

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini berisi mengenai penjelasan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan dan penelitian yang akan dilakukan.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Suatu kecelakaan kerja merupakan hal yang merugikan bagi perusahaan dan pekerja yang mengalami kejadian kecelakaan kerja itu sendiri. Salah satu upaya untuk mengurangi dan menghilangkan penyebab kecelakaan kerja adalah menganalisis dan menilai resiko bahaya yang ada di lingkungan kerja.

Pada suatu tempat usaha baik perusahaan besar maupun kecil dan di divisi manapun perlu dilakukan penilaian resiko bahaya. Terkhusus untuk yang menggunakan berbagai macam mesin, penilaian resiko permesinan dilakukan dengan metode yang beragam dilakukan agar dapat menghindari bahaya dari mesin yang digunakan seperti yang dilakukan oleh Dewi (2007). Penelitiannya adalah menganalisis resiko bahaya permesinan dengan metode Goetsch di suatu perusahaan tekstil divisi *spinning*. Kemudian oleh Afandi dkk (2014) melakukan identifikasi bahaya dengan Teknik *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC) di PT. Komatsu Undercarriage Indonesia (KUI). PT. Komatsu Undercarriage Indonesia (KUI) merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengadaan suku cadang berat. To dan Panjaitan (2015) melakukan upaya menghindari bahaya permesinan dengan Perancangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada PT. Injaplast dengan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) yang merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang pembuatan karung plastik. Rumita, W.P dan Jantitya (2014) juga melakukan penelitian dengan metode HIRARC di PT. Coca Cola *Bottling* Indonesia Unit Semarang Pada bagian mesin *washer*. Irawan dkk (2015) juga melakukan penelitian dengan metode yang sama yaitu HIRARC di suatu perusahaan yang memproduksi benda pecah belah. Pitasari dkk (2014) melakukan penelitian dengan menganalisis Kecelakaan Kerja menggunakan Metode *Hazard and Operability dan Fault Tree Analysis* di perusahaan manufaktur suatu produk. Kemudian analisis bahaya permesinan yang dilakukan oleh Zulfiana dan Musyafa (2013) di

PT. YTL Jawa Timur pada *Steam Turbine* PLTU di Unit 5 Pembangkitan Listrik Paiton menggunakan metode *Hazard Operability Analysis* (HAZOP).

Analisis bahaya mesin berhubungan dengan K3 beberapa peneliti di Indonesia biasanya memakai pedoman yang sesuai dengan keadaan di Indonesia, seperti dari Suma'mur (1989) seperti yang terdapat di penelitian Dewi (2007), Rumita, W.P dan Jantitya (2014). Selain itu karena masih berhubungan dengan K3 beberapa peneliti juga menggunakan acuan OHSAS 18001 seperti pada penelitian Afandi dkk (2014), Irawan dkk (2015) dan To dan Panjaitan (2015). Kemudian pedoman *Australian Standard / New Zealand Standard 4360 : 1999 Risk Management Guidelines* digunakan oleh Zulfiana dan Musyafa (2013) , Irawan dkk (2015) dan Rumita, W.P dan Jantitya (2014).

Pada pengambilan data dapat menggunakan bermacam metode, maka dari itu pengambilan data disesuaikan dengan kebutuhan metode yang digunakan. Pengambilan data yang digunakan para peneliti antara lain adalah menggunakan data historis yang dimiliki perusahaan dan pengamatan langsung dalam menilai, seperti yang dilakukan oleh Dewi (2007), Afandi dkk (2014), Irawan dkk (2015), Pitasari dkk (2014) serta Zulfiana dan Musyafa (2013). Kemudian untuk pengambilan data dengan cara pengamatan atau pengambilan data langsung di lapangan dan melakukan identifikasi serta pengolahan data langsung dari data dari lapangan tersebut dilakukan oleh To dan Panjaitan (2015) dan Rumita, W.P dan Jantitya (2014).

Berdasarkan hasil yang didapatkan para peneliti, pada semua penelitian didapatkan mesin yang memiliki tingkat bahaya tertinggi dengan kriteria skor sesuai dengan metode yang di gunakan. Pada penelitian Dewi (2007) didapatkan hasil faktor resiko tertinggi yang terdapat di mesin. Kemudian untuk Afandi dkk (2014) , Rumita, W.P dan Jantitya (2014), Irawan dkk (2015), To dan Panjaitan (2015) hasil yang didapatkan menunjukkan tingkat resiko kegiatan di perusahaan tersebut. Pitasari dkk (2014) pada penelitiannya menghasilkan kategori resiko untuk tiap mesin dan dilengkapi *Fault Tree Analysis*. Pada penelitian Zulfiana dan Musyafa (2013) menunjukkan analisis kondisi mesin dengan menggunakan *risk matrix* dengan metode HAZOP. Hampir semua hasil yang didapatkan dari para peneliti mempertimbangkan aspek *likelihood* kecuali pada penelitian Afandi dkk (2014), Irawan dkk (2015) dan Zulfiana dan Musyafa (2013). Pada Afandi dkk (2014) dan Irawan dkk (2015) menggunakan keterangan *severity* dan *probability*. Kemudian pada penelitian Rumita, W.P dan Jantitya (2014) serta To dan

Panjaitan (2015) menggunakan *severity* dan *likelihood*. Pada penelitian Dewi (2007) sama seperti yang sudah di gunakan To dan Panjaitan (2015), Rumita, W.P dan Jantitya (2014) dan Afandi dkk (2014), namun dilengkapi dengan *possibility* dan *frequency*.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sekarang dilakukan di sebuah UKM yang bergerak di bidang perbengkelan yaitu Bengkel Bubut Korter Mantep yang terletak di Bobotsari Kabupaten Purbalingga. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi bahaya mesin, memberikan penilaian terhadap mesin dan memberikan usulan perbaikan berdasarkan OHSAS 18001 klausul 4.3.1.

2.2. Dasar Teori

Dasar teori yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada subab-subab di bawah ini.

2.2.1. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah keselamatan (K3) yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, landasan tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan. (Suma'mur, 1989).

Keselamatan kerja bersasaran segala tempat kerja, baik di darat, di dalam tanah, di permukaan air, di dalam air, maupun di udara. Keselamatan kerja menyangkut segenap proses produksi dan distribusi, baik barang, maupun jasa. Tujuan dari keselamatan kerja menurut (Suma'mur, 1989) adalah 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 di tempat kerja.
- c. Sumber produksi dipelihara dan dipergunakan secara aman dan efisien.

