

**PENGARUH MATERIAL BAJA DENGAN KADAR KARBON
BERBEDA TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN
FILLET WELD LAP JOINT DENGAN PENGELASAN SMAW**

SKRIPSI

OLEH:

**ELTON LASE
188130078**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 1/4/24

Access From (repository.uma.ac.id)1/4/24

HALAMAN JUDUL

PENGARUH MATERIAL BAJA DENGAN KADAR KARBON BERBEDA TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN FILLET WELD LAP JOINT DENGAN PENGELASAN SMAW

SKRIPSI

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



OLEH :
ELTON LASE
188130078

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Pengaruh Material Baja Dengan Kadar Karbon Berbeda Terhadap Kekuatan Sambungan *Fillet Weld Lap Joint* Dengan Pengelasan SMAW
Nama Mahasiswa : Elton Lase
NIM : 188130078
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



(M. Yusuf R. Siahaan, ST., MT.) (Dr.Eng. Rakhmad A. Siregar, ST., M.Eng)
Pembimbing I Pembimbing II



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



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

Tanggal Lulus : 9 Januari 2024

HALAMAN PERNYATAAN

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

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

Medan, 09 Januari 2024



Elton lase

188130078

**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 : Elton Lase

NPM : 188130078

Program Studi : Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir

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

Dibuat di : Medan, Pada Tanggal : 09 Januari 2024

Yang menyatakan



Elton Lase

188130078

ABSTRAK

Pengelasan memainkan peran penting dalam rekayasa dan pemeliharaan logam, sehingga tidak mungkin untuk memisahkan kemajuan teknologi di sektor bangunan yang semakin kompleks dari ini. Saat ini banyak sekali komponen las yang digunakan dalam konstruksi logam, pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). SMAW adalah salah satu jenis pengelasan yang menggunakan loncatan electron (busur listrik) sebagai sumber panas untuk pencairan logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembutan spesimen, melakukan pengujian tarik dan menganalisis hasil pengujian tarik, sambung fillet weld lap joint dengan pengelasan SMAW variasi baja karbon berbeda. Metode yang dilakukan pada proses penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu metode kuantitatif. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini baja karbon rendah ST 37 dan baja karbon sedang AISI 1050 dengan tebal 6mm. Dengan variasi yaitu baja ST 37, baja AISI 1050 dan baja kombinasi ST 37 dan baja AISI 1050. Untuk mendapatkan hasil pengujian tarik plat baja karbon menggunakan tensile test machine dapat mengetahui karakteristik pada bahan material yang memperoleh tegangan tarik, regangan dan modulus elastisitas. Pada pengujian tarik nilai rata-rata maksimum dari kedua plat baja tidak jauh berbeda, berarti bahwa kuat material tersebut cukup baik dilakukan untuk penyambungan pengelasan. Dapat diperhatikan hasil dari patahan dimana titik patahan banyak diuar sambungan pengelasan itu sendiri, artinya sambungan pengelasan SMAW sangat bagus untuk digunakan. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa material baja AISI 1050 dan ST 37 sama-sama mengalami perubahan struktur.

Kata kunci : SMAW, *Lap Joint*, Elastisitas, Baja Karbon

ABSTRACT

Welding plays such an important role in metal engineering and maintenance, that it is impossible to separate technological advances in the increasingly complex building sector from this. Currently there are many welding components used in metal construction, Shielded Metal Arc Welding (SMAW). SMAW is a type of welding that uses a jumping electron (electric arc) as a heat source for melting metal. This study aims to determine the manufacture of specimens, perform tensile testing and analyze the results of tensile testing, fillet weld lap joints with SMAW welding of different carbon steel variations. The method used in this research process to get better results is the quantitative method. The materials used in this study were low carbon steel ST 37 and medium carbon steel AISI 1050 with a thickness of 6mm. With variations, namely ST 37 steel, AISI 1050 steel and combination ST 37 steel and AISI 1050 steel. To get the results of a tensile test for carbon steel plates using a tensile test machine, you can find out the characteristics of the material that obtains tensile stress, strain and elastic modulus. In the tensile test the maximum average value of the two steel plates is not much different, meaning that the strength of the material is good enough for welding joints. It can be seen that the results of the fracture where the fracture points are many outside the welding joint itself, means that SMAW welding joints are very good to use. The results of the tensile test showed that the AISI 1050 and ST 37 steel materials both underwent structural changes.

Keywords : SMAW, Lap Joint, Elasticity, Carbon Steel

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan di NIAS, 01 Oktober 2000 dari ayah Anwar Lase dan Ibu Rozani Mendrofa. Penulis merupakan putra ke dua dari empat bersaudara.

Tahun 2018 penulis lulus dari SMK Swasta Pembda Nias dan Pada Tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PDAM Tirtanadi Sunggal.



KATA PENGANTAR

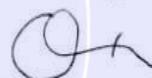
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Pengaruh material baja dengan kadar karbon berbeda terhadap kekuatan sambungan *Fillet Weld Lap Joint* dengan pengelasan SMAW.

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

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

Medan, 09 Januari 2024

Penulis



Elton Lase

188130078

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sambungan Pengelasan.....	6
2.3 Baja Karbon	25
2.4 Sifat Mekanik	26
2.5 Pengujian Spesimen	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	32
3.3 Metode Penelitian.....	34
3.4 Populasi dan Sampel	35
3.5 Prosedur kerja	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil	39
4.2 Pembahasan	43
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Simpulan	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Klasifikasi baja karbon berdasar kandungan karbon.....	25
Tabel 3.1. waktu pelaksanaan penelitian.	31
Tabel.4.1. hasil pengujian tarik spesimen baja.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2. Tegangan tarik.	44
Tabel.4.3. Regangan.....	46
Tabel 4.4. modulus elastisitas.....	51
Tabel 4.5. Tegangan luluh.	52
Tabel 4.6. Tegangan patah.	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Las Listrik.	8
Gambar 2.2.	Las Gas.	9
Gambar 2.3.	Proses pengelasan SMAW.	9
Gambar 2.4.	Proses pengelasan MIG.	10
Gambar 2.5.	Proses Pengelasan TIG.	11
Gambar 2.6.	<i>Butt Weld</i>	12
Gambar 2.7.	<i>Fillet Weld</i>	12
Gambar 2.8.	<i>Butt Joint</i>	13
Gambar 2.9.	<i>Lap Joint</i>	13
Gambar 2.10.	<i>T Joint</i>	14
Gambar 2.11.	<i>Corner Joint</i>	14
Gambar 2.12.	<i>Edge Joint</i>	15
Gambar 2.13.	Posisi Pengelasan <i>Flat</i>	16
Gambar 2.14.	Posisi Pengelasan <i>Vertical</i>	16
Gambar 2.15.	Posisi Pengelasan <i>Horizontal</i>	17
Gambar 2.16.	Posisi Pengelasan <i>Overhead</i>	17
Gambar 2.17.	Mesin las SMAW KRISBOW.	18
Gambar 2.18.	Proses pencairan elektroda.	19
Gambar 2.19.	Elektroda berselaput.	24
Gambar 2.20.	Elektroda polos.	25
Gambar 2.21.	Kurva tegangan-regangan baja karbon.	26
Gambar 2.22.	Modulus Elastisitas.	28
Gambar 3.1.	Plat baja AISI 1050.	32
Gambar 3.2.	Plat baja ST 37.	32
Gambar 3.3.	Elektroda.	33
Gambar 3.4.	Mesin uji tarik.	33
Gambar 3.5.	Mesin las.	34
Gambar 3.6.	Standar spesimen.	36
Gambar 3.7.	Diagram Alir.	38
Gambar 4.1.	Hasil pembuatan Spesimen.	40
Gambar 4.2.	Hasil pengujian SEM.	40
Gambar 4.3.	Grafik rata-rata gaya max pengujian tarik.	42
Gambar 4.4.	Hasil pengujian spesimen.	43
Gambar 4.5.	Grafik rata-rata Tegangan.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6.	Grafik rata-rata Regangan max.	47
Gambar 4.7.	Grafik Tegangan vs Regangan baja ST 37 percobaan 1.	47
Gambar 4.8.	Grafik Tegangan vs Regangan baja ST 37 percobaan 2.	47
Gambar 4.9.	Grafik Tegangan vs Regangan baja ST 37 percobaan 3.	48
Gambar 4.10.	Grafik Tegangan vs Regangan baja AISI 1050 percobaan 1.	48
Gambar 4.11.	Grafik Tegangan vs Regangan AISI 1050 percobaan 2.	48
Gambar 4.12.	Grafik Tegangan vs Regangan baja AISI 1050 percobaan 3.	49
Gambar 4.13.	Grafik Tegangan vs Regangan Baja Kombinasi percobaan 1.	49
Gambar 4.14.	Grafik Tegangan vs Regangan Baja Kombinasi percobaan 2.	49
Gambar 4.15.	Grafik Tegangan vs Regangan Baja Kombinasi percobaan 3.	50
Gambar 4.16.	Grafik Modulus elastisitas.	50
Gambar 4.17.	Grafik Tegangan luluh.	51
Gambar 4.18.	Grafik tegangan patah.	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. dokumentasi



DAFTAR NOTASI

σ	= Tegangan (MPa)
σ_1	= Titik tegangan titik awal
σ_2	= Titik batas elastis tegangan luluh
P	= Gaya (kN)
h	= Tebal (mm)
l	= Lebar (mm)
ϵ	= Regangan
ϵ_1	= Regangan 1
ϵ_2	= Regangan 2
Δl	= Perubahan panjang
E	= Modulus Elastisitas (GPa)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi di sektor bangunan yang semakin kompleks tidak dapat dipisahkan sepenuhnya dari peran penting las dalam rekayasa dan pemeliharaan logam. Karena sambungan las merupakan sambungan yang secara teknis membutuhkan kemampuan tinggi dari seorang tukang las untuk mendapatkan sambungan yang berkualitas baik, banyak komponen las yang logam dasar dan logam pengisi dilebur selama proses pengelasan, digunakan dalam konstruksi logam saat ini, terutama di bidang teknik. .Prosedur pengelasan terlihat sangat sederhana tetapi sebenarnya banyak terdapat masalah-masalah yang terjadi dilapangan pada saat proses pengelasan itu dilakukan.(Trinovan budi S. 2015)

