

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Pengertian Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Las MIG (*Metal Inert Gas*) yaitu merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat, dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) yang sama dengan logam dasarnya (*base metal*) dan menggunakan gas pelindung (*inert gas*)¹. Las MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik.

Dalam las logam mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpamakan 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 ditembakkan gas O₂ antara 2 sampai 5% atau CO₂ antara 5 sampai 20%. Dalam banyak hal penggunaan las MIG sangat menguntungkan. Hal ini disebabkan karena sifat-sifatnya yang baik, misalnya:

- Karena konsentrasi busur yang tinggi, maka busurnya sangat mantap dan percikannya sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan
- Karena dapat menggunakan arus yang tinggi maka kecepatannya juga sangat tinggi, sehingga efisiensinya sangat baik.

¹ Hery Sunaryo, *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan). h. 96

- Terak yang terbentuk tidak ada.
- Ketangguhan dan elastisitas, kedap udara, ketidakpekaan terhadap retak dan sifat-sifat lainnya lebih baik daripada yang dihasilkan dengan cara pengelasan yang lain.

Karena hal tersebut di atas, maka las MIG banyak 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.

Las MIG biasanya dilaksanakan secara otomatis atau semi-otomatik dengan arus searah polaritas balik dan menggunakan kawat elektroda berdiameter antara 1,2 sampai 2,4 mm. Akhir-akhir ini telah banyak digunakan las MIG dengan arus yang tinggi dan kawat elektroda dengan diameter antara 3,2 dan 6,4 mm untuk mengelas pelat-pelat aluminium yang tebal seperti yang digunakan dalam tangki penyimpanan gas alam cair. Las MIG biasanya digunakan dengan kecepatan kawat elektroda yang tetap dengan cara pengumpanan tarik atau tarik-dorong².

1. Peralatan Utama

Peralatan utama adalah peralatan yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan, yakni minimum terdiri dari :

² Ambiyar. Arwizet *et al.*, "Teknik Pembentukan Pelat", Jilid III (Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK, 2008), hal.468.

a. Mesin Las

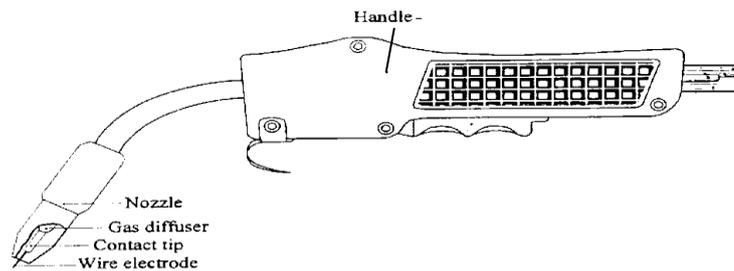
Sistem pembangkit tenaga pada mesin GMAW pada prinsipnya adalah sama dengan mesin MMAW yang dibagi dalam 2 golongan, yaitu : Mesin las arus bolak balik (*Alternating Current / AC Welding Machine*) dan Mesin las arus searah (*Direct Current / DC Welding Machine*), namun sesuai dengan tuntutan pekerjaan dan jenis bahan yang dilas yang kebanyakan adalah jenis baja, maka secara luas proses pengelasan dengan GMAW adalah menggunakan mesin las DC. Umumnya mesin las arus searah (DC) mendapatkan sumber tenaga listrik dari trafo las (AC) yang kemudian diubah menjadi arus searah dengan *voltage* yang konstan (*constant-voltage*). Pemasangan kabel-kabel las (pengkutuban) pada mesin las arus searah dapat diatur /dibolak-balik sesuai dengan keperluan pengelasan, ialah dengan cara :

- Pengkutuban langsung (*Direct Current Straight Polarity / DCSP/DCEN*) Dengan pengkutuban langsung berarti kutub positif (+) mesin las dihubungkan dengan benda kerja dan kutub negatif (-) dihubungkan dengan kabel elektroda. Dengan hubungan seperti ini panas pengelasan yang terjadi 1/3 bagian panas memanaskan elektroda sedangkan 2/3 bagian memanaskan benda kerja
- Pengkutuban terbalik (*Direct Current Reverse Polarity / DCRP/DCEP*) Pada pengkutuban terbalik, kutub negatif (-) mesin las dihubungkan dengan benda kerja, dan kutub positif (+) dihubungkan dengan elektroda. Pada hubungan semacam ini panas pengelasan yang

terjadi 1/3 bagian panas memanaskan benda kerja dan 2/3 bagian memanaskan elektroda³.

b. Tang Las (*Welding Gun / Torch*)

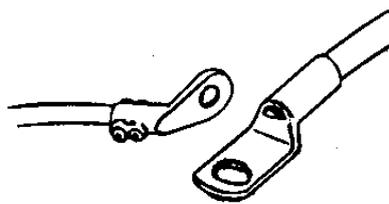
Welding torch berfungsi sebagai pegangan sekaligus pengendali manual las MIG, berikut gambarnya:



Gambar 2.1 *Welding Torch*

c. Kabel Las

Kabel las berfungsi sebagai penyambung antara sumber listrik dengan mesin las.



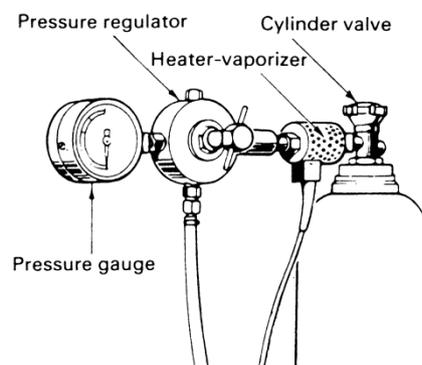
Gambar 2.2 Sepatu Kabel⁴

³ Ambiyar. Arwizet *et al.*, *opcit.*, hal.469-470.

⁴ *Ibid.* hal. 472.

d. Regulator Gas Pelindung

Fungsi utama dari regulator adalah untuk mengatur pemakaian gas. Untuk pemakaian gas pelindung dalam waktu yang relatif lama, terutama gas CO₂ diperlukan pemanas (*heater-vaporizer*) yang dipasang antara silinder gas dan regulator. Hal ini diperlukan agar gas pelindung tersebut tidak membeku yang berakibat terganggunya aliran gas.

