

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua logam atau lebih yang sejenis maupun tidak sejenis dengan pemanasan bahan sampai titik lebur menggunakan panas yang berasal dari loncatan elektron listrik maupun yang berasal dari hasil pembakaran gas dengan menggunakan bahan tambahan atau tanpa bahan tambahan. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan.

Pada tahun 1892 gas acetylene ditemukan oleh Thomas Leopard Wetson. Campuran gas acetylene dan oksigen dengan perbandingan dan tekanan tertentu bila dibakar akan menghasilkan suhu yang cukup tinggi untuk dapat melelehkan logam. Gas oksigen diproduksi dengan cara mencairkan udara sehingga oksigen murni dapat diambil. Cara ini dilakukan oleh Brins bersaudara, yaitu orang Perancis pada tahun 1886. Alat untuk membakar campuran gas acetylene dan oksigen dinamakan brander, ditemukan oleh Fouche dan Picord. Alat ini mulai digunakan pada tahun 1901. Las ini berhasil menggeser pemakaian las tempa dan mendominasi proses pengelasan untuk beberapa dekade sampai dikembangkan las listrik.

Pada saat ini pengelasan dan pemotongan merupakan pekerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam atau besi demi memudahkan pekerjaan di era moderen ini.

Dari awal perkembangannya sangat pesat dan hingga sekarang 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. adapun teori yang digunakan pada saat ini ialah sebagai berikut:

a. teori pengelasan menurut American Welding Society, 1989

Pengelasan adalah proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan dengan atau tanpa menggunakan tekanan (pressure), hanya dengan tekanan (pressure), atau dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi (filler).

b. teori pengelasan menurut British Standards Institution, 1983

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan menggunakan panas (heat) atau dengan tekanan (pressure) atau keduanya.

c. Berdasarkan teori dari DIN (Deutch Industrie Normen) las adalah ikatan metalurgi 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 energi 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.

Teori-teori tersebutlah yang selama ini dipakai dari dulu hingga saat ini. dari ketiga teori tersebut dapat disimpulkan bahwa teknik pengelasan yang digunakan pada saat ini didasari oleh teori-teori tersebut yang menjelaskan bahwa pengelasan ialah penyambungan dua logam atau lebih yang sejenis maupun tidak sejenis dengan pemanasan bahan yang harus tepat sebanyak Arus listrik yang digunakan sekitar 30 sampai 300 A pada tegangan 15 sampai 45 V.

B. Jenis Pengelasan Yang Ada Dikapal

1. OAW (*Oxy–Acetylene Welding*)

Pengelasan ini disebut juga las acetylene yaitu las yang pengerjaannya dilakukan melalui proses pemanasan dengan busur api yang didapat dari pembakaran gas asitiline dan gas oksigen. Untuk pekerjaan tertentu kadang diperlukan bahan tambahan, sedangkan untuk menghilangkan korosi dan melindungi logam yang sedang mencair dari pengaruh udara diperlukan *fluk*. Dan *fluk* itu sendiri adalah yang melindungi dan menyelimuti kawat logam. Pada saat pengelasan *fluk* ikut mencair dan bercampur dengan cairan logam yang berasal dari logam induk dan kawat las. Selain *fluk* diperlukan pengaturan busur api las, bahan tambahan yang dipergunakan dan jenis logam yang dilas merupakan faktor yang penting untuk memperoleh hasil pengelasan yang baik. Jenis pengelasan ini termasuk didalamnya pengelasan *brassing* (las kuningan) bedanya jika pengelasan *brassing* material dasarnya tidak sampai meleleh hanya memerah dan menggunakan filler jenis *cuprizine* (kuningan).

Las Acetylene Welding ini adalah hasil pemuktahiran dari pengelasan-pengelasan yang sebelumnya dan pengelasan *Acetylene Welding* ini sangat cocok di gunakan di atas kapal karena penggunaannya yang lumayan mudah dan dapat menyesuaikan tempat untuk melakukan proses pengelasan di atas kapal.