Dalam dunia logam, peralatan, dan industri, pengelasan merupakan operasi yang krusial. Ini karena tidak semua konstruksi dapat dicetak atau dicetak. Meskipun proses pengelasan terlihat cukup mudah, namun ada banyak masalah yang dapat muncul saat digunakan di lapangan. Menurut DIN (Dautsche Industrie Normal), las adalah proses metalurgi yang merekatkan sambungan atau logam dalam keadaan masih cair atau meleleh. Dengan memanaskan, menekan, atau menggabungkan keduanya, dua atau lebih potongan logam disatukan selama pengelasan sehingga menyerupai satu benda padat. Penyambungan dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan (logam pengisi) yang titik leburnya sama atau berbeda.(Azwinur 2020)

Dua jenis logam atau paduan logam dengan berbagai kualitas dan jenis dilas menjadi satu. Di sektor industri, pengelasan dua logam yang berbeda sering mencoba untuk memenuhi persyaratan campuran kualitas baja tertentu dan efektivitas biaya. Secara umum telah dilaporkan bahwa dua logam yang berbeda dapat berhasil dilas, seperti baja tahan karat dengan baja kecepatan tinggi dan baja karbon biasa dengan baja tahan karat.(Sidiq Ruswanto 2019)

Kuantitas aliran atau arus listrik yang meninggalkan mesin las dikenal sebagai arus las. Dengan alat-alat pada mesin las, ukuran arus las dapat diubah. Arus las harus dimodifikasi sesuai dengan jenis bahan dan diameter elektroda. Penetrasi atau penetrasi las yang rendah akan terjadi akibat penggunaan arus yang terlalu kecil, sedangkan pengembangan *weld bead* yang terlalu lebar dan deformasi las akan diakibatkan oleh penggunaan arus yang terlalu besar.(Yassyir Maulana 2016)

Jenis pengelasan yang paling sering digunakan adalah SMAW (*Shield Metal Arc Welding*), juga dikenal sebagai las busur listrik. Proses las SMAW memanfaatkan energi panas listrik menggunakan polaritas AC dan DC.(Oktavalen Ferenza Turpajono 2021)

Menurut cara pengklasifikasiannya, pengelasan dapat dipisahkan menjadi tiga kategori: mematri, pengelasan tekanan, dan pengelasan cair. Sumber energi panas digunakan untuk melelehkan benda yang akan diikat dalam proses pengelasan yang disebut las cair. Pengelasan busur listrik dan pengelasan busur cair adalah dua teknik pengelasan yang paling sering digunakan,SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*) adalah salah satu jenis elektroda las busur tertutup logam pengisi yang ada di dalam elektroda dibungkus oleh slag yang akan menjadi

pelindung logam lasan saat proses pengelasan berlangsung. Las SMAW biasa disebut juga dengan istilah las MMA (*Manual Metal Arc*) atau *stick welding*. Diagram proses pengelasan SMAW dapat dilihat pada ilustrasi berikut. Hasil pengelasan SMAW mungkin dipengaruhi oleh elektroda las yang digunakan. (Virza A. Firmansyah 2018)

Ada dua jenis sambungan las: sambungan butt dan sambungan *fillet*. Sambungan *fillet*, di mana sisi pelat pertama kali dilapisi, dan kemudian sambungan dibuat dengan mengelasnya menjadi satu. Penampang *fillet* (sambungan las tipis) memiliki bentuk menyerupai segitiga. Melintang tunggal, melintang ganda, dan *fillet* paralel adalah tiga jenis sambungan las *fillet* (pangkuan). *Butt joint*, di mana sambungan dibuat dengan menyelaraskan sisi pelat. Jika ketebalan pelat kurang dari 5mm, pengelasan *butt joint* tidak memerlukan *beveling* pada sisi pelat. Sisi miring berbentuk V jika ketebalan pelat antara 5 dan 12,5 mm. (Mochamat Sobirin 2019)

Dalam melakukan sambungan pengelasan ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan itu baik atau tidak, salah satunya adalah *preheat*. Pemanasan yang dilakukan sebelum benda dilakukan proses pengelasan. Hal ini perlu dilakukan karena pada waktu pengelasan akan terjadi panas pada daerah pengelasan. Panas yang tinggi akan terpusat pada daerah pencairan. Pemanasan dan pendinginan yang tidak merata akan menyebabkan berbagai pengaruh pada daerah pengelasan. Termasuk struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik sambungan *Fillet Weld Lap Joint* serta mendapatkan hasil variabel pengaruh sifat mekanis, fisis, dan sifat kimiawi dengan metode (SMAW) pada *strip plate* baja karbon berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, ada beberapa hal yang memepengaruhi hasil las yang maksimum diantaranya variasi kuat arus, pemilihan eletroda, jenis pengelasan dan penggunaan jenis kampuh. Dari berbagai hal yang maksimum, penulis sangat tertarik untuk meneliti tentang pengaruh pengelasan SMAW, baja karbon berbeda dan jenis sambungan las *lap joint*. Oleh sebab itu pertanyaan yaing ingin dijawab adalah:

1. Bagaimana pengaruh materila baja dengan kadar karbon berbeda terhadap kekuatan sambungan *fillet weld lap joint* dengan pengelasan SMAW?

1.3 Tujuan penelitian

1. Mengetahui proses pembuatan spesimen uji tarik terhadap pengelasan SMAW *fillet weld lap join* pada material baja.
2. Melakukan pengujian tarik sambungan pengelasan SMAW *fillet weld lap joint* pada material baja.
3. Menganalisis hasil uji tarik pengelasan SMAW *fillet weld jap joint* pada material baja.

1.4 Hipotesis Penelitian

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

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian “ pengaruh material baja kadar karbon berbeda terhadap kekuatan sambungan *filled weld lap joint* akibat hasil pengelasan SMAW” adalah:

1. Untuk mengetahui hasil dari uji tarik pada baja sambungan pengelasan SMAW dengan kadar karbon rendah.
2. Untuk mengetahui perbandingan antara kekuatan tarik kadar karbon yang berbeda hasil sambungan pengelasan SMAW dari spesimen uji tarik.
3. Dapat dijadikan acuan bagi peneliti yang sejenis, khusu dalam pengelasan SMAW terhadap sifat material baja karbon.
4. Memberikan pengetahuan dan wawasan kepada mahasiswa pendidikan teknik mesin. Serta masyarakat dalam bidang konstruksi pengelasan agar dapat meningkatkan kualitas hasil pengelasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sambungan Pengelasan

Logam disambung melalui proses pengelasan, yang meliputi peleburan sebagian logam dasar dan logam pengisi dengan atau tanpa logam tambahan untuk membentuk sambungan yang berkesinambungan. Prosedur pengelasan sering digunakan dalam bangunan dan pabrikasi karena efisiensi penyambungannya yang tinggi dalam desain geometrik berbiaya rendah. Konstruksi bejana tekan, pipa minyak dan gas, dan membangun jembatan adalah beberapa contohnya. Pengelasan menghasilkan hasil penyambungan logam yang unggul, dan kualitas pekerjaan tukang las dan proses proses tidak dapat dipisahkan. Dalam proses pengelasan, kualifikasi prosedur pengelasan sangat penting.(Amelia R. 2021)

Pada proses pengelasan, bagian yang dilas menerima panas pengelasan selama proses berjalan suhunya berubah terus sehingga distribusi suhu tidak merata. Karena panas tersebut, maka pada bagian yang dilas terjadi pengembangan termal. Konsekuensi dari adanya perbedaan *temperature* dan pendinginan ini adalah terjadinya peregangan di daerah las, peregangan dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk secara permanen. Hal ini diakibatkan terjadinya perubahan sifat mekanik di daerah las. Di lain sisi regangan dapat menimbulkan tegangan yang sifatnya permanen yang disebut tegangan.(Virza A. Firmansyah 2018). Tegangan sisa juga terjadi akibat transformasi fasa karena logam induk yang digunakan adalah baja karbon. Tegangan sisa pada hasil pengelasan disebabkan karena selama siklus thermal las berlangsung, laju pemuaihan dan penyusutan di sekitar sambung las dengan bagian lain yang.

suhunya relatif lebih dingin tidak sama sehingga menyebabkan perubahan modulus elastisitas, tegangan luluh, *Poisson's ratio*. Tegangan sisa pada sambungan las dapat dibebaskan dengan melakukan PWHT (*Post Weld Heat Treatment*). (Siliq Ruswanto 2019)

Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan me-ntukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh). (Trinovan Budi S. 2015)

Dalam pengelasan, ada beberapa bahan yang mempunyai sifat kekuatan bahan akibat proses pengelasan, diantaranya adalah: (Alven Safik Ritonga 2018)

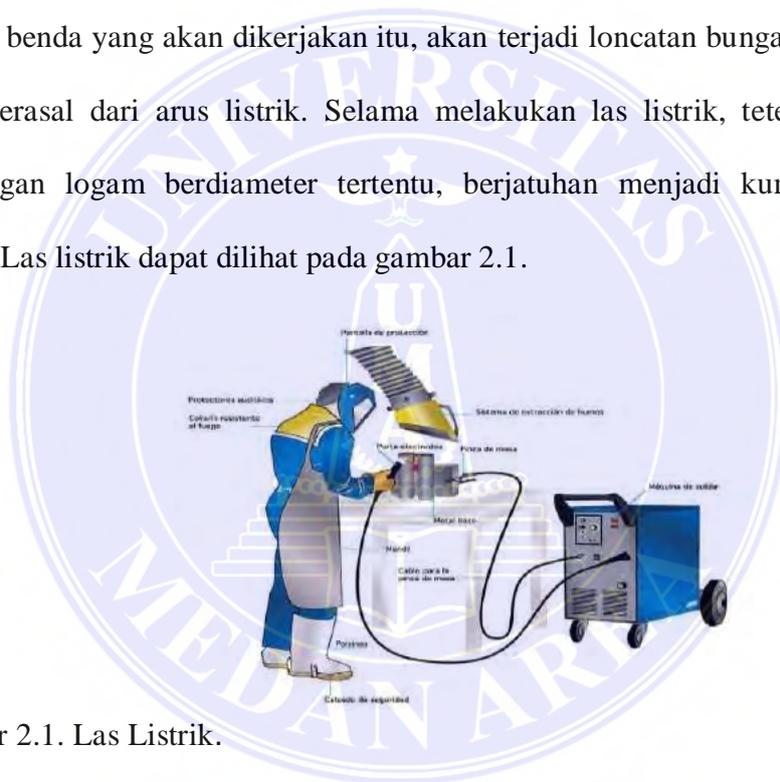
- a. *Base metal* (logam induk) merupakan bagian logam yang tidak mengalami perubahan struktur akibat pengelasan,
- b. *HAZ (Heat Affected Zone)* merupakan daerah terpengaruh panas, daerah ini adalah yang paling lemah baik kekerasannya, keuletan dan tegangannya, karena struktur kristalnya banyak berubah.
- c. *Weld metal* (logam las) merupakan logam las yang mencair dan melebur bersama logam induk.

