

**ANALISIS POTENSI BAHAYA PADA LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN
METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK
CONTROL (HIRARC)* DAN *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)*
(STUDI KASUS: PT. PAPERTECH INDONESIA UNIT II MAGELANG)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Akmal Husnan Turmudzi

No. Mahasiswa : 15522243

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil karya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 13 Januari 2022



Akmal Husnan Turmudzi

NIM. 15 522 243

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS POTENSI BAHAYA PADA LANTAI PRODUKSI AREA STOCK PREPARATION MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC)*

(STUDI KASUS: PT. PAPERTECH INDONESIA UNIT II MAGELANG)



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

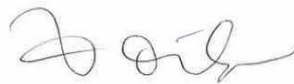
Disusun Oleh :

Akmal Husnan Turmudzi

NIM. 15 522 243

Yogyakarta, Januari 2022

Dosen Pembimbing



Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
ANALISIS POTENSI BAHAYA PADA LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN
METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK*
CONTROL (HIRARC)
(STUDI KASUS: PT. PAPERTECH INDONESIA UNIT II MAGELANG)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Akmal Husnan Turmudzi

NIM. 15 522 243

**Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri**

Yogyakarta, Januari 2022

Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng.

Penguji 1

Ir. Hartomo M.Sc., Ph.D.

Penguji 2

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik

Industri Fakultas

Universitas Islam Indonesia



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

Teknologi Industri

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN



PAPERTECH

PT. PAPERTECH INDONESIA

Jl. Sanggrahan Gatak No. 23, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah – 56511, INDONESIA
Phone : +62-293-782-702, Fax : +62-293-782-701, E-mail : pti@id.papertech.com
www.papertech.com

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini selaku Admin & Control PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa berikut ini:

Nama : Akmal Husnan Turmudzi
No. Mahasiswa : 15522243
Perguruan Tinggi : Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Telah melakukan Kerja Praktek di PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang pada tanggal 1 Desember 2019 sampai dengan 31 Desember 2019 dan melakukan pengambilan data serta menyelesaikan penelitian guna menyusun Laporan Tugas Akhir sejak Tanggal 24 Agustus 2020 sampai 10 Desember 2020.

Demikian Surat Keterangan ini untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Magelang, 10 Desember 2020

PT. PAPERTECH
INDONESIA

Slamet Irmanto

Admin & Control Magelang Plant

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini untuk orang tercinta dan tersayang atas dukungan serta kasih sayangnya yang berlimpah

“Sosok terpenting dalam hidup saya, Bapak dan Ibu”

Sebagai tanda bukti, hormat dan rasa terima kasih yang tak terhingga saya persembahkan karya kecil ini kepada bapak (Sigit Purwanto) dan ibu (Taufiq Hidayati) yang senantiasa memberikan kasih sayangnya, membimbing serta memberikan dukungan baik moral maupun material kepada saya yang tidak mungkin dapat terbalaskan hanya dengan tulisan ini. Semoga dengan tuntasnya kewajiban saya untuk menyelesaikan pendidikan ini dapat menjadi sebuah langkah awal menuju pintu kesuksesan saya di masa mendatang yang tentunya hal tersebut untuk membuat Bapak dan Ibu bangga.

“Untuk sahabat dan kawan seperjuangan”

(Teknik Industri 2015)”

Terimakasih kepada kalian semua sahabat dan kawan seperjuanganku untuk semua cerita baik suka maupun duka.

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dedikasinya yang sedemikian besar bagi kampus dan dunia pendidikan, terutama dalam jurusan Teknik Industri. Ibu Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng sebagai dosen pembimbing pada skripsi ini. Terimakasih banyak ibu sudah memberikan bimbingan dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan segala ketulusan hati,

Akmal Husnan Turmudzi

MOTTO

Seseorang bertindak tanpa ilmu ibarat bepergian tanpa petunjuk. Dan sudah banyak yang tahu kalau orang seperti itu kiranya akan hancur, bukan selamat.

(Hasan Al-Bashri)

Jadilah pribadi yang selaras lahir dan bathin. Selaras antara hati, pikiran, perkataan dan perbuatannya.

(Anonim)

“Berbahagialah wahai para tersepelekan, karena dengan begitu kita punya kesempatan besar untuk mengejutkan.”

(Farid Stevy Asta)

الجمعة الإسلامية الأندلسية

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirbbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kesempatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Tidak lupa shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW dan penerusnya yang telah membawa Islam kepada seluruh umat manusia.

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan pengetahuan, bimbingan, arahan, dan saran serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr Ir. Hari Purnomo M.T. selaku Dekan Fakultas dan Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan S.T., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing dengan memberikan petunjuk, saran, dan informasi selama pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
5. PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang, Bapak Widodo selaku pembimbing KP perusahaan dan Bapak Slamet Irmanto yang telah membantu dalam penelitian ini.
6. Bapak Sigit Purwanto, Ibu Taufiq Hidayati selaku orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan support secara moril dan materil.
7. Muhammad Arief Budiman, Karunia Al Munawir, Sopan Nauli Pratama, Rakesh RianZeva, Ahmad Faisal dan Muhammad Ghafar atau SS yang selalu

memberikan semangat, motivasi, dan doa, serta selalu mengingatkan penulis agar penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

8. Teman-teman Teknik Industri 2015 yang telah telah berbagi ilmu, saran, motivasi dan masukan untuk saya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Ini.
9. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu selama sebelum pelaksanaan tugas akhir hingga selesai laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pembaca demi lengkapnya laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiiin.

Wassaamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Januari 2022



Akmal Husnan Turmuzi

الجامعة الإسلامية
الاستدرا الأندونيسية

ABSTRAK

PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri daur ulang kertas memproduksi kertas dengan berbagai hasil produksi yang diantaranya adalah Core A, Core A30, Core B, Chipboard dan Super Chipboard. Proses produksi kertas daur ulang PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang secara garis besar terdiri dari 3 bagian proses yaitu stock preparation, paper machine dan rewinder. Langkah pertama yaitu Stock Preparation merupakan proses mengubah bahan baku (kertas bekas) menjadi bubur kertas. Bubur kertas tersebut nantinya akan melewati beberapa tahapan proses sehingga memenuhi spesifikasi tertentu dengan nilai konsistensi yang telah ditetapkan dan direncanakan. Kemudian dilanjut dengan proses pada Paper Machine dimana dilakukan proses pencetakan buburan menjadi kertas, pengepresan kertas dan pengeringan kertas. Lalu yang terakhir adalah rewinder yang merupakan suatu proses finishing kertas dimana gulungan kertas pada pope reel dibuka kembali dan dipotong sesuai dengan permintaan dari konsumen. Dalam melakukan proses produksi, perusahaan menggunakan alat atau mesin dimana sebagian besar mesin tersebut melibatkan manusia dalam mengontrol dan mengoperasikannya sehingga kegiatan-kegiatan di lini produksi memiliki risiko bahaya yang mengancam Keselamatan dan Kesehatan Kerja bagi operator ataupun pekerja. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi-potensi yang dapat menyebabkan risiko bahaya pada lantai produksi, memberikan penilaian risiko dari hasil identifikasi bahaya tersebut serta memberikan solusi atau rekomendasi perbaikan terhadap potensi risiko bahaya yang ada dengan menggunakan metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control) dan FTA (Fault tree analysis) untuk mencari akar penyebab potensi risiko dapat terjadi. Hasil dari penelitian tersebut ditemukan 5 potensi bahaya kategori rendah, 17 potensi bahaya kategori sedang, 23 potensi bahaya kategori tinggi dan 3 potensi bahaya dengan kategori ekstrem sehingga total terdapat 48 potensi bahaya. Analisis FTA dilakukan pada potensi bahaya dengan kategori risiko ekstrem yang ditemukan yaitu pada risiko bahaya operator terjepit conveyor, risiko bahaya operator tertimpa spool roll dan risiko jalur steam meledak. Adapun pengendalian bahaya yang direkomendasikan adalah melakukan desain ulang area kerja conveyor dengan memberikan tempat penampungan sementara untuk menjauhkan operator dari conveyor yang sedang beroperasi. Untuk mencegah terjadinya insiden operator tertimpa spool roll dapat dilakukan dengan membuat batas aman berupa safety line sehingga pekerja dapat mengetahui batas aman saat melakukan pengangkutan spool roll. lalu pada potensi bahaya jalur steam meledak adalah dengan melakukan preventive maintenance secara rutin dan berkala pada semua komponen pada jalur steam termasuk komponen-komponen pada boiler serta penambahan level alarm yaitu level alarm high dan low.

Kata Kunci: Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control, Fault tree analysis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II LANDASAN TEORI.....	10
2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	10
2.1.1 Dasar Hukum Peraturan Pemerintah Terkait Keselamatan dan Kesehatan Kerja	11
2.2 Kesehatan Kerja	13

2.3	Keselamatan Kerja	14
2.4	Bahaya.....	14
2.5	Risiko	16
2.6	Hubungan bahaya dan risiko	17
2.7	Kecelakaan Kerja	18
2.8	<i>Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)</i>	19
2.8.1	Klasifikasi Kegiatan Kerja.....	20
2.8.2	Konsultasi Kegiatan Kerja.....	20
2.8.3	Identifikasi Bahaya	20
2.8.4	Penilaian Risiko (<i>Risk Assessment</i>)	21
2.8.5	Pengendalian Risiko (<i>Risk Control</i>)	24
2.8.6	Implementasi.....	25
2.9	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	25
2.9.1	Simbol pada FTA.....	26
2.9.2	Langkah-langkah dalam Menyusun FTA	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Lokasi Penelitian.....	30
3.2	Subjek Penelitian.....	30
3.3	Objek Penelitian	30
3.4	Jenis Penelitian.....	30
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.6	Alur Penelitian	32
BAB IV		33
4.1	Proses Produksi	33
4.1.1	<i>Stock Preparation</i>	33
4.1.2	<i>Paper Machine</i>	35
4.1.3	<i>Rewinder</i>	38

4.2	HIRARC (<i>Hazard Identification and Risk Assessment</i>)	38
4.2.1	<i>Hazard Identification</i>	38
4.2.2	<i>Risk Assessment</i>	44
4.3	Diagram FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)	56
4.3.1	Operator Terjepit <i>Conveyor</i>	57
4.3.2	Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	61
4.3.3	Jalur <i>Steam Meledak</i>	65
BAB V	PEMBAHASAN	68
5.1	HIRARC (<i>Hazard Identification and Risk Assessment</i>)	68
5.2	Diagram <i>Fault Tree Analysis</i>	73
5.2.1	Risiko Operator Terjepit <i>Conveyor</i>	74
5.2.2	Risiko Bahaya Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	76
5.2.3	Risiko Bahaya Jalur <i>Steam Meledak</i>	77
5.3	Rekomendasi Pengendalian Risiko	78
5.3.1	Pengendalian Risiko Bahaya Operator Terjepit <i>Conveyor</i>	78
5.3.2	Pengendalian Risiko Bahaya Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	82
5.3.3	Pengendalian Risiko Jalur <i>Steam Meledak</i>	84
BAB VI	PENUTUP	87
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	A-91

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kasus Kecelakaan Kerja di Indonesia	3
Tabel 1.2 Kasus Kecelakaan Kerja pada PT Papertech Indonesia Unit II Magelang	4
Tabel 2.1 Skala <i>Likelihood</i>	22
Tabel 2.2 Skala <i>Severity</i>	22
Tabel 2.3 <i>Risk Matrix</i>	23
Tabel 2.4 Simbol Kejadian (<i>Event</i>).....	27
Tabel 2.5 Simbol Gerbang Logika (<i>Gates</i>).....	28
Tabel 4.1 Tabel Penilaian Risiko <i>Stock Preparation</i>	44
Tabel 4.2 Penilaian Risiko <i>Paper Machine</i>	48
Tabel 4.3 Penilaian Risiko <i>Paper Machine (Pope reel)</i>	51
Tabel 4.4 Penilaian Risiko Area <i>Rewinder</i>	53
Tabel 4.5 Potensi Risiko Kategori Ekstrem.....	56
Tabel 4.6 Keterangan Kode <i>Event</i> FTA Operator Terjepit Konveyor.....	58
Tabel 4.7 Penghitungan <i>Minimal Cut Set</i> FTA Operator Terjepit <i>Conveyor</i>	59
Tabel 4.8 Hasil <i>Minimal Cut Set</i> Operator Terjepit <i>Conveyor</i>	60
Tabel 4.9 Keterangan Kode <i>Event</i> FTA Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	62
Tabel 4.10 Penghitungan <i>Minimal Cut Set</i> FTA Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	63
Tabel 4.11 Hasil <i>Minimal Cut Set</i> FTA Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	64
Tabel 4.12 Keterangan Kode <i>Event</i> FTA Jalur <i>Steam</i> Meledak.....	65
Tabel 4.13 Penghitungan <i>Minimal Cut Set</i> FTA Jalur <i>Steam</i> Meledak	66
Tabel 4.14 Hasil <i>Minimal Cut Set</i> FTA Jalur <i>Steam</i> Meledak.....	67
Tabel 5.1 Peta Risiko	68
Tabel 5.2 Rekap Jumlah Risiko Berdasarkan Level Risiko.....	69
Tabel 5.3 Rekap Total Nilai Risiko.	71
Tabel 5.4 Potensi Bahaya Kategori Ekstrem	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Antara Bahaya dan Risiko.....	17
Gambar 2.2 <i>Flowchart</i> proses Hirarc (Department, Occupational, Safety, & Health, 2008)	20
Gambar 4.2 Proses pada <i>Stock Preparation</i>	34
Gambar 4.3 Diagram FTA Operator Terjepit <i>Conveyor</i>	57
Gambar 4.4 Diagram FTA Operator Tertimpa <i>Spool Roll</i>	61
Gambar 4.5 Diagram FTA Jalur <i>Steam</i> Meledak	65
Gambar 5.1 Diagram Lingkaran Risiko Pada Area <i>Stock Preparation</i>	70
Gambar 5.2 Diagram Lingkaran Risiko Pada Area Paper Machine	70
Gambar 5.3 Diagram Lingkaran Risiko Pada Area <i>Rewinder</i>	71
Gambar 5.4 Rekomendasi Desain <i>Conveyor</i>	79
Gambar 5.5 <i>Conveyor Safety Sign</i>	81
Gambar 5.6 <i>Safety Helmet</i>	83
Gambar 5.7 Sepatu <i>Safety</i>	84



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini dunia perindustrian di Indonesia mengalami perkembangan yang cukup pesat. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu terus berkembangnya zaman serta teknologi di dalam negeri meskipun negara berada dalam kondisi ekonomi yang cenderung belum stabil. Berkembangnya industri dalam negeri tersebut berdampak positif pada terciptanya lapangan pekerjaan sehingga angka penyerapan tenaga kerja di Indonesia terus mengalami peningkatan. Perusahaan-perusahaan dituntut untuk terus berkompetisi dikarenakan persaingan antar industri yang semakin ketat. Maka dari itu, untuk dapat terus bersaing perusahaan harus terus berinovasi dan terus melakukan perbaikan termasuk dalam hal sumber daya manusia.

Sumber daya manusia memiliki peranan yang penting dalam keberhasilan suatu organisasi atau perusahaan. Sumber daya manusia dalam organisasi atau perusahaan merupakan aset hidup perusahaan dimana jika dikelola dengan baik maka akan dapat memberikan kontribusi yang optimal bagi keberhasilan dan pencapaian tujuan organisasi atau perusahaan itu sendiri. Adapun tolak ukur dari keberhasilan pengelolaan sumber daya manusia adalah dalam hal produktivitas atau kinerja karyawan. Kinerja adalah kuantitas dan atau kualitas hasil kerja individu atau sekelompok di dalam organisasi dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsi yang berpedoman pada norma, standar operasional prosedur, kriteria dan ukuran yang telah ditetapkan atau berlaku dalam organisasi. Maka dari itu perusahaan harus memperhatikan kondisi karyawan seperti menerapkan standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada setiap kegiatan yang ada dalam perusahaan tersebut (Torang, 2013).

Menurut filosofis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah sebuah strategi untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat bagi para karyawan atau pekerja (Mangkunegara, 2002). Sehingga diharapkan dengan penerapan K3 tersebut lingkungan kerja di dalam perusahaan tersebut dapat mencapai kondisi *zero accident*. Di negara-negara maju, perusahaan berfokus pada keselamatan kerja untuk mengurangi dampak berbahaya pada lingkungan sekitar perusahaan, keselamatan dan kesehatan para karyawannya dan meningkatkan produktivitas perusahaan dimana hal-hal tersebut dapat berpengaruh positif pada profit serta reputasi perusahaan itu sendiri. Di Indonesia, keselamatan kerja ini telah diatur dalam peraturan perundang-undangan. Berdasarkan Undang-undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dengan jelas disebutkan tentang kewajiban-kewajiban pimpinan tempat kerja dan pekerja dalam melaksanakan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan kerjanya. Selain itu para pekerja membutuhkan lingkungan kerja yang aman dan nyaman agar pada saat bekerja jauh dari risiko kecelakaan kerja. Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. PER-5/MEN/1996 juga ditekankan mengenai pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja secara menyeluruh yang dikenal dengan Sistem Manajemen K3 dimana Sistem Manajemen K3 ini yang dimaksud adalah menciptakan suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi dan lingkungan kerja yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

Namun demikian, kesadaran akan pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di Indonesia masih perlu untuk terus diperbaiki, hal ini dapat dilihat dari banyaknya kasus kecelakaan kerja yang terjadi dan terus meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan Laporan Tahunan Terintegrasi Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan tahun 2018, berikut adalah daftar kasus kecelakaan kerja dilihat dari jumlah klaim Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK) pada tahun 2016-2019.

Tabel 1.1 Kasus Kecelakaan Kerja di Indonesia

Jenis kasus kecelakaan Kerja	2019	2018	2017	2016
Cacat Fungsi	3.072	4.458	3.331	4.202
Cacat Sebagian	2.984	4.232	2.402	2.535
Cacat Total Tetap	35	32	31	28
Meninggal Dunia	3.172	3.400	2.364	2.382
Kasus Sembuh	173.572	161.293	114.913	92.220
Jumlah	182.835	173.415	123.041	101.367

Sumber: Laporan Tahunan Terintegrasi 2019 BPJS Ketenagakerjaan

Dari tabel 1.1 dapat dilihat bahwa angka kecelakaan kerja dan penyakit akibat kecelakaan kerja masih cukup tinggi dan terus meningkat. Sampai akhir tahun 2019 terdapat 182.835 angka kecelakaan dan penyakit akibat kecelakaan kerja, jumlah ini meningkat sebanyak 9.420 kasus atau naik 5,43% dari tahun sebelumnya. Angka ini berpotensi terus meningkat seiring dengan semakin banyaknya jumlah tenaga kerja dan lapangan kerja di Indonesia. Oleh karena itu kesadaran akan penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Indonesia harus terus ditingkatkan. Pemerintah sebagai instansi pembuat kebijakan harus terus bersosialisasi dan bersinergi dengan para pelaku usaha dan pimpinan perusahaan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja.

PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang merupakan perusahaan yang tergabung dalam *Texpack Holding Group* perusahaan swasta asing dengan status kepemilikannya di Indonesia adalah dengan sistem Penanaman Modal Asing (PMA). PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang merupakan cabang perusahaan dari PT. Papertech Indonesia Subang serta perusahaan *Texpack Group* Pusat Internasionalnya berada di Navarra Spanyol. PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri daur ulang kertas memproduksi kertas dengan berbagai hasil produksi yang di antaranya adalah *Core A*, *Core A30*, *Core B*, *Chipboard* dan *Super Chipboard*. PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang mampu memproduksi 75 ton produk dalam sehari serta kapasitas produksi per tahun dapat mencapai 25.000 ton. Dalam melakukan produksi, PT Papertech Indonesia Unit II Magelang menggunakan mesin-

mesin dimana sebagian besar mesin tersebut melibatkan manusia dalam mengontrol dan mengoperasikannya sehingga kegiatan-kegiatan di lini produksi memiliki risiko bahaya bagi operator ataupun pekerja. Berikut ini merupakan beberapa kasus kecelakaan kerja yang terjadi pada PT Papertech Indonesia Unit II Magelang dari tahun 2017.

Tabel 1.2 Kasus Kecelakaan Kerja pada PT Papertech Indonesia Unit II Magelang

Tahun	Bulan	Jenis Kecelakaan Kerja	Jumlah	Departemen
2017	Juli	Tergelincir gulungan terpal, kepala dan punggung mengenai beton	2	IPAL
	Juli	Gulungan kertas roboh mengenai dinding kaca yang mengakibatkan dinding kaca pecah dan melukai tangan pekerja	1	Produksi
	November	Betis robek dan memar terjepit konveyor	2	Produksi
	Desember	Kebakaran akibat korsleting listrik pada konduksi crane	1	Produksi
2018	Juni	Mata pekerja mengalami kebutaan terkena lontaran pentil ban yang meledak saat mengecek tekanan angin ban <i>forklift</i>	1	Produksi
	Oktober	Jari manis kiri terjepit mesin rewinder	1	Produksi
2019	Januari	Wajah, tangan, dan kaki korban melepuh karena air kondensat menyemprot ketika mengganti pipa kondensat yang bocor	2	Mekanik

Januari	Mengalami cedera kepala karena terkena track belt pengikat coil di atas truk	1	<i>Quality Control</i>
April	Sobek bagian kepala dan tangan karena tertimpa pintu yang jatuh akibat korosi	1	Gudang

Sumber: PT Papertech Unit II Magelang

Data yang ditampilkan dari tabel 1.2 hanya sebagian data dari kecelakaan kerja di PT Papertech Indonesia yang dapat dikumpulkan oleh penulis. Dari kurun waktu tahun 2017 sampai 2019 terdapat 9 kecelakaan kerja di PT Papertech Unit II Magelang dan 5 diantaranya terjadi pada departemen produksi. Kondisi tidak aman yang disebabkan oleh lingkungan kerja serta tindakan tidak aman yang mungkin dilakukan oleh pekerja dapat mengancam keselamatan dan kesehatan kerja para pekerja tersebut sehingga berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis dan *improvement* dengan melakukan proses identifikasi bahaya, penilaian risiko serta pengendalian risiko pada area rantai kerja produksi di PT Papertech Unit II Magelang. Dalam penelitian ini, analisis penilaian dan tindakan pencegahan bahaya dilakukan dengan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*). Berdasarkan OHSAS 18001:2007 metode HIRARC merupakan standar dalam penerapan SMK3 (Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja) dimana SMK3 adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, kegiatan perencanaan, pelaksanaan, pengkajian, tanggung jawab, prosedur, proses, dan sumber daya yang dibutuhkan dalam pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian, dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

Dalam metode HIRARC akan dilakukan proses identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), penilaian risiko (*Risk Assessment*), dan pengendalian risiko (*Risk Control*) yang dilakukan secara menyeluruh dalam stasiun kerja baik mesin, manusia, serta area kerja. Dengan metode HIRARC maka bahaya-bahaya yang terdapat dalam kegiatan di lini produksi dapat teridentifikasi. Bahaya yang telah teridentifikasi ini kemudian dilakukan penilaian dengan menentukan estimasi besarnya risiko yang dilihat dari tingkat

kemungkinan terjadinya risiko bahaya serta tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan dari risiko bahaya tersebut. Setelah melalui penilaian risiko maka kegiatan yang mengandung bahaya dapat dipetakan dengan *risk matrix* sehingga dapat diketahui kegiatan mana yang harus diprioritaskan untuk dilakukan pengendalian risiko.

