

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pekerjaan fabrikasi

Menurut Pramudito / 2013, menjelaskan fabrikasi ialah suatu jenis pekerjaan yang terdiri dari beberapa komponen material yang di rangkai sehingga menghasilkan produk atau barang jadi dari perpaduan material tersebut. Material tersebut biasanya terdiri dari besi galvalum, plat, besi minimalis ataupun besi botoneser. Pekerjaan fabrikasi ini meliputi beberapa tahapan proses pengerjaan, yang mana pengerjaannya harus sesuai dengan langkah-langkah dan desain gambar yang telah dibuat. Tahapan proses pengerjaan dimulai dari langkah pengukuran material atau benda kerja sampai dengan tahap finishing. Pekerjaan fabrikasi meliputi proses pengelasan, penggerindaan, pemotongan, dengan dukungan mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin frais dan mesin bor.

2.1.1 Pengertian pengelasan

Menurut Djamiko / 2008, menjelaskan pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Kelebihan sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya, serta cukup ekonomis. Namun kelemahan yang paling utama adalah terjadinya perubahan struktur mikro bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.

2.1.2 Pengertian penggerindaan

Proses ini merupakan proses perautan material yang dilaksanakan oleh sebuah “*abrasive material*” yang bergerak secara kontinyu terhadap benda kerja. Proses ini diperlukan untuk memotong atau meratakan material logam yang terlalu keras bila dikerjakan dengan metode pemotongan yang lain, untuk menghaluskan permukaan benda kerja sampai tingkat kehalusan yang paling maksimal, dan untuk memperoleh ukuran yang memiliki toleransi yang signifikan. (Sritomo, Wignjosoebroto 2003 : 43). Didalam dunia fabrikasi seringkali dijumpai mesin gerinda yang dipergunakan untuk mengasah pahat potong ataupun digunakan untuk memperhalus atau meratakan benda kerja untuk memperoleh tingkat kehalusan yang maksimal.

2.1.3 Pemotongan

Pemotongan dalam ilmu pengelasan berarti pemotongan dari benda kerja atau material yang mengacu pada ukuran yang sudah ditetapkan guna memperoleh bentuk dan target toleransi yang sesuai dengan ukuran.

Pemotongan di pekerjaan pengelasan sendiri ada berbagai macam teknik pemotongan, tergantung dengan kebutuhannya. Misalnya seperti kapasitas pemotongan, jenis material yang dipotong, akurasi pemotongan, kualitas permukaan potong, kemampuan operasinya, efisiensi biaya dan faktor keamanan. (Kampuh Indonesia : Teknik Pengelasan Kapal).

2.1.4 Pengertian mesin bubut

Menurut pramudito / 2013, menjelaskan mesin bubut termasuk dalam jenis mesin perkakas, prinsip kerja dari mesin bubut ini sendiri adalah proses penghilangan atau penyayatan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk dari tertentu yang sesuai dengan desain gambar. Benda kerja akan diputar atau dirotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses penyayatan oleh pisau atau pahat yang bergerak secara sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

2.1.5 Pengertian mesin frais

Menurut pramudito / 2013, menjelaskan mesin frais adalah mesin perkakas yang digunakan untuk mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan menggunakan pisau atau pahat sebagai penyayat benda kerja. Prinsip kerja mesin frais yakni alat potong berputar, sedangkan benda kerjanya bergerak mendatar atau melintang secara perlahan.

2.1.6 Pengertian mesin bor

Mesin bor adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang, alur, peluasan dan penghalusan secara presisi dan akurat, dengan menggunakan bantuan mata bor.

2.2 Keselamatan kerja

Merujuk pada undang-undang keselamatan kerja, yang di maksud dengan keselamatan kerja adalah keselamatan yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahan, landasan kerja dan lingkungan kerja serta cara-cara melakukan pekerjaan dan proses produksi. Keselamatan kerja merupakan tugas semua orang yang berada di perusahaan. Dengan demikian, keselamatan kerja bisa diartikan dari, oleh dan untuk setiap tenaga kerja dan orang lain yang berada di perusahaan serta masyarakat sekitar perusahaan yang mungkin terkena dampak akibat suatu proses produksi industri. (Tarwaka, 2017:7)

Dan dengan demikian pula keselamatan kerja merupakan sarana utama untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang dapat menimbulkan kerugian yang berupa luka/cedera, cacat atau kematian, kerugian harta benda dan kerusakan peralatan/mesin dan lingkungan kerja secara luas.

Dari penjelasan diatas terkait keselamatan kerja dapat disimpulkan akan pentingnya terhadap penerapan keselamatan kerja dengan benar. Jika penerapan ini sudah berjalan efektif pada setiap departemen pada perusahaan khususnya, maka dapat sedikit meminimalisir dampak akibat risiko bahaya yang terjadi pada saat bekerja.

