

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Di dalam penelitian saya yang berjudul “OPTIMALISASI PERAWATAN *MAIN ENGINE FRESH WATER COOLING* PADA MESIN INDUK. Penilaian resiko dengan metode *hazop* dalam perawatan sistem pendingin air tawar di MV. DK 01“. Penelitian saya ini menggunakan metode *hazop*, oleh karena itu penulis akan menjelaskan terlebih dahulu tentang pengertian atau definisi-definisi yang terdapat pada metode *hazop*.

Konsep dasar dari metode *hazop* adalah probabilitas dari suatu *item* untuk dapat melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan, pada kondisi pengoperasian dan lingkungan tertentu untuk periode waktu yang telah ditentukan. *Item* yang dipakai dalam definisi *hazop* dapat mewakili semua komponen, sub sistem atau sistem yang dapat dianggap satu kesatuan. Definisi di atas dapat dijadikan empat komponen pokok meliputi:

1. Probabilitas
2. Kinerja (*Performance*) yang memadai
3. Kondisi pengoperasian
4. Waktu

*Hazop* adalah cara untuk mengidentifikasi masalah resiko dan pengoperasian. Konsepnya meliputi investigasi dari desain tujuan. Dalam proses mengidentifikasi masalah selama pembelajaran *hazop*, pemecahan terekam sebagai bagian dari hasil *hazop* dan bagaimanapun juga, harus ada kepedulian

untuk menghindari percobaan demi menemukan kenyataan, karena tujuan utama dari *hazop* adalah untuk mengidentifikasi masalah. Walaupun pelaksanaan *hazop* berpengalaman tetapi latihan yang didasarkan pada pembelajaran ketika desain baru atau teknologi tercakup di dalamnya adalah sangat penting. Ini digunakan dalam tahap dari kelangsungan perusahaan. *Hazop* didasarkan pada prinsip dimana beberapa ahli dengan perbedaan identifikasi dalam banyak masalah harus bekerja sama tetapi mereka bekerja terpisah dan hasilnya dikombinasikan untuk mendapatkan keputusan.

The “*Guide Word*” *hazop* adalah parameter yang paling memahami masalah *hazop*, dengan kombinasi dari beberapa spesifikasi yang telah dikembangkan. Kekhususan ini akan didiskusikan sebagai modifikasi dari *guide word*, tidak untuk ditempatkan sebagai hal yang tidak berguna dari pada pendekatan *guide word*. Tentu saja dalam banyak situasi yang bervariasi lebih efektif dari pada pendekatan *guide word*.

#### 1. Definisi dan Tujuan *Hazop*

*The Hazard and Operability Study*, dikenal sebagai *hazop* adalah standar teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah operabilitasnya. Studi *hazop* adalah pengujian yang diteliti oleh group spesialis, dalam bagian sebuah sistem mengenai apakah yang akan terjadi jika komponen tersebut dioperasikan melebihi dari normal model desain komponen yang telah ada.

Tujuan penggunaan *hazop* adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses

penyimpangan dapat mendorong ke arah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan.

## 2. Konsep *Hazop*

Istilah-istilah *terminology (keywords)* yang dipakai untuk mempermudah pelaksanaan *hazop* antara lain:

- a. *Deviation* (penyimpangan) adalah kata kunci kombinasi yang sedang diterapkan. (merupakan gabungan dari *guide word* dan *parameters*).
- b. *Cause* (penyebab) adalah penyebab yang kemungkinan besar akan mengakibatkan terjadinya penyimpangan.
- c. *Consequence* (akibat/konsekuensi), dalam hal ini menentukan *consequence* tidak boleh melakukan batasan karena hal tersebut bisa merugikan pelaksanaan penelitian.
- d. *Safeguards* (usaha perlindungan), adanya perlengkapan pencegahan yang mencegah penyebab atau usaha perlindungan terhadap konsekuensi kerugian akan didokumentasikan pada kolom ini. *Safeguards* juga memberikan informasi pada operator tentang penyimpangan yang terjadi dan juga untuk memperkecil akibat.
- e. *Action* (tindakan yang dilakukan), apabila suatu penyebab dipercaya akan mengakibatkan konsekuensi *negative*, harus diputuskan tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan. Tindakan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu tindakan yang mengurangi atau menghilangkan penyebab dan tindakan yang menghilangkan akibat (konsekuensi). Sedangkan apa yang terlebih dahulu diputuskan, hal ini tidak selalu memungkinkan, terutama ketika berhadapan dengan kerusakan peralatan. Namun, pertama-tama selalu diusahakan untuk

menyingkirkan penyebabnya, dan hanya dibagian mana yang perlu untuk mengurangi konsekuensi.