2. SMAW (*Shield Metal Arch Welding*)

SMAW (*Shield Metal Arch Welding*) adalah las busur nyala api listrik terlindung dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Jenis ini paling banyak dipakai dimana-mana untuk hampir semua keperluan pekerjaan pengelasan. Tegangan yang dipakai hanya 23 sampai dengan 45 Volt AC atau DC, sedangkan untuk pencairan pengelasan dibutuhkan arus hingga 500 Ampere. Namun secara umum yang dipakai berkisar 80 – 200 Ampere.

3. Las listrik

Las listrik adalah salah satu cara menyambung logam dengan cara menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung. Pada bagian yang terkena busur listrik tersebut akan mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik akan mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis. Logam cair dari elektroda dan dari sebagian benda yang akan disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang akan disambung, kemudian membeku dan tersambunglah kedua logam tersebut secara baik tanpa ada celah yang nampak pada hasil pengelasan tersebut.

C. Perlengkapan Las

Perlengkapan yang diperlukan untuk mengelas dengan gas asetiline terdiri dari beberapa hal yang terpenting.

1. Gas oksigen dalam tabung

Gas oksigen disimpan dalam sebuah tabung dengan tekanan gas sampai 151 bar. Tabung gas tersebut berukuran tinggi 1295 mm dan garis tengah 118 mm, diatas tabung dipasang sebuah kran. Pada kran tersebut terdapat sumbat pengaman. Bila tekanan dalam tabung naik karena pengaruh tempat sekitarnya atau hal lain, maka sumbat akan pecah dan gas oksigen akan berpengaruh penting sebagai penunjang untuk penghematan, kecepatan dan efisiensi kerja waktu melakukan pekerjaan pengelasan. Ketidak murnian gas oksigen akan menyebabkan turunnya suhu pada waktu pengelasan. Tetapi jika kadar oksigen berkurang kita masih dapat menjaga suhu panas yang diinginkan yaitu dengan jalan memperlambat gerakan atau dengan menambah penyaluran gas oksigen.

2. Gas asetiline dalam tabung

Gas asetiline disimpan dalam tabung yang terbuat dari baja, biasanya tabung tersebut berwarna merah. Gas asetiline tidak berwarna, mudah terbakar dan berbau menyengat suhu busur api yang dihasilkan tergantung pada perbandingan volume gas oksigen dan gas asetiline.

3. Pembakaran dan Pematangan.

Pembakaran pada las asetiline adalah alat untuk menyatukan dan mencampur gas oksigen dan gas asetiline. Dalam keadaan tertentu

kemudian dibakar pada ujung pembakar. Pembakar mempunyai dua buah selang satu untuk gas oksigen dan satu untuk gas asetiline. Ruang pencampur dan kran adalah untuk mengatur gas oksigen dan gas asetiline. Suhu busur api yang dihasilkan tergantung pada perbandingan volume gas oksigen dan gas asetiline perbandingan yang ideal adalah 1 bagian gas oksigen dan satu bagian gas asetiline. Campuran ini jika dibakar pada ujung pembakar yang tepat akan menghasilkan busur api netral.

Macam – macam nyala api las.

a. Nyala api netral .

Nyala api netral timbul oleh pembakar sejumlah oksigen dan asetiline yang sama banyaknya. Nyala api ini paling sering digunakan untuk mengelas baja, tembaga dan alumunium.

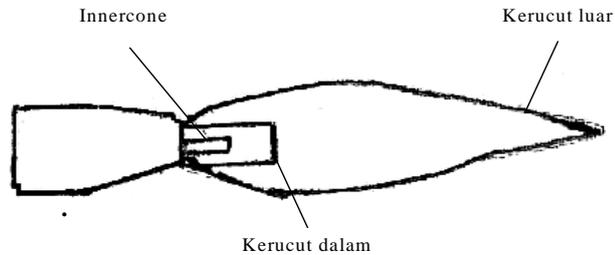


Gambar 2.1 Nyala api netral

b. Nyala api karburasi

Jika jumlah asetiline yang dialirkan oleh selang ke blender berlebihan maka nyala api yang terjadi terdapat pada suatu bagian yang kaya dengan karbon yang memancar sekeliling dan diluar kerucut, nyala api ini dinamakan nyala api karburasi. Pada nyala api ini inti nyala yang terang berubah menjadi keruh.

Dengan kaca mata las dapat terlihat ada tiga macam nyala yaitu inti nyala, nyala kedua atau nyala ekor yang mengelilingi inti dan nyala luar.



