

**ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW
PADA PROSES *TAILOR WELDED BLANK* (TWB)
MENGUNAKAN BAHAN LOGAM YANG
BERBEDA KETEBALAN**

SKRIPSI

OLEH:

MUHAMMAD RIFALDI

218130003



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/4/26

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 (repositori.uma.ac.id)14/4/26

**ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW
PADA PROSES *TAILOR WELDED BLANK* (TWB)
MENGUNAKAN BAHAN LOGAM YANG
BERBEDA KETEBALAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:

MUHAMMAD RIFALDI

218130003

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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

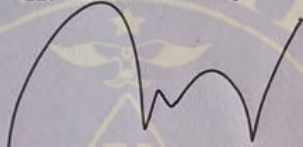
Judul Proposal : Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Proses *Tailor Welded Blank* (TWB) Menggunakan Bahan Logam Yang Berbeda Ketebalan

Nama Mahasiswa : Muhammad Rifaldi


Npm : 218130003

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, S.T., M.Eng.
Pembimbing I




Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T.
Dekan




Dr. Iswandi, S.T., M.T.
Ka.Prodi

Tanggal Lulus: 06 Oktober 2025

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, 24 Oktober 2025



Muhammad Rifaldi

218130003

**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 : Muhammad Rifaldi

NPM : 218130003

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

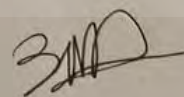
Jenis karya : Tugas Akhir

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 : Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Proses *Tailor Welded Blank* (TWB) Menggunakan Bahan logam berbeda ketebalan. 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 : 06 Oktober 2025

Yang Menyatakan



(Muhammad Rifaldi)

218130003

ABSTRAK

Pengelasan merupakan salah satu metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Salah satu teknik yang umum diterapkan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), yang memiliki keunggulan dari sisi kemudahan, fleksibilitas, dan biaya. Pada perkembangan teknologi manufaktur, metode pengelasan ini banyak dimanfaatkan dalam proses *Tailor Welded Blank* (TWB), yaitu penyambungan dua atau lebih pelat logam dengan perbedaan ketebalan atau sifat material. TWB banyak diaplikasikan dalam industri otomotif dan konstruksi karena dapat meningkatkan efisiensi material, mengurangi berat komponen, serta menjaga kekuatan struktural. Namun, perbedaan ketebalan material sering menimbulkan variasi pada kualitas sambungan, khususnya kekuatan tarik, sehingga perlu dilakukan analisis secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan ketebalan logam terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW pada sambungan TWB. Metode yang digunakan meliputi pembuatan spesimen dari baja karbon ST-37 dengan variasi ketebalan berbeda, kemudian dilakukan proses pengelasan menggunakan elektroda E6013 serta pengujian tarik statis sesuai standar pengujian material. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui kualitas sambungan dan perbedaan sifat mekanik akibat variasi ketebalan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknik pengelasan TWB yang lebih efektif dan efisien, serta menjadi referensi bagi industri dalam menentukan kombinasi ketebalan material dan metode pengelasan yang tepat untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan andal.

Kata kunci: SMAW, *Tailor Welded Blank*, ketebalan logam, kekuatan tarik, baja ST-37.

ABSTRACT

Welding is one of the most widely used methods for joining metals in manufacturing industries. One common technique is Shielded Metal Arc Welding (SMAW), which offers advantages in terms of simplicity, flexibility, and cost-effectiveness. In modern manufacturing, SMAW is frequently applied in the Tailor Welded Blank (TWB) process, where two or more metal sheets with different thicknesses or material properties are joined. TWB has been widely adopted in the automotive and construction industries because it improves material efficiency, reduces component weight, and maintains structural strength. However, differences in material thickness often affect weld quality, particularly tensile strength, which requires systematic analysis. The purpose of this study is to analyze the effect of thickness variation on the tensile strength of SMAW joints in TWB applications. The methodology includes the preparation of specimens from ST-37 carbon steel with different thickness variations, welding using E6013 electrodes, and static tensile testing based on standardized procedures. The collected data are then analyzed to evaluate the weld quality and the mechanical property differences caused by thickness variations. This research is expected to contribute to the development of more effective and efficient welding techniques for TWB, and to serve as a reference for industries in selecting appropriate material thickness combinations and welding methods to achieve strong and reliable joints.

Keywords: SMAW, Tailor Welded Blank, metal thickness, tensile strength, ST-37 steel.

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan pada 23 Desember 2001 di dusun sukun, kecamatan perbaungan, kabupaten serdang bedagai dengan nama ayah Muhammad Hadi dan Ibu Sri Wahyuningasih dengan seorang kakak bernama Syifa Maulida Yanti,A.Md.



Tahun 2020 penulis lulus dari sekolah SMK N1 Perbaungan dan melanjutkan kuliah pada tahun 2021 di Universitas Medan Area Dengan program studi Teknik Mesin.

Penulis melakukan kerja praktek di PT. Socfin Indonesia (Socfindo) kebun mata pao yang terletak di kecamatan teluk mengkudu, kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Menjadi suatu kebanggaan bisa kerja praktek di PT. Socfindo bisa mengenal dan tau proses pembuatan minyak dari sawit segar menjadi CPO.

Penulis sangat mengapresiasi karya dari Daniel Baskara Putra aka Hindia yang dimana selalu di putar penulis dalam menulis karya tulis ini terima kasih sudah menciptakan lirik- lirik yang membuat semangat dan arti yang sangat mendalam.

“Hidup Bukan Saling Mendahului, Bermimpilah Sendiri-Sendiri”

(Baskara Putra aka Hindia)

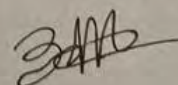
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga proposal skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Manufaktur dengan judul Analisis kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda ketebalan.

Terima kasih kepada Bapak Dekan Dr.Eng.Supriatno,S.T.,M.T. dan Ketua Prodi Dr. Iswandi, S.T, M.T selaku pembimbing saya Bapak Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu terima kasih untuk dukungan penuh untuk penulis sampaikan kepada Orang Tua saya Muhammad Hadi dan Sri Wahyuningsih yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada saudara serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

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

Penulis



Muhammad Rifaldi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 Penerapan <i>Tailored Welded Blanks</i> (TWB) Dalam Industri.....	4
2.1.2 Komponen-Komponen Las SMAW.....	7
2.2 Analisis.....	10
2.3 Tarik	11
2.4 Kekuatan	13
2.5 Pengelasan.....	14
2.5.1 Jenis-Jenis Pengelasan	16
2.5.2 Proses Pengelasan Pada SMAW	18

2.5.4 Keuntungan Dan Keterbatasan SMAW	21
2.6 Kekuatan Tarik.....	22
2.7 Teori Elastisitas	27
2.7.1 Tegangan	28
2.7.2 Regangan.....	29
2.7.3 Modulus Elastisitas	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.1.1 Tempat Penelitian.....	31
3.1.2 Waktu Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.2.1 Alat.....	32
3.2.2 Bahan.....	34
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	35
3.4 Teknik Analisis Data.....	36
3.5 Populasi dan Sampel	36
3.6 Prosedur pengujian.....	37
3.7 Diagram Alir Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil	40
4.2 Pembahasan.....	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Simpulan	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN 1	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	31
Tabel 3. 2 Hasil Pengujian Bahan Logam	36
Tabel 4. 1 Hasil pengujian tarik spesimen bahan Baja ST-37	44
Tabel 4. 2 Tegangan Tarik	47
Tabel 4. 3 Regangan	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 TWB dalam industri otomotif	5
Gambar 2. 2 Palu Cipping	9
Gambar 2. 3 Alat Pelindung Diri	10
Gambar 2. 4 Jenis-jenis elektroda	15
Gambar 2. 5 Parameter pengelasan	16
Gambar 2. 6 Las Shielded Metal Arc Welded	17
Gambar 2. 7 Las Karbit/Gas	17
Gambar 2. 8 Las Laser	18
Gambar 2. 9 Extensomete	25
Gambar 2. 10 Jangka Sorong	25
Gambar 2. 11 Teori Elastisitas	27
Gambar 2. 12 Modulus Elastisitas	30
Gambar 3. 1 Mesin las SMAW	32
Gambar 3. 2 Elektroda	33
Gambar 3. 3 Mesin Uji Tarik	34
Gambar 3. 4 Bahan Logam ST-37	35
Gambar 3. 5 Spesimen Dengan Standard ASTM A-370	36
Gambar 3. 6 Diagram alir Prosedur Pembuatan Spesimen	37
Gambar 3. 7 Diagram Prosedur Pengujian	38
Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4. 1 persiapan bahan logam	40
Gambar 4. 2 Pemotongan bahan logam	41
Gambar 4. 3 Bahan logam di potong 45 derajat	41
Gambar 4. 4 Penyambungan dengan logam berbeda ketebalan	41
Gambar 4. 5 Pengelasan bahan logam	42
Gambar 4. 6 gelasan SMAW setiap variasi	42
Gambar 4. 7 Merapikan spesimen dengan mesin milling	42
Gambar 4. 8 Daerah sambungan las SMAW arah depan	43
Gambar 4. 9 Daerah sambungan las SMAW dari arah belakang	43
Gambar 4. 10 Daerah sambungan las SMAW dari arah samping	43
Gambar 4. 11 Grafik Gaya	45
Gambar 4. 12 Hasil pengujian Spesimen bahan baja berbeda ketebalan	45
Gambar 4. 13 Grafik Tegangan	48
Gambar 4. 14 Grafik Regangan	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Spesimen	56
Lampiran 2 Spesifikasi Ukuran Spesimen	57
Lampiran 3 Gambar Spesimen Uji Tarik	58
Lampiran 4 Data Pengujian Las Miring	59
Lampiran 5 Data Pengujian Las Lurus	60