2.1.1 Jenis Pengelasan

Terdapat berbagai jenis pengelasan yang digunakan dalam proses penyatuan logam. Dalam beberapa literatur, berikut ini dijelaskan beberapa metode pengelasan yang dikenal. (krishna muku 2009)

1. Las listrik

Las listrik atau las busur adalah cara pengelasan dengan menggunakan busur listrik yang terjadi diantara ujung elektroda dan bahan dasar akan mencairkan ujung elektroda dan Sebagian bahan dasar elektroda yang turut terbakar akan mencair dengan logam menghasilkan sambungan permanen. Pada Las listrik, panas yang diperoleh untuk proses pelelehan diperoleh dari perbedaan tegangan antara ujung tangkai las dengan benda yang akan di las. Kalau elektroda las cukup dekat dengan benda yang akan dikerjakan itu, akan terjadi loncatan bunga api permanen yang berasal dari arus listrik. Selama melakukan las listrik, tetesan elektroda lempengan logam berdiameter tertentu, berjatuhan menjadi kumpulan cairan logam. Las listrik dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Las Listrik.

2. Las gas

Las gas adalah proses penyambungan kedua logam (pengelasan) yang menggunakan gas-gas tertentu sebagai bahan bakar. Prosesnya adalah membakar bahan bakar yang telah dibakar gas dengan oksigen sehingga menimbulkan nyala api yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Bahan bakar untuk las gas menggunakan gas asetilena, propana atau hidrogen. Las gas dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Las Gas.

2.1.2 Jenis pengelasan listrik

Jenis las listrik ialah penyambungan dua material secara permanen dengan cara mencairkan kedua material yang akan disambung dan diikuti materia pengisi terdapat beberap jenis pengelasan diantaranya seabagai berikut.(Redi B. 2020)

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

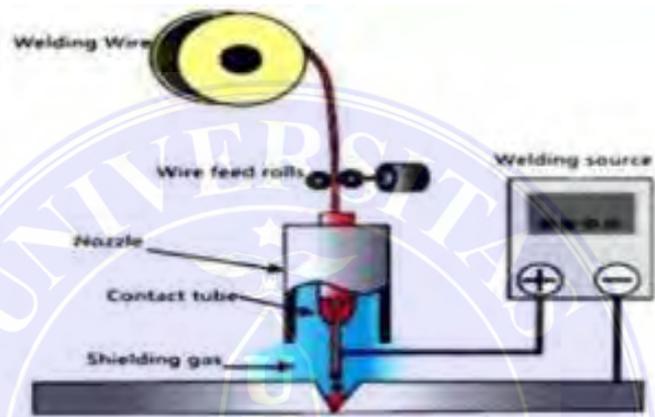
Salah satu jenis pengelasan yang sering digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) atau pada umumnya disebut sebagai pengelasan busur. SMAW dominan digunakan pada pada sambungan struktural, bejana tekan, dan dalam pekerjaan preservasi dan restorasi. Teknik ini biasanya digunakan dalam banyak jenis produksi karena fleksibilitas, kegunaan, penggunaan di dalam dan di luar ruang. Proses pengelasan Las SMAW dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Proses pengelasan SMAW.

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

Las MIG merupakan las busur dengan elektrode terumpan, memiliki efisiensi yang tinggi dan biaya yang cukup rendah. Salah satu aplikasi proses pengelasan aluminium adalah pengelasan untuk tangka penyimpanan gas alam cair, sehingga dalam proses pengelasan aluminium ini kekuatan menjadi hal yang sangat penting. Proses pengelasan Las MIG dapat dilihat pada gambar 2.4.

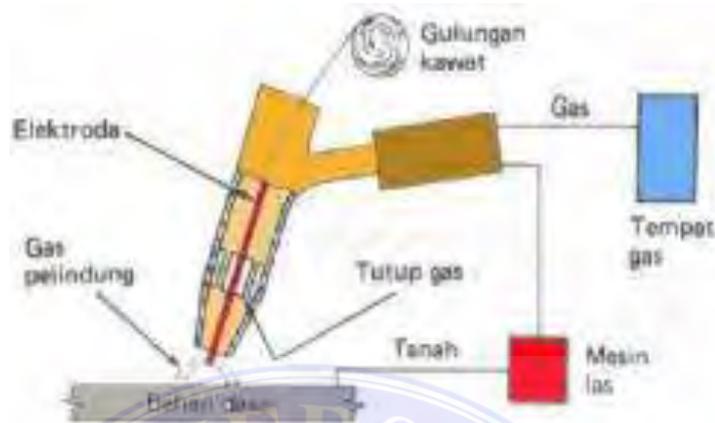


Gambar 2.4. Proses pengelasan MIG.

3. Las listrik *Tungsten Inert Gas Welding* (TIG)

Pengelasan dengan gas *tungsten* atau biasa disebut las (TIG) merupakan termasuk jenis las menggunakan elektroda berbahan gas tungsten, sedang dayanya berasal dari listrik. Busur listrik yang kemudian menghasilkan energi panas tinggi didapatkan dari arus listrik yang dihantarkan oleh elektroda menuju logam induk. Sedangkan logam pengisi mengisi daerah yang terpanaskan dan mencair tersebut. Jenis las ini efektif menghasilkan cairan logam yang sedang mencair karena proses pengelasan tidak teroksidasi karena dilindungi oleh pelindung yang berupa gas *tungsten* tersebut. Gas yang digunakan berupa helium (He) dan argon (Ar) merupakan jenis gas mulia yang dapat digunakan secara baik untuk pengelasan jenis material plat tipis, karena plat tipis membutuhkan pemanasan atau heat input

yang tidak terlalu tinggi. Proses pengelasan Las TIG dapat dilihat pada gambar 2.5.(Rio Rinaldi 2021)



Gambar 2.5. Proses Pengelasan TIG.

2.1.3 Jenis sambungan pengelasan

Sambungan pengelasan adalah sambungan material atau plat yang digunakan untuk proses pengelasan dengan tujuan untuk mendapatkan penetrasi dan hasil sambungan yang maksimal. Jenis sambungan las mempunyai beberapa macam yang menjadi jenis sambungan utama. Ada berbagai macam standar dalam pengelasan mempunyai sifat sambungan las yang berbeda dan jenis sambungan pengelasan bermacam-macam, ada dua tipe pengelasan yang paling banyak digunakan yaitu *butt weld* dan *fillet weld*, tipe sambungan tersebut mempunyai tujuan tertentu antara lain:

1. *Butt Weld*

Butt weld adalah salah satu jenis desain sambungan las yang paling sederhana dan serbaguna. Sambungan dibentuk hanya dengan menempatkan dua potong logam ujung ke ujung dan kemudian dilas di sepanjang sambungan. Yang penting, dalam sambungan *butt*, permukaan benda kerja yang disambung berada pada bidang yang sama dan logam las tetap berada di dalam bidang permukaan.

Dengan demikian, benda kerja hampir sejajar dan tidak tumpang tindih. *Butt weld* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Butt Weld*.

2. *Fillet weld*

Fillet weld adalah adalah jenis las yang memiliki penampang segitiga kasar. Las *fillet* biasanya membutuhkan persiapan sambungan yang lebih sedikit dari pada las alur, menjadikannya metode penyambungan yang sangat hemat biaya dan karena itu jauh lebih melimpah di industri pengelasan. *Fillet weld* dapat dilihat pada gambar 2.7.

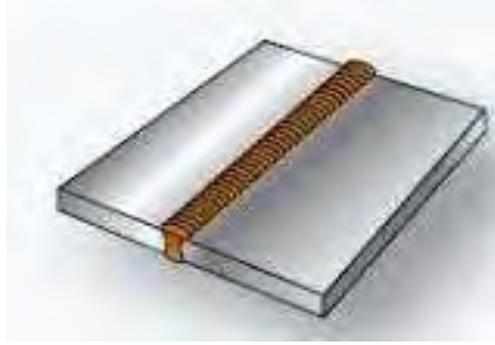


Gambar 2.7. *Fillet Weld*.

