

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Landasan Teori

Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih bagian logam dengan menggunakan energi panas (Wirjosumarto, 2000). Pengelasan, seperti yang didefinisikan oleh *American Welding Society* (AWS), ikatan metalurgi sambungan logam atau paduan logam dalam keadaan cair. Secara singkat dapat dijelaskan bahwa proses pengelasan menggunakan energi panas untuk menyambung beberapa batang logam. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas logam hasil penyambungan (Wirjosumarto, 2000).

Walaupun memiliki banyak kelebihan, metode ini seringkali tidak cocok untuk digunakan dalam proses penyolderan karena dapat menyebabkan cacat pada sambungan solder. Cacat muncul ini dapat menjadi awal terbentuknya patah tulang.

Pengelasan dengan metode SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) suatu proses pengelasan yang menggunakan api busur sebagai sumber panas untuk meleburkan logam. Dalam pengelasan ini, ujung elektroda dan permukaan benda kerja dileburkan, sehingga logam dasar meleleh, dan busur las terbentuk dari api busur tersebut. Elektroda yang digunakan merupakan kabel yang dilapisi dengan lapisan pelindung berupa solder. Selama proses pengelasan, elektroda meleleh dan mengeras bersama logam dasar untuk membentuk sambungan lasan.

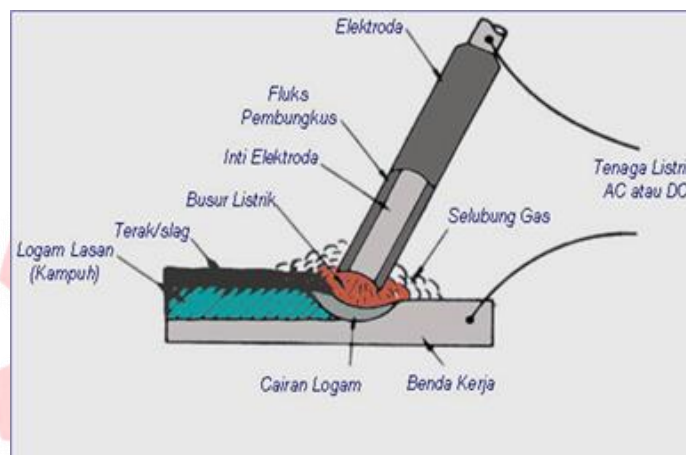
Arus listrik *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan indikator penting yang harus diperhatikan saat menyambung logam, karena arus listrik menentukan seberapa besar panas yang dihasilkan busur pada ujung nyala api. Elektroda yang digunakan. Semakin besar intensitas arus yang diberikan, semakin besar panas (heat input) yang dihasilkan oleh peleburan logam dasar dan logam penghubung (elektroda), sebaliknya semakin rendah intensitas arus yang diberikan, semakin sedikit panas yang dihasilkan untuk melelehkan logam dasar dan logam induk. penghubung logam atau elektroda (Joko santoso, 2006).

2.2. Las Smaw

SMAW (*Sheil Metal Arc Welding*) merupakan sebuah metode manual dalam proses pengelasan yang menggunakan busur listrik untuk menghasilkan panas yang diperlukan. Pada metode ini, elektroda dan benda kerja digunakan untuk menciptakan busur las yang terjadi keduanya. Selama proses ini, ujung elektroda meleleh menjadi logam cair yang digunakan sebagai material pengisi, sementara area sekitar benda kerja dilindungi dari *atmosfer* menggunakan gas

pelindung yang terbentuk dari lapisan yang menutupi elektroda. Juga dapat digunakan fluks logam atau terak sebagai bentuk perlindungan tambahan.

Proses pengelasan pada proses SMAW dijelaskan menurut jenis arusnya, baik arus bolak-balik maupun arus searah, dimana arus searah dibedakan dengan singkatan DCEN (polaritas langsung) dan DCEP (polaritas terbalik). Pengisi atau las busur disediakan oleh inti kawat atau elektroda pengisi, dan elektroda juga harus berasal dari lapisan pelapis elektroda campuran serbuk besi, dan proses pengelasan pada elektroda dapat dilihat gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Pengelasan Smaw
 Sumber : <https://www.google.com/search?client>

Las SMAW memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

Keuntungan Pengelasan SMAW

- Prosedur ini cocok untuk sebagian besar logam dan paduan yang tersedia secara komersial.
- Tidak diperlukan persiapan ekstensif sebelum pengelasan.
- Perangkat ini relatif murah dan portabel.
- Peralatannya relatif sederhana.
- Proses las SMAW dapat digunakan di semua bidang las.
- Proses las SMAW sangat fleksibel dan dapat diterapkan pada berbagai macam sambungan dan susunan.
- Tidak perlu pelindung gas terpisah.
- Dapat digunakan untuk mengelas semua jenis sambungan.
- Kurang sensitif terhadap angin sehingga tidak masalah jika digunakan di area terbuka dengan angin yang sangat kencang
- Dapat digunakan di area mana pun dengan akses terbatas (elektroda melengkung atau bahkan cermin dapat digunakan di ruang sempit).

