

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini berisi mengenai penjelasan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan dan penelitian yang akan dilakukan. Kecelakaan kerja merupakan suatu tindakan fatal yang merugikan karyawan dan juga perusahaan yang mengalami kecelakaan kerja tersebut untuk mengurangi kecelakaan kerja pada suatu perusahaan maka dibutuhkan identifikasi potensi bahaya pada setiap lapangan kerja yang menimbulkan potensi bahaya yang tinggi (Restuputri, Sari, & Dyan, 2015).

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan salah satu faktor penting atau boleh dikatakan sebagai kebutuhan pokok dari setiap perusahaan atau industri, bahkan merupakan kebutuhan yang tidak dapat dihindarkan lagi bagi industri besar saat ini. Dengan adanya Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang telah diterapkan diperusahaan maka dapat mengurangi resiko suatu perusahaan dalam hal kecelakaan kerja (Mariawati, Umyati, & Andiyani, 2017).

Rencana keselamatan dan kesehatan kerja adalah kunci sebagai acuan kinerja dalam keamanan pekerjaan pada proyek konstruksi yang ingin melindungi pekerjaanya, personel dilapangan, peraturan umum yang memberikan petunjuk bagaimana mengurangi kecelakaan dan memberikan perlindungan terhadap aset. Perencanaan K3 meliputi : identifikasi bahaya, penilaian resiko, dan pengendalian resiko (Dharma, Putera, & Parami, 2017).

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko untuk mengetahui penyebab atau dampak dari resiko itu sendiri. Metode untuk mengidentifikasi resiko adalah *Preeliminary Hazard Analysis*, *Failure Mode Effects Analysis*, *Check List*, *Hazard and Operability Study*, *Fault Tree Analysis*, dan *Job Safety Analysis* (Dharma, Putera, & Parami, 2017).

Pada penelitian identifikasi bahaya dengan menggunakan metode FMEA dilanjutkan dengan tahap penilaian resiko dengan mencari nilai severity, nilai occurrence dan nilai detection pada setiap penyebab kecelakaan kemudian dilakukan perhitungan RPN dan mengurutkan RPN untuk mengetahui potensi penyebab kecelakaan yang tertinggi harus ditangani terlebih dahulu, selanjutnya

mengidentifikasi penyebab resiko dengan diagram tulang ikan dan memberikan usulan rencana perbaikan untuk mengurangi kerugian akibat resiko kecelakaan kerja hasil dari penelitian adalah resiko yang teridentifikasi ada 3 yaitu kualitas produk kurang optimal, kecelakaan kerja dan output terbatas serta nilai RPN tertinggi adalah 265 penyebabnya adalah pekerja tidak menggunakan masker. Usulan yang diberikan penelitian meningkatkan kesadaran pekerja tentang pentingnya K3, dilakukan pengawasan terhadap pemakaian alat-alat K3, dan modifikasi peralatan (Yuliawati, 2017).

Pada penelitian identifikasi bahaya kecelakaan kerja pada proses *grinding* dan *welding* dengan menggunakan metode HIRA dengan hasil penelitian yang termasuk kedalam kategori *low risk* yaitu mesin, material, terkena percikan api, terkena batu gerinda, tergores material yang berkarat, cedera muskuloskeletal, terkena material yang mudah terbakar, terpeleset, yang termasuk kedalam kategori *medium risk* yaitu mata kemasukan gram, tersetrum pada *grinding*, terhirup debu sisa material, ledakan gas, sedangkan yang termasuk kedalam kategori *high risk* yaitu bising, tersentrum aliran listrik, jatuh dari ketinggian. Usulan pengendalian resiko dilakukan dengan metode FTA diantaranya adalah penggunaan APD, adanya pengawasan dari tim *HSE*, adanya sanksi apabila ada yang melanggar, adanya *reward* kepada pekerja yang mematuhi aturan K3, area bebas material yang mudah terbakar, pemberian arahan kepada pekerja, penyediaan APAR, dan perawatan pada divisi *maintenance* secara rutin (Saskia, Kirana, & Susihono, 2013).

Pada penelitian dilakukan identifikasi bahaya pada pekerja pembangunan *flyover* di jalan tol surabaya – Mojokerto dengan hasil penelitian terdapat 55 variabel risiko yang mungkin terjadi pada pembangunan ini dimana terbagi dalam 4 jenis pekerjaan dengan 15 *sub-item* pekerjaan yang sedang berlangsung di proyek yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan pondasi, pekerjaan jembatan girder dan pekerjaan drainase. Hasil perhitungan RPN tertinggi pada penelitian ini dengan skor 17,86 pada pekerjaan *erection girder* sedangkan terendah pada pekerjaan persiapan dengan skor 8,74, sumber penyebab kecelakaan ada 4 faktor yaitu faktor manusia, faktor lingkungan proyek, faktor peralatan dan material dan juga faktor metode kerja (Sinaga, N., & Adi, 2014).

Pada penelitian dilakukan identifikasi bahaya, penilaian resiko serta pengendalian resiko pada divisi boiler dengan menggunakan metode HIRARC pengambilan data

dilakukan dengan wawancara maka didapatkan sumber bahaya pada divisi boiler adalah debu batu bara, percikan api, radiasi panas, terjatuh, terjepit, kebisingan listrik bertekanan tinggi, ledakan, terbakar, material panas, terkena bahan kimia, menghirup bahan kimia, kebocoran pada steam drum, uap panas, air panas, tekanan gas berlebih, dan bara api. Penilaian resiko pada divisi boiler berdasarkan sumber bahaya adalah *Extreme Risk* : 8%, *High Risk* : 14%, *Moderate Risk* : 35%, *Low Risk* : 43%, usulan pengendalian resiko pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengecekan rutin pada seluruh mesin di area *boiler* agar tidak terjadi kecelakaan yang disebabkan oleh mesin (Supriyadi & Ramdan, 2017).

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sekarang akan dilakukan di perusahaan yang bergerak dibidang geothermal dengan memanfaatkan energi panas bumi dan diubah menjadi listrik, Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi bahaya dan pengendalian resiko dari bahaya kerja tersebut serta memberikan saran perbaikan terhadap perusahaan. Metode yang akan digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan akan dilakukan penilaian resiko berdasarkan pada hasil dari analisis FMEA serta memberikan usulan pengendalian dari resiko bahaya permesinan.