2.2.2. Kecelakaan dan Bahaya Pekerjaan

Kecelakaan adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan. Tak terduga, oleh karena di belakang peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan, lebih-lebih dalam bentuk perencanaan. 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. Kerugian-Kerugian yang disebabkan Kecelakaan Akibat Kerja

Kecelakaan menyebabkan 5 jenis kerugian (Suma'mur, 1989) :

- 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.

2.2.4. Penyebab Kecelakaan dan Analisanya

Kecelakaan terjadi memiliki penyebabnya masing-masing. Cara penggolongan sebab-sebab kecelakaan di berbagai negara tidaklah sama, namun ada kesamaan umum yaitu bahwa kecelakaan disebabkan oleh dua golongan penyebab (Suma'mur, 1989):

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

Upaya untuk mencari sebab kecelakaan disebut analisa sebab kecelakaan. Analisa ini dilakukan dengan mengadakan penyelidikan atau pemeriksaan terhadap peristiwa kecelakaan. Kecelakaan harus secara tepat dan jelas diketahui, bagaimana dan mengapa terjadi. Hanya pernyataan bahwa kecelakaan dikarenakan oleh misalnya alat kerja atau tertimpa benda jatuh tidaklah cukup, melainkan perlu ada kejelasan tentang serentetan peristiwa atau faktor-faktor, yang terjadi dan akhirnya menjadi sebab kecelakaan.

2.2.5. Pencegahan Bahaya dan Kecelakaan Kerja

Pada setiap perusahaan harus melakukan pencegahan bahaya yang ada di lingkungan kerja, hal ini bertujuan agar kesehatan dan keselamatan kerja para pekerja terjamin.

Terdapat beberapa macam pendekatan pencegahan bahaya yaitu sebagai berikut (Asfahl, 1999) :

a. Pendekatan melalui peraturan

Pendekatan ini adalah pendekatan yang sederhana dan bersifat langsung. Tidak perlu memiliki banyak pertanyaan namun memiliki dampak yang cukup besar. Peraturan harus dilakukan secara cepat dan memiliki hukuman yang sepiantasnya. Pendekatan melalui peraturan ini diharapkan dapat mengurangi terjadinya bahaya. Sebagai contoh pendekatan melalui peraturan yang berlaku di jalanan adalah para pengendara sepeda motor diwajibkan menggunakan helm. Apabila pengendara tidak menggunakan helm ketika di jalanan maka akan di berikan sanksi tersendiri. Pada faktanya peraturan menggunakan helm bertujuan agar melindungi kepala pengendara jika terjadi kecelakaan.

b. Pendekatan melalui psikologi

Berbeda secara signifikan dengan pendekatan melalui peraturan, pendekatan melalui psikologi lebih menekankan pada sikap aman. Banyak manajer k3 melakukan pendekatan dengan cara ini. Elemen pendekatan melalui psikologi yang terkenal antara lain adalah poster dan tanda bahaya pada lingkungan kerja. Pendekatan melalui psikologi ini dapat juga ditunjukkan dengan kegiatan pertemuan yang membahas keamanan dalam bekerja, penghargaan pada tiap departemen, hadiah dan piknik, yang berdampak agar para pekerja dapat lebih memperhatikan perilaku yang aman dalam bekerja.

c. Pendekatan teknik

Pendekatan teknik dilakukan karena dalam beberapa waktu para teknisi keamanan memiliki permasalahan di lingkungan kerja seperti perilaku pekerja yang tidak aman dan kondisi yang tidak aman. Pada pendekatan teknik memiliki teknik pencegahan bahaya yang di sebut *three line of defence* antara lain:

i. *Engineering control*

Engineering control berperan dalam bahaya yaitu memberikan tempat kerja yang aman dan sehat dengan cara memperhatikan dari sisi teknik seperti menghilangkan bahaya, memberi pengumuman terhadap bahaya, memberi penekanan pada bahaya tersebut agar dapat terkendali. Beberapa hal yang telah disebutkan sebelumnya dapat menghilangkan bahaya dan meminimalkan efek dalam kehidupan sehari-hari.

ii. *Administrative control or work practice controls*

Administrative control or work practice controls merupakan suatu alternatif dari *Engineering control* yang sulit untuk dijelaskan. *Administrative control* mencakup seperti *training* pekerja, penjadwalan dan shift kerja.

iii. Alat Perlindungan Diri (APD)

Engineering control merupakan tahap pertama yang kemudian dilanjutkan dengan *Administrative control* dan Alat Perlindungan Diri (APD).

d. Pendekatan analitis

Pendekatan analitis berkaitan dengan bahaya dengan mempelajari mekanisme, analisis sejarah statistik, menghitung probabilitas kecelakaan, melakukan studi epidemiologi dan toksikologi, biaya, dan manfaat eliminasi Bahaya. Beberapa contoh pendekatan analisis adalah FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), FTA (*Fault Tree Analysis*), *Loss Incident Causation Models*, Toksikologi, *epidemiological studies*, dan *Cost-benefit Analysis*.

Kecelakaan-kecelakaan akibat kerja dapat dicegah terjadinya dengan mengaplikasikan hal-hal berikut (Suma'mur, 1989):

- 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 higiene 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. Pendidikan, yang menyangkut pendidikan keselamatan kerja dalam kurikulum teknik, sekolah-sekolah perniagaan, atau kursus-kursus pertukangan.
- 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

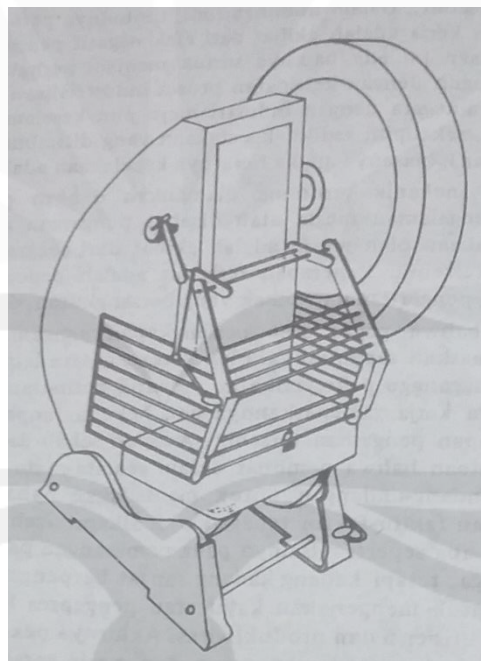
pemerintah, ahli-ahli teknik, dokter, ahli ilmu jiwa, ahli ilmu statistik, guru-guru, dan sudah barang tentu pengusaha dan buruh.

