

BAB II TINJAUAN UMUM

2.1 Umum

Dalam industri perkapalan pengelasan memegang peranan penting karena hampir sebagian besar dari bagian kapal disambung dengan proses pengelasan. Pengelasan itu adalah proses penyambungan dari dua buah benda atau logam dengan proses pemanasan.

Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik diperlukan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu :

- Benda padat tersebut harus dapat lebur oleh panas.
- Cara-cara penyambungan sesuai dengan sifat benda tersebut dan tujuan penyambungannya.
- Antara benda-benda padat yang disambung tersebut terdapat kesesuaian sifat lasnya sehingga tidak menggagalkan sambungan las tersebut.

2.2 Tahap-Tahap Pengelasan

Pada tahap ini dikerjakan pekerjaan-pekerjaan yang harus dilaksanakan sebelum melakukan pengelasan, antara lain :

- Persiapan bahan-bahan yang akan dilas.
- Persiapan peralatan las dengan alat bantu.
- Menyiapkan gambar dan prosedur yang akan dipakai.
- Pembersihan alur.
- Persiapan bentuk kampuh.

2.2.1 Pemilihan Bahan

- Bahan induk

Bahan induk harus mempunyai sifat mampu las yang tinggi dan perlu merencanakan dan memperhatikan cara pengelasannya.

- Bahan las

Pemilihan bahan las yang tepat sudah tentu suatu keharusan dalam mencapai kualitas sambungan las. Pemilihan bahan las haruslah disesuaikan dengan bahan induknya.

2.2.2 Pemilihan jenis las

Jenis las yang digunakan dalam pengelasan ini yaitu SMAW (shielded metal arc welding) las busur listrik terlindung adalah pengelasan dengan mempergunakan busur listrik sebagai sumber panas pencair logam. Jenis las ini sangat sering dipakai dimana-mana untuk semua keperluan pengelasan.

2.3 Prosedur Dan Teknik Pengelasan

2.3.1 Pengertian Prosedur Pengelasan

Adapun pengertian dari prosedur pengelasan adalah suatu perencanaan untuk pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan .

Pada umumnya prosedur pengelasan terdiri atas :

- Keterangan tertulis secara detail tentang bagaimana operasi pengelasan tersebut akan dilaksanakan.

- Catatan tentang dari hasil pengelasan.
- Gambar yang menunjukkan desain dari sambungan las dan kondisi untuk menentukan setiap pengertian langkah pengelasan dan bentuk dari pengelasan.

2.3.2 Tujuan Prosedur Pengelasan

Tujuan yang dicapai didalam prosedur pengelasan menghasilkan :

- Pengelasan yang baik.
- Menghindari perubahan bentuk dan ukuran.
- Menjaga langkah-langkah proses pengelasan yang lebih konsisten.

2.3.3 Persiapan Pengelasan

Mutu dari hasil pengelasan disamping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri juga sangat tergantung dari persiapannya sebelum pelaksanaan pengelasan. Adapun persiapan bagian yang akan dilas meliputi antara lain :(ref 1 1981 hal : 212)

a. Persiapan Sisi Las.

Bentuk kampuh harus ditentukan dengan memperhatikan masalah kemampuan pengerjaan , yaitu :

- Pelat dengan tebal sampai 6 mm, menggunakan alur persegi.
- Pelat dengan tebal 6-20 mm, menggunakan alur V tunggal.
- Pelat dengan tebal lebih dari 20 mm, menggunakan alur V ganda atau U ganda.

Tabel 1. Kampuh las

Kampuh	Tebal Pelat	Sudut Kampuh
I	≤ 5	-
V	5-12	$50^{\circ} - 60^{\circ}$
X	≥ 12	$50^{\circ} - 60^{\circ}$
U	≥ 25	60°

b. Posisi Pengelasan Dan Alat Bantunya.

