

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Darmadi (2003) melakukan penelitian tentang *Pengaruh Pemanasan Mula Pada Pengelasan Baja Karbon Rendah Terhadap Laju Perambatan Retak Fatik*. Dari penelitian didapat hasil bahwa dengan pemanasan mula pada pengelasan logam menunjukkan penurunan laju perambatan retak. Penurunan laju perambatan retak dapat dijelaskan dari foto mikro, dimana retak pengelasan dengan pemanasan mula menyebabkan retak merambat di antara batas butir. Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan mula menghasilkan hasil lasan yang lebih ulet serta menjelaskan pemanasan mula meningkatkan ketahanan terhadap perambatan retak.

Setiyawan (2005) juga meneliti tentang *Pengaruh Pemanasan Mula Pada Pengelasan Aluminium Terhadap Kekuatan Tarik Dan Distribusi Kekerasan*. Dari penelitian tersebut didapat kenyataan bahwa kenaikan temperatur pemanasan mula menyebabkan meningkatnya kekuatan tarik. Selain itu, pemanasan mula juga menyebabkan distribusi kekerasan lebih merata atau lebih teratur.

Aditya Vebi Himawan (2011) melakukan penelitian tentang *Pengaruh Temperatur Lingkungan Terhadap Laju Pendinginan dan Distribusi Kekerasan Hasil Pengelasan Baja Tidak Sejenis*. Pada penelitian ini pengelasan dilakukan pada material baja karbon rendah dengan *Stainless Steel* seri 304. Hasil penelitian menunjukka bahwa naiknya temperatur lingkungan pengelasan memperlambat laju pendinginan. Akibat laju pendinginan semakin lambat, pertumbuhan butir logam las semakin besar sehingga nilai kekerasan logam las semakin menurun.

Haryanto, Budi melakukan penelitian tentang *Pengaruh Pemanasan Mula Pada Pengelasan Baja S 45 C Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro*. Penelitian ini dilakukan pada baja karbon tinggi dengan ukuran panjang 250 mm, tebal 10 mm dan lebar 35 mm, dengan membandingkan perbedaan nilai kekerasan Rockwell serta bentuk struktur mikro untuk daerah logam induk, daerah pengaruh panas dan daerah logam las pada pengelasan yang menggunakan dan tidak menggunakan pemanasan mula. Percobaan dilakukan tiga kali pada tiga benda uji untuk diambil nilai rata-rata dari data hasil penelitian. Hasil rata-rata data dianalisa melalui uji homogenitas varian (Fhitung) kemudian dilanjutkan dengan uji T-test dengan taraf signifikan 5%. Berdasarkan analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai

kekerasan daerah logam induk dengan pemanasan mula 49.79 HRC dan tanpa pemanasan mula 52.80 HRC. Untuk daerah HAZ dengan pemanasan mula 52.90 HRC dan tanpa pemanasan mula 64.27 HRC. Untuk daerah logam las dengan pemanasan mula 51.47 HRC dan tanpa pemanasan mula 58.17 HRC. Di mana pengelasan yang tidak menggunakan pemanasan mula mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi dan tidak stabil. Begitu juga untuk struktur mikro terutama pada daerah HAZ mengandung banyak martensite daripada yang menggunakan pemanasan mula.

Andrik rofisyah hadi (2011) melakukan penelitian tentang *Pengaruh Pemanasan Mula Terhadap Kekuatan Tarik Dan Distribusi Kekerasan Hasil Lasan GMAW*. Penelitian dilakukan menggunakan Baja Karbon Rendah dengan tebal 10mm. Pengujian distribusi kekerasan diamati pada daerah las, daerah batas las dan HAZ, daerah HAZ, dan daerah batas HAZ dan logam induk. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa variasi temperatur pemanasan mula memiliki pengaruh yang nyata terhadap kekuatan tarik dan distribusi kekerasan hasil lasan dimana semakin tinggi temperatur pemanasan mula maka kekuatan tarik yang didapatkan semakin menurun dan distribusi kekerasan yang didapat semakin merata akibat laju pendinginan yang semakin lambat.

2.2 Konsep Dasar Pengelasan

Definisi las adalah suatu proses penyambungan plat atau logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan. Yaitu dengan cara logam yang akan disambung dipanaskan terlebih dahulu hingga meleleh, kemudian baru disambung dengan bantuan perekat (*filler*). Selain itu las juga bisa didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang timbul akibat adanya gaya tarik antara atom.

Bedasarkan cara pelaksanaannya las dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Pengelasan cair

Dimana logam induk dan bahan tambahan dipanaskan hingga mencair kemudian membiarkan keduanya membeku hingga membentuk sambungan

2. Pengelasan tekan

Yaitu dimana kedua logam yang disambung dipanaskan hingga meleleh lalu keduanya ditekan hingga menyambung. Adapun pengelasan tekan itu sendiri dibagi menjadi:

a. Pengelasan tempa

Merupakan proses pengelasan yang diawali dengan proses pemanasan pada logam yang diteruskan dengan penempaan (tekan) sehingga terjadi penyambungan logam.

b. Pengelasan tahanan

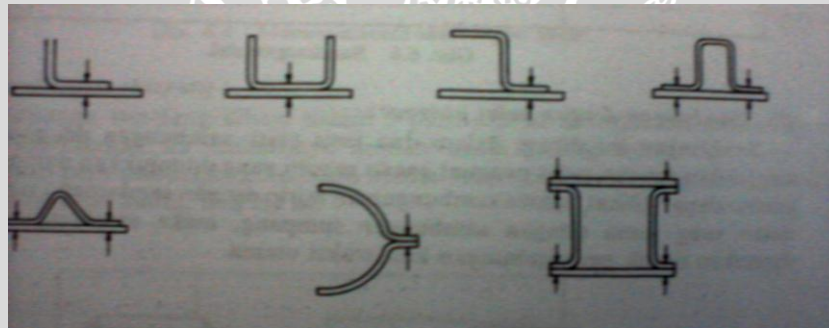
Proses ini meliputi :