Tipe pengelasan *fillet weld* memiliki beberapa jenis sambungan pengelasan antara lain:

a. *Butt Joint*

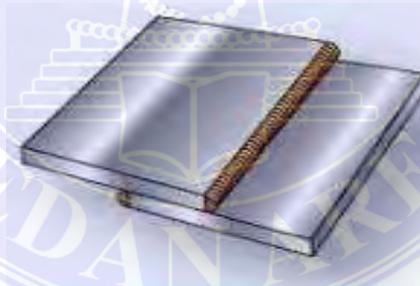
Sambungan *butt joint* adalah jenis sambungan tumpul, dalam aplikasinya jenis sambungan ini terdapat berbagai macam jenis kampuh atau *groove* yaitu *V groove* (kampuh V), *single bevel*, *J groove*, *U Groove*, *Square Groove*. *Butt joint* dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Butt Joint*.

b. *Lap joint*

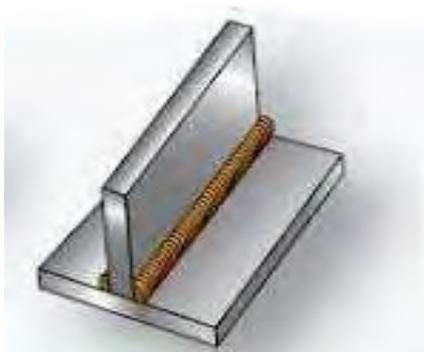
Tipe sambungan las yang sering digunakan untuk pengelasan *spot* atau *seam*. Karena materialnya ini ditumpuk atau disusun sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada bagian bodi kereta dan cenderung untuk plat tipis. Jika menggunakan proses las SMAW, GMAW atau FCAW pengelasannya sama dengan sambungan *fillet*. *Lap Joint* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. *Lap Jonit*.

c. *T (Fillet) Joint T Joint*

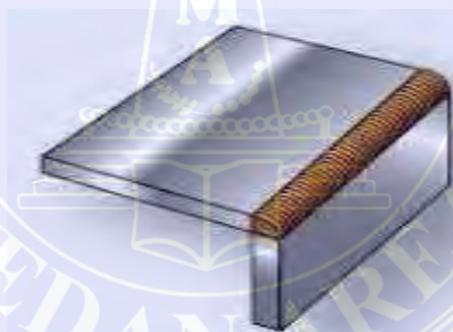
Sambungan yang berbentuk seperti huruf T, tipe sambungan ini banyak diaplikasikan untuk pembutan konstruksi atap, konveyor dan jenis konstruksi lainnya. Untuk tipe *groove* juga terkadang digunakan untuk sambungan *fillet* adalah *double bevel*, namun hal tersebut sangat jarang kecuali pelat atau materialnya sangat tebal. *T joint* dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. *T Joint*.

d. *Corner Joint*

Desain sambungan yang hampir sama dengan *T Joint*, namun yang membedakannya adalah letak dari materialnya. Pada sambungan ini materialnya yang disambung adalah bagian ujung dengan ujung. Ada dua jenis *corner joint*, yaitu *close* dan *open*. *Corner joint* dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Corner Joint*.

e. *Edge Joint*

Merupakan sambungan di mana kedua benda kerja sejajar satu sama lain dengan catatan salah satu ujung dari kedua benda kerja tersebut berada pada tingkat yang sama merupakan sambungan di mana kedua benda kerja sejajar satu sama lain dengan catatan salah satu ujung dari kedua benda kerja tersebut berada pada tingkat yang sama. *Edge joint* dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. *Edge Joint*.

2.1.4 Posisi pengelasan

posisi sambungan yang akan dilakukan pengelasan, posisi pengelasan ini dilakukan berdasarkan material atau produk yang akan dilas. Dalam teknologi pengelasan, semua ada pengkodeannya berdasarkan jenis sambungan. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Untuk sambungan *fillet* berdasarkan kode yang ditetapkan oleh ASME, posisi las dikaitkan pada jenis teknik sambungan las. maka disimbolkan dengan posisi 1F, 2F, 3F, dan 4F. Posisi pengelasan terdiri atas 1F posisi dibawah tangan (*flat*), 2F posisi datar (*horizontal*), 3F posisi tegak (*vertical*), dan 4F posisi diatas kepala (*overhead*).

1. Posisi Dibawah Tangan 1F (*Flat*)

Posisi dibawah tangan yaitu suatu cara pengelasan yang dilakukan pada permukaan rata/datar dan dilakukan dibawah tangan. Benda kerja dimiringkan sekitar 10° - 20° terhadap garis vertikal dan 70° - 80° terhadap benda kerja. Sehingga bagian yang akan dilas membentuk “V”. Posisi pengelasan dibawah tangan dapat dilihat pada gambar 2.13

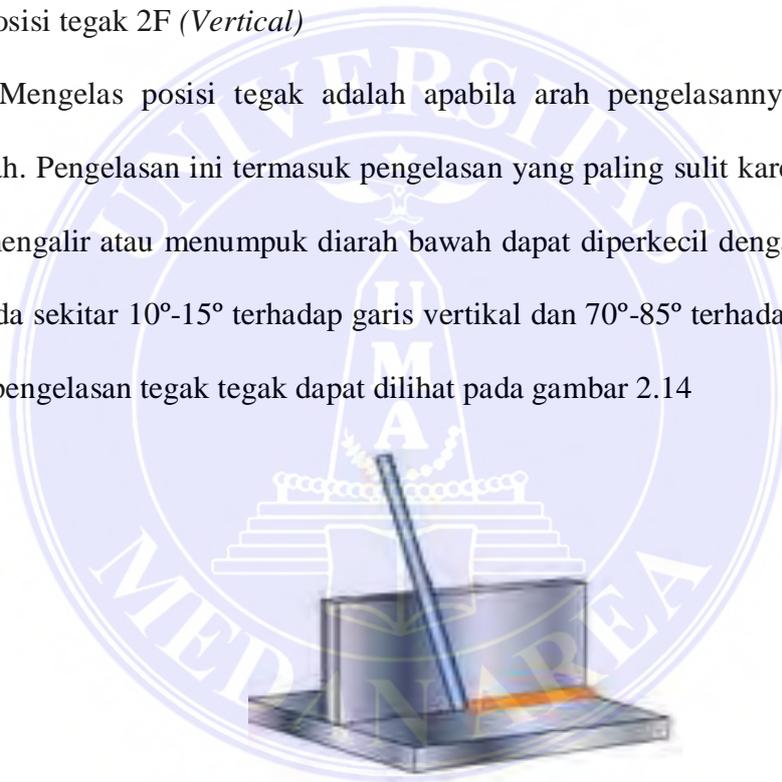


Gambar 2.1. Posisi Pengelasan *Flat*.

2. Posisi tegak 2F (*Vertical*)

Mengelas posisi tegak adalah apabila arah pengelasannya keatas atau kebawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah dapat diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar 10° - 15° terhadap garis vertikal dan 70° - 85° terhadap benda kerja.

Posisi pengelasan tegak tegak dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14. Posisi Pengelasan *Vertical*.

3. Posisi datar (*Horizontal*)

Mengelas dengan *horizontal* biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti *horizontal*. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar 5° - 10° terhadap garis vertikal dan 70° - 80° ke arah benda kerja. Posisi pengelasan datar dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15. Posisi Pengelasan *Horizontal*.

4. Posisi diatas kepala 4F (*Over Head*)

Posisi pengelasan ini sangat sukar dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuh dapat mengenai juru las, oleh karena itu diperlukan perlengkapan yang serba lengkap antara lain baju las, sarung tangan, sepatu kulit dan sebagainya. Mengelas dengan posisi ini benda kerja terletak pada bagian atas juru las dan kedudukan elektroda sekitar 5° - 20° terhadap garis vertikal dan 75° - 85° terhadap benda kerja . Posisi pengelasan diatas kepala dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Posisi Pengelasan *Overhead*.

2.2 Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia konstruksi secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau biasa disebut *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). SMAW adalah salah satu jenis pengelasan yang menggunakan loncatan electron (busur

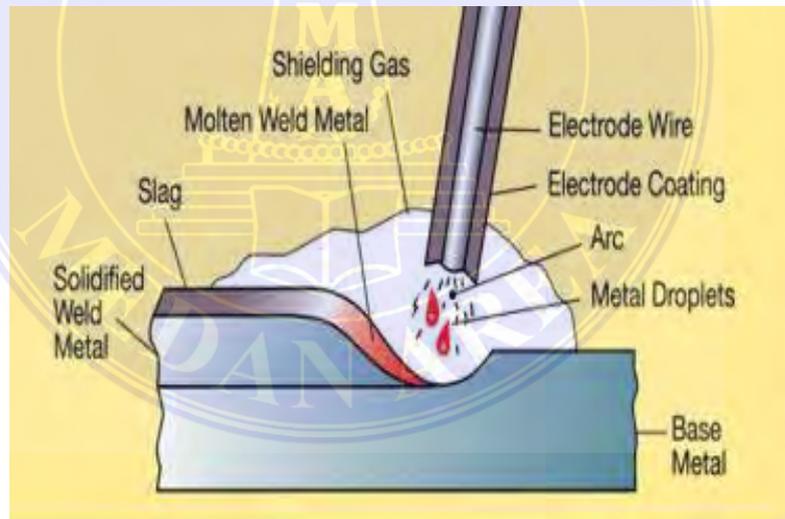
listrik) sebagai sumber panas untuk pencairan logam. Suhu busur dapat mencapai 3300°C , jauh diatas titik lebur baja, sehingga dapat mencairkan baja secara serta merta/cepat (*instant*). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien. Mesin las SMAW dapat dilihat pada gambar 2.17.(Azwinur 2020)



Gambar 2.17. Mesin las SMAW KRISBOW.

Shield metal arc welding adalah pengelasan dengan mempergunakan busur loncatan electron (busur listrik) sebagai sumber panas untuk pencairan logam. Suhu busur dapat mencapai 3300°C , jauh diatas titik lebur baja, sehingga dapat mencairkan baja secara serta merta/cepat (*instant*). SMAW dapat menggunakan arus listrik bolak balik (AC= *alternating current*) maupun arus searah (DC = *direct current*). Jika arus bolak balik yang digunakan tidak ada kutup kutup, sebaliknya apabila arus searah yang digunakan maka digunakan kutup kutup + dan -. Kondisi ini disebut polaritas. Terdapat dua jenis polaritas untuk pengelasan, yakni *straight polarity* / polaritas lurus, dimana elektroda bermuatan (-) dan bahan induk bermuatan (+), dan polaritas terbalik, dimana elektroda bermuatan + dan bahan induk bermuatan -.

pengelasan dipakai arus listrik hingga 500 ampere. Secara umum berkisar antara 80-200 Ampere. Dalam proses pengelasan, bagian yang dilas atau proses pencairan elektroda menerima panas pengelasan setempat dan selama proses berjalan suhunya berubah terus sehingga distribusi suhu tidak merata. Karena panas tersebut, maka pada bagian yang dilas terjadi pengembangan termal. Konsekuensi dari adanya perbedaan temperature dan pendinginan ini adalah terjadinya peregangan di daerah las, peregangan dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk secara permanen. Hal ini diakibatkan terjadinya perubahan sifat mekanik di daerah las. Di lain sisi regangan dapat menimbulkan tegangan yang sifatnya permanen yang disebut tegangan sisa.(Virza A. Firmansyah 2018) proses pencairan elektroda dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Proses pencairan elektroda.