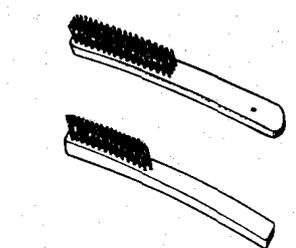


Gambar 2.3 Silinder dan Regulator Gas Pelindung

2. Alat-alat Bantu

a. Sikat Baja

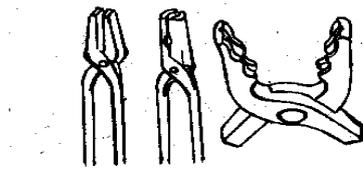
Untuk membersihkan hasil las, yaitu pengaruh oksidasi udara luar sehingga rigi-rigi las benar-benar bebas dari terak, selain itu digunakan untuk membersihkan bidang benda kerja sebelum dilas.



Gambar 2.4 Sikat baja

b. Alat Penjepit (Smit Tang)

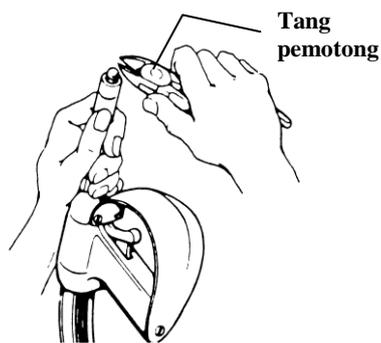
Untuk memegang benda kerja yang panas dipergunakan alat (tang) penjepit dengan macam-macam bentuk, seperti bentuk moncong rata, moncong bulat, moncong srigala dan moncong kombinasi.



Gambar 2.5 Smit Tang

c. Tang Pemotong Kawat

Pada kondisi tertentu, terutama setiap akan memulai pengelasan kawat elektroda perlu dipotong untuk memperoleh panjang yang ideal. Untuk itu diperlukan tang pemotong kawat.

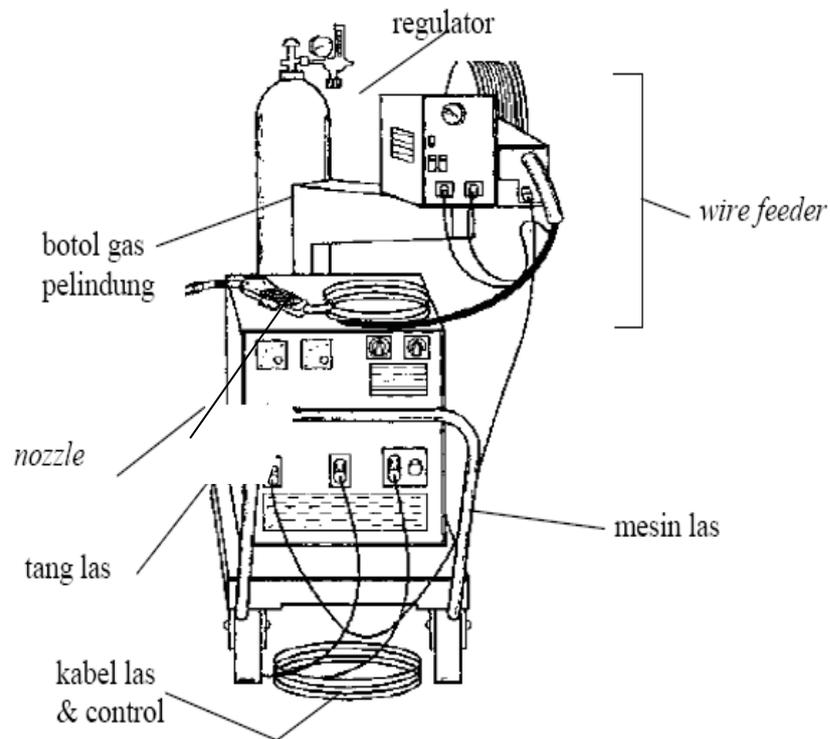


Gambar 2.6 Pemotongan Kawat

3. Pemasangan dan Penyetelan Peralatan

1. Pemasangan Peralatan GMAW

Berikut ini adalah gambar pemasangan satu unit peralatan/perlengkapan GMAW yang biasa digunakan untuk pengerjaan konstruksi sedang sampai berat⁵ :



Gambar 2.7 Perlengkapan GMAW

⁵ Ambiyar. Arwizet *et al.*, *opcit.*, hal.472-475.

4. Las MIG EWM P 351

Las MIG EWM P 351 merupakan tipe las dengan P x L x T yaitu 930 mm x 460 mm x 730 mm dengan berat total mesin 112 kg. berikut gambarnya :



Gambar 2.8 Las MIG EWM P 351

Table 2.1 Spesifikasi Las Mig SAF JUNIOR 283

<ul style="list-style-type: none"> ● Mobile, can be lifted by crane and moved by fork lift ● 4-roller wire feed Equipped for 0.8 mm + 1.0 mm steel wires ● 5 m mains supply lead 		 
Mains voltage (tolerances)		3 x 400 V (-15 % - +15 %)
Mains fuses (slow-blow)	A	3 x 25
Setting range for welding current	A	30 - 350
Duty cycle 25 °C (40 °C)		350 A / 45 % (350 A / 40 %)
Duty cycle 25 °C (40 °C)		300 A / 60 % (250 A / 60 %)
Duty cycle 25 °C (40 °C)		250 A / 100 % (220 A / 100 %)
Dimensions L x W x H	mm	930 x 460 x 730
Weight	kg	112

