

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam melakukan penelitian diperlukan dasar teori dan argumen yang saling berhubungan dengan konsep-konsep permasalahan penelitian dan akan digunakan dalam analisis. Pada bab ini akan menjelaskan tentang beberapa dasar-dasar teori dan argumen yang dapat mendukung penelitian ini.

#### **1.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain :

1. Fredianta (2013) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis tingkat kebisingan untuk mereduksi dosis paparan bising di PT. XYZ. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Metode pengumpulan data dilakukan secara observasi pada 15 titik pengukuran selama tiga hari dengan metode perhitungan tingkat kebisingan ekuivalen dengan menggunakan standar KepmenLH nomor 48 tahun 1996, Kep-51/MEN/1999 dan SNI No.16-7063-2004.
2. Afif (2014) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang berhubungan pada tindakan tidak aman dengan menggunakan HFACS pada pekerjaan diketinggian. Studi kasus ini diambil pada pekerja di area *Cold Box*, *Cooling Tower* dan *Pre Purification Unit*, di PT X. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah HFACS dan pareto.
3. Carolina (2016) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kaitan kebisingan yang terjadi pada kawasan area produksi semen Bosowa. Metode penelitian ini menggunakan titik sampling titik pengukuran dengan alat *sound level meter* dan pembagian kuesioner untuk 30 responden. Analisa data untuk nilai kebisingan menggunakan rumus berdasarkan KepmenLH nomor 48 tahun 1996 dan hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan Permentekertrans nomor 13 tahun 2011 dan membuat pemetaan kebisingan menggunakan surfer 10.0 dan analisis kuesioner menggunakan skala likert dan skala guttman untuk mengetahui korelasi.

Tabel 2.1  
Penelitian Terdahulu

Tahun	Author	Metode	Tujuan
2013	Fredianta	Kuantitatif dengan menggunakan standar KepmenLH nomor 48 tahun 1996, Kep-51/MEN/1999 dan SNI No.16-7063-2004	untuk menganalisis tingkat kebisingan untuk mereduksi dosis paparan bising di PT. XYZ
2014	Afif	HFACS dan pareto	untuk menganalisis faktor-faktor yang berhubungan pada tindakan tidak aman dengan menggunakan HFACS pada pekerjaan diketinggian pada pekerja di area <i>Cold Box, Cooling Tower</i> dan <i>Pre Purification Unit</i> , di PT X
2016	Carolina	Kuantitatif dengan menggunakan Standar KepmenLH nomor 48 tahun 1996, <i>noise mapping</i> , skala likert dan skala guttman	untuk mengetahui kaitan kebisingan yang terjadi pada kawasan area produksi semen Bosowa
Penelitian ini		<i>Noise Mapping, HFACS, Pareto</i>	Untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan pada tindakan tidak aman pada pekerjaan dikebisingan di PLTA

## 1.2 Kecelakaan Kerja

Menurut Santoso (2004) risiko merupakan kondisi dimana terdapat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh adanya suatu bahaya. Bahaya merupakan cara kerja dari suatu alat, sifat dari suatu bahan, cara melakukan pekerjaan ataupun lingkungan kerja yang dapat mengakibatkan kerusakan harta benda, penyakit akibat kerja maupun hilangnya nyawa manusia. Menurut teori Heinrich (1931) tentang keselamatan kerja menyatakan bahwa penyebab dasar sebagian besar kejadian hampir celaka dan kecelakaan di tempat kerja adalah tindakan tidak aman (*unsafe actions*). Salah satu konsep yang paling penting dalam pencegahan kecelakaan adalah piramida kecelakaan. Piramida kecelakaan didasarkan pada beberapa studi yang dilakukan mengenai rasio kecelakaan kerja. Conoco Phillips Marine pada tahun 2003, melakukan studi mengenai piramida kecelakaan yaitu pada setiap 1 kecelakaan fatal terdapat 30 kecelakaan ringan (*minor injury*), 300 kecelakaan yang mengakibatkan rusaknya peralatan (*equipment damage*), 3000 kejadian nyaris celaka (*near miss*) dan 300.000 sumber bahaya yang ada disekitar pekerja meliputi tindakan tidak aman (*unsafe actions*) dan kondisi tidak aman (*unsafe conditions*). *Unsafe actions* adalah suatu tindakan yang memicu terjadinya suatu kecelakaan kerja, sedangkan *unsafe conditions* berkaitan erat dengan kondisi lingkungan kerja yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. (Freibott, 2012)



Gambar 2.1 Conoco phillips marine pyramid  
Sumber: Freibott (2012)

### 1.3 Kebisingan

Menurut PERMENAKER No. PER.13/MEN/X/2011, kebisingan merupakan semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan/atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Menurut Harun yang dikutip oleh Sasongko dkk (2000, p.83) kebisingan merupakan bunyi yang tidak dikehendaki yang mengganggu dan dapat membahayakan. Menurut Priana (2003, p.7) bising merupakan suara yang sangat komplek yang terdiri dari frekuensi-frekuensi yang acak yang berhubungan satu sama lain. Dari definisi-definisi tersebut ditarik kesimpulan bahwa kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat produksi yang mengganggu dan dapat membahayakan kesehatan, khususnya gangguan pendengaran.