2.2. Dasar Teori

Dasar Teori yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada subab-subab dibawah ini.

2.2.1. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah keselamatan yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan, dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan. (Suma'mur, 1993)

Keselamatan kerja merupakan rangkaian usaha untuk menciptakan suasana kerja yang aman dan tentram bagi karyawan yang bekerja di perusahaan yang bersangkutan. Tujuan dari keselamatan kerja menurut (Suma'mur, 1993) yaitu sebagai berikut :

- a. Melindungi tenaga kerja atas hak keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- b. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada ditempat kerja.

- c. Sumber produksi dipelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien.

2.2.2. Kecelakaan Kerja dan Bahaya Kerja

Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian tidak diduga dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses suatu aktivitas yang telah diatur. Kecelakaan akibat kerja adalah berhubungan dengan hubungan kerja pada perusahaan, hubungan kerja disini dapat berarti bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan pekerjaan atau waktu pekerjaan berlangsung. (Sulaksmono, 1997) Bahaya pekerjaan adalah faktor-faktor dalam hubungan pekerjaan yang dapat mendatangkan kecelakaan. Bahaya tersebut disebut potensial jika faktor-faktor tersebut belum mendatangkan kecelakaan. Jika kecelakaan telah terjadi bahaya tersebut dikatakan sebagai bahaya nyata (Suma'mur, 1989).

2.2.3. Kategori Kecelakaan Kerja

Kategori kecelakaan kerja digunakan untuk mengelompokkan kasus-kasus kecelakaan kerja yang serupa. Menurut (Hughes, 2001), ada beberapa kategori dasar kecelakaan kerja yaitu :

- a. Kontak dengan mesin yang sedang bergerak atau material yang berada dalam mesin.
- b. Terbantur benda yang bergerak, terbang, atau benda yang jatuh.
- c. Terkena kendaraan yang sedang bergerak.
- d. Terkena benda yang ada dalam kondisi tetap atau stasioner
- e. Terluka pada waktu menangani pekerjaan, mengangkat barang ataupun membawanya.
- f. Terpleset, tersandung, dan jatuh pada ketinggian yang sama.
- g. Terjatuh dari ketinggian.
- h. Terjebak dalam reruntuhan.
- i. Tenggelam atau sesak nafas.
- j. Terkena atau kontak dengan bahan/benda berbahaya.
- k. Terkena api atau benda panas.
- l. Terkena ledakan.
- m. Kontak dengan alat-alat listrik.
- n. Cedera karena binatang.
- o. Terluka karena serangan orang lain.
- p. Dan jenis-jenis kecelakaan yang lain.

Kategori diatas merupakan kategori yang umum yang digunakan untuk pengkategorian kasus kecelakaan kerja.

2.2.4. Penyebab Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja memiliki penyebab berbeda-beda. Penggolongan penyebab menurut (Suma'mur, 1993) ada dua golongan yaitu :

- a. Tindakan perbuatan manusia yang tidak memenuhi keselamatan (*unsafe action*).
- b. Keadaan – keadaan lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*).

2.2.5. Kerugian – Kerugian yang disebabkan Akibat Kerja

Kecelakaan menyebabkan 5 jenis kerugian :

- a. Kerusakan
- b. Kekacauan organisasi
- c. Keluhan dan kesedihan
- d. Kelainan dan cacat
- e. Kematian

Bagian mesin, pesawat, alat kerja, bahan, proses, tempat dan lingkungan kerja mungkin rusak oleh kecelakaan. Akibat dari itu, terjadilah kekacauan organisasi dalam proses produksi. Orang yang ditimpa kecelakaan mengeluh dan menderita sedangkan keluarga dan kawan-kawan sekerja akan bersedih hati. Kecelakaan tidak jarang berakibat luka-luka, terjadinya kelainan tubuh dan cacat. Bahkan tidak jarang kecelakaan merenggut nyawa dan berakibat kematian. (Suma'mur, 1993).

2.2.6. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang mendukung program di setiap industri di seluruh dunia metode ini juga sistematis untuk mengidentifikasi moda kegagalan komponen, produk, proses atau sistem dan dampaknya dalam memenuhi keinginan dan spesifikasi konsumen. Aplikasi FMEA digunakan untuk mencegah cacat, meningkatkan keselamatan. Implementasi FMEA dilaksanakan pada tahap desain produk atau pada tahap pengembangan proses. (Setiawan, 2014).

Menurut (Carlson, 2012) FMEA memiliki tujuan antara lain:

- a. Memperbaiki desain.
- b. Memperbaiki desain sistem.
- c. Memperbaiki komponen.
- d. Mengidentifikasi dan mencegah bahaya keamanan.
- e. Minimalkan hilangnya kinerja produk atau penurunan kinerja.
- f. Meningkatkan rencana uji dan verifikasi (dalam kasus Sistem atau Desain FMEA).
- g. Meningkatkan Rencana *Process Control* (dalam kasus FMEA Proses).
- h. Pertimbangkan perubahan pada desain produk atau proses manufaktur mengidentifikasi karakteristik produk.
- i. Mengembangkan rencana Pemeliharaan pencegahan-mesin layanan dan peralatan.
- j. Mengembangkan teknik online diagnostik.

FMEA merupakan metode resmi untuk menganalisis sistem yang kompleks. FMEA memiliki hasil sebagai berikut (Goetsch, 2002) :

- a. Memeriksa secara kritis sistem yang bersangkutan.
- b. Membagi sistem ke berbagai komponen.
- c. Memeriksa setiap komponen individu dan semua cara dimana komponen mungkin gagal dan menilai setiap potensi kegagalan sesuai dengan tingkatan bahaya yang ditimbulkan (0 = tidak ada bahaya, 1 = ringan, 2 = sedang, 3 = ekstrim, 4 = berat).
- d. Memeriksa semua potensi kegagalan untuk setiap komponen dari sistem dan memutuskan apakah efek kegagalan bisa memiliki.

