

**INVESTIGASI EXPERIMEN SAMBUNGAN *BUTT WELD*
DENGAN PENGELASAN *MIG* PADA MATERIAL BAJA
KANDUNGAN CARBON BERBEDA**

SKRIPSI

OLEH:

HASAN BASRI HASIBUAN

NPM : 178130054



**PROGRAM TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/8/24

Access From (repository.uma.ac.id)14/8/24

HALAMAN JUDUL

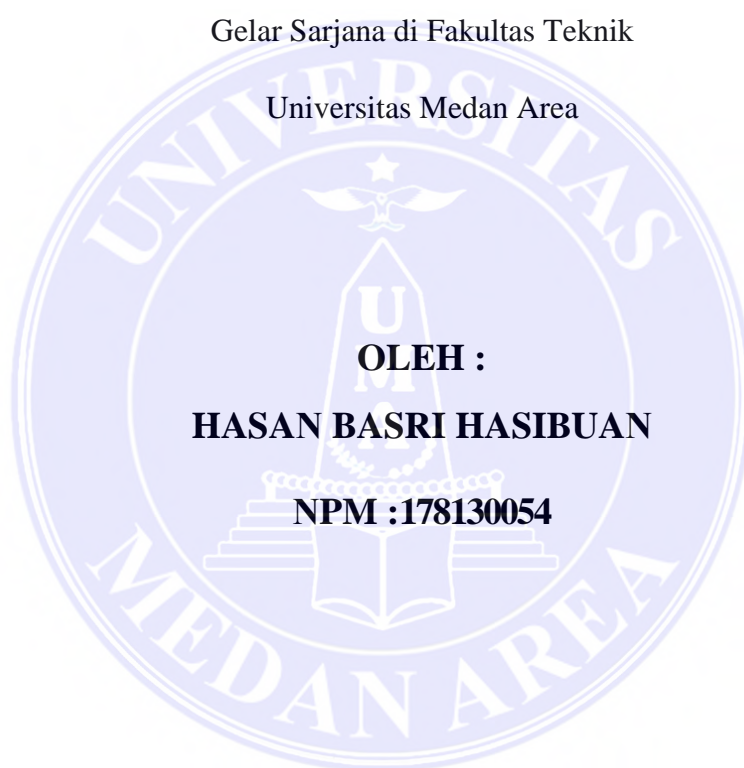
INVESTIGASI EXPERIMEN SAMBUNGAN *BUTT WELD* DENGAN PENGELASAN *MIG* PADA MATERIAL BAJA KANDUNGAN CARBON BERBEDA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area



OLEH :

HASAN BASRI HASIBUAN

NPM :178130054

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/8/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

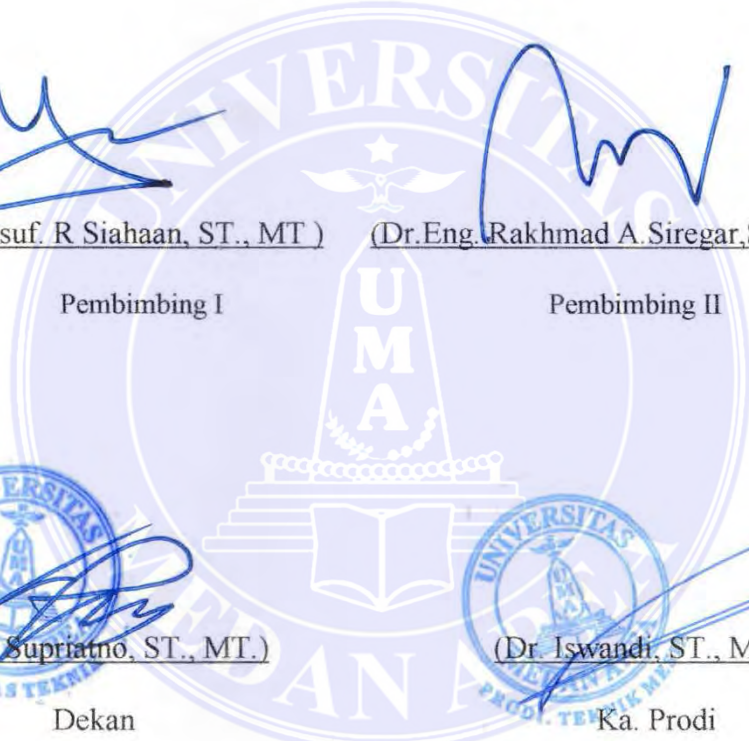
Access From (repository.uma.ac.id)14/8/24


HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

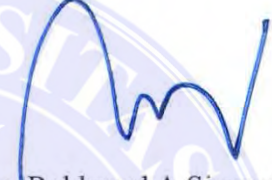
Judul Proposal : Investigasi Eksperimen Sambungan *Butt Weld* Dengan
Pengelasan MIG Pada Material Baja Dengan Kandungan
Carbon Berbeda
Nama Mahasiswa : Hasan Basri Hasibuan
NPM : 178130054
Fakultas : Teknik


Disetujui Oleh


Komisi Pembimbing




(M. Yusuf R. Siahaan, ST., MT.) Pembimbing I


(Dr. Eng. Rakhmad A. Siregar, ST., M. Eng.) Pembimbing II


(Dr. Eng. Supriatno, ST., MT.) Dekan


(Dr. Iswandi, ST., MT.) Ka. Prodi

Tanggal Lulus : 09 januari 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan 09 Januari 2024



Hasan Basri Hasibuan

178130054

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Hasan Basri Hasibuan

NPM : 178130054

Program Studi : Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Pengaruh Material Baja Dengan Kadar Karbon Berbeda Terhadap Kekuatan Sambungan Fillet Weld Lap Joint Dengan Pengelasan Smaw. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*). Merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan, Pada Tanggal : 5 juli 2023

Yang menyatakan



Hasan Basri Hasibuan

178130054

ABSTRAK

Pengelasan merupakan bagian yang cukup penting dalam perkembangan dunia industri dan memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Sehingga perlu dilakukannya riset yang berkelanjutan dan berorientasi pada hasil pengelasan yang lebih baik, efisien dan berkualitas tinggi. Untuk mengetahui layak atau tidaknya hasil pengelasan perlu dilakukan beberapa pengujian diantaranya adalah dengan uji tarik (tensile test). Pada penelitian ini pengujian baja dilakukan pengelasan MIG pada sambungan Butt Weld untuk spesimen hasil baja karbon sedang AISI 1050, baja karbon rendah ST 37, dan baja karbon Kombinasi yang selanjutnya akan di uji tarik, dengan jumlah 9 spesimen. Dimana variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengelasan, Dari hasil pengujian tarik dimana baja ST 37 memiliki kekuatan tarik paling tinggi 53,03 kN, pada pengujian tarik baja AISI 1050 memiliki kekuatan tarik paling tinggi 90,77 kN dan pada pengujian tarik baja karbon kombinasi memiliki kekuatan tarik paling tinggi 50,84 kN. Baja AISI 1050 cenderung lebih tinggi dari baja karbon berbeda dan baja ST 37. dengan uji tarik plat baja karbon menggunakan tensile test machine dapat mengetahui karakteristik pada bahan material yang memperoleh tegangan tarik, regangan dan modulus elastisitas. Pada pengujian tarik nilai rata-rata maksimum dari kedua plat baja tidak jauh berbeda, berarti bahwa kuat material tersebut cukup baik dilakukan untuk penyambungan pengelasan. Dapat diperhatikan hasil dari patahan dimana titik patahan banyak diuar sambungan pengelasan itu sendiri, artinya sambungan pengelasan MIG sangat bagus untuk digunakan. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa material baja AISI 1050 dan ST 37 sama-sama mengalami perubahan struktur.