Kebisingan yang diterima oleh pekerja dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama perlu dilakukan pengendalian. Tingkat kebisingan dengan level diatas 70 dB dapat mengakibatkan kurang enak badan, kegelisahan, penyempitan pembuluh darah dan masalah pendengaran. Sedangkan untuk tingkat kebisingan dengan level diatas 80 dB dapat menimbulkan kemunduran yang serius terhadap kesehatan pekerja dan apabila pekerja tersebut terpapar kebisingan dalam jangka waktu yang lama maka dapat mengakibatkan pekerja tersebut kehilangan pendengaran sementara maupun permanen. Tingkat kebisingan dengan intensitas 85 dB atau lebih dapat menimbulkan kerusakan pada reseptor pendengaran *corti* di telinga dalam manusia. Pada Tabel 2.2 akan dijelaskan hubungan tingkat kebisingan dan dampak yang terjadi pada kesehatan. Pada Tabel 2.3 dijelaskan mengenai klasifikasi tingkat keparahan kebisingan pada gangguan sistem pendengaran.

Tabel 2.2  
Hubungan Tingkat Kebisingan Dan Dampak Yang Terjadi Pada Kesehatan

Tingkat Kebisingan (dB)	Dampak
65	Dapat mengakibatkan gangguan dan ketidaknyamanan serta gangguan pada sistem saraf manusia maupun kelelahan fisik dan mental
90	Dapat mengakibatkan hilangnya fungsi pendengaran atau tuli secara permanen
100	Dapat mengurangi tajamnya pendengaran dan penerimaan serta mengakibatkan kerusakan pada organ pendengaran yang tidak dapat diperbaiki kembali
120	Dapat mengakibatkan rasa sakit pada telinga
150	Dapat mengakibatkan kehilangan pendengaran seketika

Sumber : Szokolay S V (1980)

Tabel 2.3  
Klasifikasi Tingkat Keparahan Kebisingan Pada Gangguan Sistem Pendengaran

Rentang Batas Yang Dapat Didengar Oleh Manusia	Klasifikasi Tingkat Keparahan
10-20 dB	Rentang normal
26-40 dB	<i>Mild hearing loss</i> (gangguan pendengaran ringan)
41-55 dB	<i>Mild hearing loss</i> (gangguan pendengaran ringan) dan memiliki sedikit masalah ketika berbicara
56-70 dB	<i>Moderate hearing loss</i> (gangguan pendengaran sedang)
71-90 dB	<i>Moderately severe hearing loss</i> (gangguan pendengaran cukup serius)
>90 dB	<i>Profound hearing loss</i> (gangguan pendengaran sangat serius)

Sumber : Tambunan (2007)

#### 1.4 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Menurut PERMENAKER No. PER.13/MEN/X/2011 tentang nilai ambang batas faktor fisik dan faktor kimia di tempat kerja menyatakan bahwa NAB adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai intensitas rata-rata tertimbang waktu yang dapat diterima oleh tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Nilai ambang batas kebisingan ditetapkan sebesar 85 dB, kebisingan yang melampaui nilai ambang batas, waktu pemaparan ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 2.4  
Intensitas Dan Jam Kerja Diperkenankan

Waktu pemaparan sehari	Intensitas kebisingan (NAB)
8 Jam	85 dB
4 Jam	88 dB
2 Jam	91 dB
1 Jam	94 dB
30 Menit	97 dB
1,5 Menit	100 dB
7,5 Menit	103 dB
3,75 Menit	106 dB
1,88 Menit	109 dB
0,94 Menit	112 dB
28,12 Detik	115 dB
14,06 Detik	118 dB
7,03 Detik	121 dB
3,52 Detik	124 dB
1,76 Detik	127 dB
0,88 Detik	130 dB

Tabel 2.4  
Intensitas Dan Jam Kerja Diperkenankan (Lanjutan)

0,44 Detik	133 dB
0,22 Detik	136 dB
0,11 Detik	139 dB

Sumber: PERMENAKER No. PER.13/MEN/X/2011

## 2.5 Pengukuran Kebisingan Dan Penilaiannya

Intensitas kebisingan dinyatakan dalam dBA, dimana dBA merupakan satuan yang dipakai untuk menyatakan besarnya *pressure* yang terjadi karena adanya benda yang bergetar. Menurut Hapsari (2003, p.32) alat yang digunakan dalam pengukuran kebisingan adalah "*sound level meter*". "*sound level meter*" dapat mengukur kebisingan sebesar 30 sampai 130 dBA dengan frekuensi sebesar 20 sampai 20.000 Hz. Menurut Sasongko (2000, p.45) bagian terpenting dari proses pengukuran kebisingan selain alat pengukuran yaitu lokasi pengukuran. Lokasi dapat ditentukan didaerah dimana banyak orang yang bermukim atau melakukan aktifitasnya. Diusahakan titik pengukuran dilakukan ditempat yang berbeda.

### 2.5.1 Pengukuran Kebisingan

Alat yang digunakan dalam pengukuran kebisingan di lingkungan kerja adalah *sound level meter (SLM)*. *Sound level meter (SLM)* terdiri dari tampilan pembacaan, mikrofon, *amplifier* dan sirkuit elektronika. Untuk mengukur kebisingan di lingkungan kerja dapat dilakukan dengan menggunakan alat *sound level meter*. Ada tiga metode atau cara pengukuran kebisingan di lokasi kerja adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengukuran dengan titik sampling

Pengukuran dengan titik sampling dilakukan apabila kebisingan yang melebihi nilai ambang batas hanya terjadi pada satu atau beberapa lokasi saja. Pengukuran dengan titik sampling dilakukan untuk mengevaluasi kebisingan yang diakibatkan oleh suatu peralatan sederhana, misalnya kompresor atau generator. Jarak pengukuran dari sumber kebisingan harus dicantumkan, misalnya 3 meter dari ketinggian 1 meter. Selain itu, arah mikrofon alat pengukur yang digunakan harus diperhatikan.