5. Parameter-parameter pengujian

a. Arus listrik

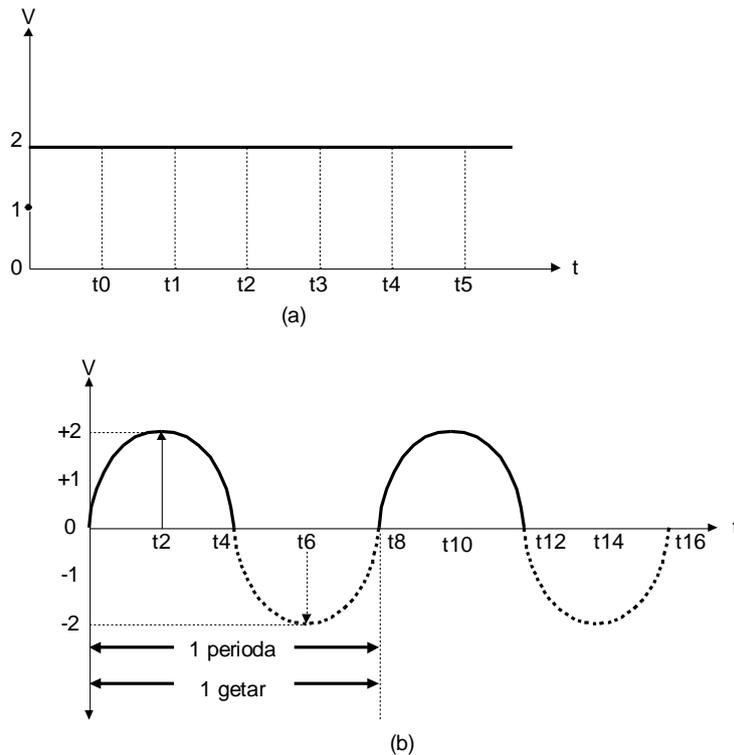
Arus listrik dapat dibandingkan dengan arus air, dengan perbedaan utama adalah arus air terjadi karena molekul-molekul air bergerak ke arah tertentu, sedangkan pada arus listrik yang bergerak adalah elektron-elektron bebas.

Besarnya arus listrik atau kuat arus listrik dinyatakan dalam “*Coulomb per detik*” (1 Coulomb (C) = $6,3 \times 10^{18}$ elektron-elektron = 1 *ampere*). Jika dalam 1 detik terdapat 5 coulomb elektron-elektron mengalir melewati satu titik, maka besarnya kuat arus adalah 5 Ampere (A). Arus listrik dapat dibagi menjadi :

- Arus searah (*Direct Current, DC*).
- Arus bolak-balik (*Alternating Current, AC*).

Arus searah (DC) merupakan arus listrik yang setiap saat hanya mempunyai satu arah saja. Sumber arus searah misalnya baterai, accu dan lain-lain.

Arus bolak-balik (AC) merupakan arus listrik yang berubah-ubah arahnya terhadap waktu menurut fungsi sinus. Sumber arus bolak-balik misalnya tegangan listrik dari PLN.



Gambar 2.9 Grafik DC Setiap Saat Kuat Arus Tetap Sama Besar (A) Dan Grafik AC (B).

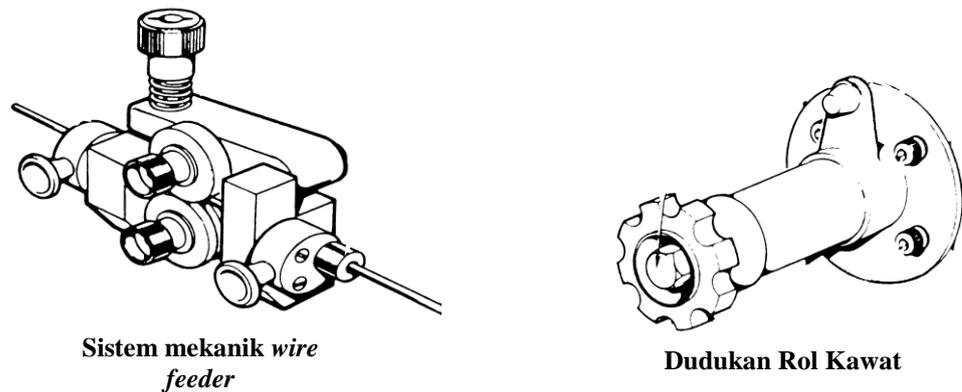
b. Wire Feeder Unit

Alat pengontrol kawat elektroda (*wire feeder unit*) adalah alat/perengkapan utama pada pengelasan dengan GMAW. Alat ini biasanya tidak menyatu dengan mesin las, tapi merupakan bagian yang terpisah dan ditempatkan berdekatan dengan pengelasan.

Fungsinya adalah sebagai berikut :

- menempatkan rol kawat elektroda
- menempatkan kabel las (termasuk tang las dan *nozzle*) dan sistem saluran gas pelindung

- mengatur pemakaian kawat elektroda (sebagian tipe mesin, unit pengontrolnya terpisah dengan *wire feeder* unit)
- mempermudah proses/ penanganan pengelasan, di mana *wire feeder* tersebut dapat dipindah-pindah sesuai kebutuhan.⁶



Gambar 2.10 Bagian-bagian Utama *Wire Feeder*

2.2. Aluminium

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted. Tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Prancis dan C.M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses *Heroult Hall* masih dipakai untuk memproduksi aluminium. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi di antara logam non ferro.

⁶ Ambiyar. Arwizet *et al.*, *opcit.*, hal.470-471.

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat mekanik, yaitu ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik. Logam ini dipergunakan secara luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga digunakan untuk material pesawat terbang, otomotif, kapal laut, dan konstruksi bangunan⁷.

Pemilihan bahan aluminium sebagai bahan konstruksi tidak akan mempunyai arti jika pada konstruksi tersebut yang dipentingkan kekuatan dan beratnya, akan tetapi jika yang dipentingkan itu berat jenis aluminium tersebut

maka pemakaian aluminium itu akan menjadi pilihan yang sangat bagus, sebab konstruksi akan menjadi sangat ringan dan juga akan tahan terhadap korosi.

Pada lapisan luar, aluminium selalu tertutup oleh sebuah lapisan tipis oksida yang memang merupakan sifat aluminium. Oksida inilah yang mempunyai sifat melindungi aluminium dari pengaruh-pengaruh asam atau garam yang dapat menyebabkan logam-logam berkarat.

Karena ketahanan terhadap korosi itu, maka aluminium merupakan bahan yang disukai untuk penerapan-penerapan arsitektonis (misalnya jendela, panel dinding luar, dan sebagainya) dan untuk bangunan kapal (rumah-rumah geladak, jendela kapal, dan sebagainya). Sama seperti produk-produk rumah tangga, untuk aluminium korosinya tidak beracun, oleh karena itu aluminium dipakai untuk perabotan dapur dan lain sebagainya.

Aluminium dalam jumlah yang banyak diseluruh dunia, berupa senyawa kimia. Untuk menghasilkan unsur-unsur kimia lain yang kita kehendaki merupakan pekerjaan yang sangat sukar dan memerlukan biaya yang tinggi.

⁷ Tata Surdia dan Shinroku Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, (Jakarta: Pradya Paramita, 2000), h. 129

Senyawa-senyawa kimia kimia dapat dicairkan dan diuraikan secara elektrolisis, aluminium akan mencair pada temperatur 665°C . Materi atau unsur kimia tidak dapat dihilangkan tetapi bentuknya dapat dirubah.