Kata kunci : *Baja Karbon, Las MIG, BUTT WELD*

ABSTRACK

Welding is a quite important part in the development of the industrial world and plays a major role in the engineering and repair of metal production. So it is necessary to carry out continuous and oriented research on better, efficient and high-quality welding results. To find out whether or not the welding results are feasible, several tests need to be carried out, one of which is the tensile test. In this study, MIG welding was carried out on steel testing at Butt Weld joints for specimens resulting from medium carbon steel AISI 1050, low carbon steel ST 37, and combination carbon steel which would then be tested for tensile, with a total of 9 specimens. Where the variation used in this study is welding. From the results of the tensile test where the ST 37 steel has the highest tensile strength of 53.03 kN, in the tensile test AISI 1050 steel has the highest tensile strength of 90.77 kN and in the tensile test of combination carbon steel has the highest tensile strength of 50.84 kN. AISI 1050 steel tends to be higher than different carbon steels and ST 37 steel. With a tensile test of carbon steel plates using a tensile test machine, you can find out the characteristics of the material that obtains tensile stress, strain and elastic modulus. In the tensile test the maximum average value of the two steel plates is not much different, meaning that the strength of the material is good enough for welding joints. It can be seen that the results of the fracture where the fracture points are many outside the welding joint itself, meaning that MIG welding joints are very good to use. The results of the tensile test showed that the AISI 1050 and ST 37 steel materials both underwent structural changes.

Keywords: Carbon Steel, MIG Welding, BUTT WELD

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan di Medan 03 Oktober 1997 dari ayah Alm Zaharuddin Hasibuan dan Ibu Apridawati Siregr Penulis Merupakan putra ke tiga dari Empat bersaudara.

Tahun 2016 penulis lulus dari SMK Negeri 2 Medan dan Pada Tahun 2017 Terdaftar Sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis melaksanakan Praktek Kerja pks kabupaten langkat



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Investigasi Eksperimen Sambungan *Butt Weld* Dengan Pengelasan MIG Pada Material Baja Dengan Kandungan Karbon Berbeda

Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak M. Yusuf. Rahmansyah Siahaan, ST., MT. selaku pembimbing I, dan bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian ini. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan satu tim dan teman-teman seangkatan yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 5 juli 2023

Penulis,

Hasan Basri Hasibua

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotensi Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengelasan.....	7
2.2 Las MIG.....	22
2.3 Baja Karbon.....	29
2.4 Sifat Mekanik Material.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2 Bahan dan Alat.....	36
3.3 Metode Penelitian.....	39
3.4 Populasi dan Sample.....	40
3.5 Prosedur kerja.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil.....	45
4.2 Pembahasan.....	59
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Simpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Presentase kandungan baja karbon	30
Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan penelitian.....	35
Tabel 4.1. Hasil pengujian tarik spesimen baja.....	47
Tabel 4.2. Tegangan tarik.....	49
Tabel 4.3. Regangan.....	51
Tabel 4.4. Modulus elastisitas.....	57
Tabel 4.5. Tegangan patah.....	58
Tabel 4.6. Tegangan lulu.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pematrian.....	10
Gambar 2.2. Las Gas atau Karbit.....	11
Gambar 2.3. Las Listrik.....	12
Gambar 2.4. Butt weld	13
Gambar 2.5. Lap Joint	14
Gambar 2.6. Tee Joint	15
Gambar 2.7. Edge Joint	15
Gambar 2.8. Corner Joint	16
Gambar 2.9. Las SMAW	17
Gambar 2.10. Las MIG	18
Gambar 2.11. Las TIG.....	19
Gambar 2.12. Posisi Pengelasan 1G	20
Gambar 2.12. Posisi Pengelasan 2G	20
Gambar 2.13. Posisi Pengelasan 3G	21
Gambar 2.14. Posisi Pengelasan 4G	21
Gambar 2.15. Bagan Alir Las GMAW	23
Gambar 2.16. Aplikasi Las MIG.....	24
Gambar 2.17. Proses pengelasan las MIG.....	26
Gambar 2.19. Kurva tegangan-regangan baja karbon	30
Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik	38
Gambar 3.2 Mesin Las MIG	38
Gambar 3.3. Baja ST 37.....	36
Gambar 3.4. Baja AISI 1050	37
Gambar 3.5. Kawat Las MIG	37
Gambar 3.6. Tabung Gas Helium.....	37
Gambar 3.7. Dimensi Pengujian Tarik	42
Gambar 3.8. Diagram alur penelitian.....	44
Gambar 4.1 Diagram Alir Pembuatan Spesimen	45
Gambar 4.2. Spesimen Uji	46
Gambar 4.3. Grafik Gaya	47
Gambar 4.4. Hasil pengujian spesimen	48
Gambar 4.5. Grafik Tegangan	50
Gambar 4.6. Grafik regangan	52
Gambar 4.7. Tegangan vs Regangan ST-37 Percobaan 1	53
Gambar 4.8. Tegangan vs Regangan ST-37 Percobaan 2	53
Gambar 4.9.. Tegangan vs Regangan ST-37 Percobaan 3.....	53
Gambar 4.10. Tegangan vs Regangan AISI 1050 Percobaan 1.....	54
Gambar 4.11. Tegangan vs Regangan AISI 1050 Percobaan 2	54
Gambar 4.12. Tegangan vs Regangan AISI 1050 Percobaan 3.....	54
Gambar 4.13. Tegangan vs Regangan Kombinasi percobaan 1	55
Gambar 4.14. Tegangan vs Regangan Kombinasi Percobaan 2.....	55
Gambar 4.15. Tegangan vs Regangan Kombinasi Percobaan 3.....	55
Gambar 4.16. Grafik modulus elastisitas	56
Gambar 4.17. Grafik tegangan patah	57
Gambar 4.18. Grafik Tegangan luluh	58

DAFTAR NOTASI

P	= Gaya (kN)
	= Panjang Awal (mm)
l_{max}	= Panjang Akhir (mm)
h	= Tebal (mm)
l	= Lebar (mm)
σ	= Tegangan (MPa)
ϵ	= Regangan
E	= Modulus Elastisitas (GPa)





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.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Dari uraian diatas, banyak tahapan-tahapan yang mempengaruhi hasil las jeni sambungan *Butt Weld* yang efisien, di antaranya ialah sifat fisik, mekanik, termal, dan metalurgi. Dari berbagai tahapan pengelasan yang optimal, peneliti sangat berminat untuk meneliti tentang kekuatan tarik pengelasan sambungan *Butt Weld*, pengelasan MIG, dan pengaruh baja karbon berbeda. Oleh karena itu pertanyaan yang ingin dijawab adalah :

1. Bagaimana investigasi experimen sambungan *Butt Weld* dengan pengelasan MIG pada material baja dengan kandungan carbon berbeda?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari identifikasi dan rumusan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui proses pembuatan spesimen uji tarik terhadap sambungan *Butt Weld* terhadap material baja karbon hasil pengelasan MIG pada materia baja.
2. Melakukan pengujian tarik sambungan butt weld dengan pengelasan *MIG* pada material baja.