- f. *Node* (titik studi), merupakan pemisahan suatu unit proses menjadi beberapa bagian agar studi dapat dilakukan lebih terorganisir. Titik studi bertujuan untuk membantu dalam menguraikan dan mempelajari suatu bagian proses.
- g. *Severity*, merupakan tingkat keparahan yang diperkirakan dapat terjadi.
- h. *Likelihood* adalah kemungkinan terjadinya konsekuensi dengan sistem pengamanan yang ada.
- i. *Risk* atau resiko merupakan kombinasi kemungkinan *likelihood* dan *severity*.  
O, Connor, Jurnal Penelitian Engineering (1991: 172).

### 3. Pengertian *Hazard* dan *Risk Management*

Di dalam mengontrol sistem. Jika kita ingin mengontrol sistem pertama, kita harus memastikan bagaimana cara untuk mengetahui bahaya apa saja yang nantinya yang akan kita hadapi. Kita harus bisa mengontrol kemungkinan kerugian dan resiko atau kesalahan kerja yang menyebabkan bahaya, jadi kita harus bisa mengidentifikasi resiko dan bahaya tersebut.

#### a. *Hazard*

*Hazard* atau bahaya merupakan karakteristik fisik atau kimia yang melekat yang memiliki potensi untuk menyebabkan kerugian kepada orang, barang, atau lingkungan. Dalam proses kimia yang dimaksud adalah kombinasi dari bahan berbahaya, lingkungan operasi dan peristiwa yang tidak direncanakan yang dapat menimbulkan kecelakaan.

b. *Risk*

*Risk* atau resiko biasanya sebagai kombinasi dari tingkat keparahan dan probabilitas dari suatu peristiwa. Dengan kata lain, seberapa sering hal ini bisa terjadi dan seberapa buruk itu ketika itu tidak terjadi. Resiko dapat dievaluasi secara kualitatif maupun kuantitatif.

$$\text{Risk} = \text{Frequency} \times \text{Consequence of Hazard}$$

c. *Risk reduction*

*Risk reduction* atau pengurangan resiko dapat dicapai dengan mengurangi baik frekuensi peristiwa berbahaya atau konsekuensi atau dengan mengurangi keduanya. Pada umumnya, pendekatan yang paling diinginkan adalah untuk pertama mengurangi frekuensi karena semua peristiwa cenderung memiliki implikasi biaya, bahkan tanpa konsekuensi yang mengerikan. Jika kita tidak dapat mengambil bahaya, kita harus mengurangi resiko itu berarti mengurangi frekuensi atau mengurangi konsekuensi.

d. Prinsip manajemen keselamatan

Prinsip ini membantu untuk melihat prinsip-prinsip manajemen risiko karena mereka bisa langsung diterapkan untuk keselamatan manajemen. Memahami manajemen resiko akan menunjukkan kepada kita bagaimana penelitian bahaya dan kegiatan analisis resiko sesuai dengan tugas keseluruhan mengelola resiko dalam suatu perusahaan. Kami kemudian akan melihat prinsip-prinsip identifikasi bahaya, penilaian resiko dan resiko pengurangan, mengetahui bagaimana mereka semua datang bersama-sama di bawah manajemen resiko. (David Macdonald, *Hazops, Trips and Alarm* 2014;2).

Untuk memudahkan dalam penulisan dan pemaparan masalah yang nantinya akan dibahas pada Bab IV, maka dalam bab ini, penulis sampaikan landasan-landasan penulis dalam melakukan penelitian. Karena dalam sistem pendingin air tawar terdapat peralatan-peralatan yang banyak dan sangat kompleks, maka untuk memudahkannya perlu adanya ulasan yang mendetail mengenai bagian-bagian sistem pendingin air tawar dan hal-hal atau teori yang berkaitan dengan sistem pendingin air tawar.

