

**INVESTIGASI EKSPERIMEN KEKUATAN SAMBUNGAN
BUTT WELD DENGAN PENGELASAN SMAW PADA
MATERIAL BAJA DENGAN KANDUNGAN
CARBON BERBEDA**

SKRIPSI

OLEH:

**AHMAD ZHAFRAN BAHU
178130062**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/7/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)9/7/24

HALAMAN JUDUL

**INVESTIGASI EKSPERIMEN KEKUATAN SAMBUNGAN
BUTT WELD DENGAN PENGELASAN SMAW PADA
MATERIAL BAJA DENGAN KANDUNGAN
CARBON BERBEDA**

SKRIPSI

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

OLEH:

AHMAD ZHAFRAN BAHU
178130062

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/7/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)9/7/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

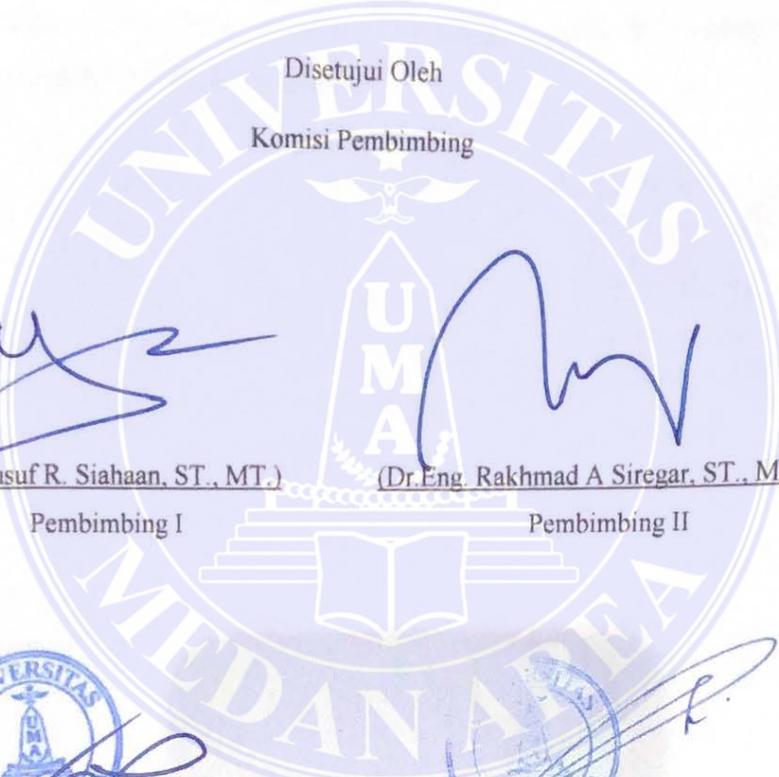
Judul Skripsi : Investigasi Eksperimen Kekuatan Sambungan *Butt Weld*
dengan Pengelasan SMAW Pada Material Baja dengan
Kandungan Karbon Berbeda

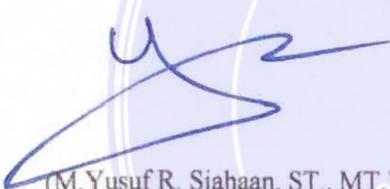
Nama Mahasiswa : Ahmad Zhafran Bahi

NIM : 178130062

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing




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


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


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


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

Tanggal Lulus :

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 sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

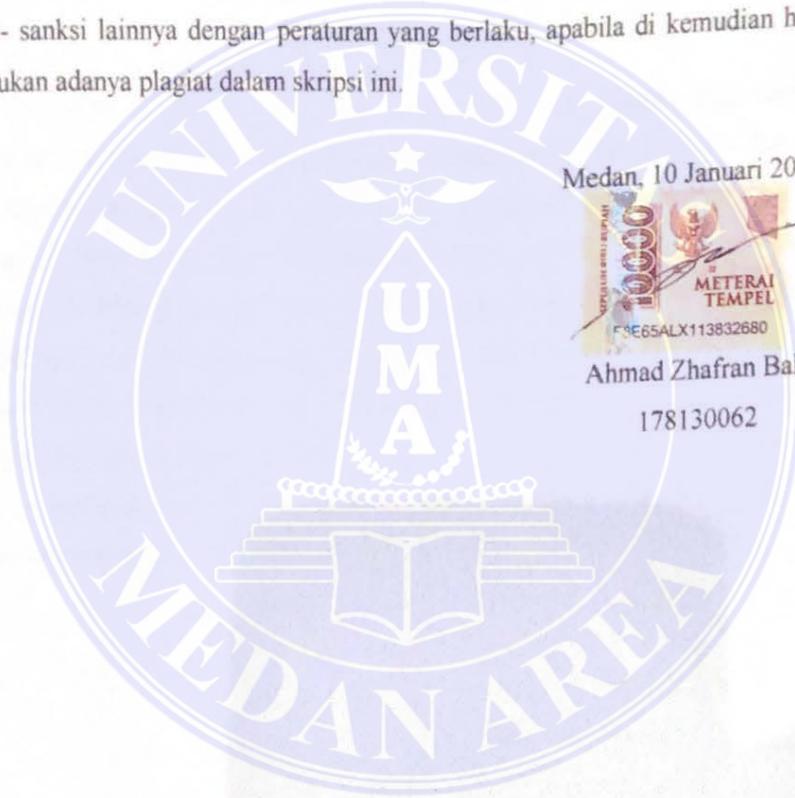
Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi- sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 10 Januari 2024