3. Menganalisis hasil uji tarik sambungan *butt weld* dengan pengelasan *MIG* pada material baja.

1.4 Hipotensi Penelitian

Dari hasil penelitian yang menganalisis spesimen baja memiliki kadar karbon berbeda. Maka spesimen sambungan baja tersebut akan memiliki sifat mekanis dan beban tarik yang berbeda, untuk mendapatkan hasilnya harus melakukan pengujian tarik untuk mengetahui berapa besar spesimen menompang beban tarik, pertambahan panjang dan sifat mekanis pada setiap variasi spesimen

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian “Investigasi Experimen Sambungan *Butt Weld* dengan Pengelasan *MIG* pada Material Baja dengan Kandungan Carbon Berbeda” ini adalah3 :

1. Memperoleh setting level optimal dari faktor-faktor yang berpengaruh pada pengelasan baja karbon berbeda.
2. Untuk mengetahui hasil uji tarik pada pengelasan *MIG* jenis sambungan *Butt Weld* dengan kadar karbon tinggi.
3. Untuk dunia akademis, yaitu memperkaya ilmu dan wawasan di dunia teknologi, khususnya di bidang pengelasan *Butt Weld* dan baja karbon paduan
4. Untuk pengetahuan lanjut khususnya dunia industri yang menggunakan pengelasan dengan cara las *MIG* agar dapat menjaga dan meningkatkan produk yang telah dicapai.

5. 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. 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 sambungannya.
- c). Sering dijumpai distorsi akibat pemuaihan dan penyusutan yang tidak seragam (Yuspian Gunawan 2017).

Pengelasan adalah metode penyambungan logam yang melibatkan ikatan metalurgi pada sambungan logam dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Efisiensi sambungan yang baik dalam bentuk geometri yang sederhana tanpa menghabiskan biaya yang besar, menjadikan proses pengelasan banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan juga fabrikasi. Diantaranya adalah konstruksi jembatan, fabrikasi pada bejana tekan, pipa minyak dan gas, dan lain sebagainya. Keunggulan mutu pada hasil penyambungan logam dengan pengelasan tidak terlepas dari kualitas mutu baik dalam prosedur prosesnya dan kualitas juru lasnya. Kualifikasi prosedur las menjadi hal yang sangat penting dalam proses pengelasan.

Berdasarkan ISO 3834 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).

2.1.1 Jenis Pengelasan

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

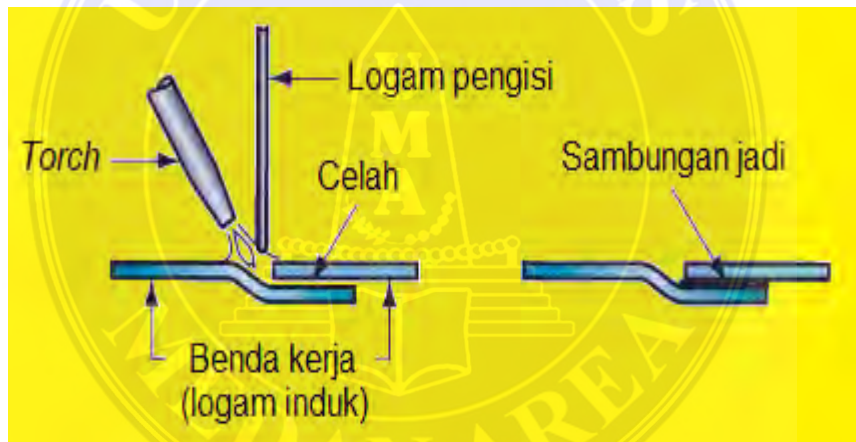
1. Pematrian

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 dilepaskan tanpa 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



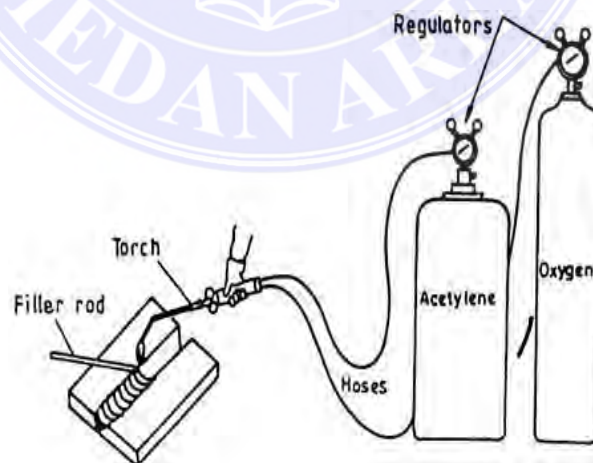
Gambar 2.1. Pematrian

2. Las Gas atau 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).

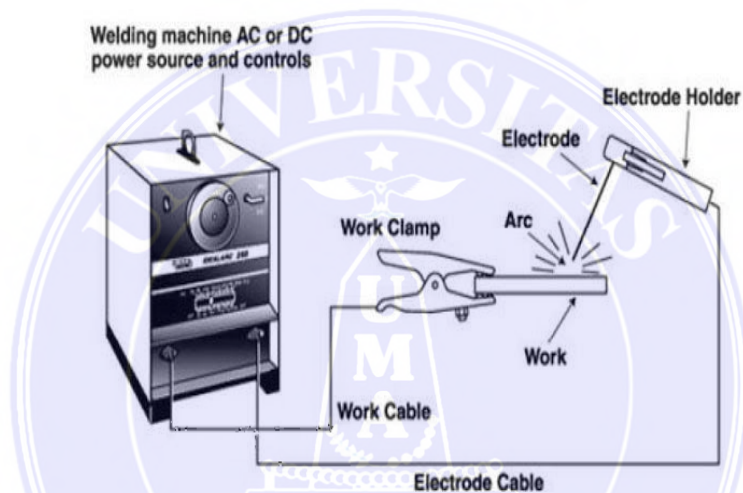
Las karbit atau las asetilen adalah salah satu perkakas perbengkelan yang sering ditemui. Pengoperasiannya yang cukup mudah membuatnya sering digunakan untuk menghubungkan dua logam atau welding. Prinsip dari pengelasan ini tidak terlalu rumit. Hanya dengan mengatur besarnya gas asetilen dan oksigen, 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. Gas Las atau Karbit dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Las Gas atau Karbit

3. 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.

2.1.2 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*.

1. *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

2. *Fillet Weld*

Fillet weld adalah jenis pengelasan yang memiliki penampang segitiga kasar. *Las fillet* biasanya membutuhkan persiapan sambungan yang lebih sedikit

daripada 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 :

a. *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.

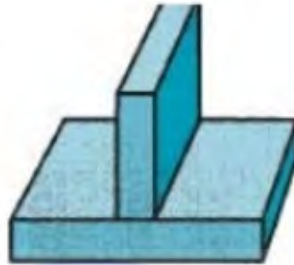


Gambar 2.5. *Lap Joint*

b. *Tee Joint*,

merupakan sambungan yang berbentuk menyerupai huruf T. Tipe sambungan ini banyak sekali diaplikasikan untuk konstruksi atap, 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.



