

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu dijadikan referensi dalam menentukan metode dan cara yang sesuai dalam melakukan penelitian. Penelitian terdahulu yang dijadikan referensi adalah penelitian yang mengangkat topik serupa dan berhubungan dengan lokasi yang berbeda-beda tetapi masih dalam lingkup proyek pembangunan.

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi alur pembangunan pada objek penelitian. Sebagai contoh, Gita (2015) pada penelitiannya menyatakan bahwa alur pekerjaan pada proyek penelitiannya adalah sebagai berikut :

- a. Penggalian tanah.
- b. Persiapan tiang pancang pondasi.
- c. Pengecoran
- d. Pekerjaan *Bekisting*
- e. Pengerjaan pembesian.
- f. Proses pembesian
- g. Pemasangan *steel support*
- h. Penghancuran batu untuk dinding
- i. Pemasangan dan instalasi batu untuk dinding
- j. Pemasangan batu bata ringan
- k. Proses plester dinding

Namun, tahapan tersebut bergantung kepada masing-masing proyek pembangunan. Pasaribu dkk (2017) pada penelitiannya menggunakan metode observasi langsung dan juga wawancara untuk mendapatkan tahapan-tahapan pembangunan pada objek penelitiannya. Hal yang serupa juga dilakukan Apriyan dkk (2017) dalam penelitiannya menggunakan metode observasi dan wawancara untuk mendapatkan tahapan-tahapan atau alur pembangunan proyek.

Setelah mendapatkan alur kegiatan pada proyek pembangunan, langkah selanjutnya adalah identifikasi risiko-risiko apa yang dapat muncul dari setiap tahapan pembangunan. Nugroho dkk (2018) dalam penelitiannya menggunakan metode wawancara dan juga survei untuk menentukan risiko-risiko apa saja yang

dapat muncul dari setiap tahapan proyek pembangunan. Wisudawati & Patradhiani (2020) pada penelitiannya menggunakan metode serupa yaitu wawancara dan juga survei untuk menentukan risiko-risiko yang mungkin dapat terjadi pada setiap tahapan proyek pembangunan. Sebagai contoh, dalam penelitiannya Wisudawati & Patradhiani (2020) mendapatkan risiko-risiko yang mungkin muncul pada tahapan pemasangan pondasi yaitu sebagai berikut:

- a. Pekerja tertimbun oleh tanah.
- b. Pekerja dapat tersandung tali yang digunakan untuk mengukur.
- c. Terluka saat aktivitas mencangkul.
- d. Terpeleset.
- e. Menghirup debu proses pemasangan pondasi.

Pada tahapan ini, risiko-risiko yang didapatkan belum tentu sama pada setiap penelitian walaupun dalam tahapan kegiatan pembangunan yang sama. Hal ini disebabkan kondisi manusia, peralatan & lingkungan yang berbeda-beda pada setiap objek penelitian.

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah penilaian terhadap risiko-risiko yang sudah berhasil teridentifikasi dan dampak yang dapat dihasilkan dari masing-masing risiko. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, Wisudawati & Patradhiani (2020) pada penelitiannya menggunakan metode *Hazard Analysis* untuk mendapatkan penilaian risiko-risiko yang sudah teridentifikasi. Pada metode ini peneliti menilai risiko-risiko yang terjadi berdasarkan *severity* atau seberapa parah dampak yang dihasilkan dan *likelihood (Occurrence)* atau seberapa sering terjadinya. Wisudawati & Patradhiani (2020) menggunakan acuan dari AS/NZS 4360:1999 dalam menentukan *severity* dan *likelihood*. Berbeda halnya dengan yang dilakukan oleh Gita (2015) dalam penelitiannya menggunakan metode FMEA untuk menilai risiko-risiko yang teridentifikasi dari tahapan pembangunan proyek. Pada penelitiannya, penelitian dilakukan dengan berdasarkan pada *Severity*, *Occurance* dan *Detection* (seberapa mudah kegagalan tersebut dapat terdeteksi). Namun objek penelitian pada penelitian yang dilakukan oleh Gita (2015) sudah atau sedang melakukan pengendalian risiko. Gita (2015) pada penelitiannya juga melakukan penilaian berdasarkan ketiga aspek tersebut mengacu pada pedoman yang diberikan oleh Carlson (2020). Sedangkan Apriyan dkk (2017) pada penelitiannya melakukan penilaian risiko yang teridentifikasi dengan mengacu kepada Wang dkk (2009) dalam bukunya yang berjudul *Crisp Ratings for Occurance of a Failure*.