1) Las proyeksi

Merupakan proses pengelasan yang hasil pengelasannya sangat dipengaruhi oleh distribusi arus dan tekanan yang tepat. Prosesnya yaitu plat yang akan disambung dijepit dengan elektroda dari paduan tembaga. Kemudian dialiri arus listrik yang besar

2) Las titik

Prosesnya hamper sama dengan las proyeksi, yaitu plat dijepit dengan elektroda dari paduan tembaga, kemudian dialiri arus listrik yang besar, dan eaktunya dapat diatur sesuai dengan ketebalan plat yang akan disambung.



Gambar 2.1 Las Tekan Resistensi (Titik Atau Garis)

Sumber : Wiryosumarto, 1994

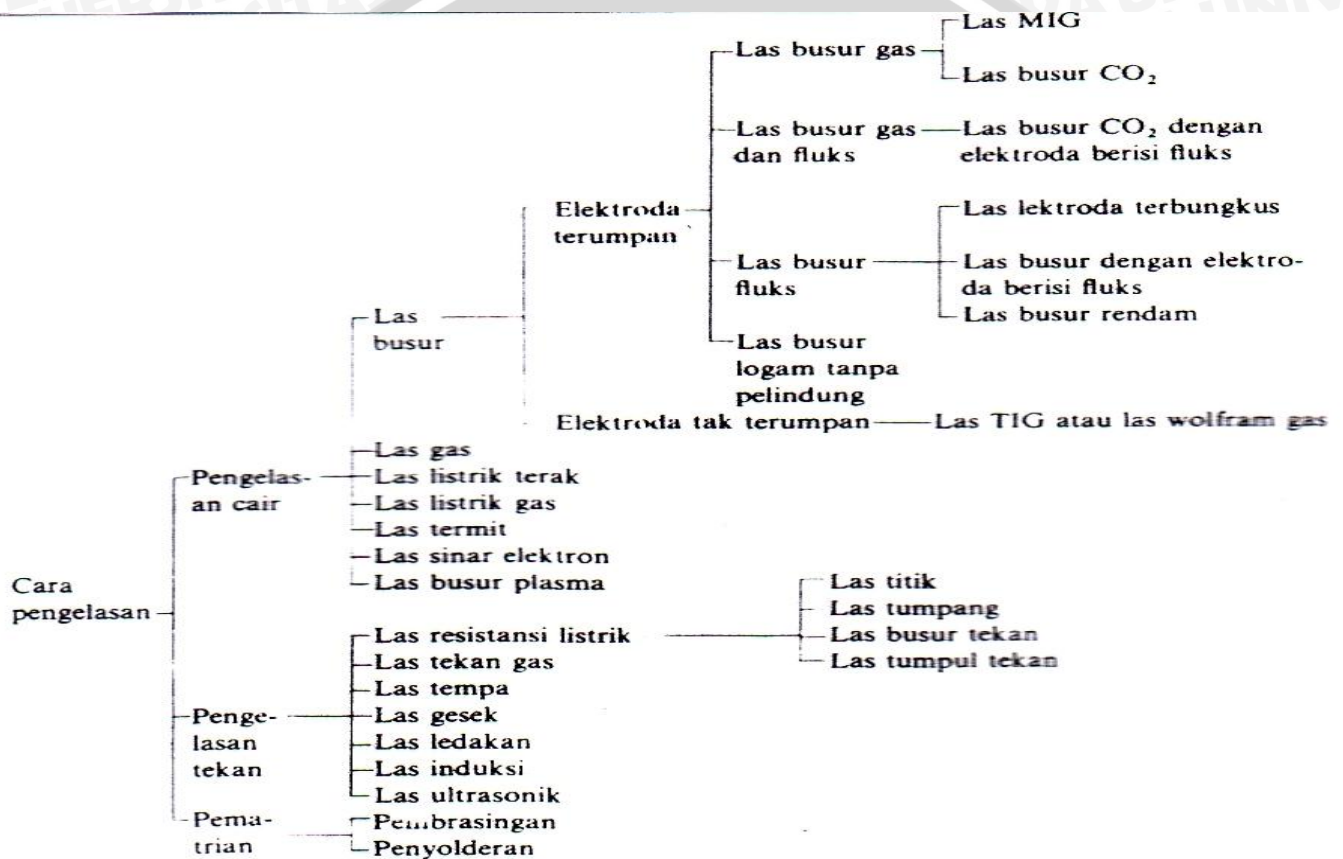
3) Las kampuh

Merupakan proses pengelasan yang menghasilkan sambungan las yang kontinu pada dua lembar logam yang tertumpuh. Ada tiga jenis las kampuh, yaitu las kampuh sudut, las kampuh tumpang sederhana dan las kampuh penyelesaian.

3. Pematrian

Proses pematrian hampir sama dengan pengelasan cair, akan tetapi bedanya adalah penggunaan bahan tambahan yang mempunyai titik leleh dibawah titik leleh logam induk.

