

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. latar Belakang

Proses penyambungan logam atau yang sering disebut dengan las ini tidak mungkin dapat dipisahkan dari kemajuan dan perkembangan teknologi yang terjadi di industri konstruksi dengan laju yang semakin cepat dan maju. Ini memainkan peran penting dalam perbaikan dan rekayasa logam. Untuk menghasilkan sambungan yang berkualitas tinggi, las merupakan salah satu sambungan yang secara teknis membutuhkan seorang tukang las yang memiliki tingkat keahlian yang tinggi. pengelasan merupakan salah satu bagian yang perkembangan konstruksi logam saat ini banyak meliputi, khususnya dalam bidang teknik. Perkapalan, jembatan, rangka baja, tangki tekanan, fasilitas transportasi, kereta api, saluran pipa, dan barang-barang lainnya hanyalah beberapa contoh dari berbagai aplikasi teknik pengelasan dalam konstruksi (Fenoria Putri 2010).

Pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin, batang-batang saat ini disambung menggunakan teknik las busur listrik dengan elektroda tertutup. Alasan mengapa metode ini banyak digunakan adalah karena struktur baja yang dibuat dengan teknik penyambungan ini lebih ringan untuk dipasang dan proses produksinya lebih sederhana sehingga menurunkan biaya keseluruhan. Dengan memanaskan material sampai suhu pengelasan saat menggunakan logam pengisi, las busur listrik adalah metode penggabungan material yang menghasilkan bagian-bagian material yang menyatu atau tumbuh. Keuntungan menggunakan baja karbon

rendah untuk konstruksi struktur atap, kolom, dan batang kisi adalah bahwa logam memiliki ketahanan yang tinggi terhadap patahan yang disebabkan oleh berbagai gaya mekanis (I gusti anugrah 2008).

Dalam pekerjaan las, kita harus memperhatikan kesesuaian konstruksi las agar mencapai hasil yang maksimal. Untuk itu beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam pengelasan antara lain efisiensi pengelasan, hemat energi, hemat energi, dan tentunya dengan biaya yang murah. Karena dalam pengelasan, pengetahuan harus ikut serta dan menyertai praktek, maka secara lebih rinci dapat dikatakan perencanaan mengenai cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan. Kualitas pengelasan di sisi lain tergantung pada proses pengelasan itu sendiri dan juga tergantung pada persiapan sebelum pengelasan (yuspian hunawan 2017).

Proses penyambungan dua atau lebih potongan logam menjadi satu sehingga mereka cocok bersama sebagai satu hal yang dikenal sebagai pengelasan. Ini dapat dilakukan dengan memanaskan, menekan, atau kombinasi keduanya. Menambahkan bahan tambahan (logam pengisi) dengan titik leleh yang sama atau berbeda tidak diperlukan untuk penyambungan struktur. Dengan atau tanpa penambahan bahan lain dan penggunaan energi panas untuk melelehkan logam yang dilas, las dapat didefinisikan sebagai proses penyatuan dua potong logam hingga titik di mana logam tersebut mengkristal kembali. Definisi lain dari las adalah penyambungan logam atau benda panas secara permanen (Awal shayrani 2003).

Mesin las Metal Inert Gas (MIG) adalah salah satu alat las yang paling sering digunakan. Berbagai manfaat mesin las MIG, termasuk kemampuan untuk mengelas baja tahan karat dan baja berkualitas tinggi lainnya, menjadi argumen pendukung. Ide dasar di balik pengelasan MIG adalah melelehkan logam yang akan dilas sebelum bergabung bersama dengan api gas yang dibuat oleh api busur listrik. Gas inert, CO₂, dan argon adalah dua jenis pelindung oksidasi yang digunakan (Wartono 2019).

Ketika kebutuhan muncul untuk peleburan atau penyambungan logam berkecepatan tinggi atau sedang, pengelasan MIG (Metal Inert Gas) sering digunakan. Arus DC digunakan untuk pengelasan MIG, dan menyala di antara elektroda dan objek yang dilas (Roymons jimmy Dimu 2019).

Karena adanya arus listrik maka elektroda pada las listrik MIG merupakan gulungan kawat berbentuk roller yang pergerakannya dikendalikan oleh sepasang roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Elektroda menghasilkan panas dengan busur listrik antara ujung elektroda dan bahan dasar. Kecepatan gerakan elektroda dapat diubah seperlunya. Nosel logam pada batang las digunakan untuk mengeluarkan gas pelindung, yang dialirkan dari botol gas melalui selang gas. Untuk pengelasan baja ringan dan baja, CO₂ digunakan, sedangkan untuk pengelasan aluminium dan baja tahan karat, digunakan argon atau campuran argon-helium (Yusrik Arham 2016).

Baja karbon rendah merupakan jenis baja karbon yang sering digunakan pada konstruksi sederhana, seperti rangka atap, pagar, kanopi, dan sebagainya. Pengelasan digunakan untuk menggabungkan berbagai elemen struktur ini.

Penggunaan jenis sambungan, tata cara pengelasan, dan analisa hasil pengelasan harus dilakukan dengan baik agar diperoleh hasil pengelasan yang baik, kuat, dan aman sehingga tidak terjadi cacat pada struktur mikro dan kerusakan pada bagian logam yang dilas (Azwinur 2014).

Penulis tertarik untuk melakukan studi Eksperimental Investigasi Sambungan Butt Weld dengan MIG Welding pada Bahan Baja dengan Kandungan Karbon Berbeda sebagai akibat dari informasi latar belakang yang diberikan di atas. Eksperimen ini bertujuan untuk menilai pentingnya kekuatan tarik dalam pengelasan MIG dan meningkatkan kaliber sambungan las yang dibuat dengan teknik sambungan Butt Weld. Perbandingan berbagai dampak karakteristik mekanik baja karbon dan pengelasan MIG juga berbeda.

Penulis tertarik untuk melakukan pengujian kekuatan uji tarik dengan pengaruh kuat arus las MIG pada bahan baja AISI 1050 menggunakan teknik *Butt Weld*. Pegujian ini bertujuan untuk menilai pentingnya kekuatan las MIG pada saat baja yang sudah dilas memasuki uji Tarik. Perbandingan berbagai arus las MIG dapat berdampak pada kekuatan sambungan las saat pengujian.

1.2 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah yang akan di uji, maka penulis membahas masalah yang berkaitan dengan pengujian, antara lain:

1. Pengujian dilakukan untuk mencari hasil kekuatan baja AISI 1050 yang sudah di las menggunakan las MIG dengan arus yang bervariasi
2. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan las dengan teknik *Butt Weld*.

1.3 Rumus Masalah

Dengan melakukan pengujian kekuatan uji tarik baja AISI 1050 menggunakan las MIG dengan teknik *Butt Weld* dan memakai arus yang bervariasi dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kekuatan baja AISI 1050 yang sudah di las dengan teknik *Butt Weld* untuk di uji tarik.
2. Untuk menganalisa hasil las MIG dengan kuat arus listrik yang bervariasi.