2.2.6. Pengaman Mesin

(Suma'mur,1989) Mesin dan alat mekanik yang diamankan dengan pemasangan pagar dan perlengkapan mesin disebut pengaman mesin.

Menurut (Suma'mur, 1989) dalam bukunya yang berjudul “Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan”, pengaman mesin harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu 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. Gambar 2.1. merupakan contoh dari pengaman ini.

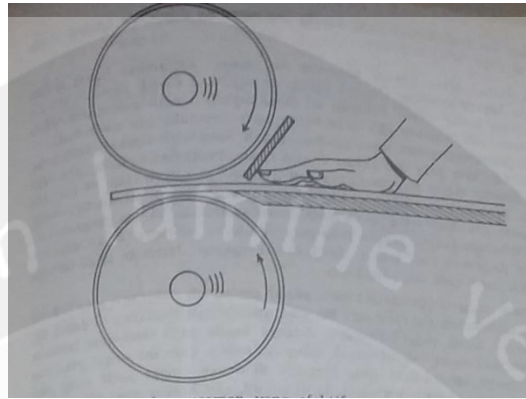


Gambar 2.1. Pengepres Tekanan dengan Pengaman yang Memberikan Perlindungan Positif. Mekanisme Saling Mengunci Mencegah Palu Pengepres Turun Menahan, Ketika Pagar Pengaman Tidak Tertutup

(Sumber :Sumamur, 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

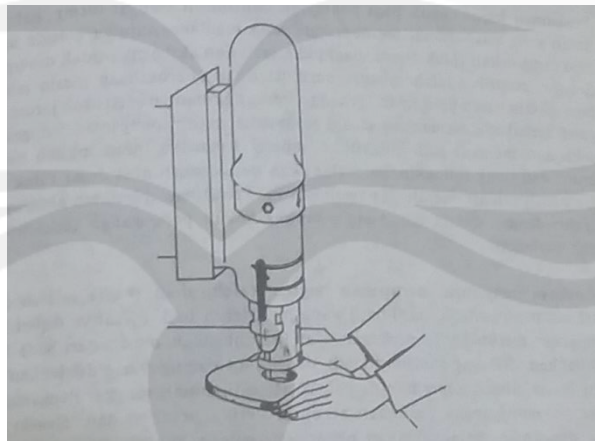
sekedar memberikan tanda bahaya, perlu sekali untuk mencegah kemungkinan masuk kedaerah bahaya dengan semua cara. Gambar 2.2. merupakan contoh dari syarat pengaman mesin ini.



Gambar 2.2. Pengaman yang Efektif Mencegah Kemungkinan Masuk ke Daerah Berbahaya.

(Sumber : Sumamur, 1989)

- c. Pengaman tidak boleh menyebabkan ketidak nyamanan dan gangguan bagi tenaga kerja. Gambar 2.3. menunjukan pengaman yang tidak menyebabkan gangguan.



Gambar 2.3. Perata Tepi yang Diamankan dengan Lempangan dan Tidak Mengganggu Pandangan Operator

(Sumber : Sumamur, 1989)

- d. Pengaman tidak boleh 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.
- g. Sebaiknya, pengaman merupakan bagian keseluruhan mesin dari sudut konstruksi, hasil-hasil yang jauh lebih baik biasanya diperoleh, jika pengaman merupakan seperi 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 terhadap api dan korosi.
- 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.
- l. Pengaman harus memberikan perlindungan terhadap hal-hal buruk tak terduga.

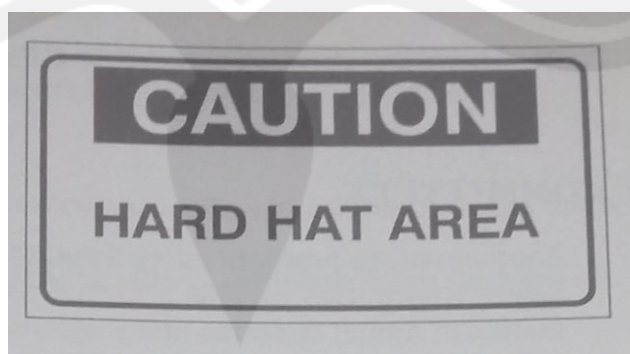
2.2.7. Rambu Peringatan

Menurut (Goetsch, 2002) masyarakat cenderung lebih tertarik kepada apa yang terlihat (*visual*). Hal ini yang membuat di televisi dan *billboard* menjadi sangat efektif dalam suatu pemasaran. Pesan/ 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. Rambu di tempatkan pada atau dekat mesin yang bersangkutan. Jika operator tidak dapat mengaktifkan mesin yang bersangkutan dengan tidak melihat terlebih dahulu rambu yang ada, mereka dapat diingatkan untuk setiap waktu menggunakan mesin.

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. Suatu rambu yang sudah lama dan terbiasa terpasang di tempat yang sama menjadi lebih tidak diperhatikan.
- 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.

Gambar-gambar di bawah ini merupakan contoh dari rambu peringatan untuk keamanan.



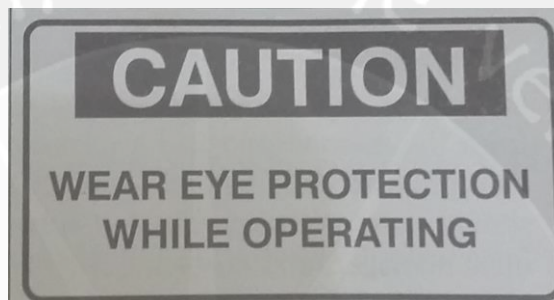
Gambar 2.4. Contoh Rambu Peringatan 1

(Sumber : Goetsch, 2002)



Gambar 2.5. Contoh Rambu Peringatan 2

(Sumber : Goetsch, 2002)



Gambar 2.6. Contoh Rambu Peringatan 3

(Sumber : Goetsch, 2002)



Gambar 2.7. Contoh Rambu Peringatan 4

(Sumber : Goetsch, 2002)

2.2.8. Bahaya Mesin dan Jenis Cidera Mekanik

Bahaya mesin adalah bahaya-bahaya yang terkait dengan peralatan yang berbasis mesin, baik yang dioperasikan secara otomatis maupun manual (Goetsch, 2002).