#### 2. Pengukuran dengan peta kontur

Pengukuran dengan peta kontur bermanfaat untuk menentukan gambar tentang kondisi kebisingan dalam cakupan area. Pengukuran dengan peta kontur dilakukan dengan membuat gambar isopleth pada kertas berskala yang sesuai dengan pengukuran kebisingan yang akan dilakukan. Pada peta kontur tersebut untuk menggambarkan keadaan kebisingan dibuat kode pewarnaan, warna hijau untuk tingkat kebisingan

dengan intensitas dibawah 85 dBA warna orange untuk tingkat kebisingan dengan intensitas tinggi yaitu diatas 90 dBA, warna kuning untuk tingkat kebisingan dengan intensitas antara 85 – 90 dBA.

### 3. Pengukuran dengan *grid*

Pengukuran dengan *grid* adalah dengan membuat contoh data kebisingan pada lokasi pengukuran yang diinginkan. Titik–titik sampling dibuat dengan jarak interval yang sama diseluruh lokasi pengukuran. Di dalam lokasi pengukuran dibagi menjadi beberapa kotak yang berukuran dan jarak yang sama, misalnya : 10 x 10 m. Untuk memudahkan identitas kotak tersebut ditandai dengan baris dan kolom.

## 2.5.2 Penilaian Kebisingan

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, tentang ”Baku Tingkat Kebisingan” merupakan batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Pada umumnya, pengukuran kebisingan lingkungan yang digunakan adalah tingkat tekanan bunyi sinambung setara ( $L_{eq}$ ) dengan referensi waktu 24 jam ( $T = 24$ ) sehingga  $L_{eq}$  (24 jam) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L_{eq} = 10 \log[f_1 10^{0,1L_1} + f_2 10^{0,1L_2} + \dots f_n 10^{0,1L_n}] \quad (2.1)$$

Sumber: KEP-48/MENLH/11/1996

Dimana:

f = fraksi waktu pengukuran (untuk 3 hari=1/3)

$L_n$  = tingkat kebisingan ke-n (n=1,2,3)

## 2.6 Pencegahan Dan Pengendalian Kebisingan

Risiko atau bahaya kebisingan perlu dilakukan pengendalian untuk mengurangi tingkat risiko atau bahaya tersebut ke titik yang aman. Menurut Ramli (2010) hirarki pengendalian risiko yang dilakukan dapat mengendalikan atau mengurangi kebisingan. Hirarki pengendalian risiko terdiri dari eliminasi, substitusi, *engineering control*, pengendalian administratif dan alat pelindung diri. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing pengendalian risiko sebagai berikut.

### 1. Eliminasi

Eliminasi adalah suatu teknik pengendalian risiko dengan menghilangkan objek kerja atau sumber bahaya yang berhubungan dengan tempat kerja yang kehadirannya pada

batas yang tidak dapat diterima oleh ketentuan, peraturan dan standart baku K3 atau melebihi NAB (nilai ambang batas).

## 2. Substitusi

Substitusi adalah suatu teknik pengendalian risiko dengan menggantikan bahan-bahan atau peralatan yang berbahaya dengan bahan-bahan atau peralatan yang kurang berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam batas NAB yang masih bisa diterima.

## 3. *Engenering Control*

*Engenering Control* (rekayasa teknik) adalah suatu pengendalian risiko dengan merubah struktur objek kerja atau dengan cara memisahkan seseorang dari objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya, seperti pemberian pengaman pada mesin, pemasangan *barier*, *enclosure* sumber kebisingan dan teknik pengendalian aktif (*active noise control*).

## 4. Pengendalian Administratif

Pengendalian administratif adalah suatu pengendalian risiko yang dilakukan dengan menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya. Pengendalian ini sangat bergantung dari perilaku pekerja dan diperlukan pengawasan yang teratur. Pengendalian ini meliputi pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan dan kejenuhan.

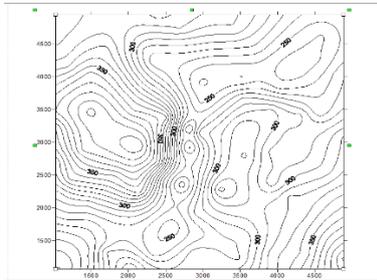
## 5. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri adalah suatu pengendalian risiko yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara. APD merupakan pilihan terakhir dari suatu sistem pengendalian risiko tempat kerja. Alat pelindung pendengaran yaitu *ear plug* dan *ear muff*. *Ear plug* dapat mengurangi intensitas suara hingga 20 dB. Sedangkan untuk *ear muff* terdiri dari sebuah *headband* dan dua buah tutup telinga. *Ear muff* dapat mengurangi intensitas suara sampai 30 dB dan juga dapat melindungi bagian luar telinga dari benturan benda keras atau percikan bahan kimia.