Hasil penilaian setiap risiko dari setiap tahapan tersebut kemudian ditindaklanjuti dengan melakukan perhitungan RPN atau *Risk Priority Number*. Dari RPN tertinggi dari masing-masing tahapan proyek pembangunan yang kemudian akan dilakukan analisis dengan menggunakan FTA atau *Fault Tree Analysis*. Sebagai contoh, Nugroho dkk (2018) pada penelitiannya melakukan FTA pada risiko dengan RPN tertinggi pada tahapan pemindahan alat berat yaitu tertimpa peralatan dari ketinggian. Dari FTA yang dilakukan terhadap risiko dengan RPN tertinggi tersebut didapatkan bahwa risiko tertimpa peralatan disebabkan oleh 3 faktor yang adalah manusia, lingkungan dan juga peralatan.

## **2.2. Dasar Teori**

K3 sendiri terbagi menjadi beberapa sektor salah satunya adalah sektor konstruksi yang termasuk kedalam sektor industri. Sektor konstruksi adalah salah satu sektor yang cukup beresiko dan paling berbahaya di dunia karena dapat menghasilkan kematian yang tinggi bila para pekerja tidak cukup disiplin dalam melakukan pekerjaannya. Kementerian PUPR dalam tulisannya (2017) mengatakan bahwa sepanjang tahun 2017 sampai dengan awal 2018 telah terjadi 9 kecelakaan konstruksi. Hal ini menunjukkan bahwa sektor konstruksi adalah salah satu sektor industri yang sangat berbahaya. Maka dari itu, K3 sangatlah penting untuk diperhatikan pada sektor industri untuk mengurangi ataupun menghilangkan segala kemungkinan yang dapat membahayakan manusia yang bekerja di dalamnya.

### **2.2.1. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)**

Undang-undang nomor 50 tahun 2012 mengatakan bahwa Keselamatan Dan Kesehatan Kerja adalah sebuah usaha yang bertujuan untuk menjamin dan melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja dalam melakukan pekerjaannya (Menteri Kesehatan,2020). Sedangkan WHO (2021) mengatakan bahwa *occupational health* adalah sebuah usaha yang bertujuan untuk menjaga keselamatan fisik, mental dan kesejahteraan sosial tetap dalam level yang tinggi. Sholihah (2018) pada bukunya mengatakan bahwa K3 dapat didefinisikan sebagai sebuah ilmu pengetahuan yang mempelajari dan berfokus pada langkah antisiasi, langkah evaluasi, dan langkah pengendalian dari bahaya dan risiko yang timbul dari sebuah pekerjaan.

Berdasarkan pengertian yang dikemukakan oleh Menteri Kesehatan Indonesia, juga WHO dan Sholihah maka dapat disimpulkan bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah sebuah usaha yang dilakukan oleh seseorang atau sebuah pihak yang berusaha untuk menjaga dan menjamin keselamatan dan kesejahteraan para pekerja yang bekerja baik secara fisik, mental dan juga kesejahteraan sosial.

Pada penerapan K3, berbagai aspek dipertimbangkan dan dipikirkan agar dapat menciptakan lingkungan yang aman bagi para pekerja. Sholihah (2018) mengatakan bahwa berbagai macam struktur, keterampilan, pengetahuan, dan kapasitas analisis sangat dibutuhkan untuk mengkoordinasikan dan melaksanakan semua hal – hal kompleks yang membentuk sistem K3 nasional sehingga perlindungan dapat dirasakan hingga pekerja dan lingkungan hidup. WHO (2021) juga menyatakan bahwa dalam mengaplikasikan K3 memerlukan sistem manajerial yang efektif, kebijakan-kebijakan yang dapat mengatur dengan baik, dan adanya kemauan dari para partisipan untuk menerapkan manajemen yang efektif untuk meningkatkan K3. Dapat disimpulkan bahwa penerapan K3 pada kenyataannya bukan sesuatu yang mudah dan *simple*. Hal ini membutuhkan keseluruhan aspek dari sistem agar pengimplementasian K3 dapat berdampak secara efektif.

### **2.2.2. Makna Lambang dan Logo K3**

K3 memiliki sebuah lambang dan logo yang merepresentasikan nilai – nilai pokok dalam pelaksanaan K3. Lambang dan logo dari Kesehatan dan Keselamatan Kerja ditampilkan pada gambar 2.1. di bawah ini.



