

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Rifai (2015) melakukan penelitian analisis kecelakaan kerja di sebuah bengkel *automotive workshop* yang melayani reparasi dan perawatan kendaraan. Penelitian dilakukan karena kerap terjadi kecelakaan kerja yang dialami montir pada beberapa tahun terakhir, meliputi luka pada tangan dan kaki, terpeleset tumpahan oli, iritasi akibat gas yang digunakan untuk pengelasan, serta tersetrum. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fishbone Diagram* digunakan peneliti untuk menganalisis, mengevaluasi, serta menjadi pertimbangan dalam perbaikan sistem untuk meminimalkan risiko kerja yang ada. Hasil dari penilaian diperoleh empat potensi risiko kecelakaan yang dominan yaitu jari tangan tergores penggaris siku, kepala terbentur spon, iritasi mata akibat gas hasil pengelasan, serta tangan tersetrum. Perbaikan sistem yang disarankan meliputi peningkatan pengawasan pada pekerja, pengadaan Alat Pelindung Diri (APD) yang standar, serta pengecekan terhadap alat serta lingkungan kerja.

Penelitian dilakukan oleh Levi (2017) untuk memberikan usulan perbaikan terhadap keselamatan kerja di suatu perusahaan yang bergerak di industri pembuatan karoseri. Menurut data historis perusahaan telah terjadi 180 kasus kecelakaan kerja baik minor maupun mayor selama periode 2013 – 2014. Upaya prediksi dan penanganan risiko kecelakaan kerja dilakukan peneliti menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Berdasarkan hasil penilaian diperoleh tiga jenis pekerjaan yang memiliki risiko kecelakaan tertinggi yaitu pekerjaan menggunakan mesin *saw blade*, mesin pengelasan, dan mesin bor. Usulan perbaikan yang disarankan berupa penyusunan Instruksi Kerja (IK) yang berisi langkah dasar dalam pekerjaan, risiko kecelakaan yang mungkin terjadi, serta cara kerja yang sesuai SOP. Untuk memaksimalkan penerapan IK, dilakukan pula penerapan disiplin kerja berupa disiplin preventif dan disiplin kolektif.

Penelitian mengenai analisis risiko kerja dilakukan oleh Ririh, Sundari, dan Wulandari (2018) pada perusahaan yang bergerak di industri pembuatan komponen berbahan dasar karet. Fokus obyek penelitian ini berada di area *finishing* yang memiliki risiko kecelakaan dan efek limbah lebih tinggi dari area

lain. Peneliti menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan yang ada. Hasil dari penilaian berupa *Risk Priority Number* (RPN) digunakan untuk menentukan tingkatan pekerjaan dengan risiko tertinggi, yang kemudian diberikan usulan perbaikan dengan mempertimbangkan 5W1H. Responden penelitian ini meliputi karyawan divisi Q-HSE, supervisi area *finishing*, serta operator di bagian *finishing*. Risiko pekerja mengalami cedera menjadi potensi kegagalan yang tertinggi, sehingga peneliti memberi usulan perbaikan berupa peningkatan pengawasan operator dalam melakukan pekerjaan dan penggunaan APD serta pengawasan ketat dalam penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terutama pada area *finishing*.

Penelitian tentang manajemen risiko pada pengerjaan suatu proyek jembatan dilakukan oleh Sari (2016). Risiko kecelakaan dianalisis karena pada proses pembuatan konstruksi bangunan termasuk jembatan tidak lepas dari potensi kegagalan atau kecelakaan. Proses identifikasi faktor-faktor risiko dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dengan hasil berupa Nilai Risiko (NR) yang menandakan tingkat potensi kecelakaan suatu pekerjaan. Sedangkan untuk pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif saran perbaikan sistem menggunakan metode *Decision Tree* yang bersifat kualitatif. Hasil dari penilaian adalah didapatkannya 16 potensi risiko yang ada berdasarkan penghitungan NR, dan setelah dilakukan langkah perbaikan serta penilaian ulang didapatkan penurunan hasil menjadi 6 potensi risiko. Perbaikan yang disarankan berdasarkan analisis *Decision Tree* yaitu penyesuaian waktu pengerjaan dengan pertimbangan cuaca.