Berikut adalah diagram cara pengelasan menurut wiryosumarto :

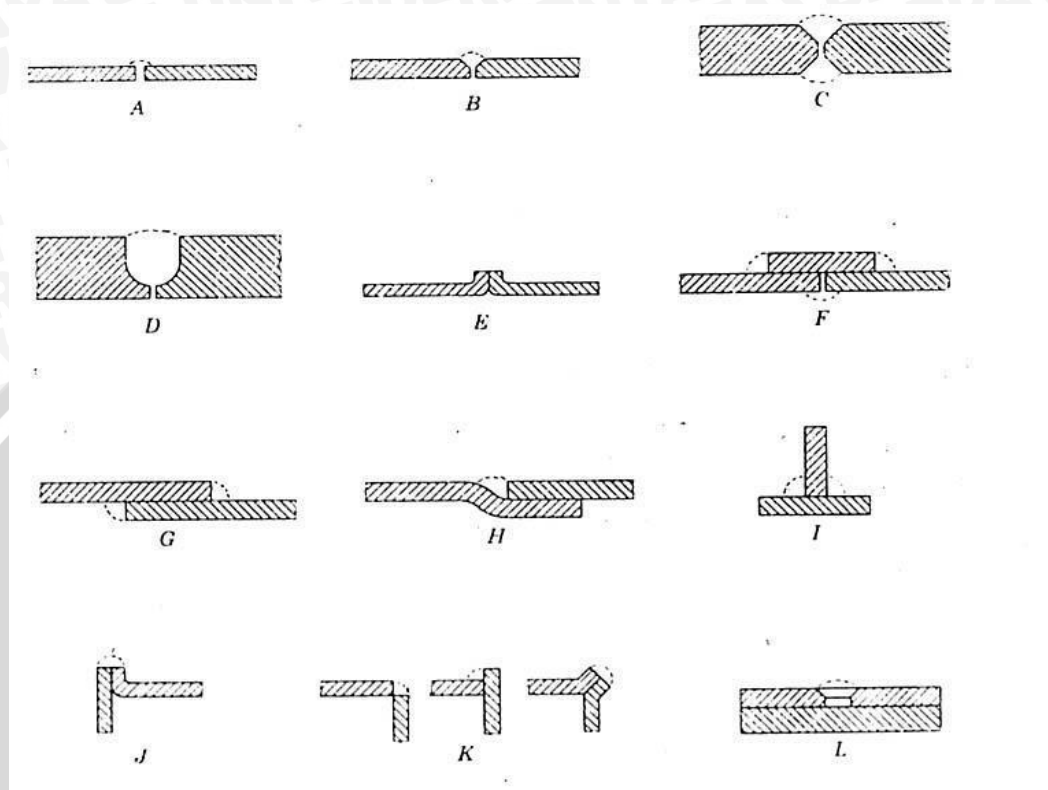


Gambar 2.2 Klasifikasi pengelasan logam

Sumber : Wiryosumarto, 1994

2.2.1 Jenis-Jenis Sambungan Las

Berikut adalah jenis-jenis sambungan las:



Gambar 2.3 jenis-jenis sambungan las

Sumber: <http://mechanicalrendyusman.blogspot.com/2010/11/pengelasan-welding.html>

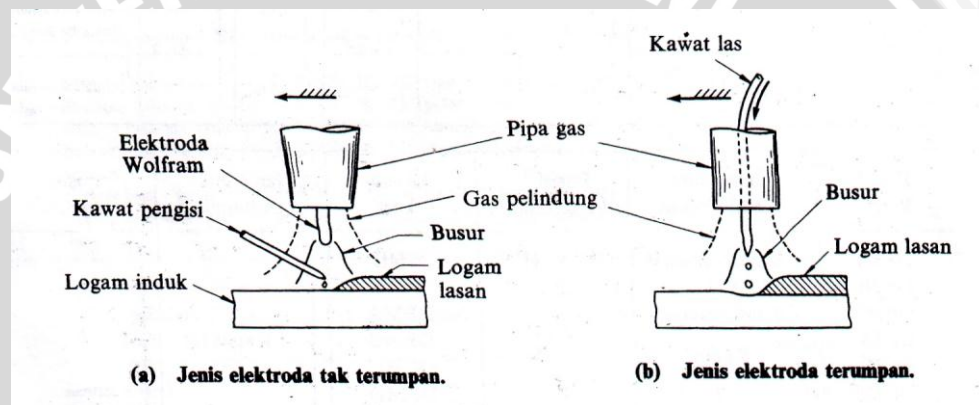
- a. Sambungan tumpul
- b. Sambungan tumpul dengan alur V (*single vee-butt*)
- c. Sambungan tumpul dengan alur V ganda (*double vee-butt*)
- d. Sambungan tumpul dengan alur u
- e. Sambungan tekuk
- f. Sambungan tumpul dengan pita garis
- g. Sambungan tumpang (dengan las sudut tunggal atau ganda)
- h. Sambungan tumpul tekuk (tunggal atau ganda)
- i. Sambungan tumpul I
- j. Sambungan sisi (untuk pelat tipis)
- k. Sambungan sudut (untuk pelat tipis)
- l. Sambungan sumbat

2.2.2 Las Busur Gas

Las busur gas adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas Helium (He), gas Argon (Ar), gas karbondioksida (CO₂) atau campuran dari gas-gas tersebut.

