

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem Pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Proses manufaktur lainnya yang telah dikenal antara lain proses-proses pengecoran (*metal casting*), pembentukan (*metal forming*), pemesinan (*machining*), dan metalurgi serbuk (*powder metallurgy*). Produk dengan bentuk-bentuk yang rumit dan berukuran besar dapat dibuat dengan teknik pengecoran. Produk-produk seperti pipa, pelat dan lembaran, baja-baja konstruksi dibuat dengan proses pembentukan. Produk-produk dengan dimensi yang ketat dan teliti dapat di buat dengan permesinan. Bagaimana dengan proses pengelasan, proses pengelasan yang pada prinsipnya adalah menyambungkan dua atau lebih komponen, lebih tepat ditujukan untuk merakit (*assembly*) beberapa komponen menjadi suatu bentuk mesin. Komponen yang dirakit mungkin saja berasal dari produk hasil pengecoran, pembentukan atau permesinan, baik dari logam yang sama maupun berbeda. (Hery Sonawan, dkk. 2004).

Dalam konstruksi yang menggunakan bahan baku logam. Hampir sebagian besar sambungan-sambungannya dikerjakan dengan cara pengelasan. Sebab dengan cara ini dapat diperoleh sambungan yang lebih kuat dan lebih ringan dibanding dengan keling. Disamping itu, proses pembuatannya lebih sederhana. Disamping untuk pembuatan prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu di dalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara-cara pengelasan. Berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metal pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energy panas. Pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan cara menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan. Klasifikasi dari cara-cara pengelasan ini akan diterangkan lebih lanjut.

Dalam kerjaan konstruksi pengelasan bukan tujuan utamanya melainkan sarana untuk mencapai tujuan yang lebih sempurna (baik). Dalam pengerjaan pengelasan kita harus memperhatikan kesesuaian pada konstruksi las agar tercapai hasil yang maksimal. Untuk itu pengelasan harus diperhatikan beberapa hal yang penting, diantaranya efisiensi pengelasan, penghematan tenaga, penghematan energi, dan tentunya dengan biaya yang murah. Karena didalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa, perencanaan tentang cara-cara pengelasan, cara-cara pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan. Mutu dari pengelasan di samping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair. Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan adalah las busur listrik. Hal ini sangat erat hubungannya dengan arus listrik, ketangguhan, cacat las, serta retak yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas. Fungsi pengelasan diantaranya adalah sebagai penyambung dua komponen yang berbahan logam. Selain itu fungsi pengelasan adalah sebagai media atau alat pemotongan. Kelebihan lain dari pengelasan diantaranya biaya murah, proses

relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif.. Faktor-faktor pertimbangan dalam pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh). Berdasarkan klasifikasi kerjanya proses pengelasannya dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematian. Namun proses pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur dan gas. Proses ini juga tergantung dari material yang akan dilas, dimana tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, dan las busur rendam. Mutu pengelasan tergantung dari pengerjaan dan proses pengelasan. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair. Pada penelitian ini, variabel yang akan diteliti adalah pengaruh Sifat mekanik baja karbon dari hasil pengelasan listrik. Dan hal ini dapat diketahui dari hasil pengujian kekuatan tarik dan kekerasan dari hasil pengelasan pada baja karbon rendah dan baja karbon tinggi.

1. Pengelasan bawah tangan

Pengelasan di bawah tangan adalah proses pengelasan yang dilakukan di bawah tangan dan benda kerja terletak di atas bidang datar. Sudut ujung pembakar (brander) terletak diantara 60° dan kawat pengisi (*filler rod*) dimiringkan dengan sudut antara 30° - 40° dengan benda kerja. Kedudukan ujung pembakar ke sudut sambungan dengan jarak 2 – 3 mm agar terjadi panas maksimal pada sambungan. Pada sambungan sudut luar, nyala diarahkan ke tengah sambungan dan gerakannya adalah lurus.