2.2.1 Potensi bahaya

Sebagaimana yang dijelaskan oleh Tarwaka (2017:16), Setiap proses produksi, peralatan/mesin dan tempat kerja yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk, selalu mengandung potensi bahaya tertentu yang bila tidak mendapat perhatian secara khusus akan dapat menimbulkan risiko bahaya kerja dan nanti akan menimbulkan kecelakaan kerja. Potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja dapat berasal dari berbagai kegiatan atau aktivitas dalam pelaksanaan operasi pekerjaan atau juga berasal dari luar proses kerja.

Identifikasi potensi bahaya di tempat kerja yang menyebabkan terjadinya potensi bahaya kerja antara lain disebabkan oleh berbagai faktor:

1. Kegagalan komponen, potensi bahaya ini berasal dari:
 - Rancangan komponen pabrik termasuk peralatan/mesin dan tugas-tugas yang tidak sesuai dengan kebutuhan pemakai;
 - Kegagalan yang bersifat mekanis;
 - Kegagalan sistem pengendalian;
 - Kegagalan sistem pengaman yang disediakan;
 - Kegagalan operasional peralatan kerja yang digunakan;
2. Kondisi yang menyimpang, hal ini bisa terjadi akibat:
 - Kegagalan pengawasan atau monitoring;
 - Kegagalan manual suplai bahan baku;
 - Kegagalan pemakaian dari bahan baku;
 - Kegagalan dalam prosedur *shut-down* dan;
 - Terjadinya pembentukan bahan antara, bahan sisa dan sampah yang berbahaya;
3. Kesalahan manusia dan organisasi, seperti layaknya:
 - Kesalahan operator/manusia;
 - Kesalahan sistem pengaman;

- Kesalahan dalam mencampur bahan produksi berbahaya;
 - Kesalahan komunikasi;
 - Kesalahan atau kekurangan dalam upaya perbaikan dan perawatan alat;
 - Melakukan pekerjaan-pekerjaan yang tidak sah atau tidak sesuai dengan prosedur kerja yang sudah ditetapkan;
4. Pengaruh kecelakaan di luar, hal ini kaitannya dengan kecelakaan dalam suatu industri akibat kecelakaan lain yang terjadi di luar pabrik, seperti:
- Kecelakaan pada waktu pengangkutan produk;
 - Kecelakaan pada stasiun pengisian bahan;
 - Kecelakaan pada pabrik disekitarnya;
5. Kecelakaan akibat adanya sabotase, yang bisa dilakukan oleh orang luar ataupun dari dalam pabrik, biasanya hal ini akan sulit untuk diatasi atau dicegah, namun pada faktor ini frekuensinya sangat kecil dibandingkan dengan faktor penyebab lainnya.

Bahaya juga terkandung dalam peralatan, material, proses, dan lingkungan kerja hasil teknologi masa kini. Jika risiko dikelola dengan baik, risiko akan terkendali dan manfaatnya yang luar biasa dapat diperoleh. Namun, jika diabaikan, akan timbul penderitaan manusia/karyawan dan kerugian yang cukup luar biasa.

2.2.2 Pencegahan kecelakaan kerja

Definisi menurut Tarwaka (2017:24) pencegahan kecelakaan kerja pada umumnya yakni upaya untuk mencari penyebab dari suatu kecelakaan dan bukan mencari siapa yang salah. Dengan mengetahui dan mengenal penyebab kecelakaan maka dapat disusun suatu rencana pencegahannya, yang mana dalam hal ini merupakan program K3, yang pada hakekatnya adalah merupakan rumusan dari suatu strategi bagaimana menghilangkan atau mengendalikan potensi bahaya yang sudah diketahui. Untuk membuat program K3 dalam rangka pencegahan kecelakaan kerja, beberapa tahapan yang harus di pahami dan dilalui yakni:

- 1. Identifikasi masalah dan kondisi tidak aman.** Kesadaran akan adanya potensi bahaya di suatu tempat kerja merupakan langkah pertama dan utama di dalam upaya pencegahan kecelakaan secara efektif dan efisien. Data yang diperoleh dari hasil identifikasi akan sangat bermanfaat dalam merencanakan dan melaksanakan suatu upaya pencegahan kecelakaan selanjutnya. Identifikasi masalah ini antara lain meliputi :
 - Pengenalan jenis pekerjaan yang mengandung unsur terjadinya kecelakaan;
 - Pengenalan komponen peralatan dan bahan-bahan berbahaya yang digunakan dalam proses kerja;

- Lokasi pelaksanaan pekerjaan;
- Sifat dan kondisi tenaga kerja yang menangani;
- Perhatian manajemen terhadap kecelakaan;
- Sarana dan peralatan pencegahan dan pengendalian yang tersedia.

2. **Model kecelakaan**, hal ini yang menunjukkan bagaimana suatu kecelakaan bisa terjadi. Untuk menemukan sebab-sebab kecelakaan, dikenal berbagai model kecelakaan seperti:

- **Model kecelakaan biasa**, yang secara sederhana menggambarkan kemungkinan sebab terjadinya kecelakaan, yaitu misalnya hadirnya seseorang di suatu tempat yang mengandung potensi bahaya.
- **Model analisa pohon kesalahan** (*fault-tree analysis-FTA*), yaitu suatu metode untuk mengidentifikasi suatu kombinasi antara kegagalan peralatan dan kesalahan manusia, dengan memakai prosedur “*Top-Down*” yang dimulai dari kejadian kecelakaan.

