

**ANALISIS KEKUATAN LENTUR HASIL PENGELEASAN *MIG*
PADA PROSES *TAILOR WELDED BLANK (TWB)*
MENGUNAKAN BAHAN LOGAM YANG
BERBEDA KANDUNGAN KARBON**

SKRIPSI

OLEH:

MALEAKHI NAINGGOLAN

218130058



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

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 24/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)24/4/26

**ANALISIS KEKUATAN LENTUR HASIL PENGE LASAN *MIG*
PADA PROSES *TAILOR WELDED BLANK (TWB)*
MENGUNAKAN BAHAN LOGAM YANG
BERBEDA KANDUNGAN KARBON**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:

MALEAKHI NAINGGOLAN

218130058

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

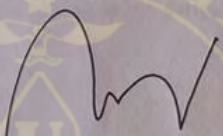
Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan MIG Pada Proses Tailor Welded Blank (TWB) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Kandungan Karbon

Nama : Maleakhi Nainggolan

NPM : 218130058

Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST. M.Eng

Pembimbing I


Dr. Eng. Supriatno, ST, MT
Dekan


Dr. Iswandi S.T., M.T
Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus : 06 Oktober 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar serjana 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 dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

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

Medan, 24 Oktober 2025



Maleakhi Nainggolan

218130058

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 : Maleakhi Nainggolan
NPM : 218130058
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi / Tesis

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 : Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan MIG Pada Proses *Tailor Welded Blank* (Twb) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Kandungan Karbon.

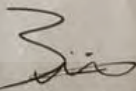
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal: 24 Oktober 2025

Yang Menyatakan


Maleakhi Nainggolan

ABSTRAK

Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan MIG pada Proses Tailor Welded Blank (TWB) Menggunakan Bahan Logam yang Berbeda Kandungan Karbon. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pengelasan MIG dalam industri otomotif dan konstruksi, khususnya pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB) yang menyambungkan logam dengan kandungan karbon berbeda. Permasalahan yang dikaji adalah bagaimana pengaruh perbedaan kandungan karbon terhadap kekuatan lentur hasil pengelasan MIG. Tujuan penelitian yaitu membuat spesimen uji, melakukan pengujian lentur statis sesuai standar ASTM E290, dan menganalisis perbedaan kekuatan sambungan las berdasarkan variasi material.

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan plat baja ST-37 dan AISI 1050. Spesimen dibuat melalui proses pemotongan, pengelasan MIG pada arus 90 A, dan pengujian lentur menggunakan Universal Testing Machine. Analisis data dilakukan dengan perhitungan tegangan lentur maksimum berdasarkan rumus uji lentur tiga titik. Landasan teori penelitian meliputi prinsip pengelasan MIG, karakteristik TWB, serta pengaruh kandungan karbon terhadap sifat mekanik logam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen AISI 1050–AISI 1050 memiliki tegangan lentur tertinggi (894,00 MPa), diikuti ST-37–AISI 1050 (876,66 MPa), sedangkan ST-37–ST-37 memiliki nilai terendah (853,78 MPa). Disimpulkan bahwa kandungan karbon tinggi meningkatkan kekuatan lentur sambungan, sedangkan pengelasan material berbeda menghasilkan kekuatan cukup baik meski zona las kurang homogen.

Kata Kunci: MIG, TWB, Kekuatan Lentur, Kandungan Karbon

ABSTRACT

Flexural Strength Analysis of MIG Welding on Tailor Welded Blank (TWB) Using Different Carbon Content Metals. This study is motivated by the importance of MIG welding in the automotive and construction industries, particularly in the Tailor Welded Blank (TWB) process which joins metals with different carbon contents. The main problem examined is how the difference in carbon content affects the flexural strength of MIG welds. The objective of this research is to prepare test specimens, conduct static bending tests according to ASTM E290 standards, and analyze the strength variations of welded joints based on different materials.

The research method was experimental using ST-37 and AISI 1050 steel plates. Specimens were fabricated through cutting, MIG welding at 90 A current, and bending tests using a Universal Testing Machine. Data analysis was carried out by calculating the maximum flexural stress based on the three-point bending formula. The theoretical basis includes the principles of MIG welding, TWB characteristics, and the influence of carbon content on the mechanical properties of metals.

The results showed that AISI 1050–AISI 1050 specimens had the highest flexural stress (894.00 MPa), followed by ST-37–AISI 1050 (876.66 MPa), while ST-37–ST-37 specimens had the lowest value (853.78 MPa). It can be concluded that higher carbon content increases flexural strength, while welding dissimilar carbon steels provides sufficient strength despite less homogeneous heat-affected zones.

Keywords: MIG Welding, TWB, Flexural Strength, Carbon Content

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Bandar Khalipah, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang pada tanggal 10 September 2003, anak dari Bapak Preddi Nainggolan dan Ibu Ester Simatupang. Penulis merupakan putra ke dua (2) dari tiga (3) bersaudara. Tahun 2015 penulis lulus dari SD Negeri 105292, Tahun 2018 penulis lulus dari SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan, Tahun 2021 Penulis lulus dari SMK Swasta Jambi Medan dan pada Tahun 2021 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik di Universitas Medan Area.

Untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik, penulis melakukan penelitian dengan judul “ Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan MIG Pada Proses Tailor Welded Blank (TWB) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Kandungan Karbon”. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Prima Multi Peralatan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan Kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini yang berjudul “Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan *MIG* Pada Proses *Tailor Welded Blank* (TWB) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Kandungan Karbon”.

Adapun proposal skripsi ini bermaksud untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan dalam penyusunan penulisan ataupun isi dari pada skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat dapat membangun setiap pembaca agar dapat lebih baik lagi.

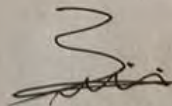
Penulis juga tidak lupa untuk menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

1. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Dr. Eng Supriatno, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area.
3. Dr. Iswandi ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

4. Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST. M.Eng Sebagai Dosen Pembimbing yang banyak membantu penulis dalam memberikan arahan dan saran serta ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
5. Teristimewa penulis mengucapkan Kepada Kedua Orang Tua dan keluarga tercinta yang selalu mendukung dalam Doa, Materi, dan Nasehat yang dapat membangun semangat penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada teman saya yang bernama Ayu Sianturi, yang selalu memberi semangat, doa dan dukungan serta waktunya yang mau menemani saya selama proses penyusunan skripsi.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa teristimewa satu angkatan saya Stambuk 21, yang telah senantiasa memberikan dukungan dan motivasi, Semoga kita semua menjadi orang sukses.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan proposal skripsi ini masih banyak kesalahan sehingga masih jauh dari kata sempurna. Karena terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan dan kritik yang dapat membangun dari pihak pembaca diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan proposal skripsi ini kedepannya. Semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca untuk membangun ilmu pengetahuan pada khususnya Teknik Mesin.