**Gambar 2.1. Lambang dan Logo K3**

Kementerian Kesehatan Indonesia (2021) mengatakan bahwa keputusan 1135 tahun 1987 Tentang Bendera Keselamatan Dan Kesehatan Kerja menjelaskan lambang K3. Pada lambang dan logo terdapat Palang Berwarna Hijau yang terletak di tengah lingkaran yang dikelilingi Roda Begigi Sebelas. Lambang dan logo ini memiliki dasar Warna Putih yang juga memiliki makna tersendiri.

Palang yang terletak pada posisi tengah dapat diartikan sebagai kondisi yang bebas dari kecelakaan dan penyakit yang diakibatkan oleh kerja (PAK). Roda gigi yang mengelilingi palang tersebut dapat diartikan sebagai bekerja dengan kesegaran jasmani dan rohani. Roda gigi yang sama memiliki jumlah 11 gigi yang dapat diartikan sebagai sebelas bab dalam Undang – Undang No 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. Selanjut dasar Warna Putih dapat diartikan sebagai Bersih dan Suci. Selanjutnya Warna Hijau dapat diartikan sebagai selamat, sehat dan sejahtera dalam melakukan pekerjaan. Aturan – aturan lain dari ukuran lambang, logo dan bendera dari pada K3 ini juga diatur dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia (No: KEP.1135/MEN/1987) Tentang Bendera Keselamatan Dan Kesehatan Kerja.

### **2.2.3. Failure Methods and Effect Analysis**

FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan kegagalan dari sebuah komponen dalam sebuah kegiatan, proses atau sistem dan dampak apa yang dapat ditimbulkan dari kemungkinan kegagalan tersebut (Mansdorf, 2019). Metode ini adalah metode yang membantu mengamankan hal-hal krusial dari sebuah sistem dan mencegah sistem tersebut untuk gagal (Jensen, 2020). Metode ini adalah metode yang berusaha untuk mencari hal-hal apa saja yang dapat menyebabkan kegagalan dalam sebuah sistem dan mencari penyebab dari kemungkinan kegagalan tersebut. Metode ini tepat untuk digunakan bila ingin menganalisa sebuah sistem yang kompleks dan saling berkaitan erat.

Metode FMEA adalah metode yang tidak cocok bila digunakan untuk menganalisis risiko yang mayoritas disebabkan oleh *unsafe behavior*. Metode ini lebih sesuai ketika ingin menganalisis risiko-risiko yang mungkin muncul dan disebabkan oleh peralatan yang digunakan dalam bekerja ataupun lingkungan tempat pekerja (Mansdorf, 2019). Dalam K3, kegagalan dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang mencelakaakan manusia baik secara fisik dan mental.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa FMEA adalah sebuah metode preventif dari terjadinya kecelakaan kerja pada sebuah sistem yang terdiri dari komponen-komponen yang saling berkaitan dan hanya berfokus pada risiko-risiko kecelakaan yang disebabkan oleh peralatan dan juga lingkungan kerja tanpa mempertimbangkan *human error* di dalamnya.

Menurut Goetsch (2015) pada bukunya, penerapannya metode ini akan melakukan beberapa hal terhadap sistem sebagai berikut:

- a. Membedah sebuah sistem secara kritis dengan pertanyaan-pertanyaan.
- b. Membagi sistem menjadi beberapa komponen. atau kegiatan.
- c. Menganalisis dan mengidentifikasi risiko kemungkinan kegagalan dari masing-masing komponen atau kegiatan sistem tersebut.
- d. Memberikan penilaian setiap risiko yang mungkin muncul dengan berdasarkan derajat bahaya. (0=Tidak berbahaya, 1=Sedikit, 2=Sedang, 3=Ekstrim, 4=Mematikan).
- e. Menganalisis dan mengidentifikasi dampak apa yang dapat diberikan dari masing-masing risiko yang mungkin terjadi dari setiap komponen atau kegiatan sistem.

Menurut Mansdorf (2019) pada bukunya, langkah-langkah yang harus dilakukan ketika ingin menerapkan metode ini untuk mengidentifikasi risiko-risiko yang mungkin muncul pada sebuah sistem adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi dan deskripsikan *equipment*

Pada langkah ini, peneliti haruslah mengidentifikasi setiap komponen yang terlibat di dalam sistem. Dalam konstruksi pembangunan langkah ini dapat diartikan dengan meidentifikasi setiap langkah-langkah pembangunan atau alur pembangunan dari awal sampai akhir dan segala peralatan yang terlibat dalam tahapan pembangunan.

