

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman industri sekarang ini teknologi pengelasan telah banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan permesinan, hal ini merupakan pengaruh dari berkembangnya proses manufaktur. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan pada saat logam dalam keadaan cair. Sekarang ini pengelasan merupakan pelaksanaan pekerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi, hal ini disebabkan karena teknologi las memiliki beberapa keunggulan diantaranya konstruksinya lebih ringan dibanding dengan teknik penyambungan lainnya serta proses pengelasan lebih sederhana dan cepat sehingga dapat menghemat biaya produksi.

Oleh karena itu pengembangan teknologi las terus diteliti dan dikembangkan untuk mencapai suatu kondisi sambungan yang diinginkan. Aplikasi pengelasan diantaranya digunakan pada industri transportasi, penyambungan dua pelat dan lain-lain.

Preheating atau pemanasan awal bertujuan untuk menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kerusakan/cacat pada saat dan setelah pengelasan. Pada setiap jenis logam memiliki suhu yang berbeda-beda yang digunakan untuk suhu *preheating*.

Tujuan perlakuan *preheating* untuk meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisis logam. Oleh karena itu, pemilihan suhu preheating sangat penting dilakukan untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis yang baik.

Menurut Sonawan dan Suratman (2006: 81), adanya pemanasan dan pendinginan produk lasan merupakan indikasi bahwa pada proses pengelasan sebenarnya terjadi proses perlakuan panas. Perubahan struktur mikro HAZ adalah salah satu contoh produk perlakuan panas pengelasan, Metode pengelasan juga dapat mempengaruhi kualitas lasan. Metode yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Salah satu metode pengelasan adalah *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* atau bisa juga disebut dengan *Tungsten Inert Gas (TIG)*.

Metode pengelasan logam yang meliputi prosedur pengelasan, prosedur perlakuan panas, desain sambungan, serta teknik pengelasan disesuaikan dengan jenis bahan, peralatan, serta posisi pengelasan saat sambungan las dibuat. Aspek efektifitas, efisiensi proses, dan pertimbangan ekonomis berkaitan erat dengan pemilihan peralatan las.

Tungsten Inert Gas (TIG) atau disebut juga *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* adalah proses pengelasan menggunakan panas dari busur listrik yang terbentuk antara elektroda tungsten yang tidak terumpan dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar, sehingga tidak menghasilkan terak (kotoran las) dan bebas dari terbentuknya percikan las (*spatter*).

Pemanfaatan preheating sebuah plat dalam proses pengelasan plat body mobil permasalahan di lapangan bahwa kendaraan mobil selalu terkena sinar matahari langsung yang berdampak perubahan fisik material plat pada sebuah *body* kendaraan, maka hal tersebut menimbulkan permasalahan pada sebuah

kendaraan, maka perlu penelitian sebuah perlakuan *plat body* sebelum pengelasan dilakukan perlakuan preheating terlebih dahulu.

1.2 Permasalahan

Preheating dalam pengelasan ditujukan untuk menurunkan laju pendinginan daerah hasil lasan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, suhu yang digunakan untuk *preheating* Plat ST 37 pada pengelasan untuk penggunaan pada bodi mobil modifikasi sebelum dilakukan pengelasan adalah 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa preheat. Pengujian mekanis yang dilakukan adalah kekerasan dan dampak. Pemilihan temperatur yang tepat diharapkan dapat mempengaruhi hasil pengelasan yang baik.

Berdasarkan uraian di atas maka muncul permasalahan yaitu Bagaimana kekuatan kekerasan Plat ST 37 dengan ketebalan 1 mm akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan GTAW ?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan menjadi lebih jelas dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka peneliti perlu membatasi masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*.
2. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Plat ST 37 Dengan Ketebalan 1 mm.
3. Pengelasan menggunakan metode pengelasan GTAW.

4. Diameter elektroda tungsten yang digunakan yaitu 3,2 mm.
5. Pengujian dilakukan dengan untuk mengetahui kekuatan kekerasan dan dampak hasil sambungan las dengan dimensi spesimen uji sesuai standar ASTM E-8.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh kekerasan suhu preheating pada hasil pengelasan GTAW.
2. Untuk mengetahui suhu preheating yang terbaik pada pengelasan GTAW.
3. Untuk mengetahui kekurangan yang ditimbulkan akibat pengelasan TIG sehingga dapat diminimalisir kekurangan tersebut.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah menyambung dua benda kerja atau lebih, tanpa menggunakan atau dengan menggunakan bahan tambah dengan cara memanasi benda kerja tersebut sampai titik cair dan menyatu menjadi satu, sehingga membentuk suatu sambungan/kampuh.

Pengelasan dengan oksidasi asetilen adalah salah satu cara pengelasan dimana panas untuk pengelasan diperoleh dari nyala api hasil pembakaran gas asetilen dengan oksigen. Proses las gas memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan proses las yang lain, karena itu pemakaiannya dalam industri terbatas pada pekerjaan – pekerjaan pemeliharaan, mengelas logam dengan temperatur cair rendah, mengelas bahan yang tipis, mengelas pateri dan mematri keras. Untuk mengelas yang baik dan benar terlebih dahulu harus mengidentifikasi jenis material yang akan dilas.