Penulis



Maleakhi Nainggolan

218130058

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tailor Welded Blank (TWB)	5
2.1.1 Pengertian Tailor Blank (TWB).....	5
2.1.2 Metode Penyambungan dalam Tailor Welded Blank.....	6
2.1.3 Pengaruh HAZ terhadap Sifat Mekanik TWB.....	7
2.2 Pengelasan MIG	8
2.2.1 Pengertian Pengelasan MIG.....	8
2.2.2 Aplikasi Penggunaan Las MIG	9
2.2.3 Proses Mesin Las MIG	10
2.2.4 Gas Pelindung Las MIG	11
2.2.5 Kawat Las MIG	13
2.3 Logam Las	14
2.3.1 Pengertian logam las	14
2.3.2 Jenis-jenis Logam Las	16

2.3.3 Proses Penggunaan Logam Las	18
2.4 Kekuatan Lentur	19
2.4.1 Pengertian Kekuatan Lentur	19
2.4.2 Jenis-jenis atau Cara Pengujian Bending (Uji Lentur)	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.1.1 Waktu	23
3.1.2 Tempat.....	23
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2.1 Bahan	24
3.2.2 Alat.....	25
3.3 Metode Penelitian.....	28
3.4 Populasi dan Sampel	29
3.5 Prosedur Kerja	30
3.5.1 Persiapan Bahan.....	30
3.5.2 Proses Pembuatan <i>Specimen</i>	30
3.5.3 Proses Pengujian.....	31
3.5.4 Diagram Alir penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil.....	24
4.1.1 Hasil Pembuatan Spesimen.....	35
4.1.2 Hasil Pengujian Lentur	35
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Pembahasan Data Pengujian Lentur	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	23
Tabel 3.2 Populasi dan Sampel	30
Tabel 4.1 Pengujian gaya	34
Tabel 4.2 Tegangan lentur	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah Pengaruh Panas Pada Pengelasan	14
Gambar 2.2 Uji Lentur Tiga Titik	21
Gambar 2.3 Uji Lentur Empat Titik	21
Gambar 2.4 Cantilever Bending Test	22
Gambar 3.1 Plat Baja	24
Gambar 3.2 Kawat Las MIG	24
Gambar 3.3 Mesin Uji Lentur	25
Gambar 3.4 Mesin Las MIG	25
Gambar 3.5 Mesin Gerinda	26
Gambar 3.6 Alat Ukur	26
Gambar 3.7 Sikat Kawat Baja	26
Gambar 3.8 Palu Las	27
Gambar 3.9 Helm Las	27
Gambar 3.10 Elektroda	28
Gambar 3.11 Dimensi Spesimen Uji Lentur	29
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Plat Baja ST-37	32
Gambar 4.2 Plat Baja AISI 1050	32
Gambar 4.3 Pemotongan Plat Baja	33
Gambar 4.4 Penyambungan Dengan Plat Baja	34
Gambar 4.5 Plat Selesai Di Las	34
Gambar 4.6 Plat hasil pengujian tampak depan	35
Gambar 4.7 Grafik gaya	36
Gambar 4.8 Grafik Tegangan	38

DAFTAR NOTASI

σ_f = Tegangan lentur maksimum (MPa atau N/mm²)

F = Gaya maksimum (N) yang diterapkan selama uji

L = Jarak antara dua penyangga (span) (mm)

b = Lebar spesimen uji (mm)

h = Tinggi spesimen uji (mm)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang masalah

Dalam dunia manufaktur modern, teknik pengelasan menjadi salah satu metode yang sangat penting untuk menyambung berbagai jenis material, termasuk logam. Pengelasan merupakan proses penyambungan logam atau non logam yang dilakukan dengan energi panas. Dilakukan dengan menggunakan aplikasi tekanan maupun tidak, dan bisa menggunakan bahan tambah maupun tidak. Pengelasan dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu pengelasan dengan las gas dan pengelasan dengan las Listrik. Salah satu metode yang digunakan dalam pengelasan las gas adalah *Metal Inert Gas* (MIG). Pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) adalah salah satu metode yang banyak digunakan karena keandalannya dalam menghasilkan sambungan berkualitas dengan efisiensi tinggi. Proses las *Metal Inert Gas* (MIG) menggunakan gas mulia sebagai pelindung saat pengelasan.

Penggunaan metode pengelasan MIG dalam proses *tailor welded blank* (TWB) yaitu penyambungan lembaran logam yang berbeda ketebalan atau sifat material, semakin berkembang seiring dengan kebutuhan *industry* untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya produksi, terutama di sektor otomotif dan konstruksi. Namun, penyambungan logam yang memiliki perbedaan kandungan karbon, seperti baja karbon rendah dan baja karbon sedang atau tinggi, menimbulkan tantangan tersendiri dalam hal sifat mekanis hasil sambungan. Kandungan karbon dalam logam sangat mempengaruhi sifat material tersebut, seperti kekuatan Tarik, kekerasan, keuletan, serta ketahanan terhadap deformasi dan retak. Logam dengan kandungan karbon yang lebih tinggi cenderung memiliki

kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi, namun kurang ulet, sementara logam dengan kandungan karbon rendah lebih ulet namun memiliki kekuatan yang lebih rendah.

Dalam hal ini, analisis kekuatan lentur dari hasil pengelasan MIG pada TWB yang menggunakan bahan logam dengan kandungan karbon yang berbeda menjadi penting untuk dilakukan. Kekuatan lentur adalah salah satu *indicator* penting untuk menilai kualitas sambungan las, terutama untuk mengetahui bagaimana sambungan tersebut akan berperilaku dibawah beban mekanis. Dalam kekuatan lentur hasil pengelasan MIG pada material dengan perbedaan kandungan karbon bertujuan untuk memahami pengaruh variasi kandungan karbon terhadap sifat mekanis sambungan, serta untuk mengidentifikasi parameter pengelasan yang optimal. Dengan analisis ini, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk meningkatkan kualitas dan kekuatan sambungan, serta meminimalkan potensi kegagalan dalam aplikasi *industry* yang kritis, seperti di bidang otomotif dan konstruksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti perlu melakukan penelitian mendalam mengenai “Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan Mig Pada Proses *Tailor Welded Blank* (TWB) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Kandungan Karbon”.