Setelah menentukan kegiatan yang harus diprioritaskan untuk dilakukan pengendalian risiko, langkah yang selanjutnya adalah melakukan analisis dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode ini digunakan untuk mengetahui akar penyebab sebuah kegagalan yang dalam hal ini adalah sumber risiko yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja sehingga penulis dapat menentukan rekomendasi pengendalian risiko yang tepat. Menurut Foster (2004), *Fault Tree Analysis* merupakan sebuah *analytical tool* yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem atau dengan kata lain FTA adalah sebuah metode untuk mengidentifikasi terjadinya sebuah kegagalan pada sistem dengan menggambarkan alternatif-alternatif kejadian dan kemungkinan kejadian atau kesalahan yang menjadi penyebab terjadinya kegagalan dalam sebuah blok diagram terstruktur sehingga analisis FTA ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan pada tindakan pengendalian risiko. Adapun tindakan pengendalian risiko tersebut dilakukan dengan mengikuti pendekatan *hierarchy of control* yang diurutkan berdasarkan tindakan eliminasi, substitusi, rekayasa *engineering*, administrasi, dan alat pelindung diri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya terkait keselamatan dan keselamatan kerja di perusahaan maka dapat disusun sebuah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Potensi risiko bahaya apa saja yang terdapat pada rantai produksi PT. Papertech Unit II yang dapat diidentifikasi menggunakan metode HIRARC dan FTA?
2. Bagaimana hasil penilaian risiko bahaya keselamatan dan kesehatan kerja yang ada di rantai produksi PT. Papertech Unit II?
3. Bagaimana bentuk usulan pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang ada di rantai produksi PT. Papertech Unit II?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang akan disusun ini perlu ditentukan sebuah batasan masalah yang digunakan untuk membuat penelitian menjadi lebih sistematis dan jelas. Batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada rantai produksi PT. Papertech Unit II.
2. Penelitian ini hanya mencakup tentang penentuan identifikasi risiko, penilaian risiko, dan rekomendasi pengendalian risiko bagi PT. Papertech Unit II.
3. Penentuan identifikasi risiko dan penilaian risiko di penelitian ini dibantu oleh para expert.
4. Penelitian dilakukan hanya pada tahap rekomendasi, tidak sampai pada tahap penerapan, serta tidak mengkalkulasi aspek biaya dalam penerapan rekomendasi perbaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensi risiko bahaya yang terdapat pada rantai produksi PT. Papertech Unit II.
2. Melakukan penilaian risiko bahaya keselamatan dan kesehatan kerja yang ada di rantai produksi PT. Papertech Unit II.
3. Memberikan usulan pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang ada di rantai produksi PT. Papertech Unit II.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung akan didapatkan oleh beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bagi peneliti

Mampu mengaplikasikan keilmuan Teknik Industri di bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam dunia kerja yang nyata sehingga peneliti akan mendapatkan pengalaman dan ilmu yang baru.

2. Bagi Perusahaan

- a. Dengan dilakukannya penelitian ini maka perusahaan akan mendapatkan referensi terhadap risiko-risiko bahaya yang mungkin terjadi di rantai perusahaannya sehingga dapat memikirkan strategi penanganan dalam meminimalisir terjadinya risiko bahaya tersebut.
- b. Saran dan solusi aksi mitigasi penanganan risiko bahaya dari hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam perbaikan terkait masalah keselamatan dan kesehatan kerja.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih terstruktur penulisan tugas akhir ini maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai hal apa yang melatar belakangi penelitian ini, kemudian perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini, akan dituliskan mengenai uraian dan penjelasan secara rinci tentang teori-teori serta pola pemikiran yang digunakan sebagai landasan dalam penyelesaian masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang kerangka dan alur penelitian yang mana menjelaskan secara urut mengenai garis besar cara pemecahan masalah menggunakan metode yang akan digunakan. Objek penelitian, tata cara penelitian, data yang akan diteliti serta cara analisis juga disertakan di bab ini.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada Bab ini, data yang digunakan selama penelitian baik data primer maupun data sekunder akan dicantumkan. Cara pengolahan data serta hasil dari pengolahan data tersebut juga akan ditampilkan baik berupa tabel ataupun grafik. Hasil dari pengolahan data tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar analisis dan pembahasan yang ada di bab selanjutnya.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengolahan data akan dianalisis di bab ini dan selanjutnya akan dibahas mengenai kesesuaian hasil penelitian dan tujuan penelitian sehingga selanjutnya dapat diambil sebuah kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan yang ada di bab sebelumnya dan rekomendasi atau saran-masukan atas pencapaian hasil penelitian dan permasalahan yang ditemukan selama melakukan penelitian ini, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk penyempurnaan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja acapkali disingkat dengan K3. Secara luas, keselamatan dan kesehatan kerja adalah sebuah upaya yang dilakukan dalam menghindari, mencegah, mengantisipasi, dan menanggulangi bahaya yang memiliki risiko merugikan baik fisik, mental, dan yang lainnya. Hal ini selaras dengan pengertian K3 Menurut *International Labour Organization* (ILO) dan *Occupational Safety Health Administration* (OSHA) yang dibahas oleh Sujoso (2012) dalam bukunya DASAR-DASAR KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA. Menurut ILO, keselamatan dan kesehatan kerja atau *Occupational Safety and Health* adalah meningkatkan dan memelihara derajat tertinggi semua pekerja baik secara fisik, mental, dan kesejahteraan sosial di semua jenis pekerjaan, mencegah terjadinya gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh pekerjaan, melindungi pekerja pada setiap pekerjaan dari risiko yang timbul dari faktor-faktor yang dapat mengganggu kesehatan, menempatkan dan memelihara pekerja di lingkungan kerja yang sesuai dengan kondisi fisiologi dan psikologi pekerja dan untuk menciptakan kesesuaian antara pekerjaan dengan pekerja dan setiap orang dengan tugasnya.

Sedangkan pengertian keselamatan dan kesehatan kerja yang disampaikan oleh *Occupational Safety Health Administration* (OSHA) adalah aplikasi ilmu dalam mempelajari risiko keselamatan manusia dan properti baik dalam industri maupun bukan. Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan multidisiplin ilmu yang terdiri atas fisika, kimia, biologi dan ilmu perilaku dengan aplikasi pada manufaktur, transportasi, penanganan material bahaya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja adalah sebuah kondisi dimana pekerja terbebas dari risiko bahaya kecelakaan kerja atau bahaya lainnya yang dapat mengakibatkan penyakit, cedera, beban

mental, kerusakan dan gangguan lingkungan kerja atau sering disebut dengan *zero accident*. Tercapainya *zero accident* adalah tujuan utama dari keselamatan dan kesehatan kerja yang mana kondisi tersebut adalah hak dari setiap pekerja yang harus dipenuhi oleh perusahaan. Hal ini sejalan dengan peraturan pemerintah tentang keselamatan dan kesehatan kerja. Terbitnya peraturan-peraturan dari pemerintah sebagai landasan hukum pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja menjadi bukti akan pentingnya permasalahan dan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di Indonesia Berikut ini merupakan berbagai peraturan tentang keselamatan dan kesehatan kerja.

2.1.1 Dasar Hukum Peraturan Pemerintah Terkait Keselamatan dan Kesehatan Kerja

2.1.1.1 Undang-Undang

1. UU No. 14 tahun 1969 tentang Ketentuan Pokok Tenaga Kerja
2. UU No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja
3. UU No. 3 tahun 1992 tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja
4. UU No. 23 tahun 1992 tentang Kesehatan
5. UU RI No. 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

2.1.1.2 Peraturan Menteri

1. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. Per.03/MEN/1978 tentang Penunjukan dan Wewenang, Serta Kewajiban Pegawai Pengawas Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Ahli Keselamatan Kerja.
2. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.01/MEN/1979 tentang Kewajiban Latihan Hygiene Perusahaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bagi Tenaga Paramedis Perusahaan.
3. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.02/MEN/1980 tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja dalam Penyelenggaraan Keselamatan Kerja.

4. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. Per.04/MEN/1980 tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan.
5. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.01/MEN/1981 tentang Kewajiban Melapor Penyakit Akibat Kerja.
6. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. Per.03/MEN/1982 tentang Pelayanan Kesehatan Tenaga Kerja.
7. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.02/MEN/1983 tentang Instalasi Alarm Kebakaran Automatik.
8. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.04/MEN/1985 tentang Pesawat Tenaga dan Produksi.
9. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.05/MEN/1985 tentang Pesawat Angkat dan Angkut.
10. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.04/MEN/1987 tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja Serta Tata Cara Penunjukan Ahli Keselamatan Kerja.
11. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.02/MEN/1992 tentang Tata Cara Penunjukan, Kewajiban dan Wewenang Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
12. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.04/MEN/1995 tentang Perusahaan Jasa Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
13. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
14. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.01/MEN/1998 tentang Penyelenggaraan Pemeliharaan Kesehatan Bagi Tenaga Kerja Dengan Manfaat Lebih Dari Paket Jaminan Sosial Tenaga Kerja.
15. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.03/MEN/1998 tentang Tata cara Pelaporan dan Pemeriksaan Kecelakaan.
16. Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No. Per.04/MEN/1998 tentang Pengangkatan, Pemberhentian dan Tata Kerja Dokter Penasehat.

2.1.1.3 Keputusan Menteri

1. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.: Kep. 155/MEN/1984 tentang Penyempurnaan Keputusan Menteri Tenaga dan Transmigrasi Nomor

Kep.125/MEN/82 tentang Pembentukan, Susunan dan Tata Kerja Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional, Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Wilayah dan Panitia Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

2. Keputusan Bersama Menteri Tenaga Kerja dan Menteri Pekerjaan Umum No.: Kep. 174/MEN/ 1986 No.: 104/KPTS/1986 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Tempat Kegiatan Konstruksi.
3. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.: Kep. 1135/MEN/1987 tentang Bendera Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
4. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.: Kep. 333/MEN/1989 tentang Diagnosis dan Pelaporan Penyakit Akibat Kerja.
5. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.: Kep. 245/MEN/1990 tentang Hari Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional.
6. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.: Kep. 51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.
7. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.: Kep. 186/MEN/1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja.
8. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No.: Kep. 197/MEN/1999 tentang Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya.
9. Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.: Kep.75/MEN/2002 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.SMI-04-0225-2000 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) di Tempat Kerja.

2.2 Kesehatan Kerja

Menurut Mangkunegara, kesehatan kerja adalah kondisi yang bebas dari gangguan fisik, mental emosi, atau rasa sakit yang disebabkan oleh lingkungan kerja (Sayuti, 2013). Lingkungan kerja adalah kondisi sekitar pekerja atau karyawan terbuka maupun tertutup, baik di dalam ruangan maupun di lapangan. Kondisi kesehatan kerja yang buruk dapat mengakibatkan terjadinya penyakit akibat kerja yaitu setiap penyakit yang disebabkan oleh pajanan lingkungan kerja. Faktor penyebab penyakit akibat kerja antara lain:

1. Faktor Fisik

Faktor fisik lingkungan kerja terdiri dari kebisingan, getaran, pencahayaan, radiasi, tekanan udara, dan iklim kerja.

2. Faktor Kimia

Penyakit akibat kerja faktor kimia disebabkan oleh zat kimia yang bersifat toksik yang masuk ke dalam tubuh secara sengaja atau tidak sengaja melalui kulit, inhalasi dan oral

3. Faktor Biologi

Penyakit akibat kerja faktor biologis disebabkan oleh virus, bakteri, protozoa, jamur, cacing, dll

4. Faktor Fisiologi-Ergonomi

Penyakit akibat kerja oleh penerapan ergonomis dari lingkungan kerja yang tidak memadai dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu yang terjadi karena akumulasi jangka panjang dan terjadi secara mendadak.

5. Faktor Psikologi

Penyakit akibat kerja faktor psikologi antaralain adalah stres akibat kerja, tekanan dari atasan, hubungan yang kurang baik dengan rekan kerja, dan sebagainya.

2.3 Keselamatan Kerja

Secara terminologi bahasa, keselamatan kerja adalah suatu kondisi terjaminnya sebuah pekerjaan dari risiko bahaya yang merugikan. Keselamatan kerja diartikan sebagai suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya serta hasil budaya dan karyanya. Dari segi keilmuan diartikan sebagai suatu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Purnama, 2010)

2.4 Bahaya

Siahaan dalam bukunya Manajemen Risiko pada Perusahaan & Birokrasi mengemukakan bahwa *hazard* atau bahaya adalah suatu kondisi atau keadaan yang dapat menimbulkan atau memperbesar kemungkinan terjadinya kerugian. Kerugian yang dimaksud adalah

kerugian berupa kecelakaan atau penyakit pada manusia, merusak peralatan, ataupun merusak lingkungan (Siahaan, 2008).

Bahaya menurut OHSAS:18001 (2007), merupakan sumber situasi atau tindakan yang berpotensi mencederai manusia atau kondisi kelainan fisik atau mental yang teridentifikasi berasal dari dan atau bertambah buruk karena kegiatan kerja atau situasi yang terkait dengan pekerjaan. Bahaya bisa terdapat di berbagai hal dan tempat maka dari itu penting untuk memahami konsep bahaya. Pemahaman yang salah tentang konsep bahaya dapat mengakibatkan bentuk pengendalian bahaya yang salah juga ataupun tidak efektif. Bahaya itu berkaitan dengan keberadaan energi karena agar bahaya bisa menjadi sebuah kecelakaan maka harus terjadi adanya kontak dengan energi tersebut, menurut Frank E (1990) insiden biasanya merupakan hasil dari kontak dengan sumber energi (kinetic, listrik, termal, dll) di atas batas ambang tubuh atau struktur. Maka jika dilihat dari pengertian ini klasifikasi bahaya berdasarkan energi adalah sebagai berikut:

1. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik bersumber dari peralatan mesin yang bergerak secara mekanik. Contoh bahaya mekanik adalah mesin pemotong kayu, mesin pengepakan, penggergajian, mesin gerinda. Jenis karyawan yang berkaitan dengan bahaya mekanik antara lain karyawan pemotong kayu, karyawan di proses produksi.

2. Bahaya Listrik

Bahaya listrik berasal dari energi listrik. Contoh bahaya listrik hubungan pendek arus listrik, kebakaran, dan sengatan listrik

3. Bahaya Fisik

Sumber bahaya fisik ini misalnya kebisingan, getaran mekanik, temperatur yang ekstrem, radiasi, tekanan udara.

4. Bahaya Biologis

Sumber bahaya biologis ini bisa berupa keberadaan virus, bakteri, jamur, protozoa yang berada di lingkungan kerja. Sumber bahaya biologis banyak terdapat di rumah sakit, laboratorium.

5. Bahaya Kimia

Sumber bahaya kimia adalah bahan-bahan kimia dengan karakteristik yang dimiliki. Karakteristik bahaya bahan kimia adalah korosif, mudah meledak, iritasi,

mutagen, karsinogen. Contoh bahan kimia timbal (Pb), H₂SO₄, karbon monoksida (CO₂), amonia (NH₃).

2.5 Risiko

Pengertian risiko menurut Prof.Dr.Ir.Soemarno, M.S adalah suatu kondisi yang timbul karena ketidakpastian dengan seluruh konsekuensi tidak menguntungkan yang mungkin terjadi disebut resiko. Dari pengertian tersebut terdapat 2 hal yang dapat digaris bawahi yang dapat menyebabkan sebuah risiko muncul yaitu ketidakpastian dan besaran konsekuensi yang dapat diterima dengan kata lain bisa disebut dengan besaran kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa risiko adalah kombinasi antara besaran kemungkinan terjadi dan tingkat keparahan yang mungkin diterima. Besarnya risiko dapat diketahui melalui suatu penilaian risiko (*risk assessment*). Penilaian risiko ini meliputi dua tahapan proses yaitu analisis risiko (*risk analysis*) dan mengevaluasi risiko (*risk evaluation*).

Adapun proses penilaian risiko adalah sebagai berikut:

1. Estimasi tingkat kekerapan atau keseringan

Langkah pertama dalam penilaian risiko adalah memperkirakan tingkat keseringan kecelakaan atau sakit akibat kerja yang muncul dari risiko bahaya yang ada. Perkiraan tingkat keseringan ini juga memperhatikan mengenai seberapa lama serta seringnya pekerja terkena paparan risiko bahaya tersebut. Hasil dari perkiraan yang dilakukan akan digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan nilai besaran kemungkinan (*likelihood*) dari sebuah risiko bahaya.

2. Estimasi tingkat keparahan

Setelah melakukan perkiraan tentang tingkat keseringan maka langkah yang selanjutnya adalah memperkirakan mengenai tingkat keparahan atau dampak yang dapat ditimbulkan apabila terjadi sebuah kecelakaan. Penentuan tingkat keparahan ini juga memperhitungkan tentang besarnya gangguan yang dapat terjadi pada proses produksi, seberapa parah cedera yang mungkin dialami pekerja serta besarnya kerugian yang dapat ditimbulkan dari risiko bahaya tersebut apabila terjadi.

3. Penentuan tingkat risiko

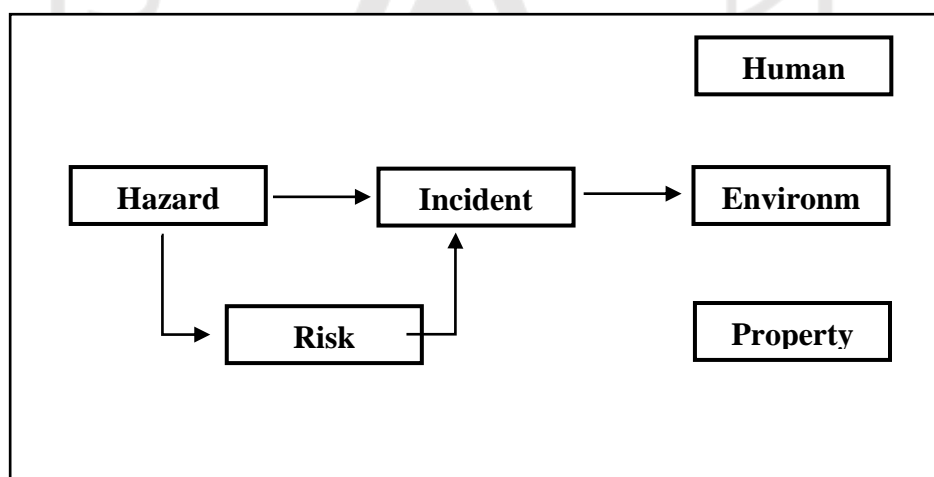
Setelah mendapatkan perkiraan mengenai tingkat keseringan dan tingkat keparahan dari risiko bahaya yang ada maka penilaian risiko dapat dilakukan. Penilaian risiko ini dilakukan dengan cara mengalikan tingkat keseringan dan tingkat keparahan risiko bahaya.

4. Prioritas risiko

Langkah yang selanjutnya adalah membuat skala risiko dimana hasil dari penentuan tingkat risiko pada proses sebelumnya akan dimasukkan ke dalam skala risiko tersebut sehingga prioritas risiko yang ada dapat ditentukan. Potensi bahaya yang memiliki tingkat risiko kategori ekstrem merupakan prioritas utama untuk segera dilakukan rencana pengendalian yang kemudian diikuti tingkat risiko kategori tinggi, sedang, dan rendah. Sedangkan tingkat risiko none untuk sementara dapat diabaikan dari rencana pengendalian risiko (Tarwaka, 2008).

2.6 Hubungan bahaya dan risiko

Bahaya memiliki hubungan yang erat kaitanya dengan risiko. Risiko memberikan sebuah gambaran akan besarnya kemungkinan sebuah bahaya dapat menjadi sebuah kecelakaan serta besarnya tingkat keparahan yang dapat diakibatkan dari kecelakaan tersebut. Berikut adalah gambar hubungan antara bahaya dan risiko (Ramli, 2010).



Gambar 2.1 Hubungan Antara Bahaya dan Risiko
Sumber: (Ramli, 2010)

Berdasarkan gambar 2.1 di atas, sumber bahaya memiliki sebuah risiko yang dapat menyebabkan terjadinya insiden baik terhadap manusia, lingkungan ataupun property. Adapun besarnya risiko ditentukan oleh beberapa faktor, seperti besarnya paparan yang diterima pengguna, lokasi, kuantitas serta kerentanan unsur yang terlibat didalam sebuah risiko. Oleh sebab itu, risiko dapat diartikan sebagai peluang kemungkinan (*probability*) terjadinya suatu bahaya untuk menghasilkan suatu insiden kecelakaan serta dampak atau tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan jika terjadi sebuah kecelakaan (*severity*). Mengendalikan, meminimalisir dan menghilangkan bahaya sehingga sebuah risiko dapat berkurang atau dihilangkan adalah sasaran utama dalam konsep keselamatan kerja.