2.3 Pengertian HIRA (*Hazards Identification and Risk Assesment*)

HIRA (*Hazards Identification and Risk Assesment*) merupakan suatu metode atau teknik untuk mengidentifikasi potensi bahaya kerja dengan mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi dan mengevaluasi resiko yang terjadi melalui penilaian resiko dengan menggunakan matriks penilaian resiko. (Eriko:2016)

Sedangkan menurut Tarwaka (2017:266), pengertian *Hazards* atau potensi bahaya adalah sesuatu yang berpotensi menyebabkan terjadinya kerugian, kerusakan, cedera, sakit, kecelakaan atau bahkan dapat mengakibatkan kematian yang berhubungan dengan proses dan sistem kerja. Identifikasi hazards merupakan suatu proses yang dapat dilakukan untuk mengenali seluruh situasi atau kejadian yang berpotensi sebagai penyebab terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang mungkin timbul di tempat kerja. Langkah pertama untuk menghilangkan atau mengendalikan hazards adalah dengan mengidentifikasi atau mengenali kehadiran hazards di tempat kerja. Hazards dapat di kelompokkan berdasarkan kategori-kategori umum sebagai berikut:

- a) Potensi bahaya dari bahan-bahan berbahaya
- b) Potensi bahaya bertekanan
- c) Potensi bahaya udara panas
- d) Potensi bahaya kelistrikan
- e) Potensi bahaya mekanik
- f) Potensi bahaya radiasi
- g) Potensi bahaya kebisingan dan vibrasi

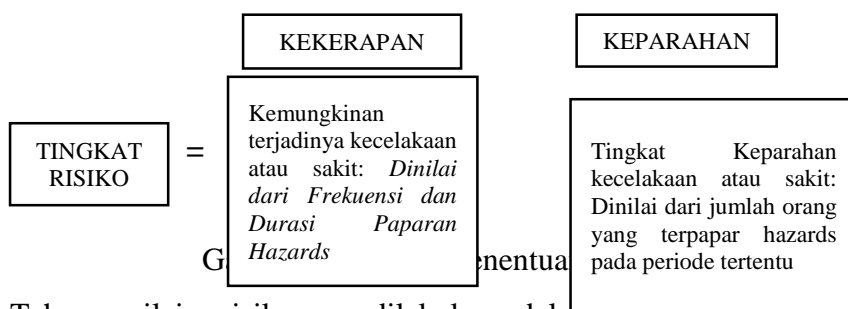
- h) Potensi bahaya ergonomi
- i) Potensi bahaya lingkungan kerja

Berdasarkan kategori-kategori sumber bahaya menurut Tarwaka, terdapat sumber bahaya yang terjadi pada pekerjaan di lingkup UPJ. SMK MASKUMAMBANG, oleh karenanya proses identifikasi bahaya terhadap setiap jenis pekerjaan fabrikasi yang wajib diketahui sedetail mungkin. Adapun langkah proses identifikasi bahaya yakni :

1. Buat daftar dan periksa semua objek (mesin, peralatan kerja, bahan, proses kerja sistem kerja) yang ada di tempat kerja.
2. Lakukan wawancara dengan pihak terkait.
3. Catat seluruh bahaya yang telah diidentifikasi ataupun yang terjadi.

2.4 Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Definisi Risiko menurut Tarwaka (2017:270), menjelaskan Risiko adalah suatu kemungkinan terjadinya kecelakaan atau kerugian pada periode waktu tertentu atau siklus operasi tertentu. Sedangkan tingkat risiko merupakan perkalian antara tingkat kekerapan (probability) dan keparahan (consequence) dari suatu kejadian yang akan menyebabkan kerugian, kecelakaan, atau cedera dan sakit yang mungkin timbul dari pemaparan suatu hazards di tempat kerja.



Tahap penilaian risiko yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah dari setiap kecelakaan kerja yang terjadi maupun gangguan proses. Adapun langkah-langkah dari analisa risiko adalah:

2.4.1 Estimasi Tingkat Kekerapan / Keseringan

Yaitu dilakukan pemahaman terhadap pertimbangan kriteria tingkat keseriusan akibat kegagalan ataupun kecelakaan kerja, pada tahap ini harus mempertimbangkan tentang berapa sering dan berapa lama seorang tenaga kerja terpapar potensi bahaya. Dengan demikian kita harus membuat keputusan tentang tingkat seberapa sering kecelakaan/ sakit yang terjadi untuk setiap potensi bahaya yang diidentifikasi.

Menurut Tarwaka (2017), di tingkat kekerapan ini dapat di kategorikan menjadi 4 (empat) katagori, yakni sebagai berikut:

- a) **Sering (*Frequent*)**; adalah kemungkinan terjadinya sangat sering dan berulang (**Nilai:4**)
- b) **Agak Sering (*Probable*)**; adalah kemungkinan terjadi beberapa kali (**Nilai: 3**)
- c) **Jarang (*Occasional*)**; adalah kemungkinan jarang terjadi atau terjadinya sekali waktu (**Nilai:2**)
- d) **Jarang Sekali (*Remote*)**; adalah kemungkinan terjadinya kecil tetapi ada kemungkinan (**Nilai:1**)

Dari kategori seperti tersebut diatas, kita dapat memilih salah satu kategori yang paling tepat untuk mengestimasi tingkat kekerapan atau keseringan terjadinya kecelakaan dan sakit dari setiap potensi bahaya yang kita identifikasi.