1.2 Rumusan Masalah

Sebagaimana telah diuraikan dalam latar belakang, maka fokus permasalahan dalam penelitian ini adalah : Bagaimana cara menganalisis kekuatan spesimen pengelasan MIG pada proses *tailor welded blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda kandungan karbon hasil pengujian lentur statis?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari usulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Pembuatan spesimen uji lentur hasil pengelasan MIG pada proses *tailor welded blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda kandungan
2. Pengujian spesimen uji lentur hasil pengelasan MIG pada proses *tailor welded blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda kandungan karbon.
3. Analisis kekuatan spesimen pengelasan MIG pada proses *tailor welded blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda kandungan karbon hasil pengujian lentur statis.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah disusun, hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan kandungan karbon pada bahan logam mempengaruhi kekuatan spesimen hasil pengelasan MIG dalam proses TWB.
2. Parameter pengelasan MIG, seperti arus, tegangan, dan kecepatan pengelasan, berpengaruh terhadap kualitas sambungan dan kekuatan spesimen pada bahan logam dengan kandungan karbon yang berbeda.
3. Zona pengaruh panas (HAZ) yang berbentuk selama pengelasan MIG pada material dengan kandungan karbon yang berbeda akan mempengaruhi kekuatan *specimen*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai analisis kekuatan spesimen pengelasan MIG pada proses *tailor welded blank* (TWB) yang menggunakan bahan logam dengan kandungan karbon mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat teknologi
 - a) Memberikan wawasan tentang parameter pengelasan yang optimal untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan lama pada bahan logam dengan kandungan karbon yang berbeda
 - b) Meyumbang solusi Teknik untuk masalah yang berkaitan dengan cacat pengelasan, distribusi tegangan, dan deformasi pada pengelasan logam dengan komposisi yang bervariasi.
2. Manfaat industri
 - a) Membantu industri otomotif, konstruksi, dan manufaktur dalam mengembangkan Teknik pengelasan TWB yang lebih efisien dan berkualitas tinggi, khususnya Ketika menggunakan bahan logam dengan karakteristik yang berbeda.
 - b) Meningkatkan kualitas produk melalui pengelasan yang lebih andal, sehingga memungkinkan produksi komponen yang lebih ringan, kuat, dan hemat biaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tailor Welded Blank (TWB)

2.1.1 Pengertian Tailor Blank (TWB)

Tailor welded blank (TWB) Proses ini merupakan salah satu teknologi yang mulai diimplementasikan dalam industri otomotif dan kedirgantaraan. Pada kedua sektor tersebut, kebutuhan akan produk yang ringan, efisien secara biaya, serta memiliki kinerja tinggi merupakan aspek yang sangat menentukan dalam menunjang keberhasilan dan daya saing industri. *Tailor Welded Blank* (TWB) menawarkan cara yang sangat baik untuk memenuhi tuntutan yang bersaing dan tampaknya kontradiktif (Kinsey & Wu, dalam Khoirudin, 2021). Proses pengelasan seperti *Tungsten Inert Gas (TIG)*, *Metal Inert Gas (MIG)*, *electron beam*, dan *laser welding* telah dimanfaatkan dalam pembuatan *Tailor Welded Blank* (TWB). Di antara metode tersebut, pengelasan dengan sinar laser dan *electron beam* lebih umum digunakan karena mampu menghasilkan zona pengaruh panas (*Heat Affected Zone/HAZ*) dan zona fusi yang lebih sempit. Kondisi ini menjadi keunggulan tersendiri karena meminimalkan perubahan sifat material yang dapat terjadi akibat proses pengelasan. (Parente, dalam Khoirudin, 2021). *Laser welding* merupakan metode yang paling umum digunakan dalam pembuatan *Tailor Welded Blank* (TWB) karena menawarkan biaya produksi yang lebih rendah serta tingkat fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses pengelasan menggunakan *electron beam*.

2.1.2 Metode Penyambungan dalam Tailor Welded Blank

Proses penyambungan dalam *Tailor Welded Blank* (TWB) sangat penting untuk memastikan kualitas sambungan yang optimal dan performa mekanik yang sesuai dengan aplikasi yang diinginkan. Berikut adalah beberapa metode yang sering digunakan:

1. *Laser Welding*

Laser welding adalah metode yang menggunakan sinar laser sebagai sumber panas untuk mencairkan material yang akan disambungkan. *Laser Welding* memiliki beberapa keunggulan yaitu:

- a) **Presisi tinggi:** Dapat mengelas material dengan ketebalan yang berbeda tanpa banyak distorsi.
- b) **Kecepatan tinggi:** Cocok untuk produksi massal.
- c) **Kemampuan untuk material berbeda:** Dapat menyambungkan logam yang memiliki sifat termal berbeda seperti aluminium dan baja

2. *Resistance Spot Welding* (RSW)

Resistance Spot Welding adalah metode pengelasan yang menggunakan tekanan dan arus listrik untuk menciptakan sambungan melalui resistansi logam. *Resistance spot welding* memiliki keunggulan yaitu:

- a) **Efisien dan murah:** Umum digunakan dalam industri otomotif.
- b) **Cocok untuk sambungan titik (*spot*).**

3. *Hybrid Laser Welding*

Hybrid laser welding menggabungkan sinar laser dengan metode pengelasan tradisional, seperti MIG atau TIG. *Hybrid Laser Welding* memiliki beberapa keunggulan, yaitu :

- a) Kombinasi presisi laser dan fleksibilitas metode tradisional.
- b) Memungkinkan penetrasi yang lebih dalam dengan distorsi minimal.

2.1.3 Pengaruh HAZ terhadap Sifat Mekanik TWB

Zona Terpengaruh Panas (HAZ) adalah area pada material yang mengalami perubahan mikrostruktur akibat panas yang dihasilkan selama proses pengelasan. HAZ terletak di antara zona las dan logam induk (*base metal*), dan sifat mekaniknya sering berbeda dari kedua area tersebut. Pada *Tailor Welded Blank* (TWB), HAZ memengaruhi kinerja mekanik secara signifikan, terutama karena perbedaan sifat termal antara material yang disambungkan (Miyashita, 2018). Adapun pengaruh HAZ terhadap sifat mekanik TWB sebagai berikut:

- a) Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)
 1. HAZ biasanya memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan logam induk karena perubahan mikrostruktur seperti pelunakan atau pembentukan martensit.
 2. Pada baja berkekuatan tinggi (*high-strength steel*), HAZ cenderung menjadi area kritis yang rentan terhadap kegagalan, terutama di bawah beban tarik.

b) Kekerasan (*Hardness*)

1. Kekerasan di HAZ tergantung pada material dan proses pengelasan:
 - a. Baja: Pada baja karbon tinggi, HAZ sering memiliki kekerasan lebih tinggi karena pembentukan martensit.
 - b. Aluminium: Pada aluminium, HAZ biasanya lebih lunak karena pelunakan mikrostruktur akibat panas.
2. Gradien kekerasan antara HAZ, zona las, dan logam induk dapat menyebabkan konsentrasi tegangan.

c) Ketahanan Terhadap Retak (*Fracture Toughness*)

1. Pada HAZ, penurunan ketangguhan sering terjadi akibat tegangan sisa dan gradien sifat mekanik.
2. HAZ pada baja berkekuatan tinggi sering menjadi lokasi inisiasi retak karena sifatnya yang lebih getas dibandingkan logam induk.

2.2 Pengelasan MIG

2.2.1 Pengertian Pengelasan MIG

Las MIG adalah proses pengelasan di mana gas disalurkan ke area yang dilas untuk melindungi busur las. Proses pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) menghasilkan panas melalui busur pengelasan yang dihasilkan dari elektroda kawat (*wire electrode*) dengan benda kerja. Selama berproses nya las MIG (*Metal Inert Gas*), elektroda akan meleleh dan menjadi deposit logam las dan akan membentuk menjadi butiran las (*weld beads*). Gas pelindung digunakan agar untuk mencegah terjadinya oksidasi dan untuk melindungi hasil las selama waktu pembekuan.