Gambar 2.2 Nyala api karburasi

c. Nyala api oksidasi

Jika oksigen yang dialirkan oleh selang dari botol oksigen berlebihan maka nyala yang ditimbulkan terdapat bagian yang kaya dengan oksigen terdapat diluar kerucut. Nyala ini digunakan untuk mengelas kuningan atau perunggu, inti nyala oksidasi lebih pendek dari pada inti nyala netral.



Gambar 2.3 Nyala api oksidasi

4. Pengaturan tekanan (*regulator*) Guna mengatur tekanan.
 - a. Untuk mengatur tekanan dari silinder gas sampai pada tekanan yang diinginkan.
 - b. Untuk mengatur agar tekanan dan isi pemakaian gas tetap, walaupun tekanan didalam silinder gas sudah berkurang.

Perlu diketahui bahwa tekanan gas pada lubang yang masih penuh adalah 150 bar, sedangkan tekanan gas asetiline pada tabung adalah 17 bar. Tekanan gas asam pada selang antara 1 bar sampai 14 bar. Pada alat pengatur tekanan gas, terdapat 2 buah petunjuk tekanan, yang pertama menunjukkan tekanan kerja.

Jenis pengaturan tekanan pada regulator.

1). Pengaturan tekanan gas tunggal

Pengaturan tekanan ini mempunyai prinsip kerja pengukuran langsung dari tekanan dalam botol dikeraskan pada tekanan kerja.

2). Pengaturan tekanan kerja dua tahap

Cara kerja pengaturan tekanan dua tahap sama dengan tekanan pengaturan tekanan tunggal. Perbedaannya terletak pada cara penurunan tekanan dari tabung. Tahap pertama tekanan gas diturunkan sampai tekanan pertengahan, kemudian tahap kedua tekanan gas diturunkan lagi sampai tekanan kerja.

3). Selang

Selang untuk las harus tahan tekanan tinggi, mudah dibengkokkan dan tidak mudah bocor. Selang gas oksigen biasanya berwarna hitam atau biru dan selang gas asetiline berwarna merah. Pada selang gas asetiline dengan mur ulir kiri. Mur penguat yang terdapat kedua ujung selang adalah untuk mengikat alat pengukuran tekanan dan kran pada pembakar. Ukuran selang

adalah 1/8” sampai 1/2” dan tidak boleh digunakan untuk menyalurkan gas lain.

D. Peralatan Las Listrik

1. Mesin Las

a. Arus bolak – balik (AC)

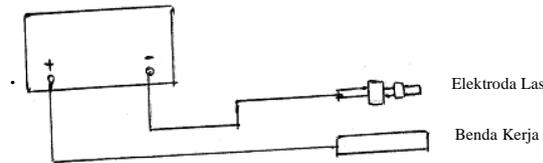
Jenis mesin las ini biasanya yang terdapat di kapal, dengan mesin las ini kita dapat memakai semua jenis elektroda serta kerugian tegangan lebih kecil dibandingkan kerugian tegangan pada arus searah (DC), dalam pemakaian kabel diusahakan sependek mungkin dan hindari pemakaian kabel yang berlipat – lipat atau melingkar – lingkar, karena dapat menimbulkan induksi yang dapat menimbulkan tegangan pada mesin las itu menjadi tinggi.

b. Arus Searah (DC)

1). Pengkutuban langsung DCSP (*Direct Current Straight Polarity*)

Elektroda dihubungkan pada kutub negatif (-) dan benda kerja dihubungkan pada kutub positif (+). Pengkutuban langsung sering disebut juga sebagai *sirkuit las busur* dengan *elektroda negatif*. Pengkutuban langsung menghasilkan penembusan yang dangkal. Karena panas pada benda kerja tidak begitu tinggi.