1. Klasifikasi

Las busur gas biasanya dibagi dalam dua kelompok besar yaitu kelompok elektroda terumpan dan kelompok elektroda tidak terumpan. Skema dari dua kelompok ini bisa dilihat dalam gambar berikut

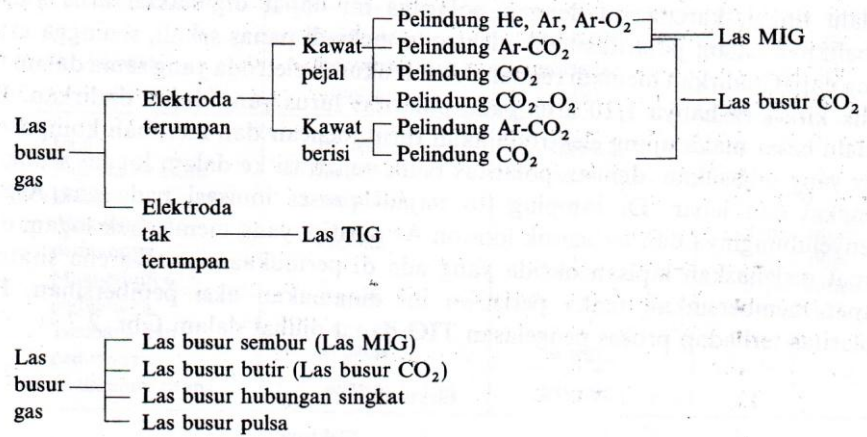


Gambar 2.4 Klasifikasi Las Busur Gas

Sumber : Wiryosumarto, 1994

Kelompok elektroda tak terumpan masih dibagi lagi menjadi dua jenis yaitu dengan logam pengisi dan tanpa logam pengisi. Kelompok ini biasanya menggunakan gas mulia sebagai pelindung sehingga secara keseluruhannya kelompok ini menjadi las wolfram gas mulia atau dalam bahasa Inggris disebut *Tungsten Inert Gas welding* yang disingkat menjadi TIG welding atau las TIG

Kelompok elektroda terumpan kadang-kadang juga dibagi lagi menjadi dua berdasarkan kawat elektrodanya, yaitu jenis kawat elektroda pejal dan jenis kawat elektroda dengan inti fluks. Dalam kelompok ini digunakan dua macam gas yaitu gas CO₂ dan gas mulia. Kelompok dengan pelindung gas mulia seluruhnya disebut las busur mulia yang biasa disebut las MIG. Berikut ditampilkan klasifikasi las busur gas berdasarkan sifat busur.



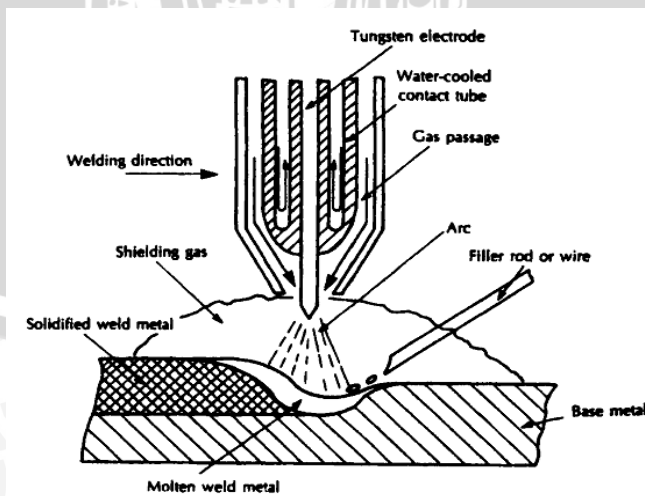
Gambar 2.5 Klasifikasi Las Busur Gas

Sumber : Wiryosumarto, 1994

2. Las Wolfram Gas Mulia (Las TIG)

Tungsten Inert Gas adalah salah satu dari kelompok cara pengelasan busur gas. Las busur las adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah lasan untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas He (Helium), gas Ar (Argon), gas CO₂ (Carbondioksida) atau campuran dari gas² tersebut.

Skema dari las Tungsten Inert Gas ini ditunjukkan pada Gambar 2.5. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa busur listrik timbul antara batang wolfram dan logam induk dan dilindungi oleh gas pelindung.



Gambar 2.6 Skematik proses GTAW

Sumber : Robert W. Messler Jr, 2004

Pengelasan yang menggunakan logam pengisi, logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur lalu mencair dan terbawa ke logam induk. Tetapi untuk pengelasan plat yang tipis, kadang-kadang tidak diperlukan logam pengisi. Las *Tungsten Inert Gas* ini dapat dilaksanakan dengan tangan manual atau secara otomatis. Cara pengelasan *Tungsten Inert Gas* ini di samping digunakan untuk penyambungan plat atau pipa-pipa yang tipis, juga banyak digunakan untuk pengelasan jenis-jenis material yang sulit atau tidak dapat sama sekali disambung dengan proses-proses pengelasan yang lainnya, misalnya : Aluminium, *Stainless Steel* dan sebagainya.

Panas yang ditimbulkan oleh busur tersebut akan mencairkan logam induk dan logam pengisinya, sehingga terjadi logam las cair yang selanjutnya membeku membentuk sambungan. Gas Pelindung digunakan untuk mencegah terjadinya kontaminasi oleh oksigen dan nitrogen yang banyak di atmosfer terhadap logam lasan. Kalau tidak dilindungi maka dampak dari kontaminasi itu akan menghasilkan hasil las yang tidak optimal (Musaikan,1989).

Penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan, yaitu pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi kedalam logam induk dapat diatur semauanya. Cara pengaturan ini memungkinkan las TIG dapat digunakan dengan memuaskan baik untuk pelat baja tipis maupun pelat yang tebal. Kedua adalah kualitas yang lebih baik dari daerah las.

3. Las Logam Gas Mulia (Las MIG)

Gas Metal Arc Welding (GMAW) atau sering disebut dengan *Metal Inert Gas* (MIG). Proses ini dikenal dengan pengelasan dengan elektroda tidak terputus, dimana elektroda dalam proses pengelasan ini berisifat *consumable electrode* artinya selain sebagai pembangkit busur listrik juga berfungsi sebagai logam pengisi.