Nugroho, Suliantoro, dan Utami (2018) melakukan penelitian mengenai risiko kecelakaan kerja pada suatu proyek konstruksi hotel. Proses pembangunan terkendala akibat tidak tercapainya nilai *safety performance* yang sudah ditetapkan oleh tim audit, sehingga perlu dilakukan perbaikan mengenai sistem keselamatan kerja. Pengidentifikasian pekerjaan dengan risiko tertinggi dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang didasarkan pada perolehan skor *Risk Priority Number* (RPN). Terdapat tiga risiko pekerjaan yang memperoleh skor RPN tertinggi yaitu tertimpa peralatan dari ketinggian, gangguan pernapasan akibat debu dan semen, serta risiko kecelakaan pada proses pemindahan alat berat. Saran perbaikan sistem diberikan dengan mempertimbangkan hasil dari *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu

perbaikan pada elemen manusia, peralatan, dan lingkungan. Perbaikan juga dilakukan dengan membuat SOP sesuai dengan analisis *Job Safety Analysis*.

Penelitian dilakukan oleh Septifani, Santoso, dan Pahlevi (2018) untuk mengetahui risiko produksi pada sebuah perusahaan minuman kemasan dengan menggunakan metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA)* dan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk proses identifikasi dan upaya mitigasi risiko kerja pada area produksi. Perbedaan metode *Fuzzy FMEA* dengan FMEA konvensional yaitu adanya pendekatan matematis dengan logika *fuzzy* sehingga data numerik dan data linguistik dapat saling melekat pada setiap atributnya. Hasil penilaian *Fuzzy FMEA* didapati proses dengan risiko kerja tertinggi berada di proses *blow molding*. Berdasarkan analisis *Fuzzy AHP* diperoleh beberapa alternatif perbaikan yang memiliki skor tertinggi yaitu melakukan pelatihan pada operator, melakukan *maintenance* mesin dan peralatan produksi secara rutin, serta melakukan kontrol terhadap arus material yang digunakan.

Irawan (2017) melakukan penelitian mengenai analisis risiko produksi pada suatu UKM yang memproduksi bahan makanan berupa tempe. Permasalahan yang dialami UKM ini adalah jumlah dan waktu *demand* yang fluktuatif, harga bahan baku yang tidak stabil, serta kualitas dari hasil produksi yang tidak menentu. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan tujuan untuk mengidentifikasi, mengukur, serta mengevaluasi agar risiko produksi dapat diminimalkan. Melalui analisis FMEA ditemukan risiko yang tertinggi terdapat pada ketersediaan bahan baku, proses produksi yang kurang optimal, dan ketidakpastian permintaan. Berdasarkan hasil tersebut peneliti menyusun beberapa alternatif perbaikan yang didasarkan pada hasil wawancara dan kuesioner pada supervisi dan operator yang terkait. Beberapa alternatif strategi yang diusulkan adalah penerapan SOP pada setiap operasi, menjalin kerjasama dengan pihak vendor dan distributor, merencanakan kebutuhan bahan baku per periode, serta melakukan peramalan dan perencanaan permintaan berdasarkan data historis.

Pada penelitian yang dilaksanakan sekarang memiliki tujuan untuk memberikan penilaian serta mengevaluasi pengendalian K3 yang ada di IKM WILONNA. Penelitian perlu dilakukan karena adanya potensi risiko kecelakaan saat melakukan pekerjaan yang dialami oleh operator bagian produksi. Potensi

kecelakaan tersebut dapat merugikan operator yang terkena dampak secara langsung, di sisi lain IKM WILONNA juga terkena dampak kerugian secara tidak langsung. Kerugian tersebut meliputi terhambatnya proses produksi karena harus mengevakuasi pekerja yang mengalami kecelakaan, kurangnya jumlah pekerja jika operator yang mengalami kecelakaan harus beristirahat dalam jangka waktu tertentu, serta kerugian dalam hal finansial karena harus mengganti biaya pengobatan yang telah dikeluarkan pekerja tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada obyek penelitian serta dengan mempertimbangkan beberapa penelitian terdahulu, pada penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini dipilih karena mencakup *assessment* risiko secara menyeluruh meliputi identifikasi risiko dan penyebabnya, penilaian risiko, serta pengendalian dan pengawasan risiko di masa mendatang. Metode FMEA mengidentifikasi faktor-faktor penyebab potensi kecelakaan baik secara kuantitatif melalui hasil *scoring* maupun secara kualitatif. Melalui penilaian kuantitatif dapat diketahui *work station* atau mesin produksi yang memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tertinggi sehingga dapat dilakukan perbaikan dengan segera. Sedangkan penilaian kualitatif dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat memicu kecelakaan tersebut dan seperti apa efek yang ditimbulkan sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan tindakan perbaikan yang sebaiknya dilakukan.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Definisi Risiko**