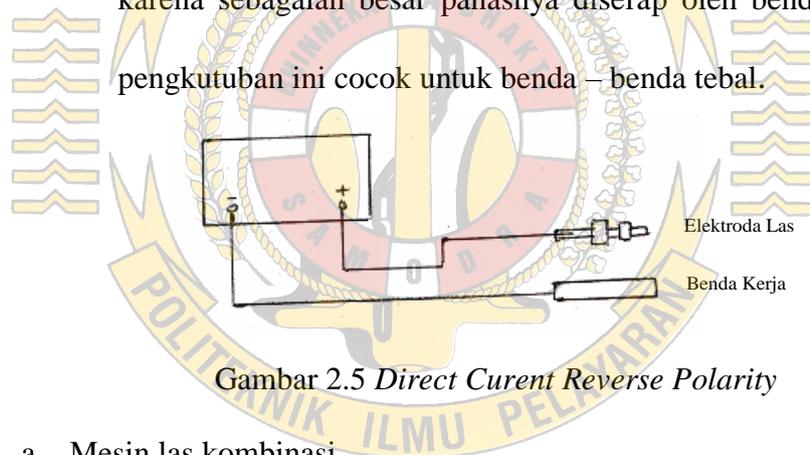
Cara ini cocok untuk mengelas pelat yang tipis dikarenakan pengkutuban langsung menghasilkan penembusan dangkal.



Gambar 2.4 Arus Searah (DC)

2). Pengkutuban terbalik DCRP (*Direct Curent Reverse Polarity*)

Elektroda dihubungkan pada kutub positif (+) dan benda kerja dihubungkan pada kutub negatif (-). Pengkutuban terbalik sering disebut *sirkuit las busur* dengan *elektroda positif*. Pengkutuban terbalik menghasilkan penembusan yang dalam karena sebageian besar panasnya diserap oleh benda kerja. Cara pengkutuban ini cocok untuk benda – benda tebal.

Gambar 2.5 *Direct Curent Reverse Polarity*

a. Mesin las kombinasi

Mesin las ini dapat digunakan untuk arus AC maupun arus DC karena mempunyai rectifier sebagai pengaruh arus.

Digunakan pada arus yang setabil dan arus yang dihasilkan tidak terlalu besar. Biasanya digunakan untuk pengelasan ringan.

1). Penjepit Elektroda

Penjepit elektroda adalah alat yang digunakan untuk menjepit elektroda sehingga dapat digunakan untuk gerakan mengelas

dengan baik dan aman. Penjepit elektroda harus mempunyai lapisan pelindung yang berupa isolator yang kuat dan tahan panas sehingga tidak memudahkan terjadi hubungan pendek karena sentuhan dengan arus yang berlawanan.

2). Penjepit Ground

Adalah alat yang penting untuk peralatan las listrik. Tanpa menjepit ground arus potensial akan gagal dalam menghantar arus kembali.

3). Elektroda Las

Adalah pengelasan SMAW menggunakan elektroda sebagai pembakar untuk menimbulkan busur las dan sebagai bahan tambah. Proses meleburnya elektroda bersama pada logam titik las sehingga menjadi suatu perpaduan logam yang saling mengikat kuat. Elektroda terdiri dari dua bagian, yaitu satu bagian yang tidak dilapisi salutan (*coat*) merupakan tempat yang dijepit dengan penjepit elektroda dan satu bagian lain dilapisi salutan adalah bagian yang digunakan mengelas atau yang dipijarkan.

a). Bentuk umum dari elektroda :

i). Inti

Terbuat dari logam besi baja, alumunium, perunggu, baja tahan karat dan sangat kuat untuk menambal bahan yang bocor ataupun patah atau logam lainnya sesuai dengan benda yang akan di las.

ii). Bagian luar inti

Merupakan logam berbentuk bulat yang diberi salutan (coat) yang berfungsi sebagai bahan pengisi, pemijar dan menciptakan *fluk* pelindung dari oksidasi.

b). Bahan pelapis atau salutan

i). Sifat bahan lapisan.

- Memiliki sifat – sifat khusus terhadap hasil las dengan menambah zat – zat tertentu yang terkandung dalam salutan.
- Menstabilkan dan mengarahkan busur api sehingga memudahkan menjaga besar busur nyala api.
- Memperlambat proses pendinginan daerah yang dilas sehingga logam induk tetap tetap terjaga.

ii). Syarat – syarat bahan pelapis.

