

## BAB III TINJAUAN PUSTAKA

### III.1 Pengelasan

Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dihasilkan oleh pemanasan pada suhu tertentu atau tempat yang sesuai (*suitable temperature*), dengan atau tanpa penggunaan tekanan dan atau tanpa pemakaian logam (Siswanto, 1994). Menurut Wiryo Sumarto Harsono dan Toshee Okumura, 2000 las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas, dimana sambungan logam tersebut lebih kuat dibandingkan dengan logam yang diikatnya.

Logam pengisi yang digunakan pada proses pengelasan adalah menggunakan campuran logam yang sejenis dengan material logam yang akan dilas. Pada umumnya menggunakan bahan baja yang tergolong ringan seperti cromium, nikel, molybdenum, almunium cobalt, vanadium dan tungsten (Nation Occupational Health And Safety Commision 1990).

### III.2 Klasifikasi Pengelasan

Dalam mengklasifikasikan pengelasan belum terdapat suatu standart tertentu yang dapat dijadikan panduan, karena belum ada ketentuan dan kesepakatan untuk mengklasifikasikannya. Secara konvensional pengelasan dibagi menjadi dua yaitu berdasarkan cara kerja dan berdasarkan energi yang digunakan. Pada pembagian pertama yaitu las cair, las tekan dan las patri, sedangkan pembagian kelajutan yaitu las listrik, las kimia, dan las mekanik.

Saat ini teknik pengelasan yang banyak digunakan adalah berdasarkan cara kerja.

Pada tehnik ini terdapat tiga cara, antara lain :

1. Las cair adalah tehnik pengelasan dengan cara memanaskan sambungan hingga cair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api yang berasal dari gas yang terbakar.
2. Las tekan adalah tehnik pengelasan dengan memanaskan dua sambungan hingga mencair kemudian menekannya menjadi satu.
3. Las pematrian adalah tehnik pengelasan dengan mengikat dan menyatukan sambungan dengan titik cair rendah . Logam induk tidak larut.

Dari ketiga tehnik tersebut yang paling banyak digunakan pada bengkel pengelasan informal adalah las cair dengan busur nyala gas.

### **III.3 Macam Proses Pengelasan**

#### *1. Shield Metal Arc Welding (SMAW)*

Proses pengelasan ini menggunakan tehnik las busur listrik dengan elektoda bersalutan. Elektroda logam bersalutan adalah elektroda logam yang dibungkus oleh flux. Fungsi flux sendiri adalah sebagai bahan pembungkus elektroda yang digunakan sebagai penyekat.

#### *2. Gas Metal Arc Welding (GMAW)*

*Gas metal arc welding* menggunakan kawat elektroda yang dilindungi oleh gas. Pengelasan jenis ini biasanya digunakan untuk mengelas baja dan almunium.

### 3. *Submerged Arc Welding (SAW)*

Proses ini disebut juga proses las busur rendam. Pengelasan jenis ini merupakan pengelasan yang menggunakan logam cair yang ditutup dengan flux yang diatur melalui melalui suatu penampang flux dan logam pengisi yang berupa kawat penjal. Pada pelaksanaannya pengelasan jenis ini dilakukan secara otomatis penuh.

### 4. *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*

Pengelasan jenis *tungsten arc welding* adalah pengelasan dengan elektroda tak terumpan yang menggunakan batang *wolfram* atau *tungsten*. *Wolfram* tersebut digunakan untuk menghasilkan busur listrik. Pada jenis ini logam pengelasan dimasukkan kedalam daerah arus busur sehingga mencair, dan arus terbawa ke logam induk. Untuk mengelas plat yang sangat tipis, kadang-kadang tidak diperlukan logam pengisi (Zaini, 1999)

## III.4 Bahaya Pengelasan

Pada proses pengelasan banyak ditemui bahaya yang dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan para pekerja. Secara umum bahaya pengelasan dapat diklasifikasikan menjadi bahaya fisik dan bahaya kimia (Siswanto, 1994:2).