*International Labour Organization* (2013) mendefinisikan risiko sebagai kombinasi serta konsekuensi dari suatu kejadian yang berbahaya dan memiliki peluang terjadinya kejadian tersebut. Menurut Basyaib (2007), risiko merupakan peluang terjadinya hasil yang tidak diinginkan sehingga risiko hanya terkait dengan situasi yang memungkinkan munculnya hasil negatif dan berkaitan dengan perkiraan terjadinya hasil negatif tersebut. Risiko sebagai kombinasi dari kemungkinan terjadinya suatu kejadian atau peristiwa dengan konsekuensinya atau akibatnya (Siahaan, 2009). Berkaitan dengan risiko dan hubungannya dengan kecelakaan kerja, dokumen OHSAS 18001:2007 mendefinisikan risiko sebagai kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau paparan dengan keparahan suatu cedera atau sakit penyakit, yang dapat

disebabkan oleh kejadian atau paparan tersebut. Sakit penyakit meliputi kondisi kelainan fisik atau mental yang teridentifikasi berasal dari dan/atau bertambah buruk karena kegiatan kerja dan/atau situasi yang terkait pekerjaan.

Berdasarkan keterkaitannya terhadap perusahaan, risiko pada hakikatnya adalah kejadian yang memiliki dampak negatif terhadap sasaran dan strategi dari perusahaan itu sendiri (Jorion, 1997). Handayani (2014) menyebutkan bahwa untuk mengetahui penyebab terjadinya, risiko dapat dipetakan berdasarkan proses bisnis dari sistem atau perusahaan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan risiko muncul serta pengaruhnya terhadap elemen lain dalam sistem. Kemungkinan munculnya kejadian maupun kerugian akibat risiko yang timbul tidak mudah untuk diprediksi waktu terjadinya, sehingga perusahaan perlu mempersiapkan strategi guna mencegah atau meminimalkan efek yang ditimbulkan oleh risiko tersebut yang dapat mengakibatkan kerugian atau dampak negatif pada sistem perusahaan. Pengelolaan terhadap setiap potensi risiko yang ada pada perusahaan perlu dilakukan melalui manajemen risiko.

### **2.2.2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

Secara harafiah menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), keselamatan adalah keadaan terbebas dari bahaya, malapetaka, maupun bencana. Sedangkan kesehatan memiliki arti kondisi yang baik seluruh badan dan bagian-bagiannya atau terbebas dari sakit. Berdasarkan pengertian tersebut Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah keadaan terbebas dari segala potensi bahaya maupun ancaman penyakit yang timbul ketika seseorang bekerja atau akibat dari pekerjaan itu sendiri. Dari sisi keilmuan, K3 dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan serta penerapannya untuk mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan atau penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan yang dilakukan dan lingkungan kerja (Mahuri, 2010). Sedangkan dari peraturan perundang-undangan dalam PP Nomor 50 Tahun 2012 disebutkan bahwa K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

Penerapan K3 lebih kepada upaya perlindungan bagi orang-orang yang berada di lingkungan kerja dari berbagai ancaman bahaya maupun penyakit yang dapat berdampak negatif serta menghambat berlangsungnya kegiatan (proses produksi) secara normal. Melalui penerapan K3 diharapkan terciptanya

lingkungan kerja yang nyaman, aman, dan sehat, agar tenaga kerja memiliki kesehatan baik fisik maupun mental, terbebas dari ancaman kecelakaan, dan meningkatnya produktivitas serta efisiensi kinerja perusahaan. Strategi dalam pelaksanaan K3 meliputi perlindungan terhadap tenaga kerja, material, dan peralatan produksi agar terjamin keamanannya, serta perlindungan bagi pihak lain yang berada di lingkungan kerja agar sehat dan selamat (Mahuri, 2010).

### **2.2.3. Potensi Bahaya**

*International Labour Organization* (2013) mendefinisikan potensi bahaya sebagai sesuatu yang berpotensi untuk terjadinya insiden yang berakibat pada kerugian. Potensi bahaya pada keselamatan dan kesehatan kerja tersebut didasarkan pada dampak yang dirasakan oleh korban. Potensi bahaya dibagi menjadi empat kategori yaitu:

#### **a. Kategori A**

Kategori ini terdiri dari potensi bahaya yang mengakibatkan dampak risiko jangka panjang pada kesehatan. Cakupan pada kategori ini meliputi bahaya faktor kimia, bahaya faktor fisik, bahaya faktor biologi, serta bahaya faktor ergonomi dan pengaturan kerja.