1.4 Tujuan Penelitian

- a. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan uji tarik dengan kuat arus las MIG pada pengujian material baja AISI 1050 dengan teknik las *Butt Weld*.
- b. Mengetahui proses pembuatan spesimen uji tarik terhadap sambungan *Butt Weld* terhadap material baja karbon hasil pengelasan MIG pada materia baja.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian las MIG ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil uji tarik pada pengelasan MIG jenis sambungan *Butt Weld* dengan arus yang bervariasi.
2. Untuk dunia akademis, yaitu memperkaya ilmu dan wawasan di dunia teknologi, khususnya di bidang pengelasan *Butt Weld* dan baja karbon paduan.

3. Untuk pengetahuan lanjut khususnya dunia industri yang menggunakan pengelasan dengan cara las MIG agar dapat menjaga dan meningkatkan produk yang telah dicapai.
4. Untuk menambah pengetahuan dan pengalaman saya sehingga dapat dikembangkan dan diharapkan bisa menjadi acuan untuk penelitian di masa depan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1. Pengelasan

Berdasarkan definisi dari Deutche Industrie Normen (DIN) Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi logam. Pengelasan bukan hanya proses penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu, tetapi sebenarnya di dalamnya banyak masalah- masalah yang harus diatasi di mana pemecahannya memerlukan bermacam- macam pengetahuan. Secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las dan jenis las yang akan dipergunakan.

Pengelasan memiliki sisi kelebihan dan sisi kekurangan, antara lain:

1. Kelebihan

- a). Sambungan las bersifat permanen.
- b). Kuat (kekuatan lasan lebih besar dari pada logam yang disambungkan).
- c). Rapat.

2. Kekurangan

- a). Pengelasan merupakan sambungan permanen sehingga rakitannya tidak dapat dilepas. Jadi metode pengelasan tidak cocok digunakan untuk produk yang memerlukan pelepasan rakitan misalnya (untuk perbaikan atau perawatan).
- b). Sambungan las dapat menimbulkan bahaya akibat adanya cacat yang sulit dideteksi. Cacat ini dapat mengurangi kekuatan sambungan.
- c). Sering dijumpai distorsi akibat pemuaian dan penyusutan yang tidak seragam (Yuspian Gunawan 2017)

Berdasarkan ISO 3834 pengelasan didefinisikan sebagai proses yang khusus (special process) karena memerlukan manajemen, personel dan prosedur secara khusus sehingga didapatkan kualitas hasil lasan yang sesuai dengan kode dan standar yang ditentukan. Salah satu tolak ukur dalam melihat kualitas hasil lasan adalah dengan kualifikasi spesifikasi prosedur las (Welding Procedure Specification). Spesifikasi prosedur las adalah dokumen tertulis yang menjelaskan prosedur pengelasan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Standar yang umumnya digunakan dalam kualifikasi prosedur las adalah standar ISO, AWS (American Welding Society), API (American Petroleum Institute), dan standar ASME BPVC (Boiler and Pressure Vessel). Dalam tahapan kualifikasi prosedur las, diperlukan pengujian material secara merusak (destructive) maupun pengujian tidak merusak (non-destructive test). Jenis pengujian merusak dalam kualifikasi prosedur las adalah pengujian tarik, pengujian tekuk (bending), dan pengujian impak (Dimas Sultan 2021).

2.1.2. Jenis Pegelasan

Secara proses pengelasan dapat di bedakan atas beberapa macam antara lain:

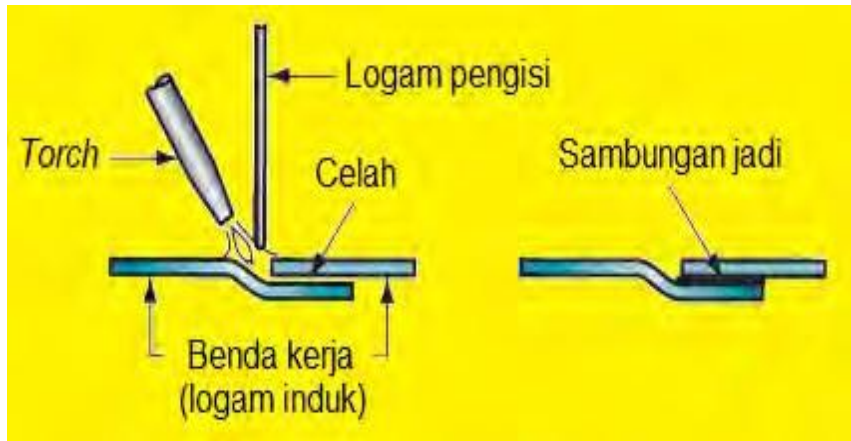
a). Pematrian

Mematri atau menyolder merupakan suatu cara penyambungan bahan logam dibawah pengaruh penyaluran panas dengan pertolongan tambahan logam atau campuran logam yang mudah melebur (patri) yang titik leburnya berada di bawah titik lebur bahan dasar yang akan disambungkan. Bagian yang akan disambungkan di sini tidak ikut melebur melainkan hanya terjaring oleh patri yang meleleh. Sambungan terjadi akibat lekatan erat (ikatan) patri pada bidang pematrian dan tidak dapat dilepaskan tanpa perusakan. Pembentukan oksid yang mengganggu pada I bidang Pematrian disingkirkan atau dicegah dengan bahan pelumer atau gas pelindung (Cahya Sutowo dan Budiawan 2018).

Pematrian (pematrian keras) atau pengelasan cocok digunakan pada penyambungan logam apabila kekuatan dan keawetan sambungan menjadi pertimbangan utama. Apabila kekuatan sambungan tidak begitu dipentingkan, atausambungan yang dibutuhkan tidak bersifat permanen, maka pematrian lunak, sambungan adhesif atau sambungan mekanis merupakan pilihan yang lebih cocok.

Bahan logam yang akan disambungkan tidak ikut melebur, melainkan hanyaterjaring oleh bahan patri yang meleleh. Sambungan bahan logam terjadi akibatlekatan erat (ikatan) patri pada bidang sambungan, yang tidak dapat dilepaskantanpa dipanaskan ulang atau dirusak. Pembentukan oksida yang

mengganggu padabidang pematrian dapat dicegah dengan bahan pelumer atau pelindung. Gambar pematrian dapat dilihat pada gambar 2.1

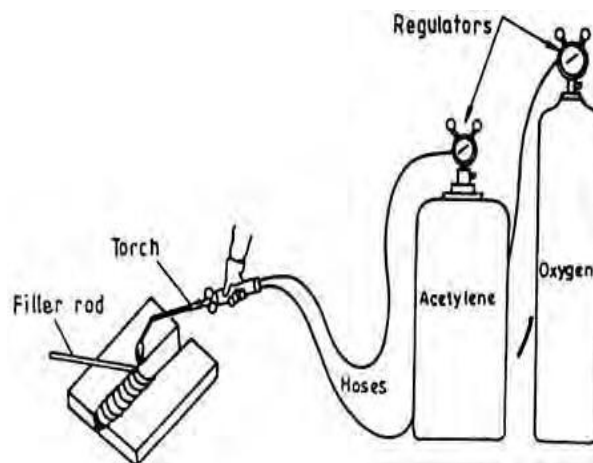


Gambar 2.1. Pematrian

b). Las Gas atau Las Karbit

Las Karbit adalah proses penyambungan logam dengan logam (pengelasan) yang menggunakan gas asetilen (C_2H_2) sebagai bahan bakar, prosesnya adalah membakar bahan bakar yang telah dibakar gas dengan oksigen (O_2) sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu sekitar $3.500^{\circ}C$ yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Sebagai bahan bakar dapat digunakan gas-gas asetilen, propana atau hidrogen. Ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah gas asetilen, sehingga las gas pada umumnya diartikan sebagai las oksasi-asetelin. Karena tidak menggunakan tenaga listrik, las oksasi-asetelin banyak dipakai di lapangan walaupun pemakaiannya tidak sebanyak las busur elektrode terbungkus. Gas Asetilen diproduksi melalui reaksi antara Kalsium Karbit (CaC_2) dengan air (H_2O) (Iswanto 2020).