Alumunium magnesium *alloy* Dalam paduan biner Al-Mg satu fasa yang ada dalam keseimbangan dengan larutan padat Al adalah larutan padat yang merupakan senyawa antar logam Al_3Mg_2 . Paduan 5083 yang diambil adalah paduan antara (4,5%Mg) yang kuat dan mudah dilas sehingga banyak digunakan sebagai bahan untuk tangki LNG.

Aluminium mempunyai sifat yang menguntungkan dan banyak dipakai dalam industri-industri, bangunan-bangunan, dan perlengkapan rumah tangga, sifat-sifat aluminium tersebut antara lain :

1. Berat jenis aluminium yang ringan
2. Sifatnya kenyal sehingga dapat dirubah dengan berbagai macam bentuk
3. Titik lebur pada temperature 1229°F (665°C)
4. Sebagai daya hantar panas dan listrik yang baik
5. Mempunyai sifat mekanis yang baik

Aluminium merupakan suatu logam yang ditemukan dalam jumlah yang banyak diseluruh dunia. Aluminium terbentuk dari bahan-bahan dasar sebagai berikut :

1. Bauksit atau $(\text{Al}_2\text{O}_3)\text{H}_2\text{O}$, berupa tanah liat. Banyak ditemukan diberbagai tempat, termasuk di Indonesia yaitu dipulau Bintan.
2. Batu Manikam atau Al_2O_3 , terdapat dipulau Bintan.

3. Kryolit atau $\text{Na}_2 \text{Al F}_6$ terdapat di Greenland Selatan.
4. Batu Labrador, terdapat di Norwegia dan banyak dipergunakan disana.

Tabel 2.2 Tipe Elektroda dan Besar Arus

Electrode Diameter		Direct Current, A		Alternating Current, A			
		DCEN	DCEP	Unbalanced Wave		Balanced Wave	
in.	mm	EWP	EWP	EWP	EWTh-1	EWP	EWTh-1
		EWTh-1	EWTh-1		EWTh-2		EWZr
0.010	0.25	Up to 15	b	Up to 15	Up to 15	Up to 15	Up to 15
0.020	0.51	5-20	b	5-15	5-20	10-20	5-20
0.040	1.02	15-80	b	10-60	15-80	20-30	20-60
1/16	1.59	70-150	10-20	50-100	70-150	30-80	60-120
3/32	2.38	150-250	15-30	100-160	140-235	60-130	100-180
1/8	3.18	250-400	25-40	150-210	225-325	100-180	160-250
5/32	3.97	400-500	40-55	200-275	300-400	160-240	200-320
3/16	4.76	500-750	55-80	250-350	400-500	190-300	290-390
1/4	6.35	750-1000	80-125	325-450	500-630	250-400	340-525

2.3. Karakteristik Las Aluminium

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Menurut *Deutsche Industry Normen* (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas⁸.

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu.

⁸ Anni Faridaf, dkk. *Teknik Pembentukan Pelat Jilid 3*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan ..2008, h. 408

Dalam pengelasan, paduan aluminium mempunyai sifat yang kurang baik bila dibandingkan dengan baja. Sifat-sifat yang kurang baik atau merugikan tersebut adalah :

1. Karena panas jenis dan daya hantar panasnya tinggi maka sukar sekali untuk memanaskan dan mencairkan sebagian kecil saja.
2. Paduan aluminium mudah teroksidasi dan membentuk oksidasi aluminium Al_2O_3 yang mempunyai titik cair yang tinggi. Karena sifat ini maka peleburan antara logam dasar dan logam las menjadi terhalang.
3. Karena mempunyai koefisien muai yang besar, maka mudah sekali terjadi deformasi sehingga paduan-paduan yang mempunyai sifat getas panas akan cenderung membentuk retak-panas.
4. Karena perbedaan yang tinggi antara kelarutan hidrogen dalam logam cair dan logam padat, maka dalam proses pembekuan yang terlalu cepat akan terbentuk rongga halus bekas kantong-kantong hidrogen.
5. Paduan aluminium mempunyai berat jenis rendah, karena itu banyak zat-zat lain yang terbentuk selama pengelasan akan tenggelam. Keadaan ini memudahkan terkandungnya zat-zat yang tidak dikehendaki ke dalamnya.
6. Karena titik cair dan viskositasnya rendah, maka daerah yang kena pemanasan mudah mencair dan jatuh menetes.

Akhir-akhir ini sifat yang kurang baik tersebut telah dapat diatasi dengan alat dan teknik las yang lebih maju dan dengan menggunakan gas mulia sebagai

pelindung selama pengelasan. Dengan kemajuan ini maka sifat mampu las dari paduan aluminium menjadi lebih baik⁹.

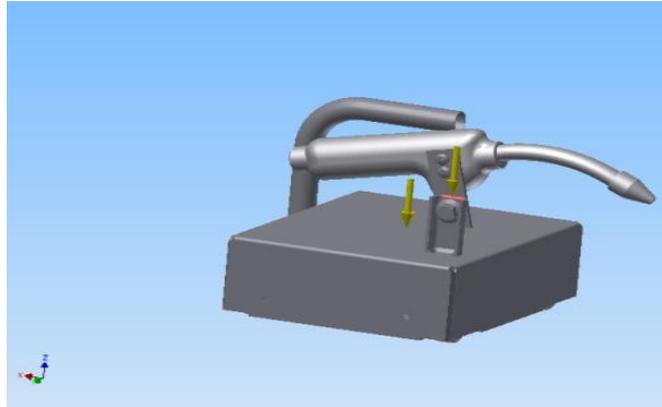
Sebagian besar retak las yang terjadi pada paduan aluminium adalah retak panas yang termasuk dalam kelompok retak karena pemisahan. Retak las ini dapat terjadi pada proses pembekuan dan proses pencairan. Retak las yang terjadi pada proses pembekuan disebabkan karena adanya penyusutan logam yang membeku dan dapat membentuk retak manik membujur, retak manik melintang dan retak kawah. Sedangkan retak yang terjadi pada proses pencairan disebabkan karena adanya pengendapan dari senyawa bertitik cair rendah seperti Mg, Si, Cu, Zn dan lain-lainnya.