Selain kelebihan, metode SMAW juga memiliki kekurangan, antara lain:

- Hanya satu elektroda yang menghasilkan sekitar sepuluh hingga lima belas sentimeter logam las.
- Tingkat deposisi rendah untuk GMAW dan FCAW
- Membutuhkan lebih banyak operator las yang terampil daripada banyak proses las lainnya.
- Tidak cocok untuk logam reaktif seperti titanium, zirkonium, tantalum dan niobium.
- Tidak cocok untuk logam dengan suhu leleh rendah seperti timbal, timah dan seng serta paduannya.
- Proses SMAW tidak dapat diotomatisasi.
- Elektroda perisai fluks menyebabkan lebih banyak sampah.
- Penggantian berulang elektroda lama dengan yang baru membuat proses agak lambat dibandingkan dengan GMAW.
- Terdapat potensi cacat las yang tinggi, sehingga terkadang bahan las perlu diperiksa untuk memastikan kualitasnya.



Gambar 2.2 Mesin las Smaw
Sumber : Dokumentasi pribadi (2023)

2.3. Mesin Las Smaw

Tukang las SMAW dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan arus yang digunakan, yaitu tukang las dengan arus searah (DC), arus bolak-balik (AC), dan arus ganda yang dapat menggunakan baik arus searah maupun arus bolak-balik. Mesin las dengan arus searah memiliki dua cara penggunaan, yaitu polaritas positif dan polaritas terbalik. Pada penggunaan mesin las DC dengan polaritas

langsung, digunakan ketika logam dasar memiliki titik leleh tinggi dan kapasitas besar. Pada polaritas langsung, penjepit las dihubungkan ke kutub negatif, sedangkan logam dasar dihubungkan ke kutub positif. Pada polaritas terbalik, penjepit las dihubungkan ke kutub positif, sedangkan logam dasar dihubungkan ke kutub negatif.

Pengaturan intensitas arus penengelasan akan mempengaruhi hasil pengelasan. Jika arus listrik terlalu rendah, akan sulit untuk menyalakan busur las ini akan menghasilkan busur las yang tidak stabil panas yang dihasilkan juga tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan logam dasar, menghasilkan sambungan las yang kecil dan tidak merata dengan penetrasi yang rendah. Sebaliknya, jika arus listrik terlalu tinggi, elektroda akan meleleh terlalu cepat sehingga permukaan las menjadi lebih lebar dan penetrasi lebih dalam hal ini dapat mengakibatkan kekuatan tarik yang rendah dan meningkatkan risiko kegetasan pada hasil pengelasan (Arifin, 1997).

2.3.1. Jenis Jenis Elektroda

Secara umum, ada dua jenis elektroda, yaitu:

1. Elektroda yang dilapisi/dilapisi
2. Elektroda planar

1. Elektroda tertutup

Elektroda berlapis adalah bahan inti kawat yang dilapisi dengan zat kimia tertentu (fluks) tergantung pada jenis pengelasan. Jenis elektroda ini juga disebut elektroda habis pakai, karena dapat digunakan saat pengelasan. Kawat las kecil yang kita gunakan sehari-hari adalah sejenis elektroda tertutup.

Elektroda yang dilapisi terdiri dari dua bagian dengan fungsi yang berbeda, yaitu:

- Bagian inti elektroda, yang berfungsi sebagai penghantar arus dan menambahkan komponen. Bahan inti elektroda terbuat dari logam besi dan logam non-ferro, seperti: baja karbon, baja paduan, aluminium, kuningan, dan sebagainya.
- Bagian pelapis elektroda, digunakan untuk: menyediakan gas pelindung untuk logam yang dilas, melindungi dari polusi udara saat logam dalam keadaan cair, membentuk lapisan lapisan terak selama pendinginan untuk melindungi las dari oksidasi udara, mencegah proses pendinginan. Jika terlalu cepat, akan bermanfaat untuk stabilitas pengapian dan kontrol busur.