Pada Gambar 2.1. merupakan contoh dari FMEA untuk komponen mesin.

Plastics Extrusions, Inc.

17 Industrial Boulevard
 Forth Walton Beach, Florida 32548
 Process/System Direct
 Extrusion

Department: Manufacturing

Date November 12, 2001

Component	Type of Potential Failure	Potential Effect On														Examination Method	Recommendation	
		Component	Related Components	Process/System	Workers	0	1	2	3	4	H	M	L	U				
Die backer	Corrosion	Shutdown to replace	None	Shutdown to replace	None	√											Visual	Periodic checks for corrosion
Die	Cracking	Shutdown to replace	Damage to die backer	Shutdown to replace	None			√									Visual	Periodic checks for crack
Billet	---	---	---	---	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	---	---
Dummy block	Shattering	Shutdown to replace	Could damage others	Shutdown all	Injuries From Flying Metal				√								Visual	Inspect and replace periodically
Pressing stem	Bending	Shutdown to replace	None	Shutdown to replace	None	√											Visual	Inspect and replace periodically
Container liner	Surface wear	Shutdown to replace	None	None	None	√											Visual	Periodic checks to wear
Container fillet	---	---	---	---	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	---	---

Gambar 2.1. Sample FMEA

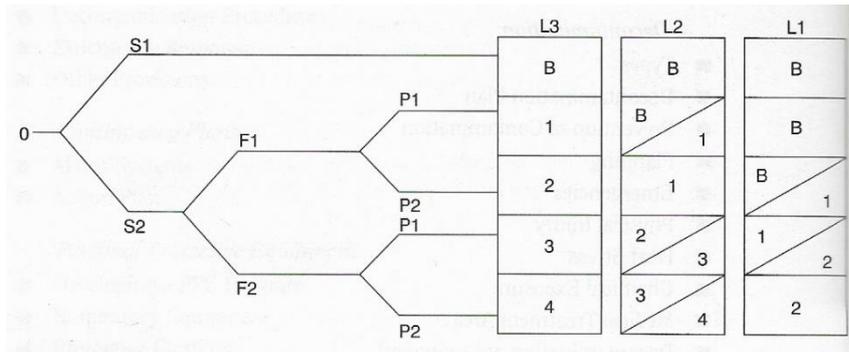
(Sumber : Goetsch, 2002)

2.2.7. Penilaian Risiko pada Mesin

Merupakan proses penentuan level resiko yang terkait pada mesin. Hal tersebut merupakan yang proses terstruktur dan sistematis, yang dapat menjawab 4 pertanyaan spesifik di bawah ini:

- Seberapa parah cedera yang terjadi?
- Seberapa sering para pekerja terkena potensi bahaya?
- Apakah mungkin untuk menghindari cedera tersebut?
- Apakah cedera tersebut mungkin terjadi dan dapat dikendalikan?

Teknik penilaian yang paling sering digunakan adalah *Decision tree* yang dikaitkan dengan 4 pertanyaan di atas. (Goetsch, 2002)



Gambar 2.2. Risk Assesment Decision Tree

(Sumber : Goetsch 2002)

Keterangan :

S= *Severity*

Pertanyaan 1: Tingkat keparahan dari cedera potensial

S1 = Cedera ringan

S2= Cedera parah

F= *Frequency*

Pertanyaan 2: Frenkuensi kejadian bahaya-bahaya

potensial F1= jarang

F2= sering sampai kontinyu

P=*Possibility*

Pertanyaan 3: Kemungkinan menghindari bahaya jika

terjadi P1 = mungkin di hindari

P2 = kemungkinan kecil sampai tidak mungkin

L=*likelihood*

Pertanyaan 4: Kemungkinan bahaya terjadi

L1 = sama sekali tidak mungkin

L2= mungkin

L3= sangat mungkin

Level Resiko

Faktor resiko pada rentang B (terendah) sampai dengan 4 (tertinggi)

2.2.8. Menentukan Nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D), dan *Risk Priority Number* (RPN)

Pendefinisian dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* harus ditentukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *risk priority number*. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pendefinisian nilai tersebut :

a. *Severity*

Severity merupakan penilaian seberapa buruk atau serius pengaruh bentuk kegagalan yang ada. *Severity* menggunakan penilaian dari skala 1 sampai dengan 10. Proses penilaian dari tingkat keparahan tersebut dijelaskan pada Tabel 2.1 disesuaikan dengan level yang dimiliki perusahaan (Y.M.Wang, 2009).

Tabel 2.1. Incident Severity Scale

Tingkat	Dampak	Akibat Luka
10	Kehilangan nyawa	Kematian beberapa individu (masal)
9	atau merubah	Kematian individu (seseorang)
8	kehidupan individu	Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen.
7	Berdampak besar pada individu	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll.
6	sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernapas dan luka ingatan sementara, jatuh/terpeleset.
5	Dampak yang diterima sedang	Kesleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang.
4	(individu hanya 1 atau 2 hari tidak mengikuti aktivitas).	Luka bakar ringan, Luka gores/tersayat, <i>frosnip</i> (radang dingin/panas).

Tabel 2.1. Incident Severity Scale (lanjutan)

Tingkat	Dampak	Akibat Luka
3	Dampak yang diterima kecil	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan.
2	(individu dapat ikut dalam aktivitas)	Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores.
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa).	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga.

b. Occurrence

Occurrence merupakan frekuensi dari penyebab kegagalan secara spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan. *Occurrence* menggunakan bentuk penilaian dengan skala dari 1 (hampir tidak pernah) sampai dengan 10 (hampir sering). Tingkat keterjadian (*occurrence*) tersebut dijelaskan pada Tabel 2.2 sesuai dengan tabel *Crisp ratings for occurrence of a failure* (Y.M.Wang, 2009)

Tabel 2.2. Occurrence Rating

Probability of Occurrence	Occurrence	Rating
Sangat tinggi : kegagalan hampir sering terjadi	1 in 2	10
	1 in 3	9
Tinggi : Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu	1 in 8	8
	1 in 20	7
Sedang : Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah yang besar	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2000	4
Rendah : Kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 in 15.000	3
Sangat rendah : hanya kegagalan terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 in 150.000	2
Remote : kegagalan mustahil,tak pernah ada kegagalan terjadi dalam proses identik	1 in 1.500.000	1

c. *Detection*

Detection merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. *Detection* menggunakan penilaian dengan skala dari 1 sampai 10. Tingkat kemampuan untuk dideteksi dijelaskan pada Tabel 2.3 sesuai standar *Crips ratings for detection of failure* (Y.M.Wang, 2009)

Tabel 2.3. *Detection Ratings*

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Ranking</i>
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

d. *Risk Priority Number*

Risk Priority Number merupakan produk matematis dari tingkat keparahan, tingkat keseringan atau kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan pengaruh dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi. Untuk mendapatkan nilai RPN, dapat ditunjukkan dengan persamaan dibawah ini :

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

Keterangan :

S = Severity.