2.4.2 Penentuan Tingkat Keseriusan / Keparahan

Pada tahap ini dilakukan proses penilaian dari masing-masing sumber bahaya, kita harus membuat keputusan tentang seberapa parah kecelakaan/ sakit yang mungkin terjadi berlandaskan pada Tabel Kriteria Tingkat Risiko dan Tabel Kriteria *Consequences*. Penentuan tingkat keseriusan dari suatu kecelakaan juga memerlukan suatu pertimbangan tentang beberapa banyak orang yang ikut terkena dampak akibat kecelakaan dan bagian-bagian tubuh mana saja yang dapat terpapar potensi bahaya.

Di tingkat keparahan kecelakaan atau sakit dapat di kategorikan menjadi 5 (lima) katagori, yakni sebagai berikut:

- a) **Bencana (*catastrophic*)**; adalah kecelakaan yang banyak menyebabkan kematian (**Nilai:5**)
- b) **Fatal**; adalah kecelakaan yang menyebabkan kematian tunggal (**Nilai:4**)
- c) **Cedera Berat (*Critical*)**; adalah kecelakaan yang menyebabkan cedera atau sakit yang parah untuk waktu yang lama tidak mampu bekerja atau menyebabkan cacat tetap (**Nilai:3**)
- d) **Cedera Ringan (*Marginal*)**; adalah kecelakaan yang menyebabkan cedera atau sakit ringan dan segera dapat bekerja kembali atau tidak menyebabkan cacat tetap (**Nilai:2**)
- e) **Hampir cedera (*Negligible*)**; adalah kejadian hampir celaka yang tidak mengakibatkan cedera atau tidak memerlukan perawatan kesehatan (**Nilai:1**)

2.4.3 Penentuan Tingkat Risiko

Selanjutnya membuat skala risiko untuk setiap potensi bahaya yang diidentifikasi dalam upaya menyusun rencana pengendalian potensi bahaya serta risiko yang akan terjadi dengan Penilaian Matriks Risiko.

Tabel 2.1 Matrix Penilaian Risiko

CONSEQUENCE		PROBABILITY			
		FREQUENT	PROBABLE	OCCASIONAL	REMOTE
		4	3	2	1
CATASROPHIC	5	20 Urgent	15 Urgent	10 High	5 Medium
FATAL	4	16 Urgent	12 High	8 Medium	4 Low
CRITICAL	3	12 High	9 Medium	6 Medium	3 Low
MARGINAL	2	8 Medium	6 Medium	4 Low	2 Low
NEGLIGIBLE	1	4 Low	3 Low	2 Low	1 Low

(
Sumber
:

Tarwaka ; 2017)

2.4.4 Prioritas Risiko

Setelah dilakukan penentuan tingkat risiko, selanjutnya harus dibuat skala prioritas risiko untuk setiap potensi bahaya yang diidentifikasi dalam upaya menyusun rencana pengendalian risiko. Potensi bahaya (*hazards*) dengan tingkat risiko “*URGENT*” harus menjadi prioritas utama, diikuti tingkat risiko “*HIGH*” ; “*MEDIUM*” ; dan terakhir tingkat risiko “*LOW*”. Sedangkan tingkat risiko “*NONE*” untuk sementara dapat diabaikan dari rencana pengendalian risiko, namun tidak menutup kemungkinan untuk tetap menjadi prioritas terakhir. Penentuan skala prioritas tingkat risiko dapat mengikuti acuan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tingkat Risiko

Tingkat Risiko	Tingkat Bahaya	Klasifikasi
<i>URGENT</i>	Tingkat bahaya sangat tinggi	<i>Hazards</i> Kelas:A

(Sumber : Tarwaka ; 2017)

<i>HIGH</i>	Tingkat bahaya serius	<i>Hazards Kelas:B</i>
<i>MEDIUM</i>	Tingkat bahaya sedang	<i>Hazards Kelas:C</i>
<i>LOW</i>	Tingkat bahaya kecil	<i>Hazards Kelas:D</i>
<i>NONE</i>	Hampir tidak ada bahaya	<i>Hazards Kelas:E</i>

2.5 Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Pengendalian Risiko diimplementasikan guna untuk mengurangi risiko sampai batas-batas yang dapat diterima berdasarkan ketentuan, peraturan dan standar yang berlaku. Pengendalian Risiko dapat mengikuti Pendekatan Hirarki Pengendalian (*Hierarchy of controls*). Hirarki pengendalian risiko adalah suatu urutan-urutan dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan. Langkah-langkah hirarki pengendalian risiko menurut Tarwaka (2017 : 277) antara lain :

1. Eliminasi (*elimination*)

Eliminasi adalah cara pengendalian risiko yang paling baik, karena risiko terjadinya kecelakaan dan sakit akibat potensi bahaya di tiadakan. Eliminasi merupakan suatu pengendalian risiko yang bersifat permanen dan harus dicoba untuk diterapkan sebagai pilihan prioritas pertama.