Gambar 2.6. *Tee Joint*

c. *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*

d. *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*

2.1.3 Jenis Las Listrik

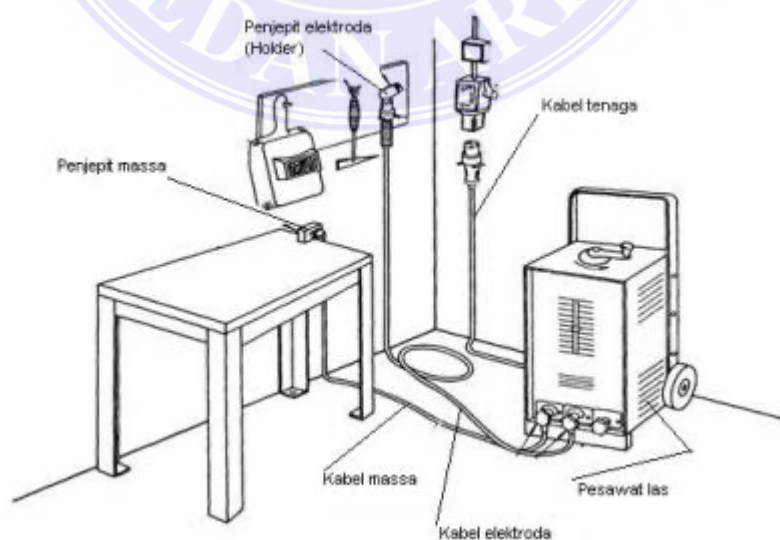
Las listrik sudah sangat dikenal di kalangan masyarakat karena banyak sekali kebutuhan penyambungan benda yang melibatkan proses ini. Las listrik adalah proses pengelasan yang memanfaatkan sumber panas dari energi listrik. Ketika terhubung dengan listrik, energi diterima mesin las dan diubah menjadi 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 :

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

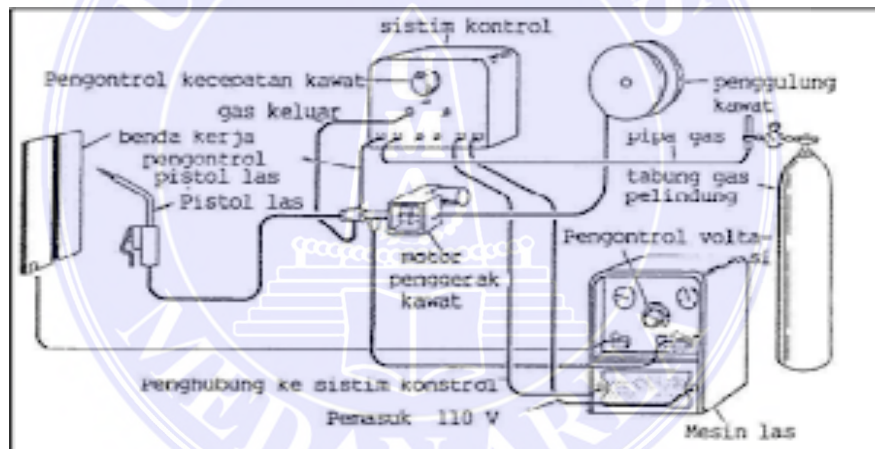
Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau Las elektroda terbungkus adalah suatu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus. Pada proses las elektroda terbungkus, busur api 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

2. 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.



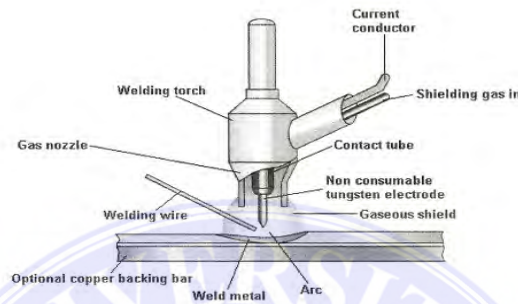
Gambar 2.10. Proses Las MIG

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*).

3. 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.



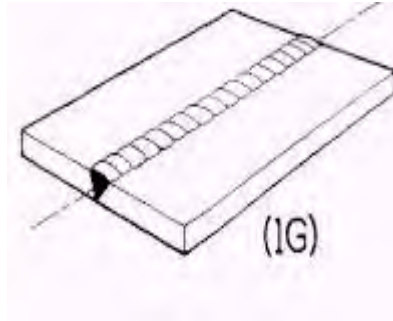
Gambar 2.11. Las TIG

2.1.4 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.

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

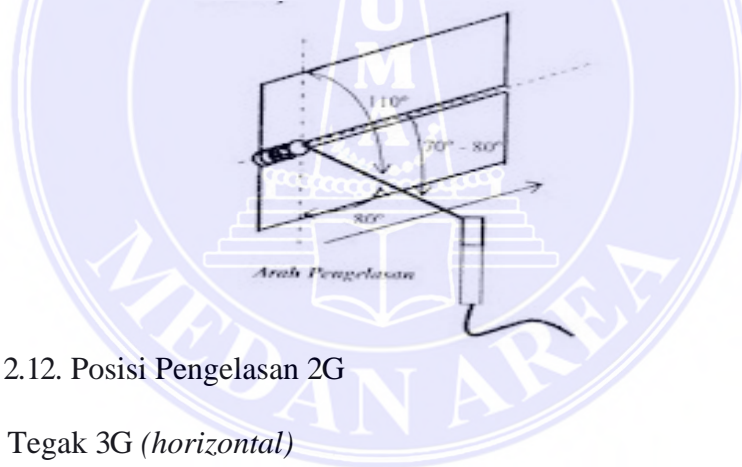
Posisi pengelasan 1G (*Flat*) adalah posisi pengelasan dibawah tangan (*hand down*) dengan posisi benda kerja horizontal pada pengelasan ini posisi elektroda membentuk sudut 30° s/d 50° .



Gambar 2.12. Posisi Pengelasan 1G

2. Posisi Tegak 2G (*vertical*)

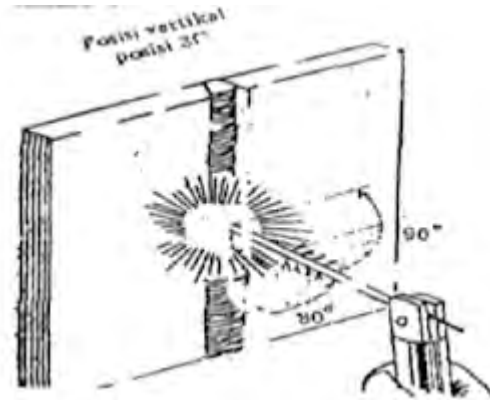
Posisi datar (Horizontal), Mengelas dengan horisontal biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti horisontal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar $5^{\circ} - 10^{\circ}$ terhadap garis vertikal dan $70^{\circ} - 80^{\circ}$ kearah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



Gambar 2.12. Posisi Pengelasan 2G

3. Posisi Tegak 3G (*horizontal*)

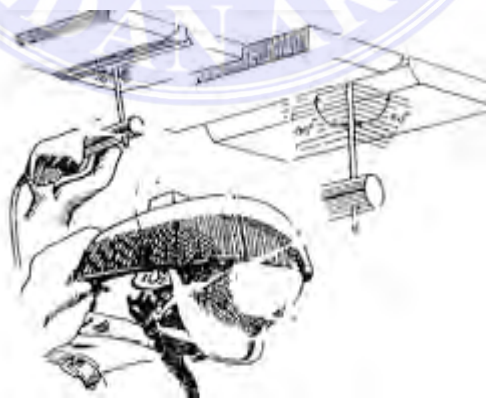
Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arahpengelasannya keatas atau kebawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah dapat diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar $10^{\circ} - 15^{\circ}$ terhadap garis vertikal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



Gambar 2.13. Posisi Pengelasan 3G

4. Posisi di atas kepala 4G (*Overhead*)

Posisi di atas 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 berjatuh 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.