Teknik ini biasanya digunakan dalam banyak jenis produksi karena fleksibilitas, kegunaan, penggunaan di dalam dan di luar ruang, Pengaruh kuat arus listrik SMAW dengan media pendingin terhadap kekuatan tarik baja ST-37. faktor yang dapat mempengaruhi pengelasan adalah prosedur pengelasan yang merupakan

salah satu rencana untuk melakukan penelitian. Hal tersebut meliputi bagaimana membuat konstruksi pengelasan sesuai dengan rencana dan spesifikasi untuk menentukan semua hal yang akan dibutuhkan dalam pelaksanaannya. Salah satu hal yang dikhawatirkan dalam peningkatan pengelasan adalah waktu pembuatan, alat, dan bahan yang akan digunakan, cara pembuatan, urutan pelaksanaan, rencana pembuatan pengelasan (berserta pemilihan alat las, spesifikasi jejak pengelasan yang akan digunakan, tantangan tukang las, dan jenis sampel yang digunakan). Terdapat beberapa variabel yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan SMAW. Tebal dan kekuatan mekanik dari sambungan las ditentukan oleh ukuran dan jenis elektrodenya. Selain itu, tekstur dan ketebalan sambungan las dari *welding pool* yang sudah mengeras dipengaruhi oleh *travel speed*, sudut elektrode dan posisi pada proses pengelasan. Polaritas dan kuat arus yang digunakan juga dapat mempengaruhi hasil akhir dari pengelasan.(Irzal)

Keuntungan dari las SMAW adalah jenis las yang paling sederhana dan paling serba guna, karena mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya. Hal tersebut membuat proses pengelasan SMAW mempunyai aplikasi *refinery piping* hingga *pipeline*, dan bahkan pengelasan untuk dibawah laut, guna untuk memperbaiki lokasi yang bisa terjangkau oleh sebatang elektroda. Sambungan-sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih bisa dilas dengan cara membengkokkan elektroda.

Kelemahan dari las SMAW adalah proses pengelasan ini mempunyai karakteristik dimana laju pengisiannya lebih rendah dibandingkan proses pengelasan GTAW. Panjang elektroda tetap dan pengelasan mesti dihentikan setelah sebatang elektroda habis, puntug elektroda terbuang dan waktu juga

terbuang untuk mengganti-ganti elektroda yang baru. Terak (*slag*) yang terbentuk harus dihilangkan dari lapisan las yang sebelumnya. (Yassir Maulana 2019)

Pengelasan dengan menggunakan las SMAW memerlukan elektroda las (*filler metal*) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah. Elektroda terdiri dari dua bagian yang berselaput (*fluks*) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal yang akan dijepit dengan *elektroda holder*. Fungsi dari *fluks* adalah untuk melindungi logam cair dari udara (oksigen), menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur.

Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian tentang variasi arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan material dengan judul penelitian tentang pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik hasil pengelasan smaw baja ASTM A36, dimana hasil dari penelitiannya bahwa jenis elektroda mempengaruhi nilai kekerasan dan kekuatan tarik dimana kekerasan yang paling tinggi menggunakan elektroda E7018 dengan variasi arus 70A yaitu 105 HRB, dan nilai tertinggi pada pengujian Tarik pengelasan menggunakan elektroda E6013 dengan variasi arus 110A yaitu 34,697MPa. Dalam penelitiannya tentang variasi arus pengelasan SMAW pada baja tahan karat (ASTM A316), hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa peningkatan arus lasan dari 120A ke 140A meningkatkan kekerasan permukaan lasan dari 465HV menjadi 514.7HV. Peningkatan arus lasan berikutnya dari 140A ke 160A menyebabkan terjadinya penurunan kekerasan permukaan las dari 514.7HV menjadi 423HV (Azwinur 2020)

2.2.1. Komponen-komponen Las SMAW

Perlengkapan yang diperlukan untuk proses pengelasan SMAW adalah peralatan yang paling sederhana dibandingkan dengan proses pengelasan listrik yang lainnya. Adapun perlengkapan las SMAW adalah:

- a. Transformator DC/AC
- b. Kabel massa dan kabel elektroda
- c. Holder dan klem massa
- d. Elektroda
- e. Palu dan sikat kawat

2.2.2. Elektroda Las

Bagian terpenting dalam las busur listrik adalah elektroda las. Jenis elektroda yang dipergunakan menentukan hasil pengelasan sehingga sangat penting untuk mengetahui sifat dan jenis dari masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan elektroda yang tepat. Sesuai dengan jenis logam yang dilas, maka kawat las atau elektroda dapat dibedakan atas empat golongan, yaitu:

- a. Elektroda baja karbon (*mild steel arc welding electrodes*). Elektroda ini dipakai untuk mengelas bajalunak (*mild steel*), baja-baja dengan prosentase karbon yang rendah.
- b. Elektrode baja campuran (*alloy steel arc welding electrodes*), dipakai untuk mengelas baja campuran, misalnya *stainless steel*.
- c. Elektrode bukan besi (*nonferrous arc welding electrodes*), dipakai untuk mengelas bahan-bahan bukan besi atau baja, misalnya aluminium, kuningan dan perunggu.

- d. Elektrode besi tuang (*cast iron arc welding electrodes*), dipakai untuk mengelas besi tuang.

Pada dasarnya elektroda yang dipakai adalah sesuai dengan logam induk yang dipakai, dan kualitas inti logam electrode dibuat lebih baik dari logam yang akan di las (Redi Bintarto 2020). Karena *fillet metal* harus mempunyai kesamaan sifat dengan logam induk, maka sekaligus ini berarti setiap dengan jenis bahan yang akan dilas. Kawat Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (*fluks*) dan tidak berselaput. Sedangkan fungsi *fluks* sendiri adalah menghasilkan gas pelindung untuk melindungi logam cair dari pengaruh udara luar, menstabilkan/memantapkan busur pengatur penggunaan dan sebagai unsur paduan. Elektroda las juga sangat mempengaruhi karakteristik hasil lasan, pada sisi lain jenis elektroda untuk pengelasan sering menjadi pilihan pribadi tukang las itu sendiri tanpa memperhatikan kekuatannya. Untuk mengetahui posisi. (Azwinur 2019)

1. Pada prinsipnya, elektroda dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:
 - a. Elektroda tanpa salutan (*fluks*) Elektroda ini sudah tidak dipergunakan lagi untuk pengelasan SMAW dikarenakan elektroda jenis ini susah untuk digunakan dan hasil pengelasan yang kurang baik.
 - b. Elektroda dengan salutan tipis.
 - c. Elektroda dengan salutan tebal Elektroda salutan tebal adalah jenis umum yang digunakan dalam lapangan. Pada saat busur las menyala, salutan ini akan berubah menjadi gas yang akan menetralkan atau mengurangi gas karbon monoksida (CO) atau hidrogen (H₂).

2. Secara umum elektroda bisa dibedakan 2 macam yaitu:

a. Elektroda Berselaput

Elektroda berselaput yang dipakai pada las SMAW mempunyai perbedaan komposisi selaput maupun kawat inti. Jenis-jenis senyawa kimia selaput *fluks* pada elektroda misalnya selulosa, kalsium karbonat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan, untuk tiap jenis elektroda. Elektroda berselaput dapat dilihat pada gambar 2.19. (Badaruddin anwar 2018)



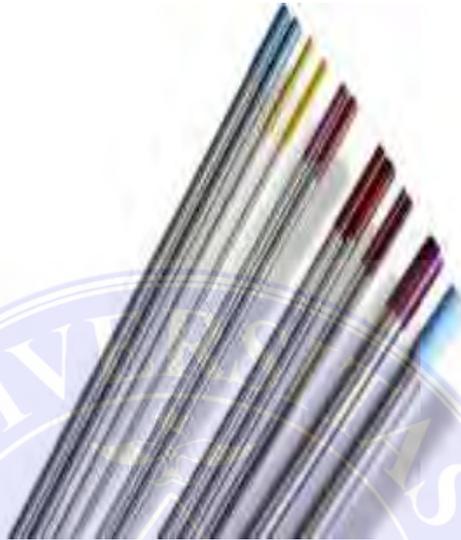
Gambar 2.19. Elektroda berselaput.

Beberapa jenis elektroda berselaput antara lain:

- a. Elektroda/kawat las baja lunak
- b. Elektroda/kawat las selaput serbuk besi
- c. Elektroda/kawat las hidrogen rendah
- d. Elektroda/kawat las nikel
- e. Elektroda/kawat las perunggu

2. Elektroda Polos

Elektroda polos adalah jenis elektroda tanpa lapisan *fluks*. Elektroda ini disebut juga dengan '*non consumable electrode*' karena tidak bisa mencair saat digunakan pengelasan. Elektroda polos dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20. Elektroda polos.

Jenis elektroda ini terbuat dari bahan logam tungsten atau wolfram yang mempunyai sifat tahan panas dan tidak bisa mencair/meleleh. Yang termasuk salah satu jenis elektroda ini dapat kita temui pada pengelasan TIG atau GTAW, atau biasanya kita menyebut las argon.

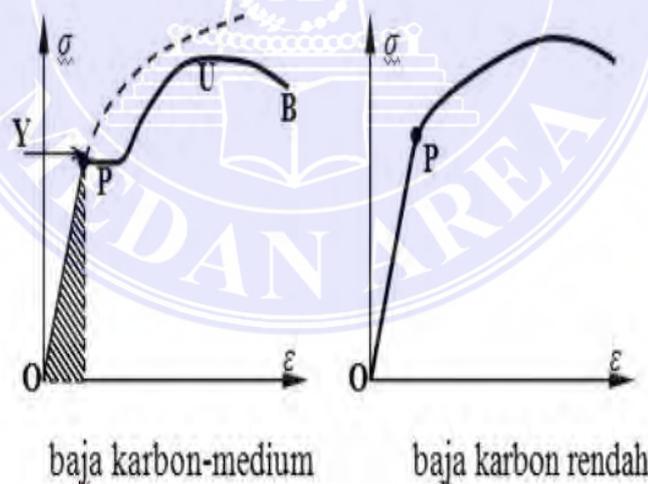
2.3 Baja Karbon

Baja karbon adalah material logam yang terbentuk dari unsur utama Fe dan unsur kedua yang berpengaruh berpengaruh pada sifat-sifatnya sifatnya adalah karbon, sedangkan unsur yang lain berpengaruh menurut persentasenya. paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, oleh karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya.(Yassyir Maulana 2006)

Table 2.1.Klasifikasi baja karbon berdasar kandungan karbon.