Las busur listrik dengan menggunakan gas pelindung (GMAW) merupakan cara pengelasan dengan menggunakan gas pelindung untuk mengisi elektroda, busur dan logam yang mencair terhadap pengaruh udara luar. Gas

pelindung yang digunakan biasanya adalah gas mulia yaitu gas yang memiliki kondisi stabil sehingga nantinya diharapkan sulit bereaksi dengan udara sekitar maupun dengan logam yang mencair. Panas yang dihasilkan pada pengelasan GMAW dihasilkan dari arus yang bergerak melalui celah antara elektroda dan benda kerja. Dengan adanya panas ini dapat menyebabkan logam induk serta elektroda mencair dan kemudian membeku bersama-sama membentuk satu ikatan.

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpangkan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung yang digunakan adalah gas Argon, helium atau campuran keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O_2 antara 2 sampai 5% atau CO_2 antara 5 sampai 20%. Dalam banyak hal penggunaan las MIG sangat menguntungkan. Hal ini karena sifat-sifatnya yang baik, misalnya:

- a. Karena konsentrasi busur yang tinggi, maka busurnya sangat mantap dan percikanya sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan.
- b. Karena dapat menggunakan arus yang tinggi maka kecepatannya juga sangat tinggi, sehingga efisiensinya sangat baik.
- c. Terak yang terbentuk cukup banyak.
- d. Ketangguhan dan elastisitas, kedekatan udara, ketidakpekaan terhadap retak dan sifat-sifat lainnya lebih baik dari pada yang dihasilkan dengan cara pengelasan yang lain

Karena hal-hal tersebut di atas, maka las MIG banyak sekali digunakan dalam praktek terutama untuk pengelasan baja – baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja kuat dan logam – logam bukan baja yang tidak dapat dilas dengan cara yang lain.

4. Parameter Pengelasan

Dalam proses pengelasan terdapat parameter yang digunakan untuk pemakaian arus, tegangan dan kecepatan terhadap tebal plat yang digunakan. Parameter yang digunakan ada pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Parameter untuk sambungan tumpul posisi datar.

Tebal pelat (mm)	Bentuk alur dan urutan pengisian.	Elektroda		Parameter las		
		Diameter (mm)	Lapisan	Arus (Amp)	Tegangan (Volt)	Kecepatan (mm/men)
6		4	1	150-190	24-26	335-425
		"	2			
10		3,2	3	115-120	20-22	190-210
		"	4			
		4	4	120-150	22-24	180-250
		"	5			
15		5	1	190-250	25-29	180-320
		"	2			
		"	3	120-150	22-24	145-250
		"	4			
20		4	5	190-250	25-29	220-230
		"	6			
		"	7	250-320	26-30	220-300
		"	8			
		"	9	120-150	22-24	175-230
"	10					
25		5	1	190-250	26-28	220-240
		"	2			
		"	3	250-370	26-30	250-280
		"	4			
		"	5	120-150	22-24	190-260
"	6					
"	7	120-150	22-24	190-260		
"	8					
"	9	120-150	22-24	190-260		
"	10					
"	"	"	11	120-150	22-24	190-260
"	"	"	12			

Sumber : Wiryosumarto, 1996:274

2.3 Sifat Mampu Las

Sifat mampu las dari suatu material adalah sifat-sifat yang terjadi setelah pengelasan yang tergantung dari kandungan material tersebut. Sifat mampu las ini sangat dipengaruhi oleh kadar karbon dan unsur-unsur lain yang ditambahkan pada material tersebut.

Asosiasi Las Jepang dalam menentukan sifat mampu las dari baja menggunakan kadar karbon dimana unsur-unsur lain dinyatakan dalam karbon ekuivalen seperti persamaan berikut :

$$C_{ek} = C + 1/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$$

(Wiryosumarto dan Okumura, 2000: 50)

Sedangkan menurut American Welding Society karbon ekuivalen dirumuskan sebagai berikut :

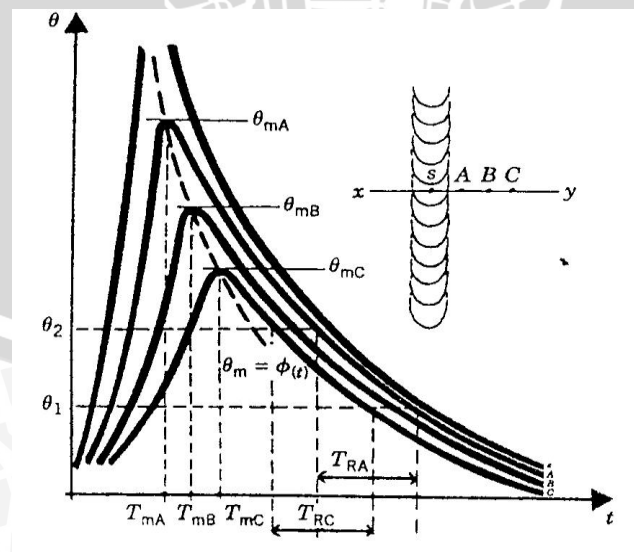
$$CE = \%C + \left(\frac{\%Mn + \%Si}{6} \right) + \left(\frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} \right) + \left(\frac{\%Cu + \%Ni}{15} \right)$$

Sumber : http://en.wikipedia.org/wiki/Equivalent_carbon_content

2.4 Siklus Termal Las

Siklus termal las adalah pemanasan dan pendinginan di daerah lasan pada proses pengelasan . Dengan pemberian panas pada suatu logam, logam mula-mula berada pada temperatur ruang, temperturnya akan naik hingga mencapai temperatur puncak dan kemudian turun kembali ke temperatur semula. Karena proses ini maka logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Hal ini sangat erat hubungannya dengan ketangguhan, cacat las, retak, dan lain sebagainya yang pada umumnya mempunyai pengaruh negatif terhadap keamanan dari konstruksi las. Selain itu siklus themal juga berhubungan dengan sifat mekanik hasil pengelasan diantaranya, kekuatan tarik, kekerasan, impact dan sebagainya

Dengan menghubungkan temperatur dan perubahan yang terjadi sebagai fungsi waktu maka akan didapatkan siklus termal seperti gambar 2.6 di bawah ini.