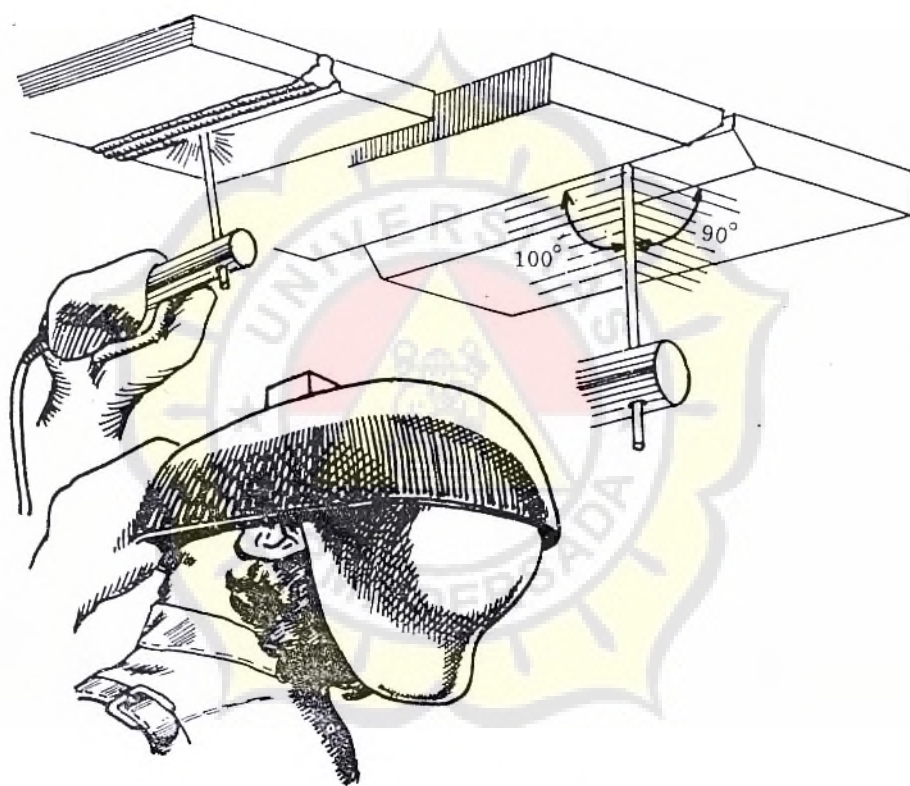
Kualitas sambungan dan effisiensinya sangat bergantung dari posisi pengelasannya oleh sebab itu pengelasan diusahakan dalam posisi datar atau horizontal.

Macam-macam posisi pengelasan yaitu :

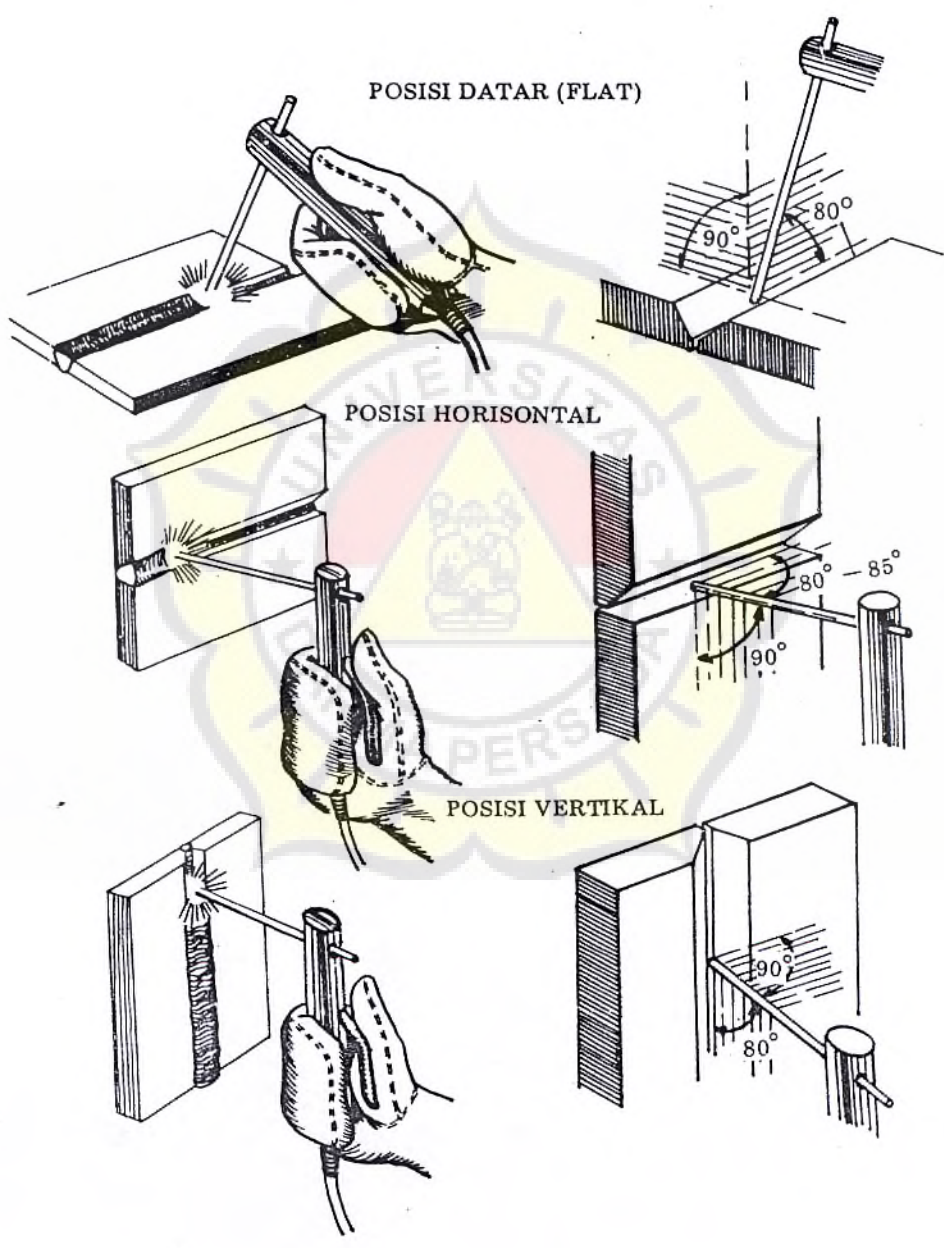
- Posisi datar (F)
- Posisi over head (OH)
- Posisi Horizontal (H)
- Posisi Vertikal (V)