Las karbit atau las asetilen adalah salah satu perkakas perbengkelan yang sering ditemui. Pengoperasiannya yang cukup mudah membuatnya sering digunakan untuk menghubungkan dua logam atau welding. Prinsip dari pengelasan ini tidak terlalu rumit. Hanya dengan mengatur besarnya gas asetilen dan oksigen, kemudian ujungnya didekatkan dengan nyala api maka akan timbul nyala api. Tetapi besarnya gas asetilen dan oksigen harus diatur sedemikian rupa dengan memutar pengatur tekanan sedikit demi sedikit. Apabila gas asetilen saja yang dihidupkan maka nyala apinya berupa nyala biasa dengan mengeluarkan jelaga. Apabila gas asetilennya terlalu sedikit yang diputar, maka las tidak akan menyala. Las Gas atau Karbit dapat dilihat pada Gambar 2.2

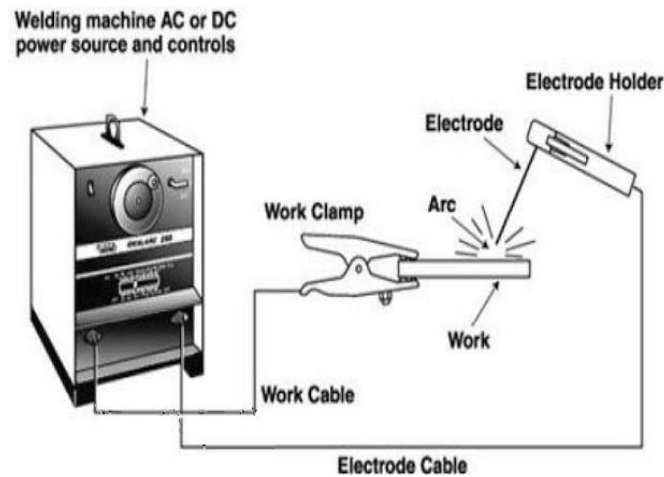


Gambar 2.2. Las Gas atau Karbit

c). Las Listrik

Las busur listrik atau umumnya disebut dengan las listrik adalah termasuk suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Jenis sambungan dengan las listrik ini merupakan sambungan tetap. Ada beberapa macam proses yang dapat digolongkan ke dalam proses las listrik

antara lain yaitu Las Listrik dengan Elektroda Karbon dan Las Listrik dengan Elektroda Logam. Gambar Las listrik dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3. Las Listrik

Pada dasarnya las listrik yang menggunakan elektroda karbon maupun logam menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan benda kerja dapat mencapai temperatur tinggi yang dapat melelehkan sebagian bahan merupakan perkalian antara tegangan listrik dengan kuat arus dan waktu.

2.1.3. Jenis Sambungan Las

Sambungan las adalah sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara mengaplikasikan pemanasan lokal pada permukaan benda yang disambung. Fungsi dari sambungan las tidak lain untuk mengikat dua material logam, dengan catatan bahwa dua material logam tersebut minimal berkekuatan sama dengan material logam yang dilas. Agar proses penyambungan menjadi lebih mudah, maka dibuatlah bentuk sambungan. Sambungan las itu berkaitan dengan

desain sambungan pengelasan (*joint design*) yang menjadi langkah awal menghasilkan konstruksi sambungan pengelasan yang kuat, sesuai dengan standart dan hemat biaya. Ada dua tipe sambungan las yang biasa dilakukan dalam penyambungan logam, tipe sambungan las tersebut adalah *Butt Weld* dan *Filled Weld*.

a). *Butt Weld*

Butt Weld adalah salah satu jenis desain sambungan las yang paling sederhana dan serbaguna. Sambungan dibentuk hanya dengan menempatkan dua potong logam ujung ke ujung dan kemudian dilas di sepanjang sambungan. Yang penting, dalam sambungan butt, permukaan benda kerja yang disambung berada pada bidang yang sama dan logam las tetap berada di dalam bidang permukaan. Sehingga benda kerja hampir sejajar dan tidak tumpang tindih. Desain sambungan butt weld dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Butt Weld

b). *Filled Weld*

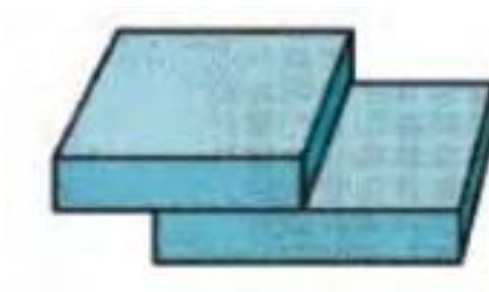
Fillet weld adalah jenis pengelasan yang memiliki penampang segitiga kasar. *Las fillet* biasanya membutuhkan persiapan sambungan yang lebih sedikit dari pada las alur, menjadikannya metode penyambungan yang sangat hemat biaya dan karena itu jauh lebih melimpah di industri pengelasan. Sambungan las fillet jauh lebih sulit untuk dilas dan diperiksa secara volumetrik. Pengelasan fillet

digunakan untuk mengisi tepi pelat pada sambungan sudut, sambungan tumpang, dan sambungan T. Seringkali lasan yang dihasilkan lebih besar dari yang seharusnya atau bentuknya mungkin buruk yang dapat mempengaruhi kinerja.

Untuk tipe pengelasan ini memiliki beberapa desain sambungan las (*joint design*), antara lain :

1. *Lap Joint*,

merupakan sambungan yang terdiri atas dua benda kerja yang saling bertumpukan. Sambungan ini umum diterapkan pada pembuatan konstruksi bangunan. Keuntungan utama dari sambungan lewatan ialah mudah disesuaikan dan mudah disambung. Sambungan ini pun dapat diandalkan untuk menyambung plat yang memiliki ukuran ketebalan yang berbeda-beda. Desain sambungan ini dapat dilihat pada gambar 2.5.