- Bahan salutan harus dapat melekat dengan merata disekeliling hasil las.
- Teraknya mempunyai berat jenis lebih ringan dari pada cairan logamnya, agar mudah terapung dalam cairan logam dan terjadilah padatan terak dipermukaan hasil las.
- Terak harus menutupi sigi – sigi las dengan merata agar oksidasi tidak terjadi dan terak mudah dibersihkan oleh para pekerja las setelah selesai mengelas.

3. Menjaga elektroda

Mengingat pentingnya fungsi salutan pada elektroda, maka perlu diperhatikan beberapa hal :

- a. agar tetap kering elektroda yang basah menghasilkan sambungan yang keropos dan mudah berkarat.
- b. salutan harus dijaga jangan sampai rusak atau pecah – pecah.
- c. sewaktu mengelas harus dijaga agar jangan sampai elektroda memerah memijar, karena elektroda tidak dapat digunakan kembali untuk mengelas.

4. Memilih elektroda

Mengetahui pada bungkus elektroda akan memudahkan kita memilih elektroda sesuai dengan pekerjaan. Karena jika dalam penggunaan yang tidak sesuai dengan bahan yang dilas maka penyambungan dalam pengelasan tersebut mendapatkan hasil yang kurang baik.

Didalam suatu pekerjaan pengelasan usahakan jangan menggunakan elektroda yang salutanya mengelupas karena hasil yang didapat nantinya kurang baik dan pekerjaan pengelasan tersebut kurang optimal pengerjaannya.

Menyesuaikan diameter elektroda dengan tebal benda kerja yang akan dilas tersebut sangat penting dikarenakan berpengaruh pada pengelasan.

5. Mengatur atau menyetel ampere listrik pada pesawat las, menyesuaikan tebal benda yang akan di las pada diameter elektroda yang akan digunakan

Contoh kode elektroda :

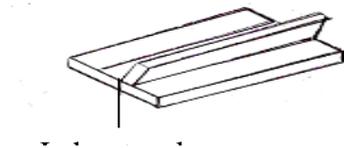
AWS E6013

Artinya :

1. AWS artinya *American Welding Society*
2. E artinya Elektroda
3. E60xx artinya kekuatan tarik minimumnya 60.000 psi
4. Exx1x artinya posisi pengelasan yang diperbolehkan.
 - a. Angka 1 berarti untuk semua posisi.
 - b. Angka 2 berarti untuk datar – tegak dan bawah tangan
 - c. Angka 3 berarti posisi bawah tangan
5. Exxx3 artinya nilai dari lapisan elektroda

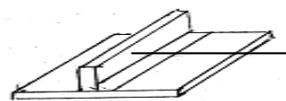
E. Posisi Pengelasan

1. Sambungan T (fillet join)
 - a. Posisi Datar (1-F)



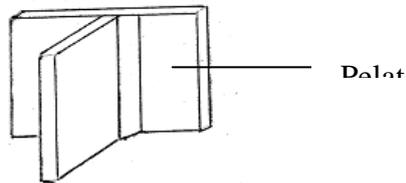
Gambar 2.6 Sambungan T

- b. Posisi Datar Horizontal (2-F)



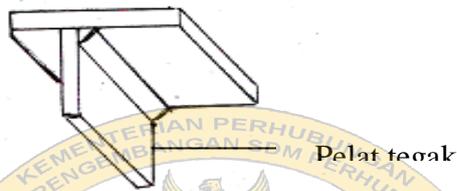
Gambar 2.7 Posisi Datar Horizontal

c. Posisi vertikal (3-F)



Gambar 2.8 Posisi vertikal

d. Posisi diatas kepala (4-F)



Gambar 2.9 Posisi diatas kepala

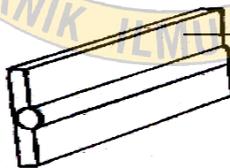
2. Sambungan Alur (Groove)

a. Posisi datar bawah tangan (1-G)



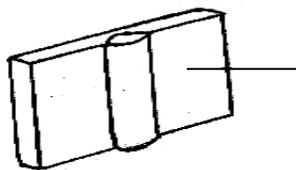
Gambar 2.10 Posisi datar bawah tangan

b. Posisi horizontal (2-G)



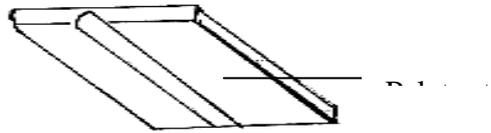
Gambar 2.11 Posisi horizontal (2-G)

c. Posisi vertikal (3-G)