## 2.7 *Noise Mapping*

*Noise Mapping* atau pemetaan kebisingan adalah salah satu metode yang banyak sekali diterapkan oleh industri untuk pengukuran *noise* setiap titik agar mendapatkan tingkat kenyamanan bunyi di titik yang diinginkan. Pemetaan disini yang dimaksudkan adalah pemetaan tingkat kebisingan di dalam titik-titik yang diteliti atau titik-titik yang dijadikan sebagai acuan. Tingkat kebisingan pada umumnya diukur dalam satuan (dB). *Noise mapping*

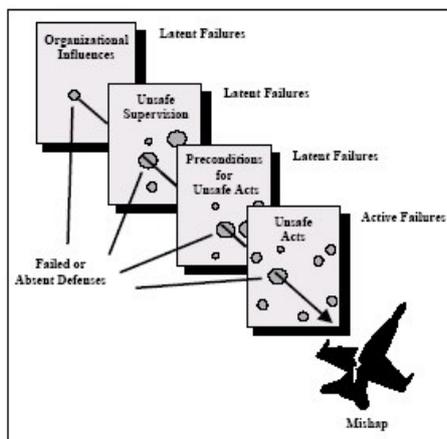
dibuat dengan menggunakan bantuan *software surfer*. *Surfer* adalah sebuah program aplikasi untuk mengolah data-data koordinat pemetaan yang hasilnya secara umum adalah peta. Program *surfer* ini digunakan dalam pembuatan *noise mapping* yang bertujuan untuk mengetahui pola distribusi tingkat kebisingan pada suatu area berdasarkan tingkat tekanan bunyi yang diukur. Hasil *noise mapping* dari program *surfer* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 *Noise mapping*

## 2.8 Human Factor Analysis And Classification System (HFACS)

HFACS (*Human Factor Analysis And Classification System*) adalah suatu alat yang digunakan untuk membantu menginvestigasi *human error* yang diusulkan dan diajukan oleh James Reason pada tahun 1990 dengan nama “*Swiss Cheese*”. James T. Reason (1990) menggambarkan proses terjadinya kecelakaan melalui ilustrasi potongan keju Swiss. Lapisan-lapisan (*layers*) keju tersebut menggambarkan hal-hal yang terlibat dalam suatu sistem keselamatan, sedangkan lubang-lubang yang terdapat pada tiap lapisan tersebut menunjukkan adanya kelemahan yang berpotensi menimbulkan terjadinya kecelakaan. HFACS membahas tentang teori *Swiss Cheese* yang dikembangkan oleh Shappell dan Wiegmann pada tahun 2003 menjadi HFACS. Menurut *Departement Of Defense Human Factor* (2005), HFACS diklasifikasikan menjadi 4 kategori yaitu sebagai berikut:

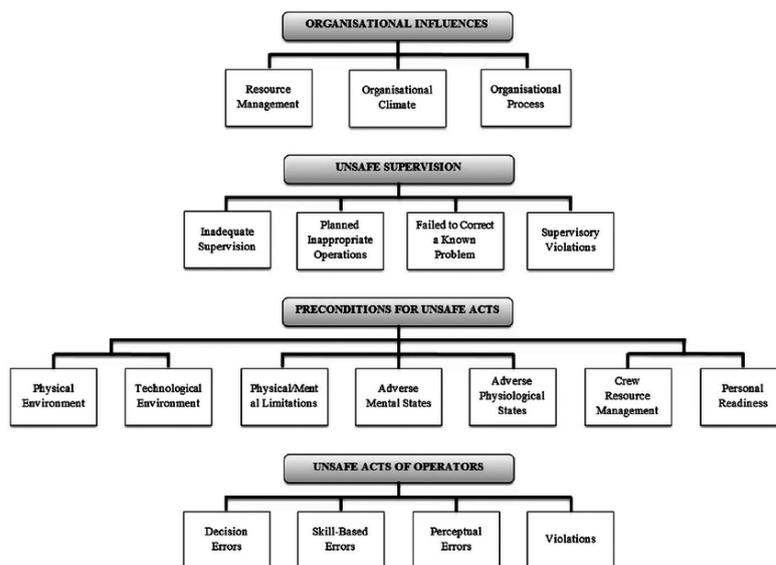


Gambar 2.3 *Swiss cheese model of human error causation*

Sumber: Reason (1990)

Kategori pertama dalam HFACS adalah konsep kegagalan aktif berupa *unsafe acts of operators* (tindakan tidak aman oleh operator) yang menyebabkan terjadinya kecelakaan. Atau sering disebut sebagai kesalahan dari tindakan teknisi. Kategori kedua dalam HFACS adalah konsep kegagalan pasif berupa *preconditions for unsafe acts* (kondisi tertentu yang mengakibatkan kegiatan yang tidak aman). Kategori ketiga dalam HFACS adalah konsep kegagalan pasif berupa *unsafe supervision* (pengawasan yang buruk). Kategori keempat dalam HFACS adalah konsep kegagalan pasif berupa *Organizational Influences* (pengaruh organisasi). Kesalahan yang terjadi pada level ini dapat mengakibatkan dampak performansi pada setiap level dibawahnya. Maka dari itu, peneliti harus mengetahui apa saja yang dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan atau “lubang” pada *Swiss Cheese Model* sehingga hal tersebut dapat dideteksi dan dikoreksi sebelum kecelakaan tersebut terjadi (DOD HF, 2005)

Menurut James Reason (1990) mengenai konsep kegagalan aktif dan kegagalan pasif, HFACS dibagi menjadi 4 faktor yaitu: *unsafe acts* (tindakan tidak aman), *preconditions for unsafe acts* (kondisi tertentu yang menyebabkan tindakan tidak aman), *unsafe supervision* (pengawasan yang buruk), *organizational influences* (pengaruh organisasi). Model HFACS dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah.