2. Pengelasan mendatar (horizontal)

Pada posisi ini benda kerja berdiri tegak sedangkan pengelasan dilakukan dengan arah mendatar sehingga cairan las cenderung mengalir ke bawah, untuk itu ayunan *brander* sebaiknya sekecil mungkin. Kedudukan *brander* terhadap benda kerja menyudut 70° dan miring kira-kira 10° di bawah garis mendatar, sedangkan kawat pengisi dimiringkan pada sudut 10° di atas garis mendatar.

3. Pengelasan tegak (vertikal)

Pada pengelasan dengan posisi tegak, arah pengelasan berlangsung ke atas atau ke bawah. Kawat pengisi ditempatkan antara nyala api dan tempat sambungan yang bersudut 45° - 60° dan sudut *brander* sebesar 80° .

4. Pengelasan di atas kepala (*over head*)

Pengelasan dengan posisi ini adalah yang paling sulit dibandingkan dengan posisi lainnya dimana benda kerja berada di atas kepala dan pengelasan dilakukan dari bawahnya. Pada pengelasan posisi ini sudut *brander* dimiringkan 10° dari garis vertikal sedangkan kawat pengisi berada di belakangnya bersudut 45° - 60° .

5. Posisi Horizontal Pipa (5G)

Pada pengelasan posisi 5G dibagi menjadi 2 yaitu:

- Pengelasan naik

Biasanya dilakukan pada pipa yang mempunyai dinding tebal karena membutuhkan panas yang tinggi. Pengelasan arah naik kecepatannya lebih rendah dibandingkan pengelasan dengan arah turun, sehingga panas masuk ke tiap satuan luas lebih tinggi dibanding dengan pengelasan turun. Posisi pengelasan 5G pipa diletakkan pada posisi horizontal tetap dan pengelasan dilakukan mengelilingi pipa tersebut. Supaya hasil pengelasan baik, maka diperlukan las kancing (*tack weld*) pada posisi jam 5-8-11 dan 2. Mulai pengelasan pada jam 5.30 ke jam 12.00 melalui jam 6

dan kemudian dilanjutkan dengan posisi jam 5.30 ke jam 12.00 melalui jam 3. Gerakan elektrode untuk posisi root pass (las akar) adalah berbentuk segitiga teratur dengan jarak busur $\frac{1}{2}$ kali diameter elektroda.

- Pengelasan turun

Biasanya dilakukan pada pipa yang tipis dan pipa saluran minyak serta gas bumi. Alasan penggunaan las turun lebih menguntungkan dikarenakan lebih cepat dan lebih ekonomis.

6. Pengelasan Sambungan Tumpul

Pada sambungan tumpul kampuh V posisi 6G, dapat dilakukan arah turun atau naik. Terutama jika melakukan pengelasan jalur pertama (*root pass*) menggunakan elektroda *cellulose* biasanya diterapkan arah turun dengan menerapkan ayunan bentuk zig-zag miring (*whip action*) atau hanya ditarik saja (tanpa diayun), dan ayunan segi tiga atau $\frac{1}{2}$ lingkaran jika menggunakan elektroda *low hydrogen* (arah naik). Sedangkan untuk pengelasan pengisian dan akhir (*filler* dan *capping*) dapat diterapkan ayunan yang sama dengan pengelasan sambungan sudut (*fillet*).

7. Pengelasan dengan cara OAW (*oksigen asetylene welding*)

Suatu proses pengelasan gas yang menggunakan sumber panas nyala api melalui pembakaran gas oksigen dan gas asetilen untuk mencairkan logam dan bahan tambah. Dalam pengelasan OAW ini biasanya digunakan hanya untuk plat plat tipis, hal ini dikarenakan sambungan las Oxigen Acetyline ini mempunyai kekuatan yang rendah dibandingkan las busur listrik. Las OAW ini juga dapat digunakan untuk pemanasan atau pemotongan, namun alat yang digunakan berbeda. Untuk pemotongan menggunakan *torch* yang ada katub gas potong, sedangkan untuk pengelasan atau pemanasan menggunakan *welding gun* tanpa katub gas potong.