2.7 Kecelakaan Kerja

Secara istilah, kecelakaan merupakan sebuah peristiwa atau kondisi tidak menguntungkan yang terjadi secara tidak terduga yang menimpa seseorang dan dapat mengakibatkan kerugian baik fisik, mental, kesehatan maupun material. Sedangkan kecelakaan kerja adalah sesuatu yang tidak terencana, tidak terkontrol dan sesuatu hal yang tidak diperkirakan sebelumnya sehingga mengganggu efektivitas kerja seseorang (Wijaya, 2015). Berbeda dengan kecelakaan biasa, kecelakaan kerja tidak hanya merugikan individu yang mengalami kecelakaan namun kecelakaan kerja juga dapat merugikan perusahaan tempat bekerja seperti kerugian waktu, alat kerja, tempat dan lingkungan kerja yang mungkin rusak oleh kecelakaan tersebut. Akibatnya dapat terjadi kekacauan organisasi biasanya pada proses produksi. Dilihat dari penyebabnya, menurut (Husni, 2003) terdapat 4 faktor utama yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja yaitu:

1. Faktor manusia

Faktor yang dipengaruhi oleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap.

2. Faktor material

Faktor material atau bahan yang memiliki sifat dapat memunculkan Kesehatan atau keselamatan pekerja.

3. Faktor sumber bahaya

Faktor yang disebabkan oleh perbuatan berbahaya, seperti metode kerja yang kurang tepat, kecapekan, sikap kerja yang tidak sesuai, kondisi bahaya, keadaan

yang tidak aman dari keberadaan suatu mesin maupun peralatan, kondisi lingkungan, proses, sifat pekerjaan, dan lain sebagainya.

4. Faktor yang dihadapi

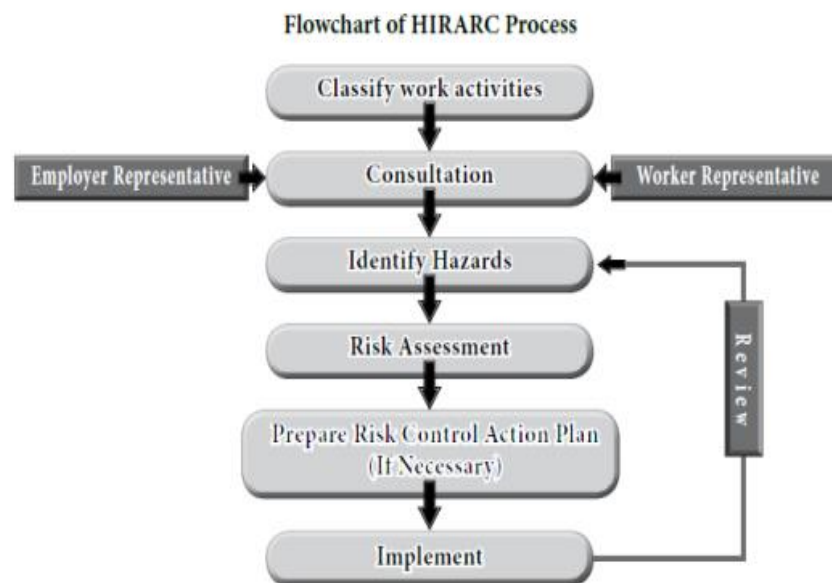
Faktor yang disebabkan oleh hal seperti kurang maintenance atau perawatan suatu mesin yang dapat menyebabkan pekerjaan dilakukan dengan tidak sempurna.

Sedangkan menurut Suma'mur (2014), kecelakaan terjadi disebabkan oleh tindakan manusia yang tidak aman dan diluar dari kriteria keselamatan (*unsafe human action*), serta keadaan lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*). Kerugian kecelakaan kerja dapat dilihat dari besarnya pengeluaran biaya akibat kecelakaan. Kerugian kerja tersebut oleh Ramli (2010) dikategorikan menjadi 2 yaitu:

1. Kerugian langsung (*direct cost*) seperti biaya pengobatan dan kompensasi serta kerusakan aset atau sarana produksi perusahaan.
2. Kerugian tidak langsung (*indirect cost*) seperti kerugian jam kerja, kerugian produksi, kerugian sosial, citra dan kepercayaan konsumen.

2.8 *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*

Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control atau disingkat HIRARC adalah salah satu bagian penting yang menjadi syarat dari penerapan sistem manajemen K3 berdasarkan (OHSAS:18001, 2007). Pada sistem manajemen K3, HIRAC menjadi metode yang digunakan dalam upaya pengendalian dan pencegahan bahaya yang ada di seluruh aktivitas organisasi/perusahaan baik aktivitas rutin maupun non-rutin untuk mengetahui, menilai dan mengendalikan kegiatan yang mengandung potensi bahaya serta dapat menimbulkan dampak serius terhadap keselamatan dan kesehatan para pekerja agar tercipta sebuah kondisi lingkungan kerja *zero accident*. Dalam OHSAS 18001:2007 disebutkan bahwa HIRAC dibagi menjadi 3 tahap penting antara lain identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), penilaian risiko (*Risk Assessment*) dan pengendalian risiko (*Risk Control*). Dalam referensi yang lain, (Department, Occupational, Safety, & Health, 2008) menambahkan 3 tahapan langkah dalam aplikasi HIRARC dapat dilihat pada *Flowchart* pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 *Flowchart* proses Hirarc (*Department, Occupational, Safety, & Health, 2008*)

2.8.1 Klasifikasi Kegiatan Kerja

Klasifikasi kegiatan kerja dilakukan dengan cara mengelompokkan aktivitas berdasarkan letak dan area dari aktivitas pekerjaan yang dilakukan atau berdasarkan tingkat kemiripan pekerjaan seperti tahapan-tahapan yang ada pada proses produksi.

2.8.2 Konsultasi Kegiatan Kerja

Pada tahap ini dilakukan konsultasi dengan pemilik perusahaan, *expert*, atau para pekerja dalam penentuan klasifikasi kegiatan kerja.

2.8.3 Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya adalah sebuah usaha sistematis yang dilakukan guna mengetahui atau memperkirakan potensi bahaya yang terdapat dalam sebuah sistem baik peralatan, lingkungan kerja, prosedur maupun aturan yang berlaku. Menurut Tarwaka (2008), Identifikasi bahaya merupakan suatu proses aktivitas yang dilaksanakan untuk mengenali

situasi secara menyeluruh dan atau kejadian yang dapat berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang mungkin timbul di area tempat kerja.

Menurut Puspitasari (2010), aplikasi dari Identifikasi Bahaya mempunyai kegunaan dan keuntungan sebagai berikut:

1. Kegunaan Identifikasi bahaya diantaranya adalah:
 - a. Mengetahui bahaya-bahaya yang ada.
 - b. Mengetahui potensi bahaya tersebut, baik akibat maupun frekuensi terjadinya.
 - c. Mengetahui lokasi bahaya.
 - d. Menunjukkan bahwa bahaya tertentu tidak akan menimbulkan akibat kecelakaan, sehingga tidak diberikan perlindungan.
 - e. Untuk analisis lebih lanjut
2. Keuntungan yang didapatkan setelah analisis bahaya diantaranya adalah :
 - a. dapat ditentukan sumber atau penyebab timbulnya bahaya.
 - b. Dapat ditentukan kualifikasi fisik dan mental seseorang yang diberi tugas.
 - c. Dapat ditentukan cara, prosedur, pergerakan, dan posisi-posisi yang berbahaya kemudian dicari cara untuk mengatasinya.
 - d. Dapat ditentukan lingkup yang harus dianalisis lebih lanjut.

2.8.4 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko adalah sebuah proses mengidentifikasi bahaya sehingga kemudian dapat diambil sebuah tindakan untuk mengendalikan, mengurangi, atau menghilangkan risiko sebelum terjadi kecelakaan yang dapat menimbulkan kerugian, kerusakan dan cedera (Ridley, 2006). Dalam penilaian risiko terdapat tahap analisis dan evaluasi risiko. Analisis risiko dimaksudkan untuk menentukan estimasi besarnya risiko yang dilihat dari tingkat kemungkinan terjadinya risiko bahaya serta tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan dari risiko bahaya tersebut. Dalam standar AS/NZS 4360:200 tingkat kemungkinan terjadinya risiko bahaya disebut dengan *likelihood* atau *probability* sedangkan tingkat keparahan yang dapat terjadi disebut *severity* atau *consequences*. Pada skala *Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Management AS/NZS:4360 (2004)*, *Likelihood*

dan *severity* masing-masing memiliki klasifikasi rentang dan penilaian skala dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Skala *Likelihood*

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
5	<i>Almost Certain</i>	Dapat terjadi setiap saat
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi
3	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sekali-sekali
2	<i>Unlikely</i>	Jarang terjadi
1	<i>Rare</i>	Hampir tidak pernah, sangat jarang terjadi.

Dari tabel 2.1 di atas, bisa dilihat bahwa *likelihood* memiliki 5 klasifikasi mulai dari tingkat tertinggi yaitu *almost certain* hingga tingkat terendah yaitu *rare*. Masing-masing tingkat klasifikasi memiliki deskripsi yang menjadi pedoman dalam penentuan nilai *likelihood*. Hal yang sama juga terdapat pada tabel *severity* dimana terbagi menjadi 5 klasifikasi mulai dari yang tertinggi yaitu *catastrophic* dan tingkat yang paling rendah adalah *insignificant*. Tabel *severity* dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Skala *Severity*

TINGKAT	DESKRIPSI	KETERANGAN
5	<i>Catastrophic</i>	Menyebabkan cacat fisik, proses produksi terhenti.
4	<i>Major</i>	Cedera berat, kerugian besar, gangguan produksi.
3	<i>Moderate</i>	Cedera sedang, perlu penanganan dari medis, kerugian finansial yang besar.
2	<i>Minor</i>	Cedera ringan, kerugian finansial yang sedikit
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial sedikit.

Setelah mengetahui nilai *likelihood* dan *severity* maka Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai risiko untuk mengetahui level risiko dengan rumus sebagai berikut:

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

Hasil dari perhitungan kemudian akan dipetakan dalam *risk matrix* agar level dari risiko dapat diketahui. *Risk matrix* tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 *Risk Matrix*

<i>Likelihood</i>	<i>Severity</i>				
	<i>Insignificant</i> (1)	<i>Minor</i> (2)	<i>Moderate</i> (3)	<i>Mayor</i> (4)	<i>Catastrophic</i> (5)
<i>Almost Certain</i> (5)	High	High	Extreme	Extreme	Extreme
<i>Likely</i> (4)	Moderate	High	Extreme	Extreme	Extreme
<i>Moderate</i> (3)	Low	Moderate	High	Extreme	Extreme
<i>Unlikely</i> (2)	Low	Low	Moderate	High	Extreme
<i>Rare</i> (1)	Low	Low	Moderate	High	High

Keterangan:

1. *Low Risk* : Risiko dapat diterima. Pengendalian tambahan tidak diperlukan.
2. *Moderate Risk* : Perlu tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi.
3. *High Risk* : Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi. Penanganan risiko harus segera dilakukan.
4. *Extreme Risk* : kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi. Jika tidak memungkinkan mereduksi risiko, maka pekerjaan harus segera dihentikan.

2.8.5 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Risiko dan bahaya tentu merupakan suatu hal yang tidak diinginkan karena dapat menimbulkan kerugian, maka dari itu untuk mengantisipasinya diperlukan adanya pengendalian risiko. Seperti pendapat yang diutarakan Halim, et al (2016), Pengendalian risiko dilakukan untuk mengeliminasi atau menghapuskan bahaya dengan tujuan agar bahaya tidak menimbulkan risiko pada pekerja yang harus masuk ke area kerja atau bekerja dengan peralatan.

Setelah sebelumnya penilaian risiko telah dilakukan maka selanjutnya dapat dilakukan langkah pengendalian risiko. Pengendalian risiko ini dilakukan dengan mengikuti pendekatan hirarki pengendalian (*Hierarchy of Control*). Hirarki pengendalian risiko adalah suatu rangkaian dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan Hirarki atau metode yang dilakukan untuk mengendalikan risiko menurut (OHSAS:18001, 2007) antara lain:

1 Eliminasi (*Elimination*)

Eliminasi dapat diartikan upaya menghilangkan bahaya. Eliminasi merupakan langkah yang paling ideal dan harus diutamakan dalam upaya pengendalian risiko. Hal ini berarti eliminasi dilakukan dengan upaya menghilangkan sumber yang dapat menyebabkan bahaya.

2 Substitusi (*Substitution*)

Substitusi diartikan menggantikan bahan yang berbahaya dengan bahan yang lebih aman. Prinsip pengendalian ini adalah menggantikan sumber risiko bahaya dengan sarana atau peralatan lain yang lebih aman atau lebih rendah tingkat risikonya.

3 Rekayasa *Engineering*

Rekayasa *engineering* adalah usaha untuk menurunkan tingkat risiko dengan mengganti desain tempat kerja, mesin, peralatan atau proses kerja menjadi lebih aman. Ciri khas dalam langkah ini adalah melihatkan pemikiran yang lebih mendalam bagaimana membuat lokasi kerja yang memodifikasi peralatan, melakukan kombinasi kegiatan, perubahan prosedur, dan mengurangi frekuensi dalam melakukan kegiatan berbahaya

4 *Administrative control*

Dalam upaya secara administrasi difokuskan pada penggunaan prosedur seperti SOP (*Standard Operating Procedures*) sebagai langkah mengurangi tingkat risiko.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri merupakan langkah terakhir yang dilakukan yang berfungsi untuk mengurangi keparahan akibat dari bahaya yang ditimbulkan.

2.8.6 Implementasi

Langkah terakhir dari pengaplikasian HIRARC adalah proses implementasi dari pengendalian risiko yang telah ditentukan sebelumnya. Tahap ini merupakan tahap perbaikan proses kerja guna mereduksi risiko bahaya yang terdapat pada perusahaan sehingga *zero accident* yang tujuan utama dari K3 dapat tercapai.

2.9 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault tree analysis merupakan sebuah teknik analisis dengan tampilan visual (gambar) dan mengevaluasi jalur dari kegagalan dalam suatu sistem serta menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem. FTA mengambil sebuah pendekatan "*Top-Down Approach*" dimana analisis dilakukan dari atas (*Top level*) dan kemudian diteruskan ke bawah (Ericson, 1999). Dalam analisis FTA secara umum akan melibatkan dua kategori pertanyaan, yaitu:

1. Pertanyaan yang berkaitan dengan sebab terjadinya kejadian.

Sebab merupakan awal terjadinya sebuah kejadian. Suatu sebab akan memunculkan kejadian-kejadian yang lain. Oleh karena itu suatu sebab harus dianalisis dengan baik untuk mencegah terjadinya kejadian akibat sebab yang bersifat merugikan dan tidak diinginkan.

Contoh pertanyaan: apa penyebab seorang pejalan kaki dapat terpeleset?

2. Pertanyaan yang berkaitan dengan akibat terjadinya kejadian.

Akibat merupakan suatu kondisi kejadian yang muncul di dalam sistem karena adanya sebuah penyebab. Analisis pertanyaan dengan pendekatan akibat

dilakukan untuk mengetahui dan memperkirakan kejadian apa yang akan terjadi yang muncul diakibatkan oleh sebuah kejadian awal (sebab).

Contoh pertanyaan: hal apa yang dapat terjadi jika seorang pengendara bermotor mengantuk?

FTA dilakukan untuk mengidentifikasi terjadinya sebuah kegagalan pada sistem dengan menggambarkan alternatif-alternatif kejadian dalam sebuah blok diagram terstruktur. Analisis pada FTA merupakan analisis deduktif diawali dari pengidentifikasian kegagalan pada *Top level* lalu kemudian secara sistematis diuraikan ke bawah menjadi sebuah diagram pohon kesalahan (*Fault Tree*) mengenai kemungkinan kejadian atau kesalahan yang menjadi penyebab terjadinya kegagalan. Sehingga dapat dikatakan bahwa FTA adalah tools yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat dari suatu kegagalan pada sistem.

Penggambaran pohon kesalahan (*Fault Tree*) pada FTA menggunakan simbol-simbol *Boolean*. Diagram ini disebut pohon kesalahan karena susunannya berbentuk seperti pohon dimana tersusun dari banyak cabang-cabang lalu mengerucut pada sebuah kejadian. Diagram pohon ini menggambarkan keadaan komponen-komponen sistem (*events*) yang dihubungkan dengan gerbang logika (*gates*).





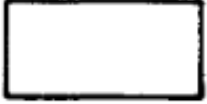
2.9.1 Simbol pada FTA

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. Simbol kejadian (*events*)

Fungsi dari simbol kejadian adalah menunjukkan sifat dari setiap kejadian pada sistem. Dengan digunakannya simbol-simbol kejadian proses identifikasi kejadian akan lebih mudah. Adapun simbol-simbol kejadian tersebut antara lain:





Tabel 2.4 Simbol Kejadian (*Event*)

No	Simbol	Nama	Keterangan
1.		<i>Basic event</i>	Kesalahan awal yang mendasar yang tidak memerlukan pengembangan lebih lanjut
2.		<i>Conditioning event</i>	Kondisi atau batasan khusus yang berlaku untuk gerbang logika apa pun yang digunakan terutama dengan gerbang PRIORITY AND dan INHIBIT.
3.		<i>Undeveloped event</i>	Suatu peristiwa yang tidak dapat dikembangkan lebih lanjut karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena ketidak-tersediaan informasi yang terkait dengannya sehingga menjadi suatu kejadian akhir dari suatu masalah yang terjadi.
4.		<i>External Event</i>	Kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.
5.		<i>Intermediate Event</i>	Peristiwa kegagalan yang terjadi karena terdapat satu atau lebih penyebab yang terjadi sebelumnya (input) yang bertindak melalui gerbang logika.

2. Simbol gerbang logika (*Gates*)

Gerbang logika menghubungkan antara suatu kejadian dengan kejadian yang lainnya. Gerbang logika ini digunakan untuk menunjukkan hubungan sebuah kejadian input yang mengarah pada suatu kejadian output sehingga dengan kata lain, kejadian output disebabkan oleh kejadian input yang saling berhubungan dengan cara-cara tertentu pada proses suatu sistem. Adapun symbol-simbol gerbang logika tersebut antara lain:

Tabel 2.5 Simbol Gerbang Logika (*Gates*)

No	Simbol	Nama	Keterangan
1.		AND	Kondisi pada output terjadi jika semua kondisi pada input terjadi secara bersamaan/terpenuhi
2.		OR	Kondisi pada output terjadi jika setidaknya terdapat salah satu, beberapa dan atau semua kondisi pada input terjadi/terpenuhi
3.		EXCLUSIVE OR	Kondisi pada output terjadi jika hanya satu kondisi pada input terjadi/terpenuhi
4.		PRIORITY AND	Kondisi pada output hanya akan terjadi jika semua kondisi input terpenuhi dengan urutan kejadian tertentu.

2.9.2 Langkah-langkah dalam Menyusun FTA

FTA adalah sebuah metode analisis yang bersifat deduktif. Menurut Blanchard (2004), langkah-langkah penyusunan FTA dalam suatu sistem adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi peristiwa terpenting (*Top Level Event*).

Pada tahap ini dilakukan sebuah proses identifikasi kejadian atau peristiwa terpenting pada suatu sistem. Proses ini adalah proses yang penting karena dapat mempengaruhi hasil analisis yang dilakukan. Maka dari itu, dibutuhkan suatu pemahaman mengenai sistem yang dianalisis. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mempelajari ruang lingkup sistem serta semua aspek pada sistem tersebut sehingga top level event dapat ditentukan.

2. Membuat pohon kesalahan (*Fault Tree*)

Setelah melakukan identifikasi peristiwa terpenting, langkah yang selanjutnya adalah membuat pohon kesalahan dengan memakai simbol-simbol Boolean. Dalam tahap ini, akan disusun sebuah urutan sebab-akibat dari suatu peristiwa membentuk sebuah

pohon kesalahan. Untuk membantu dalam melakukan analisis kesalahan dan menemukan kerusakan-kerusakan yang tersembunyi pada sistem dapat digunakan *Cause and Effect* diagram (Ishikawa).

3. Melakukan analisis pada pohon kesalahan

Untuk mendapatkan informasi yang tepat dalam suatu sistem dan melakukan perbaikan pada sistem tersebut maka perlu dilakukan sebuah analisis pohon kesalahan. Adapun tahapan dari analisis pohon kesalahan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Menyederhanakan Pohon Kesalahan.

Tahap yang pertama dalam analisis pohon kesalahan adalah melakukan penyederhanaan pohon kesalahan yang dilakukan dengan cara menghapus cabang-cabang dengan karakteristik yang mirip. Tujuan dari penyederhanaan ini adalah agar proses analisis sistem menjadi lebih mudah.

b. Menentukan peluang munculnya kejadian atau peristiwa terpenting dalam sistem (*Top Level Event*).

Setelah penyederhanaan pohon kesalahan, tahap yang selanjutnya adalah menentukan peluang kejadian paling penting yang terdapat pada sistem. Pada tahap ini, peluang dari seluruh input dan logika hubungan digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan peluang.

c. *Review* hasil analisis.

Untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan perbaikan yang dapat dilakukan pada sistem maka hasil analisis perlu ditinjau kembali.

Dengan melakukan analisis pohon kesalahan, maka kejadian terpenting pada sistem dan akar penyebab masalahnya dapat diketahui sehingga kemudian dapat digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan dari permasalahan yang ada pada sistem dengan tepat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi dari penelitian ini berada di PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang yang beralamat di Jl. Sangrahan Gatak No. 23 Desa Mungkid, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah 56511, Indonesia.