Penggunaan alat bantu atau alat perakit (alat pemutar, penyetel, penjepit dan lain-lain) bertujuan untuk :

- memungkinkan tidak digunakan las pengikat pada bagian yang akan dilas.
- Memudahkan pelaksanaan pengelasan sehingga effisiensi pengelasan tercapai.



POSISI DI ATAS KEPALA
(OVERHEAD)



- Memperoleh atau diusahakan posisi pengelasan datar.

c. Pembersihan Alur

Kotoran-kotoran seperti karat, kerak, minyak, lemak, debu, air dan lain-lain bila bercampur dengan logam lasan dapat menimbulkan cacat seperti retak, lubang halus dan lain sebagainya yang dapat membahayakan konstruksi lasan. Karena itu kotoran-kotoran tersebut harus dibersihkan sebelum pelaksanaan pengelasan .

Untuk membersihkan kotoran tersebut kita mengenal tiga cara yaitu :

1. Cara mekanik.

Pembersihan kotoran-kotoran ini dilakukan dengan cara manual dan menggunakan alat-alat seperti yang ada pada umumnya yaitu :

- sikat kawat baja
- Penyemprotan pasir
- Hammer

2. Cara Kimia.

Pembersihan menggunakan bahan kimia yang tersedia pada galangan kapal yaitu :

- Penggunaan Aseton.
- Soda Api.

3. Cara Penyemprotan.

Dipergunakan dengan api pada daerah yang akan dilas dan sekitarnya dengan tujuan :

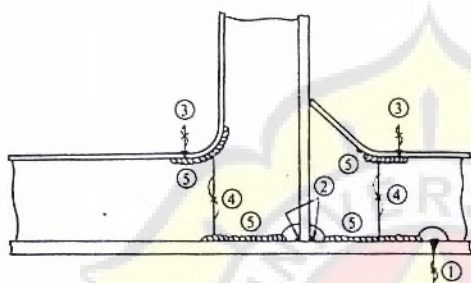
- Menguapkan air
- Membakar minyak dan lemak
- Menguapkan kotoran-kotoran yang ada

Pada umumnya dari ketiga cara diatas yang sering digunakan adalah cara mekanik.