Fluks merupakan lapisan yang menutupi inti kawat las dan terdiri dari campuran bahan kimia khusus dengan komposisi yang berbeda-beda untuk setiap

jenis elektroda. Bahan kimia yang digunakan dalam fluks mencakup berbagai macam jenis seperti selulosa, kalsium karbonat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, oksida besi, serbuk besi, ferrosilikon, ferromangan.

Lapisan fluks pada kawat inti dapat dihancurkan, disemprot atau dicelupkan. Ketebalan membran berkisar dari 70% sampai 50% dari diameter elektroda, tergantung pada jenis membran.

Selama proses pengelasan, elektroda ini juga meleleh dan menghasilkan gas CO_2 untuk melindungi cairan las, busur dan bagian benda kerja dari udara luar. Udara luar yang mengandung O_2 dan N akan dapat mempengaruhi sifat mekanik logam las. Lapisan cairan yang disebut tarak mengapuk dan membeku, menutupi permukaan lasan yang panas. Elektroda telanjang harus disimpan dalam lemari atau oven yang dipanaskan pada suhu 15 derajat di atas suhu udara luar, karena lapisannya sangat sensitif terhadap kelembapan.

Jika terkena kelembapan, penggunaan dapat menyebabkan hal berikut:

- Grease mudah terkelupas dan tidak mudah gosong
- Percikan yang berlebihan
- Busur tidak stabil
- Asap berlebihan

2.3.2 Kode klasifikasi elektroda

1. Batang las E 6010 dan E 6011, (Purdban 60, 1 di semua posisi las, komposisi lapisan kawat 1).

Elektroda ini adalah elektroda film selulosa untuk pengelasan penetrasi dalam. Itu dapat dilas pada posisi apa pun, dan terak tipis mudah dibersihkan. Lasan biasanya memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat digunakan untuk pemeriksaan radiografi. Lapisan selulosa dengan keterbasahan 5% menghasilkan gas pelindung selama pengelasan. E 6011 mengandung potasium untuk membantu menstabilkan busur saat menggunakan arus bolak-balik. E 6010 untuk tukang las DC, sedangkan E 6011 dapat digunakan untuk AC dan DC. Elektroda ini dapat digunakan pada permukaan yang kotor, dicat, dan galvanis. Untuk pekerjaan reparasi pemotongan dan pengelasan di bengkel.

2. Elektroda E 6012 dan E 6013, kedua elektroda tersebut termasuk jenis rutil, yang dapat menghasilkan penetrasi sedang. Keduanya dapat digunakan untuk pengelasan di semua posisi, tetapi sebagian besar tipe E 6013 cocok untuk posisi vertikal ke bawah atau ke bawah. Tipe E 6012 umumnya dapat digunakan pada arus yang relatif lebih tinggi dibandingkan E 6013. Elektroda jenis ini mengandung lebih banyak kalium, sehingga lebih mudah digunakan dengan voltase mesin yang

rendah. Elektroda berdiameter kecil banyak digunakan untuk mengelas pelat tipis. Elektroda E 6012 memberikan busur yang lebih kuat daripada elektroda E 6013 dan biasanya digunakan untuk pengelasan lembaran logam dan aplikasi lain yang tidak terlalu menuntut. Elektroda E 6013 mirip dengan E6012, tetapi lebih mudah digunakan, memiliki percikan minimal, dan menghasilkan las yang lebih baik.