Dalam industri, orang-orang berinteraksi dengan berbagai macam mesin yang dirancang untuk mengebor, memotong, menyayat, menghantam, mengiris,

merapikan, menjahit, membentuk, mengecap dan membelah material seperti logam, komposit, plastik, dan elastomer. Jika perlindungan keselamatan tidak ada di tempat atau jika suatu pekerja keliru dalam mengikuti aturan, mesin-mesin dapat hal yang berbahaya bagi manusia. Ketika hal ini terjadi akan terjadi cedera mekanik, menurut (Goetsch, 2002) cedera mekanik dibagi menjadi enam yaitu sebagai berikut:

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 anggota tubuh terkena gerakan mesin pemotong yang digunakan untuk memotong suatu obyek. Untuk memahami *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 cepat saling mendekat satu dan lainnya.

d. *Breaking.*

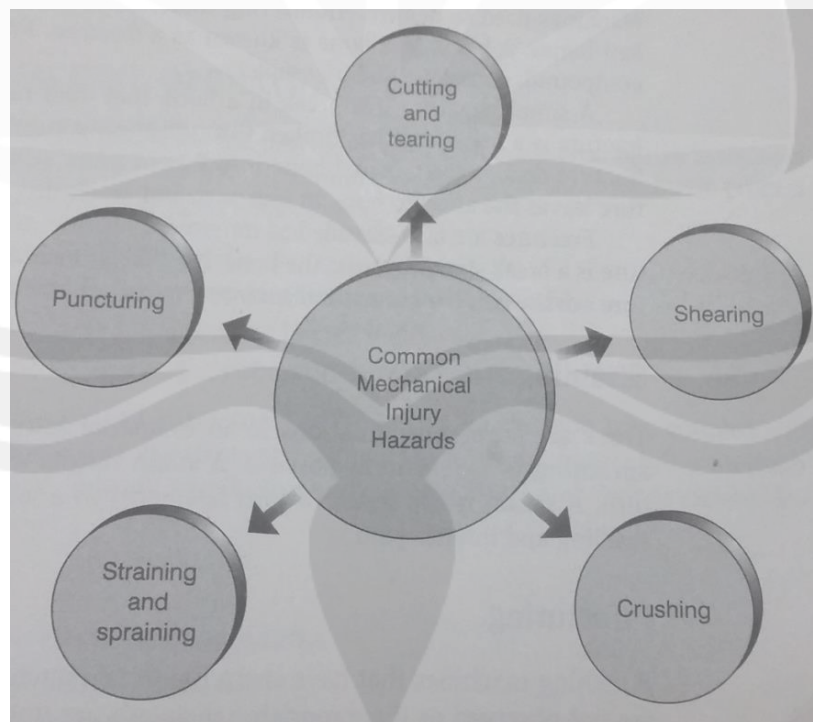
Mesin yang digunakan untuk mematahkan material dalam berbagai cara juga dapat menyebabkan kecelakaan pada operator. Kecelakaan ini menyebabkan operator mengalami patah tulang.

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.