O = Occurrence

D = Detection

Tabel 2.4. Kriteria RPN

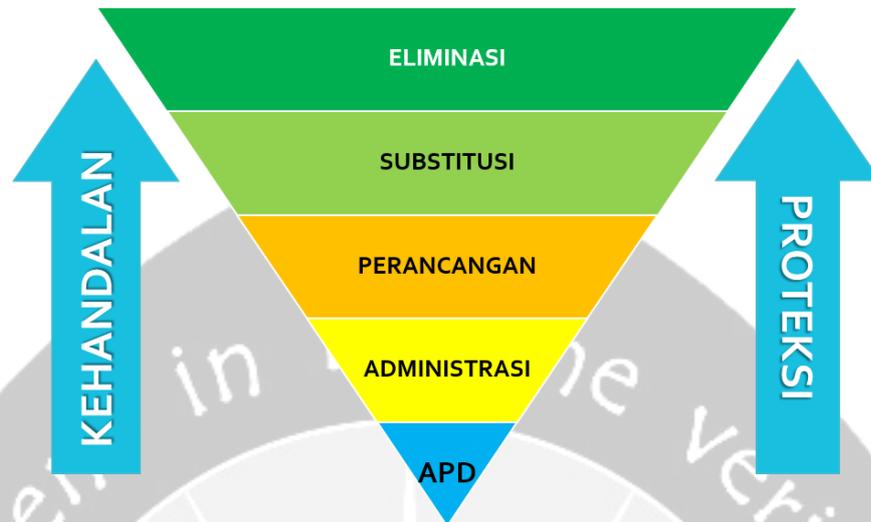
RPN	Calculation	Level
0-19		<i>Very Low</i>
20-79		<i>Low</i>
80-119		<i>Medium</i>
120-199		<i>High</i>
≥ 200		<i>Very High</i>

Sumber : Desy Inneke dkk , 2014

Melalui nilai RPN ini akan memberikan informasi bentuk kegagalan kecelakaan kerja yang mendapatkan prioritas penanganan.

2.2.7. Pengendalian Bahaya Kecelakaan Kerja

Setiap perusahaan harus melakukan pengendalian terhadap bahaya kerja yang ada pada lingkungan kerja agar kesehatan dan keselamatan pekerja dapat terjamin. Terdapat beberapa pendekatan pengendalian bahaya berdasarkan hirarki pengendalian risiko bahaya pada OHSAS 18001 (Suardi, Sistem Keselamatan Kesehatan Kerja, 2005) ditunjukkan pada gambar



Gambar 2.3. Hirarki Pengendalian Risiko Bahaya

a. Eliminasi

Eliminasi adalah hirarki teratas dalam pengendalian risiko untuk menghilangkan sumber bahaya pada suatu komponen, dengan menghilangkan sumber bahaya maka tidak perlu mengandalkan perilaku pekerja dalam menghindari risiko tetapi pada penerapannya menghilangkan sumber bahaya juga tidak mudah untuk dilakukan.

b. Substitusi

Substitusi adalah metode pengendalian dengan cara mengganti bahan, proses atau peralatan yang berbahaya menjadi tidak berbahaya sehingga dapat mengurangi risiko pada komponen yang berbahaya dengan mendesain ulang komponen atau sistem.

c. Pengendalian teknik

Pengendalian teknik adalah pengendalian untuk memisahkan bahaya dengan pekerja serta mencegah terjadinya kesalahan manusia, pengendalian ini terpasang pada suatu unit mesin atau sistem pada mesin.

d. Rambu Peringatan dan atau Administrasi

Rambu peringatan adalah pengendalian risiko dengan pemberian rambu peringatan pada area kerja agar pekerja dapat bekerja dengan aman. Administrasi adalah pengendalian bahaya yang dilakukan dengan membuat

form perawatan, SOP pekerjaan dan sebagainya untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

e. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri adalah pengendalian bahaya untuk mengurangi risiko dari dampak bahaya yang ditimbulkan sehingga alat pelindung diri wajib digunakan pekerja saat melakukan pekerjaan.

Pencegahan kecelakaan akibat kerja dapat dicegah dengan mengaplikasikan hal-hal sebagai berikut (Suma'mur, 1993) :

- a. Peraturan perundangan, yaitu ketentuan-ketentuan yang diwajibkan mengenai kondisi-kondisi kerja pada umumnya, perencanaan, konstruksi, perawatan, pengawasan, pengujian, dan cara kerja alat industri, tugas-tugas pengusaha dan pekerja, supervisi medis, pertolongan pertama pada kecelakaan (PPPK), dan pemeriksaan kesehatan.
- b. Standarisasi, yaitu penetapan standar-standar resmi, setengah resmi atau tak resmi mengenai misalnya konstruksi yang memenuhi syarat-syarat keselamatan, jenis-jenis peralatan industri tertentu, praktek-praktek keselamatan dan higene umum, atau alat-alat perlindungan diri.
- c. Pengawasan, yaitu pengawasan mengenai dipatuhinya ketentuan-ketentuan perundangan dan standarisasi yang diwajibkan.
- d. Penelitian yang bersifat teknik, yang meliputi sifat-sifat dan ciri-ciri bahan yang berbahaya, penyelidikan tentang pagar pengaman, pengujian alat-alat perlindungan diri, penelitian tentang pencegahan peledakan gas dan debu, atau penelaahan tentang bahan-bahan dan desain yang tepat untuk tambang-tambang pengangkat dan peralatan pengangkatan lainnya.
- e. Riset medis, yang meliputi terutama penelitian tentang efek-efek fisiologis dan patologis faktor-faktor lingkungan dan teknologis, dan keadaan-keadaan fisik yang menimbulkan kecelakaan.
- f. Penelitian psikologis, yaitu penyelidikan tentang pola-pola kejiwaan yang menyebabkan terjadinya kecelakaan.