Gambar 2.4 Kerangka dan susunan HFACS  
Sumber: Wiegmann and Shappel (2003)

### 2.8.1 *Unsafe acts*

*Unsafe acts* (tindakan tidak aman) merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan. *Unsafe acts* didefinisikan sebagai tindakan atau kesalahan aktif yang dilakukan oleh operator atau teknisi yang mengakibatkan situasi atau kejadian menjadi tidak aman. Kesalahan adalah faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan ketika kegiatan mental

atau fisik dari operator gagal dalam memperoleh hasil yang diinginkan, karena kesalahan pada tindakan pengambilan keputusan, kemampuan mendasar, kesalahan persepsi yang akan menyebabkan terjadinya tindakan tidak aman. Kesalahan merupakan suatu tindakan yang tidak disengaja. Kesalahan diklasifikasikan kedalam 3 tipe yaitu: *decision errors* (kesalahan keputusan), *skill-based errors* (kesalahan berbasis keterampilan), *perceptual errors* (kesalahan persepsi). (DOD HF, 2005)

1. *Decision errors* (kesalahan keputusan)

*Decision errors* adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan jika perilaku dan tindakan dari individu bertindak sebagaimana yang diinginkan namun masih mengambil keputusan yang salah untuk mencapai tujuan yang akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Risk assessment during operation* (kesalahan dalam melakukan penilaian risiko selama operasi)
- b. *Task misprioritization* (keliru memprioritaskan tugas)
- c. *Necessary action-rushed* (melakukan aktivitas yang penting secara tergesa-gesa)
- d. *Necessary action-delayed* (melakukan aktivitas yang penting secara lambat)
- e. *Caution/warning-ignored* (kesalahan dalam mengabaikan peringatan/kewaspadaan)
- f. *Decision-making during operation* (kesalahan dalam pengambilan keputusan selama operasi)

2. *Skill-based errors* (kesalahan berbasis keterampilan)

*Skill-based errors* adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan jika terjadi kesalahan yang dikarenakan tindakan rutin operator, tugas yang sesuai prosedur membutuhkan keahlian tinggi, pelatihan atau kecakupan dan keahlian yang akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman. Kesalahan tersebut merupakan perilaku yang tidak sengaja (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Inadvertent operation* (kesalahan akibat pengoperasian yang tidak disengaja)
- b. *Checklist error* (kesalahan dalam menggunakan daftar periksa)
- c. *Procedural error* (kesalahan prosedural)
- d. *Overcontrol/undercontrol* (kesalahan dalam pengendalian)
- e. *Breakdown in visual scan* (kesalahan akibat kerusakan pada pemindaian visual)
- f. *Poor technique* (kesalahan akibat teknik yang dibawah standar)

### 3. *Perceptual errors* (kesalahan persepsi)

*Perceptual errors* adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan jika persepsi terhadap suatu objek, ancaman atau situasi (visual, pendengaran, ilusi visual, disorientasi spasial) yang akan berdampak dengan terjadinya kesalahan manusia (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Error due to misperception* (kesalahan karena persepsi yang salah)
- b. *Misread instrument* (kesalahan dalam membaca instrumen)
- c. *Expectancy* (kesalahan dalam pengharapan)
- d. *Auditory cues* (gangguan isyarat pada pendengaran)
- e. *Visual illusion* (kesalahan yang diakibatkan oleh ilusi penglihatan)

Pelanggaran (*violation*) adalah faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan jika tindakan operator melanggar aturan (regulasi) dan instruksi yang akan berdampak pada tindakan tidak aman. Tidak seperti kesalahan, pelanggaran adalah perilaku atau tindakan yang disengaja (DOD HF, 2005).

#### 1. *Routine* (pelanggaran yang bersifat rutin)

*Routine* adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan jika dilakukan cenderung menjadi kebiasaan dan biasanya pelanggaran ini selalu ditolerir oleh pihak berwenang. Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Routine/widespread* (pelanggaran bersifat rutin/menyeluruh)
- b. *Based on risk assessment* (pelanggaran berdasarkan penilaian risiko)

#### 2. *Exceptional* (pelanggaran bersifat tidak biasa)

*Exceptional* adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan jika diakibatkan terisolasinya dari otoritas tetapi pelanggaran ini tidak selalu terjadi dan jika ketahuan pihak manajemen tidak akan menolerirnya. Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Lack of discipline* (pelanggaran yang diakibatkan oleh kurangnya kedisiplinan)

### **2.8.2 Preconditions For Unsafe Acts**

Penyebab terjadinya kecelakaan kerja merupakan kondisi tertentu yang dapat menyebabkan terjadinya tindakan tidak aman baik kondisi aktif maupun pasif seperti kondisi operator, lingkungan faktor personel yang dapat berpengaruh terhadap kondisi atau tindakan individu yang berakhir pada tindakan tidak aman (DOD HF, 2005).

*Environmental factors* (faktor lingkungan) adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja yang terdiri dari faktor fisik dan teknologi yang dapat

mempengaruhi kondisi atau tindakan individu yang dapat berpengaruh pada tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor lingkungan yaitu sebagai berikut:

1. *Physical environment* (lingkungan fisik)

*Physical environment* adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan jika fenomena lingkungan seperti kebisingan dapat mempengaruhi perilaku seseorang yang akan berpengaruh terhadap tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Vibration* (getaran)
- b. *Thermal stress-cold* (tekanan akibat temperatur yang dingin)
- c. *Thermal stress-heat* (tekanan akibat oleh temperatur yang panas)
- d. *Lighting* (cahaya)
- e. *Noise interferece* (gangguan kebisingan)

2. *Technological environment* (lingkungan teknologi)