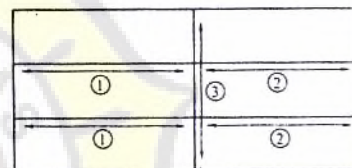
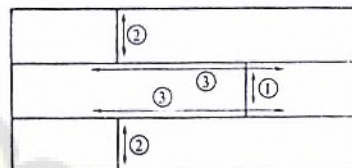
2.3.4 Urutan Pengelasan

Urutan pengelasan mempunyai tujuan yang sangat penting yaitu menghindari terjadinya deformasi dan tegangan sisa yang mungkin terjadi selama proses pengelasan berlangsung. Hal yang perlu diperhatikan dalam urutan pengelasan ini adalah :

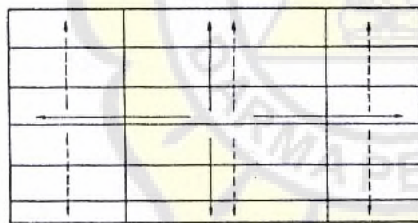
- a. Pengaturan suatu rencana konstruksi harus sedapat mungkin memberikan ventilasi yang cukup dan keleluasaan untuk melakukan preheating apabila diperlukan. Dan pada konstruksi vital harus dilakukan pengelasan secara sempurna.
- b. Pengelasan hendaknya dilaksanakan sebaik mungkin sehingga mempunyai urutan yang simetri terhadap sumbu netral dan konstruksi agar gaya-gaya dalam kontraksi dalam keadaan berimbang.
- c. Jika pada suatu bidang terdapat banyak sambungan, diusahakan agar penyusutan dalam bidang tersebut tidak terhalang.



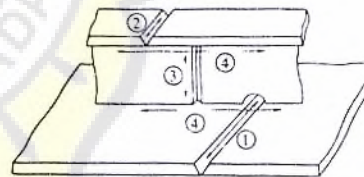
Urutan pengelasan pada profil.



Urutan pengelasan pada pelat.



Urutan pengelasan pelat pada rangka.



Urutan pengelasan sudut.

Gambar Urutan pengelasan

Pada proses pengerjaan terkadang ketiga pokok dasar urutan diatas sukar untuk diikuti karena tertuju pada pelaksanaan pengelasan yang mudah.

2.3.5 Pemilihan Parameter Las

Parameter las merupakan hal yang sangat penting dalam pengelasan sehingga pemilihan parameter akan menentukan kualitas sambungan konstruksi las.

Adapun Parameter-parameter tersebut adalah :

1. Tegangan busur las.
2. Besar arus las.
3. Diameter elektroda.
4. Kecepatan pengelasan.
5. Bentuk kampuh.
6. Polaritas listrik.

1. Tegangan busur las

Tingginya tegangan busur tergantung pada panjang busur yang dikehendaki dan jenis elektroda yang digunakan. Pada elektroda yang sejenis tingginya tegangan busur yang diperlukan berbanding lurus dengan panjang busur. Pada dasarnya busur listrik yang terlalu panjang tidak dikehendaki karena stabilitasnya mudah terganggu sehingga hasil pangelasan tidak rata. Disamping itu tingginya tegangan tidak banyak

mempengaruhi kecepatan pencairan, sehingga tegangan yang terlalu tinggi hanya akan membuang energi saja, Panjang busur yang dianggap baik kurang lebih sama dengan parameter elektroda.

2. Diameter elektroda

Dimana elektroda tergantung dari tabel logam yang dilas. Sebagai contoh dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Diameter elektroda

Tabel	0,5-1,5	1,5-3	3-5	6-8	9-12	13-20
φ elektroda	1,5-2	2-3	3-4	4-5	4-6	5-6

Tiap-tiap elektroda mempunyai kekuatan arus dengan maksimum, hingga kalau logam yang dilas terlalu tipis, sedang φ elektroda besar, maka akan terjadi lubang pada logam yang dilas.

3. Besar arus listrik

Arus listrik yang dibutuhkan dalam pengelasan sangat bergantung pada diameter elektroda, tapi biasanya tiap merk elektroda sudah dicantumkan beberapa besar arus yang diperlukan untuk diameter elektroda tersebut. Jika tidak ada dipakai rumus pendekatan sebagai berikut :

- untuk posisi Horizontal

$$I = (20 + 6d) d$$

$$d = \phi \text{ elektroda mm}$$

- untuk posisi Vertikal atau Overhead

$$I = I - (10-20) \% I \quad d \text{ elektroda} \leq 5 \text{ mm}$$

Dalam hal daerah las mempunyai kapasitas panas yang tinggi maka dengan sendirinya diperlukan arus las yang besar dan mungkin juga diperlukan pemanas tambahan.