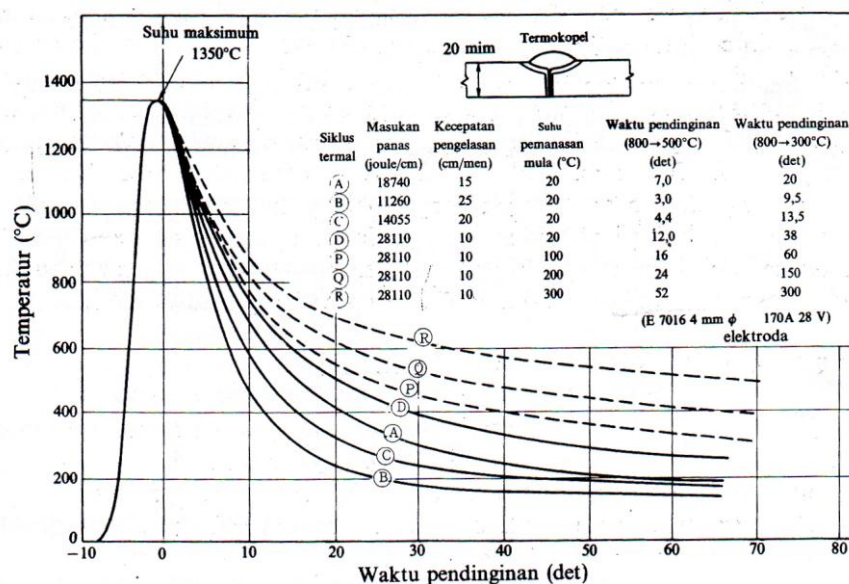
Gambar 2.7 Siklus termal sebagai fungsi jarak dari pusat lasan

Sumber : Messler, R.W., 1999, hal. 157.

Siklus termal yang terjadi pada pengelasan ini dipengaruhi oleh input panas dan temperatur pemanasan mula. Input panas pada pengelasan ditentukan oleh parameter-parameter pengelasan; arus, tegangan dan kecepatan pengelasan. Pemberian input panas yang semakin besar akan memperlebar jarak dari pusat lasan ke suatu lokasi dengan temperatur puncak tertentu. Dengan kata lain perubahan parameter atau proses yang memperbesar input panas akan cenderung memperlebar daerah pengaruh panas. Pemanasan mula mempengaruhi kecepatan pendinginan dan dapat pula memperbesar daerah pengaruh panas. Contoh siklus thermal diatas akan digunakan sebagai dasar penentuan laju pendinginan yang terjadi pada pengelasan yang menyatakan hubungan antara temperature terhadap waktu.

2.5 Laju Pendinginan

Laju pendinginan didefinisikan sebagai fungsi temperatur terhadap waktu. Laju pendinginan menyatakan besarnya penurunan temperatur tiap detik. Pada siklus termal dapat diketahui lamanya waktu yang dibutuhkan untuk penurunan temperatur, missal dari 800°C sampai ke 400°C . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.8: Siklus termal dengan macam-macam waktu pendinginan

Sumber : Wiryosumarto, 2000

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa untuk membandingkan laju pendinginan pada beberapa proses pengelasan di ambil dari siklus termal yang terbentuk. Pada pencapaian dari temperatur 800°C sampai ke 400°C dibutuhkan waktu yang berbeda pada tiap proses.

Untuk pelat yang tebal (memerlukan lebih dari 6 layer dalam pengelasannya), kecepatan pendinginan yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut (Tsai, Chon L, 1995: 12):

$$R = \frac{2\pi.k.(T_c - T_o)^2}{H_{net}} \quad (2-3)$$

dengan : - R = kecepatan pendinginan pada garis tengah las ($^{\circ}\text{C}.\text{s}^{-1}$)

- k = konduktifitas termal ($\text{J}.\text{mm}^{-1}.\text{s}^{-1}.\text{C}^{-1}$)

- T_o = temperatur awal pelat ($^{\circ}\text{C}$)

- T_c = temperatur dekat temperatur pearlite atau bagian "nose" dari diagram TTT ($^{\circ}\text{C}$), untuk baja, $T_c = 550^{\circ}\text{C}$

- H_{net} = masukan panas persatuan panjang ($\text{J}.\text{mm}^{-1}$),

Untuk pelat yang tipis (memerlukan kurang dari 4 layer), kecepatan pendinginannya sebagai berikut (Tsai, Chon L, 1995: 12):

$$R = 2\pi.k.\rho.C_s.\left(\frac{h}{H_{net}}\right)^2(T_c - T_o)^3 \quad (2-4)$$

dengan : - h = ketebalan logam dasar (mm)

- $\rho.C_s$ = panas spesifik volumetrik, untuk baja sebesar $0,0044 \text{ J}.\text{mm}^{-3}.\text{C}^{-1}$

Persamaan kecepatan pendinginan di atas berlaku untuk kecepatan pendinginan pada garis tengah las (*center line weld*).