Dalam pengelasan MIG ini, gas yang akan digunakan adalah gas argon, helium, ataupun campuran. Untuk memantapkan busur, ada yang harus ditambahkan yaitu gas O₂ antara 2% sampai 5% atau CO₂ antara 5% sampai 20%. Las MIG biasanya dilaksanakan secara otomatis atau semi otomatis dengan arus searah (DC) polaritas balik dan menggunakan kawat elektroda berdiameter 1,2 sampai dengan 2,4 mm.

Dalam metode pengelasan MIG, terdapat tujuh parameter proses yang perlu diperhatikan untuk mencapai hasil yang optimal:

- a) Kuat arus
- b) Tegangan busur
- c) Kecepatan pengelasan
- d) Ukuran elektroda
- e) Laju aliran gas
- f) Komposisi shielding gas
- g) Posisi pengelasan yang harus di perhatikan.

2.2.2 Aplikasi Penggunaan Las MIG

Penggunaan las MIG (*Metal Inert Gas*) banyak diterapkan dalam industri manufaktur untuk proses penyambungan komponen dalam pembuatan berbagai produk atau peralatan. Contoh penerapannya dapat ditemukan pada pembuatan rangka pesawat terbang, struktur rangka mobil, teralis besi, dan berbagai aplikasi industri lainnya. Pada pengaplikasian pengelasan mig terdapat kelebihan dan kelemahan las yaitu sebagai berikut:

1. Kelebihan

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

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

2.2.3 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).

2.2.4 Gas Pelindung Las MIG

Pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan metode pengelasan yang menggunakan gas inert atau gas mulia, seperti argon dan helium, sebagai gas pelindung. Gas ini disebut gas pelindung karena berfungsi untuk menjaga kestabilan busur listrik serta melindungi logam cair dari kontaminasi selama proses pengelasan, terutama dari pengaruh atmosfer dan kotoran di sekitar area las. Fungsi utama gas pelindung adalah membentuk lingkungan pelindung di sekitar daerah pengelasan yang bersifat inert, sehingga tidak bereaksi dengan logam yang dilas. Pada proses pengelasan MIG, gas pelindung dialirkan melalui torch dan berperan dalam melindungi busur listrik, kawat elektroda, logam cair hasil pengelasan, serta logam induk dari kontaminasi udara.

Adapun jenis-jenis Gas mulia yang digunakan dalam 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 Masfiryanto, dalam Pranowo Sidi, 2011). 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* merupakan jenis gas yang memiliki tingkat reaktivitas kimia sangat rendah ketika berinteraksi dengan zat lain. Dalam konteks pengelasan, gas argon berperan sebagai gas pelindung yang mencegah terjadinya oksidasi pada hasil las, yang dapat menimbulkan kotoran atau cacat pada sambungan las. Umumnya, gas argon digunakan untuk melindungi area pengelasan dari kontaminasi udara, terutama selama tahap awal (*primer*) proses pengelasan, dan juga dapat dimanfaatkan untuk membersihkan bagian bawah sambungan. Selama proses pengelasan, gas argon berfungsi melindungi logam yang sedang dipanaskan hingga meleleh. Pada kondisi suhu tinggi, logam cenderung bereaksi dengan gas-gas di atmosfer seperti nitrogen, oksigen, dan hidrogen. Reaksi ini dapat

menghasilkan pengaruh negatif terhadap kualitas hasil las, sehingga penggunaan gas argon diperlukan untuk menghindari reaksi yang tidak diinginkan dan menjaga mutu sambungan las. (Pranowo Sidi, 2011).

2.2.5 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 (Dewanto et al., 2016). 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 Logam Las

2.3.1 Pengertian logam las

Logam las adalah bahan logam yang digunakan dalam proses pengelasan untuk menyambung dua atau lebih bagian logam. Bahan logam las ini bisa berupa kawat, batang, atau bahkan lembaran yang dilebur di titik sambungan menggunakan panas tinggi dari proses pengelasan. Logam las berfungsi untuk mengisi celah antara dua material yang dilas dan memberikan kekuatan mekanik pada sambungan tersebut.

Proses pengelasan merupakan bagian yang sangat penting dalam proses pengelasan. Karena daerah ini akan berpengaruh pada kekuatan sambungan las. Struktur logam pada daerah pengaruh panas (*Heat Affected Zone*) berubah secara berangsur dari struktur logam induk ke struktur logam las. Pada daerah HAZ yang dekat dengan garis lebur kristalnya tumbuh dengan cepat dan membentuk butir-butir kasar. Daerah ini dinamakan batas las (Akbar taufik et al, 2012).



Gambar2.1 Daerah Pengaruh Panas Pada Pengelasan

Keterangan :

1. Logam Las (*Weld Metal*) adalah daerah dimana terjadi pencairan logam dan dengan cepat kemudian membeku. *Fusion Line* Merupakan daerah perbatasan antara daerah yang mengalami peleburan dan yang tidak melebur. Daerah ini sangat tipis sekali sehingga dinamakan garis gabungan antara *weld metal* dan HAZ.

2. HAZ Merupakan area yang terpengaruh oleh panas, yaitu bagian logam dasar yang berada di sekitar logam las, di mana selama proses pengelasan mengalami siklus termal berupa pemanasan dan pendinginan secara cepat. Akibat dari proses tersebut, terjadi perubahan struktur mikro pada logam akibat paparan panas.
3. Logam induk (*parent metal*) adalah logam dasar yang tidak mengalami perubahan struktur mikro maupun sifat mekanik akibat paparan panas selama proses pengelasan.
4. Distribusi temperatur selama proses pemanasan dan pendinginan tidak berlangsung secara merata di seluruh bagian material. Ketidakteraturan ini dapat dilihat baik dari lokasi pada material maupun dari aspek waktu terjadinya. Ketidakseimbangan dalam penyebaran temperatur tersebut menjadi salah satu faktor utama penyebab terjadinya deformasi pada struktur hasil pengelasan. Sehingga untuk dapat menyelesaikan berbagai persoalan dari tegangan dan deformasi hasil pengelasan harus diketahui dahulu bagaimana distribusi dari temperatur yang dihasilkan terhadap material las (Akbar taufik, dalam Muhammail, 2024).

Dalam proses pengelasan, tidak seluruh energi yang dihasilkan digunakan secara langsung untuk memanaskan elektroda dan logam las. Sebagian dari energi tersebut hilang ke lingkungan akibat kontak dengan udara di sekitarnya. Oleh karena itu, energi efektif yang benar-benar dimanfaatkan dalam proses pengelasan dapat dihitung melalui rumus sebagai berikut. (Akbar taufik, dalam Muhammail, 2024):

$$Q = \mu \cdot U \cdot I \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan

Q = net heat input /effectif thermal power (W)

μ = Koefisien busur

U = daya busur (V)

I = arus busur (A)

Pada proses pengelasan, panas yang di hasilkan akan menentukan struktur mikro logam las yang erat kaitanya dengan kekuatan hasil sambungan las. transformasi austenit menjadi ferit merupakan tahap yang paling penting karena akan mempengaruhi struktur logam las, hal ini disebabkan karena sifat-sifat mekanis material ditentukan pada tahap tersebut. Faktor - faktor yang mempengaruhi transformasi austenit menjadi ferit adalah masukan panas, komposisi kimia las, kecepatan pendinginan dan bentuk sambungan las (Mizhar susri, dalam Stevano, 2024).