### 1. Bahaya Fisik

Bahaya fisik adalah bahaya yang disebabkan oleh paparan secara fisika, antara lain:

#### a. Terkena aliran listrik

Bahaya terkena aliran listrik biasanya terjadi pada pengelasan dengan menggunakan arus listrik dari berbagai tegangan dan amper. Berat dan

ringan shock bergantung pada besarnya tegangan, amper, jalan masuk aliran listrik, dan lama terpaparnya.

b. Bahaya Radiasi

Efek radiasi yang ditimbulkan pada pengelasan merupakan faktor bahaya yang banyak ditemukan. Efek radiasi yang muncul bergantung pada jenis sinar yang ditimbulkan pada proses pengelasan.

1) Ultraviolet

Sinar ultraviolet pada mata menyebabkan peradangan pada selaput lendir atau konjungtiva pada kornea. Pada gelombang dibawah 250 nm, gejala yang timbul adalah mata merah, mata bengkak, pedih dan lakrimasi. Pada panjang gelombang diatas 250 nm gejala akan timbul setelah 9-11 jam dan hilang setelah 24 jam.

2) Infra merah

Paparan dari sinar infra merah selama 10 sampai 15 tahun dengan intensitas radiasi 0,08 sampai 0,4 w/cm dapat menyebabkan katarak pada lensa mata. Jika terjadi pada pekerja dengan pemaparan jauh di bawah dosis menyebabkan luka bakar di bawah kulit dan bagian belakang lensa mata.

c. Bahaya Kebakaran dan Pedakan

Penggunaan atau adanya bahan yang mudah terbakar seperti, solar, bensin, oli pada tempat kerja di bagian pengelasan merupakan penyebab utama kebakaran atau peledakan. Hal ini disebabkan kondisi tempat kerja yang

banyak menghasilkan panas dan percikan bunga api yang mudah menyulut terjadinya kebakaran dan peledakan di tempat kerja.

d. Bahaya Lingkungan Kerja Panas

Panas di unit pengelasan disebabkan karena proses pengelasan yang menggunakan temperatur tinggi untuk melelehkan logam sehingga logam tersebut dapat di sambung. Temperatur tersebut sangat mempengaruhi kesehatan pekerja seperti, munculnya *heat stress* sehingga mempengaruhi produktifitas .

e. Bahaya Partikel Logam

Partikel logam yang melayang dapat mengganggu kesehatan tenaga kerja seperti *fibrosis* bahkan cedera pada mata.

f. Bahaya kebisingan

Bahaya kebisingan berasal dari proses pengelupasan terak yang berasal dari permukaan logam yang telah dilas (Siswanto 1994 :7)

g. Bahaya Cedera

Cedera pada proses pengelasan disebabkan kecerobohan atau ketidaksengajaan pada saat bekerja. Cedera yang sering terjadi pada tempat kerja pengelasan adalah terbakar, terpercik bunga api, terlas.

2. Bahaya Kimia

Bahaya kimia yang terdapat pada pengelasan ada dua yaitu bahaya gas dan asap yang dihasilkan pada saat proses pengelasan.



a. Bahaya Gas

- 1) Gas Argon : Gas argon yang dihasilkan sangat berbahaya karena mengakibatkan *simple asphiksian* pada pekerja. Gas ini bersifat tidak berbau dan tidak berwarna sehingga sulit dideteksi dan dihindari.
- 2) Carbondioksida : Carbon dioksida dapat mengakibatkan *asphiksian*. Sifat dari gas ini adalah tidak mudah terbakar, tidak berwarna, dan memiliki berat lebih berat dari udara. (Siswanto 1994:8)
- 3) Gas Fosgen : Gas ini menyebabkan iritan pada saluran pernapasan.
- 4) Oksida Nitrogen : Pemaparan oksida nitrogen tidak selalu menghasilkan efek akut, tetapi dapat mengakibatkan *pulmonasi edema* dan keluarnya cairan paru yang sangat fatal setelah pemaparan terhenti.
- 5) Ozon (O<sub>2</sub>): Pemaparan ozon dapat mengakibatkan sekresi lendir, sakit kepala, iritasi mata, iritasi dan peradangan pada saluran pernapasan. Pada kasus ekstrem akan timbul keluarnya cairan pada paru bahkan pendarahan pada paru.
- 6) Karbon Monoksida : Karbonmonoksida berasal dari proses pengelasan yang menggunakan *arc welding* dengan bahan CO<sub>2</sub>. Gas ini memiliki ikatan yang kuat dengan hemoglobin dibandingkan dengan O<sub>2</sub> sehingga mengakibatkan kurangnya