2.4. Alat Bantu Pengelasan

Seperti yang dikutip dari sebuah penelitian karya Rahmat Saleh pada skripsinya yang berjudul “RANCANG BANGUN ALAT BANTU LAS MIG STRAIGHT LINE SEMI OTOMATIS” yang diharapkan berguna sebagai alat bantu operator las MIG dalam melakukan proses pengelasan, karena sistim kerja alat ini adalah mengelas lurus pada benda kerja dengan laju kecepatan mesin yang stabil sehingga akan diperoleh hasil lasan yang baik¹⁰ secara otomatis .

⁹ Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, (Jakarta: Pradya Paramita, 1996), h.115.

¹⁰ Rahmat Saleh, “Rancang Bangun Alat Bantu Las MIG Straight Line Semi Otomatis” (Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2013), h. 40



Gambar 2.11 Alat Bantu Pengelasan¹¹

Tabel 2.3 Spesifikasi ukuran yang digunakan¹²

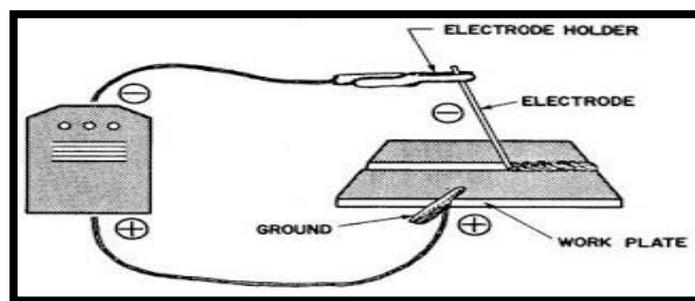
<u>Geometri</u>	
<u>Dimensi rangka mesin</u>	
<u>Panjang</u>	± 270 mm
<u>Lebar</u>	± 210 mm
<u>Tinggi</u>	± 80 mm
<u>Berat</u>	± 6 kg
<u>Dimensi rel (Jalur lintasan)</u>	
<u>Panjang</u>	± 1800 mm
<u>Lebar</u>	± 210 mm
<u>Berat</u>	± 65 kg

¹¹ *Ibid.* h. 69

¹² *Ibid.* h. 88

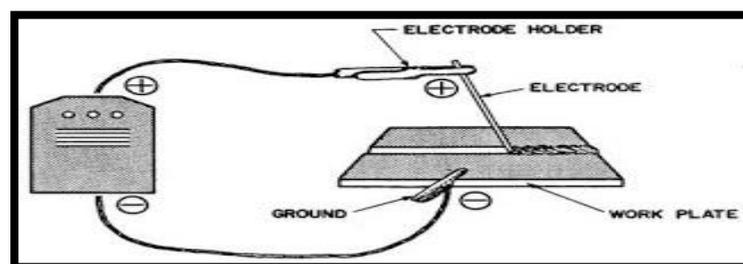
2.5 Polaritas

Mesin las DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas langsung dan polaritas terbalik. Pada polaritas langsung, kabel elektroda dipasang pada terminal negatif dan kabel masa pada terminal positif. Polaritas langsung sering disebut sebagai sirkuit las listrik dengan elektroda negatif (DC-).



Gambar 2.12 Polaritas Negatif (DC-)

Untuk polaritas terbalik, kabel elektroda dipasang pada terminal positif dan kabel masa dipasang pada terminal negatif. Polaritas terbalik sering disebut sirkuit las listrik dengan elektroda positif (DC+).

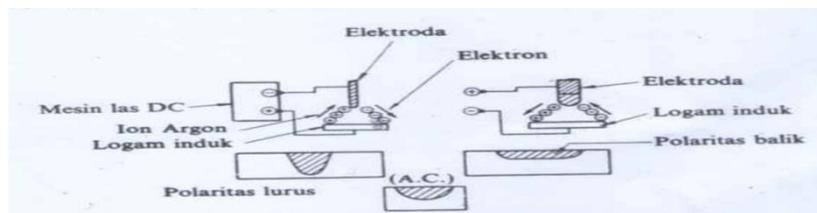


Gambar 2.13 Polaritas Positif (DC+)

Pemilihan jenis arus maupun polaritas pada pengelasan bergantung pada:

- a. Jenis bahan dasar yang akan dilas
- b. Jenis elektroda yang dipergunakan

Pengaruh polaritas pada hasil las adalah pada penembusan lasnya.



Gambar 2.14 Pengaruh Polaritas Pada Pengelasan¹³

Pada polaritas lurus (DC-) panas yang diterima oleh elektroda yaitu sebesar 30% dan pada benda kerjanya 70%. Sehingga pada proses pengelasan ini akan menghasilkan penembusan yang dangkal. Sedangkan untuk mesin las polaritas terbalik (DC+) panas yang diterima elektroda adalah 70% dan panas yang diterima oleh benda kerja adalah 30%, sehingga pada proses pengelasan ini akan menghasilkan penembusan yang dalam terhadap benda kerja. Ketika menggunakan mesin las tergantung pada pilihan elektroda yang digunakan, beberapa elektroda SMAW di desain khusus digunakan untuk mesin las polaritas terbalik ((DC+) dan polaritas lurus (DC-). Adapula elektroda yang didesain untuk dapat digunakan pada polaritas lurus (DC-) dan polaritas terbalik (DC+). Pembagian masukan panas ditunjukkan pada tabel di bawah ini¹⁴.

¹³ Harsono wiryosumarto dan Toshie okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, (Jakarta: Pradnya Paramita, 1994), h. 18

¹⁴ Daryanto, *Proses Pengolahan Besi dan Baja (Ilmu Metalurgi)*, (Bandung: Sarana Tutorial Nurani Sejahtera, 2010) h. 158.

Tabel 2.4 Pembagian Masukan Panas¹⁵

Jenis Polaritas	Panas Yang Diterima	
	Benda Kerja	Elektroda
DC +	1/3	2/3
DC -	2/3	1/3

2.6. Elektroda

Bentuk kawat elektroda yang digunakan pada MIG (*metal inert gas*) secara umum adalah *solid wire* dan *flux cored wire* , di mana penggunaan kedua tipe tersebut sangat tergantung pada jenis pekerjaan. *Solid wire* digunakan secara luas untuk mengelas konstruksi ringan sampai sedang dan dioperasikan pada ruangan yang relatif tertutup, sehingga gas

pelindungnya tidak tertiup oleh angin. Sedang *flux cored wire* lebih banyak dipakai untuk pengelasan konstruksi sedang sampai berat dan tempat pengelasannya memungkinkan lebih terbuka (ada sedikit tiupan angin). Untuk menjaga agar kawat elektroda tidak rusak atau berkarat, terutama dalam penyimpanan, maka perlu dikemas. Kemasan/ pengepakan yang banyak dijumpai dalam perdagangan adalah berupa gulungan (rol) di mana berat gulungan kawat yang banyak digunakan adalah 15 kg, 17 kg dan 30 kg.