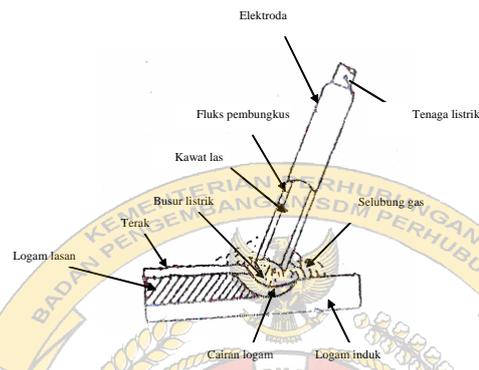
Gambar 2.12 Posisi vertikal

d. Posisi diatas kepala (4-G)



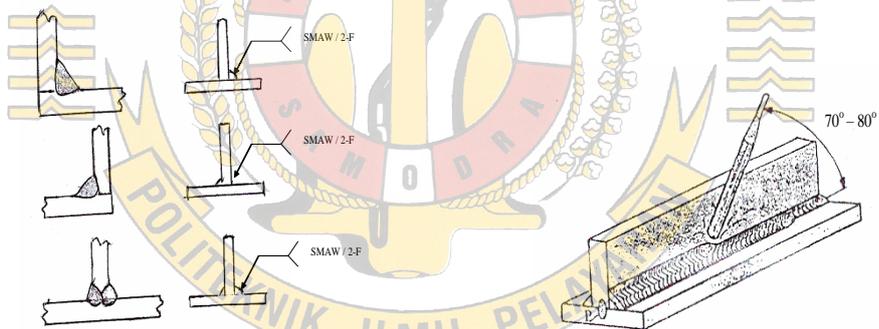
Gambar 2.13 Posisi diatas kepala

F. Hasil Pengelasan Yang Baik



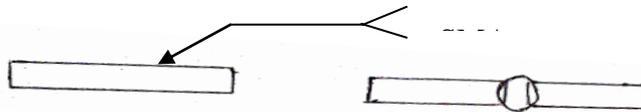
Gambar 2.14 jarak elektroda

1. Pengelasan Sambungan T (*Fillet Join*)



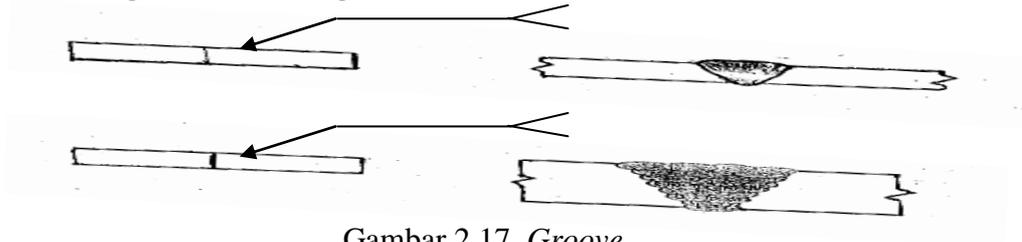
Gambar 2.15 fillet join

2. Pengelasan Sambungan Alur (*Groove*)



Gambar 2.16 Groove

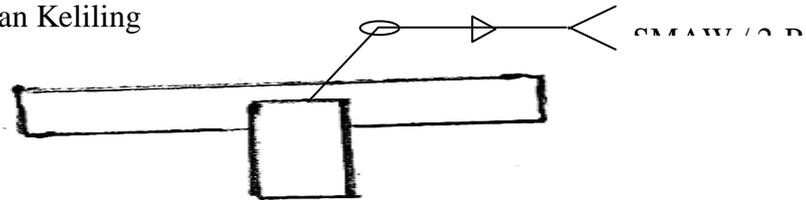
3. Pengelasan Sambungan Alur (*Groove*)