3.2 Subjek Penelitian

Dalam penelitian ini subjek penelitian yang diangkat adalah Lantai produksi yang ada di PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang. Pengambilan data dilakukan dengan bertanya dan *berdiskusi secara langsung* dengan pihak dari perusahaan yaitu Bapak Widodo selaku pembimbing kerja praktek dari perusahaan dan karyawan pada bagian produksi.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang dilakukan adalah mengenai *Hazard* (bahaya) yang ada di lantai produksi perusahaan yaitu pada area *Stock Preparation, Paper Machine dan Rewinder*.

3.4 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.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini, dilakukan menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu metode pengumpulan data. Wawancara dilakukan dengan cara mengadakan diskusi tanya jawab secara langsung dengan pembimbing kerja praktek dan karyawan pada bagian produksi perusahaan.

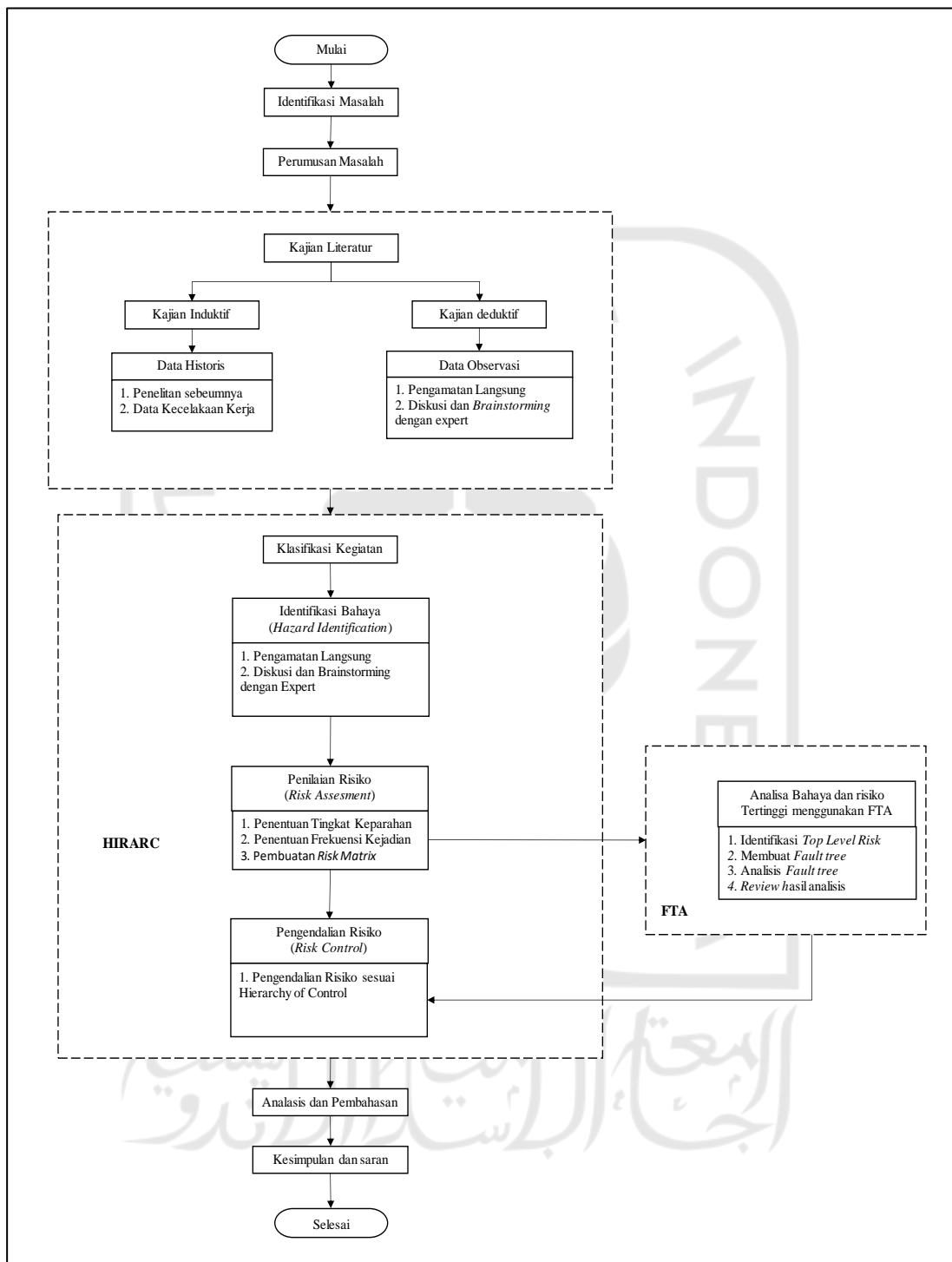
2. Studi Lapangan dan observasi

Dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi rantai produksi PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang.

3. Studi Pustaka

Merupakan salah satu metode pengumpulan data, yang dilakukan dengan mengambil informasi melalui buku, artikel, maupun penelusuran melalui internet dan kajian literatur terdahulu. Tujuan dari studi pustaka adalah untuk mengumpulkan informasi serta teori mengenai hal-hal yang berkenaan terhadap penelitian ini.

3.6 Alur Penelitian



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Proses Produksi

Proses produksi kertas daur ulang PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang secara garis besar terdiri dari 3 bagian proses,

1. *Stock Preparation*
2. Pembuatan lembaran kertas pada *Paper Machine*
3. *Rewinder*

4.1.1 *Stock Preparation*

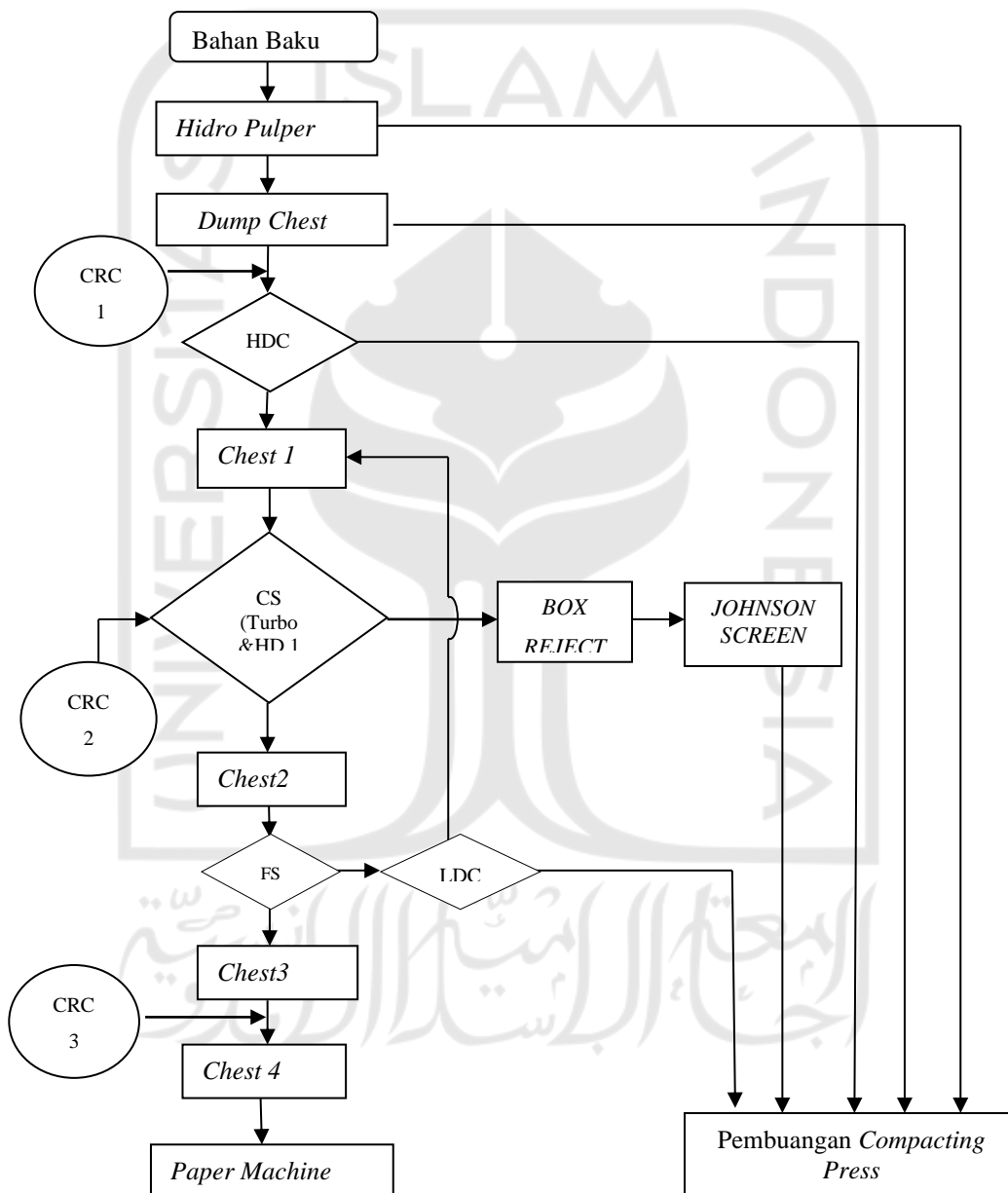
Stock Preparation merupakan proses mengubah bahan baku (kertas bekas) menjadi buburan. Bubur kertas tersebut nantinya akan melewati beberapa tahapan proses sehingga memenuhi spesifikasi tertentu dengan nilai konsistensi yang telah ditentukan dan direncanakan. Tahapan pada *Stock Preparation* meliputi:

1. Penguraian Serat.

Penguraian serat dilakukan menggunakan alat yang bernama *Hydro Pulper*. *Hydro pulper* ini dapat mengubah bahan baku kertas bekas menjadi buburan kertas. Dalam *Hydro Pulper* serat kertas diuraikan dengan menambahkan air (*White Water*). Kemudian dilanjutkan dengan kerja mekanis dari mesin *Hydro pulper* yang dilengkapi dengan *rotor knife* (Impeller) yang berfungsi untuk mengaduk buburan. Pada bagian bawah *impeller* terdapat penyaring untuk menyaring plastik, tali, klip kertas dan lain-lain yang dinamakan *screen plate*. Nilai konsistensi serat didalam *pulper* berkisar antara 7 – 8 %.

2. Pemisahan.

Pemisahan mengacu pada proses untuk memisahkan zat pengotor dari suspensi serat pada bubur kertas. Proses pemisahan ini dapat disebut juga dengan penyaringan berjenjang. Berikut ini merupakan urutan proses atau langkah-langkah yang terdapat pada proses *Stock Preparation* yang disajikan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 4.1 Proses pada *Stock Preparation*

Langkah-langkah proses pada *Stock Preparation* berdasarkan gambar 4.2 adalah sebagai berikut:

1. Pada bagian *Stock Preparation*, bahan baku (kertas bekas) diproses di *hydro pulper* dengan cara dihancurkan menjadi bubur kertas lalu dialirkan ke tangki *Dump Chest*.
2. Dari tangki *Dump Chest*, bubur kertas kemudian dialirkan ke *Chest 1* dengan melewati proses *CRC 1* dan *HDC* terlebih dahulu. Proses pada *CRC 1* (*Consistence Recording Controller*) berfungsi untuk mengatur konsistensi/kekentalan bubur kertas sebesar 5-7 % dan *HDC* (*High Density Cleaner*) berfungsi untuk memisahkan bubur kertas dari benda-benda lain yang mempunyai berat jenis lebih tinggi, seperti: kawat, pasir, kerikil, isi *staples*, dll.
3. Setelah bubur kertas ditampung pada *Chest 1*, maka selanjutnya bubur kertas akan dialirkan ke *Chest 2* melewati proses *CRC 2* dan *Coarse Screen* terlebih dahulu.
4. *Reject Coarse Screen* akan dialirkan ke *Johnson Screen* kemudian dibuang ke *Compacting Press*.
5. Dari *Chest 2* bubur kertas akan dialirkan ke *Chest 3* melewati *Fine Screen*
6. *Reject* dari *Fine Screen* akan dipompa kembali ke *Chest 1* jika lolos dari proses *LDC* atau dibuang ke *Compacting Press*.
7. Dari *Chest 3* bubur kertas dialirkan lagi ke *Chest 4* melewati *CRC 3* yang berfungsi mengatur *consistency* bubur kertas sekitar 2,8%.

4.1.2 *Paper Machine*

Paper Machine merupakan proses pencetakan buburan menjadi kertas dan pengeringan kertas. Pada *Paper Machine* terdapat 3 tahapan yang dilakukan, antara lain:

1. Proses mencetak buburan menjadi kertas (*Forming Section*)
2. Proses pengepresan kertas (*Press Section*)
3. Proses pengeringan kertas (*Dryer Section*)

1. Pencetakan buburan menjadi kertas

Dalam proses mencetak kertas, buburan yang berasal dari *Chest IV* dipompa masuk dalam *flow box* untuk dicampur dengan *chemical* pendukung. Buburan yang sudah tercampur *chemical* selanjutnya didorong masuk ke *head box* oleh *fan pump*. Buburan yang telah masuk *headbox* kemudian diolah oleh alat yang bernama *even roll*, yang berfungsi supaya buburan tidak menggumpal antara satu serat dengan serat lainnya, Buburan kertas selanjutnya dicetak di atas *wire* yang berjalan. *Wire* ini berbentuk karpet panjang yang memiliki celah-celah kecil yang berfungsi untuk memisahkan air dari buburan yang sedang dicetak. Air yang keluar dari *wire* ini kemudian ditampung di dalam *silo tank* dan dapat digunakan kembali pada proses di *Stock Preparation*.

Untuk menghilangkan kadar air pada cetakan kertas, *wire* ini juga dilengkapi dengan 9 *vacuum system* dan 1 *spare*. *Spare* berfungsi jika salah satu *vacuum* mengalami masalah, maka *spare* ini yang akan menggantikan kerja *vacuum tersebut*. Air yang terhisap *vacuum system* ini kemudian dialirkan ke dalam *silo tank* untuk selanjutnya dialirkan pada *white water*. Air pada *white water* ini dapat dipergunakan kembali untuk proses dalam *hydro pulper*. Proses selanjutnya, kertas dan *wire* ini akan melewati *couch roll*. Di *couch roll*, lebar kertas akan dipotong sesuai kebutuhan produksi. Sisa potongan dari cetakan kertas ini kemudian masuk kedalam *couch pit*. Di dalam *couch pit* ini terdapat agitator yang berfungsi menghancurkan kembali cetakan kertas tersebut menjadi buburan dan kemudian dicampur di dalam *white water*, yang selanjutnya dipompa menuju *Ches I*. Di atas *couch roll* terdapat *lump breaker* yang berfungsi untuk meratakan permukaan kertas dan meningkatkan tingkat kekeringan lembaran sehingga mengurangi kemungkinan lembaran putus. Setelah semua proses tersebut, *wire* akan dibersihkan di *wash roll* untuk membersihkan sisa-sisa *stock* yang tertinggal di *wire* sebelum kembali ke *breast roll* sehingga tidak terjadi penyumbatan dan menghindari penempelan serat pada *dandy roll* dan *roll-roll* yang lain.

2. Proses pengepresan kertas

Pengepresan yang dilakukan ada 3 tahap yaitu:

- a. 1st press berupa *double felted press*
Double felted press ini adalah kertas dilewatkan diantara *long felt* dan *topfelt* yang melalui 2 *roll* yaitu *top roll* I dan *bottom roll*. Didalam *press* pertama ini kertas mengalami tekanan sebesar $\pm 30,2$ kg/cm.
- b. 2nd press berupa *single felted press*
Single felted ini adalah kertas dilewatkan di atas satu *felt* yang di *press* oleh *top roll* dan *bottom*. Didalam *press* kedua ini kertas di *press* dengan tekanan sebesar ± 21 kg/cm.
- c. 3rd press berupa *single felted press*
 Didalam *press* ketiga ini karena di atas satu *felt* yang dilewatkan *path 2 roll press*, yaitu *top roll* dan *bottom roll* dan diberi tekanan *path roll press*, yaitu *top roll* dan *bottom roll* dan diberi tekanan kompresor ± 21 kg/cm. Tujuan dari pengepresan ini adalah untuk mendapatkan permukaan kertas yang halus sekaligus mengurangi kadar air.

3. Proses pengeringan kertas

Pada proses *dryer section* ini kertas yang telah dilakukan pengepresan akan dipanaskan di atas *steam drum dryer* dan *boiler*. Kertas didistribusikan ke pengeringan melewati atas karpet penyangga atau kanvas. Proses pengeringan pada *Steam drum dryer* ini dapat mengurangi kadar air pada kertas sampai berkisar 6,5 %. *Drum-drum* pada *dryer section* ini berjumlah 30 *drum dryer* yang dibagi dalam 3 stasiun. Setiap stasiun dibagi 10 *drum dryer*, diameter *dryer* depan 1200 x 1700 mm dengan suhu maksimum 158°C dan tekanan sebesar 0,5 mPa. Kertas yang telah dikeringkan tersebut kemudian akan dipres kembali menggunakan *calender*. *Calender* adalah *roll* yang dipasang secara berurutan yang berfungsi untuk menghaluskan permukaan kertas. Selanjutnya, kertas akan digulung di atas *pope reel*. Kertas yang digulung di *pope reel*.

4.1.3 Rewinder

Rewinder merupakan suatu proses *finishing* kertas dimana gulungan kertas pada *pope reel* dibuka kembali dan dipotong sesuai dengan permintaan dari konsumen. Pada proses *rewinder*, gulungan kertas yang dari proses sebelumnya akan diletakan pada *un-winder* untuk membuka gulungan kertas. *Un-winder* ini dihubungkan dengan *brake* yang berfungsi mengurangi kecepatan jika terjadi putaran yang berlebihan saat akan digulung ulang atau *finishing*. Kertas yang digulung ulang ini akan melewati pemotong kertas yaitu *bottom slitter (knife)* yang berfungsi untuk memotong kertas sesuai dengan spesifikasi kertas yang dipesan. Kertas yang digulung kembali akan dipadatkan oleh *rider roll* untuk menjaga supaya kertas yang digulung tidak berkerut. *Reel* kertas jika sudah menjadi gulungan dengan diameter besar ini ditahan oleh *kick roll* dengan menggunakan tekanan kompresor. Setelah *reel* kertas mencapai diameter yang diinginkan antara 120-150 cm maka kertas diturunkan dari *drum roll* dengan menggunakan *table roll* yang digerakkan oleh tekanan kompresor. Dengan demikian proses pembuatan kertas telah selesai dan gulungan kertas akan dipindahkan ke gudang penyimpanan menggunakan *forklift*.

4.2 HIRARC (*Hazard Identification and Risk Assessment*)

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data jenis potensi bahaya apa saja yang terdapat pada Lantai produksi PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*, penulis melakukan observasi lapangan langsung, membaca literatur serta melakukan tanya-jawab dan berdiskusi dengan pembimbing kerja praktek dan beberapa karyawan bagian produksi

4.2.1 Hazard Identification

Identifikasi potensi bahaya dilakukan dengan observasi lapangan, merujuk kepada aktivitas/ proses pekerjaan yang ada, serta melakukan *brainstorming* Tabel 4.1 Di bawah ini merupakan identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko yang telah diidentifikasi pada lantai produksi

4.2.2 Risk Assessment

4.2.2.1 Proses Produksi Area *Stock Preparation*

Tabel 4.1 berikut merupakan tabel penilaian risiko bahaya berdasarkan tahapan aktivitas ataupun tahapan pekerjaan yang ada pada area *Stock Preparation* di PT. Papertech Unit II Magelang.

Tabel 4.1 Tabel Penilaian Risiko *Stock Preparation*

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko			
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	(LxS)	Level Risiko
1.	Mengambil bahan baku dari <i>Warehouse</i> menggunakan <i>Forklift</i>	Area kerja bergelombang	<i>forklift</i> Kecelakaan <i>forklift</i>	SP1	2	3	6	Moderate
		Benda bergerak (<i>forklift</i>)	Operator lapangan tertabrak <i>forklift</i>	SP2	2	3	6	Moderate

Identifikasi Bahaya				Penilaian risiko				
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	(LxS)	Level Risiko
2.	Memasukkan bahan baku kedalam <i>conveyor</i> menggunakan <i>forklift</i>	<i>Forklift</i> dan benda berputar (Mesin <i>Conveyor</i>)	Kecelakaan <i>forklift</i> , operator <i>forklift</i> terperosok ke dalam <i>conveyor</i>	SP3	2	4	8	High
3.	Memisahkan pengikat bahan baku di atas <i>conveyor</i> dan mengontrol bahan baku tidak tercampur material keras (Batu, besi,dll)	Operator terjepit <i>conveyor</i> (benda berputar)	Operator dapat mengalami cedera ringan hingga cedera fatal	SP4	3	4	12	Extreme
5.	Menyalakan <i>White Water Pump</i> , <i>Fresh Water pump</i> dan <i>Mixer Hydro</i>	Benda bertegangan listrik	Pekerja tersengat listrik	SP5	2	3	6	Moderate
6.	<i>Loading Wood Powder</i> ke dalam <i>Dump Chest</i>	Manhole yang tinggi	Jatuh dari ketinggian	SP6	2	4	8	High
7.	Menjalankan / <i>Checking Conveyor</i>	Tangga	Operator terjatuh dari ketinggian	SP7	3	3	9	High

Identifikasi Bahaya				Penilaian risiko				
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	(LxS)	Level Risiko
8.	Pembuatan bubur kertas dengan <i>Hydro pulper</i>	Panel listrik, bahaya sengatan listrik	Tersengat listrik	SP8	2	3	6	Moderate
9.	Proses pemindahan bubur kertas dari tiap <i>chest (Dump Chest, Chest 1, Chest 2, Chest 3, sampai Chest 4)</i>	Panel listrik, bahaya sengatan listrik	Tersengat listrik	SP9	2	3	6	Moderate
10.	<i>Loading</i> tapioka menggunakan <i>crane</i>	Objek angkut <i>Crane</i> terjatuh	Operator tertimpa benda dari ketinggian	SP10	2	4	8	High
11.	Memasukan air kedalam tangki 4000 l dan Tapioka 850 kg	Permukaan lantai licin	Operator terpeleset	SP11	2	3	6	Moderate
12.	Memanaskan Tapioka(Memberi <i>Steam</i>) sampai dengan 50°C	<i>Valve</i> panas	Operator terkena uap panas	SP12	3	3	9	High

Identifikasi Bahaya				Penilaian risiko				
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	(LxS)	Level Risiko
13.	Transfer Larutan ke tangki penampungan	Panel listrik, bahaya sengatan listrik	Operator tersengat listrik	SP13	2	3	6	Moderate

*L : *Likelihood*

*S : *Severity*

*SP : *Stock Preparation*

4.2.2.2 Proses Produksi Area *Paper Machine*

Tabel 4.2 dan 4.3 berikut merupakan tabel penilaian risiko bahaya berdasarkan tahapan aktivitas ataupun tahapan pekerjaan yang ada pada area *Paper Machine* di PT. Papertech Unit II Magelang.