4. Kecepatan pengelasan

Kecepatan pengelasan tergantung pada :

- Jenis elektroda
- Diameter inti elektroda
- Bahan yang dilas
- Geometri sambungan dan lain-lain

Selain hal diatas pengelasan tidak tergantung pada tegangan las, melainkan tergantung pada arus las. Semakin cepat kecepatan pengelasan diperlukan arus lain yang semakin besar. Bila tegangan arus las dibuat konstan sedang kecepatan pengelasan dinaikan maka jumlah deposit persatuan panjang las jadi turun. Tetapi disamping itu sampai pada suatu kecepatan tertentu, kecepatan pengelasan akan memperbesar penembusan. Bila kecepatan pengelasan dinaikan terus-menerus maka masukan panas persatuan panjang juga menjadi kecil, sehingga pendinginan akan berjalan cepat yang memungkinkan dapat memperkeras daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) Menurut pengalaman makin tinggi kecepatan makin kecil deformasi yang terjadi.

5. Polaritas listrik

Pada pengelasan dengan busur listrik dengan elektroda terbungkus kita dapat menggunakan polaritas lurus dan polaritas balik. Pemilihan polaritas tergantung dari :

- Bahan pembungkus elektroda
- Kondisi termal dari bahan induk
- Kapasitas panas dari sambungan

Bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitasnya besar sebaiknya digunakan polaritas lurus dimana elektroda dihubungkan dengan kutub negatif sebaliknya bila kapasitas panasnya kecil seperti pada pelat tipis maka dianjurkan untuk menggunakan polaritas balik, dimana elektroda dihubungkan dengan kutub positif.

6. Besarnya penetrasi

Untuk memperoleh sambungan yang tinggi diperlukan penetrasi yang cukup. Besarnya penetrasi tergantung pada :

- Sifat fluks
- Polaritas
- Besarnya arus
- Kecepatan las
- Tegangan las

Pada dasarnya makin besar arus, penetrasi semakin besar. Sedangkan tegangan memberikan pengaruh yang sebaliknya, makin besar tegangan makin panjang busur las dan panas makin tidak terpusat,

sehingga panasnya melebar dan menghasilkan penetrasi yang lebar dan dangkal.

7. Bentuk kampuh

Telah dijelaskan pada persiapan sisi las, beberapa kondisi standar dalam pengelasan dengan syarat-syarat tertentu seperti tebal pelat, jenis elektroda, diameter inti elektroda dan lain-lain dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3 Diameter elektroda dan pengelasan

Diameter posisi	4 mm	5 (5.5 mm)	6 mm	7 mm
Dataratas kepala	130 A-180 A	180 A- 240 A	250 A- 310 A	300 A-380A
	140 A- 170 A	150 A- 200 A		

Pemilihan elektroda merupakan suatu persyaratan yang harus dimiliki oleh setiap ahli las dan merupakan suatu hal yang dianjurkan bagi juru las yang baik dan berkualifikasi. Berikut ini adalah contoh daftar simbol atau kode identifikasi elektroda dan batang las berdasarkan AWS :

Contoh : elektroda berseri AWS tertulis : E60I3

Dimana : E = Elektroda las listrik

60 = Kekuatan tarim minimum las 60.000 lb/in²

I = dapat dipakai pengelasan segala posisi

3 = jenis selaput : Rutil potassium.

Sumber tegangan/ arus : AC, DCSP,DCRP

Daya tembus : lemah, kadar serbuk besi : 0-10 persen.

2.3.6 Jenis-jenis sambungan las.

1. Sambungan las dasar.

Sambungan las dasar dalam konstruksi pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang.

2. Sambungan tumpul.

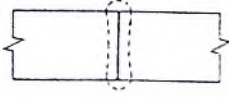
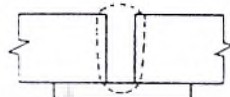
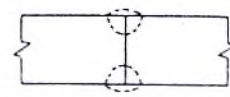
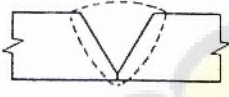
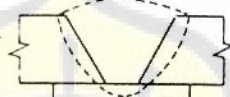
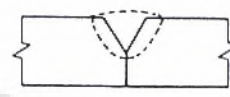
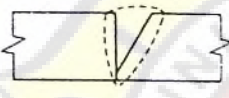
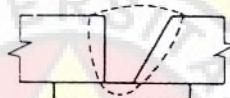
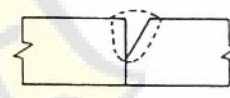
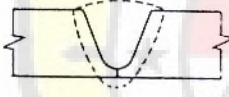
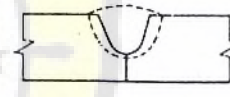
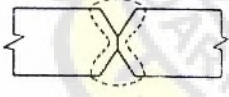
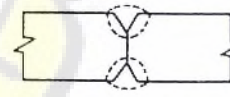
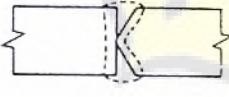
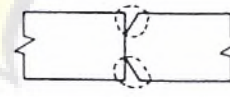