2. Substitusi/Pergantian (*substitution*)

Mengganti aktivitas, proses atau substansi yang menimbulkan bahaya dengan aktivitas yang kurang atau tidak berbahaya.

3. Rekayasa Teknik (*Engineering Control*)

Pengendalian atau rekayasa teknik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya.

4. Isolasi (*Isolation*)

Isolasi merupakan pengendalian risiko dengan cara memisahkan seseorang dari objek kerja.

5. Pengendalian Administrasi (*Administration Control*)

Perlindungan dapat ditambah dengan memodifikasi alat atau peralatan. Mengintruksikan dalam cara yang paling aman untuk melakukan sesuatu. Ini berarti mengembangkan dan menegakkan prosedur kerja. Karyawan harus diberikan informasi, intruksi dan harus mengikuti prosedur yang disepakati untuk memastikan keselamatan mereka.

6. Menggunakan alat pelindung diri dan pakaian.

Alat pelindung diri (APD) secara umum merupakan sarana pengendalian yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara maka kala sistem pengendalian yang lebih permanen belum dapat diimplementasikan. Hal ini disebabkan karena penggunaan APD mempunyai beberapa kelemahan antara lain:

- APD tidak menghilangkan risiko bahaya yang ada, tetapi hanya membatasi anatara terpaparnya tubuh dengan potensi bahaya yang diterima.
- Penggunaan APD dirasakan tidak nyaman, karena kekurangan leluasaan gerak pada waktu kerja dan dirasakan adanya beban tambahan karena harus dipakai selama bekerja.

2.6 Fault Tree Analysis (FTA)

Menurut pendapat Ahmat Nuril (2008) *Fault Tree Analysis* adalah salah satu contoh metode analisa proses yang digunakan dalam pencarian suatu permasalahan dalam suatu proses, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya undesired event tersebut. Dengan pendekatan metode FTA ini, akan dapat diketahui kegagalan-kegagalan yang menjadi penyebab terjadinya *undesired event*, dan probabilitas terjadinya undesired event tersebut.

Fault Tree Analysis menyediakan tujuan untuk analisa desain system, analisa model kerusakan sesuai keperluan keamanan dan penyelesaian perubahan dan penambahan system. *Fault Tree Analysis* merupakan salah satu metode analisa risiko kuantitatif dengan model grafik dan logika yang menampilkan kombinasi kejadian yang memungkinkan yaitu rusak atau baik, yang terjadi dalam sistem, aplikasinya dapat mencakup suatu sistem, mesin, *equipment*. (Ahmad nuril : 2008)

Dalam penggunaannya FTA mempunyai beberapa nilai penting, yaitu :

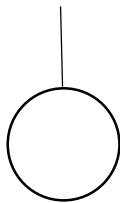
1. Dapat menganalisa kegagalan sistem secara deduktif
2. Dapat mencari aspek-aspek dari sistem atau peralatan yang terlibat dalam kegagalan utama
3. Membantu pihak manajemen mengetahui perubahan dalam sistem atau fasilitas produksinya

4. Membantu mengalokasikan penganalisa untuk berkonsentrasi pada suatu bagian kegagalan dalam sistem
5. Mengidentifikasi dan mengevaluasi kombinasi dari kegagalan suatu peralatan (*equipment failure*) dan *human error* serta menyebabkan terjadinya suatu kejadian yang tidak dikehendaki (*accidents events*)
6. Untuk memprediksi kombinasi suatu kejadian (*events*) yang tidak dikehendaki, sehingga dapat dilakukan koreksi untuk meningkatkan *product safety*, memperkecil *plant failure* dan *plant injuries*
7. Membuka bentuk-bentuk kegagalan tersembunyi (*hidden failures modes*) dari suatu sistem atau peralatan yang diakibatkan oleh kombinasi *equipment failures* selama tahap operasi atau proses produksi.

2.6.1 Event Symbols Pada FTA (*Fault Tree Analysis*)

Berikut penjelasan simbol-simbol yang digunakan pada FTA :

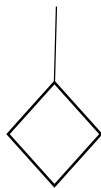
- ✓ Basic vent



Gambar 2.2 Basic Event

Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan basic event atau primary event atau kegagalan mendasar. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian atau kondisi sebab dasar yang tidak perlu dicari lagi penyebabnya.

- ✓ Undeveloped event



Gambar 2.3 Undeveloped event

Simbol wajik atau diamond ini untuk menyatakan undeveloped event atau kejadian tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya.

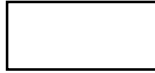
- ✓ Conditioning event



Gambar 2.4 Conditioning event

Simbol oval ini untuk menyatakan conditioning event, yaitu suatu kondisi spesifik atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang INHIBIT dan PRIORITY AND). Jadi bisa diartikan kejadian output bisa terjadi apabila kejadian input terjadi dan memenuhi suatu konndisi tertentu.