DAFTAR NOTASI

F	= Gaya(N)
σ	= Tegangan (Mpa)
ε	= Regangan
l_0	= panjang Awal (mm)
l_{max}	= panjang Akhir (mm)
h	= Tinggi lasan (mm)
l	= Lembar Lasan (mm)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengelasan adalah salah satu proses manufaktur yang sangat penting dalam industri, digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih bagian logam menjadi satu kesatuan yang solid. Salah satu teknologi pengelasan yang semakin populer dalam industri otomotif dan manufaktur adalah *Tailor welded blank (TWB)*. Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan *Tailor Welded Blank (TWB)* telah meningkat pesat dalam industri otomotif dan manufaktur lainnya. TWB adalah proses penyambungan dua atau lebih lembar logam dengan karakteristik yang berbeda, baik dari segi material, ketebalan, maupun sifat mekaniknya, untuk menghasilkan komponen dengan spesifikasi yang optimal. Penggunaan TWB memungkinkan penghematan material, peningkatan kekuatan struktural, serta pengurangan berat keseluruhan produk. (Kurniati et al., 2015)

Saat proses pengelasan berlangsung, bahan *fluks* yang digunakan untuk membungkus elektroda mencair dan membentuk terak yang akan menutupi logam cair berada pada sambungan kedua logam untuk mencegah terjadinya oksidasi. Beberapa bahan fluks tidak dapat terbakar, tetapi berubah menjadi gas yang juga menjadi pelindung dari logam cair terhadap oksidasi dan memantapkan busur (Belakang, 2015)

Namun, ketika mengelas logam dengan ketebalan berbeda dalam proses TWB menggunakan metode SMAW, seringkali muncul tantangan pada aspek kekuatan mekanik, khususnya kekuatan tarik. Variasi ketebalan material yang dilas dapat

mempengaruhi distribusi panas selama proses pengelasan, yang berdampak pada struktur mikro daerah lasan dan hasil mekanik akhir, termasuk ketahanan terhadap gaya tarik. Oleh karena itu, analisis terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan pada TWB sangat penting untuk memastikan kualitas sambungan las yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kekuatan tarik pada hasil pengelasan SMAW pada proses TWB dengan menggunakan bahan logam yang memiliki ketebalan berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai pengaruh perbedaan ketebalan material terhadap sifat mekanik hasil las, terutama pada aspek kekuatan tarik. Selain itu, penelitian ini juga akan membantu dalam pengembangan teknik pengelasan yang lebih baik untuk aplikasi TWB, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan dalam berbagai industri yang menggunakan teknik ini.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana cara menganalisis kekuatan spesimen pengelasan SMAW pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda ketebalan hasil pengujian tarik statis.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan proposal ini yaitu:

1. Pembuatan spesimen uji tarik hasil pengelasan SMAW pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB) menggunakan bahan logam yang berbeda ketebalan

hasil pengujian tarik statis.

2. Melakukan pengujian tarik secara statis terhadap spesimen hasil pengelasan TWB untuk mengetahui kekuatannya.
3. Menganalisis pengaruh perbedaan ketebalan material terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW pada sambungan TWB.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan dan literatur ilmiah mengenai pengaruh perbedaan ketebalan logam pada proses pengelasan TWB dengan metode SMAW, terutama dalam hal kekuatan tarik.
2. Memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi *Tailor Welded Blank* (TWB) yang lebih efisien dan andal, dengan mengidentifikasi faktor-faktor kritis dalam pengelasan material yang berbeda ketebalan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Tailored Welded Blanks (TWB) adalah gabungan dari dua macam atau lebih lebaran metal dengan ketebalan (*thickness*) berbeda atau sama yang disambung dengan menggunakan las. Tujuan penggunaan *tailor welded* adalah untuk mengoptimalkan penggunaan dies pada proses *deep drawing* sehingga dapat mempercepat produksi dan mengefisiensi biaya. Dikarenakan ketebalan plat yang tidak homogen, dimungkinkan produk hasil *deep drawing* akan terjadi cacat kerut (Mustahfirin, 2017).

Tailor Welded Blanks (TWBs) merupakan salah satu proses yang mulai digunakan dalam industri otomotif dan kedirgantaraan. Di beberapa industri (misalnya industri otomotif dan kedirgantaraan), kebutuhan akan produk yang ringan dan hemat biaya dengan kinerja luar biasa sangat penting untuk kesuksesan. *Tailor Welded Blanks* (TWBs) menawarkan cara yang sangat baik untuk memenuhi tuntutan yang bersaing dan tampaknya kontradiktif (Kinsey, B. L., & Wu, 2011)

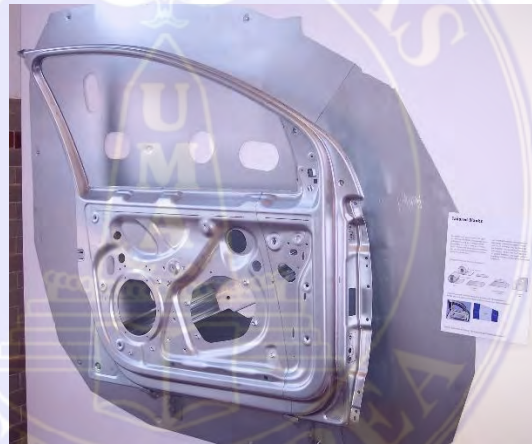
2.1.1 Penerapan *Tailored Welded Blanks* (TWB) Dalam Industri

Penerapan *Tailor Welded Blank* (TWB) dalam industri sangat beragam dan memberikan banyak keuntungan, terutama dalam hal efisiensi material

dan pengurangan berat. Berikut adalah beberapa penerapan TWB dalam berbagai sektor industri (Khoirudin et al., 2021).

1. Industri Otomotif

TWB digunakan untuk memproduksi komponen bodi mobil yang lebih ringan, yang berkontribusi pada efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi. Dengan menggunakan TWB, produsen dapat mengurangi jumlah sub-perakitan yang diperlukan, sehingga mengurangi biaya produksi dan waktu perakitan (Pasaribu, 2019).



Gambar 2. 1 TWB dalam industri otomotif

2. Industri Pesawat

Dalam pembuatan struktur pesawat, TWB memungkinkan penggunaan kombinasi bahan yang memberikan kekuatan tinggi dan berat yang lebih rendah. Ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan kinerja pesawat.

3. Konstruksi dan Infrastruktur

TWB digunakan dalam pembuatan komponen struktural seperti balok dan kolom, yang memerlukan variasi ketebalan untuk mengatasi beban yang berbeda. Ini memungkinkan desain yang lebih fleksibel dan efisien dalam proyek konstruksi.

4. Industri Energi

Dalam sektor energi, TWB digunakan untuk komponen turbin dan pipa yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi dan tekanan. Penggunaan TWB membantu dalam menciptakan komponen yang lebih kuat dan tahan lama

5. Peralatan Elektronik

TWB juga diterapkan dalam pembuatan casing peralatan elektronik, di mana kombinasi bahan yang berbeda dapat meningkatkan daya tahan dan mengurangi berat produk akhir.

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah proses pengelasan dimana sebuah elektroda berpelapis digunakan. Elektroda berpelapis terdiri dari logam inti dan *fluks* pelapis. Busur terbentuk antara elektroda dan benda kerja. Busur melelehkan elektroda dan benda kerja. Gas pelindung dari hasil pembakaran akan melindungi logam las dari kontaminasi oksigen dan nitrogen yang berada di udara bebas. Lelehan dari lapisan elektroda juga akan melindungi logam las dari kontaminasi. (Ilmiah et al., 2016)

Las SMAW digunakan dalam berbagai macam fabrikasi pengelasan karena kesederhanaan dan pengaplikasian untuk berbagai posisi pengelasan. SMAW digunakan secara luas dalam pengelasan baja, paduan nikel, paduan tembaga, dan jenis logam lainnya.

Peralatan SMAW terdiri dari satu daya pengelasan, pemegang elektroda, kabel ke benda kerja dan elektroda. Karakteristik dari satu daya las adalah dapat berupa jenis dopping atau jenis arus konstan.

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan pelat yang akan dilas). Panas yang dihasilkan dari lompatan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat C sampai 4500 derajat C. Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam, yaitu AC (*alternating current*) / arus bolak balik dan DC (*Direct Current*) / arus searah. (Satrio, 2023)

2.1.2 Komponen-Komponen Las SMAW

a) Sumber Tegangan (*Power Source*)

Sumber tegangan dapat berupa mesin las AC atau DC. Mesin las DC lebih umum digunakan karena memberikan stabilitas busur yang lebih baik dan memungkinkan pengaturan polaritas.

b) Elektroda

Pada saat pengelasan berlangsung, lasan merupakan logam yang mencair jika bersentuhan dengan udara di sekitarnya maka oksigen maupun nitrogen yang terdapat pada udara akan beraksi dengan logam cair tersebut. Reaksi oksidasi tersebut dapat mengakibatkan kualitas dari lasan menjadi menurun, yaitu terdapatnya rongga-rongga udara pada lasan atau terjadinya sambungan yang keropos. Pada las busur listrik, untuk menghindari terjadinya sambungan yang keropos dan untuk menguatkan kualitas sambungan las maka dicari bermacam-macam cara untuk melindungi lasan dari pengaruh udara atau atmosfer tersebut, yaitu dengan menggunakan terak las sebagai pelindung atau menggunakan bahan tambah/elektroda yang berselaput/berbalut terbuat dari bahan yang dapat melindungi las dari pengaruh atmosfer tersebut.