2.2 Jenis-jenis Proses Pengelasan

Secara konvensional, jenis-jenis proses pengelasan pada saat ini dapat dibagi dalam dua golongan yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, dan las patri. Sedangkan klasifikasi yang kedua

membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan lain-lain. Diantara kedua cara klasifikasi tersebut diatas, klasifikasi berdasarkan cara kerjanya yang lebih banyak digunakan. Berdasarkan klasifikasi ini dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu :

- a. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
- b. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan ditekan hingga menjadi satu.
- c. Pematrian adalah pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah.

Dalam cara ini logam induk tidak ikut mencair. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan pada saat ini adalah pengelasan cair dengan busur dan dengan gas. Karena itu kedua cara tersebut akan dibahas secara terpisah. Cara pengelasan yang sering dipergunakan dalam praktek dan termasuk klasifikasi las busur listrik adalah las elektroda terbungkus, las busur dengan pelindung gas, dan las busur dengan pelindung bukan gas.

1. Las Elektroda Terbungkus

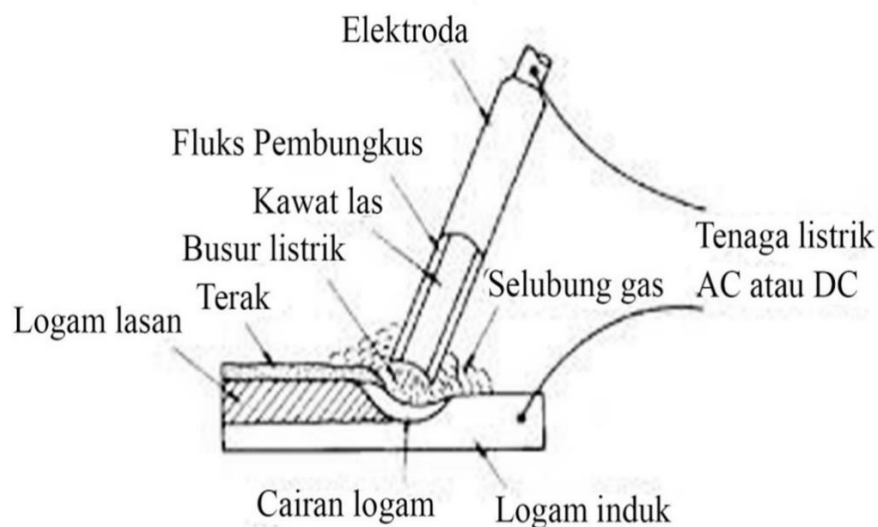
Las elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini, dalam cara ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda, karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.

Dalam las elektroda terbungkus fluks memegang peranan penting karena fluks bertindak sebagai :

- Pemantap busur dan penyebab kelancaran pemindahan butir-butir cairan logam.
- Sumber terak atau gas yang dapat melindungi logam cair terhadap udara di sekitarnya.
- Pengatur penggunaan.
- Sumber unsur-unsur paduan.

Fluks biasanya terdiri dari bahan-bahan tertentu dengan perbandingan tertentu. Bahan-bahan tersebut antara lain oksida-oksida logam, karbonat, silikat, fluorida, zat organik, baja paduan dan serbuk besi. Seperti pada gambar 2.1 di bawah ini



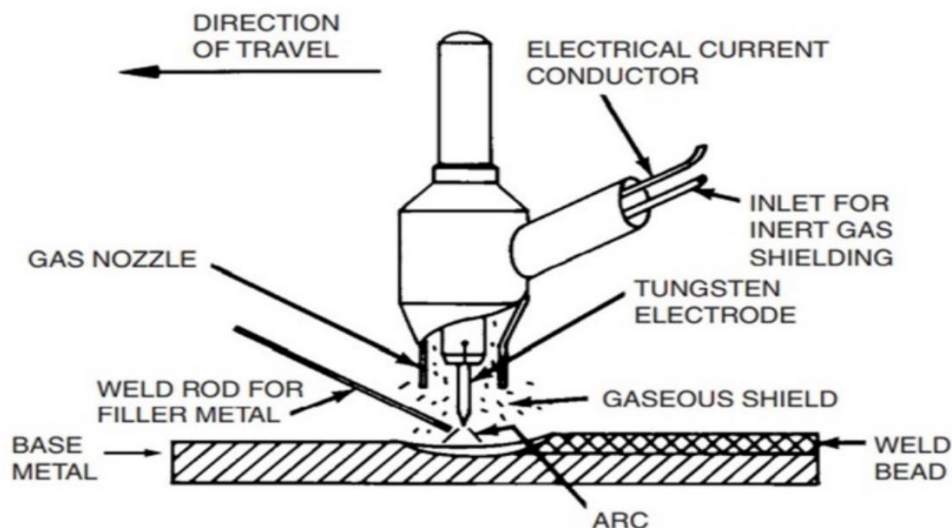
Gambar 2. 1 Las Busur dengan Elektroda Terbungkus

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.

3. Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)

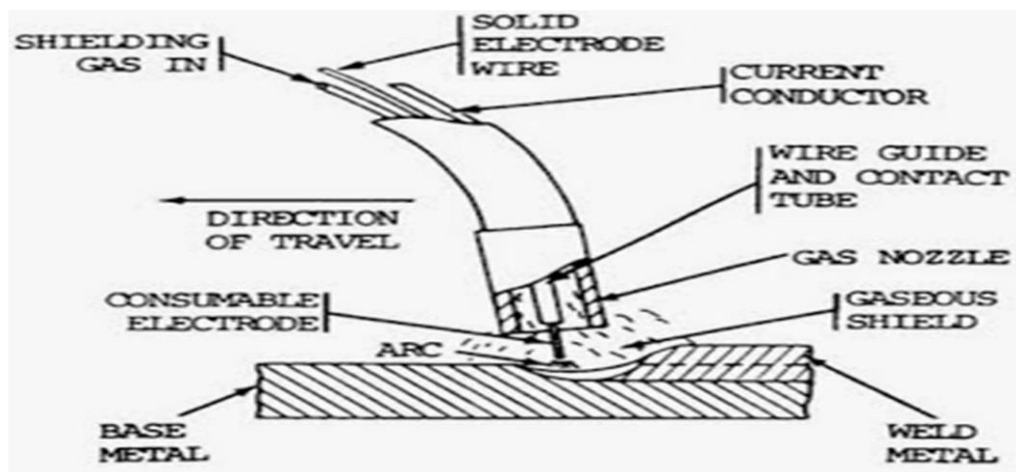
Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda tak terumpan) dengan benda kerja logam. Daerah pengelasan dilindungi oleh gas lindung (gas tidak aktif) agar tidak terkontaminasi dengan udara luar. Kawat las dapat ditambahkan atau tidak tergantung dari bentuk sambungan dan ketebalan benda kerja yang akan dilas. Seperti pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 2 Las TIG

4. Las *MIG* (*Metal Inert Gas*)

Las listrik *MIG* adalah las busur listrik dimana panas yang ditimbulkan oleh busur listrik antara ujung elektroda dan bahan dasar, karena adanya arus listrik dan menggunakan elektrodanya berupa gulungan kawat yang berbentuk rol yang gerakannya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Kecepatan gerakan elektroda dapat diatur sesuai dengan keperluan. Tangkai las dilengkapi dengan *nozzle* logam untuk menyemburkan gas pelindung yang dialirkan dari botol gas melalui selang gas. Seperti pada gambar 2.3 di bawah ini



Gambar 2. 3 Las *MIG*

5. Las Busur Tanpa Gas

Operasi pengelasan ini sama dengan operasi pengelasan las busur gas. Dalam hal semi otomatis, kawat las digerakkan secara otomatis sedang alat pembakar digerakkan dengan tangan, sedangkan dalam hal otomatis penuh kedua-duanya digerakkan secara otomatis. Pengelasan ini tidak menggunakan selubung gas apapun juga, oleh karena itu proses pengelasan menjadi lebih sederhana. Berikut ini adalah beberapa hal yang penting dalam las busur tanpa gas:

- a. Tidak menggunakan gas pelindung sehingga pengelasan dapat dilakukan di

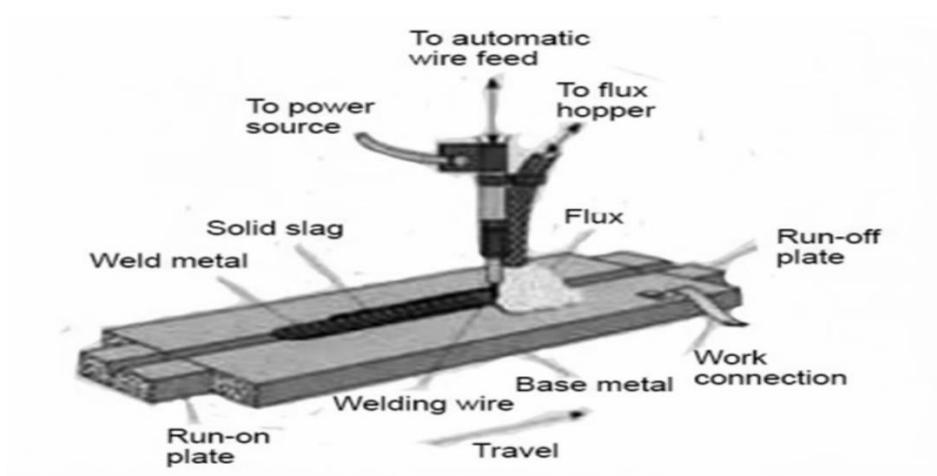
lapangan yang berangin.

- b. Efisiensi pengelasan lebih tinggi dari pengelasan dengan busur terlindung.
- c. Dapat menggunakan las listrik AC.
- d. Dihasilkan gas yang banyak sekali.
- e. Kualitas pengelasan lebih rendah dari pengelasan yang lain.