8. Las listrik dengan elektroda karbon (*arc welding*)

Busur listrik yang terjadi diantara ujung elektroda karbon dan logam atau diantara dua ujung elektroda karbon akan memanaskan dan mencairkan logam yang akan dilas. Sebagai bahan tambah dapat dipakai elektroda dengan fluksi atau elektroda yang berselaput fluksi.

9. Las Listrik dengan elektroda berselaput

Las Listrik ini menggunakan elektroda berselaput sebagai bahan tambah. Busur listrik yang terjadi diantara ujung elektroda dan bahan dasar akan mencairkan ujung elektroda dan sebagian bahan dasar. Selaput elektroda yang turut terbakar akan mencair dan menghasilkan gas yang melindungi ujung elektroda, kawat las busur listrik dan daerah las di sekitar busur listrik terhadap pengaruh udara luar. Cairan selaput elektroda yang membeku akan menutupi permukaan las yang juga berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh luar.

Pada waktu ini pengelasan dan pemotongan merupakan pengelasan pengerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Dari pertama perkembangannya sangat pesat telah banyak teknologi baru yang ditemukan. Sehingga boleh dikatakan hampir tidak ada logam yang dapat dipotong dan di las dengan cara-cara yang ada pada waktu ini. (Maman Sutarman. 1991).

2.2 FUNGSI PENGELASAN

Mengelas listrik adalah menyambung dua bagian logam atau lebih dengan jalan pelelehan dengan busur nyala listrik. Cara membangkitkan busur nyala tersebut adalah dengan mendekatkan elektroda las ke benda kerja pada jarak beberapa milimeter. Untuk memperoleh busur nyala maka elektroda disentuh dengan benda kerja yang akan di las. Setelah dapat dipastikan bahwa ada arus listrik mengalir dari elektroda ke benda kerja elektroda ditarik sedikit menjauh benda kerja. Jarak antara benda kerja dan elektroda disebut panjang busur nyala. Suhu busur nyala sekitar 3800⁰C.

Oleh suhu yang tinggi tersebut elektroda dan logam meleleh. (Drs. Boentarto, 1995).

Fungsi pengelasan diantaranya adalah sebagai penyambung dua komponen yang berbahan logam. Selain itu fungsi pengelasan adalah sebagai media atau alat pemotongan. Kelebihan lain dari pengelasan diantaranya biaya murah, proses relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif. Faktor-faktor pertimbangan dalam pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh). Berdasarkan klasifikasi kerjanya proses pengelasannya dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematian. Namun proses pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur *Shielding Metal Arc Welding* (SMAW) dan gas. Proses ini juga tergantung dari material yang akan dilas, dimana tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las *Metal Inert Gas* (MIG). Mutu pengelasan tergantung dari pengerjaan dan proses pengelasan. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair. Pada penelitian ini, variabel yang akan diteliti adalah pengaruh Sifat mekanik baja karbon dari hasil pengelasan listrik. Dan hal ini dapat diketahui dari hasil pengujian kekuatan tarik dan kekerasan dari hasil pengelasan pada baja karbon rendah dan baja karbon tinggi.

Proses pengelasan merupakan salah satu proses yang sangat penting didalam industri manufaktur. Proses tersebut telah banyak digunakan untuk menyambungkan logam dengan logam lain menggunakan logam pengisi. Lambung kapal merupakan salah satu bagian kapal yang kekuatan dan kualitas sambungannya harus diperhatikan. Menurut American Welding

Society (AWS), salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan di bidang konstruksi perkapalan adalah pengelasan shielded metal arc welding (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan karena dapat menghasilkan sambungan yang kuat dan mudah untuk digunakan. Faktor-faktor pertimbangan dalam pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh). Berdasarkan klasifikasi kerjanya proses pengelasannya dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Proses pengelasan merupakan masalah yang sangat penting, salah satunya adalah timbulnya cacat di dalam logam las. Inspeksi terhadap logam las sangat penting. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kondisi logam las dan melakukan tindakan preventif sebelum terjadinya kegagalan fungsi pada saat digunakan. Hasil pengelasan yang dilakukan di salah satu pabrik pembuatan kapal masih sering ditemukan cacat. Cacat yang sering terbentuk adalah cacat jenis porositas yang banyak ditemukan di bagian lambung kapal.