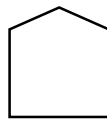
- ✓ Top event / Intermediate event



Gambar 2.5 Top event / Intermediate event

Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian input gagal yang masuk ke gerbang.

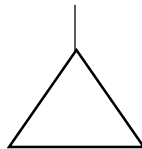
- ✓ House event



Gambar 2.6 House event

Simbol rumah digunakan untuk menyatakan external event yang sudah ada atau exist terlebih dahulu yang mendukung terjadinya kegagalan.

- ✓ Triangle



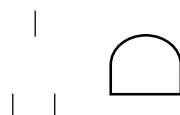
Gambar 2.7 Triangle

Simbol ini menggambarkan suatu event transfer-in dan transfer out.

2.6.2 Gate Symbols Pada FTA

Menurut pendapat Erny Rosyitah :2008 *Gate symbol* digunakan untuk menghubungkan suatu kejadian sesuai dengan hubungan kausalnya. Gate symbol yang sering digunakan adalah *OR Gate* dan *And Gate*. *And Gate* ini menunjukkan suatu output terjadi jika keseluruhan event input terjadi secara simultan. Sedangkan *OR Gate* menunjukkan suatu *output event* jika paling sedikit satu kejadian terjadi. Sementara untuk simbol yang lain jarang digunakan dalam aplikasi. Dibawah ini merupakan gambar dari *Gate Symbol* :

- AND GATE



Gambar 2.8 simbol AND GATE

Simbol ini menunjukkan bahwa output event akan terjadi jika seluruh input events ada atau terjadi (exist).

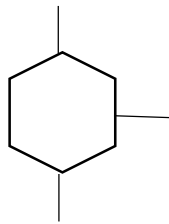
- OR GATE



Gambar 2.9 simbol OR GATE

Dari simbol ini menunjukkan bahwa output event akan terjadi jika salah satu input event ada atau terjadi (exist).

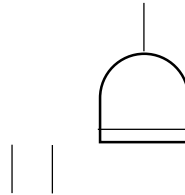
- INHIBIT GATE



Gambar 2.10 simbol INHIBIT GATE

Menunjukkan bahwa output event akan terjadi jika input event ada dan inhibit condition terpenuhi.

- PRIORITY AND



Gambar 2.11 simbol PRIORITY AND

Fault output terjadi jika semua fault input terjadi dengan urutan atau sekuens tertentu.

- TRANSFER SYMBOL



Gambar 2.12 simbol TRANSFER SYMBOL

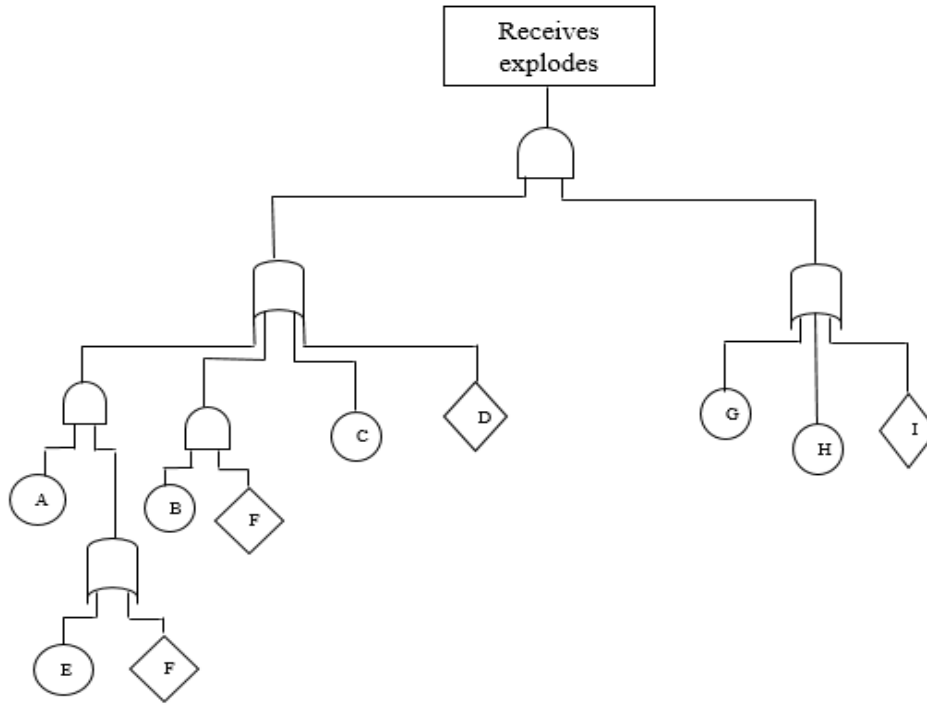
Simbol ini menunjukkan bahwa fault tree berhubungan lebih lanjut dengan fault tree di lembaran ataupun halaman lain.