*Technological environment* adalah faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan jika ruangan kerja ataupun kendaraan dapat mempengaruhi perilaku seseorang yang berpengaruh terhadap tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Seating and restraints* (susunan tempat kerja dan pembatas)
- b. *Controls and switches* (kontrol dan beralih)
- c. *Workspace incompatible with human* (stasiun kerja tidak sesuai dengan manusia)
- d. *Personal equipment interference* (gangguan peralatan pribadi)
- e. *Communications-equipment* (komunikasi dan peralatan)

Kondisi dari operator adalah faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan apabila terjadi situasi seperti keterbatasan fisik dan mental, keadaan mental yang merugikan dan keadaan fisik yang merugikan akan berpengaruh terhadap tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Kondisi tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Physical/mental limitations* (keterbatasan fisik atau mental)

*Physical/mental limitations* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika individu baik sementara ataupun permanen memiliki keterbatasan pada fisik dan mental untuk mengerjakan pekerjaannya sehingga akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Learning ability/rate* (tingkat kemampuan belajar)
- b. *Memory ability/lapses* (kemampuan memori/penyimpangan)

- c. *Anthropometric/biomechanical limitations* (antropometri/keterbatasan biomekanik)
- d. *Motor skill/coordination or timing deficiency* (keterampilan motorik/koordinasi atau kekurangan waktu)
- e. *Technical/procedural knowledge* (teknis/pengetahuan prosedural)

2. *Adverse mental states* (keadaan mental yang merugikan)

*Adverse mental states* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika individu mengalami kondisi yang berhubungan dengan kejiwaannya sehingga dapat mempengaruhi dan menurunkan performansi yang dapat mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Channelized attention* (perhatian yang berfokus akan suatu hal)
- b. *Cognitive task oversaturation* (tugas yang dikerjakan melebihi kemampuan yang ada)
- c. *Confusion* (kebingungan)
- d. *Emotional state* (keadaan emosi)
- e. *Overconfidence* (percaya diri yang berlebihan)
- f. *Pressing* (bekerja melampaui batas)
- g. *Inadequate motivation* (motivasi tidak memadai)
- h. *Complacency* (kepuasan)
- i. *Get-home-it is/get-there-it-is* (keinginan untuk cepat pulang/sampai pada tujuan)

3. *Adverse physiological states* (keadaan fisik yang merugikan)

*Adverse physiological states* adalah faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan jika individu mengalami kejadian yang berhubungan dengan fisiknya seperti kelelahan fisik, kondisi yang tidak normal dan sebagainya sehingga akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Prescribed drugs* (obat yang diresepkan)
- b. *Operational injury/illness* (cedera operasional/penyakit)
- c. *Sudden incapacitation/unconsciousness* (kecacatan/tidak sadar)
- d. *Pre-existing physical illness/injury/deficit* (sudah terdapat fisik yang sakit/luka/kekurangan)
- e. *Physical fatigue* (kelelahan fisik)
- f. *Hyperventilation* (bernafas melebihi keadaan normal)
- g. *Dehydration* (dehidrasi)

Faktor personal adalah faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan apabila kesiapan individu dan kerja sama tim yang tidak baik yang akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor personal antara lain:

1. *Crew resource management* (manajemen sumber daya manusia)

*Crew resource management* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika interaksi antara individu, kru dan tim melibatkan proses persiapan dan pelaksanaan misi yang mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Crew/team leadership* (kepemimpinan)
- b. *Cross-monitoring performance* (pemantauan lintas kinerja)
- c. *Task delegation* (pengaturan tugas)
- d. *Assertiveness* (ketegasan)
- e. *Communicating critical information* (mengkomunikasikan informasi penting)
- f. *Challenge and reply* (tantangan dan balasan)
- g. *Mission planning* (perencanaan misi)
- h. *Mission briefing* (pengarahan misi)
- i. *Task/mission-in-progress re-planning* (perencanaan ulang tugas/misi yang masih berlangsung)
- j. *Miscommunication* (miskomunikasi)

2. *Personnel readiness* (kesiapan personal)

*Personnel readiness* adalah faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan jika operator tidak mematuhi peraturan dan instruksi yang menentukan bagaimana kesiapan dari tiap individu dalam bekerja maupun ketika gagal dalam mempersiapkan diri baik secara fisik ataupun mental untuk mengerjakan pekerjaan (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Physical fitness* (kesehatan fisik)
- b. *Drugs, supplements, self medication* (obat, suplemen, pengobatan sendiri)
- c. *Inadequate rest* (istirahat tidak memadai)
- d. *Unreported disqualifying medical condition* (kondisi kesehatan yang buruk tidak dilaporkan)

### 2.8.3 *Unsafe Supervision*

*Unsafe supervision* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan apabila metode, keputusan atau kebijakan perintah pengawasan yang secara langsung mempengaruhi

kegiatan, kondisi atau tindakan individu yang akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman. Kesalahan pada pengawasan tersebut dibagi kedalam 4 faktor antara lain: *inadequate supervision* (pengawasan tidak memadai), *planned inappropriate operations* (operasi yang direncanakan kurang baik), *failed to correct problem* (gagal untuk memperbaiki masalah), *supervisory violations* (pelanggaran pengawasan) (DOD HF, 2005).