NO	Jenis baja karbon	Prosentase unsur karbon (% C)
1	Baja karbon rendah	0,3%
2	Baja karbon sedang	0,5%

Dengan mengetahui luas penampang awal spesimen, maka tegangan normal, yang dinyatakan dengan σ , dapat diperoleh untuk setiap nilai beban maksimal dengan menggunakan hubungan dimana P menyatakan beban maksimal dalam Newton dan A menyatakan luas penampang awal (m^2). Dengan memasangkan pasangan nilai tegangan normal σ dan regangan normal ϵ , data percobaan dapat digambarkan dengan memperlakukan kuantitas-kuantitas ini sebagai absis dan ordinat. Gambar yang diperoleh adalah diagram atau kurva tegangan-regangan. Kurva tegangan-regangan mempunyai bentuk yang berbeda-beda tergantung dari bahannya. Lihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21. Kurva tegangan-regangan baja karbon.

2.4 Sifat Mekanik

Sifat mekanik pada material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menerima beban (beban statik maupun beban dinamik) tanpa mengalami

kerusakan pada material tersebut. Untuk dapat mengetahui sifat mekanik material maka harus dilakukan pengujian pada material tersebut, beberapa sifat material antara lain: (Amelia Rahmatika 2021)

2.4.1 Kekuatan (*Strenght*)

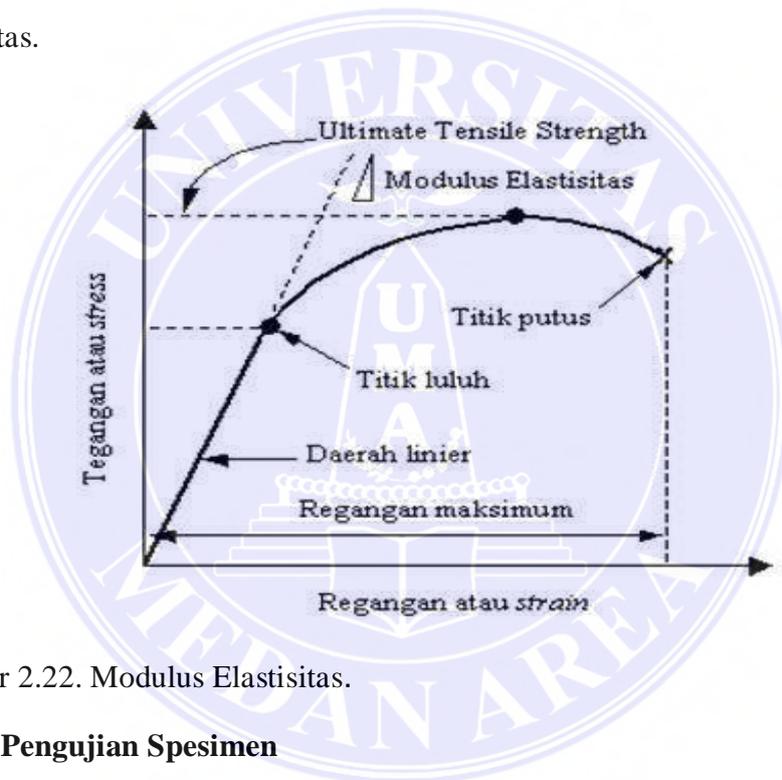
Kekuatan adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik dan kekuatan tekan. Kekuatan pada sifat mekanis material adalah suatu kesiapan atau dapat menerima suatu tegangan tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan pada material. Pada tegangan yang lebih kompleks, kaitan nilai tersebut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

2.4.2 Regangan (*Strain*)

Strain atau regangan di definisikan sebagai perbandingan perubahan panjang benda terhadap panjang mula-mula akibat suatu gaya dengan arah sejajar perubahan panjang tersebut. Dalam satuan internasional, *strain* memiliki lambang ϵ dengan satuan mm/mm atau %. Dengan pengujian kekuatan tarik maka didapatkan gejala fisis yaitu perubahan pertambahan panjang dari suatu komposit uji dengan panjang semula menjadi pertambahan panjang setelah uji tarik. Dalam pengujian tarik baja uji di tarik sampai putus sehingga didapatkan patahan pada baja uji. Diagram antara *stress* (tegangan) dan *strain* (regangan) dapat digunakan untuk menentukan karakteristik mekanik dari suatu bahan.

2.4.3 Modulus Elastisitas

Elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan. Elastisitas pada sifat mekanis material yaitu dimana material cenderung memiliki sifat dapat kembali ke ukuran dan bentuk awal, baik panjang, lebar atau pun tingginya dengan massa yang masih tetap. Elastisitas sangat penting pada semua struktur material dimana beban dapat mudah berubah. Elastisitas tersebut dapat dihitung dari *slope* kemiringan garis elastik yang linier. Perbandingan antara tegangan (σ) dengan regangan elastik (ϵ) disebut modulus elastisitas.



Gambar 2.22. Modulus Elastisitas.

2.5 Pengujian Spesimen

Pengujian spesimen bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik dari spesimen maka dilakukan pengujian terhadap spesimen. Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji tarik.

2.5.1 Pengujian tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah pengujian secara mekanik statis dengan cara sampel/spesimen ditarik dengan menggunakan beban pada kedua ujung

spesimen, dimana beban yang diberikan akan perlahan-lahan naik hingga spesimen uji tersebut patah. Tujuannya untuk mengetahui karakteristik mekanik tarik (kekuatan tarik) dari komposit. Pengujian tarik antara lain bertujuan untuk mengetahui kekuatan tegangan, regangan, modulus elastisitas pada bahan komposit. Untuk menghitung nilai tegangan, regangan dan modulus dapat menggunakan persamaan:

a. Menghitung Kekuatan Tarik :

$$\sigma = \frac{P}{0,707.hl} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

σ = Tegangan (MPa)

P = Gaya (kN)

h = Tebal (mm)

l = Lebar (mm)

b. Menghitung Regangan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

ε = Regangan

Δl = Perubahan panjang (mm)

l_0 = Panjang awal (mm)

c. Mencari Modulus Elastisitas :

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

E = Modulus Elastisitas (GPa)

σ = Tegangan (MPa)

\mathcal{E} = Regangan

σ_1 = Titik tegangan titik awal

σ_2 = Titik batas elastis tegangan luluh

ε_1 = Regangan 1

ε_2 = Regangan 2



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

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

Tabel 3.1 waktu pelaksanaan penelitian.

No	aktivitas	Tahun 2022						Tahun 2023						Tahun 2024			
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	1
1	Pengajuan judul	■															
2	Penyelesaian proposal		■	■	■												
3	Seminar proposal				■	■											
4	Persiapan alat dan bahan					■	■										
5	Pembuatan spesimen						■	■									
6	pengujian							■	■	■							
7	Analisa data										■	■	■	■			
8	Seminar hasil														■		
9	Sidang serjana															■	■

3.1.1 Tempat

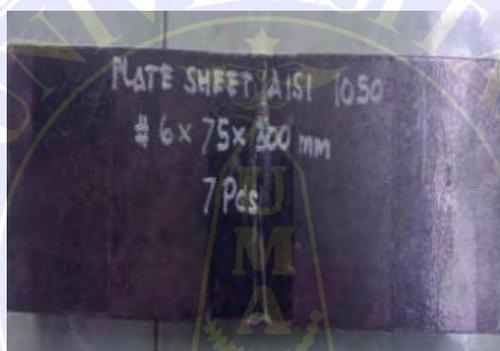
Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini dalam rangka menyelesaikan tugas akhir di laboratorium Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.2 Bahan

1. Plat baja AISI 1050

Plat baja AISI 1050 merupakan baja yang memiliki kadar karbon 0.50% sehingga tergolong dalam baja karbon sedang. Baja ini banyak digunakan di pasaran karena memiliki banyak keunggulan salah satunya adalah mempunyai sifat mampu las yang baik (*machinability*), dan sifat mekaniknya yang baik juga. Baja AISI 1050 yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Plat baja AISI 1050.

2. Baja ST-37

Baja St 37 adalah baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1045, Secara umum baja St 37 dapat digunakan langsung tanpa mengalami perlakuan panas, kecuali jika diperlukan pemakaian khusus. Baja ST-37 yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Plat baja ST 37.

3. Elektroda

Bahan inti kawat yang dilapisi salutan (*fluks*) dari bahan kimia tertentu disesuaikan dengan jenis pengelasan. Elektroda ini disebut juga *consumable electrode*, karena bisa habis saat digunakan mengelas. Kawat las smaw yang biasa kita pakai sehari-hari adalah termasuk elektroda yang digunakan pada penelitian elektroda RB 31 2,6 mm seperti dilihat pada gambar 3.3. Sebagai berikut.



Gambar 3.3. Elektroda.

3.2.1 Alat

1. Mesin uji tarik

Salah satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus Seperti dilihat pada gambar 3.4. Sebagai berikut.



Gambar 3.4. mesin uji tarik.

2. Mesin las

Mesin las yang digunakan adalah mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) yang digunakan untuk menyambung atau mengelas spesimen uji. Seperti dilihat pada gambar 3.5. Sebagai berikut.



Gambar 3.5. Mesin las.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada proses penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu metode kualitatif. Dimana metode yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil dari spesimen uji tarik menggunakan sambungan *fillet weld lap joint* dengan pengelasan SMAW.

3.3.1. Sistematika Penelitian 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.

1. 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.
2. Mengumpulkan data dan membeli baja AISI 1050 dan baja ST-37 dengan tebal 6 mm.