c) *Holder* dan Klem Massa

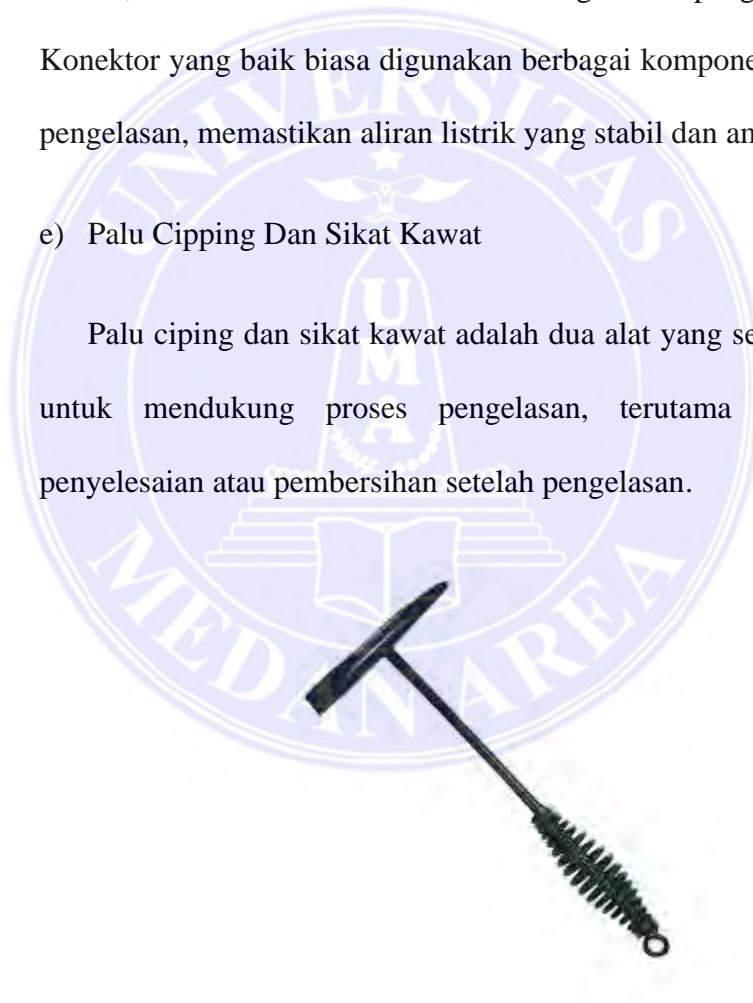
Penjepit elektroda (*holder*) berguna untuk mengalirkan arus listrik dari kabel las ke elektroda (kawat las) serta sebagai pegangan (stang las), sehingga *welder* tidak merasa panas pada saat mengelas. Sedangkan klem masa berguna untuk menghubungkan kabel masa dari mesin las dengan material induk. Biasanya klem masa mempunyai per untuk penjepitnya. Klem ini sangat penting karena apabila klem longgar arus yang dihasilkan tidak stabil yang menyebabkan pengelasan tidak dapat berjalan dengan baik.

d) Connectors

Konektor yang digunakan pada komponen las SMAW umumnya terbuat dari bahan yang memiliki konduktivitas listrik yang baik, seperti tembaga atau tembaga berlapis, dan juga karet atau plastik untuk pegangan agar nyaman digunakan dan aman. Konektor yang baik akan memastikan bahwa proses pengelasan berjalan dengan stabil dan efisien, karena kualitas aliran listrik sangat mempengaruhi hasil las. Konektor yang baik biasa digunakan berbagai komponen dalam sistem pengelasan, memastikan aliran listrik yang stabil dan aman.

e) Palu Cipping Dan Sikat Kawat

Palu ciping dan sikat kawat adalah dua alat yang sering digunakan untuk mendukung proses pengelasan, terutama dalam proses penyelesaian atau pembersihan setelah pengelasan.



Gambar 2. 2 Palu Cipping

f) Alat Perlindungan Diri

APD seperti masker las, sarung tangan, dan pelindung tubuh lainnya sangat penting untuk melindungi pengelas dari percikan api, sinar UV, dan panas yang dihasilkan selama proses pengelasan.



Gambar 2. 3 Alat Pelindung Diri

2.2 Analisis

Secara umum, analisis adalah suatu proses berpikir dan bekerja secara sistematis untuk memecah, menguraikan, meneliti, dan menafsirkan suatu objek, masalah, atau informasi ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil dan terstruktur. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih dalam, menemukan hubungan antar bagian, serta menarik kesimpulan atau membuat keputusan yang logis.

Kata "analisis" berasal dari bahasa Yunani, yaitu *analisis*, yang berarti "menguraikan" atau "memecah."

Tujuan Analisis

Analisis dilakukan karena informasi atau objek yang diamati sering kali kompleks. Dengan melakukan analisis, kita bisa:

1. Memahami suatu hal secara menyeluruh dan tidak hanya dari permukaan.
2. Menentukan hubungan sebab-akibat antar bagian.
3. Mengidentifikasi masalah utama atau bagian yang paling mempengaruhi hasil.
4. Membuat keputusan yang rasional dan berdasarkan data.

Langkah-Langkah dalam Proses Analisis

1. Identifikasi objek atau permasalahan yang akan dianalisis.
2. Pengumpulan data atau informasi yang relevan.
3. Penguraian objek ke dalam bagian-bagian penting.
4. Menafsirkan setiap bagian untuk mengetahui makna atau fungsinya.
5. Menarik kesimpulan berdasarkan hubungan antar bagian tersebut

2.3 Tarik

Gaya tarik merupakan salah satu bentuk gaya aksial yang bekerja dengan arah menjauh dari pusat benda, sehingga menyebabkan benda atau material mengalami perpanjangan (regangan). Dalam ilmu teknik mesin dan pengujian material, gaya tarik digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dalam menahan gaya eksternal sebelum mengalami deformasi plastis atau bahkan patah. Semakin besar

gaya yang dapat ditahan tanpa menyebabkan kerusakan, maka semakin tinggi kekuatan tarik material tersebut.

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah metode pengujian mekanik yang paling umum digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material, terutama kekuatan tarik maksimum, regangan, serta batas luluh suatu bahan. Pengujian ini dilakukan dengan menarik spesimen secara perlahan menggunakan mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*) hingga spesimen mengalami kerusakan atau patah.

Dalam penelitian ini, gaya tarik digunakan untuk mengetahui kekuatan sambungan hasil pengelasan SMAW pada dua pelat logam dengan ketebalan berbeda yang disambung menggunakan metode *Tailor Welded Blank* (TWB). Nilai kekuatan tarik yang diperoleh menjadi dasar untuk menilai kualitas sambungan las berdasarkan seberapa besar beban yang mampu ditahan oleh sambungan tersebut sebelum mengalami kerusakan.

Ketika gaya tarik diberikan pada suatu benda:

1. Benda akan memanjang (regang) secara elastis, artinya akan kembali ke bentuk semula jika gaya dilepas.
2. Jika gaya terus ditambah, benda masuk ke zona plastis, di mana perubahan bentuk menjadi permanen.
3. Bila terus ditarik melebihi batas kekuatannya, material akan patah (*rupture*).

Kesimpulan

Tarik adalah gaya yang menyebabkan suatu benda memanjang. Dalam teknik, tarik bukan hanya soal menarik benda secara fisik, tetapi juga soal mengukur seberapa kuat material mampu menahan beban tarik tersebut. Informasi ini penting dalam menentukan apakah suatu material cukup kuat dan aman untuk digunakan dalam suatu konstruksi, mesin, atau sambungan.

2.4 Kekuatan

Dalam ilmu teknik mesin dan material, kekuatan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan beban atau gaya dari luar tanpa mengalami kerusakan, seperti deformasi permanen, retak, atau patah. Kekuatan adalah salah satu sifat mekanik penting yang menjadi dasar dalam pemilihan dan perancangan suatu komponen teknik, khususnya yang berfungsi sebagai penopang atau sambungan dalam suatu struktur.

Kekuatan material dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis gaya yang bekerja padanya, antara lain:

1. Kekuatan tarik (*tensile strength*), yaitu kemampuan material untuk menahan gaya tarik.
2. Kekuatan tekan (*compressive strength*), yaitu kemampuan menahan gaya tekan.
3. Kekuatan geser (*shear strength*), yaitu kemampuan menahan gaya geser.

Dalam penelitian ini, kekuatan yang dianalisis adalah kekuatan tarik dari hasil pengelasan SMAW pada pelat logam yang berbeda ketebalan dan disambung

menggunakan metode *Tailor Welded Blank* (TWB). Kekuatan tarik dinyatakan dalam satuan Megapascal (MPa) atau Newton per milimeter persegi (N/mm²), dan dihitung dengan membagi beban maksimum yang ditahan oleh spesimen saat uji tarik dengan luas penampang awal material. Semakin tinggi nilai kekuatan tarik yang diperoleh, maka semakin kuat dan berkualitas sambungan las tersebut.

2.5 Pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu metode penyambungan logam yang penting dalam industri manufaktur. Metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) adalah salah satu teknik pengelasan yang paling umum digunakan karena kesederhanaan dan fleksibilitasnya.

Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih material logam dengan cara mencairkan bagian-bagian yang akan disambung. Metode SMAW, yang juga dikenal sebagai pengelasan busur listrik, menggunakan elektroda yang dilapisi untuk menghasilkan busur listrik antara elektroda dan material yang dilas. Proses ini menghasilkan panas yang cukup untuk mencairkan logam dan membentuk sambungan yang kuat (*Miller Electric Mfg.LLC., 2015*).

Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), juga dikenal sebagai las busur listrik, adalah salah satu metode pengelasan yang paling umum digunakan dalam industri. Proses ini melibatkan penggunaan elektroda yang dilapisi fluks untuk menghasilkan busur listrik antara elektroda dan material dasar. Berikut adalah beberapa aspek penting mengenai pengelasan SMAW :

1. Prinsip Kerja

- a. Proses SMAW menggunakan panas yang dihasilkan dari busur listrik untuk mencairkan elektroda dan material dasar, sehingga membentuk sambungan las.
- b. Busur listrik terbentuk ketika elektroda menyentuh material dasar dan kemudian ditarik sedikit, menciptakan lompatan ion yang menghasilkan suhu tinggi, mencapai 4000 hingga 4500 derajat Celsius

2. Jenis Elektroda

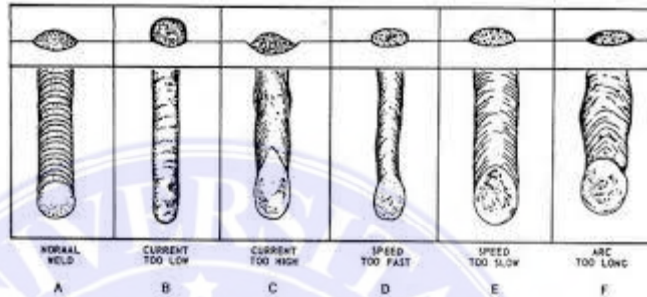
- a. Elektroda yang digunakan dalam SMAW memiliki berbagai jenis, tergantung pada material yang dilas dan sifat yang diinginkan dari sambungan las.
- b. Elektroda dapat dibedakan berdasarkan jenis *fluks* yang digunakan, yang mempengaruhi karakteristik pengelasan dan kualitas sambungan las (*American Welding Society (AWS), 2017*)



Gambar 2. 4 Jenis-jenis elektroda

3. Parameter Pengelasan SMAW

- a. Parameter penting dalam pengelasan SMAW meliputi arus (AC atau DC), kecepatan pengelasan, dan sudut elektroda.
- b. Pengaturan yang tepat dari parameter ini sangat penting untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas dan kuat.