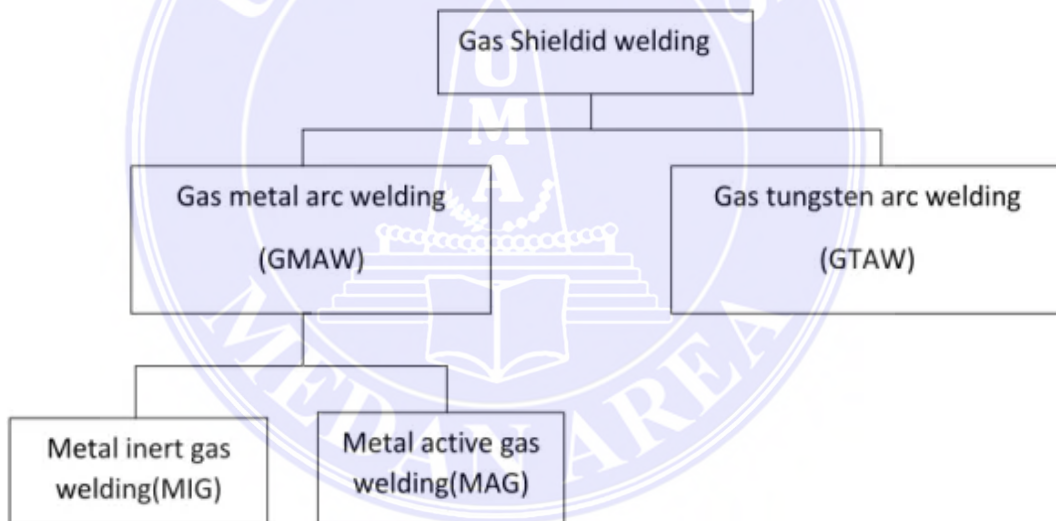
Gambar 2.14. Posisi Pengelasan 4G

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 *Battelle 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 :

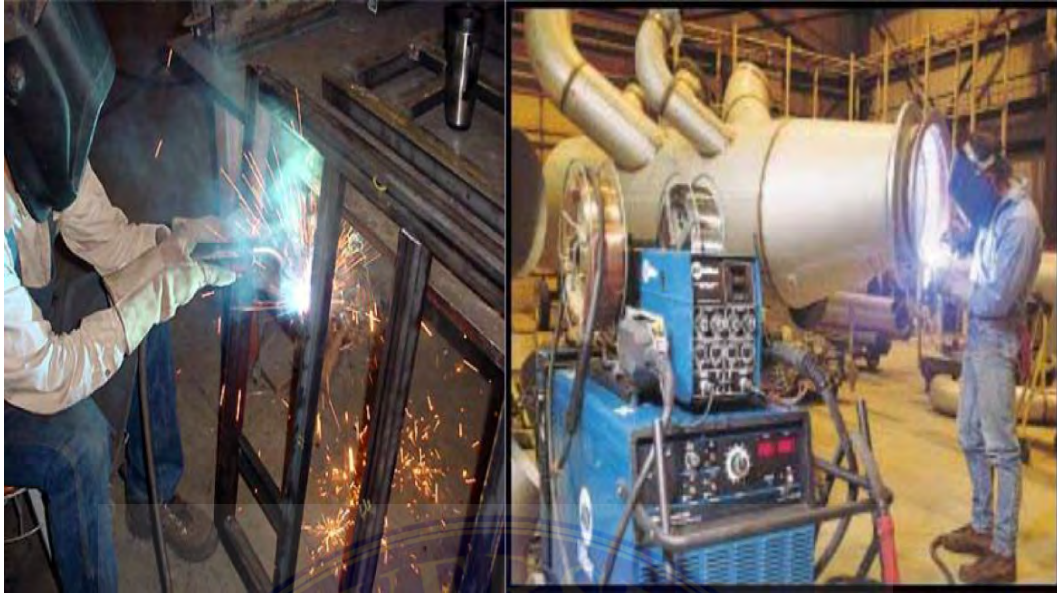


Gambar 2.15. Bagan Alir Las GMAW

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 2.16. Aplikasi Las MIG

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

1). Kelebihan Las MIG

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

- a) Sangat efisien dan proses pengerjaan yang cepat
- b) Dapat digunakan untuk semua posisi pengelasan (welding positif)
- c) Tidak menghasilkan slag atau terak,layaknya terjadi pada las SMAW
- d) Memiliki angka deposisi (*deposition rates*) yang lebih tinggi dibandingkan SMAW
- e) Membutuhkan kemampuan operator yang baik
- f) Proses pengelasan MIG sangat cocok untuk pekerjaan konstruksi
- g) Membutuhkan sedikit pembersihan *post-weld*.

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

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

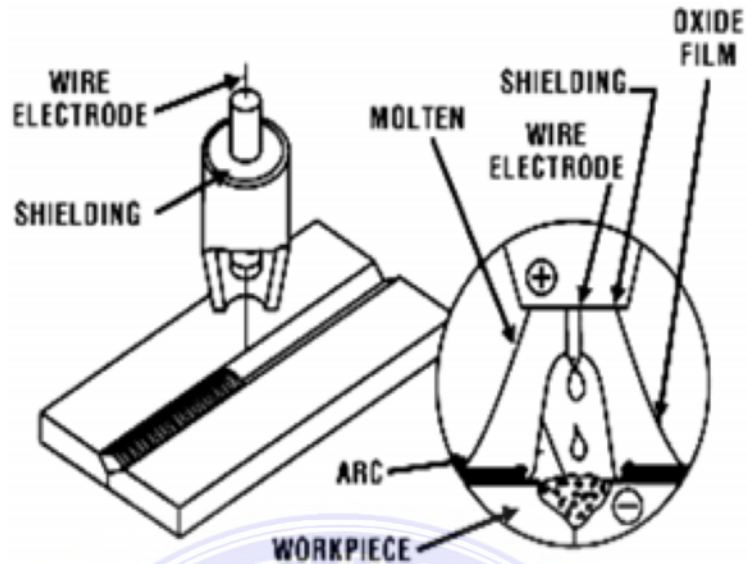
- a) *Wire-feeder* yang memerlukan pengontrolan yang kontinu
- b) Sewaktu waktu dapat terjadi *Burnback*
- c) Cacat las *porositi* sering terjadi akibat penggunaan kualitas gas pelindung yang tidak baik.
- d) Busur yang tidak stabil, akibat ketrampilan operator yang kurang baik. Pada awalnya set-up pengelasan 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 2.17. 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 :

1. 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.

2. 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.