Berhubung karena tidak ada gas dari luar yang melindungi maka dalam pengelasan ini digunakan kawat las berisi fluks yang bersifat dapat menghasilkan gas yang banyak dan dapat membentuk terak, mempunyai sifat deoksidator dan denitrator, dan dapat memantapkan busur.

6. Las Busur Rendam (*Submerged Arc Welding/SAW*)

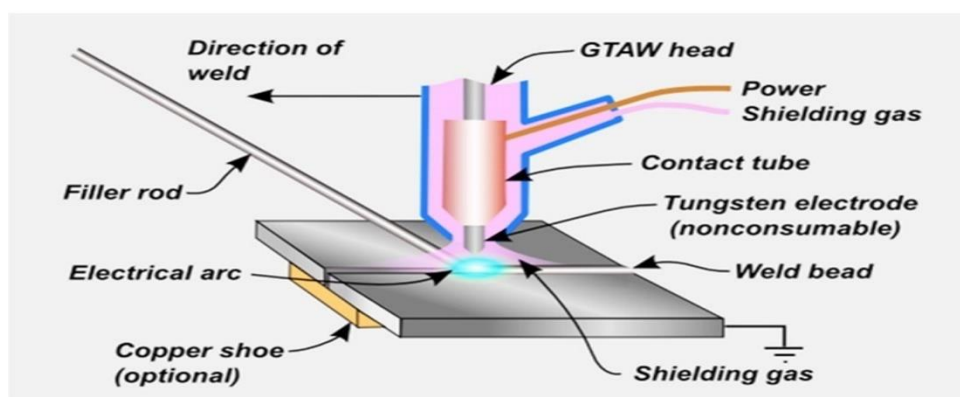
Prinsip dasar pengelasan ini adalah menggunakan arus listrik untuk menghasilkan busur (*Arc*) sehingga dapat melelehkan kawat pengisi lasan (*filler wire*), dalam pengelasan SAW ini cairan logam lasan terendam dalam fluks yang melindunginya dari kontaminasi udara, yang kemudian fluks tersebut akan membentuk terak las (*slag*) yang cukup kuat untuk melindungi logam lasan hingga membeku. Seperti pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2. 4 Las Busur Rendam

2.1 Pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*)

Gas tungsten arc welding atau *tungsten inert gas (TIG)* adalah jenis las listrik yang menggunakan bahan tungsten sebagai elektroda tidak terkonsumsi, elektroda ini digunakan hanya untuk busur nyala listrik bahan penambah berupa batang las (Rod) yang dicairkan oleh busur nyala tersebut mengisi kampuh bahan induk sementara untuk mencegah oksidasi digunakan gas mulia seperti (Argon, Helium, Freon) dan CO₂ sebagai gas pelindung.



Gambar 2. 5 Proses las *TIG*

Jenis las ini bisa digunakan dengan bahan penambah atau tanpa bahan penambah las ini menghasilkan sambungan las yang bermutu tinggi panas dari busur terjadi diantara elektroda tungsten dan logam induk akan meleburkan logam pengisi ke logam induk di mana busurnya dilindungi oleh gas mulia (Argon).

Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan bahan dasar merupakan sumber panas untuk pengelasan titik cair elektroda sedemikian tingginya sampai 3410⁰C, sehingga tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik sebagian bahan tambah dipakai elektroda tanpa selaput yang digerakkan dan didekatkan ke busur yang terjadi antara elektroda dengan bahan dasar.

1. Pembakar las GMAW (*Gas tungsten arc welding*)

- a. Penyedia arus
- b. Penyedia gas argon
- c. Elektroda Tungsten
- d. Semburan gas pelindung

2. Karakter mesin las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

Mesin las AC/DC merupakan mesin las pembangkit arus AC/DC yang digunakan pada proses las GTAW, Sekarang ini teknologi pengelasan telah berkembang pesat termasuk pada mesinmesin las sekarang yang telah canggih ada beberapa yang masih manual tapi dewasa ini mesin las telah banyak yang otomatis.

3. Pengaplikasian las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

- a. Las TIG sering digunakan di industri otomotif terutamanya pada pelat tipis pembuatan body-body kendaraan mobil.
- b. Sangat baik untuk digunakan dalam pengelasan tembusan (Rood)
- c. Untuk pembuatan pagar yang difokuskan pada bahan stanliss atau aluminium.

4. Kelebihan dan Kekurangan las GTAW (*Gas tungsten arc welding*)

Kelebihan :

- a. Hasil pengelasan tidak perlu dibersihkan karena tidak menghasilkan slag.
- b. Hasil lasan lebih kuat karena dapat penetrasi yang dalam dan ketahanan korosi lebih tinggi.
- c. Hasil pengelasan sangat bersih.
- d. Proses pengelasan dapat diamati dengan mudah, asap yang timbul tidak

banyak.

e. Tidak menghasilkan spater atau percikan las sehingga lasan lebih bersih.