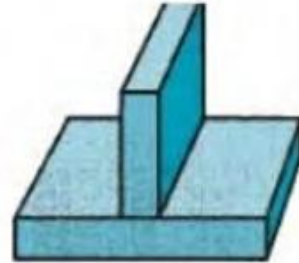


Gambar 2.5. *Lap Joint*

2. *Tee Joint*,

merupakan sambungan yang berbentuk menyerupai huruf T. Tipe sambungan ini banyak sekali diaplikasikan untuk konstruksi konveyor, dan beberapa jenis konstruksi lainnya. Sambungan T dibuat dengan memotong 2 bagian pada sudut 90° dengan satu bagian yang terletak di tengah bagian lainnya secara tegak lurus yang

membentuk huruf T. Desain sambungan ini dapat dilihat pada gambar 2.6. *Tee Joint*



Gambar 2.6. *Tee Joint*

3. *Edge Joint*

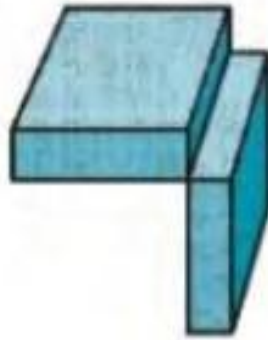
merupakan sambungan yang memiliki kedua benda kerja yang terletak sejajar satu sama lain dan salah satu ujung dari kedua benda kerja tersebut berada pada tingkat yang sama. Sambungan sisi tidak bersifat struktural, melainkan dipakai untuk mempertahankan posisi dua plat atau lebih berada pada bidang tertentu. Tujuannya ialah untuk menjaga kesejajaran (allignment) awal.[17] Desain sambungan las ini dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7. *Edge Join*

4. *Corner Joint*

merupakan sambungan yang kedua benda kerjanya membentuk sudut tertentu sehingga kedua benda kerja tadi bisa disambungkan di bagian pojok dari sudut benda tersebut. Penggunaan sambungan ini banyak dimanfaatkan dalam proses pembuatan penampang yang berbentuk kotak segi empat. Sebagai contoh yaitu pembuatan kolom dan balok pada bangunan yang dipakai untuk menahan momen puntir yang nilainya cukup besar. Desain sambungan las ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Corner Joint*

2.1.4. Jenis Las Listrik

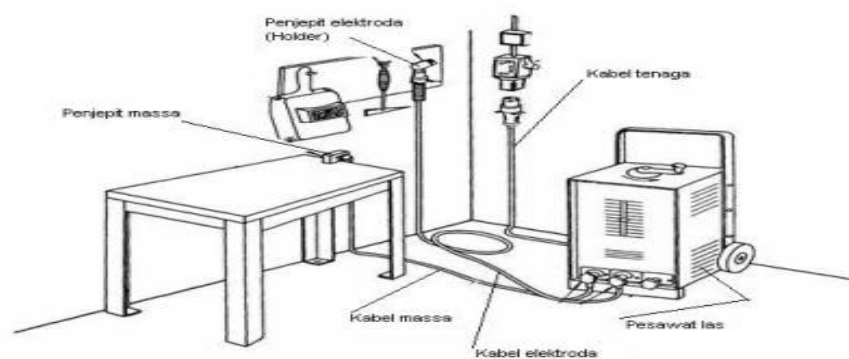
Las listrik sudah sangat dikenal di kalangan masyarakat karena banyak sekali kebutuhan penyambungan benda yang melibatkan proses ini. Las listrik adalah proses pengelasan yang memanfaatkan sumber panas dari energi listrik. Ketika terhubung dengan listrik, energi diterima mesin las dan diubah menjadi energi panas. Saat kutub elektroda dan benda yang akan dilas bertemu, terjadilah pertukaran ion yang menimbulkan terjadinya busur listrik.

Proses pengelasan dengan energi listrik ini akan menghasilkan busur listrik pada saat ujung elektroda bersentuhan dengan bagian pada logam induk. Adanya aliran listrik tersebut akan menimbulkan terjadinya sebuah arus pendek yang

selanjutnya diterima mesin las dan dialihkan menjadi energi panas. Energi panas yang dihasilkan dari proses tersebutlah yang nantinya digunakan untuk melelehkan elektroda serta logam induk yang akan disambung. Ada beberapa jenis las listrik, antara lain :

a). Las listrik (*Shielded Metal Arc Welding*) SMAW

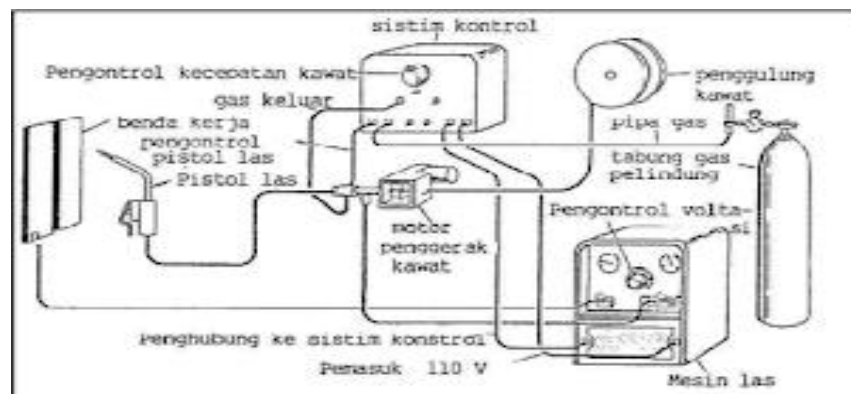
Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau Las elektroda terbungkus adalah suatu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus. Pada proses las elektroda terbungkus, busur api listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan logam induk/benda kerja (base metal) akan menghasilkan panas. Panas inilah yang mencairkan ujung elektroda (kawat las) dan benda kerja secara setempat. Busur listrik yang ada dibangkitkan oleh mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk, terbentuklah kawah cair, lalu membeku maka terjadilah logam lasan (weldment) dan terak (slag) (wiryosmanto Harsono 1996).



Gambar 2.9. Proses Las SMAW

b). Las listrik (*Metal Inert Gas*) MIG

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*). Las MIG merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer [19]. Rangkaian Las MIG dapat dilihat pada gambar 2.10.



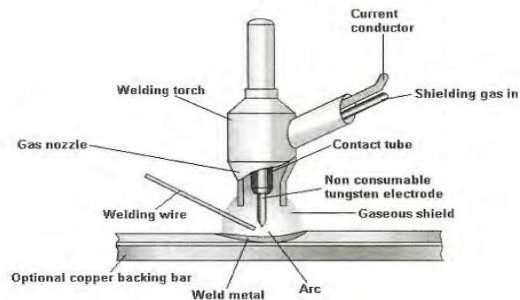
Gambar 2.10 Proses Las MIG

Las MIG (*metal inert gas*) merupakan sebuah pengembangan dari pengelasan GMAW (*gas metal arc welding*). Las GMAW mempunyai dua tipe gas pelindung yaitu inert gas dan aktif gas yang kemudian sering dikenal dengan sebutan las MIG (*metal inert gas*) dan las MAG (*metal aktif gas*).

c). Las listrik TIG (*Tungsten Inert Gas*)

Las listrik TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah proses pengelasan yang terjadi menggunakan tungsten elektroda (nonconsumable tungsten). Area welding

terlindungi (tertutupi) oleh suatu *covering* yang terbuat dari gas (biasanya gas *argon/helium* atau kombinasi keduanya). Argon lebih sering digunakan dalam welding, karena sifatnya yang lebih berat dari udara dan dapat menghasilkan *covering area welding* yang lebih baik. Las TIG dapat dilihat pada gambar 2.11.