Ahmad Zhafran Bahi

178130062



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

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Zhafran Bahi
NPM : 178130062
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/ Skripsi/ Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalt-Free Right)** atas karya ilmiah yang berjudul: *Investigasi Eksperimen Kekuatan Sambungan Butt Weld dengan Pengelasan SMAW pada Material Baja dengan Kandungan Karbon Berbeda, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media /format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan dua (*data base*), merawat dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal: 10 Januari 2024

Yang Menyatakan



(Ahmad Zhafran Bahi)

ABSTRAK

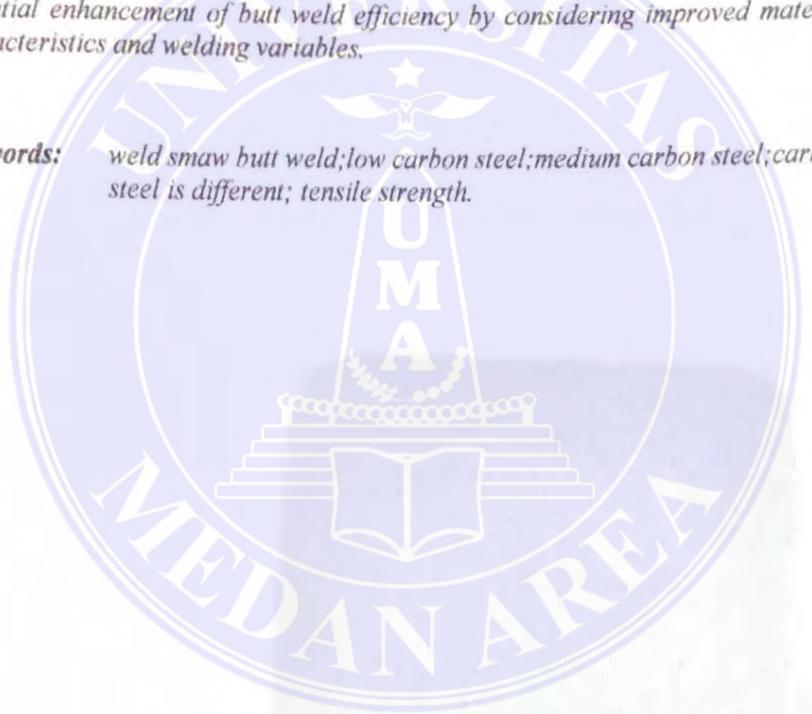
Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) atau yang dikenal dengan las busur listrik, dimana proses pengelasan SMAW dilakukan dengan menggunakan energi panas listrik dengan dua polaritas AC dan DC. Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) merupakan salah satu proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari listrik melalui ujung elektroda dengan pelindung berupa *flux* atau *slag* yang ikut mencair ketika pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi eksperimen kekuatan sambungan *butt weld* dengan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada material baja dengan kandungan karbon berbeda. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif. Hasil penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata kekuatan tarik spesimen baja karbon rendah ST 37 sebesar 66,92 MPa, sedangkan nilai rata-rata pada baja karbon sedang AISI 1050 sebesar 120,87 MPa dan nilai rata-rata pada baja karbon berbeda sebesar 66,27 MPa. Nilai kekuatan tarik baja karbon rendah dan sedang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon berbeda. Khususnya, dalam konteks *Taylor Weld*, hasil penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi peningkatan efisiensi pengelasan *butt weld* dengan mempertimbangkan karakteristik material dan variabel pengelasan yang lebih baik.