Cacat porositas yang terbentuk melebihi batas toleransi yang telah ditentukan di dalam standar AWS sehingga hasil pengelasan tersebut dapat dikatakan *reject* (tidak diterima). Upaya untuk menanggulangi masalah ini yaitu dengan cara melakukan penelitian terhadap baja karbon rendah hasil pengelasan SMAW menggunakan jenis elektroda yang berbeda dan arus yang divariasikan dari masing-masing elektroda yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis elektroda dan besar arus listrik terhadap penurunan cacat yang terbentuk, terhadap sifat mekanik dan struktur mikro yang terbentuk. Hasil yang diharapkan dari upaya tersebut adalah mendapatkan parameter pengelasan dengan hasil pengelasan yang bebas dari cacat atau cacat yang masih di bawah batas toleransi sehingga dapat diterima oleh standard yang berlaku

2.3 PERALATAN LAS LISTRIK

1. Mesin/Trafo Las



Gambar 1. Mesin/Trafo Las
Sumber: MV. ILLANNUR

Jika di tinjau dari arus yang keluar, pesawat las dapat di golongan menjadi:

- pesawat las arus olak balik (AC)

Pesawat las jenis ini terdiri dari tranformator yang di hubungkan dari panel induk yang menghasilkan tenaga listrik. Sedangkan voltase (tegangan) yang keluar dari pesawat trafo ini antara 36 sampai 70 volt, dan ini bervariasi menurut pabrik yang mengeluarkan pesawat las trafo ini. Gambar memperlihatkan salah satu jenis pesawat las transformator AC.

- pesawat las arus searah (DC)

Pesawat ini dapat berupa pesawat transformator rectifier, pembangkit listrik motor Diesel atau motor bensin, maupun pesawat pembangkit listrik yang di gerakan oleh motor listrik (motor generator)

- pesawat las AC-DC

Pesawat ini merupakan gabungan dari pesawat las arus bolak balik dan arus searah. Dengan pesawat ini akan lebih banyak kemungkinan pemakaiannya karena arus yang keluar dapat se arah maupun bolak balik (AC-DC).

Tabel 1. Arus Las Listrik

Jenis	Besaran			Diameter kawat las yang bisa dipakai mm	Hubungan maksimum kabel gagang las mm
	Penggunaan (%)	Arus las A	Tegangan busur V		
No. 100	70	100	25	1.2 – 3.2	22
No. 200	70	200	30	2.0 – 5.0	38
No. 300	70	300	30	3.2 – 6.4	50
No. 400	70	400	30	4.0 – 8.0	60
No. 500	70	500	30	5.0 – 9.0	80

Sumber: <https://tabelaruslaslistrik.com>

2. Kabel Las.



Gambar 2. Kabel Las

Sumber: MV. ILLANNUR

Selain itu, komponen dari mesin las listrik yaitu kabel las. Komponen yang satu ini biasanya terdiri dari beberapa jenis. Kabel las biasanya dibuat dari tembaga yang di pilih dan di bungkus dengan karet isolasi. Pada mesin las biasanya terdiri dari beberapa jenis. Pada las biasanya terdapat kabel primer dan juga kabel sekunder (kabel las). Kabel primer sendiri merupakan kabel yang di gunakan untuk menghubungkan sumber tenaga dan juga mesin las. Sementara kabel sekunder merupakan

kabel yang di gunakan untuk mengelas. Kabel sekunder sendiri terbagi menjadi 2 yaitu kabel penjepit elektroda (tang) dan juga kabel penjepit benda kerja (*holder*). Bahan yang di gumanakan untuk membuat penjepit massa dan pemegang elektroda digunakan bahan yang mudah menghantarkan listrik. Bahan yang umum digunakan untuk membuat penjepit massa dan pemegang elektrode adalah dengan menggunakan bahan tembaga. Ujung yang berselaput dari elektroda dijepit dengan pemegan elektroda. Ini terdiri dari mulut penjepit dengan pemegang yang di bungkus oleh bahan penyekat (biasanya dari embonit). Pada *holder* atau pemegang elektrode bagian untuk menjepit elektrode sudah di buat sedemikian rupa agar mampu menjepit elektrode dengan kuat agar saat digunakan untuk mengelas elektroda tidak terjatuh. Sedangkan untuk menjepit massa juga dibuat sedemikian rupa agar dapat menjepit benda yang akan di las dengan kuat.