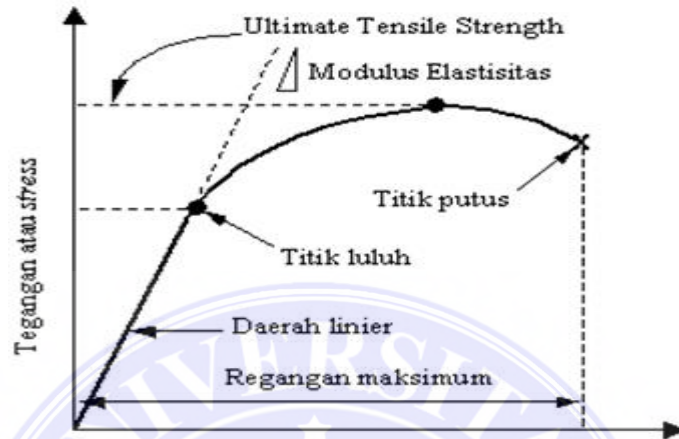
2.3. Baja Karbon

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 :

1. 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;
2. sedangkan kandungan tembaga minimum tidak melebihi 0.40 persen;
3. 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.

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 2.18



Gambar 2.19. Kurva tegangan-regangan baja karbon

2.3.1 Klasifikasi Baja Karbon

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

1. 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%	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12%	Batang
	Baja lunak	0,12-0,20%	Konstruksi
	Bajasetengah lunak	0,20-0,30%	Konstruksi

2. 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 2.3. Persentase kandungan baja karbon rendah

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

3. 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 2.4. Persentas kandungan baja karbon rendah

Jenis	Kelas	Kandungan 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, makametode 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

$$\dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : Kekuatan tarik (

P Gaya maksimum (

h = Tebal (mm)

l Lebar (mm)

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 golongan 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.

$$\dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

Regangan

Perubahan panjang (mm)

IPanjang awal (mm)

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].

$$\dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

E Modulus (GPa)

Tegangan (MPa)

Regangan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

Adapun waktu penelitian yang dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkan surat keputusan tugas akhir dan penentuan dosen pembimbing. Berikut table 3.1. waktu pelaksanaan penelitian

Tabel 3.1. Waktu Pelaksanaan penelitian

No	aktivitas	Tahun 2022						Tahun 2023									
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Pengajuan judul	■															
2	Penyelesaian proposal		■	■	■	■											
3	Seminar proposal					■											
4	Persiapan alat dan bahan						■										
5	Pengujian spesimen							■									
6	pengujian								■	■	■						
7	Analisa data											■	■	■			
8	Seminar hasil															■	
9	Sidang serjana																■

3.1.2 Tempat

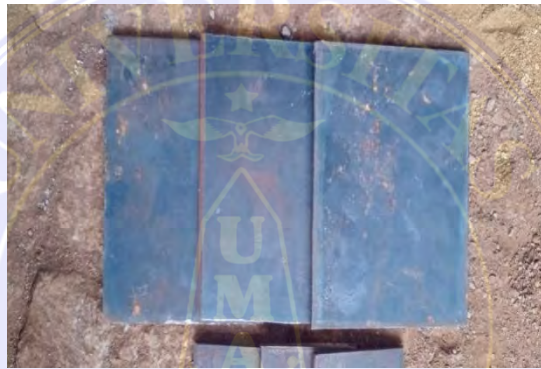
Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini dalam rangka menyelesaikan tugas akhir di laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area, Kampus 1, jalan kolam

3.2 Bahan dan Alat

3.3.1 Bahan

1. Plat Baja ST 37

Baja St 37 adalah baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1045, dengan komposisi kimia Karbon : 0.5 %, Mangan : 0.8 %, Silikon : 0.3 % ditambah unsure lainnya. Dengan kekerasan ± 170 HB dan kekuatan tarik 650 - 800 N/mm². Gambar baja tipe ST 37 dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8. Baja ST 37

Baja ST 37 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi kimia seperti tabel 3.2.

2. Baja AISI 1050

Baja yang disebut AISI 1050 digunakan untuk yang sering digunakan dalam aplikasi di mana terdapat gesekan dan tekanan. Oleh karena itu, perlu untuk menolak paksaan dan kekerasan. Baja tipe AISI 1050 dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9. Baja AISI 1050

3. Kawat Las MIG

Kawat las MIG memudahkan semua posisi pengelasan dengan baik sekali kualitas deposite lasnya sangat baik. Digunakan dengan las argon. Kawat las dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10. Kawat Las MIG

4. Gas Helium

Menggunakan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah.



Gambar 3.7 Tabung Gas Helium

3.2.2 Alat

Pengambilan data-data dalam penelitian ini menggunakan peralatan antara lain :

1. Mesin Uji Tariks

Alat ini digunakan untuk pengujian tarik spesimen yang sudah di las.



Gambar 3.1 Mesin Uji Tarik

2. Mesin Las MIG

Penelitian ini menggunakan alat mesin las dengan arus AC, mesin las dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Mesin Las MIG

3.3 Metode Penelitian

Penelitian yang di gunakan yaitu eksperimen yang sistematis, rasional, dan cermat dalam kondisi pengendalian, merupakan pendekatan penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh faktor-faktor tertentu terhadap variabel lain di bawah kendali yang ketat. penyelidikan ilmiah di mana peneliti mengontrol dan memanipulasi satu atau lebih faktor independen sambil melakukan pengamatan terhadap variabel dependen untuk menemukan variasi yang juga muncul sehubungan dengan manipulasi variabel independen tersebut.

Tujuan dari desain eksperimen adalah untuk mengumpulkan data sebanyak yang diperlukan dan membantu untuk menganalisis topik yang akan dibahas. Di antara pedoman mendasar untuk merancang percobaan adalah:

1. Pengulangan (*reflication*), yaitu melakukan suatu perlakuan terhadap lebih dari satu unit eksperimen.
2. Pengacakan (*randomization*), yaitu unit eksperimen yang akan dikenai perlakuan harus dipilih acak atau sebaliknya.
3. Kontrol Lokal (*local control*), yaitu langkah-langkah atau usaha yang berbentuk penyeimbang, penggolongan dan pengelompokan .

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada pengaruh Material Baja dengan Kadar Karbon Berbeda Terhadap Kekuatan Sambungan Filet Weld Lap Joint dengan pengelasan MIG adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur mencari informasi dari jurnal, internet, buku pendukung dan melakukan diskusi mengenai penelitian ini pada dosen pembimbing.

2. Melakukan survei atau observasi lapangan untuk mencari alat dan bahan yang digunakan pada penelitian serta mempelajari dan membandingkan alat dan bahan yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.
3. Mengumpulkan data-data dan membeli jenis Baja AISI 1050 dengan tebal 4mm dan 6mm
4. Melakukan proses pemotongan dan pengelasan MIG Baja AISI 1050 dengan sambungan Filet jenis Lap Joint, menggunakan logam pengisi dari kawat las MIG.
5. Membuat specimen uji Tarik dengan standart ASTM E8.
6. Melakukan pengujian specimen dengan menggunakan alat uji Tarik, setelah itu melakukan analisis hasil pengujian dan selanjutnya analisis data untuk mendapatkan data yang sesuai.
7. Menarik kesimpulan

3.4 Populasi dan Sample

Dapat memperoleh hasil penelitian yang baik dalam menganalisis kekuatan sambung *Bat Weld* hasil pengelasan las *MIG* penulis menyarisikan baja dengan kadar karbon berbeda yaitu baja ST 37 dengan kadar karbon 0,3% baja AISI 1050 dengan kadar karbon 0,5% dan baja kombinasi ST 37 dan AISI 1050 dengan kadar karbon 0,3% - 0,5%. Dimana setiap variasi dilakukan percobaan dengan 1 variasi 3 specimen