- g. Penelitian secara statistik, untuk menetapkan jenis-jenis kecelakaan yang terjadi, banyaknya, mengenai siapa saja, dalam pekerjaan apa, dan apa sebab-sebabnya.
- h. Penelitian secara statistik, untuk menetapkan jenis-jenis kecelakaan yang terjadi, banyaknya, mengenai siapa saja, dalam pekerjaan apa, dan apa sebab-sebabnya.
- i. Latihan-latihan, yaitu latihan praktek bagi tenaga kerja, khususnya tenaga kerja yang baru mengenai kesehatan dan keselamatan kerja.
- j. Penggairahan, yaitu penggunaan aneka cara penyuluhan atau pendekatan lain untuk menimbulkan sikap untuk selamat.
- k. Asuransi, yaitu intensif finansial untuk meningkatkan pencegahan kecelakaan misalnya dalam bentuk pengurangan premi yang dibayar perusahaan jika tindakan-tindakan keselamatan sangat baik.
- l. Usaha keselamatan pada tingkat perusahaan, yang merupakan ukuran utama efektif tidaknya penerapan keselamatan kerja. Pada perusahaanlah, kecelakaan-kecelakaan terjadi, sedangkan pola-pola kecelakaan pada suatu perusahaan sangat tergantung kepada tingkat kesadaran akan kesehatan dan keselamatan kerja pihak yang bersangkutan.

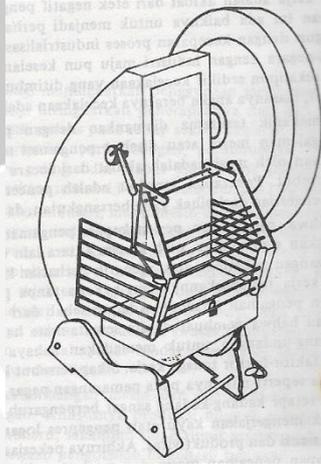
Jelaslah bahwa untuk pencegahan kecelakaan akibat kerja diperlukan kerja sama aneka keahlian dan profesi, seperti pembuatan undang-undang, pegawai, pemerintah, ahli-ahli teknik, dokter, ahli ilmu jiwa, ahli ilmu statistik, guru-guru, dan sudah barang tentu pengusaha dan buruh.

2.2.8. Pengaman pada Mesin

Mesin dan alat mekanik terutama diamankan dengan pemasangan pagar dan perlengkapan pengalangan mesin atau disebut pengaman mesin. Dapat ditekannya angka kecelakaan oleh mesin adalah akibat dari secara meluasnya dipergunakan pengaman tersebut. Penerapan tersebut adalah pencerminan kewajiban perundang-undangan, pengertian dari pihak yang bersangkutan dan sebagainya (Suma'mur, 1993).

Menurut (Suma'mur, 1993) pengaman mesin harus memiliki persyaratan sebagai berikut :

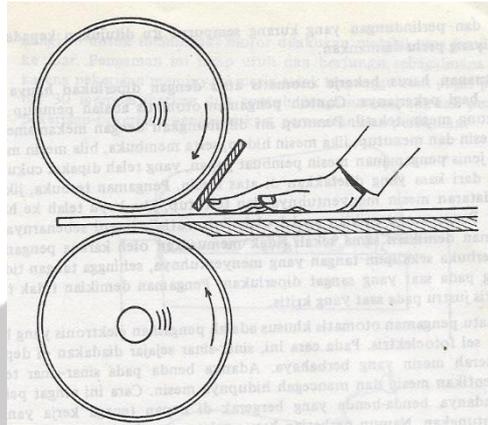
- a. Pengaman mesin harus memberikan perlindungan yang positif. Hal ini berarti, bahwa mesin akan berhenti secara otomatis atau kemungkinan tenaga kerja mendekat daerah berbahaya dicegah, mana kala pengaman tidak bekerja. Pada Gambar 2.4. merupakan contoh dari pengaman ini.



Gambar 2.4. Pengepres Tekanan dengan Pengaman yang Memberikan Perlindungan Positif. Mekanisme Saling Mengunci Mencegah Palu Pengepres Turun Menahan, Ketika Pagar Pengaman Tidak Tertutup

(Sumber : Suma'mur 1989)

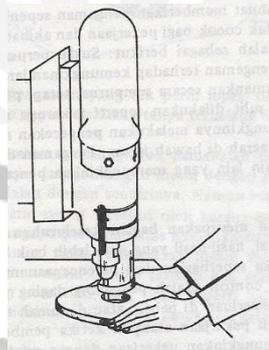
- b. Pagar pengaman harus mencegah masuknya tenaga kerja atau bagian tubuhnya ke semua tempat atau daerah berbahaya selama proses atau kegiatan berlangsung. Dalam hubungan ini tidaklah cukup bagi pengaman sekedar memberikan tanda bahaya, perlu sekali untuk mencegah kemungkinan masuk ke daerah bahaya dengan semua cara. Pada Gambar 2.5. merupakan contoh dari syarat pengaman mesin ini.



Gambar 2.5. Pengaman yang Efektif Mencegah Kemungkinan Masuk ke Daerah Berbahaya.

(Sumber : Suma'mur 1989)

- c. Pengaman tidak boleh menyebabkan ketidak nyamanan dan gangguan bagi tenaga kerja. Pada Gambar 2.6. menunjukkan pengaman yang tidak menyebabkan gangguan.



Gambar 2.6. Perata Tepi yang Diamankan dengan Lempengan dan Tidak Mengganggu Pandangan Bagi Kelestarian Pekerja.