Gambar 2. 5 Parameter pengelasan

2.5.1 Jenis-Jenis Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan material, biasanya logam, dengan menggunakan panas, tekanan, atau keduanya. Berikut adalah beberapa jenis pengelasan yang umum digunakan:

- a) *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW): Juga dikenal sebagai las busur manual, menggunakan elektroda yang dilapisi fluks untuk menghasilkan busur listrik antara elektroda dan material yang dilas.

Lapisan *fluks* yang menyelimuti elektroda memiliki peranan penting dalam menjaga kualitas dan kestabilan proses pengelasan. Saat pengelasan berlangsung, *fluks* akan meleleh dan menguap, menghasilkan gas pelindung (*shielding gas*) yang berfungsi mencegah logam cair bereaksi dengan udara sekitar seperti oksigen, nitrogen, atau hidrogen. (Sumardjo 2013).



Gambar 2. 6 Las *Shielded Metal Arc Welded*

- b) Las Karbit/Gas: merupakan proses pengelasan yang menggunakan campuran gas asetilen (C_2H_2) dan oksigen (O_2) untuk menghasilkan nyala api dengan suhu yang sangat tinggi, mencapai sekitar $3.200^{\circ}C$. (Sumardjo, 2013; AWS, 2017).



Gambar 2. 7 Las Karbit/Gas

- c) Las Laser: Menggunakan sinar laser untuk menghasilkan panas yang sangat terfokus, memungkinkan.



Gambar 2. 8 Las Laser

2.5.2 Proses Pengelasan Pada SMAW

a) Persiapan Material

sebelum proses pengelasan dilakukan, permukaan logam kerja harus dibersihkan dari kotoran, minyak, karat, maupun cat agar tidak menimbulkan cacat pada hasil las seperti porositas atau kurangnya peleburan. Selain itu, penyetelan posisi sambungan dan pengaturan parameter pengelasan seperti arus, tegangan, serta kecepatan pengelasan perlu dilakukan dengan hati-hati agar diperoleh sambungan las yang kuat dan seragam (Sumardjo, 2013; AWS, 2017).

b) Pemilihan Elektroda

Sebelum memulai proses pengelasan, Anda harus memilih elektroda yang tepat untuk material yang akan Anda las. Ada berbagai macam elektroda SMAW yang tersedia, mulai dari elektroda berlapis logam, elektroda celup, hingga elektroda berlapis rutil. Pastikan untuk memilih elektroda yang sesuai dengan kebutuhan pengelasan Anda.

c) Penyalaan Busur

Karena menentukan stabilitas busur dan kualitas awal pengelasan. Jika jarak elektroda terlalu jauh, busur sulit menyala atau menjadi tidak stabil, sedangkan jika terlalu dekat, elektroda bisa menempel pada logam kerja (*sticking*). (Hutomo, 2016).

d) Pengendalian Busur

Selama proses pengelasan, pengendalian busur listrik sangat penting untuk memastikan bahwa sambungan pengelasan terbentuk dengan baik dan tanpa cacat. Ini melibatkan pemantauan jarak antara elektroda dan permukaan logam kerja, serta kecepatan pergerakan elektroda.

e) Penyelesaian dan Pembersihan

Setelah pengelasan selesai, sambungan pengelasan harus dibiarkan untuk mendingin secara alami. Setelah itu, sambungan dapat diperiksa untuk cacat atau kekurangan dan diperbaiki jika diperlukan. Permukaan pengelasan juga harus dibersihkan dari sisa-sisa *flux* dan bekas elektroda untuk memastikan tampilan yang bersih dan kualitas yang baik.

2.5.3 Karakteristik Proses Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) memiliki beberapa karakteristik yang membedakannya dari metode pengelasan lainnya. Berikut adalah beberapa ciri utama dari proses pengelasan SMAW (Kumar, A., & Kumar, 2019)

1. Sumber Energi

SMAW menggunakan arus listrik untuk menciptakan busur listrik antara elektroda dan material yang dilas. Proses ini dapat menggunakan arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC).

2. Elektroda Terlindungi

Elektroda yang digunakan dalam SMAW dilapisi dengan bahan pelindung yang menghasilkan gas pelindung dan terak saat elektroda meleleh. Ini melindungi wilayah las dari kontaminasi atmosfer.

3. Fleksibilitas

SMAW dapat digunakan untuk berbagai jenis material, termasuk baja karbon, baja paduan, dan beberapa logam *non-ferrous*. Proses ini juga dapat dilakukan di berbagai posisi, baik *vertikal*, *horizontal*, maupun *overhead*.

4. Kualitas Las

Kualitas las yang dihasilkan oleh SMAW sangat bergantung pada keterampilan tukang las dan pemilihan elektroda yang tepat. Proses ini

dapat menghasilkan sambungan las yang kuat jika dilakukan dengan benar.

5. Kecepatan dan Mobilitas

SMAW adalah proses yang relatif cepat dan mudah dipindahkan, sehingga cocok untuk aplikasi di lapangan dan lokasi yang sulit dijangkau.

6. Biaya

Proses SMAW umumnya lebih ekonomis dibandingkan dengan metode pengelasan lainnya, karena peralatan yang dibutuhkan relatif sederhana dan biaya operasionalnya rendah.

2.5.4 Keuntungan Dan Keterbatasan SMAW

a. Keuntungan

1. Fleksibel dan dapat digunakan berbagai arah posisi pengelasan.
2. Tidak memerlukan gas pelindung tambahan, sehingga cocok digunakan untuk pengelasan diluar ruangan atau dilingkungan dengan angin kuat.
3. Cocok untuk pengelasan material tebal dan logam dengan ketebalan yang berbeda.

b. Keterbatasan

1. Prosesnya memerlukan kepekaan operator yang tinggi untuk mengontrol busur listrik dan menghasilkan sambungan pengelasan yang berkualitas.

2. Tidak cocok untuk pengelasan program *non-ferrous* yang reaktif terhadap oksigen, kecuali jika menggunakan elektroda khusus.
3. *Flux* dan gas hasil pembakaran dapat menimbulkan asap gas beracun, sehingga ventilasi yang baik diperlukan.

2.6 Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik adalah proses untuk mengetahui nilai kekuatan tarik suatu material. Daya tahan dari kekuatan spesimen ketika ditarik merupakan kemampuan material untuk menahan beban tarikan terhadap deformasi (perubahan bentuk) yang terjadi. Pada proses pengujian tarik terdapat sebuah siklus yang terjadi pada material yaitu yang pertama adalah proses elastisitas dimana material masih dapat kembali pada posisinya saat mengalami perubahan, yang kedua material berubah menjadi plastis yang mana pada proses ini jika material mengalami perubahan maka tidak akan kembali pada posisi semula, yang ketiga merupakan nilai kekuatan tarik tertinggi (batas maksimal) pada material yang biasanya menyebabkan *necking* pada baja lunak, yang terakhir adalah material putus. Dengan demikian, kekuatan tarik tidak hanya menunjukkan sejauh mana bahan dapat menahan gaya tarik, tetapi juga mencerminkan kualitas sambungan las, homogenitas logam, dan efektivitas parameter pengelasan yang diterapkan. Dalam penelitian tentang pengelasan, misalnya SMAW pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB), nilai kekuatan tarik digunakan untuk menilai seberapa baik sambungan antara dua logam dengan ketebalan berbeda mampu menahan beban mekanis tanpa mengalami kegagalan. (Satrio, 2023).

Pada pengelasan TWB, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik meliputi:

1. Variasi Ketebalan

Ketebalan logam yang berbeda dapat memengaruhi distribusi tegangan dalam sambungan las. Semakin tebal logam, seringkali sambungan las dapat menahan beban lebih besar.

2. Parameter Pengelasan

Arus, voltase, dan kecepatan las merupakan parameter penting yang memengaruhi kualitas pengelasan. Pengaturan yang tepat dapat meningkatkan kekuatan tarik sambungan.

3. Mikrostruktur

Proses pengelasan dapat mengubah *mikrostruktur* logam, yang berdampak pada sifat mekanik. Misalnya, pendinginan yang cepat dapat menghasilkan struktur yang lebih keras tetapi rapuh

2.6.1 Komponen-komponen Kekuatan Tarik

Komponen-komponen pada alat uji tarik ini terbagi menjadi beberapa bagian serta memiliki kegunaan masing-masing.