Tabel 4.2 **Penilaian Risiko *Paper Machine***

Identifikasi Bahaya			Penilaian risiko					
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
1.	Membersihkan SP 800	Dekat dengan <i>conveyor</i> benda berputar	Operator Terjepit <i>conveyor</i>	PM1	2	4	8	High
		Permukaan lantai licin	Operator Terpeleset	PM2	2	3	6	Moderate
2.	Membersihkan <i>Octopus</i>	Banyak selang	Operator tersandung	PM3	3	2	6	Moderate

Identifikasi Bahaya			Penilaian risiko					
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
3.	Membersihkan <i>Manifold</i>	Banyak selang	Operator tersandung	PM4	3	2	6	Moderate
4.	Saring <i>Stereoform</i> di <i>Head Box</i>	Berada di ketinggian	Operator terjatuh dari ketinggian	PM5	2	3	6	Moderate
5.	<i>Setting gramatur/Profile (Individual Slice)</i>	Berada di ketinggian	Operator terjatuh dari ketinggian	PM6	3	3	9	High
6.	<i>Setting pada vacuum</i>	Berada di ketinggian	Operator terjatuh dari ketinggian	PM7	3	3	9	High
7.	Memeriksa/ <i>setting valve</i> di <i>Table Roll (Drive side)</i>	Permukaan licin	Operator terpeleset	PM8	3	2	6	Moderate
8.	Membersihkan <i>Lumbreaker</i>	Permukaan licin	Operator terpeleset	PM9	3	2	6	Moderate
9.	Membersihkan <i>Uhly Box</i>	Permukaan licin	Operator terpeleset	PM10	3	2	6	Moderate

Identifikasi Bahaya			Penilaian risiko					
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
10.	Membersihkan <i>roll</i> dan <i>wire</i> atau <i>Felt</i>	Pekerjaan berada di ketinggian dan licin	Operator terpeleset dan terjatuh	PM11	3	3	9	High
11.	Melakukan pemeriksaan dan membersihkan <i>shower Felt/wire</i>	Pekerjaan berada di ketinggian	Operator Terjatuh	PM12	3	3	9	High
		Permukaan licin	Operator terpeleset	PM13	3	3	9	High
12.	Melakukan pemeriksaan dan mengisi <i>Chemical (Drainage Agent, Retention Aid, Deformer)</i>	Permukaan licin	Operator terpeleset	PM14	3	2	6	Moderate
		Cairan <i>chemical</i>	Operator menghirup cairan <i>chemical</i>	PM15	2	4	8	High

*L : *Likelihood*

*S : *Severity*

*PM : *Paper Machine*

Tabel 4.3 Penilaian Risiko *Paper Machine (Pope reel)*

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko			
No	Proses, Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
1.	Pengambilan <i>Spool</i> dengan <i>Hoist Crane</i>	Operator tertimpa <i>spool</i>	Operator mengalami cedera yang fatal	PR1	3	4	12	Extreme
2.	Pemasangan tali pada <i>spool roll</i>	<i>Roll</i> berputar	Operator terjepit	PR 2	2	2	4	Low
3.	Pemasangan <i>spool roll</i> ke mesin pope reel dengan <i>Hoist Crane</i>	<i>Roll</i> berputar	Operator terjepit dan tergores <i>roll</i> kertas	PR 3	2	4	8	High
4.	Penurunan/ambil <i>Roll sheet paper</i>	<i>Roll sheet</i> paper berada di ketinggian	<i>Roll sheet</i> jatuh menimpa Operator	PR 4	2	4	8	High
5.	Pengambilan sampel kertas	Pisau potong	Bagian tubuh operator tersayat pisau	PR 5	2	2	4	Low
6.	Penurunan/pemasangan <i>Roll sheet</i> ke mesin <i>rewinder</i>	<i>Sling Hoist Crane</i> putus	<i>Roll Sheet Paper</i> menimpa Pekerja	PR 6	2	4	8	High

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko			
No	Proses, Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
7.	Supply dan setting Steam ke dryer group I, II, III.	Jalur steam meledak	Terjadi kebakaran dan jatuhnya korban jiwa.	PR7	2	5	10	Extreme
8.	Meneruskan sheet dari dryer ke calender dengan tongkat	Benda berputar/Roll Calender	Operator Terjepit roll Calender	PR8	2	4	8	High
9.	Meneruskan sheet dari Calender ke spool roll	Benda berputar, Radiasi dari QCS	Operator Terjepit roll Calender, Terpapar radiasi	PR9	2	4	8	High
10.	Setting gramature(QC-S)	Radiasi layar monitor komputer	Operator mengalami iritasi mata	PR10	3	1	3	low
11.	Pemasangan Carrier pope	Benda berputar, panas	Operator terjepit roll, operator dan terkena panas	PR11	2	4	8	High

*L : Likelihood *S : Severity *PR : Pope Reel

4.2.2.3 Proses Produksi Area *Rewinder*

Tabel 4.4 berikut merupakan tabel penilaian risiko bahaya berdasarkan tahapan aktivitas ataupun tahapan pekerjaan yang ada pada area *Rewinder* di PT. Papertech Unit II Magelang.

Tabel 4.4 **Penilaian Risiko Area *Rewinder***

Identifikasi Bahaya			Penilaian risiko					
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
1.	Pemasangan <i>spool roll</i> dari <i>pope reel</i> menggunakan crane	<i>spool roll</i> berada di atas pekerja	Operator tertimpa <i>spool roll</i>	RW1	2	4	8	High
2.	Pemasangan dan penyetelan pisau pemotong kertas	Benda tajam	Operator tersayat pisau pemotong kertas	RW2	3	2	6	Moderate
3.	Menjalankan mesin <i>Rewinder</i>	<i>Roll</i> berputar	Operator terjepit dan tergores <i>roll</i> kertas	RW3	3	3	9	High

Identifikasi Bahaya				Penilaian risiko				
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
4.	Memindahkan produk hasil produksi menggunakan <i>forklift</i> menuju tempat penimbangan	Benda bergerak (<i>forklift</i>)	Menabrak, Terpelanting	RW4	3	3	9	High
5.	Membungkus koil dan <i>roll</i>	Benda tajam	Bagian tubuh operator tersayat	RW5	4	2	8	High
6.	Memotong <i>core</i>	Benda tajam	Bagian tubuh operator tersayat	RW6	4	2	8	High
7.	Menata koil/dorong koil	Tertimpa	Operator terjepit	RW7	3	2	6	Moderate
8.	Membuat label timbangan	<i>Fotocopy</i>	Tangan operator terjepit mesin <i>fotocopy</i>	RW8	3	1	3	Low

Identifikasi Bahaya				Penilaian risiko				
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)	Level Risiko
9.	Membuat <i>report</i> /input data ke komputer	Radiasi layar komputer	Operator mengalami iritasi mata	RW9	3	1	3	Low

*L : *Likelihood*

*S : *Severity*

*RW : *Rewinder*

4.3 Diagram FTA (*Fault Tree Analysis*)

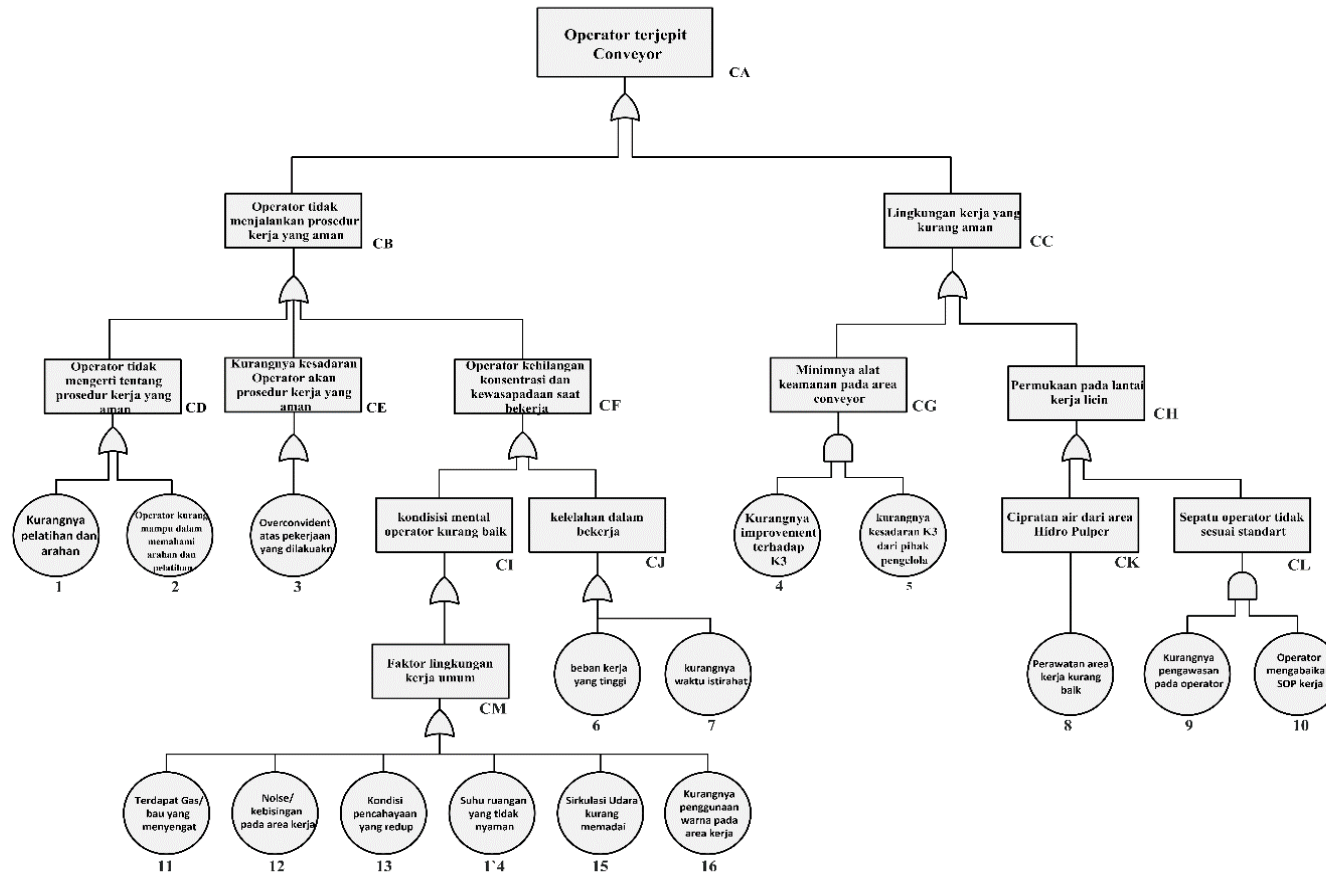
Setelah penilaian risiko dilakukan dengan memberikan nilai *Likelihood* dan *Severity* pada masing-masing aktivitas/tahapan pekerjaan pada area *Stock Preparation*, *Paper Machine*, dan *Rewinder* kemudian dilakukan perkalian antara masing-masing nilai *likelihood* dengan nilai *severity*, maka akan diperoleh level risiko dari setiap aktivitas atau tahapan pekerjaan yang ada. Analisis menggunakan diagram FTA penting dilakukan karena metode FTA dapat mengidentifikasi terjadinya sebuah kegagalan pada sistem dengan menggambarkan alternatif-alternatif kejadian dengan mempertimbangkan sebab dan akibat suatu kejadian dalam sebuah blok diagram terstruktur sehingga *basic event* atau kejadian dasar yang menjadi akar penyebab dari sebuah kejadian dapat diketahui. Analisis dengan menggunakan diagram FTA akan berfokus pada aktivitas atau tahapan pekerjaan yang memiliki level risiko dengan kategori *extreme*. Adapun temuan level risiko dengan kategori *extreme* dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5 **Potensi Risiko Kategori Ekstrem**

Identifikasi Bahaya				Penilaian risiko			Level Risiko
No	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Kode	L	S	LxS	
1.	Memisahkan pengikat bahan baku di atas <i>conveyor</i> dan mengontrol bahan baku tidak tercampur material keras (Batu, besi, kawat, dll)	Operator terjepit <i>conveyor</i>	SP4	3	4	12	Extreme
2.	Pengambilan <i>Spool</i> dengan <i>Hoist Crane</i>	Operator tertimpa <i>spool roll</i>	PR1	3	4	12	Extreme
3.	<i>Supply</i> dan <i>setting Steam</i> ke <i>dryer</i>	Jalur <i>steam</i> meledak	PR7	2	5	10	Extreme

4.3.1 Operator Terjepit Conveyor

Berikut ini merupakan diagram FTA mengenai analisis penyebab terjadinya Potensi bahaya operator terjepit conveyor.



Gambar 4.2 Diagram FTA Operator Terjepit Conveyor

Di bawah ini merupakan tabel 4.6 yang berisi daftar *event* beserta keterangan dari diagram FTA operator terjepit *conveyor* urut dari top event sampai *basic event*:

Tabel 4.6 Keterangan Kode *Event* FTA Operator Terjepit Konveyor

<i>Event</i>	Keterangan
CA	Operator terjepit <i>conveyor</i>
CB	Operator tidak menjalankan prosedur kerja yang aman
CC	Lingkungan kerja yang kurang aman
CD	Kegagalan <i>Emergency stop</i>
CE	Operator tidak mengerti tentang prosedur kerja yang aman
CF	Kurangnya kesadaran operator akan prosedur kerja yang aman
CG	Operator kehilangan konsentrasi dan kewaspadaan saat bekerja
CH	Minimnya alat keamanan pada area <i>conveyor</i>
CI	Permukaan pada rantai kerja licin
CJ	Kondisi mental operator kurang baik
CK	Kelelahan bekerja
CL	Cipratan air dari <i>Hydro Pulper</i>
CM	Sepatu operator tidak sesuai standar
CN	Faktor lingkungan kerja umum
1	Kurangnya pelatihan dan arahan
2	Operator kurang mampu dalam memahami arahan dan pelatihan
3	<i>Overconfident</i> atas pekerjaan yang dilakukan
4	Kurangnya <i>improvement</i> terhadap K3
5	Kurangnya kesadaran mengenai K3 dari pihak perusahaan
6	Beban kerja yang tinggi
7	Kurangnya waktu istirahat
8	Perawatan area kerja kurang baik
9	Kurangnya pengawasan pada operator
10	Operator mengabaikan SOP kerja
11	Terdapat gas/bau yang menyengat
12	<i>Noise</i> /kebisingan pada area kerja
13	Kondisi pencahayaan yang redup
14	Suhu ruangan yang tidak nyaman

15	Sirkulasi udara kurang baik
16	Kurangnya penggunaan warna pada area kerja

4.3.1.1 Minimal Cut Set Diagram FTA Operator Terjepit Conveyor

Setelah membuat diagram FTA, langkah yang selanjutnya adalah menghitung *minimal cut set* yang merupakan kombinasi minimal yang dapat menjadi penyebab terjadinya peristiwa puncak. Penghitungan *minimal cut set* dilakukan dengan menggunakan metode *Mocus (Method for Obtaining Cut Sets)*. Berikut ini merupakan tabel (4.7) penghitungan minimal cut set menggunakan metode *Mocus* dari diagram FTA Operator terjepit conveyor.

Tabel 4.7 Penghitungan *Minimal Cut Set* FTA Operator Terjepit Conveyor

CA (OR gate)	CB (OR gate)	CD (OR gate)	CE (OR gate)
CB	CD	1	1
CC	CE	2	2
	CF	CE	3
	CC	CF	CF
		CC	CC

CF (OR gate)	CI (OR gate)	CM (OR gate)	CJ (AND gate)
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
CI	CM	11	11
CJ	CJ	12	12
CC	CC	13	13
		14	14
		15	15
		16	16
		CJ	6, 7
		CC	CC

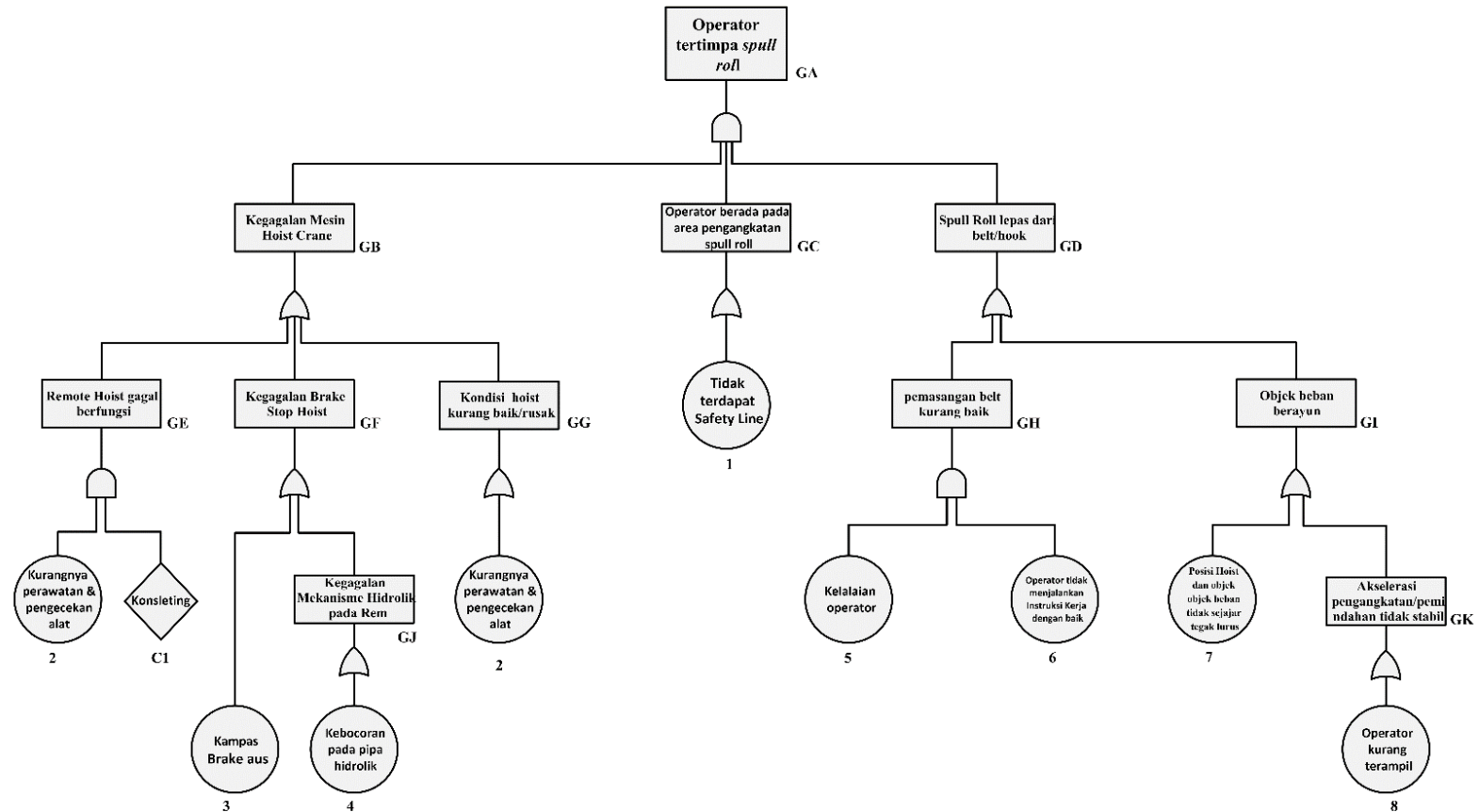
CC (OR gate)	CG (AND gate)	CH (OR gate)	CK (OR gate)	CL (AND gate)
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
11	11	11	11	11
12	12	12	12	12
13	13	13	13	13
14	14	14	14	14
15	15	15	15	15
16	16	16	16	16
6, 7	6, 7	6, 7	6, 7	6, 7
CG	4, 5	4, 5	4, 5	4, 5
CH	CH	CK	8	8
		CL	CL	9, 10

Tabel 4.8 Hasil *Minimal Cut Set* Operator Terjepit Conveyor

Minimal cut set		
1	13	4, 5
2	14	8
3	15	9, 10
11	16	
12	6, 7	

4.3.2 Operator Tertimpa *Spool Roll*

Berikut ini merupakan diagram FTA mengenai analisis penyebab terjadinya risiko bahaya operator tertimpa *spool roll*.