Kata kunci : las smaw *butt weld*; baja karbon rendah; baja karbon sedang; baja karbon berbeda; kuatan tarik.

ABSTRACT

Shielded Metal Arc Welding (SMAW), also known as electric arc welding, is a welding process performed using electrical heat energy with both AC and DC polarities. SMAW involves melting the base material using heat generated from electricity through the electrode tip, accompanied by a protective layer of flux or slag that melts during the welding process. This research aims to investigate the experimental strength of butt weld joints using Shielded Metal Arc Welding (SMAW) on carbon steel with varying carbon content. The research method employed is qualitative. The results of this study revealed the average tensile strength values for low-carbon steel specimen ST 37 to be 66.92 MPa, while the average value for medium-carbon steel AISI 1050 was 120.87 MPa, and the average value for different carbon steel was 66.27 MPa. The tensile strength values of low and medium-carbon steels were higher compared to different carbon steel. Particularly in the context of Taylor Weld, this research provides insights into the potential enhancement of butt weld efficiency by considering improved material characteristics and welding variables.

Keywords: *weld smaw butt weld; low carbon steel; medium carbon steel; carbon steel is different; tensile strength.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahir di Medan, Kec. Medan Tembung, Kota Medan , Prov. Sumatra Utara pada tanggal 18 Desember 1999, dari ayah bernama Bambang Hendratmo dan ibu bernama Suheni. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMAN 3 Medan pada Tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 penulis melakukan kerja praktek (KP) di PT. AMAL TANI kabupaten Langkat.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah pembuatan dan pengujian spesimen baja karbon dengan judul Investigasi Eksperimen Kekuatan Sambungan *Butt Weld* Dengan Pengelasan SMAW pada Material Baja Dengan Kandungan *Carbon* Berbeda.

Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT. selaku pembimbing 1 dan Dr.Eng. Rakhmad Arief Siregar, ST., M.Eng. selaku pembimbing 2 penulis, 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.

Penulis



(Ahmad Zhafran Bahi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/ SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Hipotesis Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sambungan Pengelasan.....	6
2.2. Pengelasan.....	8
2.3. Las SMAW (<i>Shield Metal Arc Welding</i>).....	11
2.4. Baja	13
2.5. Sifat Mekanik.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2. Bahan dan Alat.....	20
3.3. Metode Penelitian	23
3.4. Populasi dan Sampel.....	26
3.5. Prosedur Kerja.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Hasil	28
4.2. Pembahasan.....	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1. Simpulan	45
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan Baja Karbon.....	14
Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	19
Tabel 3.2. Populasi Spesimen.....	26
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tarik.....	31
Tabel 4.2. Hasil Tegangan Tarik.....	34
Tabel 4.3. Regangan.....	35
Tabel 4.4. Modulus Elastisitas.....	40
Tabel 4.5. Grafik Tegangan Luluh.....	41
Tabel 4.6. Tegangan Patah.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sambungan <i>Butt Weld</i>	6
Gambar 2.2. Sambungan Filled weld.....	8
Gambar 2.3. Posisi Las dibawah Tangan.....	9
Gambar 2.4. Posisi Las Mendatar.....	9
Gambar 2.5. Posisi Las Tegak.....	10
Gambar 2.6. Posisi Las diatas Kepala.....	11
Gambar 2.7. Mesin Las SMAW.....	11
Gambar 2.8. Modulus Elastisitas.....	18
Gambar 3.1. Plat Baja AISI 1050.....	20
Gambar 3.2. Plat Baja ST-37.....	21
Gambar 3.3. Elektroda.....	21
Gambar 3.4. Mesin Uji Tarik.....	22
Gambar 3.5. Mesin Las SMAW.....	23
Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 4.1. Spesimen.....	29
Gambar 4.2. Hasil Pengujian SEM.....	30
Gambar 4.3. Patahan Spesimen.....	33
Gambar 4.4. Grafik Tegangan vs Regangan (a) Z1, (b) Z2 dan (c) Z3.....	37
Gambar 4.5. Grafik Tegangan vs Regangan (a) A1, (b) A2 dan (c) A3.....	38
Gambar 4.6. Grafik Tegangan vs Regangan (a) AZ1, (b) AZ2, (c) AZ3.....	39
Gambar 4.7. Grafik Modulus Elastisitas.....	39
Gambar 4.8. Grafik Tegangan Luluh.....	41
Gambar 4.9. Grafik Tegangan Patah.....	42
Gambar 4.10. Grafik Rata – rata Hasil Pengujian Tarik.....	43