Gambar 2.17 Groove

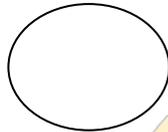

 Bentuk sambungan alur / groove dengan sudut sebesar Z°

4. Pengelasan Keliling



Gambar 2.18 Pengelasan Keliling

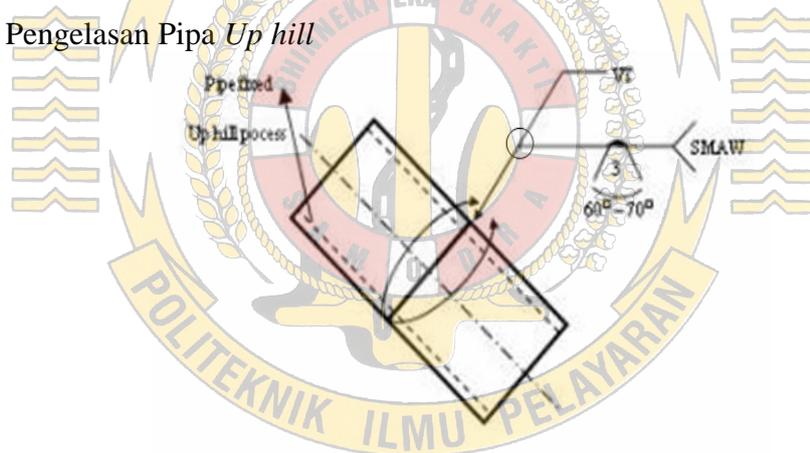
Keterangan



Pengelasan keliling secara penuh dan tidak terputus

G. Teori Mengelas pipa

1. Pengelasan Pipa *Up hill*



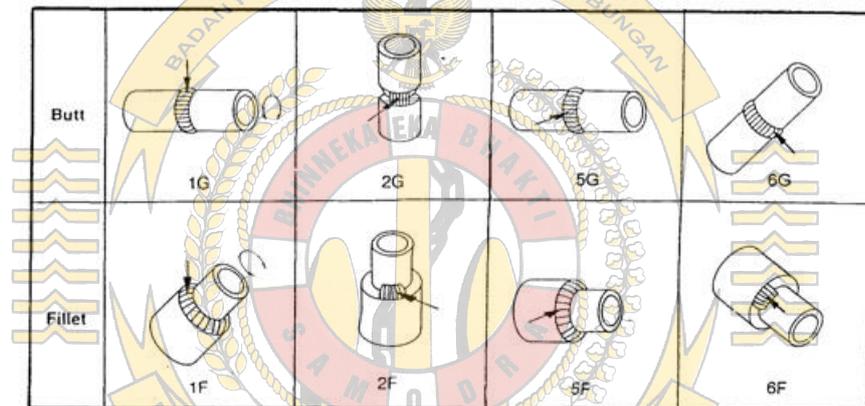
Gambar 2.19 Pengelasan pipa

Berdasarkan gambar dan simbol las di atas, seorang welder harus mampu menerjemahkan dalam bahasa pekerjaan (teknis) apa yang dimaksud dari gambar tersebut. Dengan demikian welder akan dapat mempersiapkan segala sesuatunya untuk proses pengelasan. Arti dari gambar dan simbol di atas adalah : Pekerjaan pengelasan pipa menggunakan proses las SMAW, pipa ditempatkan pada meja las posisi miring 45 derajat, kampuh pengelasan yang harus disiapkan adalah

menggunakan kampuh V, dengan ketentuan : butt-joint² Proses pengelasan dilakukan dari bawah ke atas, benda yang dilas diam (tidak boleh dipindah atau diputar) dilepas dari tempatnya, hasil pengelasan cembung dan pengujian hasil lasan dilakukan secara visual (visual test). Hasil dari pengelasan tersebut seperti berikut : hasil-6g²

2. Teknik pengoperasian alat utama, alat bantu dan alat keselamatan kerja sesuai dengan ketentuan

2. Pengelasan Pipa kampuh V dan X



Gambar 2.20 Posisi Pipa

Pembuatan persiapan las dapat dilakukan dengan beberapa teknik, tergantung bentuk sambungan dan kampuh las yang akan dikerjakan. Teknik yang biasa dilakukan dalam membuat persiapan las, khususnya untuk sambungan tumpul dilakukan dengan mesin atau alat pemotong gas (brander potong). Mesin pemotong gas lurus (Straight Cutting Machine) dipakai untuk pemotongan Pipa, terutama untuk kampuh-kampuh las yang di bevel, seperti kampuh V atau X, sedang untuk membuat persiapan pada pipa dapat dipakai Mesin pemotong gas lingkaran (Circular Cutting Machine) atau dengan brander potong.