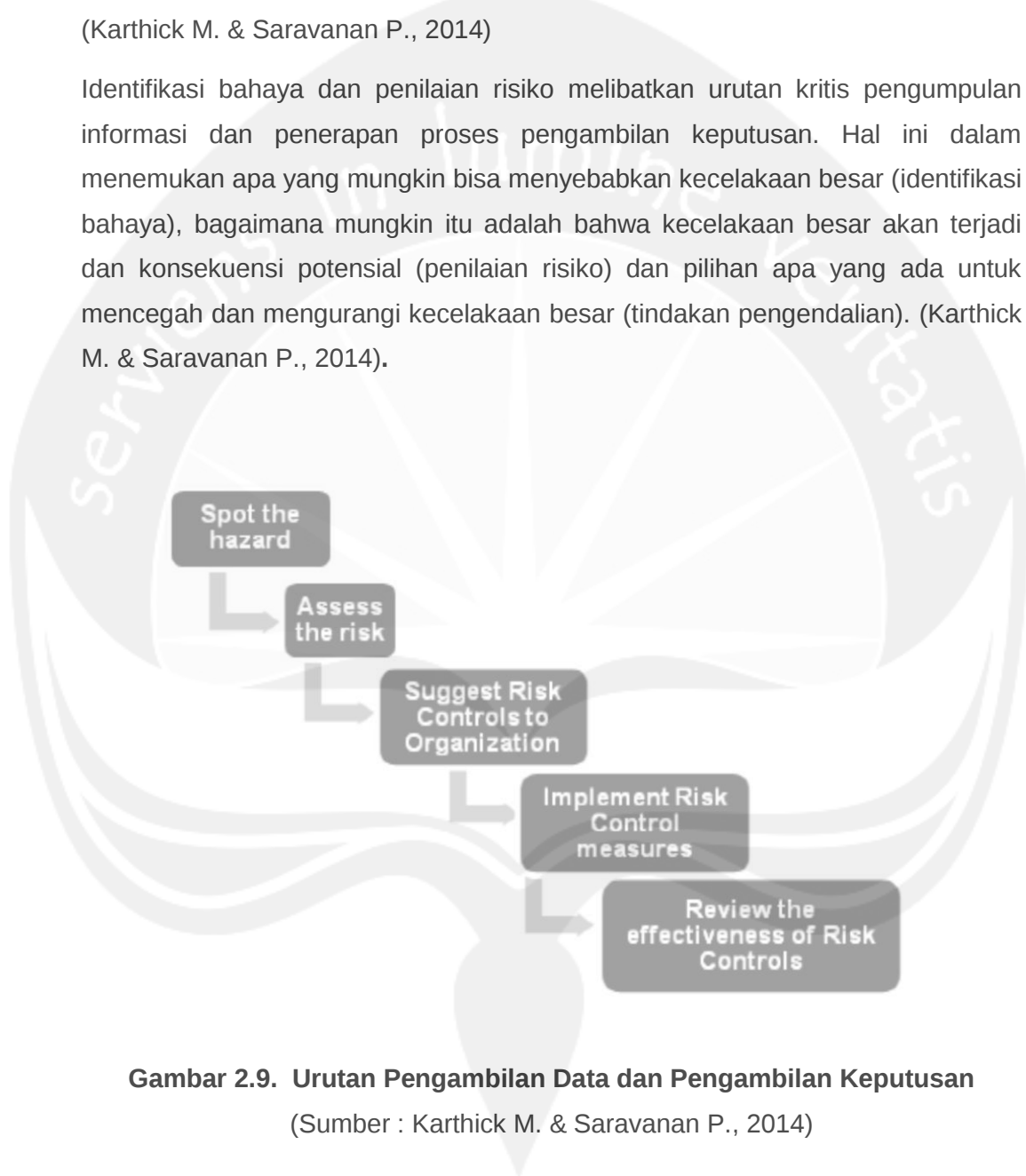
Gambar 2.8. Macam Cidera Mekanik

(Sumber : Goetsch, 2002)

2.2.9. Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)

HIRA adalah cara yang sistematis untuk mengidentifikasi dan menganalisis bahaya untuk menentukan ruang lingkup bahaya yang ada. Tujuan dari HIRA adalah untuk memastikan identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian dapat secara efektif mengelola bahaya yang mungkin terjadi dalam tempat kerja (Karthick M. & Saravanan P., 2014)

Identifikasi bahaya dan penilaian risiko melibatkan urutan kritis pengumpulan informasi dan penerapan proses pengambilan keputusan. Hal ini dalam menemukan apa yang mungkin bisa menyebabkan kecelakaan besar (identifikasi bahaya), bagaimana mungkin itu adalah bahwa kecelakaan besar akan terjadi dan konsekuensi potensial (penilaian risiko) dan pilihan apa yang ada untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan besar (tindakan pengendalian). (Karthick M. & Saravanan P., 2014).



Gambar 2.9. Urutan Pengambilan Data dan Pengambilan Keputusan

(Sumber : Karthick M. & Saravanan P., 2014)

Penjelasan langkah-langkah pada gambar 2.9. yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi bahaya dilakukan dengan cara memeriksa bahaya yang ada. Dalam langkah ini dapat ditemukan penyebab dan menyelidiki bagaimana kecelakaan dapat terjadi.
- b. Langkah penilaian resiko melibatkan urutan kritis pengumpulan informasi dan penerapan proses pengambilan keputusan yang nantinya akan dipertimbangkan untuk usulan pengendalian untuk perusahaan.
- c. Usulan Pengendalian dilakukan setelah penilaian resiko sehingga dapat membantu dalam meningkatkan operasi dan produktivitas dan mengurangi terjadinya insiden dan nyaris celaka.

HIRA juga termasuk bagian dari OHSAS 18001 dalam Klausul 4.3.1. mengenai identifikasi bahaya dan penilaian resiko. Dalam klausul ini berisikan mengenai suatu organisasi harus membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk mengidentifikasi bahaya yang ada. (guideline OHSAS 18001).

2.2.10. OHSAS 18001 Klausul 4.3.1.

OHSAS 18001 klausul klausul 4.3.1. berisikan mengenai suatu organisasi harus membuat, menerapkan dan memelihara prosedur untuk mengidentifikasi bahaya yang ada. Pada OHSAS 18001 klausul 4.3.1. pada saat menetapkan pengendalian, atau mempertimbangkan perubahan atas pengendalian yang ada saat ini, pertimbangan harus diberikan untuk menurunkan resiko berdasarkan hirarki berikut (Karthick M. & Saravanan P., 2014):

- a. Eliminasi : menghilangkan bahaya dari tempat kerja
- b. Substitusi : menggantikan kegiatan, proses maupun zat yang berbahaya dengan yang lebih aman
- c. Pengendalian teknik : menjauhkan bahaya agar melindungi pekerja dengan cara bantuan teknik
- d. Rambu/peringatan dan/atau pengendalian administrasi: agar dapat mengimplementasikan cara kerja yang aman, memiliki prosedur dan kebijakan kerja.
- e. Alat pelindung diri :menyediakan alat perlindungan diri bagi para pekerja.

2.2.11. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) adalah metode yang mendukung program di setiap industri di seluruh dunia. FMEA dapat memperhatikan komponen penting pada kebijakan pemeliharaan pencegahan yang memungkinkan bagian diperiksa dan diganti sebelum kegagalan. (Asfahl, 1999). Definisi dari FMEA adalah suatu metode yang dirancang untuk (Carlson, 2012):

- a. Mengidentifikasi dan memahami kegagalan dan penyebabnya
- b. Efek kegagalan pada sistem atau pengguna akhir, untuk produk atau proses tertentu.
- c. Menilai resiko yang terkait dengan mode yang diidentifikasi kegagalan, efek, dan penyebab
- d. Memprioritaskan masalah untuk tindakan korektif.
- e. Mengidentifikasi dan melakukan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling serius.

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
- i. Mengembangkan rencana Pemeliharaan pencegahan-mesin layanan dan peralatan
- j. Mengembangkan teknik online diagnostik

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

- a. memeriksa secara kritis sistem yang bersangkutan
- b. membagi sistem ke berbagai komponennya.
- c. memeriksa setiap komponen individu dan mencatat semua berbagai cara di mana komponen mungkin gagal. menilai setiap potensi kegagalan sesuai

dengan tingkat bahaya yang ditimbulkan (0 = tidak ada bahaya, 1 = sedikit, 2 = sedang, 3 = ekstrim, 4 = berat)

- d. memeriksa semua potensi kegagalan untuk setiap komponen individual dari sistem dan memutuskan apa efek kegagalan bisa memiliki.

Gambar 2.10. menunjukan contoh dari FMEA untuk komponen mesin:

Plastics Extrusions, Inc.