kapasitas pengangkutan  $O_2$  dalam darah. Gas ini juga disebut sebagai gas *asphiksian*.

b. Bahaya Asap

Bahaya asap disini akibat dari proses pemanasan logam, baik logam induk ataupun logam pengikat.

- 1) Asap kromium : Kromium menyebabkan iritasi pada jaringan basah hidung tenggorokan (*macus membrane*). Pada kromium *heksavalen* memperbesar resiko kanker.
- 2) Asap nikel : Nikel oksida dalam asap las dapat menyebabkan demam jika terhisap. Nikel juga diduga sebagai penyebab kanker.
- 3) Fume : Fume adalah partikel padat dengan ukuran <1 mikron dan terbentuk jika terdapat logam yang dipanaskan. Fume florida dapat menyebabkan iritasi mata, tenggorokan, saluran pernapasan, dan kulit. Fume mangaan dalam darah pekerja las yang menggunakan elektroda dapat meningkat sampai gejala kadar normal dalam air seni 10 kali kadar normal.

### III.5 Karakteristik Pekerja

Karakteristik pekerja merupakan faktor penting dalam mempengaruhi besar tidaknya bahaya yang ditimbulkan oleh pekerjaan pengelasan. Bahaya yang terjadi juga dapat dikendalikan dengan mengetahui karakteristik dari pekerja.

## 1. Umur

Umur atau usia dapat menjadi penyebab dari terjadinya kecelakaan pada suatu pekerjaan. Usia muda lebih cenderung memiliki daya emosi yang tinggi, sehingga menyebabkan pekerja dengan usia muda lebih cenderung tergesa-gesa, ceroboh dan tidak berpikir panjang dalam melakukan pekerjaan. Hal ini mengakibatkan kecelakaan yang fatal. Salah satu faktor penting lain sebagai sebab kecelakaan pada pekerja muda adalah kurangnya tanggung jawab (Sumakmur, 1989).

Begitupun juga dengan pekerja yang memiliki usia terlalu tua, dimana pekerja tersebut daya reflek terhadap bahaya yang ditimbulkan sangat rendah sehingga mengakibatkan kecelakaan kerja.

## 2. Masa kerja

Masa kerja juga mempengaruhi terjadinya kecelakaan yang terjadi pada pekerja. Seseorang yang baru bekerja biasanya harus melakukan adaptasi terhadap pekerjaan yang dia kerjakan. Dalam masa adaptasi tersebut pekerja belum menguasai bahaya yang pernah dan sering terjadi pada pekerjaannya sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan sangat besar.

Sedangkan pada pekerja yang memiliki masa kerja yang lama akan memiliki pengalaman dalam menghadapi bahaya dan mengetahui bahaya apa saja yang kemungkinan terjadi. Dengan demikian pekerja yang telah lama bekerja tersebut akan lebih terhindar dari kecelakaan yang terjadi.



### 3. Pendidikan formal

Pendidikan dengan berbagai programnya mempunyai peranan penting dalam proses memperoleh dan meningkatkan kualitas kemampuan secara professional individu. Hal ini sesuai dengan pendapat Sri Soeswati Soesanto 1992, makin meningkatnya pendidikan dan latihan seseorang maka akan lebih mampu bekerja dan meningkatkan produktifitas.