Namun untuk keperluan sambungan sudut yang tidak memerlukan kampuh las dapat digunakan mesin potong pelat (guletin) berkemampuan besar, seperti Hidrolic Shearing Machine.

Adapun pada sambungan tumpul perlu persiapan yang lebih teliti, karena tiap kampuh las mempunyai ketentuan-ketentuan tersendiri, kecuali kampuh I yang tidak memerlukan persiapan kampuh las, sehingga cukup dipotong lurus saja.

F. Menambal Pipa

1. Menambal Menggunakan plakban



Gambar 2.21 menambal dengan plakban

cara ini bisa digunakan untuk menambal benda-benda keras seperti besi dan pipa air. Plakban tersebut cukup efektif dibanding menggunakan lem untuk menambal pipa. Cara menggunakannya: buka plakban dengan sarung tangan, rendam plakban menggunakan air, dan balut plakban pada penampang benda yang bocor. Dalam sepuluh menit plakban akan mengering dan mengeras layaknya sebuah baja. Selain sanggup menambal pipa air yang bocor, cara ini juga bisa digunakan untuk menyambung besi dengan besi pada pipa.

2. Menambal menggunakan *rubber* dengan plak



Gambar 2.22 Penambalan Pipa menggunakan *rubber*

Cara ini digunakan untuk menambal pipa yang bocor atau untuk memperbaiki pipa yang bocor pada saat diatas kapal. dengan cara memotong *rubber* lalu menempelkan *rubber* tersebut dengan kuat pada pipa tersebut sebelum kemudian *rubber* tersebut di beri plak yang terbuat dari besi untuk mengikat *rubber* agar lebih kuat dan menekan *rubber* untuk menutup lobang yang bocor tersebut sehingga lobang tersebut tertutup oleh *rubber* dengan sangat kencang dan tidak memungkinkan air untuk keluar dari lobang tersebut.

F. Penyebab pengelasan kurang optimal

Pengoptimalisasian pengelasan merupakan hal yang paling penting diatas kapal dikarenakan apabila pengelasan kurang baik maka kebocoran tidak langsung dapat ditangani dengan baik maka akan sangat berbahaya bagi penghuni kapal yang menghuni kapal tersebut. bahwasanya jika kebocoran tetap dibiarkan maka akan menimbulkan kerugian bagi para awak kapal yang berada diatas kapal maka dari itu pengelasan haruslah dilakukan dengan baik

dan benar sehingga menghasilkan pengelasan yang optimal. Dibawah ini adalah penyebab pengelasan menjadi kurang optimal.

Penyebab tersebut ialah :

1. penyebab pengelasan kurang optimal sebagai berikut :
 - a. Seseorang pengelas yang melakukan pengelasan yang melakukan pengelasan kurang teliti.
 - b. Bahan-bahan yang digunakan untuk pekerjaan pengelasan tidak baik dan sudah *expired*.
 - c. Tempat yang sulit untuk dijangkau oleh para pekerja pengelasan yang ada di kapal.

H. Pemilihan Las

Jenis-jenis las yang digunakan dikapal MV. LIEKE saat pelaksanaan docking untuk memperbaiki pipa sanitary yang retak sewaktu kapal berlabuh untuk membongkar muatan dipelabuhan karena tuanya pipa-pipa yang berada di kapal. Untuk menambal kebocoran pada pipa-pipa digunakan Las listrik dan menggunakan kawat las ukuran 4,5. Dengan cara memotong bagian-bagian pipa menggunakan gerinda potong. Bahan yang diperlukan untuk memotong bagian-bagian pipa yaitu Blender, Asetiline dan oksigen. Setelah itu dilakukan pemasangan kembali dengan cara pengelasan pada pipa yang bermasalah dari, sedangkan untuk pemeliharaan kapal diluar docking yaitu :

Selama berlayar menggunakan jenis las.

- Elektroda.

- Asetelin

Menyesuaikan keperluan dan volume pekerjaan karena untuk menambal kebocoran lubang pada pipa sanitary di kapal yang seukuran kira-kira 15 mm.