1. Bahaya faktor kimia timbul dari paparan berbagai bahan kimia yang memiliki sifat beracun dan dapat merusak sistem dalam tubuh dan organ lainnya. Terdapat tiga cara utama yang menyebabkan zat kimia berbahaya masuk ke dalam tubuh yaitu inhalasi (menghirup), pencernaan (menelan), serta penyerapan ke dalam kulit (kontak invasif).
2. Bahaya faktor fisik bahaya di tempat kerja yang bersifat fisika seperti getaran, penerangan, kebisingan, paparan gelombang mikro atau sinar ultraviolet, dan iklim kerja. Faktor fisik tersebut umumnya dihasilkan dari proses produksi maupun produk sampingan yang tidak diinginkan.
3. Bahaya faktor biologi meliputi penyakit akibat aktivitas kerja yang disebabkan oleh beragam aspek penyebab dalam pekerjaan. Munculnya penyakit disebabkan oleh paparan virus, bakteri, jamur, dan debu organik yang menjangkit dan menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja.
4. Bahaya faktor ergonomi dan pengaturan kerja meliputi segala akibat dari ketidaksesuaian antara pekerja dengan faktor pendukung pekerjaannya

seperti area kerja, perlengkapan dan peralatan pendukung pekerjaan, serta proses kerjanya. Ketidaksiuaian tersebut dapat memberi dampak pada fisik pekerja seperti kelelahan berlebihan, tegang otot, menurunnya tingkat kenyamanan, dan gangguan kesehatan lain.

b. Kategori B

Kategori ini terdiri dari potensi bahaya yang mengakibatkan risiko langsung pada keselamatan. Cakupan pada kategori ini meliputi bahaya terhadap keselamatan listrik, penanggulangan kebakaran, keselamatan kerja pada pesawat/peralatan/permesinan produksi, serta mengenai faktor pemeliharaan.

c. Kategori C

Kategori ini terdiri dari potensi bahaya dan risiko terhadap kesejahteraan atau kenyamanan. Cakupan pada kategori ini meliputi risiko pada air minum, toilet dan fasilitas mencuci, ruang makan atau kantin, Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) di tempat kerja dan pelayanan kesehatan kerja, serta fasilitas tambahan untuk kesehatan tenaga kerja.

d. Kategori D

Kategori ini terdiri dari potensi bahaya dari risiko pribadi dan psikologis. Cakupan pada kategori ini meliputi bahaya pelecehan dan penganiayaan, pelecehan seksual, HIV/AIDS di tempat kerja, serta narkoba di tempat kerja.

#### **2.2.4. Manajemen Risiko**

Pengertian manajemen menurut Griffin (2004) adalah suatu proses perencanaan, pengorganisasian, dan pengontrolan sumber daya demi mencapai sasaran secara efektif dan efisien. Apabila dikaitkan dengan pengertian risiko, maka manajemen risiko merupakan perencanaan, pengorganisasian, serta pengontrolan berbagai elemen sumber daya demi meminimalkan peluang terjadinya risiko serta dampaknya pada suatu sistem maupun perusahaan. Berkaitan dengan pengertian tersebut, seluruh proses manajerial perlu dilakukan secara tepat sasaran serta menggunakan sumber daya seoptimal mungkin.

International Organization for Standardization dalam dokumen ISO 31000:2018 mendefinisikan manajemen risiko sebagai aktivitas terkoordinasi yang mengatur dan mengawasi suatu organisasi dengan memperhatikan risiko yang ada. Menurut Tampubolon (2004) manajemen risiko merupakan suatu proses

manajemen yang terarah dan bersifat proaktif yang ditujukan untuk mengakomodasi kemungkinan terjadinya kegagalan pada salah satu atau sebagian elemen dari suatu instrumen. Pada manajemen risiko, proses identifikasi, pengelolaan, dan pengendalian faktor risiko menjadi fokus utama. Darmawi (2010) mengemukakan bahwa manajemen risiko adalah upaya penerapan kebijakan serta peraturan dan upaya praktis manajemen secara sistematis untuk menganalisis pemakaian dan pengontrolan risiko untuk melindungi pekerja, masyarakat sekitar, dan lingkungan. Tujuan dari penerapan manajemen risiko yaitu guna menyediakan informasi risiko kepada pihak internal (perusahaan) maupun eksternal (pihak regulator) untuk memastikan tidak adanya kerugian, meminimalkan kerugian dari risiko yang bersifat tidak terkontrol, mengukur *exposure* dari pemusatan risiko, serta mengalokasikan modal untuk menanggulangi risiko (Sholihin, 2010).

Secara umum terdapat lima tahapan dalam proses manajemen risiko (Soputan, 2014), meliputi:

- a. Identifikasi risiko yaitu proses mengenali jenis-jenis risiko yang ada dan mungkin terjadi pada suatu sistem
- b. Pengukuran risiko yaitu proses menilai (*assessment*) dampak dan kemungkinan kejadian dari risiko yang telah diidentifikasi. Pengukuran dilakukan dengan analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif dengan berbagai metode pengukuran yang dapat digunakan.
- c. Penilaian risiko yaitu proses pengolahan data hasil pengukuran yang digunakan untuk mengetahui tingkat risiko yang ada. Hasil dari penilaian berupa level dampak risiko yang terdapat pada tiap elemen dalam sistem yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk prioritas perbaikan yang akan dilakukan.
- d. Perencanaan respon risiko yaitu proses penentuan strategi yang akan dilakukan untuk meminimalkan frekuensi kejadian dan tingkat risiko yang dihadapi hingga level yang dapat diterima.
- e. Pengendalian risiko yaitu proses pengawasan terhadap risiko yang ada dan respon yang telah diberikan, memonitor potensi risiko baru, serta mengevaluasi efektivitas respon yang diberikan.