#### 4. Teori Dasar Sistem Pendingin Air Tawar

Dalam ruang pembakaran sebuah mesin *diesel* akan terjadi temperatur  $1800^{\circ}\text{K}$  atau lebih pada waktu pembakaran. Selama awal pembuangan gas, setelah terjadi ekspansi dalam silinder, temperatur gas pembakaran masih akan mempunyai temperatur  $1000^{\circ}\text{K}$ .

Dinding ruang pembakaran (tutup silinder, bagian atas torak, bagian atas lapisan silinder), katup buang dan disekitarnya, termasuk antara pintu buang akan menjadi sangat panas karena gas tersebut. Untuk mencegah pengurangan besar dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara *thermis* dari bagian mesin, maka bagian-bagian tersebut harus didinginkan. Khusus mengenai lapisan silinder berlaku pula bahwa lapisan pelumas harus tetap dijaga kondisinya yang berarti memerlukan pendinginan pula.

Bagian mesin berikut dalam rangka pembakaran harus mendapat pendinginan:

- a. Bagian dari lapisan silinder
- b. Tutup silinder

- c. Bagian atas torak
- d. Rumah katup buang dan sejenis, termasuk juga katup buang
- e. Bagian dari katup bahan bakar disekeliling pengabut
- f. Rumah turbin gas buang

Sebagai akibat dari gesekan panas yang terjadi, jalan hantar dari mesin kepala silang juga didinginkan. Pada mesin dengan pengisian tekan temperatur bilas dan temperatur pembakaran udara akan meningkat akibat kompresi. Udara tersebut setelah mengalami kompresi, didinginkan untuk mendapatkan kepekatan udara yang sebesar-besarnya (pengisian tekan sangat tergantung pula), dan untuk menurunkan temperatur gas pada waktu pembakaran dan pembuangan ke turbin gas buang. P. Van Maanen, jilid I (1997: 8.1).

#### 5. Pendingin Plaat

Di samping pemindah panas, telah banyak diterapkan dengan berbagai ragam yang permukaan untuk pemindahan panas terdiri dari sebuah berkas pipa, semakin meningkat pula penggunaan pemindah panas plaat di atas kapal, khusus sebagai pendingin sentral dalam sistem air pendingin sentral. Sebagai keuntungan dari pemindah panas plaat terhadap pemindah panas pipa dapat disebutkan:

- a. Bangunan yang padat/kompak

Permukaan yang memindahkan panas di tempatkan dalam suatu volume yang kecil sedangkan akibat plaat yang tipis serta pusaran intensif dari cairan akan menghasilkan pemindahan panas (plaat-plaat) tidak memerlukan ruangan *extra* bila dibandingkan dengan pemindahan panas pipa.

b. Dapat dicapai dengan mudah

Paket plaat diikat menjadi satu dengan baut penghubung, dapat dibuka dalam beberapa menit sehingga sebuah plaat yang rusak dapat diganti dengan cepat, tanpa memerlukan las, membor atau merol.

c. Fleksibilitas

Pemindah panas plaat terdiri dari sebuah modul dengan beberapa plaat yang variabel yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

d. Material

Semua plaat pemindah panas harus dibuat dari unsur titanium memiliki tahanan besar terhadap korosi dan erosi.

6. Pendingin Piston Dengan Air Tawar

Pendingin air tawar mendinginkan bagian dalam piston. Air pendingin masuk ke dalam piston melalui pipa-pipa *telescope*, setelah mendinginkan piston, air tawar pendingin keluar melalui pipa *telescope* juga.

a. Pendinginan piston dengan air tawar memiliki keuntungan dan kerugian, keuntungan dengan memakai sistem seperti ini adalah:

- 1) Efek pendingin lebih baik
- 2) Harga air tawar lebih murah
- 3) Konstruksi *telescope pipe* sederhana

b. Kerugian dari sistem ini yaitu:

- 1) *Waterseal* bocor, pelumas *carter* tercemar
- 2) Kurang optimalnya pada sistem ini

## 7. Sistem Pendinginan Menggunakan Air Tawar

### a. Sistem pendinginan tertutup

Keuntungan dari sistem pendingin tertutup adalah:

- 1) Dengan media air tawar, maka resiko terhadap korosi dapat dicegah/dihindari.
- 2) Pengaturan temperatur masuk dan temperatur keluar dari air pendingin lebih mudah diatur lewat *cooler*

Kerugian dari sistem pendingin tertutup yaitu:

- 1) Ketergantungan terhadap persediaan air tawar pendingin.
- 2) Sistem penataan pipa menjadi lebih mahal, karena adanya *cooler*, tangki ekspansi, dan pipa-pipanya.