(Sumber : Suma'mur 1989)

- d. Pengaman tidak boleh mengganggu produksi. Penggunaan pengaman seperti sistem dua tangan bagi logam pengepres atau tutup otomatis bagi gergaji dihindarkan, apabila terdapat sistem lain yang memberi perlindungan yang lebih baik dan tidak mengganggu produksi.

- e. Pengaman harus bekerja otomatis atau pekerja hanya terlibat sedikit dalam upaya pemasangannya. Contoh pengaman otomatis adalah penutup silinder pemotong mesin tekstil. Penutup ini dihubungkan dengan mekanisme hidupnya mesin dan menutup, jika mesin hidup akan membuka dan jika mesin mati akan tertutup.
- f. Pengaman harus cocok bagi pekerja dan mesin. Sangat sering, bahwa pengaman yang telah dibuat memberikan pengaman sepenuhnya kepada mesin, tetapi sama sekali tidak cocok bagi pekerjaan dan akibatnya tidak dipergunakan.
- g. Sebaiknya, pengaman merupakan bagian keseluruhan mesin dari sudut konstruksi, hasil-hasil yang jauh lebih baik biasanya diperoleh, jika pengaman merupakan sepele bagian dari perencanaan mesin daripada ditambahkan. sebagai contoh penggiling daging yang dijalankan tangan atau listrik untuk keperluan di pabrik atau di rumah tangga. Pengamanannya biasanya mengganggu pekerjaan ataupun ketika pembersihan. Desain dibuat agar senyaman mungkin dan mudah dalam pembersihan.
- h. Pengaman harus memungkinkan peminyakan, pengecekan, penyetelan dan perbaikan. Jika syarat ini tidak dipenuhi, maka perlu membuka pengaman tersebut tiap kali kegiatan pada mesin ini dilakukan. Dalam pengalaman, setelah pekerjaan selesai pengaman biasanya tidak dipasang kembali.
- i. Pengaman harus tahan terhadap efek pemakaian mesin yang lama dan kuat terhadap proses dan guncangan mesin dengan perawatan yang minimum. Pengaman dibuat dengan syarat tersebut karena banyak pengaman yang kuat daya tahannya, tidak awet dan lain-lain. Desain pengaman memerlukan ketelitian tinggi seperti halnya mesin.
- j. Pengaman harus tahan dan juga tahan terhadap api dan korosi. Perhatian disini terutama ditunjukkan kepada bahan yang dipergunakan. Jika pengaman tidak tahan, pengaman tersebut harus diganti. Dalam hal ini, sering dialami, bahwa penggantian tidak menurut saat semestinya, sehingga mesin tidak memakai alat pengaman.
- k. Pengaman tidak boleh merupakan bahaya tersendiri dan khususnya harus bebas dari patahan-patahan, sudut-sudut runcing, tepi-tepi yang kasar atau sumber kecelakaan lain. Contoh mesin pemotong logam di perlengkapi tirai

yang turun secara otomatis di depan pisau, jika mesin dihidupkan. Pada keadaan normal, tirai mencegah tangan masuk daerah berbahaya sebelum pisau turun. Tetapi, jika tangan berada di daerah yang berbahaya sebelum mesin dihidupkan, sangat dimungkinkan bahwa tirai yang turun menjepit tangan dan akhirnya terkena pisau.

- I. Pengaman harus memberikan perlindungan terhadap hal-hal buruk tak terduga dan tidak melulu hanya terhadap bahaya yang sudah diperkirakan.

2.2.9. Rambu Peringatan

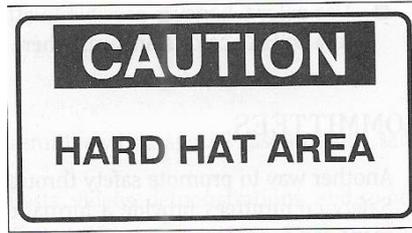
Menurut (Goetsch, 2002) masyarakat cenderung lebih tertarik kepada apa yang terlihat (*visual*) rambu keselamatan dan kesehatan dapat menjadi cara yang efektif agar dapat menyampaikan sebuah pesan dalam suatu lingkungan kerja. Gambar adalah tanda yang diberikan pada operator untuk selalu menggunakan APD yang sesuai sehingga rambu diletakkan pada area kerja mesin yang bersangkutan. Aturan praktis yang dapat membantu efektivitas dalam membuat rambu keselamatan (Goetsch, 2002) adalah sebagai berikut:

- a. Mengubah rambu, poster dan peringatan secara visual lainnya secara periodik.
- b. Melibatkan para operator dalam isian rambu yang akan ditampilkan. Para operator cenderung lebih memperhatikan rambu yang di dalamnya mereka dilibatkan.
- c. Rambu yang di tampilkan singkat dan jelas.
- d. Membuat rambu yang cukup mudah dilihat dari jarak yang masuk akal.

Berikut adalah gambar contoh rambu peringatan :



Gambar 2.7. Contoh Gambar Rambu Peringatan 1
(Sumber : Goetsch 2002)



Gambar 2.8. Contoh Gambar Rambu Peringatan 2
(Sumber : Goetsch 2002)



Gambar 2.9. Contoh Gambar Rambu Peringatan 3
(Sumber : Goetsch 2002)



Gambar 2.10. Contoh Gambar Rambu Peringatan 4
(Sumber : Goetsch 2002)



Gambar 2.11. Contoh Gambar Rambu Peringatan 5
(Sumber : Goetsch 2002)

2.2.10. Alat Pelindung Diri

Menurut (Goetsch D. , 2002), APD merupakan komponen dalam program keselamatan dalam suatu organisasi. Perlindungan kepala, tangan, bagian belakang tubuh, mata, wajah, kaki, kulit dan pernapasan melibatkan penggunaan APD.