Untuk menentukan apakah suatu pelat yang digunakan merupakan pelat tebal atau pelat tipis, didefinisikan sebuah *dimensionless quantity* yang disebut dengan *the relative plate of thickness* (τ), sebagaimana persamaan berikut (Tsai, Chon L, 1995: 12) :

$$\tau = h.\sqrt{\frac{\rho.C_s(T_c - T_o)}{H_{net}}} \quad (2-5)$$

Persamaan kecepatan pendinginan untuk pelat tebal digunakan apabila τ lebih besar dari 0,75 dan persamaan kecepatan pendinginan untuk pelat tipis digunakan apabila τ kurang dari 0,75.

2.6 Baja Karbon

Pengelasan adalah suatu cara penyambungan antara dua logam atau lebih yang sejenis maupun tak sejenis dengan menggunakan energi panas. Karena proses ini menggunakan energi panas, maka logam di daerah sekitar lasan akan membentuk daerah pengaruh panas atau yang disebut *Heat Affected Zone* (HAZ). Pada daerah tersebut akan timbul perubahan – perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan – tegangan termal yang semua itu dapat menyebabkan cacat pada daerah lasan.

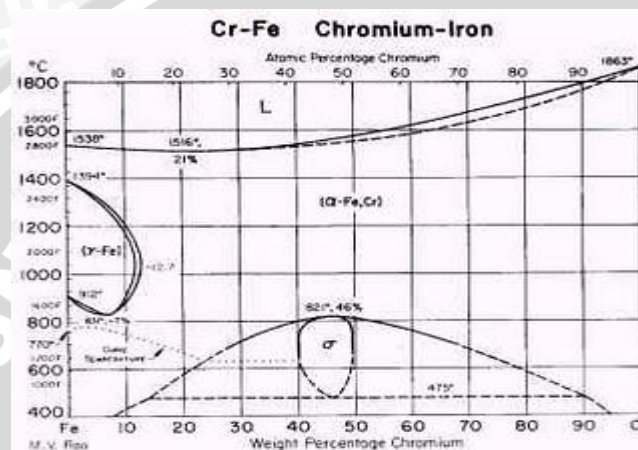
Energi panas yang digunakan dalam pengelasan, selain membentuk daerah pengaruh panas pada material yang dilas juga menyebabkan terjadinya siklus panas pada logam, mulai dari daerah fusi hingga mencapai logam induk. Temperatur terendah pada siklus termal ini dicapai pada jarak terjauh dari daerah fusi (garis fusi), yaitu pada daerah logam induk. Sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada logam las.

2.7 Baja Tahan Karat (*Stainless Steel*)

Baja tahan karat atau *stainless steel* merupakan baja paduan dengan kandungan krom tidak kurang dari 10.5%. Dengan meningkatnya kandungan krom dan adanya beberapa unsure tambahan, baja tahan karat mampu memberikan sifat tahan korosi yang lebih baik. Baja tahan karat memiliki tingkatan – tingkatan yang sesuai dengan sifat dan kegunaannya yang banyak digunakan di tempat terbuka, misalnya untuk keperluan aplikasi di bidang arsitektur dan aplikasi di bidang industry kimia.

Kromium pada baja tahan karat merupakan unsure yang menjadikan baja ini mempunyai sifat tahan karat yang cukup tinggi. Dalam deret elektrokimia kromium merupakan logam yang kurang mulia dibandingkan dengan besi. Oleh karena itu baja yang mengandung unsure paduan kromium akan teroksidasi. Ketika logam ini tidak dilindungi oleh lapisan oksida krom, kondisi pada baja tahan karat ini dapat

dikatakan pada kondisi aktif. Mulanya baja ini mengalami reaksi oksidasi krom pada permukaan baja. Lapisan ini menjadi semacam film yang cukup kuat dan melindungi baja ini, sehingga udara disekitarnya tidak mampu menembusnya yang mengakibatkan kontak antara oksigen dan kromium tidak terjadi lagi. Lapisan oksida krom inilah yang melindungi baja dibawahnya terhadap serangan korosi. Pada keadaan ini baja dikatakan dalam kondisi pasif. Agar sifat tahan karatnya tercapai dengan baik maka kadar krom tidak kurang dari 10 – 12% krom.



Gambar 2.9 diagram fase Fe-Cr

Sumber : Mars G. Fontana *Corrosion Engineering* (New York : McGraw-Hill.1987)
p.230

Secara umum baja tahan karat dibedakan menjadi :

1. Baja tahan karat martensitik

Baja tahan karat ini mengandung krom antara 11.5% - 18%. Bersifat *magnetic, hardenable*, dapat di *cold working* terutama pada kadar karbon rendah. Baja tahan karat martensitik dikembangkan untuk mendapatkan paduan yang mempunyai sifat tahan korosi dan dapat dikeraskan dengan proses laku panas. Hal ini dapat diperoleh dengan menambahkan unsure karbon pada system biner Fe-Cr yang akan menghasilkan paduan yang dapat di *quench*. Unsur karbon akan memperluas daerah austenit sehingga akan memungkinkan terbentuknya martensit dari hasil transformasi austenit seperti proses pendinginan cepat pada baja umumnya.

Baja ini lebih sulit dilas dibanding dengan kelompok baja tahan karat lainnya, karena pengaruh penambahan karbon akan memperbesar kemungkinan terjadinya retak pada daerah pengaruh panas (HAZ). Daya tahan korosinya tidak sebaik baja tahan karat ferritik dan austenitik.

2. Baja tahan karat ferritik

Baja tahan karat jenis ini mempunyai kandungan krom yang cukup tinggi, antara 14%-27% Cr. Kadar krom yang tinggi ini juga menyebabkan fase ferrit menjadi stabil pada semua temperatur, hingga temperatur kamar. Kestabilan ferrit hingga temperatur kamar ini mengakibatkan baja tahan karat ferritik tidak dapat dikeraskan (*non hardenable*) dengan perlakuan panas. Satu-satunya proses laku panas yang dapat dilakukan terhadap baja tahan karat ferritik adalah annealing, untuk menghilangkan tegangan dalam akibat pengelasan atau proses laku dingin (*cold work*)

Baja tahan karat ferritik mempunyai sifat tahan korosi yang lebih baik dibandingkan kelompok martensitik tetapi masih dibawah kelompok austenitik.