### b. Pengertian sistem pendingin

Apabila panas tersebut tidak didinginkan maka akan mengakibatkan kerusakan. Pendinginan merupakan suatu kebutuhan, tetapi pendinginan dapat juga menjadi suatu kerugian, jika dilihat dari segi pemanfaatan energi panas, karena itu energi panas yang dihisap dalam pendinginan tersebut hendaklah sekecil-kecilnya dan diusahakan temperatur silinder yang seoptimal mungkin. Jadi pengertian pendinginan adalah usaha yang bertujuan untuk menjaga supaya temperatur di dalam mesin *diesel* tersebut dapat seoptimal mungkin sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan mesin, bahwa tidak lancarnya pada sistem pendinginan dapat menimbulkan masalah pada komponen dan mengganggu kinerja pada mesin *diesel*, yang diakibatkan oleh:

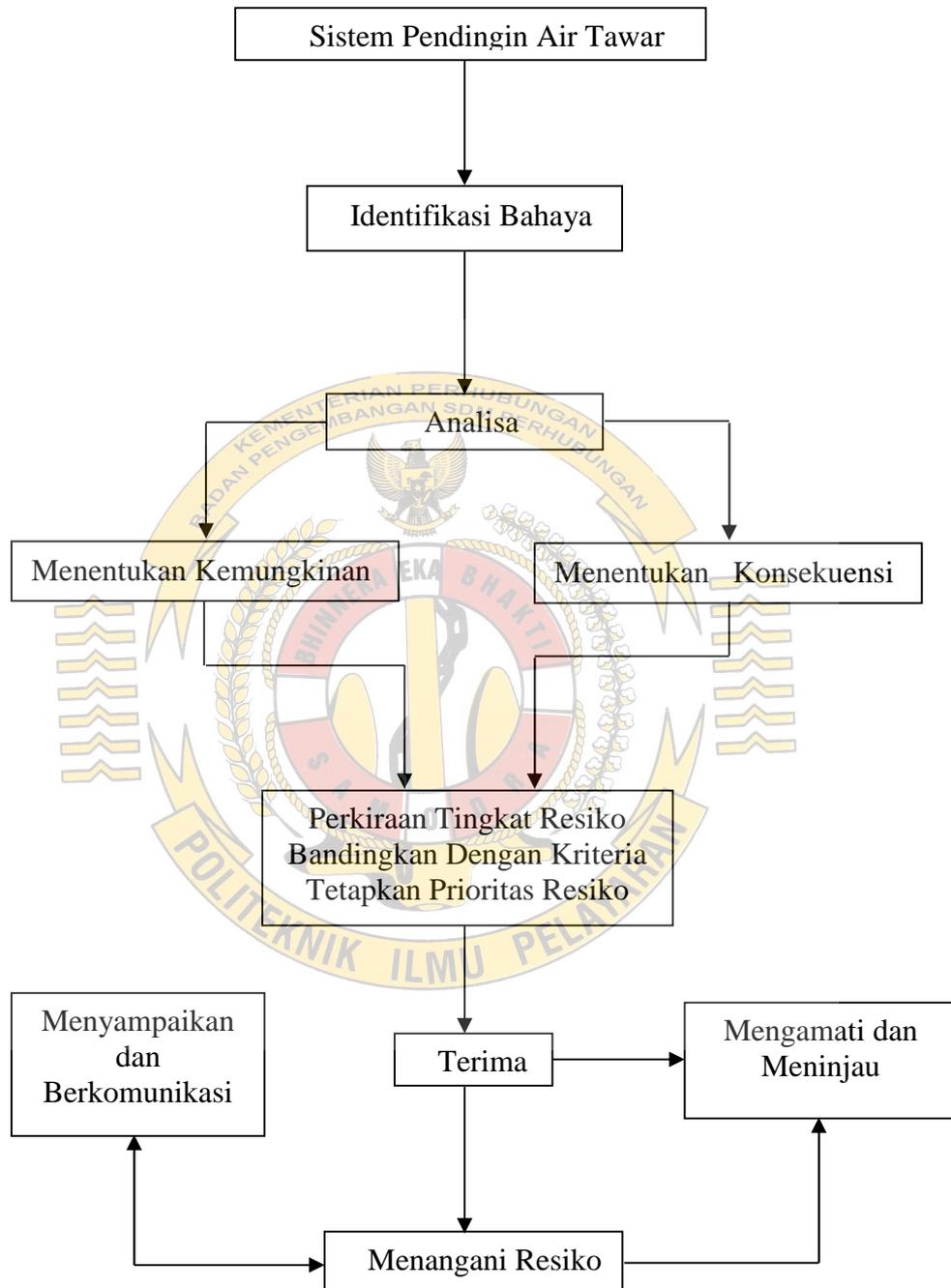
- 1) Tidak dilaksanakannya perawatan yang terencana pada sistem pendinginan mesin *diesel*, serta kurangnya sistem perawatan pendinginan yang lain, sehingga mengakibatkan sirkulasi pada sistem pendinginan menjadi tidak lancar serta menurunnya temperatur dan tekanan pada sistem tersebut, hal ini terjadi karena pompa, *cooler* dan pipa-pipa pada sistem mengalami kerusakan serta sirkulasi air tawar yang tercampur dengan endapan lumpur atau kerak akibat proses korosi sistem tersebut.
- 2) Pengaturan *valve by pass* pada *fresh water cooler* pada mesin *diesel* tidak sesuai dengan instruksi *manual book*, sehingga dapat mengakibatkan tidak lancarnya sistem pendinginan yang dikehendaki.