Kekurangan :

- a. Untuk efisiensi kecepatan las TIG rendah.
- b. Saat proses pengelasan berlangsung dapat terjadi Burnback.
- c. Cacat las porositas atau lubang-lubang kecil sering terjadi jika gas pelindung permukaan pengelasan tidak dapat melindungi secara maksimal.

2.3 Elektroda

Elektroda tungsten adalah elektroda tidak terumpan (nonconsumable electrode) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan. Elektroda ini tidak berfungsi sebagai logam pengisi sambungan sebagaimana yang biasa dipakai pada elektroda batang las busur metal maupun elektroda gulungan pada las MIG.

Tabel 2. 1 Ketentuan umum penyetelan besaran kuat arus dan tegangan berdasarkan diameter kawat dan tebal bahan

Diameter Kawat	Arus (Amper)	Tegangan (Volt)	Tebal Bahan
0.6 mm	50 – 80	13 – 14	0.5 – 1.0 mm
0.8 mm	60 – 150	14 – 22	0.8 – 2.0 mm
0.9 mm	70 – 220	15 – 25	1.0 – 10 mm
1.0 mm	100 – 290	16 – 29	3.0 – 12 mm
1.2 mm	120 – 350	18 – 32	6.0 – 25 mm
1.6 mm	160 - 390	18 - 34	12.0 – 50 mm

Titik lebur metal tungsten adalah 6.170⁰F (3.410⁰C). Pada saat tungsten mendekati suhu tersebut, sifatnya menjadi thermionic (sumber pemasok elektron). Suhu tersebut dihasilkan melalui tahanan listrik, jika saja bukan karena pengaruh

pendinginan dari penguapan elektron yang keluar dari ujung elektroda, elektroda tersebut akan mencair oleh panas yang dihasilkan dari tahanan listrik tersebut. Pada kenyataannya suhu pada ujung elektroda jauh lebih dingin daripada bagian dari elektroda diantara ujungnya dan bagian collet yang paling dingin. Ada beberapa tipe elektroda tungsten yang biasa dipakai dalam pengelasan TIG yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Tipe Eletroda Tungsten

Klasifikasi AWS	Perkiraan Komposisi	Kode Warna
EWP	Tungsten murni	Hijau
EWCe-2	97,3% tungsten, 2% cerium oksida	Oranye
EWLa-1	98,3% tungsten, 1% lanthanum oksida	Hitam
EWTh-1	98,3% tungsten, 1% thorium oksida	Kuning
EWTh-2	97,3% tungsten, 2% thorium oksida	Merah
EWZr-1	99,1% tungsten, 0,25% zirconium oksida	Coklat
EWG	94,5% tungsten, sisa tidak disebut	Abu-abu

Tabel di atas disusun berdasarkan klasifikasi AWS dimana kode:

E : elektroda

W : wolfram atau tungsten

P : tungsten murni (pure tungsten)

G : umum (general) dimana komposisi tambahan biasa tidak disebut. C e - 2, La- 1, Th-1, Th-2, dan Zr-1 masing-masing adalah komposisi tambahan sebagaimana yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Elektroda tungsten murni biasa digunakan untuk pengelasan AC pada pengelasan aluminium maupun magnesium. Elektroda tungsten thorium digunakan untuk pengelasan DC. Elektroda tungsten Zirconium digunakan untuk AC- HF Argon dan AC Balanced Wave Argon. Elektroda tungsten disediakan dalam berbagai ukuran diameter dan panjang. Untuk diameter dari mulai ukuran 0,254

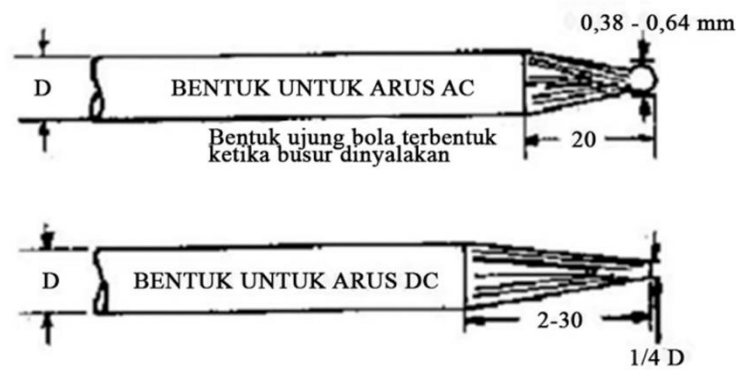
mm sampai dengan 6,35 mm. Untuk panjang disediakan mulai dari 76,2 mm sampai dengan 609,6 mm. Pada penelitian ini, elektroda tungsten yang digunakan adalah elektroda tungsten EWTh-2 karena material yang digunakan adalah baja karbon sedang dengan menggunakan arus DC negatif. Telah dilakukan penelitian mengenai nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh pada spesimen baja paduan rendah menggunakan las TIG dengan menggunakan elektroda tungsten EWTh-2 dan EWP, diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi yaitu 382,7 MPA pada kuat arus 130 Ampere dengan menggunakan elektroda tungsten EWTh-2.