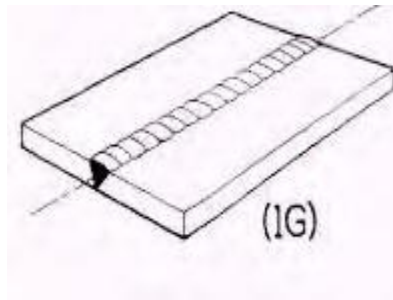
Gambar 2.11. Las TIG

2.1.5. Posisi Pengelasan

Posisi Pengelasan adalah jenis atau posisi sambungan yang akan dilakukan pengelasan, posisi pengelasan ini dilakukan berdasarkan material atau produk yang akan dilas. Dalam teknologi pengelasan, semua ada pengkodeannya berdasarkan jenis sambungan. Untuk sambungan fillet weld plate menurut ASME disimbolkan dengan posisi 1F, 2F, 3F dan 4F, sedangkan untuk sambungan groove atau butt weld plate menurut ASME disimbolkan dengan 1G, 2G, 3G dan 4G.

a). Posisi dibawah tangan 1G (*Flat*)

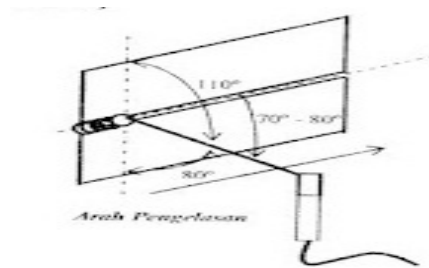
Posisi pengelasan 1G (*Flat*) adalah posisi pengelasan dibawah tangan (*hand down*) dengan posisi benda kerja horizontal pada pengelasan ini posisi elektroda membentuk sudut 30°s/d 50°.



Gambar 2.12. Posisi Pengelasan 1G

b). Posisi Tegak 2G (*vertical*)

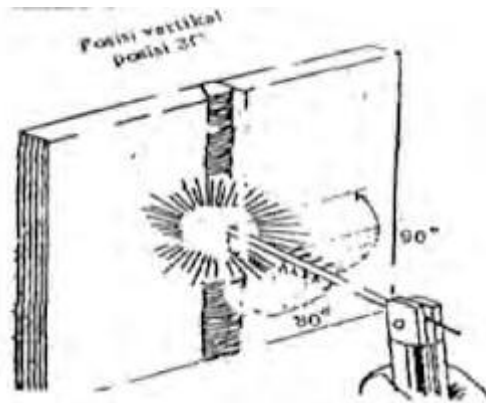
Posisi datar (Horizontal), Mengelas dengan horizontal biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti horizontal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar $5^{\circ} - 10^{\circ}$ terhadap garis vertikal dan $70^{\circ} - 80^{\circ}$ kearah benda kerja.



Gambar 2.13. Posisi Pengelasan 2G

c). Posisi Tegak 3G (*horizontal*)

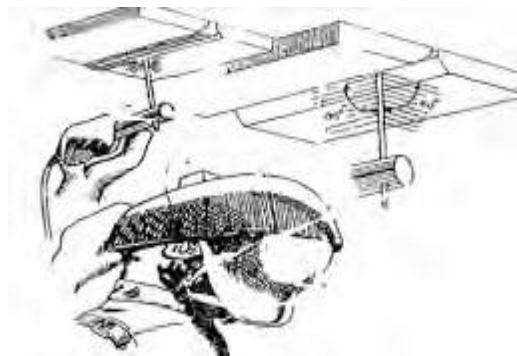
Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arahpengelasannya keatas atau kebawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah dapat diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar $10^{\circ} - 15^{\circ}$ terhadap garis vertikal dan $70^{\circ} - 85^{\circ}$ terhadap benda kerja.



Gambar 2.14. Posisi Pengelasan 3G

d). Posisi diatas kepala 4G (*Overhead*)

Posisi diatas kepala 4G (*Overhead*) adalah pengelasan sambungan tumpul / butt Groove posisi di atas kepala / overhead pada pelat dengan proses las busur manual. Posisi pengelasan di atas kepala (*overhead*), posisi pengelasan ini sangat sukar dan karena bahan cair banyak berjatuhan dapat mengenai juru las, oleh karena itu di perlukan perlengkapan yang serba lengkap antar lain : Apron, sarung tangan, sepatu saffety, dll. Mengelas dengan posisi ini benda kerja terletak pada bagian atas juru las dan kedudukan elktroda sekitar 5° - 20° terhadap garis vertikal dan 75° - 85° terhadap benda kerja.



Gambar 2.15. Posisi Pengelasan 4G

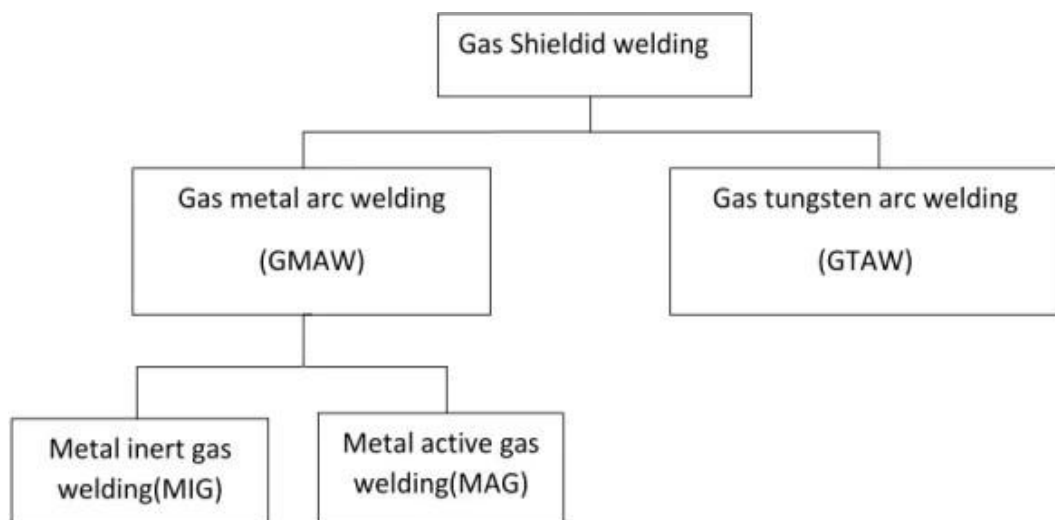
2.2. Las MIG

Las MIG (*metal inert gas*) merupakan sebuah pengembangan dari pengelasan GMAW (*gas metal arc welding*). Las GMAW mempunyai dua tipe gas pelindung yaitu inert gas dan aktif gas yang kemudian sering dikenal dengan sebutan las MIG (*metal inert gas*) dan las MAG (*metal aktif gas*). GMAW (*gas metal arc welding*) atau sering di sebut dengan las MIG (*Metal Inert Gas*) mulai dikenalkan di dunia industri pada tahun 1940-an. Di awal tahun 1950 yang diprakarsai oleh Lyubavshkii and Novoshilov, melakukan pengembangan GMAW dengan menggunakan diameter elektroda yang lebih besar dan gas pelindung yang digunakan adalah karbon dioksida CO₂. Pengembangan ini menghasilkan percikan elektroda yang tinggi, dan panas pada benda kerja yang sedang. Di akhir tahun 1950 terjadi perkembangan dibidang teknologi power source, dan perkembangan diameter elektroda yang digunakan semakin kecil 0.035" - 0.062" (0.9 - 1.6 mm).