Melalui pendidikan seseorang dipersiapkan untuk memiliki bekal agar siap tahu, mengenal dan mengembangkan metode berpikir secara sistematis agar dapat memecahkan masalah yang akan dihadapi dalam kehidupan dikemudian hari. Hal tersebut nanti akan nampak pada kinerjanya, yang akhirnya akan menjamin produktifitas kerja yang semakin meningkat (Sedarmayanti, 2001). Pendidikan memiliki kualitas tinggi bilamana keluaran pendidikan itu memiliki nilai bagi masyarakat yang membutuhkan pendidikan itu (Bebby, 1966).

### 4. Pengetahuan pekerja

Pengetahuan yang dimaksud di sini adalah pengetahuan tentang pekerjaan yang dihadapi pekerja. Pengetahuan itu meliputi proses pekerjaan, bahaya pekerjaan dan lain sebagainya yang berhubungan dengan pekerjaan.

Pada dasarnya terdapat dua cara yang pokok untuk mendapatkan pengetahuan yang berarti yaitu (Suria Sumantri dan Jujun S, 1988) :

a. Mendasarkan pada rasio

Pengetahuan yang didapat melalui penalaran rasional yang abstrak.

b. Mendasarkan pada pengalaman

Pengetahuan yang didapat melalui pengalaman yang dilakukan, sehingga menjadikan pelajaran dalam kehidupan seseorang. Pengalaman di sini baik pengalaman pribadi maupun pengalaman orang lain.

### III.6 Fisiologi Mata

#### 1. Struktur Mata

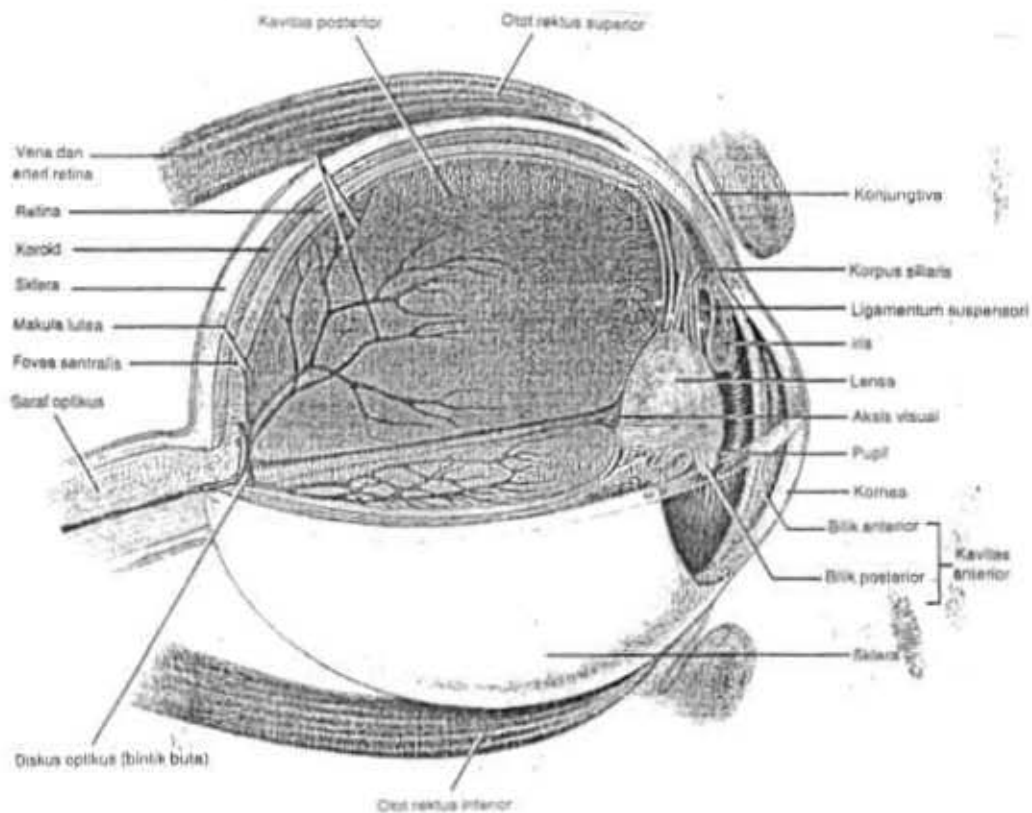
Mata merupakan panca indera yang sangat penting bagi manusia, karena fungsi mata adalah sebagai indera penglihatan. Mata dibentuk untuk menerima rangsangan berkas-berkas cahaya pada retina, yang kemudian dengan bantuan serabut-serabut *nervus optikus* mengantarkan rangsangan ini ke pusat penglihatan pada otak untuk ditafsirkan (Evelyn C, 1992)