Penggunaan elektroda tungsten untuk pengelasan baja karbon dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2. 3 Penggunaan Elektroda Tungsten Untuk Mengelas Baja Karbon

Diameter elektroda mm	Arus Las			
	AC		Elektroda negatif	Elektroda Positif
	YWP	YWth	Ywp, YWth	Ywp, YWth
0,5	5 ~ 15	5~ 20	5 ~ 20	-
1,0	5 ~ 60	15 ~ 60	15~ 80	-
1,6	50 ~ 100	70 ~ 150	70 ~ 150	10 ~ 150
2,4	100 ~ 160	140 ~ 235	150 ~ 250	15 ~ 30
3,2	150 ~ 210	225 ~ 325	250~ 400	25 ~ 40
4,0	200 ~ 275	300 ~ 425	400 ~ 500	40 ~ 55
4,8	250 ~ 350	400 ~ 525	500 ~ 800	55 ~80
6,4	325 ~ 475	500 ~ 150	800 ~ 1100	80 ~ 125

Pengasahan elektroda tungsten dilakukan membujur dengan arah putaran gerinda. Pengasahan dengan arah ini akan mempermudah aliran arus yang akan digunakan di dalam pengelasan, sebaliknya jika penggerindaan dilakukan melintang dengan arah putaran batu gerinda akan mengakibatkan terhambatnya jalannya arus yang digunakan untuk mengelas. Adapun kuran penggerindaan elektroda tungsten dapat dilihat pada Gambar 2.6.



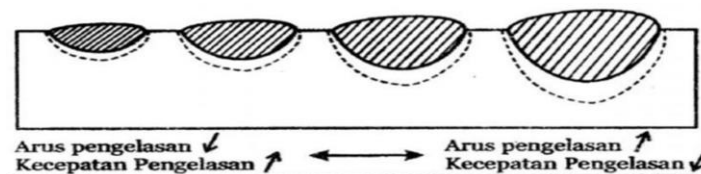
Gambar 2. 6 Penggerindaan Elektroda *Tungsten*

2.5. Parameter Pengelasan *Tungsten Inert Gas (TIG)*

Parameter utama pada pengelasan TIG adalah tegangan busur (arc length), arus pengelasan, kecepatan gerak pengelasan (travel speed), dan gas pelindung. Jumlah energi yang dihasilkan oleh busur sebanding dengan arus dan tegangan yang dialirkan, sedangkan jumlah bahan las yang dideposisikan persatuan panjang berbanding terbalik dengan kecepatan gerak pengelasan. Busur yang dihasilkan dengan gas pelindung helium lebih dalam dari pada dengan gas argon.

1. Kecepatan Pengelasan (*Travel speed*)

Kecepatan pengelasan mempengaruhi lebar lajur las dan kedalaman penetrasi TIG dan juga berpengaruh terhadap biaya. Pada beberapa aplikasi, kecepatan pengelasan dipandang sebagai obyektif bersama dengan variabel lainnya dipilih untuk mendapatkan konfigurasi las yang dikehendaki pada kecepatan tertentu



Gambar 2. 7 Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Penetrasi dan Lebar Lajur Las

2. Tegangan Busur

Tegangan yang diukur antara elektroda tungsten dengan bahan induk biasanya disebut tegangan busur. Tegangan busur ini sangat tergantung pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Arus busur
- b. Bentuk ujung elektroda tungsten
- c. Jarak antara elektroda tungsten dengan bahan induk
- d. Jenis gas lindung

3. Arus Busur

Secara umum dapat dikatakan bahwa arus pengelasan menentukan penetrasi las karena berbanding langsung, atau paling tidak secara *exponensial*. Arus busur juga mempengaruhi tegangan. Jika voltasenya tetap maka arus bertambah. Karenanya untuk mempertahankan panjang busur pada kepanjangan tertentu, perlu untuk mengubah penyetelan tegangan manakala arus disetel. GTAW atau TIG dapat menggunakan arus searah maupun arus bolak-balik. Pemilihan arus tergantung pada jenis bahan yang akan dilas. Arus searah dengan elektroda pada bagian negatif dapat menghasilkan penetrasi yang cukup dalam dan kecepatan las yang lebih tinggi, terutama apabila gas lindungnya adalah helium. Namun dalam aplikasinya, pada pengelasan TIG gas pelindung yang banyak digunakan adalah gas argon.

2.6. Baja Karbon

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dengan unsur karbon sebagai salah satu dasar campurannya. Di samping itu baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti Sulfur (S), Fosfor (P), Silikon (Si), Mangan (Mn), dan

sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit.

2. Baja karbon menengah

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3%C–0,6%C (*medium carbon steel*) dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung 0,6%C– 1,5%C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas.

2.7. Baja Karbon ST 37

Baja karbon rendah ST37 memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3 %. Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros, dll karena sangat ulet. Namun kekerasan permukaan dari baja tersebut tergolong rendah sehingga sebelum digunakan untuk konstruksi-konstruksi yang disebutkan di atas, maka perlu dimodifikasi atau memperbaiki sifat kekerasan pada permukaannya. Baja karbon rendah ini tidak dapat dikeraskan secara konvensional tetapi melalui penambahan karbon dengan proses carburizing. Jenis baja karbon ST 37 untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan mempunyai kekuatan tarik 37-45 Kg/mm².