3. Elektroda E 6020 sebuah elektroda yang dapat mencapai penetrasi pengelasan sedang, dan terak las mudah dihilangkan. Lapisan elektroda terutama mengandung oksida besi terak dengan ketebalan yang tepat dan aliran yang baik cocok untuk pengelasan datar, tetapi dapat menjadi tantangan dalam pengelasan di posisi lain, seperti pengelasan vertikal dan overhead.
4. Elektroda dengan selaput serbuk besi memiliki beberapa jenis, antara lain E 6027, E 7014, E 7018, E7024, dan E7028. Elektroda jenis ini mengandung serbuk besi yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengelasan. Secara umum, semakin tinggi presentase serbuk besi dalam elektroda, maka selaput elektroda akan menjadi lebih tebal. Dengan adanya serbuk besi dan peningkatan ketebalan selaput, pengelasan akan memerlukan *ampere* yang lebih tinggi.
5. Elektroda dengan kandungan hidrogen rendah E 7015, E 7016, E 7018 dan jenis elektroda lainnya. Film elektroda jenis ini mengandung kadar hidrogen yang rendah (kurang dari 0,5%), sehingga menghasilkan endapan las tanpa porositas, elektroda ini digunakan untuk pengelasan yang membutuhkan kualitas tinggi dan pengelasan bebas porositas untuk bejana tekan dan pipa. Kekuatan tarik elektroda E 7015 580MPa, kekuatan luluh 490MPa. Cocok untuk pengelasan baja karbon rendah dan struktur baja paduan rendah, seperti 16Mn, 16MnR, 09Mn2Si, 09Mn2V. E 7016 menghasilkan las berkualitas dengan kekuatan tarik 70.000 PSI cocok untuk AC + pengelasan datar saat ini, cocok untuk baja karbon tinggi hingga baja karbon rendah, biasanya digunakan untuk root pass pengelasan pipa. E 7018 menghasilkan lasan berkualitas tinggi pada logam yang membutuhkan kekuatan 70.000 PSI ke atas elektroda dapat digunakan pada baja karbon sedang, baja karbon tinggi dan baja paduan rendah ideal untuk saluran pengisi dan capping dalam pengelasan pipa. Salah satu pertimbangan penting untuk E 7018 dimana prosedur penyimpanan dan pengeringan elektroda harus disimpan di lingkungan dengan kelembapan rendah untuk meminimalkan kelembapan pada lapisan

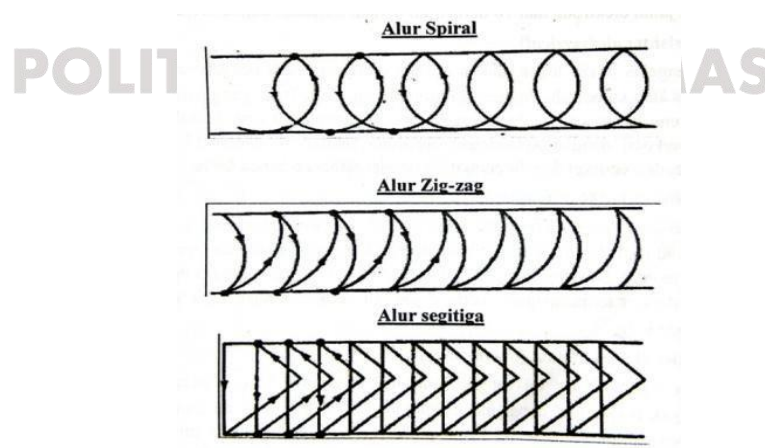
elektroda, mengurangi kandungan hidrogen, dan menghindari retak hidrogen.

2.4. Jenis Gerakan Elektroda

Ada tiga jenis gerakan elektroda dalam pengelasan, yaitu:

- alur spiral
Turunkan sumbu elektroda. Lakukan gerakan ini untuk mengatur jarak busur agar tetap sama.
- Alur Zig-zag
Gerakan mengayun elektroda Selesaikan langkah ini untuk mengatur lebar jalur las yang diinginkan. Ayunan ke atas menghasilkan bevel las yang kecil, sedangkan ayunan ke bawah menghasilkan bevel las yang lebar. Lasan yang berayun ke atas memiliki penetrasi yang lebih dangkal daripada yang berayun ke bawah. Osilasi segitiga digunakan untuk elektroda tipe hidrogen rendah untuk mendapatkan penetrasi las yang baik antara dua celah pelat. Beberapa bentuk ayunan ditunjukkan di atas. Titik di ujung ayunan menunjukkan bahwa gerak las dihentikan sejenak pada titik ini agar fluida las mengisi celah sambungan.
- Alur segitiga
Las tembus yang dibuat dengan gerakan bersilasi tidak sebaik yang dibuat dengan gerakan linier. Tindakan bersilasi memakan waktu lama dan cenderung menyebabkan substrat membengkak atau berubah bentuk.

Berikut ini merupakan gambar alur elektroda pada saat melakukan pekerjaan las:



Gambar 2.3 Ayunan Pengelasan
Sumber: <https://www.google.com/search?q>

2.5. Posisi pengelasan

Posisi pada pengelasan adalah pengaturan posisi dan arah gerakan elektroda selama pengelasan. Ada berbagai posisi pengelasan dalam proses pengelasan. Ada 2 posisi pengelasan:

1. Posisi bawah tangan

Posisi ini merupakan posisi paling mudah dilakukan. Oleh sebab itu untuk menyelesaikan pengelasan diusahakan pada posisi ini. Pada posisi di bawah tangan memiliki kemiringan elektroda 10° - 20° terhadap garis vertikal ke arah elektroda dan 70° - 80° terhadap benda yang dilas.