Proses *assessment* risiko dalam suatu sistem membutuhkan metode yang tepat. Penentuan metode *assessment* dilakukan agar hasil identifikasi dan analisis

sesuai dengan keadaan riil. Beberapa metode *assessment* yang kerap digunakan dalam proses analisis risiko diantaranya:

a. *Preliminary Hazard Analysis* (PHA)

PHA atau analisis bahaya awal merupakan metode yang dilakukan secara kualitatif pada tahap awal proses desain atau perencanaan untuk mengidentifikasi bahaya apa yang akan muncul di masa mendatang. Metode ini dilakukan dengan memunculkan faktor atau situasi yang tidak direncanakan, tujuannya untuk menerapkan *corrective action* pada proses perencanaan.

b. *Job Safety Analysis* (JSA)

JSA merupakan metode yang dilakukan dengan mengidentifikasi bahaya pada suatu sistem yang memiliki kaitan dengan pekerjaan (*job*). Aspek yang menjadi faktor penilaian adalah dari sisi manusia atau pekerja, yang didasarkan pada langkah-langkah yang dilakukan manusia atau pekerja dalam aktivitas pekerjaan.

c. *Fault Tree Analysis* atau *Event Tree Analysis* (FTA/ETA)

FTA atau ETA adalah metode berwujud diagram logika yang menggambarkan alur terjadinya suatu peristiwa, baik dari penyebab maupun dampak yang dihasilkan. Diagram ini juga menunjukkan potensi risiko yang diakibatkan kegagalan baik dari sisi sistem maupun kesalahan manusia. FTA memiliki alur mundur yaitu memunculkan akibat untuk mengetahui penyebabnya, sedangkan ETA menampilkan sebab untuk mencari potensi akibatnya.

d. *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC)

HIRARC merupakan metode yang dilakukan untuk mengidentifikasi, menilai, dan menentukan tindak pengendalian dari potensi bahaya dengan pendekatan sistematis dan obyektif. Aspek penilaian pada metode ini didasarkan pada potensi bahaya yang ada sehingga diperlukan identifikasi yang mendalam dan menyeluruh.

e. *Hazard and Operability Study* (HAZOPS)

HAZOPS adalah metode identifikasi bahaya pada tahap rancang bangun atau desain rekayasa dengan tujuan menganalisis tiap elemen sistem dan menentukan kondisi ideal bagi sistem tersebut. Identifikasi membutuhkan

tinjauan sistem berupa gambaran desain maupun informasi lain guna memetakan potensi bahaya dalam sistem.

### 2.2.5. Metode *Failure Mode and Effect Analysis*

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menurut Siswanto (2010), adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut. Setyadi (2013) mendefinisikan FMEA sebagai alat yang sistematis, yang digunakan untuk mengidentifikasi konsekuensi dari suatu kegagalan dalam sistem atau proses, serta mengeliminasi peluang terjadinya suatu kegagalan. Hariastuti (2013) menyatakan bahwa FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk yang berpotensi terjadinya kegagalan, dampaknya terhadap produksi, serta tindakan untuk mengurangi kegagalan.

**Tabel 2.1. Contoh Form Penilaian FMEA**

System _____	<b>Potential Failure Mode and Effects Analysis (Design FMEA)</b>		FMEA Number _____
Subsystem _____	Key Date _____		Prepared By _____
Component _____			FMEA Date _____
Design Lead _____			Revision Date _____
Core Team _____			Page _____ of _____

  

Item / Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Probability	Current Design Controls	Detectability	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
											Actions Taken	New Sev	New Occ	New Det	New RPN
Coolant containment. Hose connection. Coolant fill. M	Crack/break. Burst. Side wall flex. Bad seal. Poor hose rete	Leak	8	Over pressure	8	Burst, validation pressure cycle.	1	64	Test included in prototype and production validation testing.	J.P. Aguire 11/1/95 E. Eglin 8/1/96					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>Write down each failure mode and potential consequence(s) of that</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>Severity - On a scale of 1-10, rate the Severity of each failure (10= most severe). See Severity</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>Likelihood - Write down the potential cause(s), and on a scale of 1-10, rate the Likelihood of each failure (10= most likely). See</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Risk Priority Number - The combined weighting of Severity, Likelihood, and Detectability. RPN = Sev X Occ X Det</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Detectability - Examine the current design, then, on a scale of 1-10, rate the Detectability of each failure (10 = least detectable). See Detectability sheet.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>Response Plans and Tracking</p> </div>															