Baja ST37 memiliki sifat mekanik yang baik, seperti kekerasan, kekuatan tarik, dan ketangguhan. Baja ini juga memiliki kepadatan, titik leleh, konduktivitas termal, dan konduktivitas listrik. Sifat mekanik Kekuatan tarik: 301–327 Mpa, Kekerasan: 200–230 HB, Ketangguhan: Penyerapan energi spesimen sekitar 35–42 Joule.

Sifat fisik Kepadatan: 7,8 g/cm³, Titik leleh: Sekitar 1470°C, Konduktivitas termal: 53 W/mK, Konduktivitas listrik: 6,9% IACS. Karakteristik baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3%, ulet dan sering digunakan untuk konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros, dll. Memiliki kapasitas menahan beban yang substansial stabilitas dimensinya, dikombinasikan dengan kapasitas menahan beban, menjadikannya pilihan yang lebih disukai untuk berbagai macam aplikasi struktural

Baja ST37 dapat diuji sifat mekaniknya dengan menggunakan alat seperti *Future Tech Brinell Hardness Tester Type FB-3000 LC, Universal Testing Machine*

Zwick Roell, dan Charpy Impact Machine.

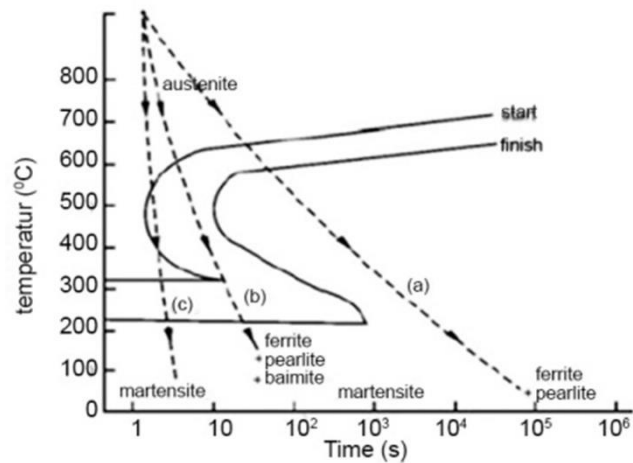
Tabel 2. 4 Komposisi Kimia Bahan Uji Besi ST37

C	Si	Mg	S	P	Al	Cu
0,12%	0,10%	0,50%	0,10%	0,04%	0,02%	0,10%

2.8 Pemanasan Awal (*Preheating*)

Preheat adalah panas yang diberikan kepada logam yang akan dilas. Pada multipass weld definisi preheat temperatur adalah temperatur sesaat sebelum pengelasan pada pass (celah) selanjutnya dimulai. Pada multipass weld disebut juga sebagai interpass temperature. (AWS, 1996) Ada empat alasan utama untuk memanfaatkan perlakuan preheat

- a. memperlambat laju pendinginan pada logam las dan logam dasar, sehingga menghasilkan struktur logam lebih ulet yang memiliki ketahanan terhadap retak yang lebih besar
- b. memungkinkan hidrogen dapat terdifusi keluar sehingga mengurangi potensi retak, mengurangi tegangan sisa dalam logam las dan pada daerah HAZ
- d. mengurangi resiko patah getas dan meningkatkan ketangguhan logam las Laju pendinginan setelah pengelasan dipengaruhi oleh besarnya temperatur preheat, dimana temperatur preheat yang lebih tinggi menyebabkan pendinginan menjadi lebih lama dan kekerasan mikrostruktur menjadi lebih rendah.



Gambar 2. 8 Pengaruh Laju Pendinginan Terhadap Pembentukan Struktur Mikro

Preheat dapat dilakukan pada keseluruhan benda kerja atau hanya pada daerah di sekitar sambungan saja. Panas harus diberikan pada bidang yang cukup lebar, sehingga temperatur daerah pengelasan tidak akan turun di bawah syarat preheat minimum selama pengelasan berlangsung. AWS D1.1 merekomendasikan jarak pemanas yang digunakan setidaknya sama dengan ketebalan material yang dilas, namun tidak boleh kurang dari 3 inci (75 mm) dari salah satu sisi sambungan las pada preheating lokal.

2.9 Pengujian

2.91 Pengujian *Impact Test*

Uji dampak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Agar dapat memahami uji dampak terlebih dahulu mengamati fenomena yang terjadi terhadap suatu kapal yang berada pada suhu rendah ditengah laut, sehingga menyebabkan materialnya menjadi getas dan mudah patah. Disebabkan laut memiliki banyak beban (tekanan) dari arah manapun. Kemudian kapal tersebut menabrak gunung es, sehingga tegangan yang telah terkonsentrasi

disebabkan pembebanan sebelum sehingga menyebabkan kapal tersebut terbelah dua.