2.3.2 Jenis-jenis Logam Las

Dalam pengelasan, logam yang digunakan dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis materialnya, sifatnya, dan kompatibilitasnya dengan proses pengelasan. Berikut adalah jenis-jenis logam yang digunakan dalam pengelasan:

1. Logam Las Baja (*Steel Welding Rods*)

Logam las baja adalah jenis logam yang sering digunakan dalam pengelasan baja karbon dan baja paduan. Logam ini umumnya digunakan untuk menyambung komponen baja dalam berbagai aplikasi industri, mulai dari konstruksi bangunan hingga otomotif. Contohnya seperti

- a. E6010 (Baja Karbon) Logam las ini banyak digunakan dalam pengelasan struktural, seperti pada pembuatan rangka atau jembatan.
- b. E7018 (Baja Paduan) Ini adalah logam las dengan kekuatan lebih tinggi dan digunakan dalam kondisi yang lebih keras, seperti dalam pembuatan boiler, pipa tekanan tinggi, dan aplikasi struktural lainnya

2. Logam Las Aluminium

Logam las aluminium digunakan untuk pengelasan material aluminium dan paduannya. Aluminium memiliki titik lebur yang rendah, dan oleh karena itu membutuhkan jenis logam las khusus untuk memastikan sambungan yang baik. contohnya seperti

- a. ER4043: Digunakan untuk pengelasan aluminium dengan paduan silikon. Logam las ini menghasilkan sambungan yang kuat dan tahan korosi, dan sering digunakan pada aplikasi otomotif dan pesawat terbang.
- b. ER5356: Digunakan untuk pengelasan paduan aluminium yang lebih kuat, cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap korosi yang lebih tinggi.

3. Logam Las *Stainless Steel*

Stainless steel adalah paduan besi yang mengandung kromium dan biasanya digunakan dalam lingkungan yang memerlukan ketahanan terhadap korosi tinggi. Logam las *stainless steel* digunakan untuk menyambung material ini dalam berbagai aplikasi *industry*. Contohnya seperti :

- a. ER308L: Logam las ini digunakan untuk pengelasan *stainless steel* jenis 304 atau 308, dan cocok untuk pengelasan komponen-komponen pabrik kimia atau pipa yang terkena bahan kimia.
- b. ER316L: Digunakan untuk pengelasan *stainless steel* dengan kandungan molibdenum, sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap korosi klorida (Ut Jasron, 2014).

2.3.3 Proses Penggunaan Logam Las

Penggunaan logam las dalam pengelasan melibatkan beberapa proses penting (Tarkono, 2012). Berikut adalah gambaran umum dari proses tersebut:

- a. Pengelasan Busur (*Arc Welding*)

Penggunaan elektroda logam las (kawat atau batang) yang dapat meleleh akibat panas tinggi dari busur listrik untuk menciptakan sambungan antar material.

- b. Pengelasan Gas (*Oxy-fuel Welding*)

Menggunakan pembakaran oksigen dan asetilen untuk melelehkan logam las dan material yang dilas. Jenis pengelasan ini lebih sering digunakan untuk pengelasan logam dengan titik lebur rendah seperti tembaga dan aluminium.

- c. Pengelasan Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Proses pengelasan dengan kawat las yang terus menerus disuplai ke area pengelasan, dilindungi oleh gas pelindung (biasanya argon atau campuran gas lainnya). Pengelasan ini umum digunakan pada baja dan aluminium.

2.4 Kekuatan Lentur

2.4.1 Pengertian Kekuatan Lentur

Kuat lentur adalah besar kecilnya nilai tarik tidak langsung dari contoh yang dihasilkan dari beban contoh yang ditempatkan secara mendatar pada permukaan alas tekan mesin penekuk, atau juga didefinisikan sebagai hasil bagi antara momen lentur dan momen. inersia benda uji (Gunawan et al., 2014). Kuat lentur merupakan kemampuan benda uji yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas.

Kuat lentur adalah sifat mekanik material yang menunjukkan kemampuan material tersebut untuk menahan tegangan lentur sebelum patah atau mengalami deformasi permanen. Tegangan lentur terjadi ketika sebuah material menerima gaya yang menyebabkan pembengkokan (bending). Kuat lentur biasanya dievaluasi melalui pengujian bending, yang merupakan metode standar dalam pengujian material untuk mengukur ketahanan terhadap pembengkokan, modulus elastisitas, dan kekakuan. Perhitungan yang digunakan untuk mencari kekuatan bending adalah sebagai berikut :

Tegangan Lentur Maksimum (σ_f):

$$\sigma_f = \frac{3 \cdot f \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

σ_f : Tegangan lentur maksimum (MPa atau N/mm²)

F : Gaya maksimum (N) yang diterapkan selama uji

L : Jarak antara dua penyangga (span) (mm)

b : Lebar spesimen uji (mm)

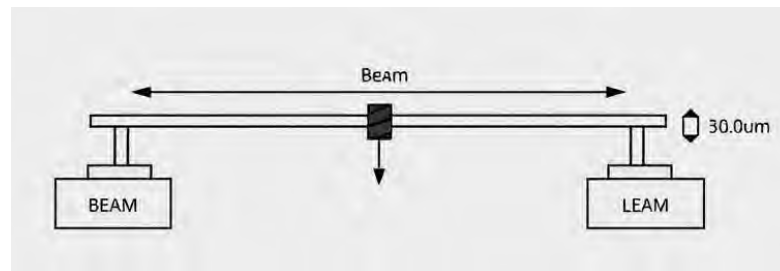
h : Tinggi spesimen uji (mm)

2.4.2 Jenis-jenis atau Cara Pengujian Bending (Uji Lentur)

Pengujian bending (uji lentur) adalah metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur suatu material. Terdapat tiga jenis pengujian bending yang umum dilakukan untuk menguji kuat lentur. (Talledo, 2021) yaitu:

1. Uji Lentur Tiga Titik (*Three-Point Bending Test*)

Dalam pengujian ini, benda uji diletakkan pada dua tumpuan di ujung-ujungnya, sementara beban diterapkan di tengah benda uji. Gaya ini menyebabkan benda uji melentur, menghasilkan distribusi tegangan maksimum di area tengah (tepat di bawah titik aplikasi beban). Uji Lentur Tiga Titik memiliki keunggulan seperti cocok untuk menguji berbagai material, termasuk logam, kayu, plastik, dan keramik dan Memberikan informasi tentang kekuatan material di titik kritis (tengah). Digunakan untuk material yang cenderung mengalami deformasi lentur, seperti batang logam, pelat kayu, dan balok plastik.