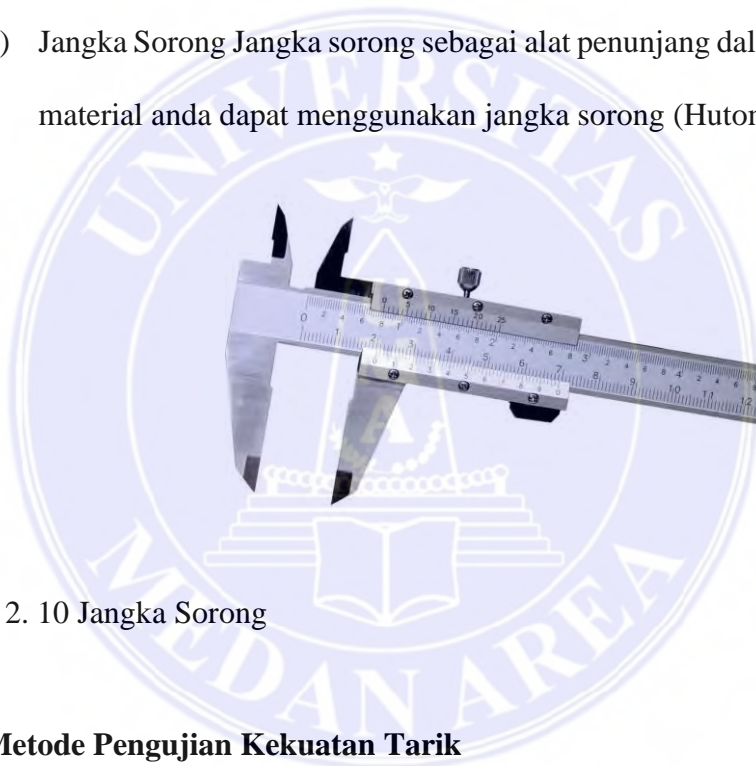
- a) *Upper Cross Head* (kepala silang atas) merupakan bagian atas dari mesin UTM, pada bagian ini terdapat pencekam atau *grip* untuk menahan material ketika ditarik bagian ini juga dapat bergerak naik dan turun menyesuaikan dari kebutuhan.

- b) Jarak Untuk Spesimen Kekuatan Tarik Jarak ini berfungsi sebagai tempat spesimen uji tarik, panjang jarak ini menyesuaikan dari panjang material uji tarik. Meskipun sudah ditentukan oleh *standart* atau kode minimal panjang spesimen uji tarik namun panjang dari spesimen yang akan diuji dari pihak pelanggan terkadang berbeda-beda.
- c) *Movable cross head* (kepala silang bergerak) adalah bagian yang dapat berpindah pindah, bisa digerakan ke atas atau ke bawah sesuai dengan panjang spesimen. Untuk bagian atas sebagai pencekam spesimen, sedangkan jika digunakan untuk mencekam dril saat uji bending digunakan yang bagian bawah.
- d) Meja Meja ini digunakan sebagai peletakan mataras uji banding jadi harus dipastikan meja ini sangat kuat dan mampu menahan tekanan saat uji bending berlangsung.
- e) Indikator Beban, kita dapat mengetahui besar beban yang kita berikan dari load indikator, untuk jenis indikator beban ini bervariasi ada yang sudah digital dan juga ada yang masih analog tergantung dari mesinya.
- f) *Speed Control* berfungsi untuk mengatur kecepatan penurunan dan kecepatan saat mengangkat pencekam.
- g) Komputer Mesin UTM terbaru biasanya sudah dilengkapi dengan 1 set komputer lengkap dengan printer untuk mencetak hasil pengujian. Jadi dalam komputer tersebut terdapat *software* yang sudah terinstal dan connect dengan mesin UTM.
- h) *Extensometer* digunakan untuk mengukur perubahan panjang material saat dilakukan uji tarik.



Gambar 2. 9 Extensomete

- i) Jangka Sorong Jangka sorong sebagai alat penunjang dalam pengukuran material anda dapat menggunakan jangka sorong (Hutomo, 2016).



Gambar 2. 10 Jangka Sorong

2.6.2 Metode Pengujian Kekuatan Tarik

Metode pengujian kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB) bertujuan untuk memperoleh kekuatan sambungan las yang dihasilkan dari pengelasan dua atau lebih lembaran logam dengan ketebalan yang berbeda. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam metode pengujian ini (Prihatmaja, 2016)

1. Persiapan Sampel

Pemilihan Bahan: Pilih jenis logam yang akan digunakan, misalnya baja karbon dengan ketebalan yang berbeda (misalnya 6 mm dan 4 mm).

Pengelasan: Lakukan proses pengelasan menggunakan metode SMAW dengan variasi sudut dan parameter pengelasan yang berbeda untuk menghasilkan sambungan yang akan diuji.

2. Pengujian Tarik

Metode Uji Tarik: Gunakan mesin uji tarik untuk mengukur kekuatan tarik dari sambungan las. Sampel biasanya dipotong sesuai dengan standar pengujian

3. Analisis Hasil

Data Kekuatan Tarik: Catat nilai kekuatan tarik yang diperoleh dari pengujian. Bandingkan hasil dari berbagai variasi sudut pengelasan dan ketebalan bahan.

Mikrostruktur: Lakukan analisis mikrostruktur pada area las untuk memahami pengaruh proses pengelasan terhadap sifat sambungan mekanis.

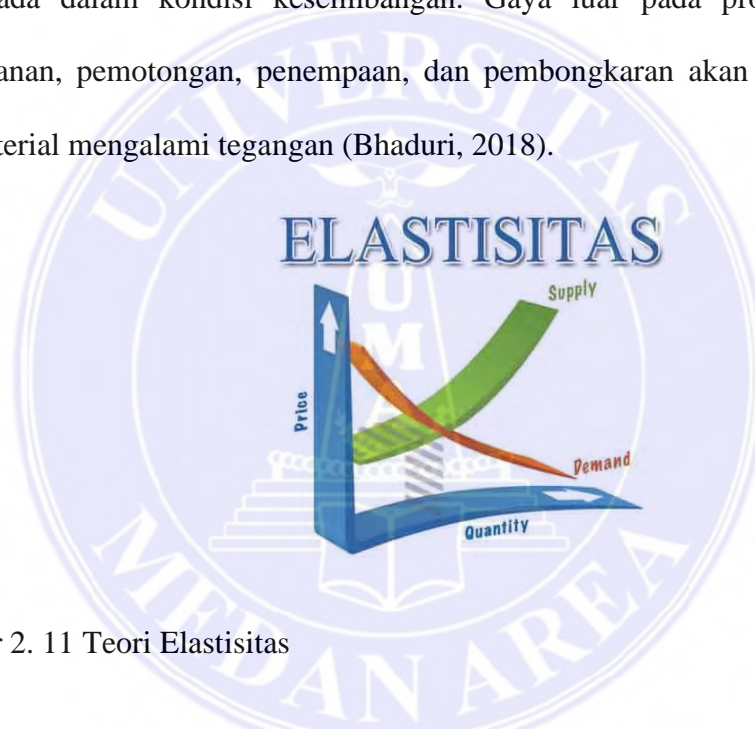
4. Evaluasi Kekuatan Las

Pemeriksaan visual: Lakukan pemeriksaan visual untuk mendeteksi cacat las seperti porositas, retak, atau ketidakrataan.

Uji *Non-Deskruktiv*: Mengingatkan untuk melakukan uji *non-destruktif* seperti *ultrasonik* atau *radiografi* untuk memastikan kualitas sambungan.

2.7 Teori Elastisitas

Berdasarkan sifat mekanik material sebagai ukuran untuk menahan gaya atau regangan. Kondisi raw material pada saat mendapat gaya struktur molekul berada dalam kondisi keseimbangan. Gaya luar pada proses penarikan, tekanan, pemotongan, penempaan, dan pembongkaran akan mengakibatkan material mengalami tegangan (Bhaduri, 2018).



Gambar 2. 11 Teori Elastisitas

Dalam sifat mekanik material sebagai ukuran untuk menahan gaya atau regangan, pada saat mendapat gaya struktur molekul berada dalam kondisi keseimbangan. Gaya luar pada proses penarikan, tekanan, pemotongan, penempaan, dan pembengkokan akan mengakibatkan material mengalami tegangan.

Suatu plat jika dikenai gaya eksternal maka plat akan mengalami deformasi. Pada beban eksternal yang tidak melampaui titik luluh, plat akan

kembali ke bentuk semula jika beban di hilangkan. Fenomena ini dikenal dengan fenomena elastis. Plat tidak mengalami perubahan bentuk permanen karena disebabkan sifat elastis material.

Penambahan beban melebihi kekuatan luluh (*yield strength*) yang dimiliki material, mengakibatkan aliran deformasi dan tidak akan kembali ke bentuk semula, atau material tersebut mengalami deformasi permanen.

2.7.1 Tegangan

Tegangan adalah tahanan material terhadap gaya luar atau beban. Definisi tegangan yang lain adalah besarnya gaya persatuan luas. Tegangan dibedakan menjadi dua macam yaitu tegangan normal dan tegangan geser.

Tegangan juga didefinisikan sebagai beban atau gaya yang diterapkan per satuan luas. Seringkali, tegangan ini cenderung pada beberapa sudut yang berubah-ubah ke daerah dimana spesimen bertindak. Dalam kasus seperti itu, untuk menggambarkan stress dengan mudah, masing-masing stress tersebut diselesaikan menjadi dua komponen, tegangan normal yaitu tegangan tegak lurus terhadap luas aksi, dan tegangan geser atau tegangan yang terletak pada pesawat aksi (Bhaduri, 2018).

$$\sigma = \frac{F_n}{A_o} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : σ = Tegangan (Mega Pascal (MPa))

F_n = Gaya normal (N)

A_o = Luas Penampang (mm²).

2.7.2 Regangan

Regangan adalah perubahan ukuran atau bentuk material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya pada bahan. Regangan bersifat linier pada daerah elastis dan berakhir pada titik luluh, dan bila telah berada pada daerah plastis maka sifat tidak lagi linier. Besarnya linier regangan adalah perpanjangan $(l - l_0)$ material dibagi panjang awal (l_0) .

Regangan juga dapat didefinisikan sebagai perubahan dimensi tubuh diamati pada semua bahan benda padat ketika benda mengalami deformasi dengan diterapkan secara eksternal. Perbandingan perubahan panjang dengan aslinya, panjang itulah yang disebut regangan linier atau normal atau sederhananya regangan dari rasio ini diartikan kuantitas tak berdimensi. Regangan diukur selama deformasi mengalami elastisitas yang dapat dipulihkan selama deformasi plastis (Bhaduri, 2018).