Dalam Pengujian Mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji punter adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji dampak (*fatigue*) menggunakan jenis beban dinamik. Pada uji dampak, digunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain rate. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban dampak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini, akan diubah dalam berbagai respon material seperti deformasi plastis, efek histerisis, gesekan, dan efek inersia. Adapun tujuan dari pengujian impact test ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh beban dampak terhadap sifat mekanik.
2. Material mengetahui standar prosedur pengujian dampak.
3. Mengetahui faktor yang memengaruhi kegagalan material dengan beban dampak.
4. Mengetahui kemampuan material terhadap beban dampak dari berbagai temperatur yang di ukur.

Secara umum metode pengujian dampak terdiri dari dua jenis yaitu:

a. Metode Charpy

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.

Rumus-rumus dalam uji impact charpy :

Energy impact (E)

$$E = m.g\lambda (\cos \beta - \cos \alpha).....(2.1)$$

Dimana :

- E : Energi impact (joule)
- m : Berat pendulum (kg)
- g : Gravitasi = 9.81 m/s²
- λ : Jarak lengan pengayun
- $\cos \alpha$: Sudut posisi awal pendulum
- $\cos \beta$: Sudut posisi akhir pendulum

Nilai Impact (K)

$$K=E/A.....(2.2)$$

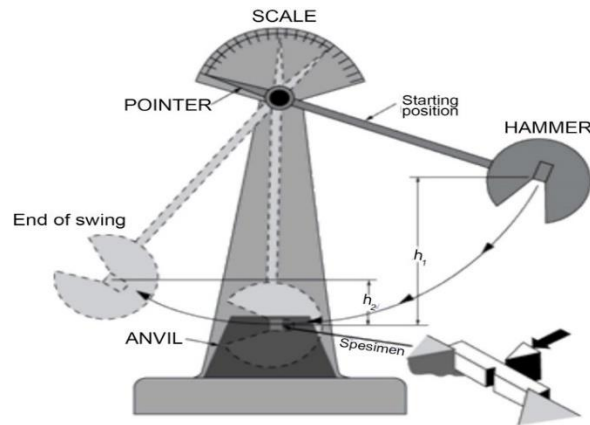
Dimana :

- E : Energi impact (joule)
- A : Luas penampang dibawah takik (mm²)

b. Metode Izod

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah takikan. Pengujian tarik adalah suatu percobaan dengan cara merusak benda uji, dimana benda uji dipasang pada benda Uji impact , kemudian dibebani sedikit demi sedikit, sampai benda uji putus. Uji impact dilakukan untuk menentukan kekuatan material sebagai sebuah metode uji impct digunakan dalam dunia industry khususnya uji impact charpy dan uji impact izod.

Dasar pengujian ini adalah penyerapan energy potensial dari pendulum beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.



Gambar 2. 9 Pengujian *Impact*

2.9.2 Pengujian Kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan suatu bahan terhadap deormasi permanen oleh penetrasi benda lain yang lebih keras. Kekerasan adalah suatu sifat bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya. Kekerasan suatu bahan merupakan sifat yang penting. Karena kekerasan bahanlah yang menentukan kemudahan penggarapannya dan menentukan ketahanan ausnya. Karbon didalam besi sudah pasti mempengaruhi kualitas baja, dan kekerasan yang dibutuhkan dapat dicapai dengan perlakuan panas, dari beberapa riset yang telah dilakukan, bahan akan berubah kekerasannya jika dikerjakan dengan cold worked. Sebelum melakukan pengujian, benda kerja terlebih dahulu harus dihaluskan permukaannya sehingga licin dan mengkilat, dan dalam pengerjaan tidak boleh menimbulkan perubahan struktur logam yang akan diuji. Bentuk yang paling umum dalam pengujian kekerasan bahan adalah menggunakan pembuatan lekukan

(indentor) standar yang ditekan pada permukaan benda uji. Hasil lekukan memberikan harga kekerasan.

Harga kekerasan tidak mempunyai standar atau skala yang mutlak, oleh karena harga kekerasan dari suatu jenis pengujian memiliki skala tersendiri, walaupun terdapat beberapa hubungan dari skala yang satu dengan skala yang lainnya. Untuk mengetahui kekerasan suatu bahan dapatlah dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

- a) Pengujian *Brinell*
- b) Pengujian *Vickers*
- c) Pengujian *Rockwell*

Metode pengujian kekerasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode vickers. Pada metode vickers digunakan indentor dari permata yang berbentuk piramida dengan bidang alas bujur sangkar dan sudut puncaknya yang khusus dengan memberikan beban pada logam (benda kerja) beban F dan diagonal bebas penekanan diukur setelah beban diangkat. Kekerasan vickers adalah suatu hasil bagi yang didapatkan dengan membagi beban yang dikenakan F dengan luasan bentangan pada permukaan indentasi dari benda kerja. Dengan memperhatikan bentuk piramid dengan las bujur bujur sangkar dengan diagonal dan mempunyai sudut puncak yang sama dengan indentor dari permata dasar perhitungan kekerasan dengan metode vickers dapat diketahui dengan tabel-tabel dibawah ini.