Gambar 4.3 Diagram FTA Operator Tertimpa *Spool Roll*

Di bawah ini merupakan tabel (4.9) daftar *event* beserta keterangan dari diagram FTA operator tertimpa *spool roll* urut dari top event sampai *basic event*:

Tabel 4.9 Keterangan Kode *Event* FTA Operator Tertimpa *Spool Roll*

<i>Event</i>	Keterangan
GA	Operator tertimpa <i>spool roll</i>
GB	Kegagalan Mesin <i>Hoist Crane</i>
GC	Operator berada pada area pengangkatan <i>spool roll</i>
GD	<i>Spool Roll</i> lepas dari <i>belt/hook</i>
GE	<i>Remote Hoist</i> gagal berfungsi
GF	Kegagalan <i>Brake Stop Hoist</i>
GG	Kondisi <i>hoist</i> kurang baik/rusak
GH	Pemasangan <i>belt</i> kurang baik
GI	Objek beban berayun
GJ	Kegagalan Mekanisme Hidrolik pada Rem
GK	Akselerasi pengangkatan/pemindahan tidak stabil
C1	Konsleting
1	Tidak terdapat <i>Safety Line</i>
2	Kurangnya perawatan & pengecekan alat
3	Kampas <i>brake</i> aus
4	Kebocoran pada pipa hidrolik
5	Kelalaian operator
6	Operator tidak menjalankan Instruksi Kerja dengan baik
7	Posisi <i>Hoist</i> dan objek objek beban tidak sejajar tegak lurus
8	Operator kurang terampil

4.3.2.1 Minimal Cut Set Diagram FTA Operator Tertimpa Spool Roll

Setelah membuat diagram FTA langkah yang selanjutnya adalah menghitung *minimal cut set* yang merupakan kombinasi minimal yang dapat menjadi penyebab terjadinya peristiwa puncak. Penghitungan *minimal cut set* dilakukan dengan menggunakan metode MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*). Berikut ini merupakan tabel (4.10) penghitungan minimal cut set dari diagram FTA Operator tertimpa *spool roll* menggunakan metode *Mocus*:

Tabel 4.10 Penghitungan *Minimal Cut Set* FTA Operator Tertimpa *Spool Roll*

GA (AND gate)	GB (OR gate)	GE (AND gate)	GC (OR gate)
GB, GC, GD	GE, GC, GD	2, C1, GC, GD	2, C1, 1, GD
	GF, GC, GD	GF, GC, GD	GF, 1, GD
	GG, GC, GD	GG, GC, GD	GG, 1, GD

GD (OR gate)	GH (AND gate)	GI (OR gate)	GK (OR gate)
2, C1, 1, GH	2, C1, 1, 5, 6	2, C1, 1, 5, 6	2, C1, 1, 5, 6
2, C1, 1, GI	2, C1, 1, GI	2, C1, 1, 7	2, C1, 1, 7
GF, 1, GH	GF, 1, 5, 6	2, C1, 1, GK	2, C1, 1, 8
GF, 1, GI	GF, 1, GI	GF, 1, 5, 6	GF, 1, 5, 6
GG, 1, GH	GG, 1, 5, 6	GF, 1, 7	GF, 1, 7
GG, 1, GI	GG, 1, GI	GF, 1, GK	GF, 1, 8
		GG, 1, 5, 6	GG, 1, 5, 6
		GG, 1, 7	GG, 1, 7
		GG, 1, GK	GG, 1, 8

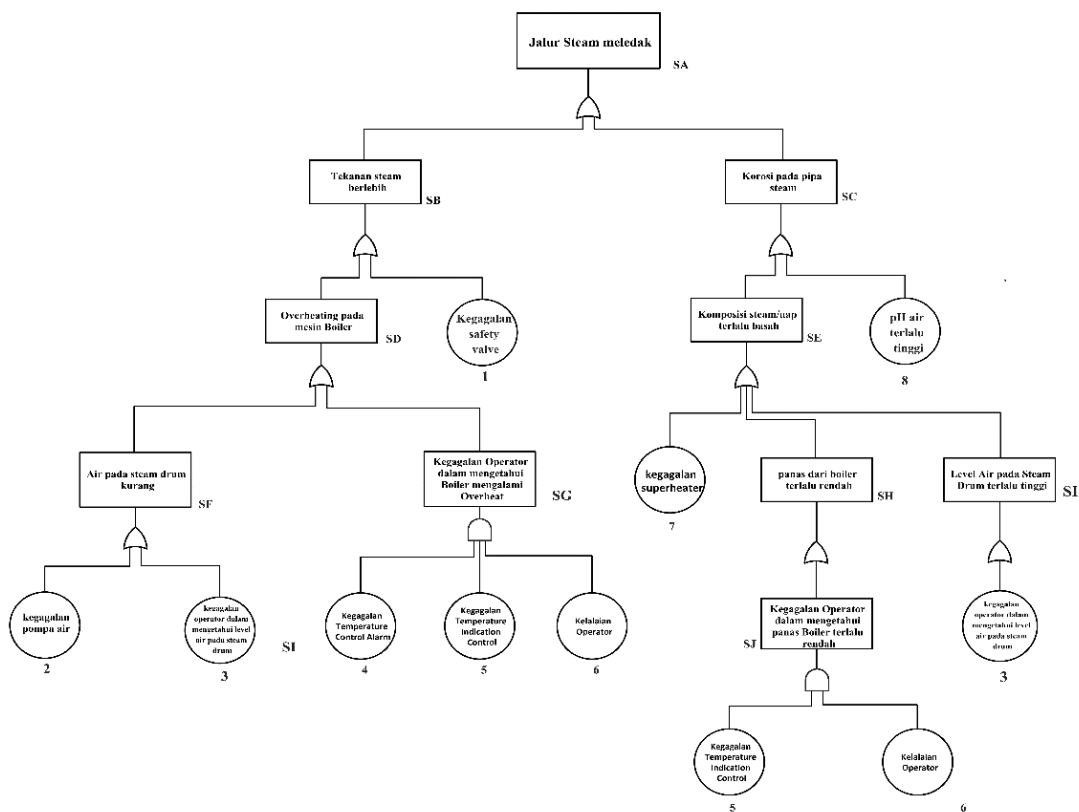
GF (OR gate)	GJ (OR gate)	GG (OR Gate)
2, C1, 1, 5, 6	2, C1, 1, 5, 6	2, C1, 1, 5, 6
2, C1, 1, 7	2, C1, 1, 7	2, C1, 1, 7
2, C1, 1, 8	2, C1, 1, 8	2, C1, 1, 8
3, 1, 5, 6	3, 1, 5, 6	3, 1, 5, 6
GJ, 1, 5, 6	4, 1, 5, 6	4, 1, 5, 6
3, 1, 7	3, 1, 7	3, 1, 7
GJ, 1, 7	4, 1, 7	4, 1, 7
3, 1, 8	3, 1, 8	3, 1, 8
GJ, 1, 8	4, 1, 8	4, 1, 8
GG, 1, 5, 6	GG, 1, 5, 6	2, 1, 5, 6
GG, 1, 7	GG, 1, 7	2, 1, 7
GG, 1, 8	GG, 1, 8	2, 1, 8

Tabel 4.11 Hasil *Minimal Cut Set* FTA Operator Tertimpa *Spool Roll*

<i>Minimal Cut Set</i>		
2, C1, 1, 5, 6	4, 1, 5, 6	4, 1, 8
2, C1, 1, 7	3, 1, 7	2, 1, 5, 6
2, C1, 1, 8	4, 1, 7	2, 1, 7
3, 1, 5, 6	3, 1, 8	2, 1, 8

4.3.3 Jalur *Steam* Meledak

Berikut ini merupakan diagram FTA mengenai analisis penyebab terjadinya risiko bahaya jalur *steam* meledak.



Gambar 4.4 Diagram FTA Jalur *Steam* Meledak

Di bawah ini merupakan tabel daftar *event* beserta keterangan dari diagram FTA jalur *steam* meledak urut dari top event sampai *basic event*:

Tabel 4.12 Keterangan Kode *Event* FTA Jalur *Steam* Meledak

<i>Event</i>	Keterangan
SA	Jalur <i>Steam</i> meledak
SB	Tekanan <i>steam</i> berlebih
SC	Korosi pada pipa <i>steam</i>
SD	<i>Overheating</i> pada mesin boiler
SE	Komposisi <i>steam</i> /uap terlalu basah

SF	Air pada <i>steam drum</i> kurang
SG	Kegagalan operator dalam mengetahui <i>boiler</i> mengalami <i>overheat</i>
SH	Panas <i>boiler</i> terlalu rendah
SI	Level air pada <i>steam drum</i> terlalu tinggi
1	Kegagalan <i>safety valve</i>
2	Kegagalan pompa air
3	Kegagalan operator dalam mengetahui level air pada <i>steam drum</i>
4	Kegagalan <i>temperature control alarm</i>
5	Kegagalan <i>temperature indication control</i>
6	Kelalaian operator
7	Kegagalan <i>superheater</i>
8	pH air terlalu tinggi

4.3.3.1 Minimal Cut Set Diagram FTA Jalur Steam Meledak

Setelah membuat diagram FTA, langkah yang selanjutnya adalah menghitung *minimal cut set* yang merupakan kombinasi minimal yang dapat menjadi penyebab terjadinya peristiwa puncak. Penghitungan *minimal cut set* dilakukan dengan menggunakan metode MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*). Berikut ini merupakan tabel (4.13) penghitungan minimal cut set dari diagram FTA jalur *steam* meledak.

Tabel 4.13 Penghitungan *Minimal Cut Set* FTA Jalur *Steam* Meledak

SA (OR gate)	SB (OR gate)	SD (OR gate)	SF (OR gate)	SG (AND gate)
SB	SD	SF	2	2
SC	1	SG	3	3
	SC	1	SG	4, 5, 6
		SC	1	1
			SC	SC

SC (OR gate)	SE (OR gate)	SH (OR gate)	SJ (AND gate)	SI (OR gate)
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6
1	1	1	1	1
SE	7	7	7	7
8	SH	SJ	5, 6	5, 6
	SI	SI	SI	3
	8	8	8	8

Tabel 4.14 Hasil *Minimal Cut Set* FTA Jalur *Steam* Meledak

Minimal cut set	
2	7
3	5, 6
4, 5, 6	3
1	8

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 HIRARC (*Hazard Identification and Risk Assessment*)

Dalam penelitian ini, proses identifikasi bahaya dilakukan dengan menggunakan metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) pada rantai produksi di area *Stock preparation, paper machine* serta *rewinder*. Identifikasi bahaya dilakukan pada setiap aktivitas/tahapan pekerjaan yang ada pada masing-masing area dan kemudian akan dilanjutkan penilaian risiko dengan memberikan nilai skala *likelihood* dan *severity*. Perhitungan dilakukan dengan melakukan perkalian nilai *likelihood* dan *severity* sehingga dapat diketahui level risiko pada tiap aktivitas. Perhitungan penilaian risiko tersebut dikelompokkan kedalam empat kriteria risiko yaitu *low, moderate, high* dan *extreme*. Berikut ini disajikan tabel peta risiko berdasarkan hasil penilaian risiko yang telah dilakukan.

Tabel 5.1 Peta Risiko

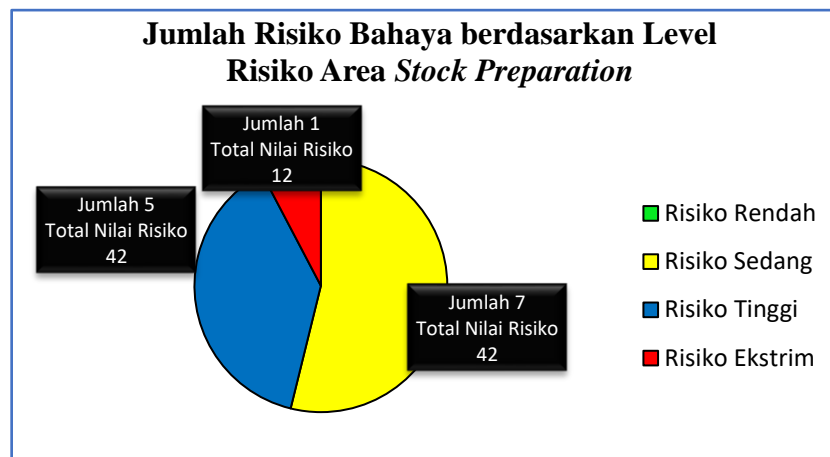
	Likelihood		Severity		
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Almost Certain					
Likely		RW5, RW6			
Moderate	PR10, RW8, RW9	PM3, PM4, PM8, PM9, PM10, PM14, RW2, RW7	SP7, SP12, PM6, PM7, PM11, PM12, PM13, RW3, RW4	SP4, PR1	
Unlikely		PR2, PR5	SP1, SP2, SP5, SP8, SP9, SP11, SP13, PM2, PM5	SP3, SP6, SP10, PM1, PM15, PR3, PR4, PR6, PR9, PR11, RW1	PR7
Rare				PR8	

Tabel 5.1 merupakan tabel peta risiko yang memuat hasil dari proses identifikasi dan penilaian risiko yang telah dilakukan. Dalam melakukan identifikasi risiko pada lantai produksi di area *Stock preparation*, *paper machine* serta *rewinder* setidaknya terdapat total 45 aktivitas/tahapan pekerjaan yang melibatkan pekerja dengan 48 potensi risiko bahaya di dalamnya. Peta risiko di atas membagi risiko ke dalam empat kriteria level risiko, mulai dari risiko ringan sampai dengan risiko ekstrem. Rekomendasi mitigasi bahaya akan diberikan pada aktivitas yang memiliki level risiko ekstrem yaitu aktivitas SP4 (*Stock Preparation 4*) dengan potensi bahaya terjepit konveyor, PR1 (*Pope Reel 1*) dengan potensi bahaya tertimpa *spool roll* dan PR7 (*Pope Reel 7*) dengan potensi bahaya jalur *steam* meledak, dimana level risiko ini merupakan prioritas tertinggi untuk segera dilakukan mitigasi sehingga diharapkan potensi bahaya paling tinggi yang mengancam keselamatan pekerja dapat diatasi. Jumlah risiko pada setiap level risiko akan disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.2 Rekap Jumlah Risiko Berdasarkan Level Risiko.

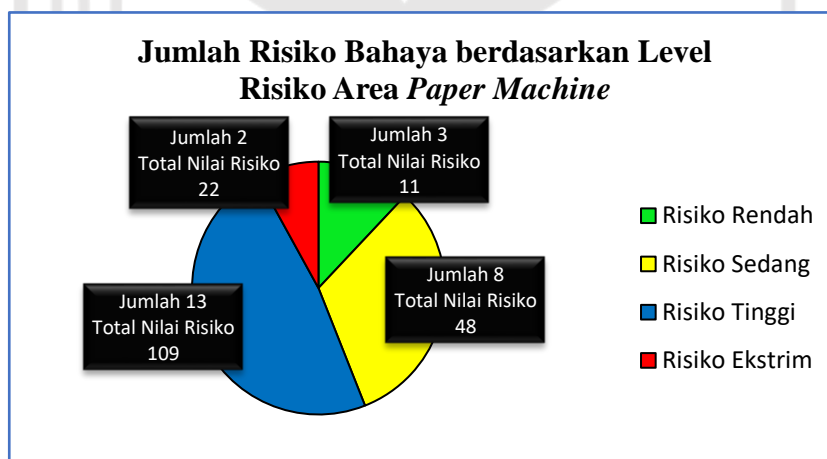
No.	Area	Level risiko				Jumlah
		<i>Low</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>	<i>Extreme</i>	
1.	<i>Stock Preparation</i>	0	7	5	1	13
2.	<i>Paper Machine</i>	3	8	13	2	26
3.	<i>Rewinder</i>	2	2	5	0	9
Jumlah		5	17	23	3	48

Berdasarkan tabel 5.2 di atas, terdapat 3 risiko dengan kategori level rendah, 17 risiko dengan kategori sedang, 23 risiko dengan kategori tinggi serta 3 risiko dengan kategori ekstrem. Sedangkan hasil temuan risiko bahaya berdasarkan level risiko pada masing-masing area kerja akan disajikan dalam bentuk diagram lingkaran sebagai berikut:



Gambar 5.1 Diagram Lingkaran Risiko Pada Area *Stock Preparation*

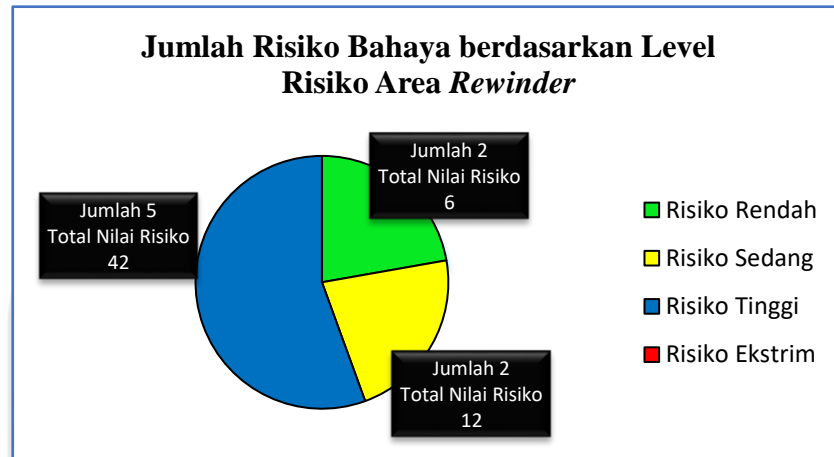
Berdasarkan gambar 5.1, Pada area *stock preparation* terdapat terdapat 13 temuan potensi bahaya masing-masing adalah 7 risiko dengan kategori sedang, 5 risiko dengan kategori tinggi dan 1 risiko kategori ekstrem.



Gambar 5.2 Diagram Lingkaran Risiko Pada Area *Paper Machine*

Berdasarkan gambar 5.2, area *paper machine* memiliki jumlah risiko bahaya terbanyak dengan 3 risiko kategori rendah, 8 risiko kategori sedang, 13 risiko kategori tinggi dan 2 risiko kategori ekstrem sehingga total terdapat 26 potensi risiko bahaya. Hal ini terjadi karena pada area *paper machine* memiliki aktivitas/tahapan pekerjaan lebih

banyak dari pada area *stock preparation* dan *rewinder* yaitu sebanyak 23 aktivitas/tahapan pekerjaan.



Gambar 5.3 Diagram Lingkaran Risiko Pada Area *Rewinder*

Sedangkan pada area *rewinder* dari gambar 5.3, terdapat 9 potensi risiko bahaya dengan 2 risiko kategori rendah, 2 risiko kategori sedang, 5 risiko kategori tinggi dan tidak terdapat risiko ekstrem pada area ini. Di bawah ini dapat dilihat pada tabel 5.3 Total nilai risiko yang diperoleh dari hasil penilaian risiko yang dikelompokkan dalam masing-masing level risiko.

Tabel 5.3 Rekap Total Nilai Risiko.

No.	Area Produksi	Level risiko				Jumlah
		<i>Low</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>	<i>Extreme</i>	
1.	<i>Stock Preparation</i>	0	42	42	12	98
2.	<i>Paper Machine</i>	15	48	101	22	186
3.	<i>Rewinder</i>	6	12	42	0	60
	Jumlah	21	102	185	34	344

Dari tabel 5.3 dapat diketahui bahwa jumlah nilai risiko terbanyak terdapat pada area *paper machine* dengan jumlah total nilai risiko sebanyak 186 didapat dari jumlah nilai

risiko pada kategori rendah sebesar 15, kategori sedang 48, kategori tinggi sebesar 101 serta kategori ekstrem sebesar 22. Level risiko dengan kategori tinggi menempati posisi terbanyak dengan total nilai sebesar 193 dari semua area diikuti level risiko kategori sedang yaitu 96, level risiko kategori ekstrem 34 dan level risiko kategori rendah sebesar 21. Jumlah total nilai risiko pada semua kategori level dan area produksi adalah 344.

Hasil dari penilaian risiko kemudian dapat dijadikan acuan dalam menentukan aktivitas/tahapan pekerjaan yang harus dilakukan rekomendasi perbaikan dan pengendalian risiko yaitu aktivitas/tahapan pekerjaan yang masuk dalam kategori risiko ekstrem. Tabel 5.4 di bawah ini merupakan daftar risiko bahaya yang masuk kedalam kategori risiko ekstrem.

Tabel 5.4 Potensi Bahaya Kategori Ekstrem

No	Area kerja	Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Kode	Potensi Bahaya
1.	<i>Stock preparation</i>	Memisahkan pengikat bahan baku di atas <i>conveyor</i> dan mengontrol bahan baku tidak tercampur material keras (Batu, besi, kawat, dll)	SP4	Operator terjepit <i>conveyor</i>
2.	<i>Paper machine</i>	Pengambilan <i>Spool</i> dengan <i>Hoist Crane</i>	PR1	Operator tertimpa <i>spool roll</i>
3.	<i>Paper machine</i>	<i>Supply</i> dan <i>setting Steam</i> ke <i>dryer</i>	PR7	Jalur <i>steam</i> meledak

Berdasarkan tabel 5.4 di atas, pada area *stock preparation* terdapat 1 temuan risiko bahaya kategori ekstrem dengan nilai risiko sebesar 12 (skor *likelihood* 3 dan *severity* 4) pada aktivitas/tahapan proses SP4 yaitu memisahkan pengikat bahan baku di atas *conveyor* dan mengontrol bahan baku tidak tercampur material keras (Batu, besi, dll).

Pada aktivitas ini operator berada di dekat *conveyor* yang berjalan untuk memotong pengikat bahan baku yang berada di atas *conveyor* dan mengontrol bahan baku agar tidak tercampur material keras seperti batu, besi, kawat dll. Risiko bahaya pada aktivitas ini adalah operator dapat terjepit *conveyor*. Lalu ada area *paper machine* terdapat 2 temuan risiko bahaya kategori ekstrem pada aktivitas PR1 yaitu pengambilan *spool* dengan *Hoist Crane* dengan nilai risiko sebesar 12 (skor *likelihood* 3 dan *severity* 4) pada aktivitas ini pekerja akan mengambil *spool roll* dari *paper machine* dan memindahkan *spool roll* tersebut ke *pope reel* dengan menggunakan *Hoist Crane* pada ruangan kerja yang cukup sempit sehingga proses pemindahan ini mempunyai risiko yang ekstrem karena operator berisiko tertimpa *spool roll* yang akan dipindahkan tersebut. Lalu kategori ekstrem yang terakhir terdapat pada aktivitas PR7 *Supply* dan *setting Steam* ke *dryer* dengan nilai risiko sebesar 10 (skor *likelihood* 2 dan *severity* 5). Pada aktivitas ini operator akan mengalirkan uap/*steam* dari *boiler* menuju *dryer* dan risiko bahaya dari aktivitas ini adalah meledaknya jalur *steam*. Meledaknya jalur *steam* akan berdampak sangat besar dan dapat menyebabkan jatuhnya korban jiwa serta berhentinya proses produksi walaupun insiden ini jarang jarang terjadi.

