinsi Papua (Study Kasus di Kabupaten Sarmi). *Repository Ain Purwokerto*, *4*(2).

Melfianora. (2019). Penulisan Karya Tulis Ilmiah dengan Studi Literatur. *Open Science Framework*.

Munawwaroh, Z. (2017). Analisis Manajemen Risiko Pada Pelaksanaan Program. *Jurnal Administrasi Pendidikan*, *24*(2).

Na'am, M. M., Andesta, D., & Ismiyah, E. (2023). Occupational Health and Safety Analysis Using HIRA and FTA Methods in the Silo Department of PT. XYZ. *MOTIVECTION : Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, *5*(3), 523–534. https://doi.org/10.46574/motivection.v5i3.277

Nofra, R., Dan, N., & Yuamita, F. (2021). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode Hazard dan Operability Pada Area Kerja Lantai Produksi CV. Lebu Berkah Jaya. *JIE.UPY Journal of Industrial Engineering Universitas PGRI Yogyakarta*, *1*(1).

Nuzulia, A. (2016). Hubungan Antara Perilaku Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Di PT Aneka Adhilogam Karya, Ceper, Klaten. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952., 1*.

Prabaswari, A. D., Susanti, D. A., Utomo, B. W., & Shintira, B. R. (2020). Work Hazard Risk Analysis and Control in Grey Finishing Department Using HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *982*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/982/1/012053

Pramudya, I., Andesta, D., & Hidayat. (2022). SAFETY APPLICATION.AND.HEALTH.WORK (K3) AT.DEPARTMENT OF CNC LATHE USING HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) METHOD (CASE STUDY OF PT. SWADAYA GRAHA). *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, *4*(1). https://doi.org/10.37385/jaets.v4i1.1114

Pratiwi, D., & Kurniawan, B. (2018). PENGARUH PENERAPAN MANAJEMEN RISIKO TERHADAP KINERJA KEUANGAN INDUSTRI PERBANKAN. *Jurnal Akuntansi Bisnis*, *10*(1). https://doi.org/10.30813/jab.v10i1.988

Puspitasari, N. (2010). *HAZARD IDENTIFIKASI DAN RISK ASSESMENT DALAM UPAYA MENGURANGI TINGKAT RISIKO DI BAGIAN PRODUKSI PT. BINA GUNA KUMIA UNGARAN SEMARANG*.

Ridwan, A., Nuroni, A., Adelia, A., & Sonda, A. (2022). Analysis of occupational health and safety at a maritime warehouse using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Journal Industrial Servicess*, *8*(2). https://doi.org/10.36055/jiss.v8i2.17293

Sandito, A. R., Rahma, D. N., Tyastuti, N. U., Putri, A. S., Sutopo, W., & Yuniartistanto. (2023). *Supply Chain Risk Management in Newspaper Printing Using FMEA and FTA Methods (Case Study: PT. XYZ)*. https://doi.org/10.46254/an12.20220553

Sappeami, S., Dzulkifli, D., & Umi, U. (2021). Peran Studi Kelayakan Bisnis Syariah Pada Pembiayaan Murabahah. *EKOBIS SYARIAH*, *5*(1). https://doi.org/10.22373/ekobis.v5i1.10326

Sarbiah, A. (2023). Penerapan Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Karyawan. *Health Information: Jurnal Penelitian*, *15*(2).

Sari, S., & Nouryend, N. (2022). Identifikasi potensi bahaya dan pengendaliannya dengan hazard identification risk assessment and risk control. *Journal Industrial Servicess*, *7*(2). https://doi.org/10.36055/jiss.v7i2.12265

Sinaga, Y. Y., N, C. B., & Adi, T. W. (2014). Identifikasi dan Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) di Proyek Jalan Tol Surabaya – Mojokerto. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol.1*, *1*(1).

Siregar, D. I. S. (2014). FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KECELAKAAN RINGAN DI PT AQUA GOLDEN MISSISSIPPI BEKASI. *Implementation Science*, *39*(1).

Soehatman Ramli. (2010). Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001. *1*.