3. Elektroda / Kawat Las.



Gambar 3. Elektroda/Kawat Las
Sumber: MV. ILLANNUR

Sebenarnya ada beberapa bagian-bagian mesin las listrik yang cukup penting di dalamnya. Namun bagian yang paling penting adalah elektroda sering disebut juga dengan kawat las. Elektroda/kawat las yang berfungsi sebagai pembakan ketika melakukan pengelasan. Komponen yang satu inilah yang menimbulkan busur nyala, oleh karena itu dianggap sebagai komponen penting. Elektroda sendiri tidak hanya terdiri dari satu jenis saja,

Ada banyak jenis kawat yang dapat disebut sebagai elektroda. Penggunaan elektroda sangat mempengaruhi besar kecilnya arus listrik ketika melakukan pengelasan.

Tabel 2. Diameter Elektroda

Diameter Elektroda (mm)	Arus Las (Ampere)
1,5	20-40
2,0	30-60
2,6	40-80
3,2	70-120
4,0	120-170
5,0	140-230

Sumber: <https://diameterelktrodalastrik.com>

Elektroda/kawat las sendiri juga di golongan dalam beberapa jenis, tergantung dari logam yang akan di las. Salah satunya adalah elektroda yang digunakan untuk *problem steel* atau penyangga dan stainless steel atau baja tahan karat. Berdasarkan selaput pelindungnya, elektroda dibedakan menjadi 3 macam yaitu;

- a. Elektroda polos
- b. Elektoda berselaput tipis (*fluxs*)
- c. Elektroda berselaput tebal

Dari jenis 2 elektroda tersebut, maka pemilihannya haruslah tepat dengan memperhatikan beberapa hal, yaitu:

- a. Jenis logam yang akan di las
- b. Tebal bahan yang akan di las
- c. Kekuatan mekanis yang diharapkan dari hasil pengelasan
- d. Posisi pengelasan
- e. Bentuk benda kerja.



Gambar 4. Kode Elektroda

Sumber: <https://kode-elektroda.com>

2.4 Alat Pendukung Dan Keselamatan Dalam Pengelasan

1. Helm / Topeng las.



Gambar 5. Helm / Topeng Las

Sumber: <https://kaca-mata-las.com>

Helm / topeng las melindungi mata dari pancaran busur listrik berupa sinar *ultraviolet* dan infra merah yang menyala kuat dan terang. Sinar las ini tidak boleh dilihat secara langsung dengan mata telanjang sampai jarak 15 meter. Selain itu bentuk helm/topeng las yang menutup muka berguna melindungi kulit muka dari percikan api busur listrik dan asap gas dari proses peleburan elektrode pada las listrik. Alat keselamatan ini memiliki 3 lapisan kaca, yang terdiri dari satu kaca las khusus yang di apit oleh 2 kaca bening. (Joko Santoso, 2006).

2. Sarung Tangan las.



Gambar 6. Sarung Tangan Las

Sumber: <https://sarungtangan-las.com>

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari bunga api agar tangan tidak terluka, bahan yang di gunakan untuk membuat sarung tangan las pada umumnya terbuat dari kulit yang lentur atau asbes yang lentur sehingga tidak menghalangi pergerakan jari-jari tangan saat memegang penjepit elektroda atau peralatan lainnya dan memudahkan penggunaannya pada saat proses pengelasan. (Joko Santoso, 2006).