3. Melakukan proses pemotongan dan pengelasan SMAW pada baja AISI 1050 dan ST-37 dengan sambungan *filled weld lap joint* menggunakan elektroda las.
4. Membuat spesimen uji tarik dengan standar ASTM E8.
5. Melakukan pengujian spesimen dengan menggunakan alat uji tarik setelah itu melakukan analisa hasil pengujian dan analisa data untuk mendapatkan data yang sesuai.
6. Menarik kesimpulan

3.4 Populasi dan Sampel

Untuk memperoleh hasil penelitian yang baik dalam menganalisis kekuatan sambungan *fillet weld lap joint* dengan pengelasan SMAW penulis memvariasikan baja dengan kadar karbon berbeda yaitu baja ST 37 dengan kadar karbon 0,3%, baja AISI 1050 dengan kadar karbon 0,5% dan baja kombinasi ST 37 dan AISI 1050 dengan kadar karbon 0,3%-0,5%. Dimana setiap variasi dilakukan dengan percobaan 1 variasi 3 spesimen.

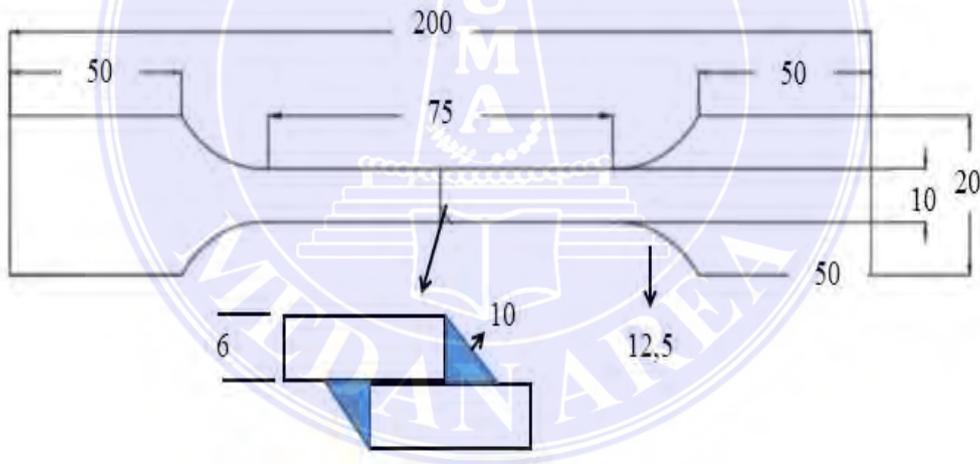
3.5 Prosedur kerja

3.5.1 Prosesur pembuatan spesimen

Langkah-langkah proses pembuatan spesimen menggunakan standar ASTM E8, dilakukan pada spesimen ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan bahan plat baja yang digunakan.
2. Melakukan pembelian bahan plat baja AISI 1050 dan ST 37 dengan ukuran 75mm x 120mm x 6mm
3. Menyiapkan bahan baja AISI 1050 dan ST 37
4. Menyiapkan mesin las, Mengatur mesin las dan bahan material.
5. Melakukan proses penyambungan setiap variasi yaitu :

- Baja AISI 1050
 - Baja ST 37
 - Baja karbon berbeda
6. Pembersihan terak las.
 7. Membuat mal gambar diatas baja yang sudah dilas
 8. Membentuk titik pembuatan spesimen
 9. Melakukan pengeboran
 10. Melakukan pemahatan
 11. Melakukan penyekrap pada setiap spesimen
 12. Merapikan tiap sudut spesimen dengan menggunakan kikir
 13. Spesimen setiap variasi siap di bentuk



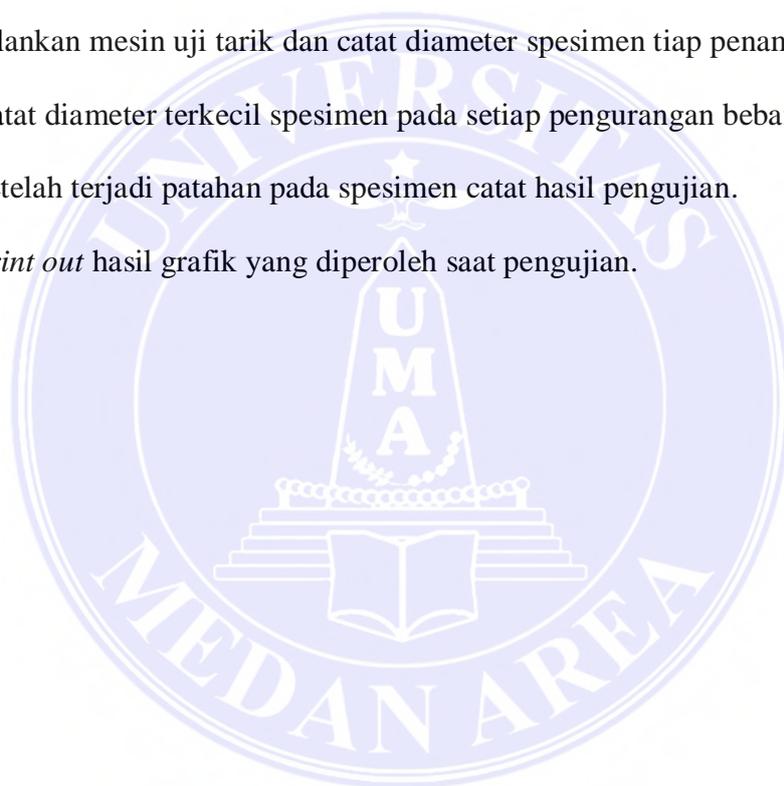
Gambar 3.6. Standar spesimen.

3.5.2 Proses pengujian

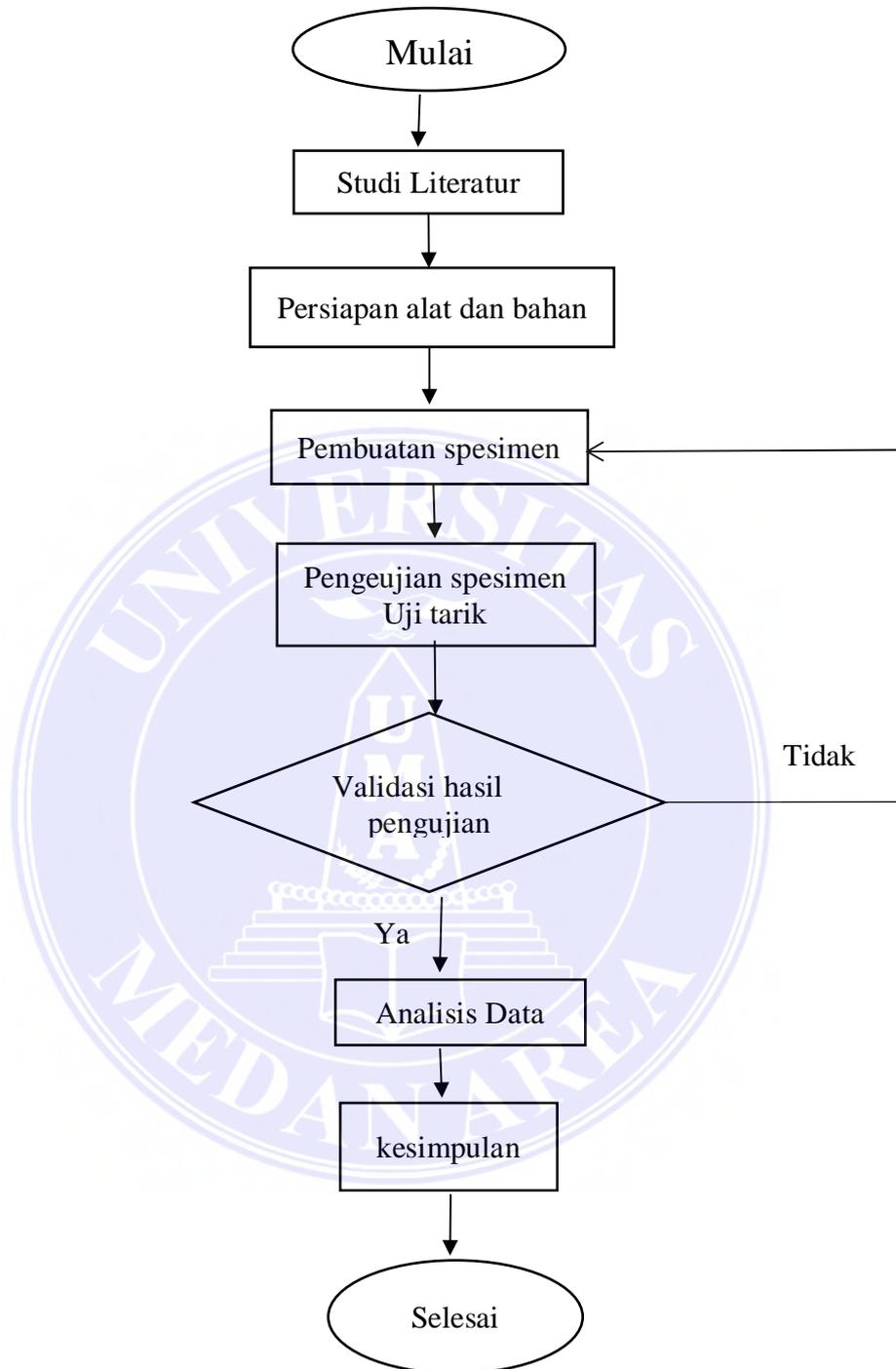
Metode pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode pengujian mekanik yaitu uji tarik berikut merupakan langkah-langkah proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan spesimen uji yaitu yang akan di uji.

2. Bentuk sampel uji tarik sesuai standar yang dipakai.
3. Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan.
4. Menghidupkan mesin.
5. Memprogram sesuai dengan bahan yang akan diuji dan memasukkan data-data sesuai dimensi yang terdapat pada spesimen.
4. Memasang spesimen pada alat uji tarik.
5. Atur kecepatan grafik dan kecepatan penarikan.
6. Jalankan mesin uji tarik dan catat diameter spesimen tiap penambahan beban.
7. Catat diameter terkecil spesimen pada setiap pengurangan beban
8. Setelah terjadi patahan pada spesimen catat hasil pengujian.
9. *Print out* hasil grafik yang diperoleh saat pengujian.