Gambar 2.4 Posisi Pengelasan di bawah Tangan
Sumber : Dokumentasi pribadi 2023

2. Posisi tegak (vertikal)

Posisi tegak adalah posisi pengelasan dengan orientasi ke bawah atau ke atas. Lasan ini adalah posisi yang paling sulit karena bahan cair akan mengalir ke bawah menyebabkan penumpukan ke bawah. Ini dapat diminimalkan dengan memiringkan elektroda 10° - 15° relatif terhadap vertikal ke arah elektroda dan 70° - 85° relatif terhadap objek yang dilas.



Gambar 2.5 Posisi Pengelasan Tegak (Vertikal)
Sumber : Dokumentasi pribadi 2023

2.6. Menggunakan arus las yang benar

Arus las ini sangat penting dalam pengelasan pelat berat, dan bila arus las terlalu kecil maka arus las tidak akan menyatu dengan baik dengan logam dasar, sehingga perlu diketahui cara mengatur arus las yang benar.

Tabel 2.1 Gunakan arus tepat

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

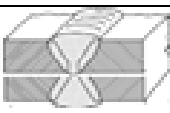
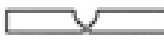
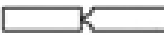
2.7. Sambungan pangkal/butt joint

Sambungan pangkal/butt joint ini adalah sambungan dari dua benda kerja pada bidang yang sama, dan sambungan berada di ujung paling dekat dari dua benda kerja

Tabel 2.2 Simbol las tambahan

FILLET	PLUG OR SLOT	STUD	SPOT OR PROJECTION	SEAM	BACK OR BACKING	SURFACING	EDGE

Tabel 2.3 Simbol las sambungan pangkal (butt/groove joint)

Sambungan las	Bentuk sambungan	Ilustrasi	Simbol
Sambungan kampuh V tunggal <i>Single V butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh V ganda atau kampuh X <i>Double V butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh I <i>square butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh bevel tunggal <i>single bevel butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh bevel ganda atau kampuh K <i>Double bevel butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh U tunggal <i>single U butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh U ganda <i>double U butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh J tunggal <i>Single J butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh J ganda <i>Double J butt/groove weld</i>			
Sambungan kampuh bevel melebar <i>Flare bevel groove</i>			
Sambungan kampuh V mengembang <i>Flare - V groove</i>			
Sambungan sudut luar <i>Flange butt joint</i>			

2.8. Berbagai simbol pengelasan sesuai dengan standar ISO atau standar relevan

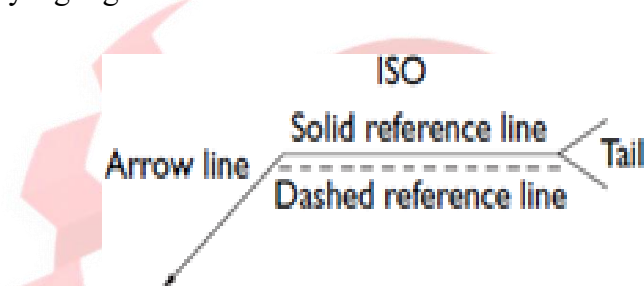
a. Simbol-simbol pengelasan ISO dan AWS

Bervariasi setiap negara, tergantung pada regulasi wilayah dimana pekerjaan dilakukan standar-standar yang umum digunakan termasuk standar inggris (BS), Eropa (EN), Internasional (ISO) dan Amerika

(AWS), tujuan utama dari semua standar tersebut untuk memudahkan komunikasi antara insinyur desain, produsen produk, dan manajer di tempat kerja, sehingga memiliki pemahaman yang beragam mengenai produk yang diproduksi. Standar Internasional (ISO) dan Standar Amerika (AWS) memiliki pengaruh yang besar dan banyak digunakan di dunia kerja, terutama di Indonesia.