17 Industrial Boulevard

Forth Walton Beach, Florida 32548

Department: Manufacturing

Process/System Direct Extrusion

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	Inducers 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 2.10. Sample FMEA

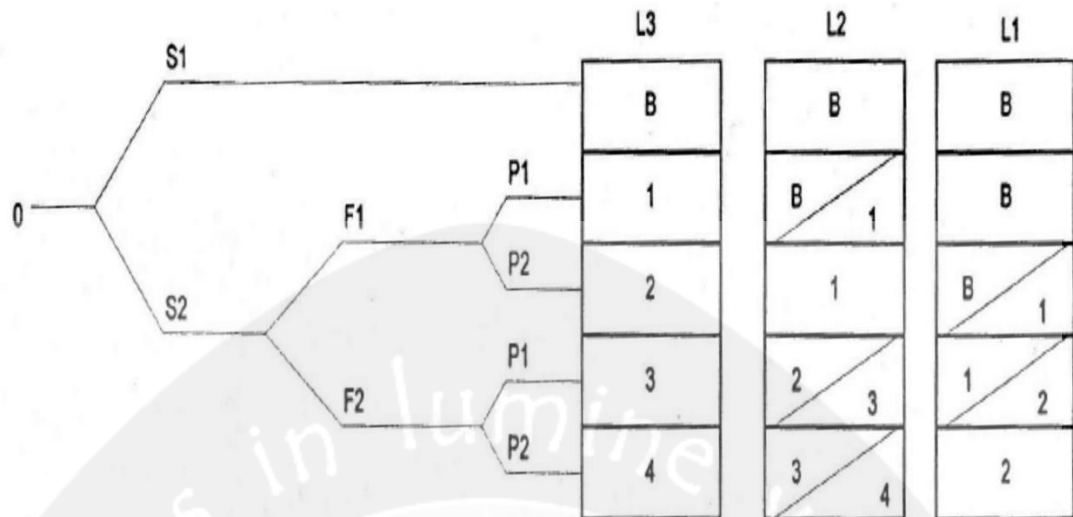
(Sumber : Goetsch, 2002)

2.2.12. Penilaian Resiko dalam Operasi Mesin

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

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

Secara luas teknik penilaian yang paling sering digunakan adalah *Decision tree*, yang dikaitkan dengan empat pertanyaan di atas. (Goetsch, 2002)



Gambar 2.11. Risk Assessment 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: Frekuensi 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)

2.2.13. Alat Pelindung Diri (APD)

Menurut (Asfahl,1999), APD merupakan kebutuhan untuk perlindungan diri untuk mengatasi bahaya yang tidak dapat dihilangkan atau dikontrol.

Menurut (Goetsch, 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.

(Ridley,2006) berpendapat APD yang efektif harus:

- Sesuai dengan bahaya yang dihadapi
- Terbuat dari material yang akan tahan terhadap bahaya tersebut
- Cocok bagi orang yang akan menggunakannya
- Tidak mengganggu kerja operator yang sedang bertugas
- Memiliki konstruksi yang sangat kuat
- Tidak mengganggu APD lain yang sedang dipakai secara bersamaan
- Tidak meningkatkan resiko terhadap pemakainya

(Ridley,2006) berpendapat operator yang menggunakan APD harus memperoleh:

- Informasi tentang bahaya yang dihadapi
- Instruksi tentang tindakan pencegahan yang perlu diambil
- Pelatihan tentang penggunaan peralatan yang benar
- Konsultasi dan diijinkan memilih APD yang tergantung pada kecocokannya
- Pelatih cara memelihara dan menyimpan APD dengan rapi
- Instruksi agar melaporkan setiap kecacatan atau kerusakan.

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

Tabel 2.1. Jenis-Jenis APD

Bagian tubuh	Bahaya	APD
Kepala	Benda-benda jatuh	Helm keras (<i>hard hats</i>)
	Ruang yang sempit	Helm empuk (<i>bump caps</i>)
	Rambut terjerat	Topi, harnet, atau pemangkasan rambut
Telinga/ pendengaran	Suara bising	Tutup telinga (<i>earmuff</i>) dan sumbat telinga (<i>ear plug</i>)

Tabel 2.1. Lanjutan

Bagian tubuh	Bahaya	APD
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
Kaki	Terpeleset, benda tajam dilantai, benda jatuh, percikan logam cair	Sepatu pengaman, selubung kaki(<i>gaiter</i>) dan sepatu pengaman
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

2.2.14. Rumus Range

Range adalah selisih nilai data terbesar dengan nilai data terkecil. (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2002)

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (2.1.)$$

R = Rentang

x_{max} = nilai data yang terbesar

x_{min} = nilai data yang terkecil

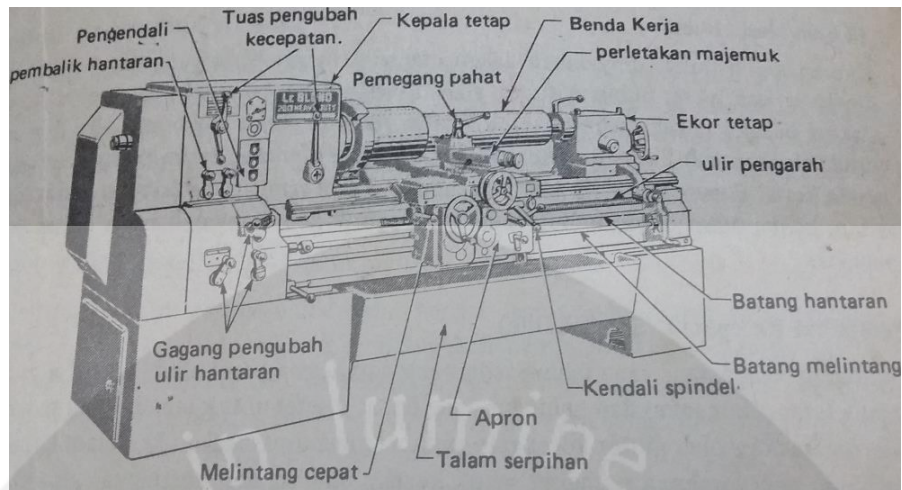
2.2.15. Mesin Bubut

(Ansterdam, Ostwald, & L.Begeman, 1993) Mesin bubut merupakan mesin yang mencakup segala mesin perkakas yang memproduksi bentuk silindris. Meskipun 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.