Penilaian FMEA dapat mencakup level organisasi hingga level *workstation*. Penilaian secara kualitatif pada FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang ada, penyebab dari kegagalan, serta efek yang ditimbulkan dari

kegagalan tersebut. FMEA juga digunakan untuk menilai tingkat kegawatan (*severity*), kemungkinan kejadian (*occurrence*), serta tingkat deteksi (*detection*) dari potensi kegagalan yang ada. Pada ketiga indikator tersebut, data yang awalnya kualitatif diubah menjadi kuantitatif dengan mengacu pada skala *rating* yang telah ditetapkan. Setiap hasil pengamatan yang didapatkan diterjemahkan menjadi angka (*score*) berdasarkan skala tersebut. Fungsi dari skala *rating* tersebut agar data yang diolah bersifat terukur dan obyektif sesuai kondisi yang sebenarnya.

Skala pemberian *score* pada variabel *severity*, *occurrence*, dan *detection* menurut Stamatis (2003) dan *Cayman Business System* (2002) adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.2. Skala Rating Severity**

<b>Rank</b>	<b>Effect</b>	<b>Criteria</b>	<b>Severity Effect</b>
1	<i>None</i>	<i>No effect.</i>	<i>Mild irritation</i>
2	<i>Very Slight</i>	<i>Worker not annoyed. Nonvital fault noticed sometimes.</i>	<i>Allergies and bruises</i>
3	<i>Slight</i>	<i>Worker slightly annoyed. Nonvital fault noticed most of the time.</i>	<i>Sores, sprains, and scratches</i>
4	<i>Minor</i>	<i>Worker experiences minor nuisance. Fault does not require repair. Nonvital fault always noticed.</i>	<i>Cuts, burns, minor irritations, hyperthermia</i>
5	<i>Moderate</i>	<i>Worker experiences some dissatisfaction. Fault on nonvital part requires repair.</i>	<i>Minor fractures</i>
6	<i>Significant</i>	<i>Worker experiences discomfort. Nonvital part inoperable.</i>	<i>Severe fractures, severe irritations, operation/amputation</i>
7	<i>Major</i>	<i>Worker dissatisfied. Subsystem inoperable.</i>	<i>Patients with hyperthermia lose consciousness</i>
8	<i>Extreme</i>	<i>Worker very dissatisfied. System inoperable.</i>	<i>Damage to the spine</i>
9	<i>Serious</i>	<i>Potential hazardous effect. Compliance with government regulation is in jeopardy.</i>	<i>Trauma after the incident</i>
10	<i>Hazardous</i>	<i>Hazardous effect. Safety related—sudden failure. Noncompliance with government regulation.</i>	<i>Fatal events such as death</i>

*Rating severity* mengindikasikan kegawatan dari efek yang disebabkan potensi kegagalan suatu proses atau kejadian. Nilai *severity* berbanding lurus dengan efek yang ditimbulkan dari kegagalan proses. Jika efek yang diakibatkan bersifat sangat kritis maka nilai *severity* yang didapatkan juga tinggi, hal tersebut berlaku pula untuk kejadian sebaliknya. Berdasarkan Tabel 2.2. dapat dilihat bahwa semakin besar *rating* yang diberikan berarti semakin fatal pula efek dari kegagalan yang terjadi. Sedangkan untuk efek yang tidak terlalu gawat diberikan *rating* yang rendah. Kemungkinan kegawatan yang terjadi pada skala *severity* mulai dari tidak memiliki efek sama sekali hingga efek berbahaya atau fatal akibat kegagalan yang tiba-tiba.

**Tabel 2.3. Skala Rating Occurrence**

<b>Rank</b>	<b>Occurrence</b>	<b>Criteria</b>	<b>Failure Estimate per Year</b>	<b>Failure Estimate per Month</b>
1	<i>Almost Impossible</i>	<i>Failure unlikely. History shows no failures.</i>	<1	<1
2	<i>Remote</i>	<i>Rare number of failures likely.</i>	1-4	1
3	<i>Very Slight</i>	<i>Very few failures likely.</i>	5-9	2
4	<i>Slight</i>	<i>Few failures likely.</i>	10-49	3-4
5	<i>Low</i>	<i>Occasional number of failures likely.</i>	50-149	5-12
6	<i>Medium</i>	<i>Medium number of failures likely.</i>	150-249	13-20
7	<i>Moderately High</i>	<i>Moderately high number of failures likely.</i>	250-299	21-24
8	<i>High</i>	<i>High number of failures likely.</i>	300-365	25-30
9	<i>Very High</i>	<i>Very high number of failures likely.</i>	366-500	31-41
10	<i>Almost Certain</i>	<i>Failure almost certain. History of failures exists from previous or similar designs.</i>	>500	>41