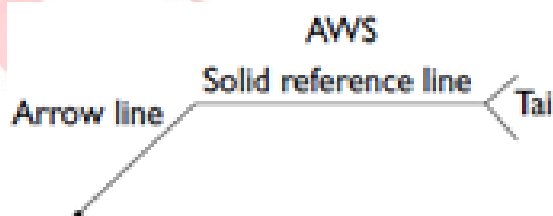
b. Perbedaan dalam membaca simbol las

Antara ISO dan AWS dapat dilihat pada ilustrasi dibawah ini. Pada simbol las ISO, garis referensi digambarkan menggunakan kombinasi garis utuh dan putus-putus, sementara pada simbol las AWS, hanya garis referensi utuh yang digunakan.



Gambar 2.6 Simbol Las ISO

Sumber : https://www.youtube.com/watch?v=_LwBO_4Xunk



Gambar 2.7 Simbol Las AWS

Sumber : https://www.youtube.com/watch?v=_LwBO_4Xunk

2.9 Tabel sifat mekanis baja *structural*

Tabel 2.4 Sifat mekanis baja *structural*

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (Mpa)	Tegangan leleh minimum, y_f (Mpa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16

BJ 55	550	410	13
-------	-----	-----	----

2.10 Jenis cacat las dan penyebabnya

A. Over Spatter



Gambar 2.8 Cacat Las *Over Spatter*

Sumber : file:C:/Users/Administrator/

Spatter adalah percikan las, sebenarnya jika percikan itu bisa dihilangkan, itu bukan cacat. Namun jika berlebihan dan tidak bisa dibersihkan, maka tergolong cacat penglihatan.

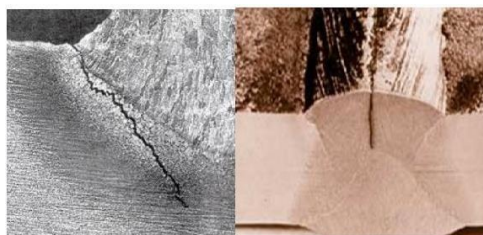
Penyebab Spater atau Percikan Las Berlebihan:

- Ampere terlalu tinggi.
- Jarak antara elektroda dan base metal terlalu jauh.
- Elektroda basah.

Cara mencegah cacat las over-sputter:

- Kurangi arus sesuai anjuran.
- Panjang busur (1,5 x diameter elektroda).
- Baking elektroda sesuai manual (terutama elektroda low hydrogen)

B. Hot Crack



Gambar 2.9 Cacat Las *Hot Crack*

Sumber : file:C:/Users/Administrator/

Hot Crack (Retakan panas) adalah retakan las yang terjadi setelah proses pengelasan selesai atau selama pemadatan logam las.

Penyebab retakan panas:

- Pemilihan elektroda yang salah.
- Tanpa perlakuan panas.

Cara mencegah retak panas:

- unakan elektroda dengan sifat tarik tinggi yang sesuai dengan WPS atau hidrogen rendah.
- Melakukan perlakuan panas (PWHT dan preheat)

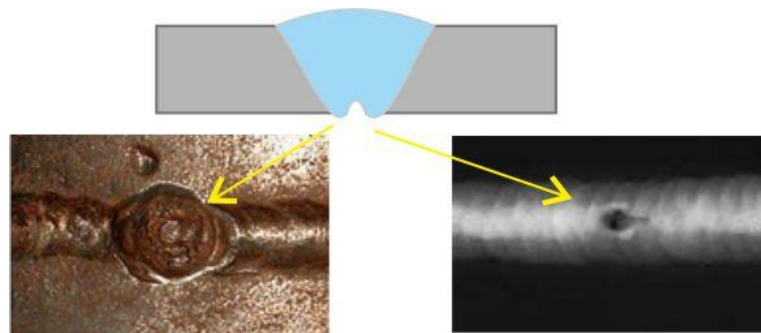
C. *Lack of Fusion (lof)* dan *Incomplete Fusion (if)*



Gambar 2.10 Cacat Las *Lack of Fusion*
Sumber : <https://www.expertlas.com/cacat-las/#:~:>

Kedua cacat las ini memiliki penyebab yang sama yaitu penggunaan ampere yang rendah yang mengakibatkan logam pengisi tidak fusi secara sempurna terhadap base material. Solusinya melakukan pengelasan yang sesuai dengan WPS atau petunjuk welding engineer. Besarnya ampere disesuaikan dengan ukuran elektroda atau petunjuk WPS bisa juga disesuaikan dengan jenis dan ketebalan plat.