1. *Inadequate supervision* (pengawasan tidak memadai)

*Inadequate supervision* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika pengawasan gagal dalam mengidentifikasi risiko, menyediakan petunjuk dan panduan, pelatihan dan pengawasan yang akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Leadership/supervision/oversight inadequate* (kepemimpinan/pengawasan/pengawasan tidak memadai)
- b. *Supervision-modelling* (pengawasan-panutan)
- c. *Local training issues/programs* (isu pelatihan lokal/program)
- d. *Supervision-policy* (pengawasan-kebijakan)
- e. *Supervision-personality conflict* (pengawasan-konflik pribadi)
- f. *Supervision-lack of feedback* (pengawasan-kurangnya timbal balik)

2. *Planned inappropriate operations* (operasi yang direncanakan kurang baik)

*Planned inappropriate operations* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika proses perencanaan yang kurang baik dilakukan sehingga akan menyebabkan terjadinya gangguan performansi suatu tim atau individu. Faktor yang lain yaitu apabila pengawas memperbolehkan individu yang tidak berpengalaman melakukan misi dengan tingkat kesulitan melebihi kemampuannya atau apabila tim tidak mampu melaksanakan tugasnya dengan baik (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Ordered/led on mission beyond capability* (memerintah/memimpin misi melebihi kemampuan)
- b. *Crew/team/flight make up/composition* (susunan/komposisi kru/tim)
- c. *Limited recent experience* (pengalaman saat ini terbatas)
- d. *Proficiency* (kecakapan)
- e. *Risk assessment-formal* (penilaian risiko secara formal)
- f. *Authorized unnecessary hazard* (berwenang terhadap bahaya yang tidak diperlukan)

3. *Failed to correct known problem* (gagal untuk memperbaiki masalah yang sudah diketahui penyebabnya)

*Failed to correct problem* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika pengawas gagal untuk memperbaiki dokumen yang masih kurang, proses/prosedur, atau ketika gagal dalam memperbaiki tindakan tidak aman yang diakibatkan oleh individu, dan kurangnya proses pengawasan yang akan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Personal management* (manajemen personel)
  - b. *Operations management* (manajemen operasi)
4. *Supervisory violations* (pelanggaran pengawasan)

*Supervisory violations* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika pengawas ketika mengatur aset-aset perusahaan dengan sengaja mengabaikan instruksi pengoperasian, pedoman, peraturan dan ketidakbenaran pada tanggung jawab pengawasan yang mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Supervision-discipline enforcement/supervisory act of omission* (tidak adanya penegakan pengawasan disiplin/kelalaian tindakan pengawasan)
- b. *Supervision-defacto policy* (pengawasan-kebijakan tidak tertulis)
- c. *Directed violation* (pelanggaran yang diarahkan dari atasan ke bawahan)
- d. *Currency* (hal yang masih berlaku)

#### **2.8.4 Organizational Influences**

*Organizational influences* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan apabila situasi, tindakan, kelalaian ataupun kebijakan manajemen level atas baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi praktek pengawasan, kondisi dan tindakan operator sehingga mengakibatkan terjadinya kegagalan pada sistem, kesalahan manusia atau tindakan tidak aman. Kesalahan pasif berpengaruh secara langsung pada perilaku operator sebagai penyebab terjadinya kesalahan aktif yang dibagi menjadi 3 sub level yaitu *resource management* (manajemen sumber daya), *organizational climate* (iklim organisasi), *organizational process* (proses organisasi) (DOD HF, 2005).

1. *Resource management* (manajemen sumber daya)

*Resource management* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika kebijakan dan proses manajemen sumber daya baik langsung ataupun tidak langsung berpengaruh terhadap keselamatan pada sistem dan mengakibatkan terjadinya kesalahan dana

manajemen yang buruk atau mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Operational support facilities/equipment are deficient* (kurangnya operasional fasilitas pendukung / peralatan)
- b. *Resources* (sumber daya)
- c. *Operator support* (dukungan operator)
- d. *Acquisition policies/design process* (kebijakan pengambil alihan/proses desain)
- e. *Attrition policies* (kebijakan pengurangan)
- f. *Accession/selection policies* (kebijakan pemilihan/tambahan)
- g. *Personnel resources* (sumber daya personel)
- h. *Information resources/support* (sumber daya informasi/dukungan)
- i. *Financial resources/support* (sumber daya keuangan/dukungan)

2. *Organizational climate* (iklim organisasi)

*Organizational climate* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika komponen organisasi meliputi lingkungan, struktur, kebijakan dan budaya berpengaruh terhadap tindakan individu dan mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Organizational values/culture* (nilai-nilai organisasi/budaya)
- b. *Evaluation process/promotion/upgrade* (proses evaluasi/promosi/peningkatan)
- c. *Perceptions of equipment* (persepsi peralatan)
- d. *Unit mission/vehicle/equipment change or unit deactivation* (unit misi/kendaraan/perubahan peralatan atau unit penonaktifan)
- e. *Organizational structure is unclear or inadequate* (struktur organisasi tidak jelas atau tidak memadai)

3. *Organizational process* (proses organisasi)

*Organizational process* adalah faktor penyebab terjadinya kecelakaan jika proses operasional seperti operasi, prosedur, manajemen risiko operasional dan pengawasan berdampak negatif dan berpengaruh terhadap individu, pengawas, performansi kinerja organisasi dan mengakibatkan bahaya/risiko yang tidak dapat dikontrol sehingga mengakibatkan terjadinya tindakan tidak aman (DOD HF, 2005). Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *Operational tempo/workload* (tempo operasi/beban kerja)
- b. *Program and policy risk assessment* (program dan kebijakan penilaian risiko)
- c. *Procedural guidance/publications* (bimbingan prosedural/publikasi)

- d. *Organizational training issues/program* (isu pelatihan organisasi/program)
- e. *Program oversight/program management* (pengawasan program/manajemen program)

## 2.9 Analisis Statistik

Di dalam analisis statistik terdapat beberapa uji yang digunakan diantaranya yaitu uji validitas, uji reliabilitas, analisis univariat/deskriptif, analisis bivariat dengan menggunakan uji *chi-square*.