Struktur mata antara lain:

1. Sklera : Merupakan lapisan fibrous yang elastis dan merupakan bagian dinding luar bola mata yang membentuk bagian putih mata

2. Khoroid : Merupakan selaput yang tipis dan lembab bagian belakang dari tunika vaskuola
3. Kornea merupakan selaput tembus cahaya
4. Iris : Merupakan bagian terdepan dari tunika vaskuola okuli, berwarna karena mengandung pigmen
5. Pupill : Merupakan bagian untuk mengatur cahaya yang masuk pada mata
6. Retina : Merupakan bagian terdalam dari mata, yang berfungsi untuk menerima cahaya yang masuk kedalam mata.

Gambar III.1 Struktur Mata



## 2. Penyakit Mata Akibat Kerja

Definisi penyakit mata akibat kerja adalah penyakit atau kelainan pada mata akibat adanya pemaparan antara lain faktor resiko di tempat yang dapat menyebabkan kelainan pada ketajaman penglihatan, lapangan pandangan, *binokularitas* dan penglihatan terhadap warna (Djoyodibroto, 1999)

Kelainan mata tersebut antara lain :

1. Kelainan media refraksi, terutama akibat kehilangan kejernihan media atau gangguan system optis:
  - a. Edema kornea
  - b. Parut kornea
  - c. Ektopik pupil
  - d. Kekeruhan lensa, luksasi lensa
  - e. Kekeruhan badan kaca
2. Kelainan system syaraf :
  - a. Parut retina
  - b. Ablatio retina
  - c. Kelainan sensorik
  - d. Antropi nervus optikus
  - e. Kelumpuhan otot luar bola mata

### III.7 Keluhan Subjektif Pada Mata

Keluhan subjektif pada mata adalah keluhan personal yang terjadi pada pekerja. Pada pengelasan ditemui berbagai macam sinar yang dipancarkan meliputi sinar ultraviolet dan sinar infra merah. Radiasi dari sinar tersebut mengakibatkan keluhan subjektif pada mata pekerja pengelasan seperti :

1. Mata pedih : Adalah suatu keluhan dimana mata terasa pedih, mata berwarna merah dan terjadi pembengkakan pada mata.
2. Banyak mengeluarkan air mata
3. Photophobia : Mata sangat peka terhadap cahaya terang. Hal ini mengakibatkan keluhan subjektif lain seperti pusing.
4. Perasaan seperti sesuatu yang mengganjal pada mata
5. Mata kabur : Pandangan mata menjadi tidak jelas, seperti ada kabut pada pandangan.

### III.8 Pengendalian

Pengendalian yang dilakukan ada tiga pengendalian, antara lain :

#### a. Pengendalian Teknik

Prosedur pengendalian dimana mengurangi faktor bahaya dengan merubah peralatan sehingga paparan bahaya dapat berkurang. Tujuan dari pengendalian teknik adalah untuk mengurangi faktor bahaya.

### b. Pengendalian Administratif

Merupakan prosedur pengendalian yang membatasi atau mengurangi pemaparan melalui pengaturan atau perencanaan kerja yang baik. Contoh dari pengendalian administratif adalah :

1. Training
2. House keeping
3. Rotation job
4. Higene perorangan
5. Monitoring
6. Pemeriksaan kesehatan

### c. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri diberikan kepada pekerja jika pekerja terpaksa harus terus-menerus terpapar dengan faktor bahaya yang ada. Alat pelindung diri melindungi pekerja dari paparan langsung yang tidak dapat dihindari dan setelah melalui keseluruhan pengendalian.