3. Apron / Pakaian Kerja



Gambar 7. Pakaian Kerja

Sumber: <https://pakaian-kerja-kapal.com>

Dimana fungsinya adalah untuk melindungi bagian dada dari sinar ultra violet infrared dan terkenanya percikan api maka digunakan apron terbuat dari kulit yang lentur, sedangkan pakaian kerja digunakan untuk melindungi tubuh dari bahaya yang di timbulkan saat proses pengelasan yang tidak dapat di tangkal dengan alat keselamatan lain, bahan yang di gunakan untuk membuat pakaian kerja harus dapat memberikan kenyamanan dan keleluasaan gerak operator las. (Joko Santoso, 2006)

4. Tang Massa Las



Gambar 8. Tang Massa Las
Sumber : MV. ILLANNUR

Selain elektroda, komponen lain dari mesin las listrik yang tidak kalah penting adalah tang las. selama di lakukan pengelasan benda kerja tentu mengalami pemanasan maka setelah benda kerja di las penjepit (tang) digunakan untuk memegang atau memindahkan benda kerja yang masih panas. (Joko Santoso, 2006).

5. Palu / Ciping Las



Gambar 9. Palu / Ciping Las
Sumber : MV. ILLANNUR

benda yang telah di las akan timbul yang namanya terak akibat elektroda yang digunakan berselaput (*fluks*) palu atau ciping pada salah satu ujungnya adalah runcing hal ini dimaksudkan guna untuk melepaskan dan mengeluarkan terak las pada jalur las atau sela-sela logam dengan cara memukulkan atau menggosokkan pada daerah las, dalam menggunakan palu terak ini jangan sampai membuat luka pada hasil pengelasan maupun pada base metal nya. Karena luka bekas pukulan adalah merupakan cacat pengelasan. Palu las sebelum digunakan dicek ketajamannya dan kondisinya, Gunakanlah kaca mata terang pada waktu pembersihan terak, sebab bisa memercikan kearah mata. (Joko Santoso, 2006).

6. Sepatu Las.



Gambar 10. Sepatu Las
Sumber : MV. ILLANNUR

Karakteristik sepatu las sangat berbeda dengan sepatu biasa pada umumnya. Sepatu las yang baik adalah yang terbuat dari bahan kulit dan di ujungnya terdapat besi, besi plat pelindung kaki dari percikan bunga api pelumeran kawat las/elektroda dan kejatuhan benda-benda kerja yang biasanya besi keras, berat dan mungkin tajam pada saat melakukan proses pengelasan. (Joko Santoso, 2006).

7. Sikat Kawat.



Gambar 11. Sikat Kawat
Sumber: <https://sikat-baja.com>

Alat bantu las untuk membersihkan benda kerja yang akan di las. Membersihkan kerak las yang sudah lepas dari jalur atau cela-cela logam las oleh pukulan palu las. (Joko Santoso, 2006)

8. Masker



Gambar 12. Masker
Sumber: <https://masker.udara.com>

Jika tidak memungkinkan adanya kamar las dan ventilasi yang baik, maka gunakanlah masker las, Berguna untuk menutup mulut dan hidung dari asap dan debu beracun yang di timbul kan oleh mencairnya fluks pada elektroda. (Joko Santoso, 2006).

9. Gerinda Tangan.



Gambar 13. Gerinda Tangan
Sumber : MV. ILLANNUR

Berfungsi untuk menyiapkan material yang akan di las berupa persiapan kampuh las. Gerinda ini juga di gunakan untuk membantu dalam proses pengelasan khususnya untuk membersihkan lasan sebelum di sambung atau sebelum di tumpuki lasan lapis berikutnya. Juga untuk membantu dalam memperbaiki cacat las yang memerlukan penggerindaan dalam persiapannya sebelum di perbaiki cacat pengelasan tadi. Saat menggunakan gerinda berhati-hatilah agar tidak terkena tangan ataupun percikan api yang dihasilkan tidak mengenai badan atau terkena mata. (Joko Santoso, 2006).

10. Kaca Mata



Gambar 14. Kaca Mata Pengaman

Sumber: <https://kaca.mata.kerja.com>

Untuk melindungi mata operator saat membersihkan benda kerja sebelum dan sesudah pengelasan. (Joko Santoso, 2006).