Gambar 2. 2 Uji Letur Tiga Titik

2. Uji Lentur Empat Titik (*Four-Point Bending Test*)

Pada pengujian ini, benda uji diletakkan pada dua tumpuan seperti dalam uji tiga titik, tetapi dengan dua beban diterapkan secara simetris di sepanjang panjang benda uji. Hal ini menciptakan zona di mana tegangan maksimum tersebar lebih merata dibandingkan dengan uji tiga titik. Uji Lentur Empat Titik keunggulan seperti distribusi tegangan lebih merata, sehingga lebih representatif untuk pengujian material dengan cacat yang tersebar dan mengurangi pengaruh cacat lokal dibandingkan uji tiga titik. Digunakan untuk material komposit, beton bertulang, dan material dengan distribusi beban kompleks.



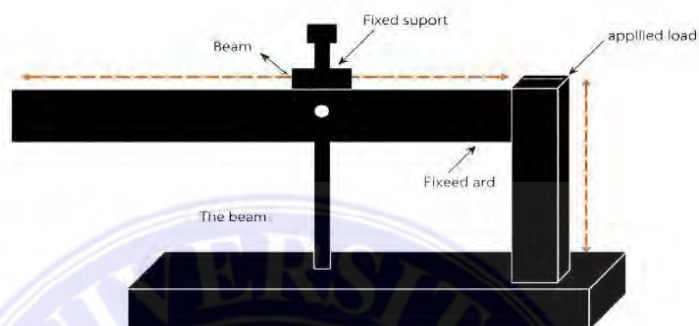
Gambar 2. 3 Uji Lentur Empat Titik

3. Uji Lentur *Cantilever* (*Cantilever Bending Test*)

Dalam pengujian ini, salah satu ujung benda uji dipasang secara tetap, sementara beban diterapkan pada ujung yang bebas. Beban ini menyebabkan benda uji melentur dengan tegangan maksimum terjadi di dekat tumpuan tetap. Uji Lentur *Cantilever* memiliki keunggulan seperti cocok untuk menguji kekuatan lentur material yang akan digunakan dalam kondisi *cantilever*, seperti

balok atau pelat yang terpasang di satu ujung dan mampu menguji defleksi maksimum dan deformasi elastisitas material. Digunakan dalam desain struktur seperti jembatan, balok *cantilever*, atau pelat beton.

Cantilever Bending Test:



Gambar 2. 4 Cantilever Bending Test

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

Aktifitas	2024 - 2025									
	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	
Pengajuan Judul	■									
Penulisan Proposal		■	■	■	■					
Seminar Proposal					■					
Proses penelitian						■	■	■		
Penyelesaian Laporan							■	■		
Penyelesaian Laporan								■	■	
Seminar Hasil									■	■
Evaluasi dan Persiapan sidang										■
Sidang Sarjana										■

3.1.2 Tempat

Penelitian akan bertempat di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang berlokasi di Kampus 1 , Jl H Agus Salim Siregar, Kenangan Baru, Kec. Medan Tembung, Kabupaten Deli Serdang Sumatra Utara 20223.

3.2 Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penyelidikan kekuatan tarik spesimen baja karbon rendah, sedang dan berbeda.

3.2.1 Bahan

Adapun bahan – bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut:

1. Plat Baja



Gambar 3.1 Plat Baja

2. Kawat Las MIG



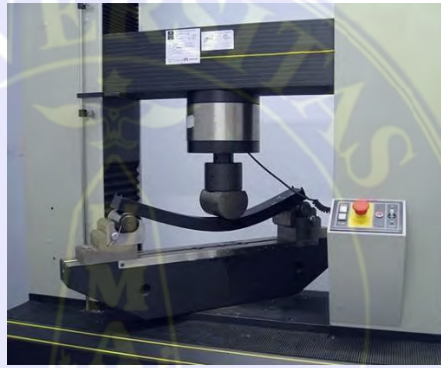
Gambar 3. 2 kawat Las MIG

3.2.2 Alat

Adapun alat – alat yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.:

1. Mesin Uji Lentur

Mesin uji lentur merupakan satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya lentur. Dalam pengujiannya bahan uji lentur sampai melengkung pada mesin uji lentur.



Gambar 3. 3 Mesin Uji Lentur

2. Mesin las MIG

Mesin Las MIG adalah alat yang akan digunakan untuk menggantikan mesin 3D printer dari bahan plastic menjadi bahan logam.



Gambar 3. 4 Mesin Las MIG

3. Gerinda / Pemotong logam

Gerinda adalah alat perkakas yang digunakan untuk mengasah, memotong, dan menghaluskan benda kerja, baik yang kasar maupun yang halus, sesuai dengan tujuan dan kebutuhan tertentu.



Gambar 3. 5 Mesin Gerinda

4. Alat Ukur

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur benda atau kejadian tersebut.



Gambar 3.6 Alat Ukur

5. Sikat Kawat Baja

Sikat las kawat baja adalah alat pembersih yang digunakan untuk menghapus kotoran, karat, dan slag dari permukaan logam sebelum dan sesudah pengelasan.



Gambar 3. 7 Sikat Kawat Baja

6. Palu Las

Palu las digunakan untuk memukul dan mengangkat slag (lapisan oksida) yang terbentuk setelah proses pengelasan, sehingga hasil las menjadi lebih bersih. Dan juga dapat disesuaikan dalam berbagai situasi sehingga dapat disesuaikan pada posisi bagian yang akan dilas untuk menggeser komponen agar lebih pas.



Gambar 3.8 Palu Las

7. Helm Las

Helm las adalah alat pelindung yang dirancang untuk melindungi kepala, wajah, dan mata pengelas dari panas, cahaya menyilaukan, percikan api, dan debu selama proses pengelasan. Helm ini umumnya terbuat dari bahan tahan panas dan dilengkapi dengan kaca pelindung atau filter.



Gambar 3.9 Helm Las

8. Elektroda

Bahan inti kawat yang dilapisi (*fluks*) dari bahan kimia tertentu disesuaikan dengan jenis pengelasan. Elektroda ini disebut juga *consumable electrode*, karena bisa habis saat digunakan mengelas.