3.5.3 Diagram Penelitian



Gambar 3.7. Diagram Alir.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

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

1. Pembuatan spesimen baja uji tarik dengan baja karbon berbeda sambungan *fillet weld lap joint* dengan pengelasan SMAW berhasil dibuat dengan tiga variasi. Variasi 1 baja AISI 1050 (kode L), variasi 2 baja karbon ST 37 (kode E) dan Baja kombinasi (kode EL).
2. Hasil pengujian tarik baja ST 37 (kadar karbon 0,3%), baja AISI 1050 (kadar karbon 0,5%) dan baja kombinasi (0,3%-0,5%), dari patahan dimana titik patahan banyak diuar sambungan pengelasan itu sendiri, artinya sambungan pengelasan SMAW sangat bagus untuk digunakan.
3. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa material baja AISI 1050 dan ST 37 sama-sama mengalami perubahan struktur.

5.2 Saran

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Azwinur, Adi Saputra Ismy, Rizky Nanda dan Ferdiyansyah, “Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las *Double Lap Joint* Pada Material *AISI 1050*,” Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe” vol . 2, no 1, 2020.
- Amelia Rahmatika, Eko Sutarto, Agus C.Arifin “Penguujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX”, Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Vol. 3. No. 1, tahun 2021.
- Alven Safik Ritonga, Endah Supeni Purwaningsih, “Penerapan Metode Support Vector Machine (SVM) Dalam Klasifikasi Kualitas Pengelasan SMAW (SHIELD METAL ARC WELDING)”, jurnal Universitas Wijaya Putra Surabaya, Indoesia, Vol.5, No.1, November 2018.
- Alief Muhammad1, Dani Hari Tunggal Prasetyo, Djoko Wahyudi, “Pengaruh Kuat Arus Listrik Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan Media Pendingin terhadap Kekuatan Tarik Baja ST-37”, Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga, Vol. 6 No. 2. Tahun 2022, Hal. 49-55.
- Azwinur, Muhazir, “Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Mekanik Material Ss400”, Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Vol. 17, No. 1, Februari 2019.
- Badaruddin Anwar, “analisis kekuatan tarik hasil pengelasan tungsten inert gas (tig) kampuh v ganda pada baja karbon rendah st 37”, Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Makasar, Vol.17, No. 3 APRIL 2018.
- Badaruddin Anwar, “Analisis kekuatan tarik hasil pengelasan tungsten inert gas (tig) kampuh v ganda pada baja karbon rendah st 37”, Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Makasar, Vol.17, No. 3 APRIL 2018.
- Edy Suryono, Bambang Teguh Baroto, Peter Setiawan, “Analisa Uji Tarik Las SMAW Terhadap Sambungan *SQUARE BUTT JOINT* Dengan Variasi KETEBALAN PLAT ST 37”, Jurnal Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo, Indonesia, Vol. 23. ISSN : 2337-3148, 2020.
- Fakhar Abdillah Windratama Rosidi dan Sidiq Ruswanto, “Analisis Pengaruh Parameter Suhu *Annealing* Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan SMAW *Dissimilar Metal*”, “Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta”, vol. 1, pp 734, 2019.
- Gunawan Dwi Haryadi, “Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja -460”, Jurnal Teknik Mesin FT-UNDIP, Vol. 8 No. 2 April 2006.
- I Dewa Made Krishna Muku, “Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG)”, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Buki Jimbaran Badung, Vol. 3 No. 1, April 2009.
- Irzal, Muhammad Fadhil, Syahrul, “Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Jenis Elektroda E 7016 Dan E 7018 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil. Las Baja

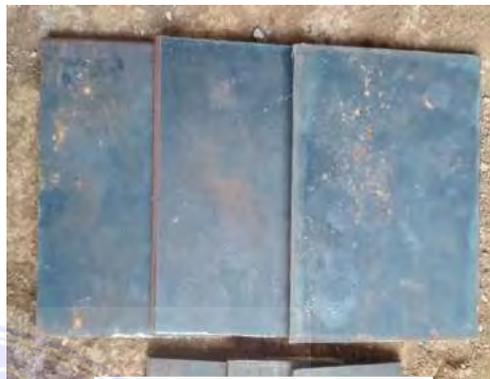
- Karbon Rendah TRS 400, Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- Mochamat Sobirin, Helmy Purwanto dan Imam Syafa'at, "analisis pengaruh variasi kampuh pengelasan smaw dc terhadap tegangan tarik, kekerasan, struktur mikro pada baja karbon rendah", jurnal Teknik Mesin, Universitas Wahid Hasyim Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang, Vol.15, No. 2, Oktober 2019, Hal. 127-131.
- Oktavalen Ferenza, Tuparjono dan Sugiyarto, "Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan Baja ST37 Menggunakan Las *SHIELD METAL ARC WELDING* (SMAW) Dengan Posisi Penegelasan 3F", jurnal Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung", vol.3, no 8, 2021.
- Redi Bintarto "Analisa Struktur Mikro Dan Kekuatan Bendeing Sambungan Las TIG Dengan Perbedaan Kuat Arus Listrik Pada Logam Tak Sejenis Aluminium Paduan 5052-Baja GALVANIS Dengan FILLER AL-SI 4043", jurnal Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Vol. 11, No. 1, Pp. 125–131, 2020
- Rio Rinaldi, Hamdani, Al Fathier, "Studi Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Sambungan Pipa ASTM A 106 GRADE B Dengan Pengelasan SMAW", Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol. 5 NO.2. 2021 e-ISSN 2597-9140.
- Trinova Budi Santoso, Solichin dan Prihanto Tri Hutomo, "Pengeruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Srtuktur Mikro Las SMAW Dengan Elektroda E7016," "Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang," vol. 1, pp. 56, 2015.
- Virza Agus Firmansyah dan R. Edy Purwanto, "Pengaruh Variasi Arus Listrik dan Temperatur Reheating Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja ASTM A36 Terhadap Kekuatan Tarik", "jurnal Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang", vol.4, ISSN: 2479-9983, 2018.
- Yassyir Maulana, "Analisa Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan SMAW" , Jurnal Teknik Mesin, Universitas Islam Kalimantan MAB Jl. Adhyaksa No.2 Kayutangi Banjarmasin, Vol. 02, No. 01. 2016.

LAMPIRAN

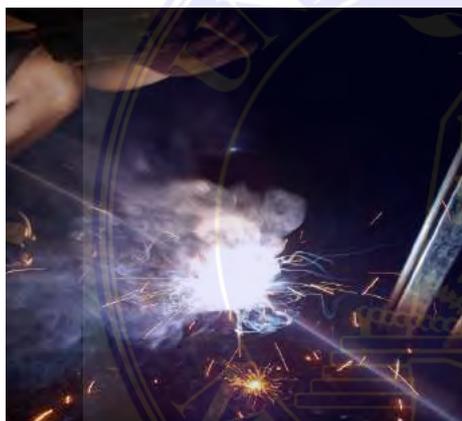
Lampiran 1. proses pembuatan spesimen:



Bahan baja AISI 1050



Bahan baja ST 37



Proses pengelasan SMAW



Hasil pengelasan SMAW



Proses pengeboran



Hasil pengeboran



Proses pemahatan



Hasil pemahatan



Merapikan tiap sudut spesimen



Hasil pembuatan spesimen

 SeAH Besteel Corp. 1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN, CHEONGBUK, KOREA(573-711)		MILL CERTIFICATE		TEL : +82-(0)63-460-8572, 8318(QA) +82-(0)63-460-8114(Repres.) FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)																																																						
Date :	2018-03-11	Steel Grade :	AISI 1050/S50C	Size (mm) :	10 X 1200																																																					
Cert. No. :	201803-019834	Shape of Product :	PLATE BAR	Length (mm) :	2,400																																																					
Customer :		Delivery Condition :	FOUR SQUARE PLATE	Weight (kg) :	230																																																					
Heat No. :	299175			Quantity (pcs) :	1,000																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Inspection Items</th> <th colspan="5">Chemical Composition (wt. %)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>C</th> <th>MN</th> <th>Fe</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>x 100</td> <td>x 100</td> <td>x 1000</td> <td>x 1000</td> <td>x 1000</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Spec.</td> <td>Min.</td> <td>47</td> <td>60</td> <td>98</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>55</td> <td>90</td> <td>98</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Result</td> <td>46</td> <td>80</td> <td>98</td> <td>MAX</td> <td>MAX</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Inspection Items</th> <th colspan="2">Product Hardness (HB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>SURFACE</td> <td>220 HB</td> <td>48-50 HRC</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </tbody> </table>						Inspection Items	Chemical Composition (wt. %)						C	MN	Fe	P	S		x 100	x 100	x 1000	x 1000	x 1000		Spec.	Min.	47	60	98			Max.	55	90	98	40	50		Result	46	80	98	MAX	MAX	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Inspection Items</th> <th colspan="2">Product Hardness (HB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>SURFACE</td> <td>220 HB</td> <td>48-50 HRC</td> </tr> </tbody> </table>						Inspection Items		Product Hardness (HB)			SURFACE	220 HB	48-50 HRC
Inspection Items	Chemical Composition (wt. %)																																																									
		C	MN	Fe	P	S																																																				
	x 100	x 100	x 1000	x 1000	x 1000																																																					
Spec.	Min.	47	60	98																																																						
	Max.	55	90	98	40	50																																																				
	Result	46	80	98	MAX	MAX																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Inspection Items</th> <th colspan="2">Product Hardness (HB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>SURFACE</td> <td>220 HB</td> <td>48-50 HRC</td> </tr> </tbody> </table>						Inspection Items		Product Hardness (HB)			SURFACE	220 HB	48-50 HRC																																													
Inspection Items		Product Hardness (HB)																																																								
	SURFACE	220 HB	48-50 HRC																																																							

Mechanical Properties AISI 1050/S50C

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	<i>E</i>	190 - 210
Poisson's ratio	<i>ν</i>	0,27 - 0,30
Density (Kg/m ³)	<i>P</i>	7.000 - 8.000
Yield strength (MPa)	<i>S_y</i>	690
Shear strength (MPa)	<i>S_s</i>	580
Extension ratio (%)		10
Area reduction (Psi)		30
Hardness (Hb)	<i>H_b</i>	220

Serifikat Baja AISI 1050