Contoh alat pelindung diri yang harus digunakan pekerja pengelasan adalah :

#### 1. Alat pelindung mata

Pelaksanaan pengendalian pada setiap faktor bahaya diperlukan ketelitian dalam penerapannya, sehingga pengendalian tersebut dapat mengendalikan bahaya secara efektif dan tepat sasaran. Paparan lansung pada proses pengelasan seperti, paparan sinar ultraviolet, sinar infra merah, dan percikan bunga api berakibat langsung pada kesehatan tenaga kerja. Paparan tersebut tidak dapat dikendalikan secara teknis dan administratif, karena diperlukan banyak biaya dan waktu, padahal sekstor informal

merupakan industri rumah tangga yang minim biaya dan membutuhkan keefektifan waktu. Pengendalian yang tepat pada proses pengelasan adalah penggunaan alat pelindung mata yang tepat dan sesuai, karena APM dapat melindungi pekerja secara langsung dari paparan bahaya pengelasan.

Secara umum alat pelindung mata menurut bentuk dibedakan menjadi 3 (Siswanto, 1989):

- a. Kaca mata (spectectles) dengan atau tanpa pelindung mata samping (side shield)
- b. Googles (cup type atau box type)
- c. Tameng muka (face shield atau face screen)

Untuk perlindungan mata dari radiasi elektromagnetik yang tidak mengion, lensa dari kaca mata pengaman dilapisi dengan oksida dari kobalt dan diberi warna biru atau hijau yang berfungsi untuk melindungi mata dari bahaya radiasi elektromagnetik. Untuk bahaya dari radiasi yang mengion dapat menggunakan glasses safety dimana lensa dilapisi oleh Pb (timah hitam).

Jenis lensa (shade lens) yang digunakan pada helm atau tabir muka adalah tergantung dari banyaknya radiasi yang diemisikan oleh kondisi kerja yang spesifik (Siswanto, 1994).

Tabel III. 1 Shade Lens yang Digunakan Menurut Jenis Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Nomor Filter Yang Dianjurkan
Pengelasan jarak jauh dan proses pemotongan logam; bekerja didaerah pengelasan	Lensa yang terang atau filter (Shade Lens) sampai no. 2
Las karbid (oxy fuel welding) dengan ujung yang berukuran kecil; memotong logam yang tipis	Filter sampai no. 5
Las busur listrik; las karbid; pemotongan logam yang cukup tebal	Filter sampai no. 6
Las busur listrik sampai 75 amper; las karbid; pemotongan logam yang tebal	Filter sampai no. 8
Las busur listrik dan pemotongan logam, 75-200 amper; las dengan pelindung gas lebam, sampai 50 amper	Filter sampai no. 10
<i>Metal-arc welding and cutting, 200-400 amper; gas shielded welding and cutting, 150-200 amper</i>	Filter sampai no. 12
<i>Metal-arc welding and cutting, &gt; 400 amper; gas shielded welding and cutting &gt; 200 amper.</i>	Filter no.14 + <i>tinted flax google</i>



Gambar III.2 Alat Pelindung Mata Jenis Cup Type Google



Gambar III.3 Alat Pelindung Mata Jenis Tameng Atau Face Shield



## 2. Pakaian pelindung

Digunakan untuk melindungi tubuh dari percikan bunga api dan menghindari bagian panas pada saat mengelas.

## 3. Alat pelindung telinga

Digunakan untuk melindungi telinga dari kebisingan yang disebabkan suara bising dari proses pengelasan.

Syarat alat pelindung diri harus memenuhi syarat-syarat yang harus dipenuhi, syarat tersebut antara lain :

1. Adekwat
2. Ringan
3. Fleksibel
4. Tidak mudah rusak
5. Tidak menyebabkan bahaya tambahan
6. Memenuhi ketentuan (standart)
7. Tidak membatasi gerak
8. Suku cadang mudah didapatkan