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Persiapan Bahan

1. Menentukan bahan plat baja yang digunakan .

2. Melakukan pembelian bahan plat baja AISI 1050 dan ST 37 dengan ukuran 75mm x 120mm x 6mm

3.5.2 Proses Pembuatan Spesimen

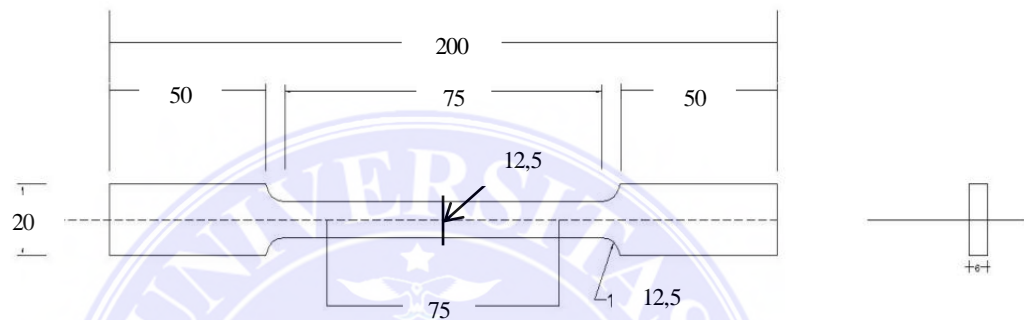
Langkah-langkah proses pembuatan Spesimen yang harus dilakukan pada spesimen ini adalah sebagai berikut;

1. Mempersiapkan alat dan bahan baja AISI 1050 dan ST 37
2. Menyiapkan mesin las, Mengatur mesin las dan bahan material.
3. Melakukan proses penyambungan setiap variasi
 - Baja AISI 1050
 - Baja ST 37
 - Baja karbon berbeda
4. Pembersihan kerak las
5. Membuat mal gambar di atas baja yang sudah di las
6. Membentuk titik pembuatan spesimen
7. Melakukan pengeboran
8. Melakukan pemahatan
9. Melakukan penyekrapa pada setiap spesimen
10. Melakukan tiap sudut spesimen dengan menggunakan kikir

Pengujian suatu material diperlukan untuk memastikan kualitasnya agar dapat diterapkan pada masyarakat atau dimanfaatkan dalam perancangan suatu mesin. Dengan menguji logam, kami dapat memastikan bahan yang ideal untuk desain dan pembuatan mesin. Pengujian mekanik yaitu uji tarik merupakan teknik pengujian yang digunakan dalam penelitian ini. Lanjutkan pembuatan spesimen

sesuai dengan standar ASTM E 8M-01 setelah prosedur pengelasan selesai. Spesimen ini kemudian akan diuji tarik. Untuk mengetahui sejauh mana kekuatan tarik benda uji yang diuji maka dilakukan pengujian tarik. Standar ASTM E8 digunakan saat membuat spesimen uji tarik.

. Dimensi pengujian kekuatan tarik bahan dapat di lihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13. Dimensi Pengujian Tarik

Berikut merupakan langkah-langkah proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan spesimen uji yaitu yang akan di uji
2. Bentuk sampel uji tarik sesuai standart yang dipakai
3. Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan
4. Menghidupkan mesin.
5. Memprogram sesuai dengan bahan yang akan diuji dan memasukkan data-data sesuai dimensi yang terdapat pada spesimen
6. Memasang spesimen pada alat uji tarik
7. Atur kecepatan grafik dan kecepatan penarikan
8. Jalankan mesin uji tarik dan catat diameter spesimen tiap penambahan beban

9. Catat diameter terkecil spesimen pada setiap pengurangan beban
10. Setelah terjadi patahan pada spesimen catat hasil pengujian
11. Print out hasil grafik yang diperoleh saat pengujian

3.5.3 Analisis Data

Penelitian yang dilakukan pada Investigasi Experimen Sambungan Butt Weld Dengan Pengelasan MIG Pada Material Baja Kandungan Karbon Berbeda menggunakan teknik pengumpulan data eksperimen

1. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan di laboratorium *Impact And Fracture Research Centre (IFRC)*, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera. Pencatatan dilakukan terlebih dahulu dengan memperhatikan prosedur pengujian dan memastikan alat ukur terkalibrasi. Pencatatan semua parameter dilaksanakan dengan frekuensi pencatan setiap satu jam.

2. Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang di peroleh dari perancangan struktur kardus penyerap energi yang di perkuat tanaman suku palmae