DAFTAR NOTASI

σ	= Kekuatan tarik (MPa)
σ_1	= Tegangan luluh/ <i>yield</i>
σ_2	= Tegangan tarik <i>max</i>
F	= Beban (N)
h	= Tebal pengelasan (mm)
l	= Lebar plat (mm)
A	= Luas Penampang (mm ²)
ε	= Regangan
ε_1	= Regangan <i>yield</i>
ε_2	= Regangan <i>max</i>
Δl	= Perubahan panjang (mm)
l_0	= Panjang mula- mula (mm)
E	= Modulus Elastisitas (GPa)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Material merupakan sesuatu yang disusun atau dibuat oleh bahan baku yang diolah dan dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor, atau pengolahan yang dilakukan sendiri (Rizqy *et al.*, 2021). Material salah satu bahan dasar dalam suatu pembuatan bahan baru atau bahan jadi yang dapat dipasarkan dan digunakan dalam masyarakat. Material dapat digolongkan dalam dua kelompok yaitu material logam dan material bukan logam. Material logam biasanya dapat digabungkan dengan material logam yang lain, agar mendapatkan karakteristik/sifat logam yang berbeda (Kurnia, Wahyuni dan Adistyani, 2023).

Material logam sudah banyak digunakan didalam dunia industri maupun kontruksi, kemajuan teknologi dari material logam ada berbagai macam yaitu dari mulai peleburan logam/pegecoran logam sampai dengan pengelasan. Hal ini dikarenakan penyambungan dengan menggunakan las sangat efektif dan lebih cepat pengerjaan dan mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam (Sobirin, Purwanto dan Syafa'at, 2019). Dalam dunia konstruksi sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik.

Material logam terbagi menjadi dua jenis yaitu logam *ferro* dan logam *non ferro*. Logam *ferro* atau biasa dikenal dengan logam besi merupakan logam yang

mengandung unsur besi (Fe), logam *ferro* juga disebut besi karbon atau baja karbon, karena pada proses dapur tinggi bahan yang digunakan yaitu biji besi, batu kapur dan bahan bakar (kokas), sehingga unsur besi (Fe) dan karbon (C) menjadi satu yang disebut dengan besi karbon (baja karbon) (Samlawi dan Siswanto, 2016). Sedangkan logam *non ferro* atau logam bukan besi adalah logam yang tidak mengandung unsur besi (Fe). Baja karbon rendah (ST 37) merupakan salah satu baja dengan kadar karbon yang sedikit sehingga memiliki karakteristik baja yang tidak keras. Baja Karbon ST – 37, St adalah singkatan dari *Steel* (baja), sedangkan angka 37 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 kg/mm² (Melati, 2019).

Baja karbon AISI 1050 merupakan salah satu baja karbon sedang dengan kandungan karbon berkisar 0,3% C – 0,6% C. Baja karbon ini memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah (Irawati, 2017). AISI adalah singkatan dari *American Iron and Steel Institute*, angka 10 merupakan kode yang menunjukkan *plain carbon* dan kode 50 merupakan besar dari komposisi karbon. Baja ini banyak digunakan karena memiliki banyak keunggulan salah satunya adalah pada komponen automotif sebagai contoh untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Pengelasan adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi (elektroda) tanpa tekan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu (Zulfadly dan Ghony, 2022).

Pengelasan yang banyak digunakan yaitu pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) atau yang dikenal dengan las busur listrik, dimana proses pengelasan SMAW dilakukan dengan menggunakan energi panas listrik dengan dua polaritas

AC dan DC, energi listrik diubah menjadi energi panas dengan membangkitkan busur listrik melalui elektroda (Ferenza, Tuparjono dan Sugiyarto, 2021). Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) banyak digunakan pada masa ini karna pengerjaannya lebih praktis, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien (Setiawan, Aji dan Umartono, 2023). Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan salah satu proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari listrik melalui ujung elektroda dengan pelindung berupa *flux* atau *slag* yang ikut mencair ketika pengelasan (Amin Nur Akhmadi, 2020).