Proses las MIG sukses dikembangkan oleh *Battele Memorial Institute* pada tahun 1948 dengan sponsor *Air Reduction Company*. Las MIG (*metal inert gas*) pertama kali dipatenkan pada tahun 1949 di Amerika Serikat untuk pengelasan alumunium. Keunggulannya adalah penggunaan elektroda yang berdiameter lebih kecil dan sumber daya tegangan konstan (*constant-voltage power source*) yang telah dipatenkan sebelumnya oleh *H.E. Kennedy*. Pada tahun 1953, *Lyubavskii dan Novoshilov* mengumumkan penggunaan proses las MIG menggunakan gas CO₂ sebagai gas pelindung. Mereka juga menggunakan gas CO₂ untuk mengelas besi karbon. Gas CO₂ dicampur dengan Gas Argon yang dikenal sebagai Metal Active Gas (MAG), yang kemudian berkembang menjadi proses las MAG.

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*). Las MIG merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer (Sri Widharto 2017). Secara bagan perkembangan las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) dapat dilihat dalam gambar sebagai berikut di bawah ini :



Gambar 2.16. Bagan Alir Las GMAW

2.2.1. Aplikasi Penggunaan Las MIG

Penggunaan las MIG (*Metal Inert Gas*) misalnya digunakan dalam pengelasan di dunia Industri untuk pembuatan suatu barang atau alat. Dengan contoh dalam pembuatan kapal terbang, rangka mobil, teralis besi dan sebagainya. Adapun contoh gambar aplikasi penggunaan las MIG dapat dilihat :



Gambar 2.17. Aplikasi Las MIG

Pada pengaplikasian pengelasan mig terdapat kelebihan dan kelemahan las yaitu sebagai berikut:

a). Kelebihan Las MIG

Penggunaan Las MIG dalam berbagai pengelasan memiliki beberapa kelebihan antara lain dapat disebutkan berikut ini:

1. Sangat efisien dan proses pengerjaan yang cepat
2. Dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan (welding positif)
3. Tidak menghasilkan slag atau terak,layaknya terjadi pada las SMAW
4. Memiliki angka deposisi (*deposition rates*) yang lebih tinggi dibandingkan SMAW
5. Membutuhkan kemampuan operator yang baik
6. Proses pengelasan MIG sangat cocok untuk pekerjaan konstruksi
7. Membutuhkan sedikit pembersihan *post-weld*.

b). Kelemahan Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Pada proses pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) memiliki beberapa kelemahan, antara lain :

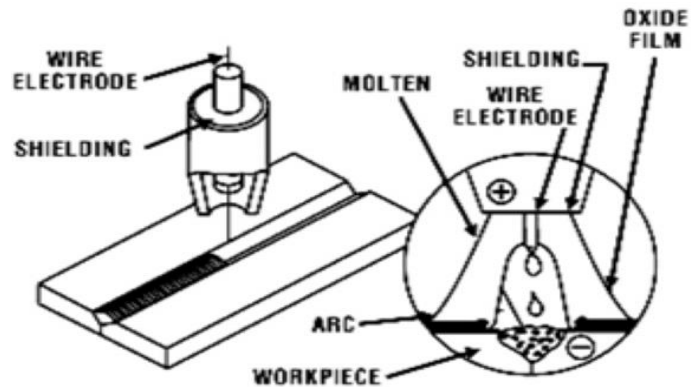
1. *Wire-feeder* yang memerlukan pengontrolan yang kontinu
2. Sewaktu waktu dapat terjadi *Burnback*
3. Cacat las *porositi* sering terjadi akibat penggunaan kualitas gas pelindung yang tidak baik.
4. Busur yang tidak stabil, akibat ketrampilan operator yang kurang baik.pada awalnya set-up pengelasan merupakan permulaan yang sulit[21].

2.2.2. Proses Mesin Las MIG

Proses pengelasan MIG (*metal inert gas*), panas dari proses pengelasan ini dihasilkan oleh busur las yang terbentuk diantara elektroda kawat (*wire electrode*) dengan *benda kerja*. Selama proses las MIG (*metal inert gas*), elektroda akan meleleh kemudian menjadi deposit logam las dan membentuk butiran las (*weld beads*). Gas pelindung digunakan untuk mencegah terjadinya oksidasi dan melindungi hasil las selama masa pembekuan (*solidification*).

Proses pengelasan MIG (*metal inert gas*), beroperasi menggunakan arus searah (DC), biasanya menggunakan elektroda kawat positif. Ini dikenal sebagai polaritas “terbalik” (*reverse polarity*). Polaritas searah sangat jarang digunakan karena transfer logam yang kurang baik dari elektroda kawat ke benda kerja. Hal ini karena pada polaritas searah, panas terletak pada elektroda. Proses pengelasan MIG (*metal inert gas*), menggunakan arus sekitar 50 A hingga mencapai 600 A, biasanya digunakan untuk tegangan las 15 volt hingga 32 volt (Umaryadi 2007).

Adapun proses Las MIG dapat dilihat dalam gambar di bawah ini :



Gambar 2.18. Proses pengelasan las MIG

2.2.3. Gas Pelindung Las MIG

Las MIG adalah pengelasan Metal Inert Gas dimana proses pengelasannya menggunakan gas inert atau gas mulia (Argon dan Helium) sebagai gas pelindungnya. Disebut gas pelindung karena gas mulia ini mempertahankan atau menjaga stabilitas busur dan perlindungan cairan logam las dari kontaminasi selama pengelasan, terutama dari atmosfer dan pengotoran daerah las. Fungsi utama gas pelindung adalah untuk membentuk sekeliling daerah pengelasan dengan media pelindung yang tidak bereaksi dengan daerah las tersebut. Pada proses pengelasan MIG gas pelindung yang dihembuskan melalui *torch* berfungsi untuk melindungi busur, kawat las, logam lasan dan logam induk dari kontaminasi udara.

Adapun jenis gas mulia yang digunakan sebagai pelindung proses pengelasan antara lain :

a). Gas Helium

Helium merupakan unsur kimia berbentuk gas yang tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa, dan sifatnya yang ringan. Dalam dunia pengelasan, gas helium merupakan gas pelindung yang ideal, hanya saja relatif mahal karena sangat sulit ditemukan di pasaran. Nilai potensial ionisasinya mencapai 24,5 electron volts,

sebagai penghantar panas yang baik serta menjadikan penetrasi lebih dalam dibandingkan memakai gas pelindung lainnya seperti gas Argon (Adi Masfiryanto2007). Helium adalah gas pelindung yang digunakan untuk aplikasi pengelasan yang membutuhkan masukan panas (heat input) yang lebih besar untuk meningkatkan bead wetting, penetrasi yang lebih dalam dan kecepatan pengelasan yang lebih cepat.

b). Gas Argon

Helium adalah salah satu gas inert, yang artinya memiliki tingkat reaktivitas yang sangat rendah bila digabungkan dengan zat lain. Gas Argon bertindak sebagai gas pelindung yang mencegah lasan dari oksidasi yang akan menyebabkan kotoran. Fungsi gas las argon biasanya digunakan untuk melindungi, khususnya untuk mencegah kontaminan di udara. Fungsi ini berguna pada tahap- tahap pengelasan primer atau dapat digunakan untuk membersihkan bagian bawah sambungan.