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 sekerup

Gambar 2.12. Menunjukkan bagian-bagian dari mesin bubut:



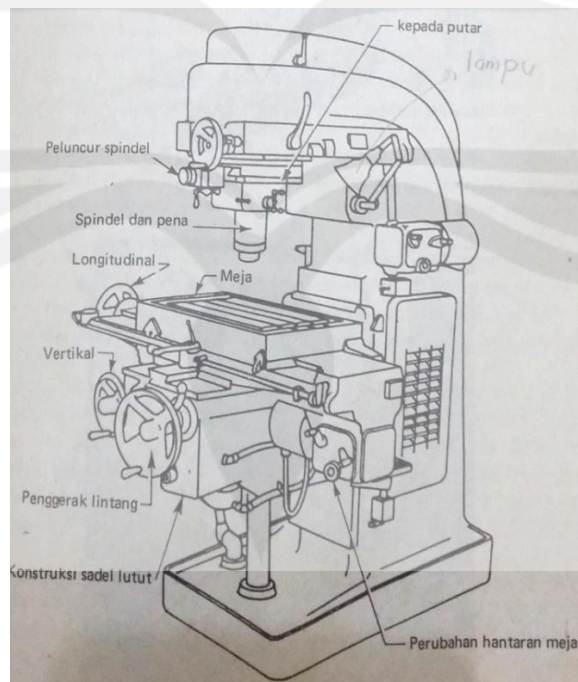
Gambar 2.12. Mesin Bubut

(Sumber :Ansterdam, Ostwald & L. Begeman, 1993)

2.2.16. Mesin Frais

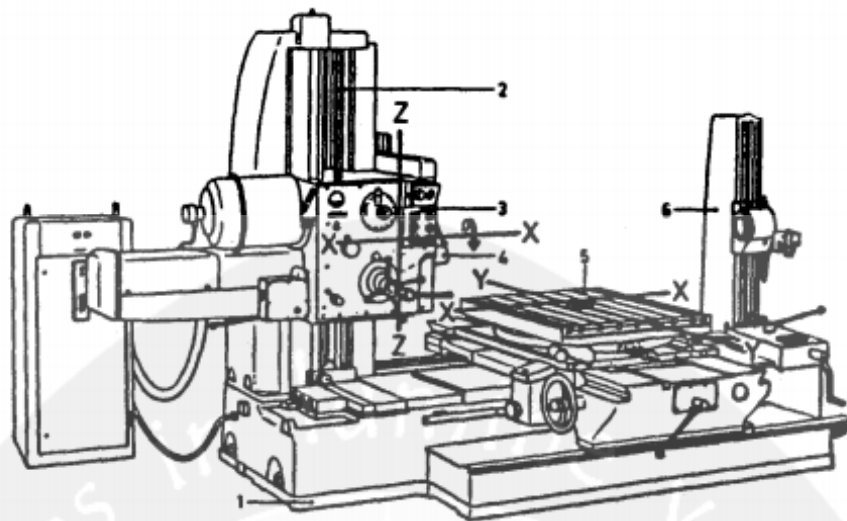
(Ansterdam, Ostwald, & L.Begeman, 1993) Mesin Frais merupakan mesin yang paling mampu melakukan banyak tugas dari semua jenis mesin perkakas. Permukaan datar maupun berlingkung dapat dilakukan pekerjaan mesin dengan ketelitian yang istimewa. Pemotongan sudut, celah, roda gigi, pahat gurdi, peluas lubang, bor, dan sebagainya dapat dilakukan dengan mesin ini.

Gambar 2.13. menunjukan bagian-bagian dari mesin frais:



Gambar 2.13. Mesin Frais

(Sumber :Ansterdam, Ostwald & L. Begeman, 1993)



Mesin bor dan frais mendatar (mesin bubut sebelah dalam) (mesin koter)

- 1 = kaki
- 2 = hantaran eretan bor
- 3 = eretan bor
- 4 = paksi utama pada poros bor
- 5 = eretan benda kerja dibuat sebagai meja silang
- 6 = penopang untuk poros bor

38

Gambar 2.14. Mesin Korter

(Sumber : Daryanto, 1992)

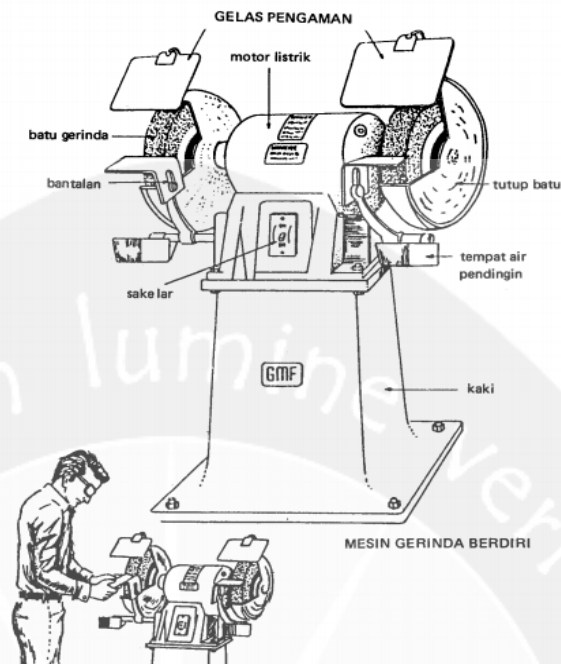
2.2.17. Gerinda

Mesin gerinda merupakan salah satu mesin yang juga menggunakan mata pisau yang berputar. (Daryanto, 1992). Pada dasarnya gerinda berguna untuk menghaluskan dan meratakan benda kerja serta mengasah mesin-mesin perkakas. Jenis dari mesin gerinda ini ada beraneka ragam. Gambar 2.15. dan 2.16. Merupakan beberapa contoh dari jenis gerinda yang ada.

Pekerjaan menggerinda pada (Daryanto, 1992) dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Menggerinda permukaan sejajar
- b. Menggerinda permukaan vertikal
- c. Menggerinda pahat
- d. Menggerinda bor

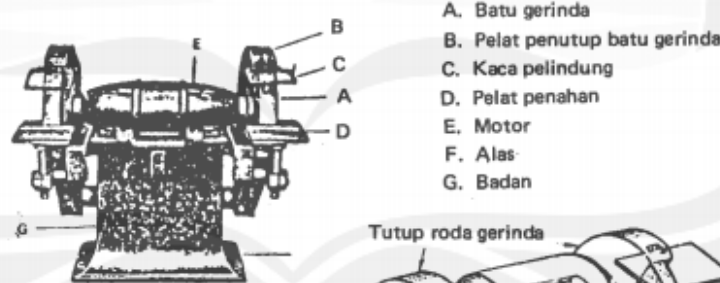
1. Mesin Gerinda berdiri



Gambar 2.15. Mesin Gerinda Berdiri

(Sumber : Daryanto, 1992)