2.6.3 Langkah-langkah Pengerjaan FTA

- a. Menentukan masalah yang akan dianalisa (*problem definition*). Pada FTA sebuah masalah adalah '*particular accidents*' atau *main system failure* yang digambarkan sebagai suatu '*TOP EVENT*'. Pemilihan *top event* yang benar tidak terlalu umum atau melebar, seperti '*explosion at the plant*' juga terlalu sempit, seperti '*valve failure*' akan

tetapi lebih spesifik untuk masalah yang akan dianalisa dan sebisa mungkin mengandung unsur 3W : *what, where, dan when.*

- b. Membuat gambar konstruksi FTA (*FTA construction*)



Gambar 2.13 contoh kontruksi *Fault Tree Analysis*

- c. Memberi jawaban terhadap masalah FTA (*FTA solution*)
- d. Menentukan '*minimal cut set ranking*'

2.6.4 Pengidentifikasian *minimal cut set*

Sebuah *fault tree* memberikan informasi tentang berbagai kombinasi dari *fault event* yang mengarah pada critical failure system. Kombinasi dari *fault event* disebut dengan *minimal cut set*. Pada terminology *fault tree*, sebuah cut set didefinisikan sebagai basic event yang bila terjadi akan mengakibatkan terjadinya top event. Sebuah cut set dikatakan sebagai *minimal cut set* jika cut set tersebut tidak dapat direduksi tanpa menghasilkan statusnya sebagai cut set. (Ahmat Nuril 2008). Dapat melihat hukum aljabar seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Hukum aljabar boolean

Jenis	Formula	Jenis	Formula
Hukum Dasar	$AA = A$	Hukum	$A(B+C) = AB+AC$
	$A + A = A$	Distributif	$A+BC=(A+B)(A+C)$
	$A(A+B)=A$	Hukum	$0A = 0$
	$\bar{A} + A = 1$	yang	$1A = A$
	$A\bar{A} = 0$	Melibatkan	$0 + A = A$
Hukum	$AB = BA$	1 dan 0	$1 + A + A$
Kumulatif	$A + B = B + A$	Hukum	$AB = A + B$
Hukum	$A(BC) = (AB)C$	De Morgan	$A + B = AB$
Asosiatif	$A+(B+C)=(A+B)+C$		

2.7 Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya

1. Penggunaan Metode Hira Dalam Analisis Potensi Kecelakaan Kerja Pada Departemen Produksi Springbed (Studi Kasus : Pt. Malindo Innitama Raya, Malang, Jawa Timur)

Masalah dalam kasus keselamatan dan kesehatan kerja (K3) terjadi pada PT. Malindo Intitama Raya salah satu perusahaan manufaktur di kabupaten Malang yang memproduksi springbed. Terdapat sejumlah kasus kecelakaan yang dialami oleh para pekerja pada tahun 2012. Penelitian ini dilakukan pada bagian produksi yang sangat rawan terjadi kecelakaan kerja. Dimulai dengan identifikasi titik-titik apa saja yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Ini bertujuan untuk mengetahui sumber bahaya penyebab kecelakaan kerja sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan untuk periode selanjutnya. Proses identifikasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode Hazards Identification and Risk Assessment (HIRA). Berdasarkan proses identifikasi bahaya maka didapatkan 34 jenis temuan bahaya yang kemudian dikelompokkan menjadi enam sumber bahaya yaitu sumber bahaya kondisi lingkungan kerja, sikap pekerja, material kerja, lantai basah, panel listrik dan pisau pemotong. Sedangkan dari penilaian risiko maka didapatkan nilai 4% bahaya dalam kategori ekstrim, 81% bahaya dalam kategori risiko tinggi dan 15% bahaya dalam kategori risiko sedang.

2. Hazard Identification And Risk Assessment (Hira) Pada Proses Fabrikasi Plate Tanki 42-T-501a Pt Pertamina (Persero) Ru VI Balongan

HIRA adalah suatu proses untuk mengetahui adanya suatu bahaya kemudian menghitung besarnya suatu risiko dan menetapkan apakah risiko tersebut dapat diterima atau

tidak. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501A milik PT Pertamina (Persero) RU VI Balongan. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dan merupakan penelitian cross sectional berdasarkan waktu penelitiannya. Objek penelitian ini berfokus pada pekerja fabrikasi plate tanki 42 T-501A milik PT Pertamina (Persero) RU VI Balongan dengan total populasi 20 orang. Data primer didapatkan melalui hasil observasi dan wawancara yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan diagram lalu dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501A terdapat 24 potensi bahaya dengan 24 risiko dari 6 aktivitas pekerjaan didalamnya. Berdasarkan hasil penilaian risiko, dari 24 risiko pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501A terdapat 6 jenis risiko kategori *low risk*, 6 jenis risiko kategori *medium risk*, 11 risiko kategori *high risk* dan 1 risiko kategori *extreme*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah tingkatan risiko terbesar pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501A adalah risiko kategori *high risk* sebesar 45%. Risiko kategori *high risk* tersebut meliputi risiko tertimpa plate, paparan cahaya *torch*, paparan *fume torch*, percikan api *cutting torch*, paparan cahaya pengelasan, paparan *fume* pengelasan, percikan api pengelasan, ledakan tabung *sandblasting* dan ledakan selang *sandblasting*.