- b. Tentukan kegagalan yang mungkin terjadi

Dalam tahapan ini yang harus dilakukan oleh peneliti adalah meidentifikasi segala kemungkinan kegagalan atau risiko pada setiap komponen pada sistem. Pada konstruksi, langkah ini dapat diartikan sebagai mengidentifikasi risiko kegagalan pada setiap tahapan pembangunan dari awal hingga akhir dan peralatan yang terlibat dalam tahapan pembangunan.

- c. Tentukan dampak yang ditimbulkan dari risiko kegagalan tersebut.

Pada tahap ini, segala risiko dari tiap-tiap komponen sudah teridentifikasi, maka yang perlu untuk dilakukan adalah menentukan dampak apa saja yang dapat

ditimbulkan dari setiap risiko tersebut. Pada konstruksi dan dalam konteks K3 yang perlu ditentukan adalah dampak yang dapat ditimbulkan dari masing-masing risiko pada setiap tahap pembangunan kepada keselamatan para pekerja bangunan.

d. Menilai setiap risiko yang ada.

Pada tahap ini, dilakukan penilaian terhadap risiko-risiko yang ada dengan berdasarkan kepada *likelihood* dari risiko, *severe* dari risiko, dan *detection* dari risiko. Langkah ini menerjemahkan risiko-risiko yang muncul dalam bentuk kuantitatif dan menghasilkan RPN atau *Risk Priority Number*. Berdasarkan hasil dari tahap inilah peneliti akan mengetahui risiko mana yang harus menjadi prioritas.

Metode FMEA sendiri dapat dibagi mejadi 3 jenis umum (Gita, 2015), yaitu:

- i. Sistem FMEA, Sistem FMEA berfokus pada analisis kemungkinan eror pada keseluruhan sistem yang besar dari terdiri dari banyak subsistem yang saling berkaitan. Fokus dari jenis ini adalah untuk menganalisis kemungkinan kegagalan pada interaksi pada subsistem – subsistem tersebut.
- ii. Desain FMEA, desain FMEA berfokus pada desain dari sebuah prouduk. Fokus dari jenis ini adalah menganalisis kemungkinan kegagalan atau eror dari produk tersebut sebelum akhirnya mulai untuk diproduksi.
- iii. Proses FMEA, proses FMEA berfokus pada kegiatan dari manufaktur atau perakitan dari produk. Jenis ini berfokus untuk menganalisis kemungkinan kegagalan yang dapat terjadi atau kecelakaan yang dapat terjadi pada proses perakitan atau manufaktur tersebut.

e. Merekomendasikan aksi

Berdasarkan tahapan sebelumnya yang menghasilkan RPN, maka pada tahapan ini tindakan-tindakan sebagai solusi perlu dikembangkan.

Pada Gambar 2.2. adalah contoh FMEA *Worksheet* yang dikemukakan oleh Mansdorf (2019) dalam bukunya.

Component description	Failure mode	Effects	Risk	Recommended action
			Probability/severity	

**Gambar 2.2. Contoh Form FMEA**

Metode ini kemudian akan mengukur tingkat kegagalan yang mungkin muncul pada sebuah aktivitas dengan menggunakan 3 parameter yaitu keparahan/*severity* (S), kejadian/*Occurance* (O), dan deteksi/*detection* (D).

Mansdorf (2019) mengatakan bahwa *severity* adalah seberapa parah sebuah risiko berdampak bagi para korban atau responden. Sedangkan *occurance* adalah seberapa sering sebuah risiko atau kecelakaan kerja terjadi kepada korban atau kepada responden. *Detection* adalah seberapa mudah atau sulit sebuah risiko dapat terdeteksi. Namun *detection* hanya dapat dilakukan ketika sebuah penanganan atau tindakan pengendalian risiko sudah dilakukan atau sedang dilakukan. Pada perhitungan parameter keparahan (S) terdapat 10 tingkat mulai dari tingkat 1 yang tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa) hingga tingkat 10 dengan dampak kehilangan nyawa atau merubah kehidupan. Kesepuluh tingkatan *severity* ini kemudian dipertimbangkan kepada setiap kegiatan

Perhitungan *severity index* menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

a = Konstanta Penilaian

$x_i$  = Probabilitas responden

$i = 0,1,2,3,4 \dots n$

Pada perhitungan *severity index*, risiko dapat diberikan nilai sesuai dengan keterangan yang tertera pada tabel 2.1. di bawah ini untuk mendapatkan nilainya.