### 2.9.1 Uji Validitas

Menurut Azwar uji validitas adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menunjukkan sejauh mana ketepatan dan kecermatan dari suatu instrumen yang diteliti. Sebuah instrumen dikatakan *valid* jika instrumen tersebut dapat mengukur apa yang diinginkan dan mampu secara tepat mengungkap data dari variabel yang diteliti. Tinggi rendahnya suatu instrumen dapat menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul tidak menyimpang dari gambaran tentang validitas yang dimaksud. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *pearson product moment*. Rumus dari korelasi *pearson product moment* adalah sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2.2)$$

Sumber: Arikunto, 2010

Dimana:

- $r_{hitung}$  = koefisien korelasi
- $\sum X_i$  = jumlah skor item
- $\sum Y_i$  = jumlah skor total (seluruh item)
- $n$  = jumlah responden

Jika nilai capaian koefisien korelasi dari suatu instrumen minimal 0,30, maka instrumen tersebut dianggap memiliki daya pembeda yang cukup memuaskan (*valid*). Menurut Wibowo (2012) apabila instrumen tersebut valid, maka dilihat kriteria penafsirannya dengan menggunakan indeks korelasinya ( $r$ ) sebagai berikut:

1. Antara 0,80-1,000 : sangat tinggi
2. Antara 0,60-0,799 : tinggi
3. Antara 0,40-0,599 : sedang
4. Antara 0,20-0,399 : rendah
5. Antara 0,00-0,199 : sangat rendah/tidak valid

### 2.9.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui bahwa instrumen cukup dapat dipercaya sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut sudah baik. Instrumen dikatakan baik apabila tidak bersifat *tendensius* atau mengarahkan responden untuk memilih jawaban tertentu. Jika datanya sudah sesuai dengan kenyataan, maka berapa kalipun data tersebut diambil hasilnya akan tetap akan sama. Reliabilitas menunjukkan tingkat keterandalan suatu instrumen, apabila data tersebut *reliabel* berarti data tersebut dapat dipercaya.

Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus Kuder-Richardson (KR-20). Rumus dari Kuder-Richardson (KR-20) adalah sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \left( \frac{s_t^2 - \sum_{i=1}^k p_i q_i}{s_t^2} \right) \quad (2.3)$$

Sumber: Sugiyono (2007, p.359)

Dimana:        k        = jumlah item dalam instrumen  
                   p<sub>i</sub>        = proporsi banyaknya subjek yang menjawab pada item 1  
                   q<sub>i</sub>        = 1- p<sub>i</sub>  
                   s<sub>t</sub><sup>2</sup>        = varians total

Cara menghitung Kuder-Richardson (KR-20) dengan SPSS yaitu dengan menggunakan *cronbach-alpha*. Jika nilai *alpha* >0,6 maka instrumen tersebut *reliabel*. Kriteria penafsiran menggunakan kriteria indeks koefisien reliabilitas sebagai berikut:

1. Jika alpha antara 0,80-1,00        : sangat tinggi
2. Jika alpha antara 0,60-0,79        : tinggi
3. Jika alpha antara 0,40-0,59        : cukup
4. Jika alpha antara 0,20-0,39        : rendah
5. Jika alpha antara <0,20            : sangat rendah

Sumber: Wibowo, 2012

### 2.9.3 Analisis Univariat (Deskriptif)

Analisi univariat digunakan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik dari setiap variabel yang diteliti. Data numerik menggunakan nilai *mean*, *median*, dan *standar deviasi*. Pada umumnya, hasil akhir dalam analisis ini akan menghasilkan distribusi frekuensi dan presentase dari tiap variabel.

### 2.9.4 Analisis Bivariat Menggunakan Uji *Chi Square*

Ada tidaknya pengaruh terkait beberapa tingkatan atau taraf suatu faktor terhadap kejadian fenomena, akan dijelaskan melalui pengujian yang bersifat pendekatan. Sehingga diperlukan frekuensi teoritik yang dinyatakan dengan  $E_{ij}$ . Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$E_{ij} = (n_{io} \times n_{oj}) / n \quad (2.4)$$

Sumber: Sudjana, 2005

Dimana:  $n_{io}$  = jumlah baris ke-I

$n_{oj}$  = jumlah baris ke-J

Statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis diatas adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^B \sum_{j=1}^K (O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij} \quad (2.5)$$

Sumber: Sudjana, 2005

Tolak  $H_0$  jika  $X^2 > (1-\alpha)\{(B-1)(K-1)\}$

Dalam taraf nyata =  $\alpha$  dan derajat kebebasan untuk distribusi *chi square* =  $(B-1)(K-1)$ .  
Dalam hal lainnya terima hipotesis  $H_0$ .

### 2.10 Diagram Pareto

Menurut Nasution (2004, p.114) diagram pareto merupakan suatu gambar yang memperbandingkan berbagai kategori kejadian dengan mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan *ranking* tertinggi hingga terendah yang dikembangkan oleh Vilfredo Frederigo Samoso pada akhir abad ke-19. Diagram pareto dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (*ranking* tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (*ranking* terendah). Menurut Heizer (2001, p.92) diagram pareto dibuat berdasarkan data statistik dan prinsip diagram pareto yaitu 80% dari masalah yang muncul disebabkan oleh penyebab sebesar 20%.