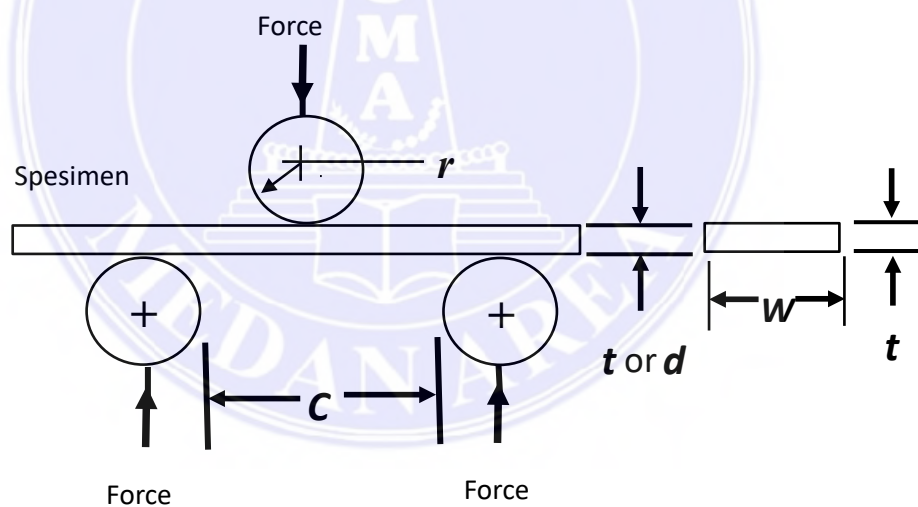
Gambar 3.10 Elektroda

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk menganalisis hasil dari spesimen uji lentur menggunakan pengelasan MIG pada proses *taylor welded blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda kandungan. Metode penelitian ini menjelaskan sebagai berikut :

- a. Studi Literatur dengan cara Mencari dan mengumpulkan sumber-sumber informasi sebagai bahan acuan pembelajaran pada jurnal pendukung, internet, web, dan buku dan melakukan diskusi penelitian ini pada dosen pembimbing.
- b. Observasi dan penggunaan alat dan bahan yang akan dilakukan pada pembuatan spesimen, serta mempelajari dan membandingkan alat dan bahan yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.
- c. Mengumpulkan data dan membeli baja AISI 1050 dengan tebal 4mm dan 6mm.

- d. Melakukan proses pemotongan dan pengelasan MIG pada baja dengan sambungan TWB menggunakan bahan logam yang berbeda kandungan karbon.
- e. Membuat specimen uji lentur dengan standar ASTM E290.
ASTM E290 Merupakan standar pengujian yang digunakan untuk menentukan keuletan material logam melalui uji tekuk dengan Panjang 200 mm, lebar 25mm, dan tebal 6mm.
- f. Melakukan specimen dengan menggunakan alat uji lentur setelah itu melakukan analisis hasil pengujian dan analisis data untuk mendapatkan data yang di inginkan.
- g. Menarik Kesimpulan.



Gambar 3.11 Dimensi Spesimen Uji Lentur.

3.4 Populasi dan Sampel

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan pada bahan logam yang dilas menggunakan berbagai bahan logam berbeda yaitu, sebagai berikut :

Tabel 3.2 Populasi dan Sampel

No	Material	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Arus (A)	Jumlah Spesimen	Jumlah Karbon
1	Baja ST 37 – Baja Aisi 1050	200	25	6	90	3	0,5% - 0,1%
2	Baja Aisi 1050 – Baja Aisi 1050	200	25	6	90	3	0,5%
3	Baja ST 37 – Baja ST 37	200	25	6	90	3	0,1%

3.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Persiapan Bahan

1. Memilih plat baja yang akan digunakan.
2. Melakukan pembelian bahan plat baja AISI 1050 dan Baja ST-37 dengan ukuran 6mm.

3.5.2 Proses Pembuatan *Specimen*

Langkah – Langkah proses pembuatan spesimen yang harus dilakukan pada *specimen* ini adalah sebagai berikut;

1. Mempersiapkan alat dan bahan plat baja AISI 1050 dan Baja ST-37.
2. Mempersiapkan alat mesin las dan bahan material.
3. Melakukan proses pengelasan setiap variasi
 - a. Baja AISI 1050
 - b. Baja ST-37
 - c. Baja karbon berbeda
4. Merapikan pinggiran spesimen menggunakan mesin.
5. Penjoinan pengelasan terhadap dua bahan logam yang berbeda kandungan karbon.

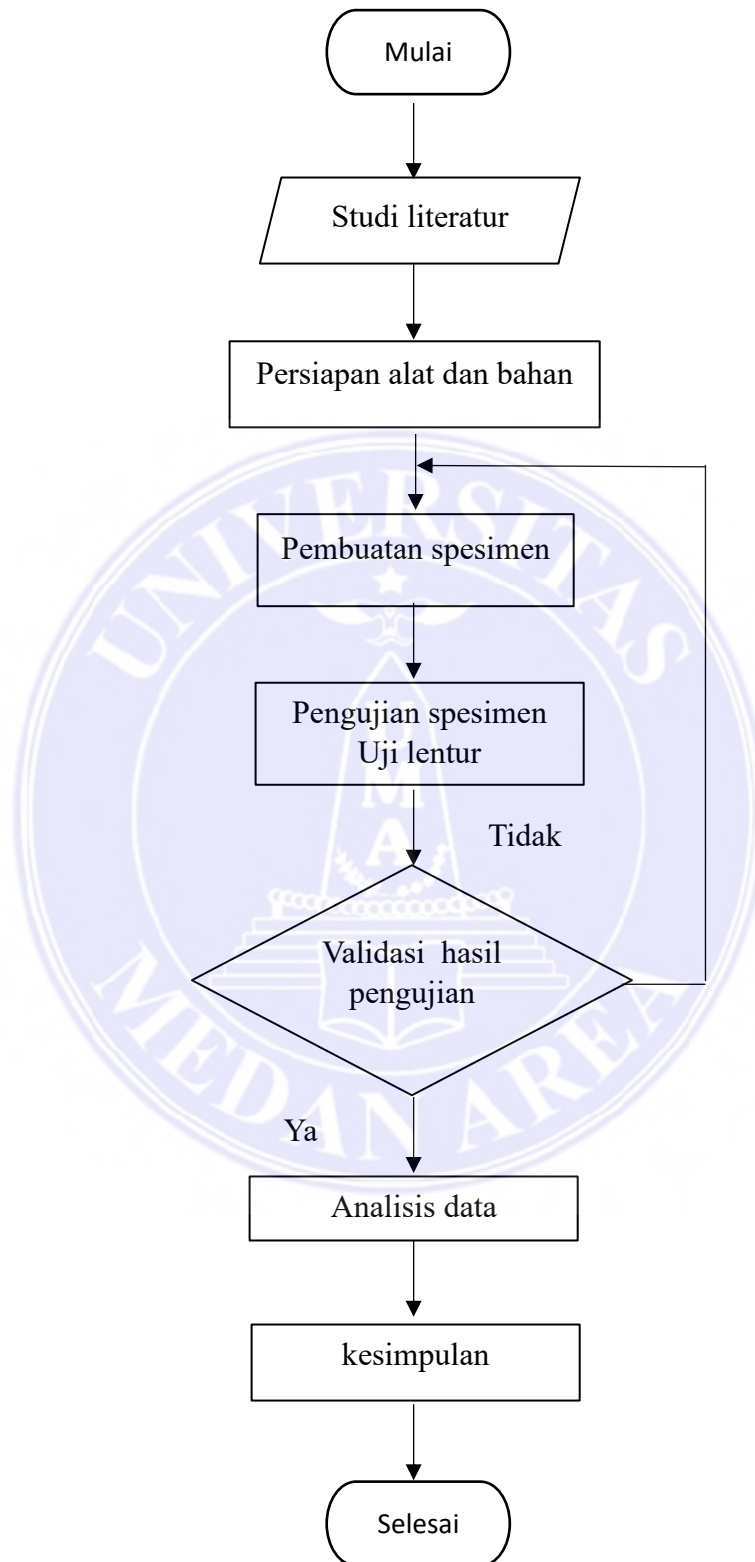
6. Spesimen telah selesai dan siap untuk di uji