c. Sirkulasi Sistem Pendinginan

Pendinginan dari sebuah mesin *diesel* diperlukan suatu sistem yang terdiri dari pipa, pompa dan pendingin atau *cooler*. Sistem tersebut sering berbentuk kompleks karena baik mesin induk maupun mesin bantu dihubungkan menjadi satu sistem pendinginan, termasuk beberapa pesawat bantu dan alat bantu lainnya agar menjadi jelas. Sistem pendingin yang dimaksud adalah sistem pendingin tertutup yang bahan pendinginya adalah air tawar. Dan memiliki prinsip sebagai berikut:

Dimana sistem ini terdiri dari bagian air yang berfungsi untuk mendinginkan air tawar yang mendinginkan bagian mesin. Mesin *diesel* akan timbul panas, maka pendinginan air tawar yang mengalir dalam sirkulasi tertutup, selanjutnya air pendingin akan menyerahkan panas tersebut kepada air laut di dalam pendinginan atau *cooler*.

## B. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.4. Kerangka Pikir Penelitian.

Kerangka pemikiran dalam bagan di atas menerangkan bahwa dalam suatu karya ilmiah harus dilengkapi dengan kerangka pikiran yang menggambarkan masalah yang menjadikan sebab dan kenapa sering terjadi hal-hal tersebut, di dalam kerangka pikiran juga menerangkan proses berpikir penulis untuk mencari cara penyelesaiannya dan hasil yang sudah didapat diharapkan benar-benar dapat meningkatkan hasil dari kerja tersebut, dari kerangka berpikir di atas dapat dijabarkan sedikit gambaran bahwa penulis ingin membahas permasalahan yang dihadapi dan upaya penyelesaiannya dalam penelitian ini ke dalam kerangka berpikir.

Pada metode *hazop* dalam tahap mengidentifikasi bahaya dilakukan untuk menjawab pertanyaan, "apa yang bisa terjadi, bagaimana hal ini bisa terjadi". Hasilnya adalah kita akan menemukan daftar resiko bahaya dari sub sistem dengan kemungkinan yang akan terjadi pada pesawat tersebut nantinya.