5.2 Diagram *Fault Tree Analysis*

Setelah melakukan identifikasi risiko dan penilaian risiko sehingga didapatkan aktivitas yang memiliki risiko bahaya dengan kategori ekstrem maka untuk melakukan pengendalian risiko diperlukan sebuah analisis guna mengetahui hal apa yang menjadi penyebab risiko bahaya tersebut dapat terjadi. Dalam penelitian ini digunakan sebuah metode analisis pohon kesalahan atau metode *fault tree analysis* (FTA) untuk mencari akar penyebab terjadinya sebuah risiko bahaya.

FTA merupakan sebuah teknik analisis dengan tampilan visual (gambar) dan mengevaluasi jalur dari kegagalan dalam suatu sistem serta menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem. FTA mengambil sebuah pendekatan “*Top-Down Approach*” dimana analisis dilakukan dari atas (*Top level*) dan kemudian diteruskan ke bawah (Ericson, 1999).

5.2.1 Risiko Operator Terjepit Conveyor

Pada diagram FTA ini, Operator terjepit conveyor menjadi *top event* dari diagram pohon kesalahan yang dibuat. Terdapat setidaknya 14 *Intermediate Event* dan 16 *basic event* yang dihubungkan dengan 2 gerbang logika “AND” dan 10 gerbang logika “OR”. Setelah dilakukan perhitungan *Minimal cut set* dengan metode Mocus, diagram FTA Operator terjepit conveyor ini mempunyai 13 *minimal cut set* atau 13 kombinasi kejadian minimal yang dapat menyebabkan *Top event* terjadi.

Pada diagram FTA ini, insiden operator terjepit conveyor dapat terjadi antara lain jika operator tidak menjalankan prosedur kerja yang aman atau karena lingkungan kerja yang kurang aman. Adapun faktor penyebab operator tidak menjalankan prosedur kerja yang aman adalah operator tidak mengerti tentang prosedur kerja yang aman akibat kurangnya pelatihan serta arahan dari pihak perusahaan atau karena operator kurang mampu dalam memahami arahan dan pelatihan prosedur kerja yang aman tersebut. Faktor lain penyebab operator tidak menjalankan prosedur kerja yang aman adalah kurangnya kesadaran dari operator akan prosedur kerja yang aman yang disebabkan karena operator terlalu percaya diri (*overconfidence*) atas pekerjaan yang sedang dilakukan. Sebanyak apapun pelatihan dan arahan serta pemahaman operator tentang prosedur kerja yang aman jika tidak memiliki sikap kesadaran untuk mengimplementasikan hal tersebut, maka akan sia-sia terlebih lagi dengan timbulnya sikap terlalu percaya diri dengan pekerjaan yang dilakukan akan berpotensi menyepelekan risiko bahaya yang ada. Faktor yang selanjutnya adalah operator kehilangan konsentrasi dan kewaspadaan saat bekerja, hal ini disebabkan kelelahan dalam bekerja akibat dari beban kerja yang terlalu tinggi atau kurangnya waktu istirahat. Menurunnya tingkat konsentrasi dan kewaspadaan saat bekerja juga dapat disebabkan oleh kondisi mental operator yang kurang baik yang disebabkan oleh faktor lingkungan kerja umum/perantara yang kurang baik seperti kondisi pencahayaan yang redup, kebisingan pada area kerja, adanya bau yang menyengat, suhu ruangan yang kurang nyaman, sirkulasi udara yang kurang memadai, atau penggunaan warna pada area kerja yang monoton (Tarwaka, 2004).

Kondisi lingkungan kerja yang kurang baik, beban kerja yang terlalu berat maupun jumlah waktu istirahat yang kurang dapat menyebabkan pekerja mengalami stres dan kelelahan dalam bekerja sehingga mampu mengurangi tingkat konsentrasi dan kewaspadaan pekerja dalam melakukan tugasnya. Hal ini sejalan dengan yang dikatakan

Siagian (2012), bahwa stres kerja merupakan kondisi ketegangan yang berpengaruh terhadap emosi, jalan pikiran, dan kondisi fisik seseorang. Stres yang tidak diatasi dengan baik biasanya berakibat pada ketidak mampuan seseorang untuk berinteraksi secara positif dengan lingkungannya, baik dalam arti lingkungan pekerjaan maupun lingkungan luar.

Faktor terjadinya risiko bahaya operator terjepit *conveyor* yang selanjutnya adalah lingkungan kerja yang kurang aman, hal ini disebabkan oleh minimnya alat keamanan pada area *conveyor* seperti tidak adanya pagar pembatas di sepanjang jalur *conveyor*, tidak adanya pelindung pada titik jepit di area *conveyor* yang mencegah terjadinya kontak langsung operator pada titik jepit dan lain-lain. Minimnya alat keamanan ini disebabkan karena kurangnya *improvement* dari pihak perusahaan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja para pekerjanya khususnya pada area *conveyor*. Kondisi permukaan lantai kerja yang licin juga merupakan faktor penyebab dari lingkungan kerja yang kurang aman. Dalam pengopersiannya, *conveyor* ini berfungsi untuk mendistribusikan bahan baku kertas bekas berupa kardus kedalam mesin *Hydropulper* untuk membuat buburan kertas sehingga letaknya berdekatan dengan mesin *hydropulper* ini memungkinkan terjadinya kebocoran/ cipratan air dari mesin *hydropulper*, hal ini menyebabkan lantai kerja disekitarnya menjadi basah dan licin. Kondisi ini dapat terjadi karena perawatan area kerja yang kurang baik dari pihak perusahaan. Permukaan lantai kerja yang licin juga dapat disebabkan karena operator menggunakan sepatu yang tidak sesuai dengan standar, penggunaan sepatu yang tidak sesuai dapat menyebabkan permukaan yang licin akan terasa semakin licin sehingga memperburuk keadaan. kejadian operator menggunakan sepatu yang tidak sesuai standar dapat terjadi akibat dari operator mengabaikan SOP kerja yang ada atau kurangnya pengawasan perusahaan pada operator.

Berdasarkan perhitungan *minimal cut set* menggunakan metode mocus yang telah dijabarkan sebelumnya dapat diketahui bahwa semua *basic event* pada FTA yang dibuat memungkinkan terjadinya *to event* operator terjepit *conveyor* karena pada dasarnya melakukan aktivitas/pekerjaan di dekat *conveyor* yang sedang beroperasi merupakan aktivitas yang berbahaya sehingga pekerjaan ini seharusnya dihindari sesuai dengan rekomendasi dari OSHA mengenai *conveyor* dengan nomor standar 1917,48 (j) (2) dimana pemberi kerja harus mengarahkan karyawan untuk menghindari konveyor yang sedang beroperasi.

5.2.2 Risiko Bahaya Operator Tertimpa *Spool Roll*

Kejadian operator tertimpa *spool roll* sebagai top event dari FTA yang dibuat dapat terjadi karena 3 faktor yang dihubungkan dengan logika *and* yaitu faktor kegagalan pada mesin *Hoist Crane*, operator berada pada area pengangkatan *spool roll* dan *spool roll* lepas dari *belt/hook*. Faktor yang pertama berupa kegagalan mesin *Hoist Crane* dapat terjadi disebabkan karena remote hoist gagal berfungsi akibat dari kurangnya perawatan atau terjadinya konsleting pada remote hoist tersebut. Kegagalan fungsi *remote* merupakan kondisi yang berbahaya sebab kendali *Hoist Crane* ini ada pada remote tersebut sehingga perawatan dan pengecekan remote hoist merupakan hal yang penting. Kegagalan *brake stop hoist* juga memungkinkan event di atasnya yaitu kegagalan mesin *Hoist Crane* terjadi. Kegagalan sistem pengereman dapat terjadi disebabkan kampas rem mengalami keausan atau kegagalan mekanisme hidrolis pada rem yang disebabkan kebocoran pada pipa hidrolis.

Pada event operator berada pada area pengangkatan *spool roll* terjadi karena operator tidak menjalankan SOP yang telah dibuat atau disebabkan oleh tidak tersedianya *safety line* sehingga pekerja tidak mengetahui batas aman dari area pengangkatan. *Event spool roll* terlepas dari *belt/hook* dapat terjadi karena pemasangan belt yang kurang baik akibat dari operator tidak menjalankan instruksi kerja dengan baik atau operator kurang terampil dalam bekerja. Objek beban yang berayun juga menjadi penyebab kemungkinan *spool roll* lepas dari *belt/hook*, objek beban berayun dapat terjadi karena posisi hoist dan *spool roll* tidak sejajar pada saat pengangkutan awal dilakukan atau dapat terjadi jika akselerasi pengangkutan tidak stabil akibat dari operator yang kurang terampil dalam mengoperasikan *hoist*. Akselerasi pengangkatan atau penurunan objek beban yang tiba-tiba dapat menyebabkan tegangan yang berlebih pada *belt* sehingga berisiko membuat belt putus dan *spool roll* jatuh. Dalam Permenaker nomor 08 tahun 2020 tentang keselamatan dan kesehatan kerja pesawat angkat dan pesawat angkut pasal 20 ayat b juga menyebutkan dilarang melakukan gerakan secara tiba-tiba yang dapat menimbulkan beban kejutan baik dalam keadaan bermuatan atau tidak.

Dari hasil penghitungan *minimal cut set* dengan metode *MOCUS* didapatkan 12 kombinasi *basic event* dimana basic event dengan nomor 1 (Tidak terdapat *Safety Line*)

muncul paling banyak yaitu sebanyak 12 kali yang berarti basic event ini muncul di semua kombinasi yang ada, kemudian diikuti basic event nomor 2 (Kurangnya perawatan & pengecekan alat) yang muncul sebanyak 6 kali dari total 12 kombinasi. Dari hasil tersebut maka dapat dijadikan sebagai acuan dalam memberikan rekomendasi pengendalian risiko.

5.2.3 Risiko Bahaya Jalur *Steam* Meledak

Hasil analisis dengan menggunakan metode dan pembuatan diagram FTA dalam penelitian ini pada risiko bahaya jalur *steam* meledak dapat diketahui bahwa risiko bahaya tersebut dapat terjadi disebabkan oleh dua faktor yaitu karena tekanan yang berlebih pada jalur *steam* atau terjadinya korosi pada pipa yang ada di jalur *steam*. faktor tekanan *steam* yang berlebihan terjadi disebabkan oleh kegagalan *safety valve* dimana fungsi dari *safety valve* tersebut adalah untuk melepas/membuang *steam* jika *boiler* dan jalur *steam* mengalami tekanan yang melebihi batas yang ditentukan sehingga dapat mengurangi tekanan yang terjadi. Penyebab lain yang membuat *steam* mengalami tekanan yang berlebih adalah karena *boiler* mengalami *overheat* yang di akibatkan karena level air pada *steam drum* terlalu rendah/sedikit. Kejadian kekurangan air pada *steam drum* dapat terjadi jika pompa air mengalami kegagalan sehingga *supply* air pada *steam drum* terganggu atau karena kegagalan operator dalam mengetahui level air pada *steam drum*. Selanjutnya, kejadian operator yang gagal mengetahui kondisi *boiler* (yang mulai mengalami *overheat*) juga menjadi penyebab terjadinya *overheat* karena kondisi tersebut harus segera dilakukan penindakan untuk mengurangi panas pada *boiler* sehingga mencegah terjadinya ledakan pada jalur *steam/boiler*. Kejadian kegagalan operator dalam mengetahui *boiler* mengalami *overheat* karena terjadinya kegagalan pada temperature control alarm yang menjadi penanda terjadinya *overheat*, kegagalan *Temperature Indication Control* dan kelalaian yang dilakukan oleh operator.

Faktor korosi pada pipa *steam* dapat terjadi jika pH air yang digunakan terlalu tinggi sehingga bersifat basa dan dapat memicu terjadinya korosi atau karena komposisi *steam* yang terlalu basah. *Steam* yang terlalu basah tersebut terjadi karena 3 faktor yaitu kegagalan pada superheater yang mempunyai fungsi memanaskan kembali uap dari *steam drum*, panas dari *boiler* yang terlalu rendah atau karena level air pada *steam drum* terlalu

tinggi. Kejadian panas pada *boiler* terlalu rendah disebabkan karena kegagalan operator dalam mengetahui kondisi tersebut yang diakibatkan dari kegagalan *temperature indication control* dan kelalaian yang dilakukan oleh operator. Kegagalan operator dalam mengetahui level air pada *steam drum* juga menjadi penyebab level air yang terlalu tinggi pada *steam drum*.

Dampak yang disebabkan oleh risiko bahaya jalur *steam* meledak akan sangat fatal bila terjadi, hal tersebut dapat menyebabkan jatuhnya korban jiwa dan kerugian yang cukup banyak dari segi material pada perusahaan sehingga perawatan komponen/alat-alat pada jalur *steam* harus dijaga dengan baik serta faktor kesalahan manusia harus diminimalkan. Dengan mengetahui akar masalah yang menjadi penyebab terjadinya risiko bahaya jalur *steam* meledak, maka hal ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam membuat rekomendasi pengendalian risiko pada tahap yang selanjutnya.

5.3 Rekomendasi Pengendalian Risiko

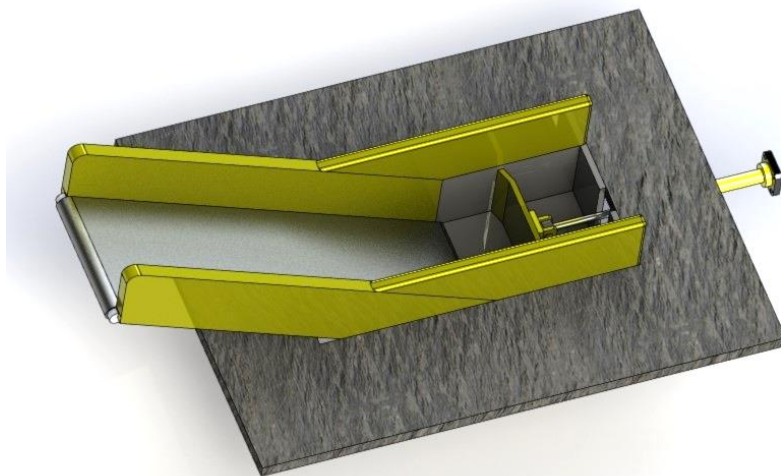
Pengendalian risiko pada penelitian ini akan berfokus pada aktivitas/tahapan pekerjaan yang mempunyai level risiko *extreme*. Pengendalian risiko ini dilakukan dengan mengikuti pendekatan hirarki pengendalian (*Hierarchy of Control*) berdasarkan diagram analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) yang telah dibuat sebelumnya. Rekomendasi pengendalian risiko dengan *hierarchy of control* ini memiliki tujuan untuk meminimalisir atau mereduksi tingkat bahaya yang dapat terjadi, tingkatan yang terdapat pada pengendalian risiko berdasarkan *hierarchy of control* diantaranya *eliminasi*, *substitusi*, *engineering control*, *administrative control* dan Alat Pelindung Diri (APD). Berikut merupakan rekomendasi pengendalian risiko dari risiko bahaya yang ada:

5.3.1 Pengendalian Risiko Bahaya Operator Terjepit Conveyor

Pada risiko bahaya operator terjepit *conveyor* terdapat tiga jenis rekomendasi menurut *hierarchy of control* yaitu *Eliminasi*, *engineering control*, *administrative control*. Berikut merupakan rekomendasi pengendalian risiko bahaya operator terjepit *conveyor*:

5.3.1.1 Eliminasi

Rekomendasi pengendalian risiko bahaya operator terjepit *conveyor* dengan eliminasi menurut *hierarchy of control* dapat dilakukan dengan menghilangkan aktivitas/tahapan pekerjaan operator bekerja di dekat *conveyor* yang berjalan yaitu pada aktivitas memisahkan pengikat bahan baku di atas *conveyor* dan mengontrol bahan baku tidak tercampur material keras (Batu, besi,dll). Secara umum, pekerjaan di dekat *conveyor* yang berjalan merupakan aktivitas yang berbahaya dan tidak direkomendasikan, hal ini dikutip dari peraturan OSHA tentang *conveyor* pada *standard number* 1917.48 (j) (2) dengan terjemahan bebas berbunyi “Pemberi kerja harus mengarahkan kepada para karyawan untuk menghindari konveyor yang beroperasi”. Proses memisahkan pengikat bahan baku dan proses pengontrolan bahan baku dapat dilakukan sebelum bahan baku dimasukkan ke atas *conveyor* yaitu dengan membuat tempat penampungan sementara di depan *conveyor* sehingga dapat menjauhkan pekerja dari mesin *conveyor* yang sedang berjalan.



Gambar 5.4 Rekomendasi Desain *Conveyor*

Gambar 5.4 diatas merupakan rancangan desain *conveyor* yang dibuat oleh penulis mengacu pada peraturan perundangan yang berlaku. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa pemberi kerja harus menjauhkan para karyawan dari *conveyor* yang beroperasi maka penulis merancang desain dengan memberikan tempat penampungan di depan *conveyor* sehingga pekerjaan memotong pengikat bahan baku dapat dilakukan pada tempat tersebut dan tidak lagi dilakukan di sebelah *conveyor* yang berjalan terlebih lagi

pada kondisi *conveyor* dengan posisi miring yang membuat pekerjaan tersebut menjadi lebih berisiko. Pada rancangan desain ini, diberikan sebuah alat pendorong hidrolik yang berfungsi untuk mendorong bahan baku ke atas *conveyor* yang dioperasikan menggunakan tombol. Dengan desain ini, maka langkah kerja yang dapat dilakukan adalah memasukkan bahan baku yang diangkut dari gudang dengan menggunakan *forklift* ke dalam tempat penampungan sementara lalu pekerja memotong pengikat bahan baku di tempat penampungan tersebut. Setelah proses pemotongan dan pengecekan bahan baku sudah selesai pekerja dapat menekan tombol untuk mengoperasikan alat pendorong hidrolik sehingga bahan baku dapat dipindahkan ke atas *conveyor*.

Dengan demikian, rancangan desain ini diharapkan dapat menjauhkan pekerja dari *conveyor* yang beroperasi sehingga mengurangi risiko bahaya operator terjepit *conveyor*. Rancangan desain ini juga berhubungan dengan langkah rekomendasi pengendalian risiko yang selanjutnya yaitu pengendalian risiko dengan *engineering control*.

5.3.1.2 Engineering Control

Pada pengendalian risiko *engineering control* yang dilakukan pada risiko bahaya operator terjepit *conveyor* adalah dengan menambahkan alat pengaman pada jalur *conveyor*. Langkah pengendalian yang direkomendasikan penulis adalah sebagai berikut:

1. Pemasangan pelindung pada titik jepit.

Dengan memasang pelindung ini dapat mengurangi kemungkinan bahaya operator terjepit. Pelindung ini dirancang untuk mencegah kontak langsung dengan titik jepit pada *conveyor* sehingga dapat mengurangi risiko bahaya terjepit.

2. Pemasangan pagar pembatas di sepanjang jalur *conveyor*.

Pemasangan pagar pembatas dapat berguna untuk mengurangi kemungkinan risiko bahaya pekerja terperosok ke *conveyor* sesuai dengan Permenaker No. 8 Tahun 2020 Tentang Pesawat Angkat dan Pesawat Angkut pasal 119 ayat 5 yang berbunyi “Jika tinggi ujung pengisian konveyor kurang dari 1 m (satu meter) di atas lantai harus diberi pagar pelindung”.

3. Pemasangan rambu/*safety sign* pada area kerja *conveyor*.



Gambar 5.5 *Conveyor Safety Sign*
(Sumber www.compliancesigns.com)

Dengan memasang *safety sign* sebagai penanda bahaya diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan operator atas bahaya yang dihadapi pekerja dan menjadi pengingat pekerja agar senantiasa menjalankan prosedur kerja yang aman sesuai SOP yang telah ditentukan. Rekomendasi pengendalian *engineering control* ini diharapkan dapat memenuhi syarat-syarat penerapan K3 yang tertuang dalam UU No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja pasal 3 ayat 1 poin a yaitu mencegah dan mengurangi kecelakaan.

5.3.1.3 *Administrative Control*

Pengendalian risiko administrative control pada risiko bahaya operator terjepit *conveyor* adalah sebagai pengendalian yang melihat dari sisi orang yang menjalankan pekerjaan dan bagaimana agar setiap orang dapat bekerja dengan mematuhi peraturan atau petunjuk kerja yang telah dibuat oleh perusahaan. Pengendalian risiko administrative control yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan program-program pelatihan tentang keselamatan dan kesehatan kerja kepada seluruh pekerja secara berkala. Pemberian edukasi atau pelatihan kepada seluruh pekerja mengenai keselamatan dan kesehatan kerja penting

dilakukan dalam rangka upaya menanamkan sikap dan pola berpikir bekerja yang aman sehingga pekerja dapat menghargai dan menerapkan SOP kerja yang ada dengan baik.

2. Melakukan evaluasi secara berkala pada SOP yang telah dibuat agar dapat terus disesuaikan dengan perubahan kondisi lingkungan kerja sehingga dapat menjadi langkah pencegahan terjadinya kecelakaan kerja.
3. Pengawasan yang lebih intensif pada bagian terkait agar dapat dilakukan pencegahan lebih dini.

Dalam pemberian rekomendasi pengendalian risiko ini dilakukan dengan pertimbangan dasar hukum UU RI No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan Pasal 1 Ayat 9 yang berisi “Pelatihan kerja adalah keseluruhan kegiatan untuk memberi, memperoleh, meningkatkan, serta mengembangkan kompetensi kerja, produktivitas, disiplin, sikap, dan etos kerja pada tingkat keterampilan dan keahlian tertentu sesuai dengan jenjang dan kualifikasi jabatan atau pekerja”. Pengendalian risiko *administrative control* pada potensi bahaya terjepit *conveyor* merupakan salah bentuk pengendalian risiko yang memberikan gambaran bagi perusahaan agar dapat mengedukasi dan meningkatkan disiplin, sikap, dan etos kerja operator sesuai dengan keselamatan dan kesehatan kerja.