Sambungan pengelasan adalah sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara pemanasan elektroda pada permukaan benda yang disambung (Azwinur, Syukran, 2018). *Butt weld* merupakan salah satu jenis sambungan las yang paling sederhana dan paling banyak digunakan dalam penyambungan logam. Dimana logam yang akan disambungkan pada bidang yang sama atau sejajar dan tidak tumpang tindih. Dalam penelitian ini pengelasan yang digunakan adalah las SMAW dengan sambungan *butt weld*, kemudian dibentuk spesimennya dan diuji kekuatan tariknya sehingga mendapatkan tegangan, regangan dan modulus elastisitas.

Berbagai penelitian mengenai pengelasan telah dilakukan pada penelitian terdahulu, terutama mengenai pengelasan SMAW. Maka dari uraian diatas penulis melakukan penelitian tentang pengaruh variasi material logam induk (*base metal*) dengan metode pengelasan SMAW pada sambungan *butt weld* dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik pada logam induk, logam las, dan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dengan melakukan pengujian tarik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, ada beberapa hal yang mempengaruhi hasil las yang maksimum diantaranya variasi kuat arus, pemilihan elektroda, jenis pengelasan dan penggunaan jenis kampuh. Dari berbagai hal yang maksimu, penulis sangat tertarik untuk meneliti tentang pengaruh pengelasan SMAW, baja karbon berbeda dan jenis sambungan las *butt weld*. Maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana kekuatan tarik dengan pengelasan SMAW tipe *butt weld* pada material baja memiliki kandungan karbon rendah dan baja karbon sedang?
2. Bagaimana kekuatan tarik dengan pengelasan SMAW tipe *butt weld* pada material baja memiliki kandungan karbon berbeda?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian sebagai berikut.

1. Membuat spesimen uji tarik dengan pengelasan SMAW tipe *Butt Weld* pada material baja memiliki kandungan karbon berbeda.
2. Menganalisa hasil pengujian tarik beban statis dengan pengelasan SMAW tipe *Butt Weld* pada material baja memiliki kandungan karbon rendah dan sedang.
3. Menganalisa hasil pengujian tarik beban statis dengan pengelasan SMAW tipe *Butt Weld* pada material baja karbon berbeda.

1.4. Hipotesis Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, dasar atau landasan dalam proses penelitian ini didapat dari buku dan jurnal yang terkait. Maka dari itu hipotesis penelitian ini sebagai berikut.

1. Percobaan kekuatan tarik baja karbon rendah (ST-37), baja karbon sedang (AISI 1050), dan baja karbon berbeda berhasil atau tidak berhasil.
2. Kekuatan tarik baja karbon berbeda lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan baja karbon rendah (ST-37) dan baja karbon sedang (AISI 1050).

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian “ Investigasi eksperimen sambungan *Butt Weld* dengan pengelasan SMAW pada material baja dengan kandungan carbon berbeda ” 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, khusus 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

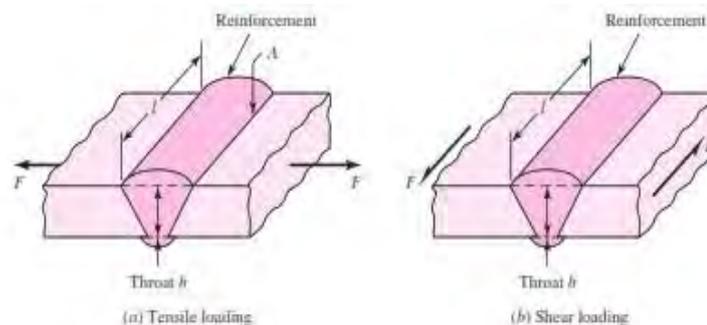
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sambungan Pengelasan

Sambungan pengelasan adalah sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara pemanasan elektroda pada permukaan benda yang disambung (Azwinur, Syukran, 2018). 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:

2.1.1. *Butt Weld*

Sambungan *Butt Weld* ialah salah satu jenis desain sambungan las yang paling sederhana dan serbaguna. Bentuk sambungan dimana kedua bidang yang akan disambung berhadapan satu sama lain, tetapi sebelumnya dilakukan pengerjaan terhadap bidang sambungan tersebut untuk membentuk kampuh las, agar didapatkan hasil sambungan pengelasan yang kuat. Sambungan *butt weld* dapat dilihat pada Gambar 2.1. sebagai berikut.