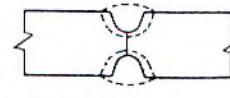
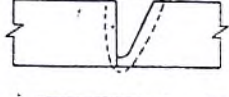
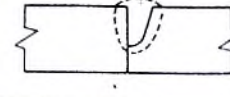
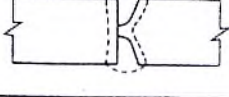
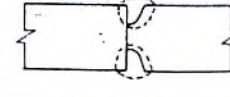
Sambungan tumpul adalah jenis sambungan yang paling efisien, bentuk alur dalam sambungan tumpul sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan, efisiensi sambungan dan jaminan sambungan karena itu pemilihan bentuk alur sangat penting.

3. Sambungan bentuk T dan bentuk silang.

Pada kedua sambungan ini secara garis besar dibagi dalam dua jenis yaitu jenis las dengan alur dan jenis sudut.

Lasan dengan alur	Lasan penetrasi penuh					
	Lasan penetrasi sebagian					
Las sudut						

Sambungan T.

Jenis lasan Jenis alur	Lasan dengan alur		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (DJ)		—	

Alur sambungan las tumpul.

4. Sambungan sudut.

Dalam sambungan ini dapat terjadi penyusutan dalam arah tebal pelat yang dapat menyebabkan terjadinya retak lamel, hal ini dapat dihindari dengan membuat alur pada pelat tegak.

Lasan dengan alur	Lasan penetrasi penuh								
	Lasan penetrasi sebagian								
Gabungan lasan dengan alur dan las sudut									
Las sudut									

2.3.7 Tanda-tanda gambar dalam pengelasan.

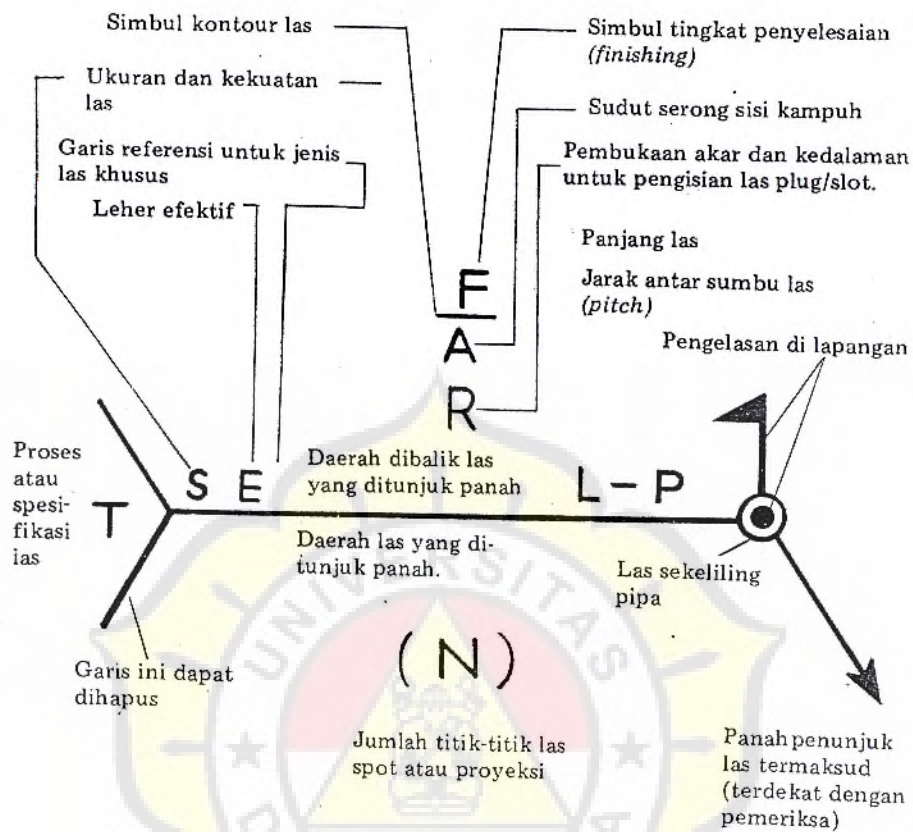
Syarat-syarat dalam pengelasan sangat penting bagi mutu dari sambungan las, karena itu syarat-syarat tersebut harus disampaikan dengan baik dan tepat pada juru las, Cara yang paling tepat adalah menempatkan tanda-tanda gambar pada konstruksi.