Langkah selanjutnya adalah tahap dimana kita harus menganalisa dan mempertimbangkan resiko bahaya dari pada pesawat sistem pendingin, dan menetapkan tingkatan resiko berdasarkan kriteria yang telah disebutkan pada daftar identifikasi bahaya sebelumnya. Kemungkinan dan konsekuensi harus ditemukan dan dikalikan bersama-sama dan diterapkan untuk skala resiko yang digunakan untuk menetapkan prioritas utama dari daftar identifikasi bahaya yang telah dibuat. Resiko adalah sesuatu yang dapat kita ukur dengan perkiraan dan menciptakan skala berdasarkan frekuensi dan konsekuensi. Kita dapat mengukur konsekuensi dalam beberapa bagian dalam skala kuantitatif sebagai berikut:

1. *Insignificant*/tidak berarti, yaitu skala yang berarti frekuensi dalam bagian ini tidak berpengaruh apapun atau tidak menimbulkan resiko bahaya yang berarti.
2. *Minor*/kecil, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut berpengaruh kecil dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.
3. *Moderate*/menengah, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut risikonya menengah dalam menimbulkan resiko bahaya.
4. *Major*/besar, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko besar dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.
5. *Catastrophic*/fatal, yaitu skala yang berarti frekuensi tersebut beresiko sangat fatal dalam menimbulkan suatu resiko bahaya.

Demikian pula dengan konsekuensi dari frekuensi yang ditimbulkan dapat kita tentukan dalam skala kualitatif (deskriptif tetapi tidak mendefinisikan angka). Dalam skala ini menjelaskan tentang sering terjadinya atau jarang terjadinya suatu kegagalan fungsional pada komponen permesinan tersebut. Skala konsekuensinya adalah sebagai berikut:

1. *Almost certain*/sering terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut sering terjadi sehingga memperbesar resiko bahaya.

2. *Likely*/mungkin terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang mungkin dapat terjadi.

3. *Moderate*/jarang terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang jarang terjadi.

4. *Unlikely*/tidak sering terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang tidak sering terjadi.

5. *Rare*/langka terjadi

Yaitu skala yang menjelaskan tingkat konsekuensi dari komponen permesinan tersebut yang langka terjadi.

Dari skala frekuensi dan konsekuensi di atas, maka *hazop* dapat dideskripsikan bahwa metode *hazop* adalah kualitatif yang dikuantitatifkan. Setelah menentukan kemungkinan-kemungkinan dan menentukan konsekuensi-konsekuensi dari resiko bahaya di atas, maka akan timbul perkiraan tingkat resiko dari setiap *point-point* dari semua kemungkinan yang ada tergantung dari seberapa sering hal itu terjadi dan seberapa buruk hal tersebut ketika itu terjadi. Bila hal itu diterima maka kita lakukan pengamatan dan peninjauan pada bahaya tersebut. Apabila tidak diterima, kita terlebih dahulu menyampaikan kepada pihak-pihak terkait dan melakukan komunikasi bersama setelah itu baru kita lakukan pengamatan dan peninjauan kembali pada resiko tersebut agar bahaya yang telah kita ketahui bisa kita hindari.

Dari penjelasan di atas kemungkinan resiko dapat kita ketahui melalui frekuensi dan konsekuensi dari permesinan itu sendiri. Salah satu cara untuk mewakili skala itu adalah dengan cara membuat skala matrik. Sebagai berikut adalah contoh table matriknya.

<i>Frequency</i>	<i>Consequences</i>				
	<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastropic</i>
<i>Almost Certain</i>				<i>Unacceptable Region</i>	
<i>Likely</i>					
<i>Moderate</i>			<i>Transitional Region</i>		
<i>Unlikely</i>	<i>Tolerable Region</i>				
<i>Rare</i>					

Gambar.2.5. Tabel Skala Metrik.

Sumber : Dr.H.G Lawley

Di dalam tabel skala metrik terdapat 3 bagian yang bisa kita gunakan sebagai tolak ukur untuk memahami besar kecilnya suatu resiko pada setiap komponen-komponen. Bagian-bagian tersebut adalah:

1. *Tolerable Region*

Pada bagian ini adalah daerah yang masih bisa ditoleransi tingkat resikonya.

2. *Transitional Region*

Pada bagian ini adalah daerah dimana keputusan sulit harus dibuat lebih lanjut untuk mengurangi resiko yang akan dihadapi, dan apabila dibiarkan akan menyebabkan semakin tingginya resiko yang dihadapi.

3. *Unacceptable Region*

Pada bagian ini adalah daerah dimana resiko yang ada terlalu besar yang dapat menimbulkan bahaya yang sangat fatal. Sehingga memerlukan perawatan serius terhadap komponen yang bersangkutan agar terhindar dari kemungkinan resiko yang fatal.