D. Cacat Las *Burn Through (bt)*

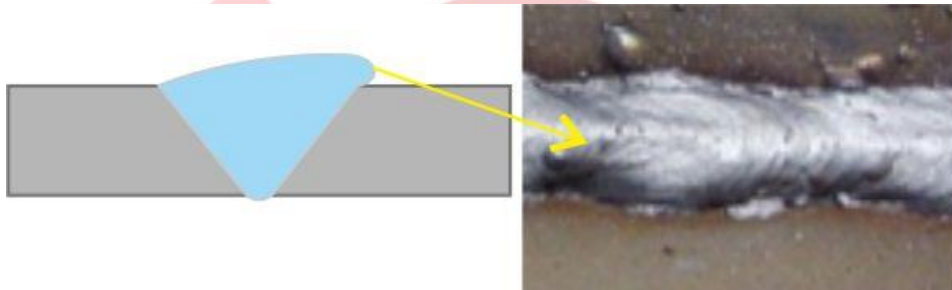


Gambar 2.11 Cacat Las *Burn Through (bt)*
Sumber : <https://www.expertlas.com/cacat-las/#:~:>

Penyebab cacat las burn-trough terjadi ketika pengelasan mencapai pada temperatur yang sangat tinggi sehingga menyebabkan logam deposit las membakar area pengelasan dan membentuk gumpalan lelehan yang melorot/jeblos mengikuti gravitasi. Bentuknya bisa berbentuk lubang besar atau berbentuk tetesan air yang membeku (icicles).

Jika terjadi disisi root atau capping maka akan terlihat, tapi jika berada didalam logam las, hanya bisa di lihat dengan tes radiografi/x-ray. Didalam uji x-ray, burn-through terlihat seperti bintik-bintik gelap yang dikelilingi oleh kawah berwarna terang.

E. Cacat Las *Overlap (ol)*



Gambar 2.12 Cacat Las *Overlap (ol)*

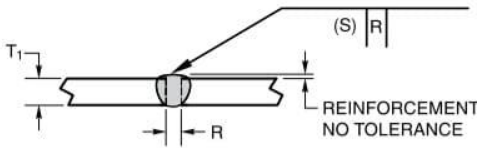
Sumber : <https://www.expertlas.com/cacat-las/#:~:>

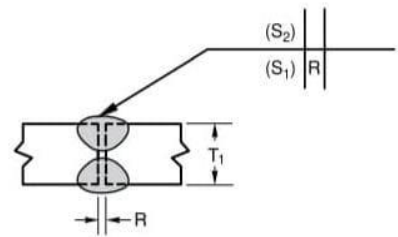
Cacat las overlap dikenal juga dengan nama cold lap adalah kondisi ketika didalam pengelasan logam pengisi (filler atau elektroda) tidak melebur sempurna pada logam dasar.

Proses terjadinya dimana busur listrik tidak mampu melelehkan logam dasar (base material) sehingga menyebabkan cairan menggenang diatas logam dasar tanpa ikatan (tidak fusi). Penyebab dari cacat pada sambungan las ini banyak di karenakan oleh penggunaan ampere rendah sedangkan suhu metal dalam keadaan dingin.

F. Adapun Standard *American (AWS)* seperti tercantum di bawah ini:

Tabel 2.5 American Standards (AWS)

Square-groove weld (1) Butt joint (B) 									
Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Weld Size (S)	Notes
		T ₁	T ₂	Root Opening	As Detailed (see 5.4.2.2)	As Fit-Up (see 5.4.2.7)			
SMAW	B-P1a	1/8	—	R = 0 to 1/16	+1/16, -0	±1/16	All	T ₁ - 1/32	b
	B-P1c	1/4 max.	—	R = $\frac{T_1}{2}$ min.	+1/16, -0	±1/16	All	$\frac{T_1}{2}$	b
GMAW FCAW	B-P1a-GF	1/8	—	R = 0 to 1/16	+1/16, -0	±1/16	All	T ₁ - 1/32	b, e
	B-P1c-GF	1/4 max.	—	R = $\frac{T_1}{2}$ min.	+1/16, -0	±1/16	All	$\frac{T_1}{2}$	b, e

Square-groove weld (1) Butt joint (B) 									
Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Total Weld Size (S ₁ + S ₂)	Notes
		T ₁	T ₂	Root Opening	As Detailed (see 5.4.2.2)	As Fit-Up (see 5.4.2.7)			
SMAW	B-P1b	1/4 max.	—	R = $\frac{T_1}{2}$	+1/16, -0	±1/16	All	$\frac{T_1}{2}$	
GMAW FCAW	B-P1b-GF	1/4 max.	—	R = $\frac{T_1}{2}$	+1/16, -0	±1/16	All	$\frac{T_1}{2}$	e