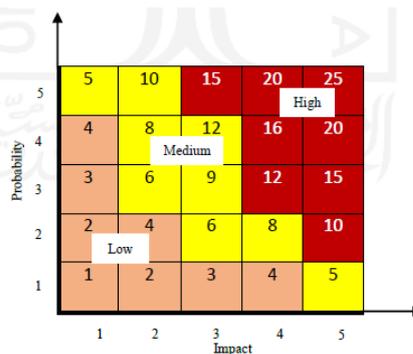
**Tabel 2.1. Skala Severity index**

Uraian	Kode	Skala	Severity index
Sangat Kecil	SK	1	$\leq 20$
Kecil	K	2	$> 20-40$
Sedang	S	3	$> 40-60$
Besar	B	4	$> 60 - 80$
Sangat Besar	SB	5	$> 80 - 100$

Sedangkan perhitungan RPN menggunakan rumus 2.2. sebagai berikut

$$RPN = Severity \times Occurrence \quad (2.2)$$

Keterangan *high, medium* atau *low* pada hasil perhitungan RPN didasarkan pada gambar 2.3.



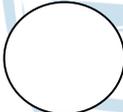
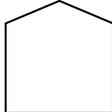
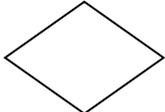
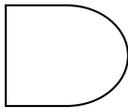
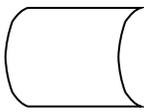
**Gambar 2.3. Keterangan Skala RPN**

#### 2.2.4. Fault Tree Analysis

Menurut Jensen (2019) *fault tree analysis* adalah sebuah alat yang digunakan untuk memahami bagaimana sebuah hal yang tidak diinginkan dapat terjadi. Dengan begitu maka sebuah masalah atau hal-hal yang tidak diinginkan dapat dihindari karena penyebab dari masalah tersebut sudah dapat diketahui sejak awal.

Fungsi dari *fault tree analysis* inilah yang kemudian membuat alat identifikasi ini cocok untuk digunakan ketika ingin melakukan *risk assesment*. Pada *fault tree analysis* terdapat beberapa simbol dasar yang berguna untuk menjelaskan beberapa hal. Menurut Jensen (2019) pada bukunya simbol-simbol tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2. sebagai berikut.

**Tabel 2.2. Simbol-Simbol FTA**

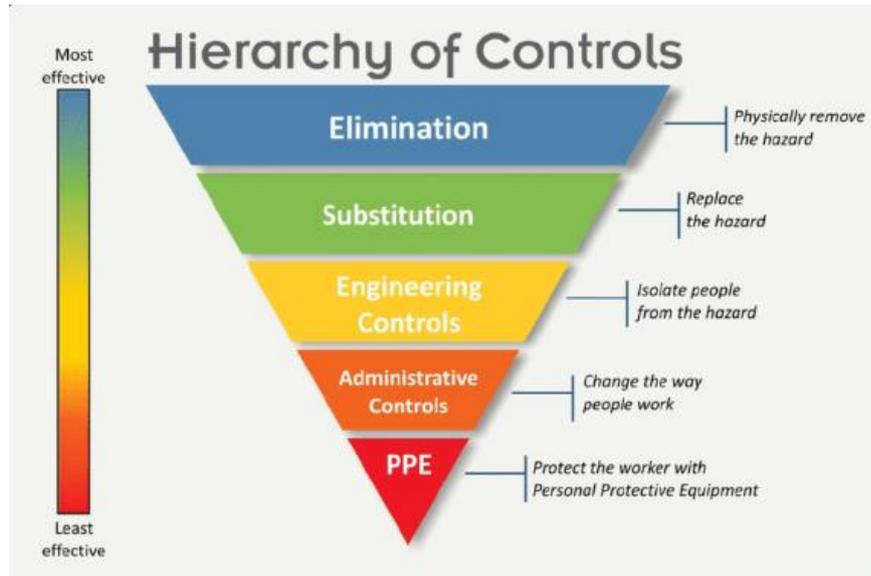
Simbol	Keterangan
	Kejadian atau kondisi ( <i>top or intermediate</i> ).
	<i>Basic events</i>
	<i>Normal event</i>
	<i>Event yang belum dikembangkan lebih lanjut.</i>
	Gerbang logika AND
	Gerbang logika OR