Tanda gambar las biasanya terdiri dari dua yaitu tanda gambar dasar dan tanda gambar pelengkap yang keduanya ditempatkan pada garis tanda, untuk meyakinkan mutu las kadang-kadang ditambahkan tanda gambar uji yang menjelaskan jenis pengujian.

Berdasarkan tanda gambar dasar, pengelasan dibagi dalam las alur, las sudut, las busur listrik, Las alur diberi tanda sesuai dengan bentuk alur dibedakan dengan las titik atau las garis.

Penempatan dan cara penggambaran tanda pengelasan dalam gambar harus mengikuti peraturan-peraturan tertentu sebagai berikut menurut JIS dan AWS :

1. Tanda pengelasan pada dasarnya harus menunjukkan macam pengelasan dari bagian yang disambung, kecuali dalam hal pengelasan pelapisan.
2. Tanda pengelasan harus ditempatkan pada garis tanda lengkap dengan ukurannya.
3. Garis tanda harus terdiri dari dua garis yaitu garis lurus datar tempat tanda dan garis penunjuk dengan panah yang menunjukkan bagian dari sambungan dan membuat sudut 60° terhadap tempat tanda.
4. Tanda gambar dan ukuran harus ditempatkan sedekat mungkin dengan garis tanda dan diletakan dibawah garis bila sisi yang dilas adalah sisi yang ditunjukkan oleh panah dan harus diletakan diatas garis bila yang dilas adalah sisi sebaliknya.
5. Tanda-tanda pelengkap untuk pengelasan dilapangan harus diletakan pada pertemuan dari garis tanda dan garis penunjuk.
6. Pengelasan-pengelasan khusus yang perlu harus ditempatkan pada ujung akhir garis tanda.



2.3.8 Jenis-Jenis Retak (*crack*)

Terdapat beberapa permasalahan yang sering terjadi pada proses pengelasan selain gejala karat galvanis adalah masalah keretakan (*crack*). Dalam proses pengelasan, *welding engineer* tidak hanya mempertimbangkan jenis-jenis bahan las yang tepat, namun bagaimana mencegah agar keretakan (*crack*) tidak terjadi.

Adapun jenis-jenis *crack* yang ada kaitannya dengan pengelasan adalah sebagai berikut :

a. Retak solidifikasi (*Solidification cracking*)

Retak solidifikasi terjadi pada deposit las pada saat lasan mendingin atau dalam proses pembekuan. Retak ini biasanya terjadi di tengah-tengah (sumbu) jalur las. Retak jenis ini lazim disebut retak ekor merpati karena bentuknya. Retak solidifikasi khususnya dihubungkan dengan retak akhir karena sering terjadi diujung jalur las. Retak las terjadi pada suhu antara 200° - 300° c.

b. Retak Lamellar

Retak lamellar terjadi didaerah pengaruh panas (Heat Affected Zone) Masalah terjadi khususnya disaat pengelasan pada sambungan T atau sambungan sudut (*corner joint*) pelat tebal, sehingga batas fusi dari las sejajar dengan permukaan pelat. Singkatnya, lamellar dapat terjadi akibat ketebalan leher las (*trough thicknes*) yang sangat rendah. Retak ini mengakibatkan retak berumpuk yang menjalar pada permukaan pelat tersebut.

c. Retak Dingin (*Hydrogen Crack*)

Jenis retak ini merupakan jenis yang paling kritis dan yang paling sulit diduga.

Faktor penyebabnya adalah masuknya hydrogen kedalam cairan las dari udara, dari zat hidrokarbon yang mengotori pelat yang dilas atau elektroda yang lembab.

d. Retak Panas Ulang (*Raheat Crack*)

Retak panas ulang terjadi pada sambungan las dengan jalur berganda (multilayer/multipass) Pemanasan ulang dimaksud terjadi pada suhu antara 500°C hingga 650°C , yakni ketika dilaksanakan penghilangan tegangan (stress relieve)

2.3.9 Pengujian

Pengujian untuk logam pada umumnya dapat dibagi dalam pengujian tak merusak (non destructive test) dan pengujian merusak (destructive test).