5.3.2 Pengendalian Risiko Bahaya Operator Tertimpa *Spool Roll*

Rekomendasi pengendalian risiko bahaya operator tertimpa *spool roll* dalam aktivitas pengambilan *spool* dengan *Hoist Crane* menurut *hierarchy of control* yaitu pengendalian jenis *engineering control*, *administrative control* dan alat pelindung diri.

5.3.2.1 *Engineering Control*

Rekayasa *engineering* dalam rangka pengendalian risiko bahaya pada aktivitas pengambilan *spool* dengan *Hoist Crane* untuk mencegah terjadinya insiden operator tertimpa *spool roll* dapat dilakukan dengan membuat batas aman berupa garis marka *layout* pada sekitar area pengangkutan *spool roll* sebagai penanda batas aman. Selain itu,

pemberian *safety sign* juga penting dengan tujuan untuk memberikan informasi tentang bahaya yang dihadapi oleh operator. Hal ini sesuai dengan Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja PT Danayasa Arthatama Tbk, Bab DA-K3-IK-007 poin B tentang izin kerja, isolasi area dan APD pada pengangkatan menggunakan crane. Dengan melakukan demarkasi dan dilengkapi dengan rambu diharapkan dapat mencegah pekerja berada pada area pengangkatan dan menjauhi daerah resiko tinggi sehingga dapat mengurangi risiko tertimpa.

5.3.2.2 *Administrative Control*

Pengendalian risiko bahaya dengan *administrative control* menurut *hierarchy of control* dapat dilakukan dengan pembuatan atau pembaruan SOP pengangkatan menggunakan *Hoist Crane* berdasarkan standar keamanan dan keselamatan kerja.

5.3.2.3 *Alat Pelindung Diri*

Alat pelindung diri dalam pengendalian risiko bahaya tertimpa benda digunakan dengan tujuan untuk mengurangi dampak yang terjadi jika sebuah insiden kecelakaan terjadi. Alat pelindung diri yang direkomendasikan pada risiko bahaya tertimpa/kejatuhan benda adalah berupa *safety helmet* yang dapat melindungi kepala pekerja dan sepatu *safety* yang memiliki besi/baja pada ujungnya sehingga dapat melindungi kaki pekerja.



Gambar 5.6 Safety Helmet
(Sumber: www.brilio.net)



Gambar 5.7 Sepatu Safety
(Sumber: www.safetyshoe.com)

Rekomendasi pengendalian risiko dengan menggunakan APD direkomendasikan sesuai dengan dasar hukum Permenakertrans RI Nomor PER. 08/MEN/VII/2010 tentang APD Pasal 7 Ayat 1 yang berbunyi “Pengusaha atau Pengurus wajib melaksanakan manajemen APD di tempat kerja. Serta pada Pasal 7 Ayat 2 Poin B yang berbunyi “Pemilihan APD yang sesuai dengan jenis bahaya dan kebutuhan/kenyamanan.”

5.3.3 Pengendalian Risiko Jalur *Steam* Meledak

Rekomendasi pengendalian risiko bahaya jalur *steam* meledak dalam aktivitas *supply* dan *setting Steam* ke *dryer* menurut *hierarchy of control* yaitu pengendalian jenis *engineering control*, dan *administrative control*.

5.3.3.1 *Engineering Control*

Langkah rekomendasi pengendalian risiko bahaya jalur *steam* meledak dengan menggunakan *engineering control* pada risiko bahaya jalur *steam* meledak adalah sebagai berikut:

1. Penambahan *pressure alarm* pada *level high*. Dengan penambahan menjadi 2 *level alarm high* dapat menjadi penanda bahaya ketika jalur *steam* mengalami *overheat*. Bunyi *alarm* juga harus dipastikan lebih keras dibandingkan kebisingan yang ada pada area pabrik.
2. Penambahan *temperature alarm* pada *level low* yang berbunyi ketika temperatur pada *boiler* tidak mencapai panas minimum yang diharapkan. Dengan penggunaan level alarm *high* dan level alarm *low* dapat membantu operator dalam mengetahui dan mengontrol *boiler* pada tekanan dan temperatur yang dikehendaki sehingga tidak terjadi *overheat* yang menyebabkan *overpressure* jika temperatur terlalu tinggi dan mencegah komposisi *steam* yang terlalu basah jika temperatur pada *boiler* terlalu rendah yang dapat mengakibatkan pipa jalur *steam* lebih cepat mengalami korosi.

Penambahan level alarm sebagai rekomendasi pengendalian risiko bahaya jalur *steam* meledak dapat menjadi sebuah langkah pencegahan dari risiko bahaya jalur *steam* meledak. (Musyafa, 2013) dalam jurnalnya yang berjudul Analisis *Safety System* dan Manajemen Risiko pada *Steam Boiler* PLTU di Unit 5 Pembangkitan Paiton, PT. YTL memberikan rekomendasi terhadap risiko bahaya tekanan tinggi pada *boiler* dengan penambahan 2 level alarm yaitu *pressure alarm high* (PAH) dan *pressure alarm high high* (PAHH).

5.3.3.2 *Administrative Control*

Rekomendasi Pengendalian risiko bahaya dengan *administrative control* menurut *hierarchy of control* pada risiko bahaya jalur *steam* meledak berdasarkan dari diagram FTA yang telah dibuat dapat dilakukan antara lain dengan:

1. Melakukan preventive maintenance secara rutin dan berkala pada semua komponen *boiler* penghasil *steam* termasuk pada *safety valve*, *temperature control alarm* ataupun *temperature indication control*. (Eliza Marceliana Zeinda, 2016) dalam jurnalnya yang berjudul Risk Assessment Kecelakaan Kerja pada Pengoperasian *Boiler* di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang mengatakan bahwa tingkat risiko tertinggi pada *boiler* adalah tekanan tinggi yang

dapat menyebabkan sebuah ledakan. Tekanan tinggi pada *boiler* yang melebihi kapasitas akan dibuang melalui *safety valve*, sehingga tekanan akan menjadi normal. Oleh karena itu, pengecekan dan perawatan berkala pada *safety valve* dan seluruh komponen *boiler* harus dilakukan.

2. Melakukan evaluasi secara berkala pada SOP yang telah dibuat agar dapat terus disesuaikan dengan perubahan kondisi lingkungan kerja sehingga dapat menjadi langkah pencegahan terjadinya sebuah insiden kecelakaan kerja. Pembuatan SOP ini juga disertai dengan sanksi yang tegas bilamana operator melanggar SOP tersebut atau lalai dalam bekerja.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi bahaya yang dilakukan pada setiap aktivitas ataupun tahapan pekerjaan yang ada di lantai produksi PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang mendapatkan temuan potensi bahaya sebagai berikut, pada area *stock preparation* terdapat 13 potensi bahaya, pada area *paper machine* terdapat 26 potensi bahaya dan pada area *rewinder* terdapat 9 potensi bahaya.
2. Hasil dari penilaian risiko yang dilakukan pada lantai produksi PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang adalah sebagai berikut, terdapat 5 potensi bahaya dengan kategori risiko rendah, 17 potensi bahaya dengan kategori risiko sedang, 23 potensi bahaya dengan kategori tinggi, dan 3 potensi bahaya dengan kategori risiko ekstrem. Potensi bahaya dengan kategori risiko ekstrem diantaranya adalah operator terjepit *conveyor* pada proses memisahkan pengikat bahan baku diatas *conveyor* dengan total nilai 12, operator tertimpa *spool roll* pada proses pengambilan *spool roll* menggunakan *hoist crane* dengan total nilai 12 dan jalur *steam* meledak pada proses *supply* dan *setting steam ke dryer* dengan nilai 10.
3. Bentuk usulan pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan pada potensi bahaya dengan kategori risiko ekstrem. Rekomendasi pengendalian risiko pada risiko bahaya operator terjepit konveyor yaitu dengan membuat pelindung pada titik jepit, membuat pagar pembatas serta mendesain ulang konveyor yang bertujuan untuk menjauhkan pekerja dari mesin konveyor yang beroperasi. Pada aktivitas pengambilan *spool roll* dengan *Hoist Crane*

pengendalian risiko bahaya tertimpa *spool roll* dilakukan dengan membuat batas aman berupa *safety line* sehingga pekerja dapat mengetahui batas aman saat melakukan pengangkutan *spool roll*. Sedangkan potensi bahaya jalur *steam* meledak adalah dengan melakukan *preventive maintenance* secara rutin dan berkala pada semua komponen pada jalur *steam* termasuk komponen-komponen pada *boiler* serta penambahan *level alarm* yaitu *level alarm high* dan *low*.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut ini merupakan saran dari peneliti baik untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya:

1. Adanya tindak lanjut dari perusahaan mengenai potensi-potensi bahaya yang telah diidentifikasi, terutama pada potensi bahaya dengan kategori ekstrem sehingga dapat meminimalisir terjadinya bahaya yang mungkin terjadi guna mewujudkan *zero accident* pada perusahaan.
2. Melakukan evaluasi berkala pada SOP dan Instruksi Kerja yang telah dibuat agar dapat terus disesuaikan dengan kondisi lingkungan kerja sehingga dapat menjadi langkah pencegahan terjadinya sebuah insiden kecelakaan kerja serta membuat aturan dan sanksi tegas bagi karyawan yang tidak menaatinya.
3. Perusahaan membuat garis dan marka *layout* pada lantai produksi yang bertujuan untuk menjadi penanda batas aman.
4. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai rancangan desain area kerja *conveyor* yang dilengkapi dengan mesin pendorong hidrolik.

DAFTAR PUSTAKA

- AS/NZS:4360. (2004). *3rd Edition The Australian and New Zealand Standard of Risk*. Australia.
- Blanchard, B. S. (2004). *Logistics Engineering and Management 6th Edition*. Virginia: Pearson Education International.
- David F. Haasl, N. H. (1981). *Fault Tree Handbook*. U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- Department, Occupational, o., Safety, & Health, a. (2008). Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control. Retrieved Juli 15, 2020, from www.dosh.gov.my/index.php/en/legislation/guidelines/hirarc-z/1846-01-2008/file.
- Eliza Marceliana Zeinda, S. H. (2016). RISK ASSESSMENT KECELAKAAN KERJA PADA.
- Ericson, C. A. (1999). Fault Tree Analysis – A History. Proceedings of the 17th International System Safety Conference.
- Foster. (2004). *Managing Quality : an Integrative Approach*. Prentice-Hall.
- Frank E, B. J. (1990). Practical Loss Control Leadership.
- Husni. (2003). *Pengantar Hukum Ketenagakerjaan Indonesia*. Jakarta: Raja Grafindo Perkasa.
- Mangkunegara. (2002).
- Musyafa, L. K. (2013). Analisis Safety System dan Manajemen Risiko pada *Steam Boiler* PLTU di Unit 5 Pembangkitan Paiton, PT. YTL .
- OHSAS:18001. (2007). 18001:2007 Occupational Health and Safety Management System Requirements.

- Purnama. (2010). *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Edisi Ketiga*. CV Bumi gemilang.
- Puspitasari. (2010). Hazard Identifikasi dan Risk Assessment dalam Upaya Mengurangi tingkat Risiko di Bagian Produksi PT. Bima Guna Kimia Ungaran.
- Puspitasari. (2010). Nindya. Hazard and Risk Assessment dalam upaya mengurangi tingkat risiko di bagian produksi. PT. Bina Guna Kimia Ungaran, Semarang.
- Ramli, S. (2010). Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001.
- Ridley, J. (2006). Ikhtisar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (Terjemahan).
- Sayuti, A. (2013). *Manajemen Kantor Praktis*. Bandung: Alfabeta.
- Siagian, S. P. (2012). *Kiat Meningkatkan Produktivitas Kerja*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Siahaan, H. (2008). Manajemen Risiko pada Perusahaan & Birokrasi. Elexmedia, Jakarta. 107.
- Sujoso, A. (2012). *Dasar-Dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jember: UPT penerbitan Unej.
- Suma'mur, P. (2014). *Keselamatan dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta: UNIBA.
- Tarwaka. (2008). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Surakarta. Harapan Press.
- Torang, S. (2013). Organisasi & Manajemen; Perilaku, Struktur, Budaya & Perubahan Organisasi.
- Wijaya, A. P. (2015). *Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT.Charoen Pokphand Indonesia*. Jurnal Tirta. Vol. 3. No. (1). pp. 29-34.

LAMPIRAN

Kuesioner Pengambilan Data

Akmal Husnan Turmudzi / 15522243

Assalamualaikum w.w

Saya Akmal Husnan Turmudzi (15522243) Mahasiswa Universitas Indonesia Prodi Teknik Industri, memohon kesediaan saudara/i untuk mengisi kuesioner dibawah ini untuk memenuhi kebutuhan data dalam penelitian saya yang berjudul **“ANALISIS POTENSI BAHAYA PADA LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA)*” Studi Kasus: PT. Papertech Unit II Magelang.**

1. *History* kecelakaan kerja yang pernah terjadi di PT. Papertech Unit II Magelang.

Tahun	Bulan	Jenis Kecelakaan Kerja	Jumlah	Departemen
2016				
2017				
2018				
2019				

2. Penilaian risiko bahaya pada aktivitas di lantai produksi PT. Papertech Unit II Magelang.
Kriteria Penilaian :

a. **Kriteria Likelihood**

Likelihood merupakan kriteria penilaian besarnya risiko yang dilihat dari **tingkat kemungkinan terjadinya risiko bahaya**. Klasifikasi rentang dan penilaian skala *Likelihood* menurut *Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Management* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

TINGKAT	DESKRIPSI	KETERANGAN
5	<i>Almost Certain</i>	Dapat terjadi setiap saat
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi
3	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sekali-sekali
2	<i>Unlikely</i>	Jarang terjadi
1	<i>Rare</i>	Hampir tidak pernah, sangat jarang terjadi.

b. **Kriteria Severity**

Severity merupakan kriteria penilaian besarnya risiko yang dilihat dari **tingkat keparahan yang dapat ditimbulkan dari risiko bahaya yang ada**. Klasifikasi rentang dan penilaian skala *Severity* menurut *Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Management* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

TINGKAT	DESKRIPSI	KETERANGAN
5	<i>Catastrophic</i>	Menyebabkan cacat fisik, proses produksi terhenti.
4	<i>Major</i>	Cedera berat, kerugian besar, gangguan produksi.
3	<i>Moderate</i>	Cedera sedang, perlu penanganan dari medis, kerugian finansial yang besar.
2	<i>Minor</i>	Cedera ringan, kerugian finansial yang sedikit
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial sedikit.

Departemen : Produksi

Area : *Stock Preparation*

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko		
No	Proses, Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)
1.	Mengambil bahan baku dari <i>Warehouse</i> menggunakan <i>Forklift</i>	Area kerja <i>forklift</i> bergelombang	<i>forklift</i> terbalik	SP1			
		Benda bergerak (<i>forklift</i>)	Pekerja lain tertabrak <i>forklift</i>	SP2			
2.	Memasukkan bahan baku kedalam <i>conveyor</i>	Benda berputar (<i>Conveyor</i>)	Terperosok ke dalam <i>conveyor</i>	SP3			
3.	Memisahkan pengikat bahan baku di atas <i>conveyor</i> dan mengontrol bahan baku tidak tercampur material keras (Batu, besi,dll)	Benda berputar (<i>Conveyor</i>)	Terperosok ke dalam <i>conveyor</i>	SP4			
4.	Menyalakan <i>White Water Pump, Fresh Water pump</i> dan <i>Mixer Hydro</i>	Benda bertegangan listrik	Tersengat listrik	SP5			
5.	<i>Loading Wood Powder</i> ke dalam <i>Dump Chest</i>	Manhole yang tinggi	Terpeleset	SP6			

6.	Naik tangga menjalankan / <i>Checking Conveyor</i>	Tangga	Terpeleset/Terjatuh	SP7			
7.	Pembuatan bubur kertas dengan <i>Hydro pulper</i>	Panel listrik	Tersengat listrik	SP8			
8.	Proses pemindahan bubur kertas dari tiap <i>chest</i> (<i>Dump Chest, Chest 1, Chest 2, Chest 3, sampai Chest 4</i>)	Panel listrik	Tersengat listrik	SP9			
9.	Loading tapioka	Crane	Tertimpa	SP10			
10.	Memasukan air kedalam tangki 4000l dan Tapioka 850 kg	Licin	Terpelanting	SP11			
11.	Memanaskan Tapioka(Memberi <i>Steam</i>) sampai dengan 50°C	Valve panas	Terkena panas	SP12			
12.	Transfer Larutan ke tangki penampungan	Panel listrik	Tersengat listrik	SP13			

Departemen : Produksi

Area : Paper Machine

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko		
No	Proses, Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)
1.	Membersihkan <i>SP 800</i>	Dekat dengan <i>conveyor</i> benda berputar	Tersandung	PM1			
2.	Membersihkan <i>Otopus</i>	Banyak selang	Tersandung	PM2			
3.	Membersihkan <i>Manipold</i>	Banyak selang	Banyak selang	PM3			
4.	Saring <i>Stereoform</i> di <i>Head Box</i>	Berada di ketinggian	Terjatuh	PM4			
5.	<i>Setting gramatur/Profile (Individual Slice)</i>	Berada di ketinggian	Terjatuh	PM5			
6.	<i>Setting Vacuum (Low & High Vacuum)</i>	Berada di ketinggian	Terjatuh	PM6			
7.	Memeriksa/ <i>setting valve</i> di <i>Table Roll (Drive side)</i>	Permukaan licin	Terpeleset	PM7			

8.	Membersihkan <i>Lumbreaker</i>	Permukaan licin	Terpeleset	PM8			
9.	Membersihkan <i>Uhly Box</i>	Permukaan licin	Terpeleset	PM9			
10.	Membersihkan <i>roll</i> dan <i>wire</i> atau <i>Felt</i>	Pekerjaan berada di ketinggian dan licin	Terjatuh dan terpeleset	PM10			
11.	Melakukan pemeriksaan dan membersihkan <i>shower-shower Felt/wire</i>	Pekerjaan berada di ketinggian	Pekerja Terjatuh	PM11			
		Permukaan licin	Pekerja terpeleset	PM12			
12.	Melakukan pemeriksaan dan mengisi <i>Chemical (Drainage Agent, Retention Aid, Deformer)</i>	Permukaan licin	Pekerja terpeleset	PM13			
		Cairan chemical	Menghirup cairan chemical	PM14			

Departemen : Produksi

Area : *Poprell*

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko		
No	Proses, Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)
1.	Pengambilan <i>Spool</i> dari <i>Rewinder</i> dengan <i>Hoist Crane</i>	<i>Spool Roll, Hoist Crane</i>	Spul jatuh menimpa pekerja	PR1			
2.	Pemasangan tali pada <i>spool Roll</i>	<i>Roll</i> berputar	Pekerja Terjepit	PR 2			
3.	Pemasangan <i>spool roll</i> ke mesin <i>poppe reel</i> dengan <i>hoist crane</i>	<i>Roll</i> berputar	Pekerja terjepit dan tergores <i>roll</i> kertas	PR 3			
4.	Penurunan/ambil <i>Roll sheet paper</i>	<i>Roll sheet paper</i> berada di ketinggian	<i>Roll sheet</i> jatuh menimpa pekerja	PR 5			
5.	Pengambilan sampel kertas	Pisau potong	Bagian tubuh pekerja tersayat pisau	PR 6			
6.	Penurunan/pemasangan <i>Roll sheet</i> ke mesin <i>rewinder</i>	<i>Sling Hoist Craine</i> putus	<i>Roll Sheet Paper</i> menimpa Peketja	PR 7			

7.	Supplay dan setting <i>Steam</i> ke dryer group I,II,III	Pipa <i>steam</i> bertekanan	Jalur <i>steam</i> meledak	PR 8			
8.	Meneruskan sheet dari dryer ke calender dengan tongkat	Benda berutar/ <i>Roll</i> Calender	Pekerja Terjepit <i>roll</i> Calender	PR9			
9.	Meneruskan sheet dari Calender ke spull <i>roll</i>	Benda berputar, Radiasi dari QCS	Terjepit <i>roll</i> Calender, Terpapar radiasi	PR10			
10.	Setting gramature(QC-S)	Radiasi layar monitor Komputer	Iritasi mata	PR11			
11.	Pemasangan Carrier pope	Benda berputar, panas	Terjepit <i>roll</i> ,terkena panas	PR12			

Departemen : Produksi

Area : Rewinder

Identifikasi Bahaya					Penilaian risiko		
No	Proses, Aktivitas & Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	Kode	L	S	RFN (LxS)
1.	Pemasangan <i>spool roll</i> dari pop reel menggunakan crane	<i>spool roll</i> berada di atas pekerja	Pekerja tertimpa <i>spool roll</i>	RW1			
2.	Pemasangan dan penyetelan pisau pemotong kertas	Benda tajam	Tersayat pisau pemotong kertas	RW2			
3.	Menjalankan mesin <i>Rewinder</i>	<i>Roll</i> berputar	Terjepit dan tergores <i>roll</i> kertas	RW3			
4.	Memindahkan produk hasil produksi menggunakan <i>forklift</i> menuju tempat penimbangan	Benda bergerak (<i>forklift</i>)	Menabrak, Terpelanting	RW4			
5.	Membungkus koil dan <i>roll</i>	Benda tajam	Bagian tubuh tersayat	RW5			
6.	Memotong <i>core</i>	Benda tajam	Bagian tubuh tersayat	RW6			

7.	Menata koil/dorong koil	Tertimpa	Terjepit	RW7				
8.	Membuat label timbangan	<i>Fotocopy</i>	Terjepit	RW8				
9.	Membuat <i>report</i> /input data ke komputer	Radiasi layar komputer	kerusakan mata	RW9				