*Top event* adalah sebuah kondisi yang dianggap merupakan sebuah kejadian yang membahayakan para pekerja atau manusia. Sebagai contoh, salah satu *top event* di proyek pembangunan adalah pekerja terkena paku. Kemudian pada diagram *fault tree* akan ada sebuah gerbang yang menjelaskan sebab dari *top event* pada diagram. Gerbang tersebut adalah AND atau OR, gerbang AND digunakan ketika *top event* dapat disebabkan oleh beberapa *event* lainnya sedangkan gerbang OR digunakan ketika *top event* disebabkan oleh salah satu dari banyak *event*. Selanjutnya, akan dilanjutkan dengan simbol lingkaran atau *basic event*. *Basic event* adalah kejadian yang merupakan kejadian paling dasar yang dapat menyebabkan sebuah *top event*.

#### **2.2.5. Hierarki Pengendalian Risiko**

Setiap melakukan aktivitas pekerjaan sering terjadinya kecelakaan kerja, salah satu penyebabnya adalah kelalaian pekerja, mesin dan peralatan yang digunakan, maupun lingkungan kerja yang buruk. Kecelakaan kerja memberikan dampak negatif bagi para pekerja dan perusahaan, maka sangat perlu dilakukan proses identifikasi untuk mengurangi dan mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Hal pertama yang harus diketahui adalah potensi bahaya serta risiko yang mungkin terjadi selama aktivitas berlangsung. Bahaya merupakan segala sesuatu yang berpotensi mengakibatkan kerugian, kerusakan, sakit, kecelakaan, hingga kematian dalam sistem kerja. Bahaya tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, namun mampu dikendalikan dan diminimalisir. Risiko merupakan suatu kemungkinan yang merugikan individu atau kelompok yang ditimbulkan dari suatu bahaya.

Terdapat cara untuk mengendalikan risiko yang mungkin, salah satunya dengan pendekatan hierarki pengendalian risiko yang terdiri dari 5 urutan berdasarkan tingkat keefektifannya. Gambar 2.4. menunjukkan piramida pengendalian risiko.



**Gambar 2. 4. Hierarki Pengendalian Risiko**

(Sumber: Morris Gary A, dkk. (2019))

Lima urutan pengendalian risiko seperti pada Gambar 2.4. sebagai berikut:

a. Eliminasi

Eliminasi adalah tindakan yang menghilangkan sebagian atau keseluruhan dari suatu operasi kerja yang dianggap sangat merugikan. Oleh karena itu, pengendalian eliminasi bersifat permanen dan hal utama yang diprioritaskan, sebab mampu meniadakan potensi bahaya yang terjadi.

b. Substitusi

Substitusi adalah cara pengendalian risiko yang menggantikan aktivitas atau alat dan bahan yang mempunyai bahaya dan risiko tinggi ke alternatif yang lebih aman. Langkah substitusi tidak hanya menghilangkan kegiatan pada system kerja, tetapi terdapat berbagai alternatif yang mampu menggantikan suatu kegiatan yang dieliminasi.

c. Rekayasa Teknik

Rekayasa teknik adalah tindakan pengendalian yang memberikan suatu objek kepada mesin atau alat yang dapat mencegah para pekerja terpapar dari potensi bahaya yang timbul. Misalnya, menambahkan pengaman mesin, penutup mesin, dan sebagainya.

d. Kontrol Administrasi

Kontrol administrasi adalah langkah pengendalian risiko yang berinteraksi langsung terhadap individu pekerja, seperti melakukan pelatihan, pengawasan, kebijakan, penerapan prosedur kerja yang jelas dan tepat. Adanya control

administrasi mampu memberikan wawasan kepada para pekerja mengenai pentingnya mematuhi K3 selama aktivitas kerja berlangsung.

e. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri sering dikenal sebagai APD adalah barang atau pakaian yang dipakai oleh pekerja bertujuan untuk membatasi dan mengurangi potensi bahaya dan risiko terhadap tubuh pekerja tersebut. APD merupakan cara pengendalian risiko paling bawah atau langkah perlindungan terendah, serta tidak dapat diandalkan. Sebab, alat pelindung diri membutuhkan biaya yang cukup tinggi dibandingkan keempat cara pengendalian lainnya.