Pada elektroda aluminium elemen dasar yang digunakan adalah magnesium, mangan, seng, silikon dan tembaga. Alasan utama menambahkan elemen tersebut adalah untuk meningkatkan kekuatan dan logam aluminium

¹⁵ *Ibid.* h.158

murni. Selain itu ketahanan korosi dan *weldability* juga merupakan alasan penambahan elemen tersebut. Elektroda yang paling sering digunakan adalah elektroda yang mengandung magnesium 5356 dan mengandung silikon 4043. Elektroda aluminium menggunakan standar penomoran menurut AWS A5.3. Adapun komposisi kimia untuk elektroda aluminium dapat kita lihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Untuk Elektroda Aluminium

AWS CLASS	ESAB		IRON&								
	DESIG-NATION	MAGN.	SILICON	IRON	SILICON	COPPER	MANG.	CHROM.	ZINC	NICK.	TITAN.
ER1100	1100 HQ(1)	--	1.0	--	--	0.05-0.20	0.05	--	0.10	--	--
ER1260	--	--	0.40	--	--	0.04	0.01	--	--	--	--
ER2319	--	0.02	--	0.30	0.20	5.8-6.8	0.20-0.40	--	0.10	--	0.10-0.20
ER4145	--	0.15	--	0.80	9.3-10.7	3.3-4.7	0.15	0.15	0.20	--	--
ER4043	4043 HQ (1)	0.05	--	0.80	4.5-6.0	0.30	0.05	--	0.10	--	0.20
ER4047	--	0.10	--	0.80	11.0-13.0	0.30	0.15	--	0.20	--	--
ER5039	--	3.3-4.3	--	0.40	0.10	0.03	0.30-0.50	0.10-0.20	2.4-3.2	--	0.10
ER5554	5554 HQ (1)	2.4-3.0	0.40	--	--	0.10	0.50-1.0	0.05-0.20	0.25	--	0.05-0.20
ER5654	5654 HQ (1)	3.1-3.9	0.45	--	--	0.05	0.01	0.15-0.35	0.20	--	0.05-0.15
ER5356	5356 HQ (1)	4.5-5.5	0.50	--	--	0.10	0.05-0.20	0.05-0.20	0.10	--	0.06-0.20
ER5556	5556 HQ (1)	4.7-5.5	0.40	--	--	0.10	0.50-1.0	0.05-0.20	0.25	--	0.05-0.20
ER5183	5183 HQ (1)	4.3-5.2	--	0.40	0.40	0.10	0.50-1.0	0.05-0.25	0.25	--	0.15
R-CN4A	--	0.03	--	1.0	1.5	4.0-5.0	0.35	--	0.35	--	0.25
R-CN42A	--	1.2-1.8	--	1.0	0.70	3.5-4.5	0.35	0.25	0.35	1.7-2.3	0.25
R-SC51A	--	0.40-0.60	--	0.80	4.5-5.5	1.0-1.5	0.5	0.25	0.35	--	0.25
R-SG70A	--	0.20-0.40	--	0.60	6.5-7.5	0.25	0.35	--	0.35	--	0.25

2.7. Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan berbanding secara linier dengan pergerakan busur las sepanjang benda kerja. Parameter ini biasanya dinyatakan dalam meter per menit. Pernyataan yang berhubungan dengan kecepatan pengelasan :

1. Dengan meningkatnya ketebalan material, kecepatan harus diturunkan.
2. Dengan material dan jenis penyambungan yang sama, jika arus listrik meningkat, maka kecepatan pengelasan juga harus meningkat.
3. Kecepatan pengelasan yang lebih tinggi dapat menggunakan teknik pengelasan maju (*forehand technique*).

2.8. Sudut Pengelasan

Salah satu faktor yang ikut menentukan kualitas hasil pengelasan adalah sudut pengelasan. Yang dimaksud dengan sudut pengelasan adalah sudut yang dibentuk oleh permukaan bahan dengan *welding gun*. Adapun sudut mengelas dapat dibagi menjadi empat macam yaitu :

- a. Posisi di Bawah Tangan

Posisi di bawah tangan yaitu suatu cara pengelasan yang dilakukan pada permukaan rata/ datar dan dilakukan dibawah tangan. Kemiringan elektroda las sekitar 10° - 20° terhadap garis vertikal dan 70° - 80° terhadap benda kerja.

- b. Posisi Tegak (Vertikal)

Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arah pengelasannya keatas atau kebawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah dapat diperkecil dengan

kemiringan elektroda sekitar 10° - 15° terhadap garis vertikal dan 70° - 85° terhadap benda kerja.

c. Posisi Datar (Horizontal)

Mengelas dengan horizontal biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti horizontal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar 5° - 10° terhadap garis vertikal dan 70° - 80° ke arah benda kerja.

d. Posisi di Atas Kepala (Over Head)

Posisi pengelasan ini sangat sukar dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuh dan mengenai juru las, oleh karena itu diperlukan perlengkapan yang serba lengkap antara lain: Baju las, sarung tangan, sepatu kulit dan sebagainya. Mengelas dengan posisi ini benda kerja terletak pada bagian atas juru las dan kedudukan elektroda sekitar 5° - 20° terhadap garis pengelasan.

2.9. Posisi Pengelasan

Tingkat kesulitan dalam pengelasan ini dipengaruhi oleh posisi pengelasan. Secara umum posisi pengelasan ini dibedakan berdasarkan posisi material, jalur las, elektroda dan juru las. Berikut akan dijelaskan macam posisi pengelasan :

1. Posisi bawah tangan (*down hand*) / I F / I G

Posisi ini terjadi apabila benda kerja terletak diatas bidang datar dan proses pengelasan berlangsung di bawah tangan. Posisi kerap digunakan oleh operator, dikarenakan benda kerja akan mudah untuk dikerjakan karena posisi benda kerja datar, sehingga hasil pengelasan akan lebih baik.