Sufa, M. F., & Astuti, T. R. (2024). Work accident risk analysis using HIRARC and FTA methods (Case study: Suwarno Meubel). *E3S Web of Conferences*, *517*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451715009

Sunaryo, & Hamka, M. A. (2017). Safety risks assessment on container terminal using hazard identification and risk assessment and fault tree analysis methods. *Procedia Engineering*, *194*, 307–314. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.150

Syarifuddin, S., Anwar, A., & Indori, P. (2020). ANALISIS KESEHATAN DAN KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) PADA AREA STASIUN PENGUMPUL DI PT PERTAMINA EP ASSET 1 RANTAU FIELD. *Industrial Engineering Journal*, *9*(2). https://doi.org/10.53912/iejm.v9i2.556

Triswandana, I. W. G. E., & Armaeni, N. K. (2020). *Penilaian Risiko K3 Konstruksi Dengan Metode Hirarc*. *4*(1), 2502–9304. https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1

V, A., Olayil, R., & J.K.M, B. (2024). HAZARD ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT FOR SPINNING YARN PRODUCTION PROCESS BY INTEGRATED FTA-FMEA APPROCH. *Brazilian Journal of Experimental Design, Data Analysis and Inferential Statistics*, *3*(1). https://doi.org/10.55747/bjedis.v1i1.58505

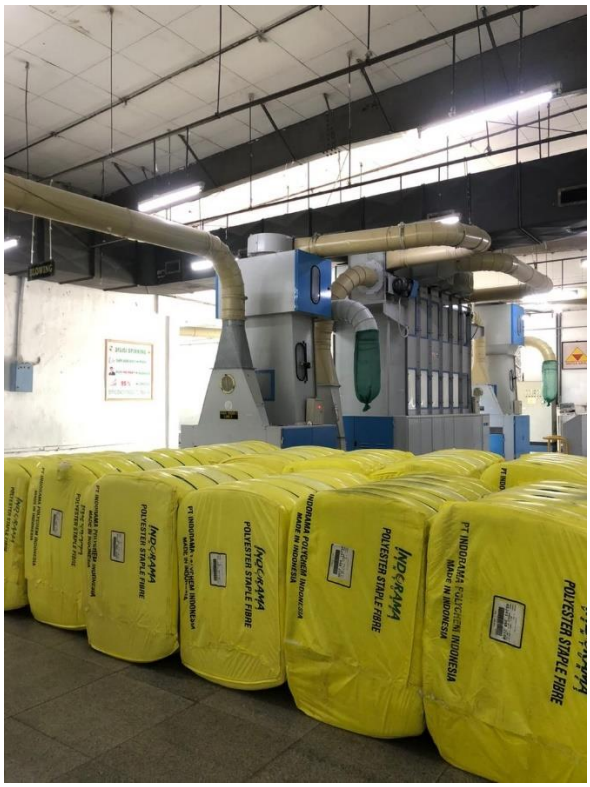
Wong, C. F., Teo, F. Y., Selvarajoo, A., Tan, O. K., & Lau, S. H. (2022). Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) for Mengkuang Dam Construction. *Civil Engineering and Architecture*, *10*(3). https://doi.org/10.13189/cea.2022.100302

Zaman, M. B., Pitana, T., Prastowo, H., Priyanta, D., Siswantoro, N., Maulana, F. S., & Busse, W. (2023). Occupational health and safety risk assessment of shipyard using HIRARC method. *AIP Conference Proceedings*, *2482*. https://doi.org/10.1063/5.0117105

LAMPIRAN

A. Dokumentasi Lantai Produksi

1. Mesin *Blowing*





2. Mesin *Carding*



3. Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*



4. Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*



5. Mesin *Speed Frame*



6. Mesin *Ring Frame*



7. Mesin *Winding*



B. *Draft* Wawancara

Narasumber:

1. Supervisor Mesin *Blowing*
2. Supervisor Mesin *Carding*
3. Supervisor Mesin *Drawing Passage 1 Breaker*
4. Supervisor Mesin *Drawing Passage 2 Finisher*
5. Supervisor Mesin *Speed Frame*
6. Supervisor Mesin *Ring Frame*
7. Supervisor Mesin *Winding*

Materi wawancara:

1. Kecelakaan kerja 5 tahun terakhir
8. Aktivitas pekerjaan yang dilakukan di tiap mesin
9. Potensi bahaya yang ada
10. Risiko bahaya yang terjadi
11. Tingkat keseringan terjadinya risiko
12. Dampak risiko yang ditimbulkan
13. Pengendalian yang sudah dilakukan
14. Penilaian terhadap usulan strategi pengendalian risiko