2. Mesin Gerinda Duduk



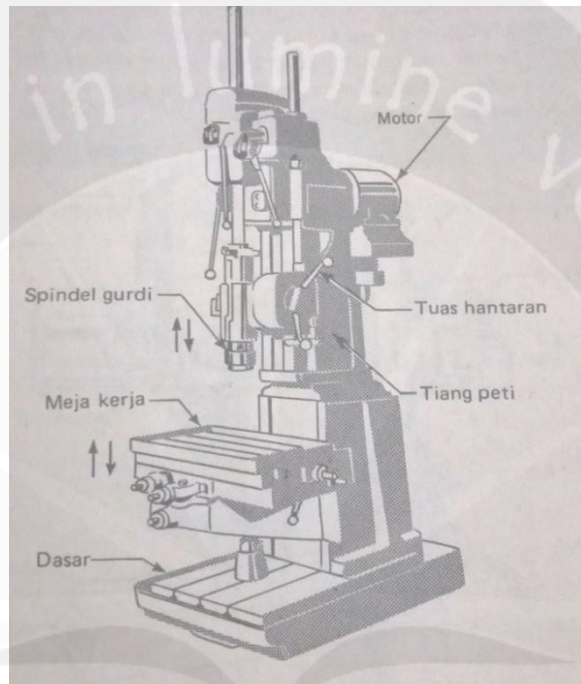
Gambar 2.16. Mesin Gerinda Duduk

(Sumber : Daryanto, 1992)

2.2.18. Bor

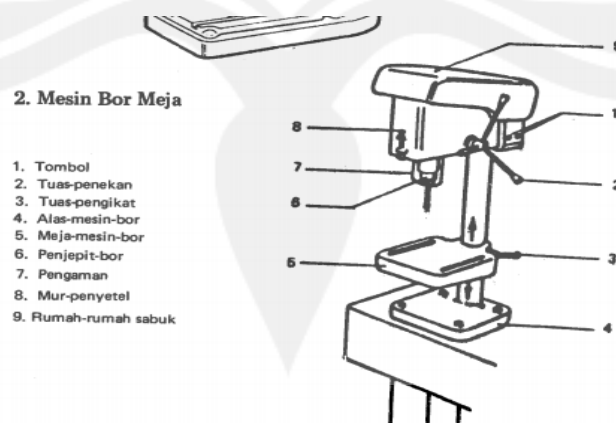
(Daryanto, 1992) Mesin bor adalah suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien, sebagai pisau penyayatnya dinamakan mata bor yang memiliki beraneka ragam ukuran diameter. Mesin bor termasuk perkakas dengan gerakan utama berputar. Fungsi pokok untuk mesin ini antara lain untuk lubang pada kerja dengan menggunakan bor sebagai alatnya. Mekanisme penggunaan mesin bor adalah gerakan naik turun dari selubung bor dilakukan dengan roda gigi dan batang bergerigi. Poros yang menjepit mata bor dalam perputarannya akan

membawa mata bor ikut berputar dimana poros waktu diam atau berputar dapat di gerakan ke atas dan ke bawah dalam porosnya. Gerakan tegak lurus dari poros akan dilakukan langsung oleh suatu roda gigi yang berhubungan dengan batang bergerigi yang terikat pada poros sehingga hubungan roda-roda gigi menyebabkan mata bor menyayat atau diangkat kembali mata bor dari benda kerja.



Gambar 2.17. Mesin Bor

(Sumber :Ansterdam, Ostwald & L. Begeman, 1993)



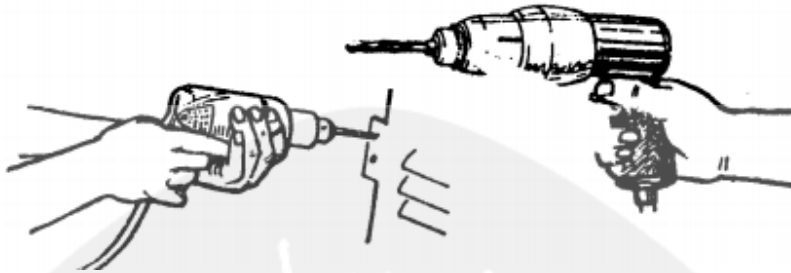
2. Mesin Bor Meja

1. Tombol
2. Tuas-penekan
3. Tuas-pengikat
4. Alas-mesin-bor
5. Meja-mesin-bor
6. Penjepit-bor
7. Pengaman
8. Mur-penyetel
9. Rumah-rumah sabuk

Gambar 2.18. Mesin Bor Meja

(Sumber : Daryanto, 1992)

4. Mesin Bor Pistol



Gambar 2.19. Mesin Bor Pistol/ Tangan

(Sumber : Daryanto, 1992)

2.2.19. Mesin Las

(Daryanto, 1992) mesin las merupakan alat yang dapat membagi tegangan untuk mendapatkan busur nyala yang menghasilkan panas dan digunakan untuk melumerkan logam yang akan disambung.

2.2.19.1. Mesin Las Asitelin

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

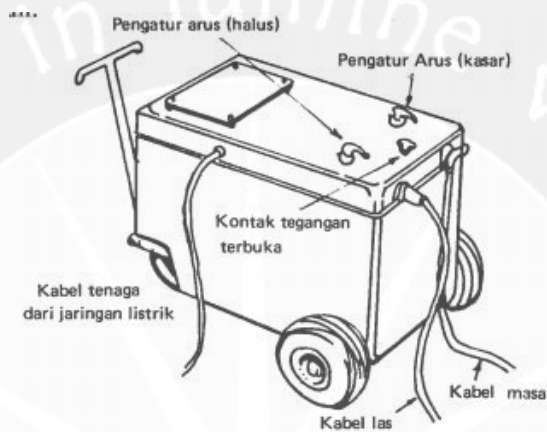


Gambar 2.20. Mesin Las Asitelin

(Sumber : Daryanto, 1992)

2.2.19.2. Mesin Las Listrik AC DC

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. Di dalam transformator sendiri terdapat inti besi untuk mengatur besarnya arus listrik dalam pengelasan (Daryanto, 1992).



Gambar 2.21. Mesin Las Listrik AC/DC

(Sumber : Daryanto, 1992)