*Rating occurrence* menunjukkan kemungkinan kegagalan suatu proses akan terjadi dan menyebabkan efek yang memiliki risiko terganggunya suatu proses atau sistem. Nilai *occurrence* didasarkan pada banyaknya kejadian kegagalan tertentu di masa lalu dibandingkan dengan periode waktu berjalannya sistem atau proses tersebut. Apabila data kejadian suatu kegagalan di masa lalu tidak tersedia, dapat menggunakan interpolasi kejadian seluruh kegagalan pada suatu waktu maupun estimasi kejadian per satuan waktu berdasarkan informasi yang

disediakan pihak yang berwenang. Berdasarkan Tabel 2.3. dapat dilihat bahwa semakin besar *rating* yang diberikan maka kemungkinan terjadinya kegagalan semakin besar. Sedangkan untuk kegagalan yang jarang atau tidak pernah terjadi diberi *rating* yang rendah.

**Tabel 2.4. Skala *Rating Detection***

<b>Rank</b>	<b>Detection</b>	<b>Criteria</b>
1	<i>Almost Certain</i>	<i>Has the highest effectiveness in each applicable category.</i>
2	<i>Very High</i>	<i>Has very high effectiveness.</i>
3	<i>High</i>	<i>Has high effectiveness.</i>
4	<i>Moderately High</i>	<i>Has moderately high effectiveness.</i>
5	<i>Medium</i>	<i>Has medium effectiveness.</i>
6	<i>Low</i>	<i>Has low effectiveness.</i>
7	<i>Slight</i>	<i>Has very low effectiveness.</i>
8	<i>Very Slight</i>	<i>Has lowest effectiveness in each applicable category.</i>
9	<i>Remote</i>	<i>Is unproven, or unreliable, or effectiveness is unknown.</i>
10	<i>Almost Impossible</i>	<i>No design technique available or known, and/or none is planned.</i>

*Rating detection* menunjukkan kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya kegagalan berdasarkan kecocokan tanda-tanda saat munculnya akar penyebab sebelum kegagalan tersebut terjadi. Berdasarkan Tabel 2.4. dapat dilihat bahwa semakin besar *rating* yang diberikan maka semakin sukar kegagalan tersebut dapat dideteksi serta diketahui penyebabnya. Kegagalan tersebut akibat belum adanya teknik atau perencanaan desain untuk mendeteksinya. Kegagalan yang penyebabnya hampir pasti diketahui diberi *rating* yang rendah. Pemberian *rating* pada skala *detection* juga digunakan untuk menilai kemampuan dari alat kontrol yang digunakan untuk mendeteksi kegagalan.

*Risk Priority Number* (RPN) merupakan nilai yang menggambarkan tingkatan prioritas suatu risiko. RPN didefinisikan sebagai hubungan antara tiga variabel yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection* (Siswanto, 2010). Nilai hasil *rating* yang didapatkan dari ketiga variabel (*severity*, *occurrence*, dan *detection*) kemudian dikalikan untuk mendapatkan nilai RPN.

Nilai RPN didapatkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.1)$$

Keterangan:

RPN = Nilai *Risk Priority Number*

S = Skor *severity*

O = Skor *occurrence*

D = Skor *detection*

Persamaan di atas digunakan untuk mendapatkan nilai RPN pada setiap langkah kerja yang dilakukan di setiap *work station*. Nilai RPN total adalah akumulasi dari seluruh perolehan nilai RPN setiap langkah kerja pada satu *work station*, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Sigma RPN = \Sigma(S \times O \times D) \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\Sigma RPN$  = Total nilai *Risk Priority Number* dalam satu *work station*

Nilai RPN menunjukkan tingkat prioritas area, *work station*, atau komponen yang memerlukan perbaikan. Semakin tinggi nilai RPN maka semakin besar kemungkinan terjadinya kegagalan dan diperlukan perbaikan sesegera mungkin. Sedangkan semakin rendah nilai RPN menunjukkan potensi risiko yang kecil atau bahkan tidak ada, sehingga perbaikan tidak perlu dilakukan dengan segera. Kendati demikian obyek penilaian tetap perlu menjadi perhatian dan dilakukan pengawasan yang berkelanjutan.