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.6 Tinjauan penelitian terdahulu

No	Penulis dan judul penelitian	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil data
1.	Sarjito Jokosisworo PENGARUH BESAR ARUS LISTRIK	1. Kemudian muncul pertanyaan untuk didiskusikan	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung kekuatan tarik,	Hasil dari pengolahan data dapat berupa kesimpulan seperti di bawah ini:

	DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA SMAW TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS BUTT JOINT PADA PLAT MILD STEEL	Studi ini hanya mencakup dampak Mekanika Elektroda Magnitudo arus berbeda, dalam beberapa Sambungan las dengan metode Pengelasan datar.	kekuatan impak dan kekuatan lentur Pengelasan maksimal Tentang pengelasan pantat. Bandingkan hasil perhitungan Kekuatan tarik, impak dan lentur Di antara beberapa perubahan besar dalam KAPAL saat ini, Vol. 6. Edisi 2, Juni 2009 119 catu daya yang berbeda dan lulus Pengelasan butt untuk mendapatkan Jenis variasi yang dimiliki kesimpulan	1. Kekuatan mekanik adalah tegangan tarik Rata-rata 237,6 N/mm² (1 lintasan) dan 221 N/mm² (2 lintasan) pada 90 amp, 242,3 N/mm² (1 lintasan) dan 241,1 N/mm² (2 lintasan) pada 110 amp dan 125 amp 248 N/mm² (1 lintasan) dan 251 N/mm² (2 lintasan), Menunjukkan bahwa 125 amp yang digabungkan dengan 2 lintasan adalah yang terbaik. 2. Tegangan lentur rata-rata pada 90 Amps adalah 424,8 N/mm² (1 kali) dan 399,5 N/mm² (2 lintasan), 416,2 N/mm² (1 lintasan) dan 425,9 N/mm² (2 lintasan) pada 110 amp dan 397,5 N/mm² (1 lintasan) dan 387,5 N/mm² Pada 125 amp mm² (2-pass joint), terlihat bahwa las 110 amp
--	--	--	--	---

				2-pass lebih fleksibel daripada kombinasi lainnya. 3. Daktilitas las adalah 0,56 Joule/mm² (1pass) dan 0,90 Joule/mm² (2pass) pada 90 amp, 0,91 Joule/mm² (1pass) dan 0,77 Joule/mm² (2pass) pada 110 amp, dan 0,53 Joule pada 125 amps /mm² (1pass) dan 0,62 Joule/mm² (2pass), artinya las 110 amp 1 pass memiliki Daktilitas yang lebih baik daripada kombinasi lainnya.
--	--	--	--	---

**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**

2.	Abdul Hamid ANALISA PENGARUH ARUS PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH TERHADAP KEKUATAN MATERIAL HASIL SAMBUNGAN.	1. Apakah ada pengaruh arus pengelasan terhadap tenaga patah baja karbon rendah S355JO hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018-1 2. Apakah ada pengaruh arus pengelasan terhadap kekerasan baja karbon rendah S355JO hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018-1	1. Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh arus pengelasan terhadap kualitas tenaga patah baja karbon rendah S355JO hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018-1 perubahan kekuatan pada uji impak setelah diberikan panas yang berbeda. 2. Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh arus pengelasan terhadap kualitas kekerasan baja karbon rendah S355JO hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018-1 perubahan kekuatan pada uji kekerasan setelah diberikan panas yang berbeda.	1. Nilai kekuatan impak kelompok arus pengelasan 80 amper paling tinggi dibandingkan dengan kelompok variasi 70 Amper dan 75 Amper serta logam induk (mill Certifikat-HN4422607). Nilainya mengalami kenaikan 46,42 joule dari logam induk 2. Nilai kekerasan setelah di konversikan ke tensile strength melalui persamaan interpolasi didapatkan arus pengelasan 70 amper lebih tinggi sebesar 17,36 N/mm ² dibandingkan arus pengelasan 75 Amper dan 80 Amper. 3. Mengacu pada standar EN 10025:1990+A1:1 993 material S355JO kekuatan impak minimal 27 Joule
----	---	---	---	--

				dan nilai tensile strength sebesar 490-630 N/mm², di lihat dari pengujian yang telah dilaksanakan arus pengalasan 75 Amper dan 80 Amper.pada proses produksi dan berdasarkan penelitian ini di anjurkan memakai arus 77,5 A $\pm$ 2,5 A.
--	--	--	--	---