3. Analisis Penerapan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)* Dengan Pendekatan *Fault Tree Analysis (FTA)*

PT. Barata Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha alat berat, konstruksi baja, pengecoran dan pengerjaan sipil. Dimana setiap proses produksi PT. Barata Indonesia menggunakan mesin-mesin dan alat yang penggunaan dari mesin-mesin tersebut mengandung bahaya dan resiko yang sewaktu-waktu dapat mengancam keselamatan dan kesehatan tenaga kerja. *Hazard Identification and Risk Assessment*, merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengendalikan risiko kecelakaan kerja dan dilakukan penilaian risiko, yang bertujuan untuk mencegah kecelakaan kerja yang dapat terjadi. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi kecelakaan yang dapat terjadi di PT Barata Indonesia dan mencegah kecelakaan kerja yang akan terjadi. Hasil dari penelitian Setelah melakukan penerapan menggunakan metode HIRA terdapat enam temuan potensi bahaya yang terdapat pada workshop PT Barata Indonesia skor tertinggi terdapat pada potensi bahaya yaitu tangga yang tidak berdiri tegak yang sering digunakan operator bekerja dengan nilai resiko sebesar 3A yang dapat dikategorikan skor bobot konsekuensi 3 yang artinya kriteria keparahan moderate

(sedang) dan nilai bobot kemungkinan atau peluang yaitu termasuk tingkatan A atau almost certain (hampir pasti akan terjadi). Kemudian di analisa akar penyebab kecelakaan kerja dapat terjadi menggunakan *fault tree analysis* (FTA).

4. Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* Untuk Meminimumkan Cacat Pada *Crank Bed* Di Lini *Painting* Pt. Sarandi Karya Nugraha

PT. Sarandi Karya Nugraha adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang alat *furniture* rumah sakit. Objek penelitian adalah pada proses *painting crankbed*. Persentase produk *defect* pada divisi *painting* pada periode januari 2014 – agustus 2015 mencapai 11 %. Padahal ketetapan yang telah diatur perusahaan jumlah *defect* produk tidak melebihi 3 % dari produk yang dihasilkan. Masalah ini berkaitan dengan kualitas produk perusahaan dimana dapat menyebabkan melunjaknya biaya produksi akibat produksi baru maupun *rework*. Hal ini juga dapat menyebabkan hilangnya pelanggan akibat kekecewaan atas produk yang buruk. Penelitian ini dilakukan untuk mencari masalah terbesar yang mengakibatkan *defect* pada produk *crankbed* dan mencari akar masalahnya untuk dapat dilakukan perbaikan. Diagram pareto digunakan untuk melihat apa permasalahan terbesar yang menyebabkan *defect* pada proses *painting*. Dari 36.352 produk yang diproduksi, ada 11 % produk cacat yang dihasilkan yaitu 4.081 produk dimana cacat terbesar adalah cat kasar, yaitu sebesar 6 %. Setelah didapatkan cat kasar sebagai penghasil jumlah *defect* terbesar, dicari akar permasalahan penyebab cat kasar menggunakan *Fault Tree Analysis*. Setelah membuat FTA, didapatkan empat minimal *cut-set* (akar masalah), yaitu tidak adan *training* berkala, lingkungan kerja tidak steril, operator tidak menggunakan APD, dan operator tidak menjalankan SOP yang ada. Dari akar-akar masalah tersebut, diberikan usulan perbaikan yang telah disusun adalah Pengadaan *training* berkala bagi operator pengecatan, Penyuluhan serta pengimplementasian 5S, Melakukan sidak lapangan dan evaluasi berkala pada operator, Menempel peraturan wajib menggunakan APD, Evaluasi kerja berkala untuk mengukur kinerja operator, Penempelan SOP *painting* di area proses kerja *painting*, Melakukan penjadwalan proses cat, proses tunggu (*curing time*), dan proses pengeringan (*oven*).

2.7.1 Daftar penelitian terdahulu

Tabel 2.4 penelitian terdahulu

Nama (Tahun)	Judul	Objek penelitian	Metode	
			HIRA	FTA

Kurniawati, Sugiono, Yuniarti (2015)	Analisis potensi kecelakaan kerja pada departemen produksi springbed dengan menggunakan HIRA	PT.Malindo Intitama Raya	✓	
Ambarani, Tualeka (2016)	Hazards identification and risk assesment pada proses fabrikasi plate tanki 42-T-501A	PT Pertamina RU VI Balongan	✓	
Mariawati, Umyati, Andiyani (2017)	Analisis penerapan keselamatan kerja menggunakan metode HIRA dengan pendekatan FTA	PT. Barata Indonesia	✓	✓
Satriyo bimo, Puspitasri diana (2015)	Analisis pengendalian kualitas dengan menggunakan metode FTA untuk meminimumkan cacat pada crank bed di lini painting	PT. Sarandi Karya Nugraha		✓
Khariis,Dianto (2018)	Analisis keselamatan dan kesehatan kerja di pekerjaan fabrikasi dengan menggunakan metode hazards identification and risk assesment	UPJ. SMK MASKUMAMBANG	✓	✓