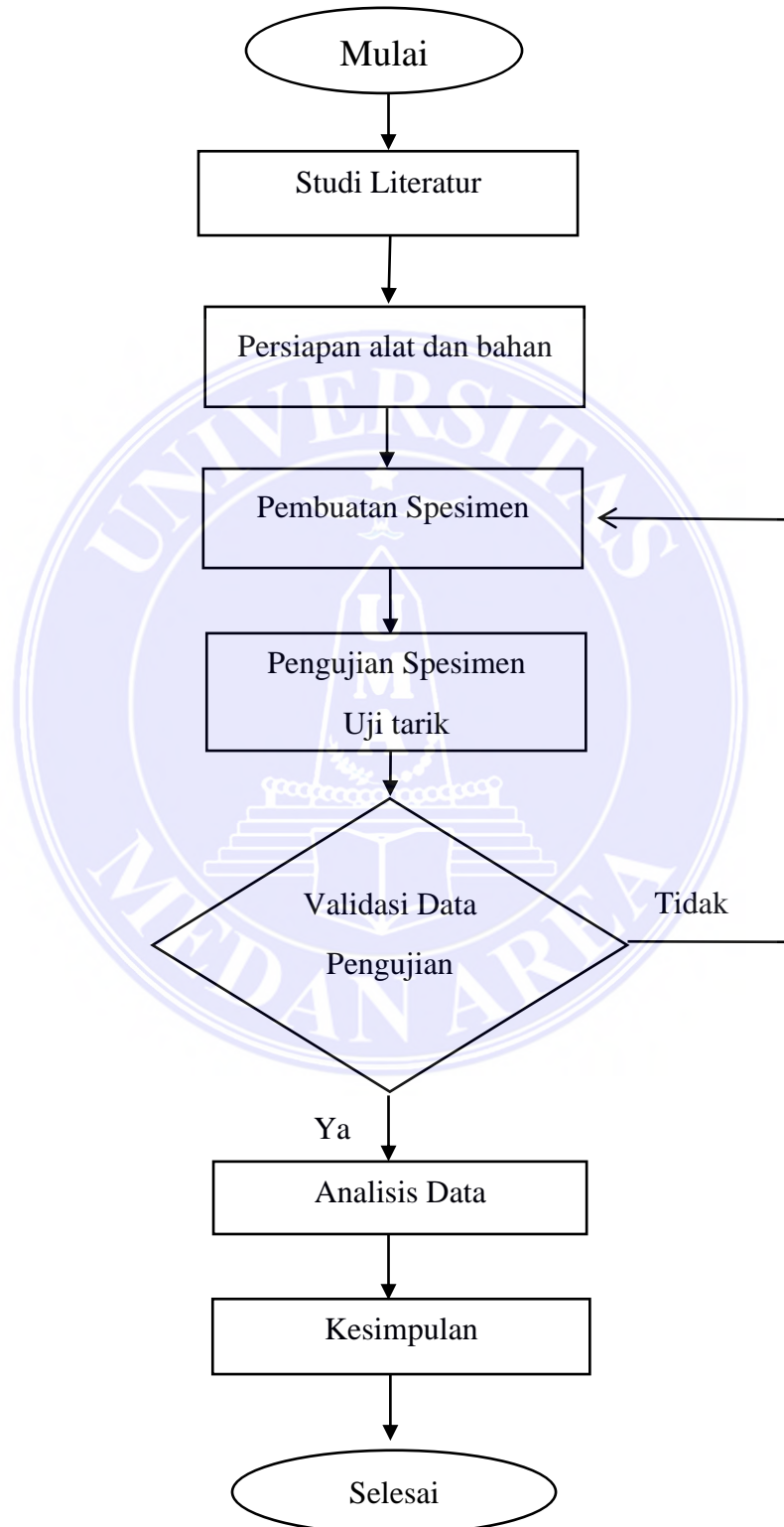
3. Analisis Data

Analisa data setelah semua data yang dibutuhkan semua terkumpul adalah melakukan perhitungan terhadap parameter sebagai berikut:

- a. Kekuatan tarik menggunakan persamaan (2.1)
- b. Regangan menggunakan persamaan (2.2)

c. Modulus menggunakan persamaan (2.3)

3.5.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9. Diagram alir penelitian

8	CD2	(0,3% - 0,5%)	687,8	459,8
9	CD3		31,9	624,1

4.2 Pembahasan

Dapat kita lihat bahwa kuat tarik las pada pelat baja rendah biasanya lebih rendah daripada kuat tarik las pada pelat baja sedang berdasarkan tabel dan grafik hasil uji tarik serta perbandingan kuat tarik antara las dengan kandungan karbon yang berbeda. penulis melakukan. Plat baja AISI 1050 memiliki kuat tarik maksimal 93,43 sedangkan plat baja ST 37 memiliki kuat tarik maksimal 68,00.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa besarnya kekuatan tarik dapat dipengaruhi oleh komposisi dan kandungan karbon dari material baja yang dilas. Dalam hal ini, metode pengelasan yang tidak tepat pada pelat baja tipis berdampak pada penurunan kekuatan tarik pelat baja. Namun, karena dampak panas dengan pengelasan mig lebih luas dan ketangguhan yang dihasilkan lebih tinggi, material menjadi lebih ulet dan lebih lunak selama proses pengelasan. Pada tabel hasil uji tarik yang digunakan untuk menentukan material terbaik, variabel 2

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil pengelasan listrik dan serta bahan pengujian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian tarik plat baja karbon menggunakan *tensile test machine* dapat mengetahui karaktereistik pada bahan material yang memperoleh regangan patah, modulus elastisits, kekutan luluh dan kekuatan tarik.

2. Pada pengujian tarik nilai rata-rata maksimum dari kedua plat baja tidak jauh berbeda, berarti bahwa keua matal tersebut cukup bak dilakukan untuk penyambungan pengelasan.

3. Dapat diperhatikan hasil dari patahan dimana titik patahan banyak dluar sambungan pengelaan itu sendiri, artinya sambungan pengelasan SMAW sangat bagus untuk digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penlitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini bisa mempelajari unsur-unsur yang mempengaruhi pengelasan terhadap sifat mekanis
2. ntuk penelitian selanjutnya, diharapkan bia dikembangkan dengan variasi yang berbeda agar tirciptanya penelitian yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

Awal Syahrani, Alimuddin Sam,dan Chairulnas, "Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Hasil Pengelaan SM490," Jurnal Teknik Mesin Universitas Tadulako Palu, Vol. 4, No. 2, Pp 393-402, 2013

Azwinur, Syukran dan Hamdani. Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las *Butt Weld* dan *Double Lap Joint* Pada Material Baja Karbom

Adi Masfiryanto. Las Karbit. *Jurnal Tehnik Mesin UNISMA*.2007

Arif Marwanto. Materi Pelatihan Lifeskill : SHIELD METAL ARC WELDING. *Jurnal pendidikan Teknik Mesin UNY*. 2007

Cahya Sutowo dan Ichwan Budiawan. Analisa Pengaruh Pengelasan TIG dan MIG Pada Sambungan Las dengan Material Tipe SS316 dan SS304. *Universitas Muhammadiyah Jakarta*. 2018

- Dimas Sultan P dan Lilik Dwi Setyana. Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Uji Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Material Galvanis yang Digunakan untuk Rangka. *Universitas Gajah*
- Fenoria Putri, “ Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013,” *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Seriwijaya, Palembang*. Vol. 2, No. 2, Pp. 13-25, 2010.
- I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa Dan I Nyoman Budiarsa, “ Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Gerakan Elektroda Terhadap Kekerasan Hasil Las Baja JIS SSC 41,” *Jurnal Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali*. Vol. 2, No. 2, Pp. 107-111, 2008.
- Iswanto, Noerdianto, A’rasy Fachruddin dan Mulyadi. Analisa Perbandingan Kekuatan Hasil Pengelasan TIG dan Pengelasan MIG pada Aluminium 5083. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro, TURBO*. Vol. 9, No.1, 2020.
- Rendah. *Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal)*. Vol. 12, No. 1, Juni 2018
- Roymons Jimmy Dimu, Oktavianus Dharma Rerung, “Analisa Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekerasan Material Baja Karbon Rendah Pada Daerah Lasan TIG dan MIG,” *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang*, Vol.2, No.1, Pp.12-19, 2019.
- Sri widharto. *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Jakarta. PT Pradnya Paramita. 2017
- Surahman, Racth Bonaventura Arafasyah. *Dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam [sumber elektronis]*. PT. Lini Suara Nusantara. 2022
- Sugiyono. *Las Tig dan MIG*. Rineka Cipta. Jakarta. 2021 Sumiyanto. *Pengaruh Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik dan struktur Mikro Plat Baja Karbon ASTM A-36*. Erlangga. Jakarta. 2017
- Tim Fakultas Teknik UNY. *Diktat Las MIG Teknik Pengelasan*. Press. Yogyakarta. 2021
- Umaryadi. *Modul Pengelasan, Pematrian, Pemotongan dengan Panas, dan Pemanasan*. Surakarta: Yudhistira. 2007
- Wartono, Muhammad Taufiq, Abraham Julius, “Pengaruh Preheat Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Metal Inert Gas (MIG) Pada Baja Karbon Rendah.” *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta*, Vol.3 No.1, Pp.15-22, 2019.
- Wiryosumarto Harsono. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta. Pradnya Paramita. 1996.
- Wiryosumarto Harsono dan Toshie Okumura. *Teknologi Pengelasan*

Logam, Jakarta, PT.Pradnya Paramita. 2000

Yuspian Gunawan, Nanang Endriatno, Bayu Hari Anggara,” Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Dan Baja Karbon Tinggi,” *Jurnal Teknik Mesin Universitas Halu Oleo, Kendari*. Vol2, No. 1, Pp.1-12, 2017.

Yusrik Arham, “Pengaruh Jenis Kampuh V dan X Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Impak Pada Pengelasan Baja Karbon,” *Jurnal Teknik Mesin Universitas Halu Oleo Kendari*, Vol.2, No.2, Pp.8-12, 2016.