3. Baja tahan karat austenitik

Pada baja tahan karat ini selain unsur krom, baja jenis ini juga ditambahkan nikel. Jumlah kadar krom dan nikel tidak kurang dari 23% dan berstruktur austenite, *non hardenable*, *non magnetic* dan *shock resistance* yang cukup tinggi serta sulit di *machining*

Baja tahan karat austenitik didapat dengan menambahkan elemen penstabil austenit, seperti nikel atau mangan yang ditambahkan dalam jumlah yang cukup. Baja tahan karat austenitik tidak mengalami transformasi selama perlakuan panas juga tidak dapat dikeraskan dengan proses laku panas serta mempunyai sifat tahan korosi lebih baik dibandingkan dengan baja tahan karat lainnya.

2.8 Pemanasan Mula Pada Pengelasan (Preheating)

Pemanasan mula atau *preheating* adalah pemberian pemanasan pada material sampai suhu tertentu sebelum dilakukan proses pengelasan, agar pada waktu pemanasan pada proses pengelasan yang sedang berlangsung tidak terjadi perbedaan temperatur yang sangat besar antara logam dasar dan daerah las. Selain itu, pemberian pemanasan mula bertujuan agar laju pendinginan setelah pengelasan menjadi lebih lambat dan tegangan sisa dapat dikurangi.

Preheat atau pemanasan mula dilakukan untuk mencegah terjadinya retak las. Preheat kadang-kadang juga diperlukan untuk menghilangkan tegangan sisa (residual stress), meningkatkan ketangguhan, dan mengendalikan sifat-sifat metalurgi di daerah HAZ.

2.9 Kekuatan Tarik

Kekuatan suatu bangunan mesin ditentukan oleh kemampuannya menerima beban tanpa mengalami kerusakan. Jenis bebannya bermacam – macam dan pada pengujian ini ditekankan pada bangunan yang mengalami beban tarik, patahnya suatu bahan di sebabkan terlampauinya batas tegangan tarik atau geser yang diizinkan.

Keuntungan melakukan pengujian tarik adalah :

1. Mudah dilakukan
2. Menghasilkan tegangan uniform pada penampang

Tegangan tarik didefinisikan sebagai distribusi gaya tarik persatuan luas penampang bahan yang dirumuskan dengan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2-1)$$

Dengan :

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

P = Beban tarik (N)

A = Luas penampang (mm²)

Regangan didefinisikan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang awal yang dirumuskan dengan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \quad (2-2)$$

Dengan :

ε = Regangan

Δl = Pertambahan panjang

l_1 = Panjang akhir

l_0 = Panjang awal

2.10 Distribusi Kekerasan

Kekerasan merupakan ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi tekan. Umumnya didefinisikan sebagai kemampuannya untuk menahan penetrasi dari luar sehingga tidak mengalami deformasi plastis. Distribusi kekerasan pada pengelasan adalah sebaran nilai kekerasan pada sambungan las. Sebaran yang terjadi adalah perbedaan nilai kekerasan pada logam las, daerah pengaruh panas (HAZ), dan logam induk. Distribusi kekerasan dipengaruhi oleh besarnya butiran logam yang terbentuk selama proses pengelasan, dimana semakin besar butiran kekerasan logam akan menurun. Ini akan mempengaruhi nilai kekerasan pada daerah yang terjadi perubahan struktur logamnya khususnya daerah las dan HAZ.

2.11 Pengelasan Tidak Sejenis

Pengelasan *dissimilar metal* adalah proses pengelasan, atau penggabungan dua logam yang tidak sejenis yang memiliki sifat fisik dan karakteristik material yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan sambungan las sebagaimana yang diinginkan. Pada pengelasan *dissimilar metal* bentuk dan mikrostruktur kolom las semakin kompleks dan keragaman proses solidifikasi mikrostruktur HAZ yang semuanya tergantung jenis material yang akan dilas. Proses pengelasan *dissimilar* memiliki tingkat kerumitan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan pada logam sejenis. Oleh karenanya pengelasan logam yang tidak sejenis membutuhkan penanganan yang lebih rumit, misalnya pemilihan logam yang disambung harus tepat, pemilihan elektrode dan logam pengisi (*filler*) yang sesuai, pengaturan *heat input* yang tepat, serta pemilihan perlakuan panas yang sesuai.

Macam – macam pengelasan *dissimilar* dengan *Stainless Steel* :

1. Pengelasan *dissimilar metal austenitic Stainless Steel* dengan *low alloy steel* atau *carbon steel* .

2. Pengelasan *dissimilar metal martensitic stainless steel* dengan *low alloy steel* atau *carbon steel*.
3. Pengelasan *dissimilar metal ferritic Stainless Steel* dengan *low alloy steel* atau *carbon steel*.

2.12 Hipotesis

Berdasarkan penelitian sebelumnya dan referensi yang ada, maka dapat diambil hipotesis bahwa pemberian pemanasan mula pada proses pengelasan akan memperlambat laju pendinginan. Jika laju pendinginan semakin lambat maka struktur yang terbentuk akan memiliki struktur butiran yang lebih seragam dan ukuran yang lebih besar. Akibatnya kekuatan tarik dan kekerasan hasil lasan akan menurun tetapi distribusi kekerasannya semakin merata.