Contoh – contoh perlindungan yang disediakan oleh beberapa jenis APD (Ridley, 2006)

Tabel 2.5 Jenis-jenis APD

Bagian Tubuh	Bahaya	APD
Kepala	Benda – benda jatuh	Helm keras (hard hats)
	Ruang yang sempit	Helm empuk (bump caps)
	Rambut terjat	Topi, harnet, atau pemangkasan rambut
Telinga/pendengaran	Suara bising	Tutup telinga (<i> earmuff</i>) dan sumbat telinga (<i> ear plug</i>)
Mata	Debu, kersik, partikel-partikel beterbangan.	Kacamata pelindung (<i> goggles</i>), pelindung wajah
	Radiasi, laser, Bunga api las	<i>Goggles</i> Khusus
Paru	Debu	Masker wajah, respirator
	Asap	Respirator dengan filter penyerap (keefektifannya terbatas)
Tangan	Tepi-tepi dan ujung yang tajam	Sarung tangan pelindung
	Zat kimia korosif	Sarung tangan tahan bahan kimia
	Temperatur tinggi /rendah	Sarung tangan insulasi
Kulit	Kotoran dan bahan korosif ringan	Krim pelindung
	Korosi kuat dan zat pelarut	Pelindung yang kedap seperti sarung tangan dan celemek
Torso dan Tubuh	Zat pelarut, kelembaban, dsb	Celemek, <i>overall</i>
Keseluruhan tubuh	Atmosfer yang berbahaya (uap beracun/debu radioaktif)	Pakaian bertekanan udara (<i>pressurized suits</i>)
	Terjatuh	Tali-temali pelindung (<i> harness</i>)
	Kendaraan bergerak	Baju/rompi yang terlihat di kegelapan (<i> high visibility</i>)
	Gergaji rantai	Baju pelindung khusus
	Temperatur tinggi	Baju tahan panas
	Cuaca ekstrim	Baju untuk segala cuaca

2.2.11. Jenis Bahaya pada Mesin

Bahaya pada mesin adalah bahaya yang terkait dengan peralatan yang berhubungan dengan mesin, baik yang dioperasikan secara manual ataupun secara otomatis (Goetsch, 2002).

Dalam dunia industri banyak sekali pekerjaan yang berhubungan dengan mesin seperti mesin bor, mesin las, mesin bubut, mesin gerinda, mesin korter dan sebagainya sehingga sangat diperlukan perlindungan terhadap pekerja saat melakukan pekerjaan. Jika dalam area kerja tidak ada perlindungan dan pekerja keliru dalam mengikuti peraturan maka dapat mengakibatkan cedera mekanik, menurut (Goetsch, 2002) terdapat enam cedera mekanik yaitu :

a. *Cutting and Tearing*

Luka potong terjadi ketika bagian tubuh terkena kontak dengan benda yang bertepi tajam. Tingkat keseriusan mengenai luka potong pada kulit adalah tergantung pada berapa banyak kerusakan yang dilakukan pada kulit, pembuluh darah, arteri, otot, dan setiap tulang.

b. *Shearing*

Shearing adalah cedera yang timbul karena bagian anggota tubuh terkena gerakan mesin pemotong yang digunakan untuk memotong suatu obyek. *Shearing* dapat diumpamakan seperti pemotong kertas. Pemotong tersebut digerakan untuk memutuskan kertas, logam, plastik, *elastomers* dan komposit suatu material yang digunakan secara luas pada bidang manufaktur. Dalam masa lampau, mesin-mesin dapat mengamputasi jari dan tangan. Tragedi seperti ini biasa terjadi ketika tangan operator berada diantara dua objek untuk mengatur benda yang ada didalamnya kemudian pisau yang diaktifkan kemudian memotong bagian dari tangan operator tersebut.

c. *Crushing*

Kecelakaan yang terjadi akibat penumbukan akibat mesin dapat melemahkan, menyakitkan dan sulit untuk disembuhkan. Hal tersebut terjadi karena mereka terjadi ketika bagian tubuh yang terperangkap di antara dua permukaan keras yang bergerak bersamaan dan kedua permukaan keras tersebut saling bertumbukan. Bahaya penumbukan mesin ini dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu: *squeeze-point types* dan *Run-in point*. *Squeeze-point types* terjadi dimana dua permukaan keras, setidaknya satu yang bergerak, cukup dekat mendorong bersamaan untuk menumbuk/menghancurkan suatu benda diantaranya.

Proses ini dapat lambat dan dalam pengoperasian manual lambat atau cepat. *Run-in point* terjadi dimana dua benda, setidaknya satu berotasi dengan cepatsaling mendekat satu dan lainnya.

d. *Breaking*.

Mesin yang digunakan untuk mematahkan material dalam berbagai cara juga dapat menyebabkan kecelakaan pada operator. Kecelakaan ini menyebabkan operator mengalami patah tulang.

e. *Straining and Spinning*

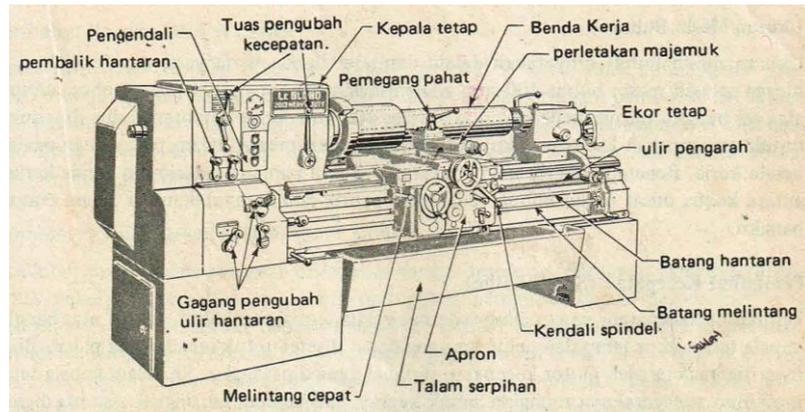
Ada banyak situasi dalam industri yang mengakibatkan bahaya seperti tegang otot atau keseleo. Hal ini dapat terjadi ketika otot kelelahan ataupun terluka dalam penggunaan mesin. Otot tegang dan keseleo ini dapat menyebabkan pembengkakan dan rasa sakit.

f. *Puncturing*

Mesin penusuk memiliki alat yang tajam dapat menusuk bagian tubuh jika tidak pada peringatan awal dan perlindungan yang sesuai di tempat kerja. Bahaya mesin yang dapat menbusuk adalah ketika bagian mesin yang tajam melukai dan menembus tubuh. Bahaya terbesar dari kecelakaan akibat alat yang tajam ini adalah kerusakan bagian internal tubuh.