2. Posisi mendatar (horizontal) / 2 F / 2 G

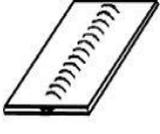
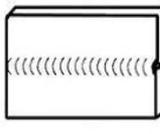
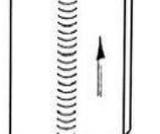
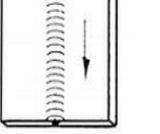
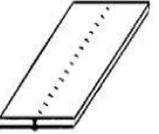
Pada posisi ini benda kerja berdiri tegak, sedangkan pengelasannya berjalan arah mendatar (horizontal) sejajar dengan pundak operator. Hasil pengelasannya biasanya akan sedikit menurun bila dibandingkan dengan posisi *downhand*.

3. Posisi Tegak (Vertikal) / 3 F / 3 G

Posisi ini lebih sulit pengerjaannya, karena adanya gaya berat cairan bahan pengisi dan bahan dasar. Pada posisi ini benda kerja berdiri tegak dan pengelasan juga berjalan tegak dengan arah naik turun. Untuk mendapatkan pengelasan yang baik dibutuhkan kecakapan sang operator.

4. Posisi atas kepala (*over head*) / 4 F / 4 G

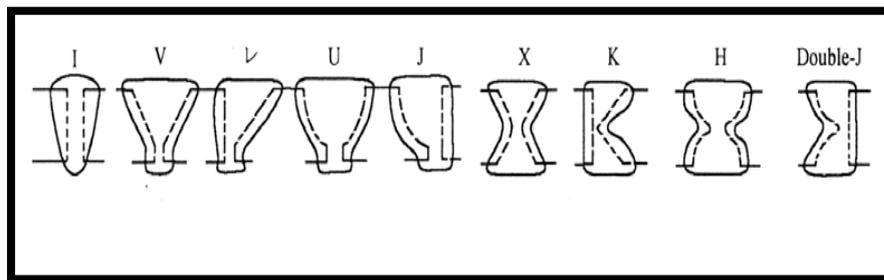
Untuk posisi yang sulit ini operator sudah harus berpengalaman dalam soal mengelas. Selain itu dalam pengelasan posisi ini harus memakai pakaian (baju / apron) las lengkap dengan kelengkapan lain yang berhubungan dengan keselamatan kerja.

Posisi 1G	Posisi 2G	Posisi 3G	Posisi (v-d)G	Posisi 4G
				
Datar	Horizontal	Vertikal ke atas	Vertikal ke bawah	Atas kepala

Gambar 2.15 Posisi Pengelasan¹⁶

2.10. Kampuh Las

Alur pengelasan dinyatakan oleh sepasang sisi ujung dari dua logam yang akan disambung dengan pengelasan. Persiapan kampuh las meliputi persiapan ujung-ujung permukaan. Sebuah kampuh las harus dirancang untuk pengelasan yang efisien secara ekonomis dan mudah pelaksanaannya dan untuk meminimalkan jumlah endapan tanpa menyebabkan cacat las. Ubah bentuk geometri kampuh, sesuaikan dengan ketebalan logam yang akan disambung : kampuh I, V, X, U atau H harus dipilih sesuai penambahan ketebalan. Gambar 2.16 menunjukkan bentuk geometri kampuh¹⁷.

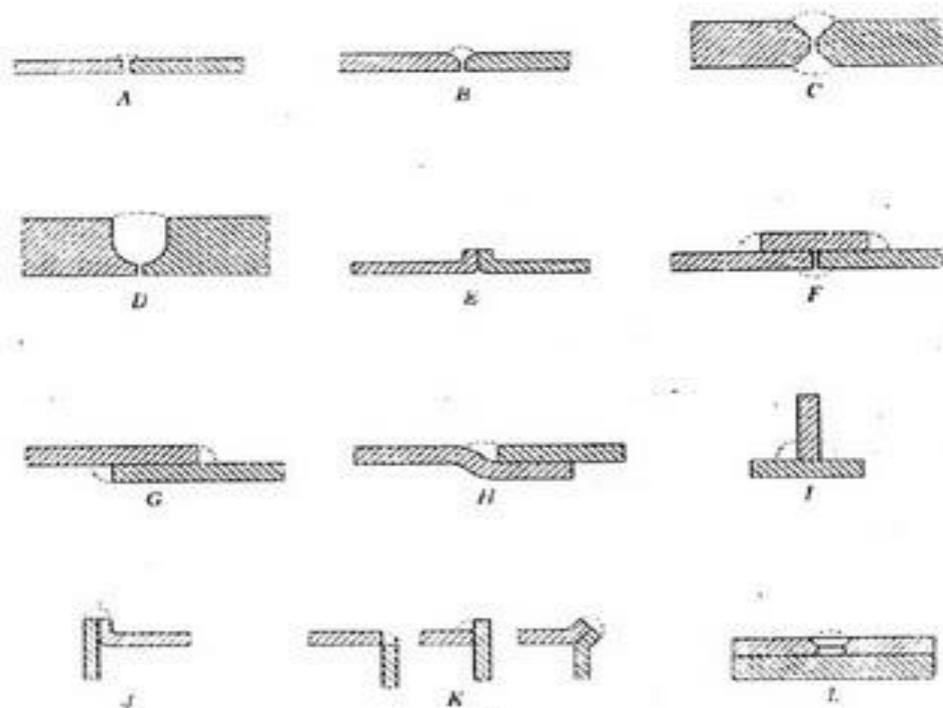


Gambar 2.16 Bentuk Geometri Kampuh

¹⁶ Hery Sunaryo, *Teknik Pengelasan Kapal jilid 1*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan), h. 98

¹⁷ Ibid. h. 234

Kampuh las dapat dipersiapkan dengan pemesinan atau pemotongan panas lainnya. Metode pemotongan panas yang dapat dipakai meliputi : pemotongan gas, pemotongan busur plasma, pemotongan busur udara, pemotongan laser, dsb. Yang paling umum dilakukan adalah metode pemotongan gas. Jika kampuh dipersiapkan dengan menggunakan pemotongan gas atau pemotongan busur plasma, serpihan serpihan kotoran pada permukaan harus dibuang. Karena permukaan yang dipotong secara kasar pada permukaan kampuh dapat menyebabkan cacat las, maka hal-hal tersebut harus diperbaiki dengan penggerindaan atau dengan metode-metode lain yang tepat.