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

Dimana : e = Regangan (%).

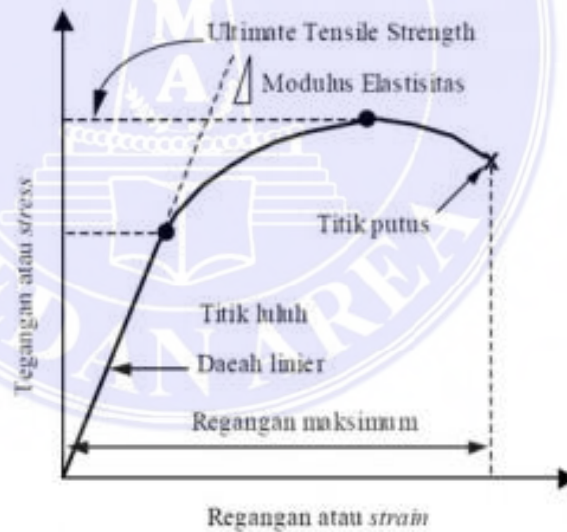
ΔL = Perubahan panjang (mm).

L_0 = Panjang awal (mm).

2.7.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu bahan terhadap gaya luar, yang menggambarkan hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dalam daerah elastis. Semakin besar nilai modulus

elastisitas suatu bahan, semakin besar pula kemampuan bahan tersebut untuk menahan perubahan bentuk sementara akibat beban tarik atau tekan. Nilai modulus elastisitas dapat ditentukan melalui pengujian tarik, dengan menganalisis bagian linier pada grafik tegangan-regangan. Menurut (*Callister dan Rethwisch* (2018), modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah linier yang mematuhi Hukum *Hooke*, menyatakan bahwa sifat ini digunakan untuk menilai kekakuan dan daya tahan bahan terhadap deformasi. Dalam penelitian pengelasan, nilai modulus elastisitas penting untuk memahami perubahan sifat mekanik logam akibat panas las, karena dapat memengaruhi tegangan sisa dan deformasi pada hasil sambungan (Sumardjo, 2013)



Gambar 2. 12 Modulus Elastisitas

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Medan Area yang berada di Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate / Jalan Gedung PBSI, Medan 20223, Provinsi Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat:

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

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

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian tentang analisis kekuatan tarik pada proses pengelasan SMAW pada proses *Tailor Welded Blank* (TWB) menggunakan bahan logam berbeda ketebalan yaitu

3.2.1 Alat

Alat adalah perangkat yang digunakan dalam proses penelitian. Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Mesin Las SMAW

Mesin las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) adalah pengelasan yang menggunakan elektroda terbungkus yang ikut mencair dan sekaligus menjadi bahan pengisi. Elektroda berfungsi sebagai kutub negatif dan benda kerja sebagai kutub positif. Panas yang dihasilkan berasal dari adanya busur listrik yang menyebabkan elektroda dan logam dasar melebur secara bersamaan. Pengelasan SMAW digunakan hampir pada semua jenis material karena caranya yang sederhana, dan biaya yang ringan atau SMAW juga bisa disebut pengelasan batang atau "*Stick Welding*" (Khoirudin et al., 2021).



Gambar 3. 1 Mesin las SMAW

2. Elektroda

Elektroda (kawat las) adalah suatu benda yang dipergunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (*fluks*) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepitkan tang las. Fungsi dari fluks adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur. Bahan *fluks* yang digunakan untuk jenis E7018 adalah serbuk besi dan hidrogen rendah. Jenis ini kadang disebut jenis kapur. Jenis ini menghasilkan sambungan dengan kadar hidrogen rendah sehingga kepekaan sambungan terhadap retak sangat rendah, ketangguhannya sangat memuaskan. Untuk pengujian yang saya lakukan saya menggunakan Elektroda jenis E6013 dengan ukuran 2mm agar plat tipis yang saya gunakan tidak tembus atau berlubang pada saat melakukan pengelasan.



Gambar 3. 2 Elektroda

3. Mesin uji tarik

Mesin uji tarik adalah alat yang digunakan untuk mengukur sifat mekanik suatu material, khususnya kemampuannya untuk menahan gaya tarik. Mesin ini dapat menguji berbagai bahan seperti logam, plastik, komposit, dan bahan lainnya. Prinsip kerja mesin uji tarik adalah dengan memberikan gaya tarik secara perlahan pada sampel material hingga material tersebut patah atau mengalami deformasi.



Gambar 3. 3 Mesin Uji Tarik

3.2.2 Bahan

Bahan Logam

Bahan logam adalah material yang memiliki konduktivitas listrik dan panas yang tinggi, serta ketahanan yang baik terhadap deformasi. Dalam penelitian

pengelasan, berbagai jenis bahan logam digunakan untuk mengeksplorasi kekuatan dan sifat pengelasan.



Gambar 3. 4 Bahan Logam ST-37

3.3 Metode Pengumpulan Data

1. Metode *literature*

Pada metode ini penulis mengumpulkan data melalui jurnal, tesis, skripsi, dan laporan tugas akhir, internet yang relevan dengan penelitian.

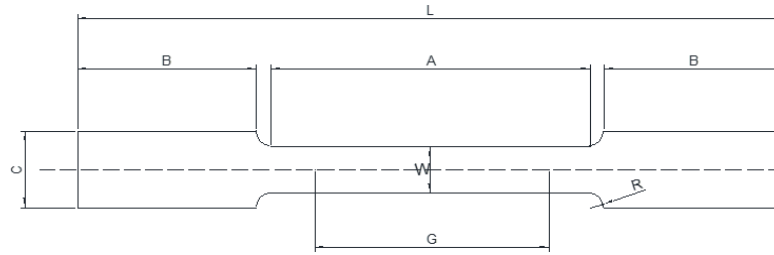
2. Metode *observasi*

Pada metode ini penulis mengumpulkan data dengan melakukan tanya jawab kepada bengkel dan pada pembimbing penelitian yang terkait. Kemudian mengamati masalah yang sedang diteliti setelah itu menggambarkan gejala yang terjadi yang bisa dihubungkan dengan teknik pengumpulan data yang lain.

3. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen pada penelitian ini untuk membuat spesimen dapat di tentukan bahan jenis logam yang digunakan yaitu baja ST 37 lalu di lanjutkan dengan pemotongan material sesuai standar ASTM-A370.

Dimensi spesimen kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3. 5 Spesimen Dengan Standard ASTM A-370

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode teknik analisis data kuantitatif. Metode analisis adalah analisa data untuk digunakan sebagai acuan hasil dari penelitian, sedangkan metode kuantitatif digunakan ketika melakukan penelitian berkaitan dengan metode numerik. Jenis metode ini memerlukan data bersifat numerik dalam jumlah besar dan bisa dihitung menggunakan rumus statistika dengan hasil tepat.

3.5 Populasi dan Sampel

Tabel 3. 2 Hasil Pengujian Bahan Logam

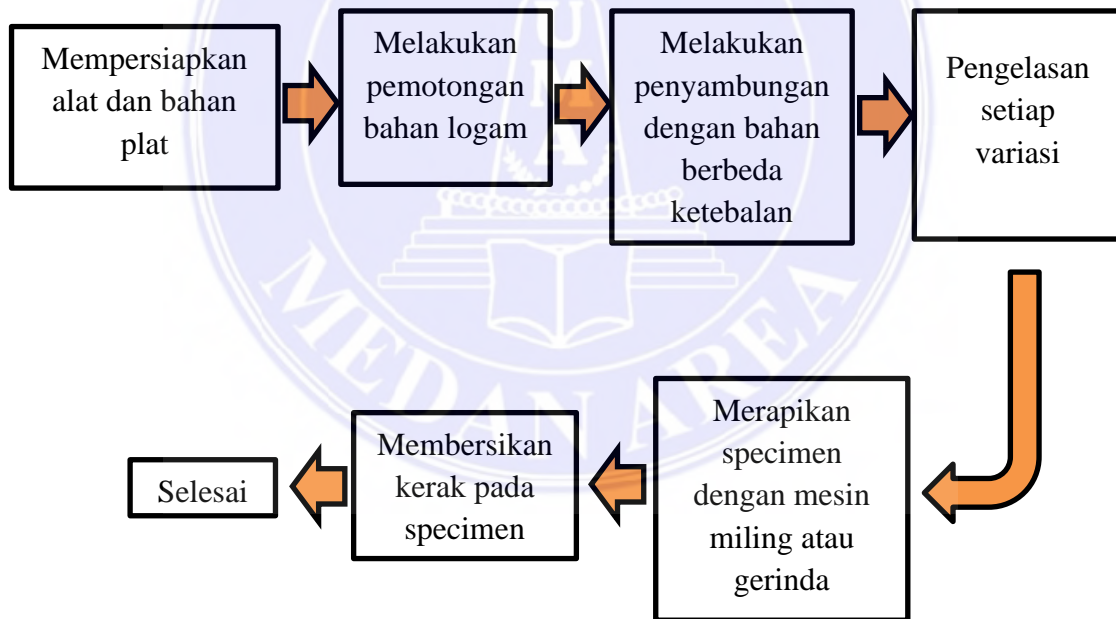
No	Bahan	Tebal (mm)	Amper (mm)	Jumlah
1	ST-37	6	80	3
		4		
2	ST-37	6	80	3
		3		
3	ST-37	6	80	3
		2		

3.6 Prosedur pengujian

Berikut ini adalah prosedur kerja penelitian untuk menganalisis kekuatan Tarik dengan bahan logam yang berbeda ketebalan/.