1. pengujian tak merusak.

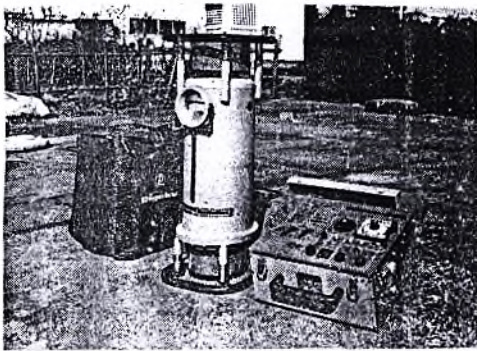
Pengujian ini dilakukan dengan tanpa merusak bagian konstruksi yang di uji, pengujian-pengujian ini untuk mengetahui cacat baik cacat luar maupun cacat dalam. Jenis-jenis pengujian tak merusak yaitu: pengujian radiografi, pengujian ultrasonic, pengujian dengan serbuk magnet, pengujian dengan zat penembus warna, pengujian elektromagnet. pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sinar X dan gamma untuk meneliti keadaan bagian dalam bahan sambungan las, sinar X atau gamma bersifat dapat menembus metal dalam hal ini baja. oleh karenanya dapat dimanfaatkan untuk memantau kemungkinan adanya kerusakan-kerusakan atau kotoran yang ada dalam sambungan las. Proyeksi gambaran keadaan didalam bahan las tersebut direkam didalam film yang dibuat khusus yang sering disebut film X dan gamma ray, pengujian



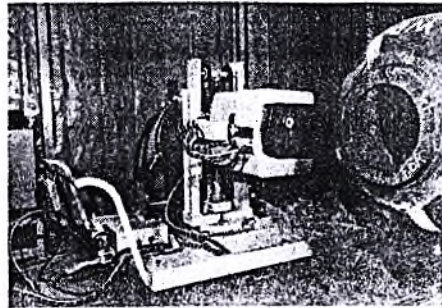
Retak Lamel yang Dimulai dari Retak Akar.



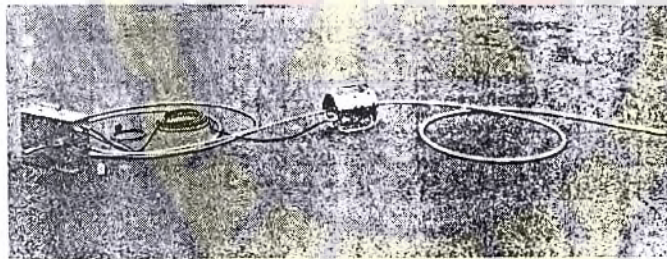
Gambar, retak solidifikasi dan lamellar



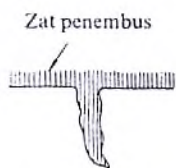
Alat uji Sinar X (Transformator).



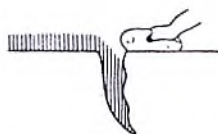
Alat uji Sinar X (Acelerasi).



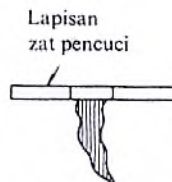
Alat uji sinar γ (pengaturan jarak jauh).



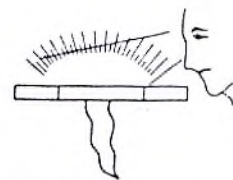
(a) Penembusan



(b) Pembersihan zat tembus pada permukaan.



(c) Pencucian



(d) Pengamatan

Dasar Pengujian dengan zat penembus.

ini digunakan dalam proses pembuatan konstruksi double bottom di frame 30.

2. Pengujian merusak

Pengujian merusak pada konstruksi las adalah pengujian terhadap model dari konstruksi atau pada batang-batang uji yang telah dilas dengan cara yang samadengan proses pengelasan yang akan digunakan sampai terjadi kerusakan pada model atau batang uji.

Jenis-jenis pengujian merusak : uji tarik, uji kekerasan, uji tumbuk.

Pengujian ini tidak dilakukan pada pembuatan konstruksi double bottom di frame 30 ini.