Gambar 2.17 Jenis-jenis kampus las

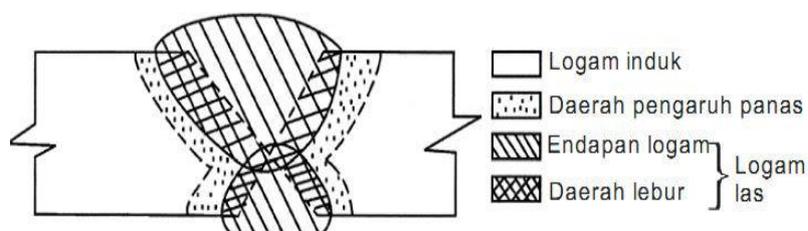
Tabel 2.7 Bentuk geometri kumpu standar untuk las tumpul busur terlindung (Asosiasi Struktur Baja Jepang)¹⁸

Ilustrasi	Ketebalan plat	Posisi pengelasan	Ukuran		Ilustrasi	Ketebalan plat	Posisi pengelasan	Ukuran	
			G	T				G	R
	≥6	F H V O	G	$\frac{1}{2}T$		≥6	F H V O	G	6
	≥6	F H V O	G	T		≥12	F H V O	R	2
	≥6	F H V O	G	0		≥16	F H V O	R	2
	≥6	F H V O	R	2		≥16	F H V O	R	2
	≥12	F H V O	a ₁	60°		≥16	F H V O	a ₁	45°
	≥6	F H V O	G	6		≥16	F	a ₁	60°
	≥6	F H V O	R	2		≥16	F	G	0
	≥6	F H V O	a ₁	45°		≥16	F	R	2
	≥6	F H V O	G	9		≥16	F	a ₁	20°
	≥12	F H V O	R	2		≥16	F	r ₁	6
	≥12	F H V O	a ₁	35°		≥16	H V O	G	0
	≥6	F H V O	R	2		≥16	H V O	R	2
	≥6	F H V O	a ₁	60°		≥16	H V O	a ₁	45°
	≥6	F H V O	a ₂	60°		≥16	H V O	r ₁	6
	≥16	F H V O	G	0		≥16	F	G	0
	≥6	F H V O	R	2		≥16	F	R	2
	≥6	F H V O	a ₁	60°		≥16	F	a ₁	30°
	≥6	F H V O	a ₂	60°		≥16	F	r ₁	9
	≥6	F H V O	G	0		≥16	F	G	0
	≥6	F H V O	R	2		≥16	F	R	2
	≥6	F H V O	a ₁	45°		≥16	F	a ₁	45°
	≥6	F H V O	a ₂	45°		≥16	H V O	r ₁	9

¹⁸ Ibid, h.235

2.11. Daerah Terpengaruh Panas (HAZ)

Panas pada *welding*, *termal cutting* dan *brazing* menyebabkan terjadinya perubahan mikrostruktur dan mekanikal properties pada suatu logam. Daerah pada logam yang mendapat perlakuan panas dengan *welding*, *termal cutting* ataupun *Brazing* akan membentuk apa yang disebut Daerah Terpengaruh Panas / Heat Affected Zone (HAZ). Komposisi dari logam serta pengaruh kecepatan pemanasan dan pendinginan akan mempengaruhi besar kecilnya HAZ tersebut.



Gambar 2.18 Daerah Pengaruh Panas¹⁹

Daerah pengelasan terdiri dari 3 bagian Yaitu logam lasan, daerah pengaruh panas (HAZ) dan logam induk yang tidak terpengaruh panas. Logam las adalah badiian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair kemudian membeku. Daerah pengaruh panas atau daerah HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat. Logam induk tak terpengaruh panas adalah logam yang selama proses pengelasan tidak terjadinya perubahan struktur dan sifat.

¹⁹ Hery Sunaryo, *Teknik Pengelasan Kapal jilid 1*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan), h. 185

2.12. Uji Tarik (*Tensile Test*)

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpajangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus. Tetapi jika gaya tarik sudut berhimpit maka yang terjadi adalah gaya lentur.

Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering

diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material. Mesin uji tarik terdiri dari beberapa bagian pendukung utama, diantaranya : kerangka, mekanisme pencekam spesimen, sistem penarik dan mekanisme, serta sistem pengukur.

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji.

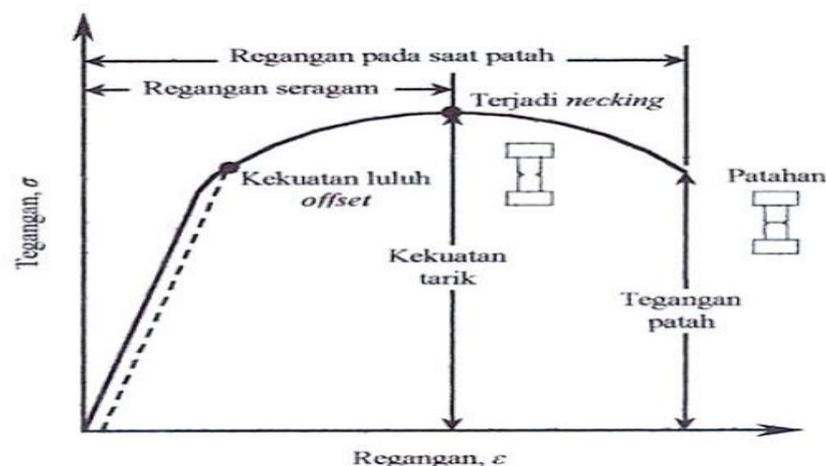
Tegangan yang didapatkan dari kurva tegangan teoritik adalah tegangan yang membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan tersebut diperoleh dengan cara membagi beban dengan luas awal penampang lintang benda uji itu.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Regangan (e) yang didapatkan adalah regangan linear rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan (*Gage Length*) benda uji (δ atau ΔL), dengan panjang awal.

$$e = \frac{\delta}{L_0} = e = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$$

Karena tegangan dan regangan diperoleh dengan cara membagi beban dan perpanjangan dengan factor yang konstan, kurva beban perpanjangan akan mempunyai bentuk yang sama seperti pada gambar 2.11



Gambar 2.19 Kurva Tegangan Regangan Teknik ($\sigma - \epsilon$)

Bentuk dan besaran pada kurva tegangan-regangan suatu logam tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastis yang pernah dialami, laju

regangan, temperatur, dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan logam adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh atau titik luluh, persen perpanjangan, dan pengurangan luas²⁰.

²⁰ Dendi, "Karakteristik Hasil Pengelasan TIG Pada Pelat Alumunium 5083 Akibat Pengaturan Arus Listrik dan Tekanan Gas Argon" (Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2013), h. 26.