3.6.1 Prosedur pembuatan spesimen

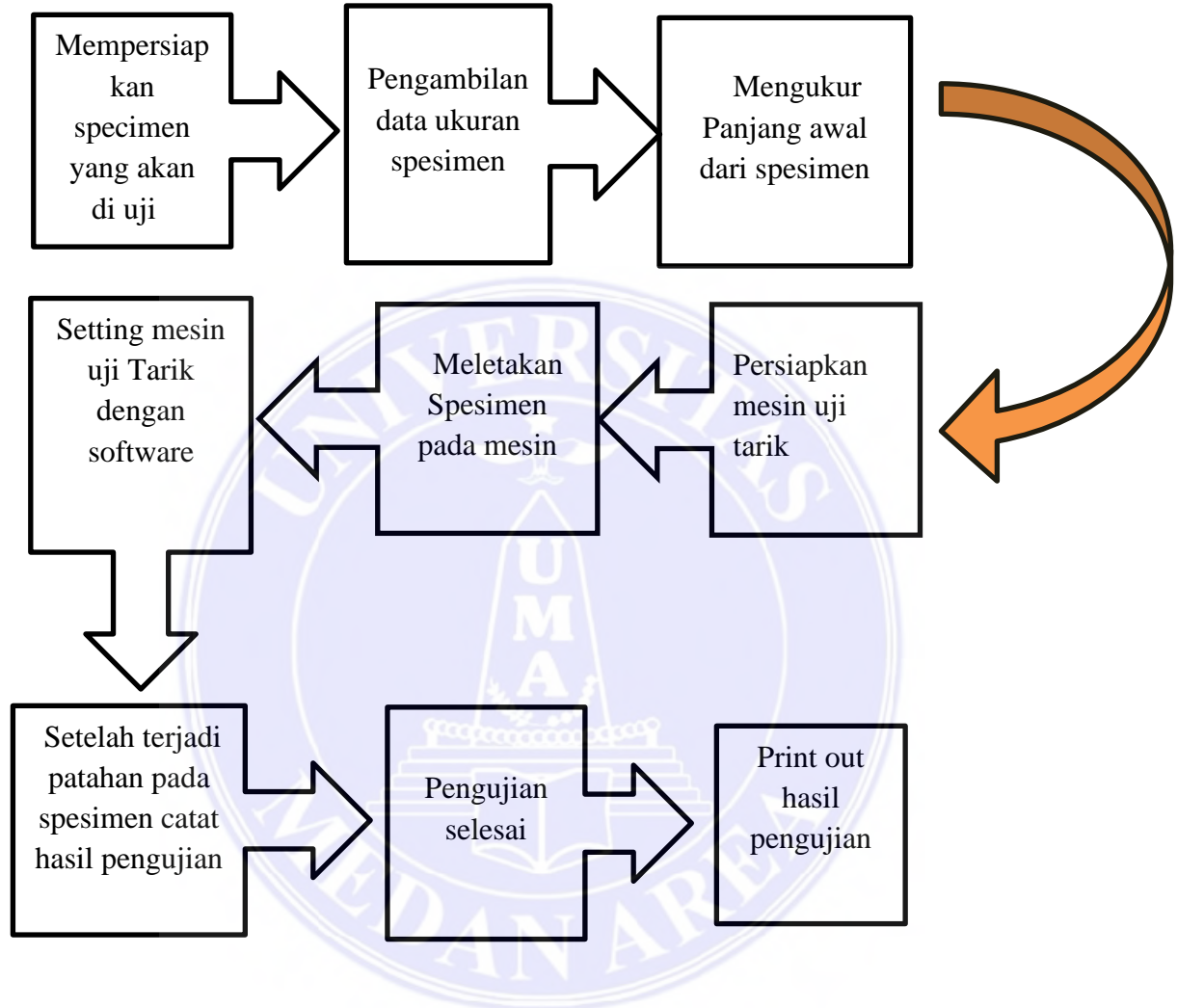
Pembuatan specimen untuk proses pengujian Tarik ada beberapa tahap specimen tarik dibuat secara manual pengujian Tarik yang dilakukan untuk mengetahui bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. untuk bahan yang digunakan logam ST-37, pengujian Tarik spesimen dibuat sesuai dengan ukuran standard ASTM-A370 dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. 6 Diagram alir Prosedur Pembuatan Spesimen

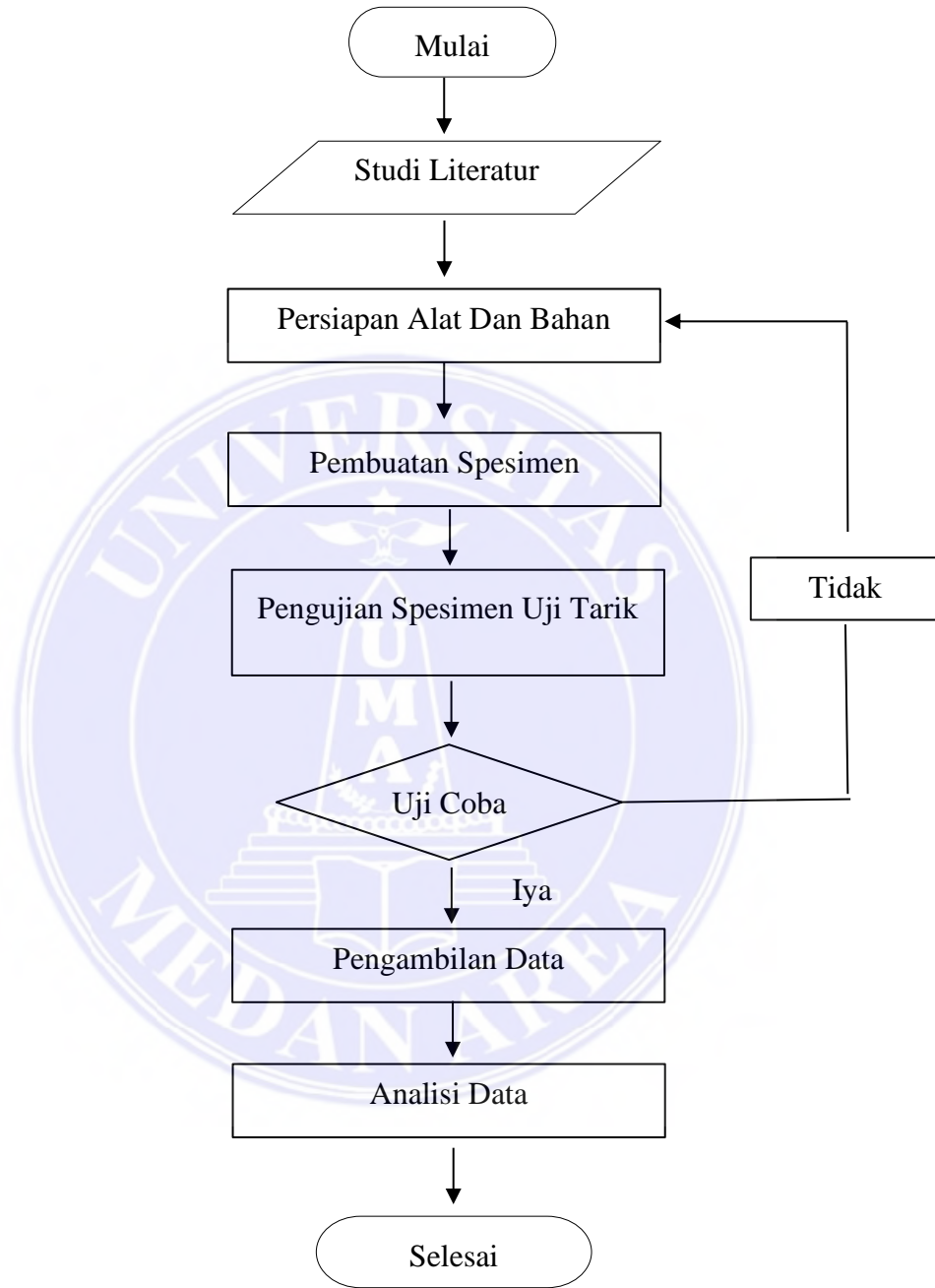
3.6.2 Prosedur pengujian spesimen

Pada proses pengujian Tarik pada bahan logam dengan material baja meliputi beberapa tahapan yang dapat kita lihat pada diagram berikut ini:



Gambar 3. 7 Diagram Prosedur Pengujian

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

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

1. Berdasarkan hasil pembuatan dan pengujian spesimen uji tarik baja ST-37 dengan variasi ketebalan, dapat disimpulkan bahwa sambungan las SMAW yang dihasilkan cukup baik dan minim cacat visual. Sambungan dengan perbedaan ketebalan kecil (6 mm – 4 mm) memiliki kekuatan tarik tertinggi, sementara kombinasi 6 mm – 3 mm menunjukkan regangan terbesar, menandakan kemampuan deformasi lebih baik sebelum patah. Sebaliknya, sambungan dengan perbedaan ketebalan besar (6 mm – 2 mm) memiliki kekuatan paling rendah akibat distribusi panas yang tidak merata. Umumnya, patahan terjadi di luar daerah las, sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas pengelasan SMAW pada penelitian ini tergolong baik karena sambungan mampu menahan beban hingga logam induk patah lebih dahulu.
2. Pada pengujian tarik plat baja karbon menggunakan *tensile test machine* dapat mengetahui karakteristik pada bahan material yang memperoleh regangan patah, dan kekuatan tarik.
3. Pada pengujian tarik nilai rata – rata maksimum dari kedua bahan tidak jauh berbeda cuman saja kekuatan dari bahan logam yang lebih tebal akan lebih kuat dibandingkan yang lebih tipis.

4. Dapat diperhatikan dari hasil yang di dapat bahwa dimana titik patahan banyak terjadi diluar pengelasan yang dimana artinya sambungan pengelasan SMAW sangat baik digunakan.
5. Setelah dilakukan penelitian hasil nya didapat untuk kegiatan industri otomotif dikarenakan twb dipakai dalam rangka mobil dan sebagainya.