2.2.12. Mesin Bubut

Menurut (Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993) mesin bubut merupakan mesin yang mencakup segala mesin perkakas yang memproduksi bentuk silindris. Mesin ini terutama difokuskan untuk pekerjaan silindris, dapat dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Permukaan rata dapat dicapai dengan menyangga benda kerja pada plat muka atau dalam pencekam. Benda kerja yang dipegang dalam cara ini dapat juga diberi pusat, digurdi, dibor atau dilebarkan lubangnya. Sebagai tambahan, pembubut dapat digunakan untuk membuat kenob, memotong ulir, atau membubut tirus. Pada Gambar 2.12. merupakan bagian-bagian pada mesin bubut :



Gambar 2.12. Bagian – Bagian Pada Mesin Bubut

(Sumber : Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993)

Berikut ini adalah pekerjaan menggunakan mesin bubut:

- a. Membubut lurus
- b. Membubut tirus
- c. Membubut eksentris
- d. Membubut alur
- e. Memotong benda kerja
- f. Mengebor
- g. Membubut dalam
- h. Membuat profil
- i. Mengkartel
- j. Membubut ulir sekrup

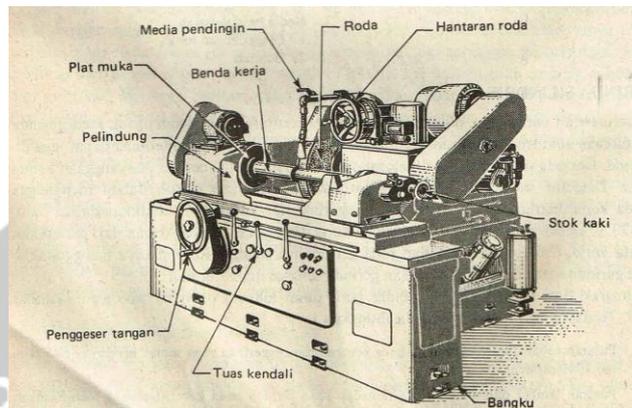
2.2.13. Mesin Gerinda

Mesin gerinda adalah mesin yang digunakan untuk mengauskan dengan gesekan atau mengasah (Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993). Pada dasarnya gerinda berguna untuk menghaluskan dan meratakan benda kerja serta mengasah mesin-mesin perkakas. Jenis dari mesin gerinda ini ada beraneka ragam. Pada Gambar 2.13. merupakan contoh dari jenis – jenis mesin gerinda.

Pekerjaan menggerinda dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Menggerinda permukaan sejajar
- b. Menggerinda permukaan vertikal

- c. Menggerinda pahat
- d. Menggerinda bor



Gambar 2.13. Mesin Gerinda Silindris
(Sumber : Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993)

2.2.14. Mesin Las Listrik

Mesin las listrik AC DC memperoleh busur nyala dari transformator yang dalam mesin ini arus bolak balik (AC) di ubah menjadi arus searah (DC). Transformator ini memiliki 2 kumparan yaitu primer dan sekunder, dimana primer dililit kawat tembaga berukuran kecil dengan jumlah yang banyak sedangkan sekunder dililit dengan kawat tembaga dengan ukuran yang lebih besar dan jumlahnya sedikit. Dalam transformator sendiri terdapat inti besi untuk mengatur besarnya arus listrik dalam pengelasan (Daryanto, 1992).

2.2.15. Mesin Las Asitelin

Mesin las Asitelin merupakan mesin las yang menggunakan gas oksigen dan asitelin. (Daryanto, 1992).

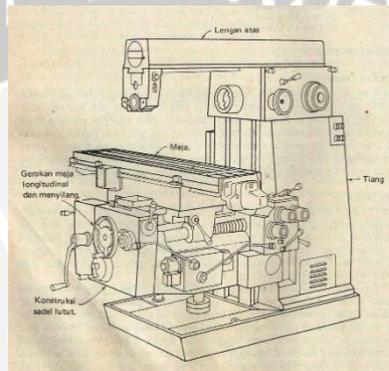
2.2.16. Mesin Fris

Mesin fris adalah yang paling mampu melakukan banyak tugas dari segala mesin perkakas. Permukaan yang datar maupun berlekuk dapat dimesin dengan penyelesaian dan ketelitian istimewa. Pemotongan sudut, celah, roda gigi, dan ceruk dapat dilakukan dengan berbagai pemotong. Pahat gurdi, peluas lubang, dan bor dapat dipegang dalam soket arbor dengan melepaskan pemotong dan arbor. Karena semua gerakan meja mempunyai penyetelan mikrometer, maka lubang dan pemotongan yang lain dapat diberi jarak secara tepat. Mesin ini membuat penyelesaian dan lubang yang lebih baik sampai batas ketelitian dengan jauh lebih mudah daripada ketam (Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993).

Jenis – jenis mesin fris adalah sebagai berikut :

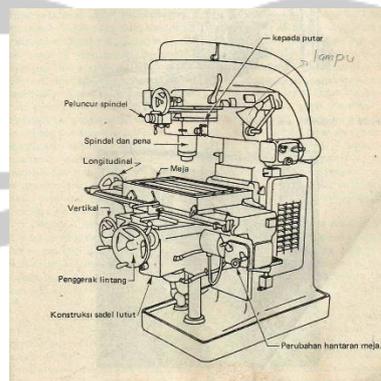
- a. Mesin Fris Tangan
- b. Mesin Fris Datar
- c. Mesin Fris Universal
- d. Mesin Fris Vertikal
- e. Mesin Fris Penyerut
- f. Mesin Fris Bangku Tetap

Pada Gambar 2.14. dan 2.15. adalah contoh dari jenis mesin fris :



Gambar 2.14. Mesin Fris Universal 1

(Sumber : Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993)



Gambar 2.15. Mesin Fris Universal 2

(Sumber : Amstead, Ostwald, & Begeman, 1993)