Penilaian FMEA memiliki cakupan *assessment* yang menyeluruh dalam ruang lingkup manajemen risiko. Proses *assessment* risiko terdapat pada tahap identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko (ISO 31000:2018). Penilaian FMEA bersifat kontinyu karena kondisi sistem yang dinamis atau selalu mengalami perubahan. Kondisi tersebut memungkinkan penilaian FMEA dapat dilakukan secara berulang, baik penilaian secara periodik, penilaian setelah dilakukan perbaikan sistem, maupun penilaian ketika terjadi perubahan dalam sistem.

### **2.2.6. Why-why Diagram**

*Why-why diagram* atau diagram mengapa-mengapa adalah *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab permasalahan hingga ke *root cause*. Diagram ini menggambarkan hubungan sebab akibat hingga penyebab yang mendasar dengan mempertanyakan “kenapa” pada setiap penyebab. Dengan terus mengulang pertanyaan “kenapa” akan didapat penyebab dasarnya begitu pertanyaan tersebut tidak dapat dijawab. Melalui diagram ini dapat diketahui penyebab-penyebab yang saling berkaitan hingga mengakibatkan terjadinya kegagalan atau permasalahan.

Terdapat empat tahapan dalam membuat atau menyusun why-why diagram yaitu:

- a. Mendefinisikan pernyataan mengenai permasalahan secara spesifik
- b. Mempertanyakan “kenapa dapat terjadi” pada pernyataan tersebut yang menyebabkan permasalahan dapat atau akan muncul
- c. Hasil dari pertanyaan tersebut menjadi pernyataan baru, kemudian mengulangi pertanyaan “kenapa dapat terjadi” untuk mendapatkan pernyataan-pernyataan baru pada level yang lebih mendasar
- d. Mengulangi langkah-langkah tersebut hingga mendapatkan *root cause*-nya

Hasil dari pencarian penyebab-penyebab tersebut kemudian digambarkan dalam suatu diagram pohon, dimana masing-masing pernyataan saling berkaitan baik sebagai penyebab maupun sebagai akibat.

### **2.2.7. Pengendalian Risiko**

Penentuan tindakan pengendalian risiko didasarkan pada hasil identifikasi dan penilaian risiko pada obyek yang dinilai. Sebelum mendefinisikan perbaikan yang hendak dilakukan, perlu dipertimbangkan mengenai hierarki pengendalian bahaya. Hierarki pengendalian bahaya merupakan prioritas dalam penentuan dan pelaksanaan pengendalian terhadap risiko bahaya yang ada. OHSAS 18001:2007 mendefinisikan hierarki pengendalian risiko bahaya yang terdiri dari:

- a. Eliminasi  
Eliminasi merupakan tindakan berupa perubahan atau modifikasi terhadap desain maupun sistem dengan menghilangkan bahaya yang ada. Tahap eliminasi dapat dilakukan dengan menghilangkan sumber bahaya secara

langsung maupun mengubah metode kerja sehingga penanganan sumber bahaya tidak dilakukan secara manual.

b. Substitusi

Substitusi merupakan tindakan penggantian obyek yang memiliki potensi risiko bahaya tinggi dengan obyek atau materi lain yang relatif lebih rendah tingkat risiko bahayanya. Penerapan tahap substitusi juga dapat dilakukan dengan mengurangi energi yang terdapat pada obyek berisiko bahaya tinggi, seperti mengurangi derajat kekuatan arus, tekanan, atau temperatur.

c. Pengendalian teknik

Pengendalian atau kontrol teknik merupakan tindakan modifikasi pada tingkat obyek kerja. Obyek kerja yang dimaksud dapat berupa meja kerja, alat kerja, perkakas, maupun mesin. Modifikasi yang dilakukan bertujuan untuk mengatasi potensi bahaya tanpa menghilangkan fungsi dari obyek kerja tersebut.

d. Pengendalian administrasi

Pengendalian atau kontrol administrasi merupakan tindakan pengaturan kebijakan dalam ranah pekerjaan guna menekan potensi risiko bahaya. Aturan kebijakan tersebut meliputi penetapan standar dan langkah kerja serta tanda-tanda yang meningkatkan level awas orang-orang yang berada di lingkungan tersebut. Pengendalian administrasi dapat berupa standar operasional prosedur kerja, instruksi kerja, kebijakan organisasi, dan rambu-rambu peringatan.

e. Alat Pelindung Diri (APD)

Tahap terakhir dalam hierarki pengendalian bahaya adalah pengaturan penggunaan APD. Penerapan aturan penggunaan APD yang tepat diharapkan mampu mencegah atau mengurangi dampak risiko bahaya pada manusia yang berada di lingkungan kerja. APD yang disarankan pada lingkungan kerja dapat berupa kacamata pelindung, sarung tangan, masker, sepatu, dan pelindung telinga.