5.2 Saran

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

1. Pada penelitian ini bisa memperlajari unsur-unsur yang mempengaruhi pengelasan.
2. Penelitian ini hanya membatasi variasi pada perbedaan ketebalan baja ST-37 dengan metode pengelasan SMAW. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi jenis material lain, variasi arus, tegangan, serta jenis elektroda berbeda, sehingga dapat diperoleh data perbandingan yang lebih luas..
3. Untuk penerapan langsung di industri otomotif atau konstruksi, penelitian ini dapat diperluas dengan menguji beban dinamis, korosi, serta pengaruh lingkungan operasi nyata, sehingga hasilnya benar-benar sesuai dengan kebutuhan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- American Welding Society (AWS). (2017). *AWS A5.1: Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding*. Miami, Florida: AWS.
- Belakang, L. (2015). Bab I Pendahuluan. *Galang Tanjung, 2504*, 1–9.
- Bhaduri. (2018). Mechanical Properties and Working of Metals and Alloys. *Springer Series in Material Science, 15.(1)*, 693–695.
- Budinski, K. G., & Budinski, M. K. (2010). *Engineering Materials: Properties and Selection* (9th ed.)
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Hutomo, M. A. (2016). *Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Hasil Pengelasan SMAW Baja Karbon Sedang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ilmiah, P., Suryo, H., & Pratama, A. J. I. (2016). *Analisis hasil uji cup drawing dan kemampuan tarik tailor welded blanks (twb) menggunakan sambungan las titik dengan variasi ketebalan plat*.
- Khoirudin, K., Dimiyati, D., Djafar Ashiedieque, A., S, S., Mubina Dewadi, F., Rahdiana, N., Budhi Rahardja, I., Ilmar Ramadhan, A., & Suripto, H. (2021). Evaluasi Kekuatan Resistance Spot Welding pada Proses Tailor welded blankss Menggunakan Mill-steel Beda Ketebalan. *Borobudur Engineering Review, 1(2)*, 96–105. <https://doi.org/10.31603/benr.4916>
- Kinsey, B. L., & Wu, X. (2011). Tailor Welded Blankss For Advanced Manufacturing. Oxford, Cambridge, Philadelphia, New Delhi. *Woodhead Publishing Limited*.
- Kumar, A., & Kumar, S. (2019). Tinjauan Proses Pengelasan Busur Logam Terlindung (SMAW): Parameter dan Aplikasi. *Jurnal Internasional Riset Dan Teknologi Teknik (IJERT), 8(5)*, 1–6.

Kurniati, I. D., Setiawan, R., Rohmani, A., Lahdji, A., Tajally, A., Ratnaningrum, K., Basuki, R., Reviewer, S., & Wahab, Z. (2015). *Buku Ajar*.

Metodologi Penelitian. (2022).

Miller Electric Mfg.LLC. (2015). *SMAW Welding Basics*.

Mustahfirin. (2017). *Analisa fenomena springback tailor welded blank (twb) stainless-besi pada proses uji banding*. 0–7.

Pasaribu, dkk. (2019). Optimasi Parameter Proses Resistance spot welding pada Pengabungan Beda Material SPCC. *Overview Of Resistance Spot Welding Control. Science and Technology of Welding and Joining, Prosidin*, 215–224.

Prihatmaja, A. (2016). Analisa Kemampuan Tarik Plat Tailor Welded Blanks Dengan Ketebalan 0,7 Mm Dan 1,5 Mm Menggunakan Las Shielded Metal Arc Welding Pada Proses Cup Drawing. *Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.

Satrio, W. Y. (2023). Analisis Hasil Uji Tarik Pada Sambungan Las *Shield Metal Arc Welding (SMAW)* Dengan Variasi Ketebalan Baja *Mild Steel*.

Sumardjo. (2013). *Metallurgy and Material Engineering: Sifat dan Perlakuan Logam*. Yogyakarta: Deepublish.

LAMPIRAN 1



Spesimen dimasukkan kemesin



Tekanan pada mesin uji tarik

Keterangan gambar spesimen :

Panjang Gauge = 50 mm

Lebar Gauge = 25 mm

Panjang Total = 200 mm

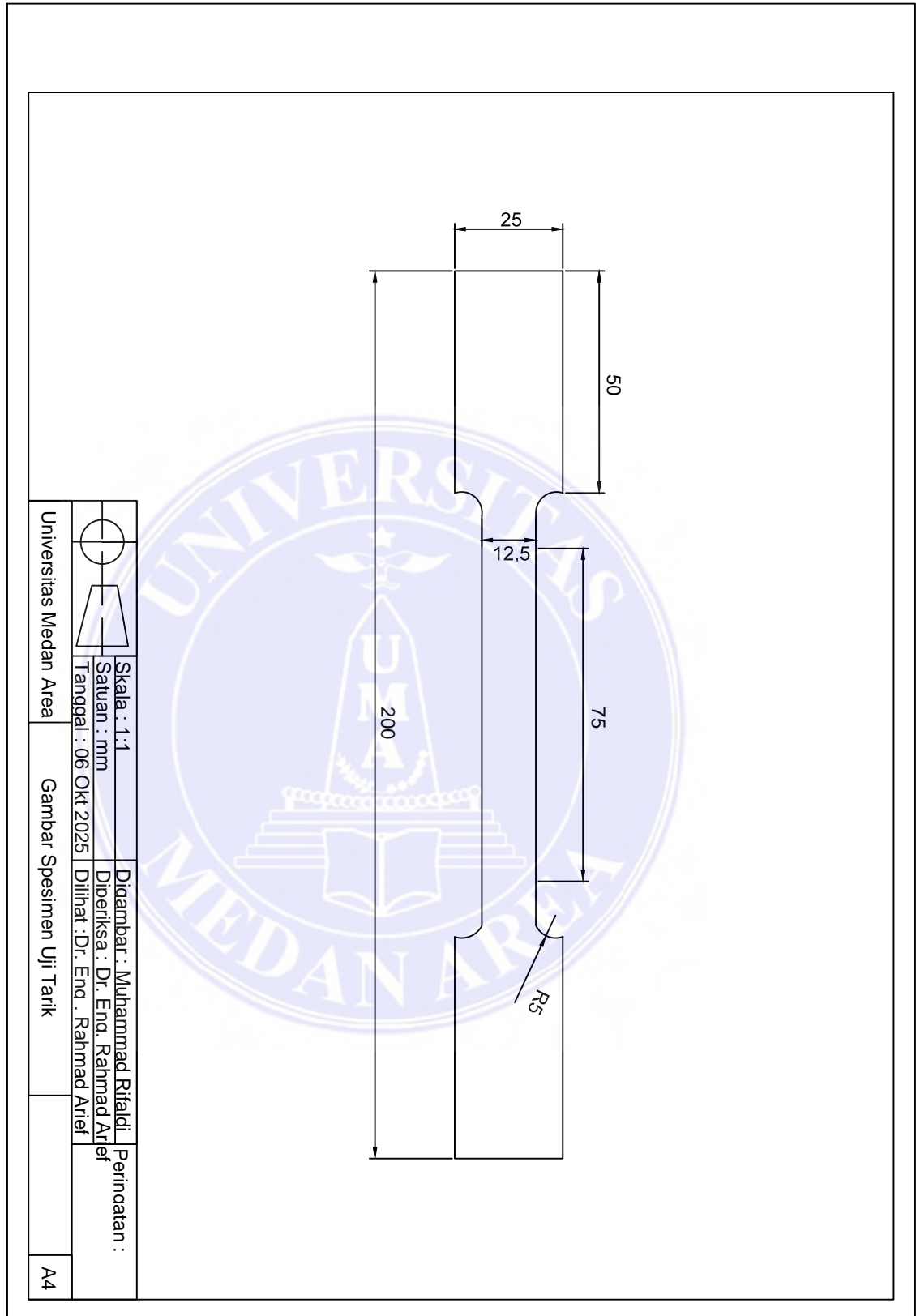
Radius = 5 mm

Luas Penampang = 75 mm

Lebar = 12,5 mm

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di Lampiran 7 yang dimana gambar Spesimen Pengujian tarik dengan standart ASTM-A370.

Lampiran 2 : Spesifikasi Ukuran Spesimen



Lampiran 3 : Gambar spesimen

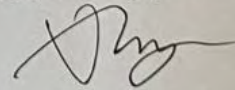
DATA HASIL PENGUJIAN TARIK BAHAN CARBON STEEL

Nama : Muhammad Rifaldi
 NIM : 218130003
 Judul : ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW PADA PROSES TAILOR WELDED BLANK (TWB) MENGGUNAKAN BAHAN LOGAM YANG BERBEDA KETEBALAN

No	Tebal	F max (kg)	l ₀ (mm)	l _{max} (mm)	(Δl) (mm)
1	Baja ST-37 6mm dengan 4 mm	2043	75	80,8	5,8
2		2150		80,4	5,4
3		2115		80,5	5,5
4	Baja ST-37 6mm dengan 3 mm	1500	75	83,5	8,5
5		1480		83,7	8,7
6		1490		84,1	9,1
7	Baja ST-37 6mm dengan 2 mm	875	75	80,2	5,2
8		860		80,1	5,1
9		870		80,3	5,3

Medan, September 2025

Ass. Lab. Pengujian Bahan



M. Fatih Abdillah

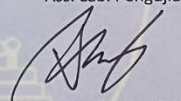
Lampiran 4 : Data Pengujian Las Miring

DATA HASIL PENGUJIAN TARIK BAHAN CARBON STEEL

Nama : Muhammad Rifaldi
 NIM : 218130003
 Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW PADA PROSES TAILOR WELDED BLANK (TWB) MENGGUNAKAN BAHAN LOGAM YANG BERBEDA KETEBALAN

No.	Sampel Variasi Ketebalan Bahan LAS SMAW	Panjang bahan (Lo)	Lebar Bahan (b)	Tebal Bahan (d)	Fs	Fmax	Ff	Panjang Bahan (L1)
		(mm)	(mm)	(mm)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(mm)
1.	Ketebalan 6 mm dan 2 mm	75	12,5	6&2	30	920	840	85,3
2.	Ketebalan 6 mm dan 3 mm	75	12,5	6&3	40	1560	1370	85,7
3.	Ketebalan 6 mm dan 4 mm	75	12,5	6&4	40	2090	1980	86

Medan, September 2025
 Ass. Lab. Pengujian bahan


M. Fatih Abdillah

Lampiran 5 : Data Spesimen Pengelasan Lurus