Peran gas Argon saat proses pengelasan dan mengekspos logam dengan suhu tinggi adalah untuk melindungi logam yang sedang meleleh. Ketika logam bertemu dengan suhu tinggi, mereka dapat bereaksi terhadap beberapa gas di udara sekitarnya. Panas dapat bereaksi dengan beberapa gas seperti Nitrogen, Oksigen, dan Hidrogen sehingga dapat menyebabkan hasil yang tidak diinginkan (Surahman2022).

2.2.4. Kawat Las MIG

Kawat las atau yang sering disebut dengan elektroda adalah suatu material yang digunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Bentuk kawat elektroda yang

digunakan pada MIG (*metal inertgas*) 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.

Elektroda untuk pengelasan MIG mempunyai berbagai jenis atau model elektroda (kawat elektroda) yaitu elektroda baja karbon, elektroda baja campuran, elektroda besin tuang dan elektroda bukan besi. Hal ini disebabkan pengelasan menggunakan las MIG (metal inert gas) banyak sekali dibutuhkan tidak hanya untuk pengelasan baja karbon saja melainkan juga di gunakan untuk pengelasan stainless steel maupun alumunium.

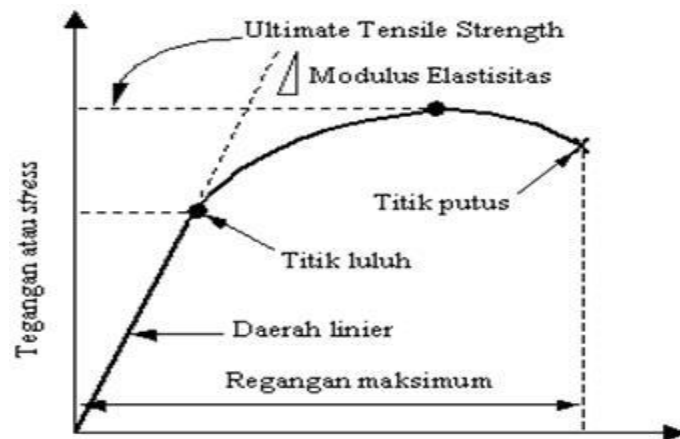
2.3 Baja Karbon

Baja karbon adalah baja paduan yang mempunyai kadar karbon ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya, untuk klasifikasi jenis baja karbon sesuai dengan kadar karbon. material ini digunakan untuk kapal, jembatan, roda kereta api, ketel uap, tangki-tangki dan dalam permesinan. Baja karbon (*Carbon Steel*) adalah baja dengan karbon sebagai campuran interstisial utama berkisar 0.12–2.0%. American Iron and Steel Institute (AISI) mendefinisikan baja dianggap

sebagai baja karbon :

- a). ketika tidak dituliskan kandungan minimum untuk kromium, kobalt, molibdenum, nikel, niobium, titanium, tungsten, vanadium atau zirconium, atau elemen lain yang ditambahkan untuk mendapatkan efek campuran tertentu;
- b). sedangkan kandungan tembaga minimum tidak melebihi 0.40 persen;
- c). atau kandungan maksimum elemen berikut ini tidak melebihi persentase berikut: mangan 1.65, silikon 0.60 Istilah "baja karbon" juga dapat digunakan untuk merujuk pada baja bukan baja tahan karat; maka baja aloi juga bisa masuk.
- d). Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon antara 0,1% - 1,7%.

Dengan mengetahui luas penampang awal spesimen, maka tegangan normal, yang dinyatakan dengan σ , dapat diperoleh untuk setiap nilai beban aksial dengan menggunakan hubungan dimana P menyatakan beban aksial dalam Newton dan A menyatakan luas penampang awal (m^2). Dengan memasangkan pasangan nilai tegangan normal σ dan regangan normal ϵ , data percobaan dapat digambarkan dengan memperlakukan kuantitas-kuantitas ini sebagai absis dan ordinat. Gambar yang diperoleh adalah diagram atau kurva tegangan-regangan. Kurva tegangan- regangan mempunyai bentuk yang berbeda-beda tergantung dari bahannya(Arif Marwanto 2007) Lihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19. Kurva tegangan-regangan baja karbon

2.3.1. Klarifikasi Baja Karbon

Berdasarkan tingkatan banyaknya kadar karbon, baja digolongkan menjadi tiga tingkatan :

a). Baja Karbon Rendah

Baja rendah yaitu baja yang mengandung karbon kurang dari 0,30%. Baja karbon rendah dalam perdagangan dibuat dalam bentuk pelat, profil, batangan untuk keperluan tempa, pekerjaan mesin, dan lain-lain. Persentase kandungan untuk baja karbon rendah dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Persentase kandungan baja karbon rendah

Jenis	Kelas	Kadar Karbon	Penggunaan
Baja Karbon Rendah	Baja Lunak Khusus	0,08%	Plat Tipis
	Baja Sangat Lunak	0,08-0,12%	Batang

	Baja Lunak	0,12-0,20%	Konstruksi
	Baja Setengah Lunak	0,20-0,30%	Konstruksi

b). Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang adalah baja yang mengandung karbon antara 0,30% – 0,60 %. Didalam perdagangan biasanya dipakai sebagai alat-alat perkakas, baut, poros engkol, roda gigi, ragum dan pegas. Persentase kandungan baja karbon sedang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Persentase kandungan baja karbon rendah

Jenis	Kelas	Kadar Karbon	Penggunaan
Baja Karbon Sedang	Baja Setengah Keras	0,30-0,40%	Alat-alat Mesin

c). Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi ialah baja yang mengandung karbon antara 0,6% – 1,5%. Baja ini biasanya digunakan untuk keperluan alat-alat konstruksi yang berhubungan dengan panas yang tinggi atau mengalami panas, misalnya landasan, palu, gergaji, pahat, kikir, bor, bantalan peluru, dan sebagainya (Tim Fakultas Teknik UNY 2021). Persentase kandungan baja karbon tinggi dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3. Persentas kandungan baja karbon rendah

Jenis	Kelas	Kadar Karbon	Penggunaan
Baja Karbon Tinggi	Baja Keras	0,05-0,50%	Perkakas
	Baja Sangat Keras	0,50-0,80%	Rel, Pegas, dan Kawat Piano

2.4. Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik didefinisikan sebagai ukuran kemampuan suatu bahan untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan yang diberikan padanya. Pada saat menahan beban, atom-atom atau struktur molekul berada dalam kesetimbangan. Gaya ikatan pada struktur menahan setiap usaha untuk mengganggu kesetimbangan ini, misalnya gaya luar atau beban. Klasifikasi sifat mekanik material terdiri dari Kekuatan, Kekerasan, Elastisitas, Ketahanan dan Keuletan (Wiryosumanto Harsono 20000).