3.5.3 Proses Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode pengujian mekanik yaitu uji tarik Berikut merupakan langkah-langkah proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji.
2. Bentuk sampel uji lentur sesuai standar yang dipakai
3. Siapkan mesin uji lentur yang akan digunakan
4. Menghidupkan mesin
5. Memasang spesimen pada alat uji lentur.
6. Jalankan mesin uji lentur dan catat diameter spesimen tiap penambahan beban
7. Catat diameter terkecil spesimen pada setiap pengurangan beban
8. Setelah terjadi lengkungan pada spesimen catat hasil pengujian
9. Print out hasil grafik yang diperoleh saat pengujian

3.5.4 Diagram Alir penelitian



Gambar 3. 12 Diagram Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Pengelasan MIG pada *Tailor Welded Blank* (TWB) antara logam berbeda kandungan karbon menghasilkan kekuatan lentur diperoleh Kesimpulan sebagai berikut:

- a. Proses pengelasan MIG pada material dengan kandungan karbon yang berbeda menghasilkan kekuatan lentur yang bervariasi. Spesimen dengan material AISI 1050 – AISI 1050 menunjukkan nilai gaya maksimum dan tegangan lentur tertinggi dibandingkan dengan spesimen kombinasi ST-37 – AISI 1050 maupun ST-37 – ST-37.
- b. Perbedaan kandungan karbon pada material las *Tailor Welded Blank* (TWB) berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik hasil sambungan. Material dengan kandungan karbon lebih tinggi cenderung menghasilkan deformasi plastis dan lendutan permanen yang lebih besar setelah melewati batas elastis, sedangkan material dengan karbon rendah seperti ST-37 memiliki nilai lendutan lebih rendah dan daktilitas yang terbatas.
- c. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan kandungan karbon terhadap kekuatan lentur hasil pengelasan MIG pada proses TWB telah tercapai, di mana terbukti bahwa variasi material memberikan pengaruh nyata terhadap gaya maksimum, tegangan lentur, serta lendutan permanen yang dihasilkan.

5.2 Saran

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

- a. Lakukan penelitian lanjutan dengan variasi parameter las (arus, tegangan, kecepatan) untuk hasil lebih optimal.
- b. Tambahkan uji struktur mikro dan uji tarik untuk melengkapi analisis kekuatan sambungan.
- c. Dalam aplikasi industri, perhatikan pemilihan material dengan mempertimbangkan perbedaan sifat termal dan mekanik agar tidak menimbulkan tegangan sisa.
- d. Pertimbangkan penggunaan material homogen jika dibutuhkan sambungan yang lebih stabil dan tahan deformasi jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2019. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. Edisi Revisi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ardiyansyah, T., Jakarta, U. M., & Mesin, J. T. (n.d.). *Analisa kuat lentur dan pengelasan pada pemegang kursi mobil*. 31–41.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. Wiley.
- Dewanto, A. P., Amirudin, W., & Yudo, H. (2016). Analisa Kekuatan Mekanik Sambungan Las Metode Mig(Metal Inert Gas) Dan Metode Fsw(Friction Stir Welding) 800 Rpm Pada Alumunium Tipe 5083. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(3), 613–621.
- Harahap, J., Wahyudin, Hasnita, & Lutfhi. (2022). Analisis Eksperimental Dan Numerik Uji Tarik Hasil Pengelasan Smaw Pada Baja Karbon Rendah Dengan Variasi Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanis. *Vocational Education and Technology Journal*, 4(September), 8–17.
- Iswanto, I., Noerdianto, N., Fachruddin, A., & Mulyadi, M. (2020). Analisa perbandingan kekuatan hasil pengelasan TIG dan pengelasan MIG pada Aluminium 5083. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 87–92.
- Khoirudin, K., Dimiyati, D., Djafar Ashiedieque, A., S, S., Mubina Dewadi, F., Rahdiana, N., Budhi Rahardja, I., Ilmar Ramadhan, A., & Suropto, H. (2021). Evaluasi Kekuatan Resistance Spot Welding pada Proses Tailor welded blankss Menggunakan Mill-steel Beda Ketebalan. *Borobudur Engineering Review*, 1(2), 96–105.
- Kurniawan, A. L., & Pranatal, E. (2022). Analisis Kekuatan Sambungan Las Pada Plat Untuk Dek Kapal Berbahan Plat Baja a36 Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Dengan Metode Pengelasan Mig. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, 1(1), 327–331.
- Miyashita, Y., dkk. (2018). Sifat Mekanik dari Tailor Welded Blanks Aluminium/Baja yang Dibuat dengan Proses Friction Stir Welding dan Pengaruh Perlakuan Panas Pascapengelasan.

- Muhammail, Saifudin, Ilham Habibi. (2024). Pengaruh Interpass-temperature pada Pengelasan SMAW Terhadap Deformasi dan Kekuatan Impak Baja ASTM A36, 4(1) 2777-0850.
- Nazir, M. 2014. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Pasaribu, A. L., Irzal, I., A, Y., & Purwantono, P. (2022). Analisa Perbandingan Hasil Pengelasan Smaw (Shield Metal Arc Welding) Dan Las Mig (Metal Inert Gas) Terhadap kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah St 37. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 4(2), 39–41.
- Sidi, P. (2019). Analisa Pengaruh Proses Pengelasan Mig Terhadap Distorsi Sudut dan Kedalaman Penetrasi pada Sambungan Butt-Joint. *Metrik Polba*, 5(1), 10–17.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta,
- Tarkono, G. P. S. Z. (2012). Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las Yang Berbeda. *Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las Yang Berbeda*, 3(September), 51–62.
- Ut Jasron, J. (2014). Analisa Laju Korosi Logam tak Sejenis pada Berbagai Jenis Logam. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 1(2), 26.

LAMPIRAN



Spesimen Sebelum di Uji



Spesimen Sedang di Uji



Tekanan Pada Mesin Uji Lentur



Spesimen Setelah di Uji

DATA HASIL PENGUJIAN LENTUR BAHAN CARBON STEEL

Nama : MALEAKHI NAINGGOLAN
 NIM : 218130058
 Judul : Analisis Kekuatan Lentur Hasil Pengelasan MIG Pada Proses Tailor Welded Blank (TWB) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Kandungan Karbon.

No	Ampare	Material	Tebal (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Fmax (kgf)	Kedalaman Maksimum Penumpu (cm)
1	90	ST-37 AISI 1050	6	200	25	265	9
2	90					310	
3	90					370	
4	90	AISI 1050	6	200	25	272	9
5	90					340	
6	90					485	
7	90	ST-37	6	200	25	258	9
8	90					290	
9	90					330	

Medan, Agustus 2025
 Ass. Lab. Pengujian bahan



M. Fatih Abdillah