2.4.1. Kekuatan (*Strenght*)

Kekuatan adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik dan kekuatan tekan. Kekuatan pada sifat mekanis material adalah suatu kesiapan atau dapat menerima suatu tegangan tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan pada material. Pada tegangan yang lebih kompleks, kaitan nilai tersebut dengan kekuatan logam kecil sekali kegunaannya. Kecenderungan yang banyak ditemui adalah mendasarkan rancangan statis logam ulet pada kekuatan luluhnya.

Tetapi karena jauh lebih praktis menggunakan kekuatan tarik untuk menentukan kekuatan bahan, maka metode ini lebih banyak dipakai. Pada konsep ini, kekuatan yang dipakai yaitu :

1. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah tegangan yang ditimbulkan oleh gaya luar dimana besarnya beban maksimum dibagi dengan luas penampang lintang awal benda uji. Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang dan akibatnya batang tersebut cenderung menjadi meregang atau bertambah panjang, maka gaya tersebut dinamakan gaya tarik, dan gaya tersebut menghasilkan tegangan tarik dalam (internal) aksial pada batang disuatu bidang yang terletak tegak lurus atau normal terhadap sumbunya. Rumus tegangan tarik adalah

2.4.2. Kekerasan (*Hardness*)

Salah satu sifat mekanik dari suatu material adalah kekerasan. Kekerasan dapat didefinisikan sebagai kemampuan bahan untuk tahan terhadap goresan, pengikisan, dan penetrasi. Sifat ini berkaitan erat dengan sifat keausan dimana kekerasan ini juga mempunyai korelasi dan kekuatan. Uji kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas. (Sugiyono 2017).

2.4.3. Regangan

Strain atau regangan yaitu perbandingan perubahan panjang benda terhadap panjang mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang berikut.

2.4.4. Elastisitas

Elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan. Elastisitas pada sifat mekanis material yaitu dimana material cenderung memiliki sifat dapat kembali ke ukuran dan bentuk awal, baik panjang, lebar atau pun tingginya dengan massa yang masih tetap. Elastisitas sangat penting pada semua struktur material dimana beban dapat mudah berubah. Elastisitas tersebut dapat dihitung dari slope kemiringan garis elastik yang linier [34].

2.5 Pengujian Tarik

Pengujian kekuatan tarik merupakan pembebanan pada bahan dengan memberikan gaya yang berlawanan pada bahan dengan arah menjauh dari titik tengah, pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu bahan. Pengujian ini paling sering dilakukan karena merupakan dasar pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Hasil dari penarikan kekuatan tarik terhadap bahan adalah perubahan bentuk (deformasi) bahan, yaitu pergeseran butiran kristal bahan hingga terlepasnya ikatan kristal tersebut karena gaya maksimum.

Proses terjadinya deformasi pada bahan sampai putus, dapat diketahui melalui tahapan pengujian tarik. Hasil pengukuran dari pengujian tarik adalah suatu kurva yang memberikan hubungan antara gaya yang diperguna.

a. Tegangan Tarik Maksimum (σ)

Tegangan tarik maksimum adalah tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh suatu material sebelum mengalami patahan (*fracture*).

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{\text{Max load}}{\text{Luas penampang}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

σ = Kekuatan tarik (kg/mm²)

F = Pembebanan (kg)

A = Luas Penampang (mm²)

b. Regangan Maksimum (e)

Pertambahan panjang suatu material setelah terjadi patahan terhadap panjang mula-mula.

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

$$e = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

L_1 = Panjang sesudah patah (mm)

L_0 = Panjang mula-mula (mm)

e = Regangan (%)

c. Modulus Elastisitas (E)

Ukuran kekakuan material dalam grafik tegangan-regangan. Modulus elastisitas ini bisa dihitung dari slope kemiringan garis elastic yang linear.

$$E = \frac{\sigma_y}{e} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas (MPa)

σ_y = Tegangan luluh (KN/mm²)

e = Regangan (%)

2.6. Material Baja AISI 1050

Baja adalah paduan yang dibentuk oleh unsur-unsur utama besi (Fe) dan karbon (C) dan unsur-unsur lain, seperti: Mn, Si, Ni, Cr, V, dan rasio pengaturannya sangat kecil. Elemen-elemen ini akan mempengaruhi kualitas baja. Dalam baja karbon rendah, kandungan karbonnya adalah 0,1% hingga 0,3%. Kekerasan relatif rendah, kelembutan dan keuletan tinggi. Baja ringan biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut. (Darmawan, 2001).

Baja AISI 1050 adalah baja karbon dengan paduan karbon 0,48%-0,52%. Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai bahan teknik antara lain sebagai bahan komponen mesin. Oleh karena itu penulis ingin mengetahui kekuatan sambungan las Baja AISI 1050 setelah di las SMAW dengan variasi kuat arus.

2.7. Penelitian Terdahulu

1. Hasan Basri Hasibuan januari 2024, melakukan penelitian tentang pengelasan MIG pada material baja dengan kandungan karbon yang berbeda untuk mengetahui kekuatan tarik material tersebut. Dari penelitian tersebut mendapatkan hasil kekuatan tarik maksimal baja AISI 1050 sebesar 93,43

sedangkan baja ST 37 memiliki kuat tarik maksimal 68,00.

2. Agung Cahyo Saputro dan Novi Sukma Drastiawati 2024, melakukan penelitian variasi kuat arus pengelasan MIG pada baja ST 37 untuk mengetahui kekuatan uji Tarik dan uji Impak. Pada penelitian ini peneliti mendapatkan hasil pada arus 110A kekuatan uji Tarik rata-rata 354,43 MPa dan uji Impak rata-rata 0,432 J/mm^2 , pada arus 130A kekuatan uji Tarik rata-rata 366,93 MPa dan uji Impak rata-rata 0,351 J/mm^2 dan pada 150A kekuatan uji Tarik rata-rata 383,97 MPa dan uji Impak rata-rata 0,261 J/mm^2 .
3. Dr. Hamzah Nur, S.Pd., M.Pd. dan Ir. Badaruddin Anwar, S.Pd., M.Pd. 2021, melakukan penelitian perbedaan kekuatan tarik hasil sambungan las MIG menggunakan kampuh V dan X pada baja ST42. Pada penelitian ini peneliti mendapatkan hasil nilai tegangan tarik kampuh V pada baja ST42 hasil sambungan las MIG yakni 344,6 N/mm^2 . Sedangkan nilai rata-rata tegangan tarik kampuh X hasil sambungan las MIG yakni sebesar 346,4 N/mm^2 . Dan pada nilai rata-rata regangan uji tarik kampuh V pada baja ST42 hasil sambungan las MIG yakni 0,30778, sedangkan nilai rata-rata regangan uji tarik pada kampuh X hasil sambungan las MIG yakni sebesar 0,32236.