Gambar 2.1. Sambungan *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. Dalam penelitian ini sambungan *butt weld* diuji kekuatan tariknya dengan menggunakan mesin uji kuat tarik, adapun perhitungan dalam mencari kekuatan tarik dari sambungan *butt weld* dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$\sigma = \frac{F}{h.l} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

σ = Kekuatan tarik (MPa)

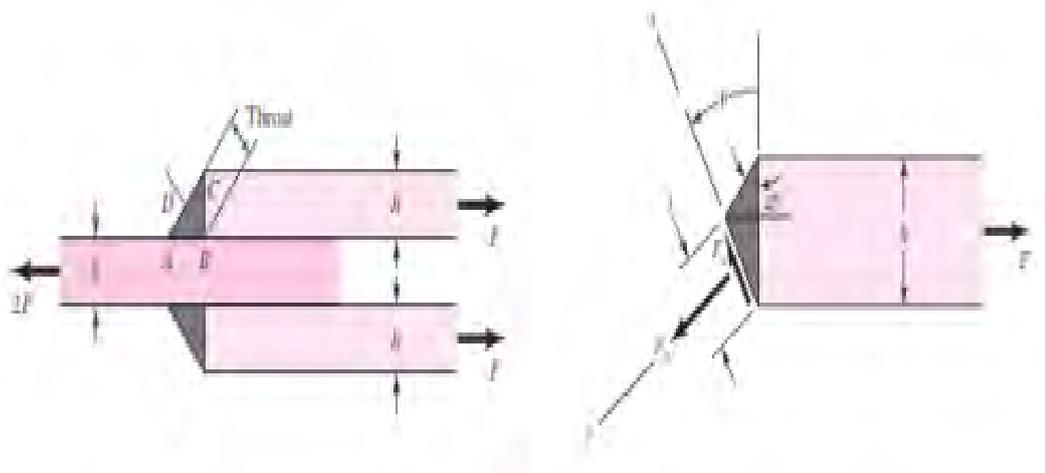
F = Beban (N)

h = Tebal pengelasan (mm)

l = Lebar plat (mm)

2.1.2. *Filled Weld*

Fillet weld adalah jenis pengelasan yang memiliki penampang segitiga kasar. Las *fillet* biasanya membutuhkan persiapan sambungan yang lebih sedikit daripada las alur, menjadikannya metode penyambungan yang sangat hemat biaya dan karena itu jauh lebih melimpah di industri pengelasan. Sambungan las *fillet* jauh lebih sulit untuk dilas dan diperiksa secara volumetrik. Pengelasan *fillet* digunakan untuk mengisi tepi pelat pada sambungan sudut, sambungan tumpang, dan sambungan T. Seringkali lasan yang dihasilkan lebih besar dari yang seharusnya atau bentuknya mungkin buruk yang dapat mempengaruhi kinerja. Sambungan *fillet weld* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



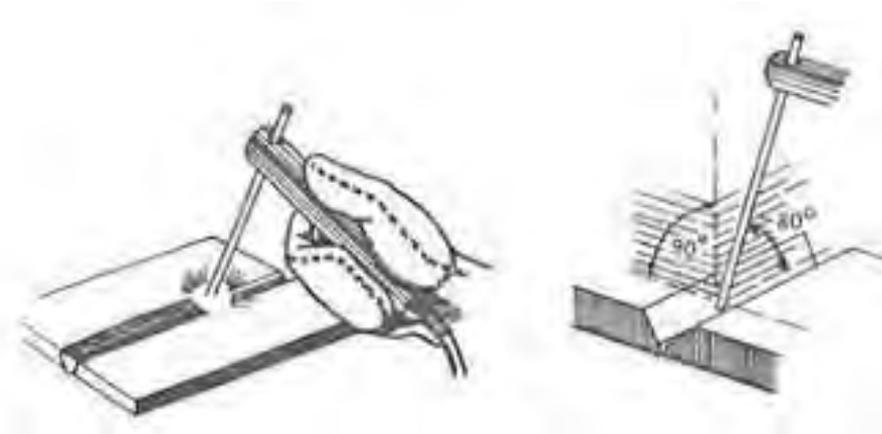
Gambar 2.2. Sambungan *Fillet weld*

2.2. Pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu cara untuk menyambung dua buah logam tanpa mengurangi kekuatan dan bentuk material logam tersebut (Zakky dan Jokosisworo, 2008). Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan (Arif Munawir, Nazaruddin, Teuku Zulfadli, 2021). Dalam penelitian ini pengelasan yang digunakan ialah pengelasan las busur listrik/ las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), adapun pengelasan ini memiliki berbagai macam- macam teknik cara pengelasannya sebagai berikut (Amin Nur Akhmadi, 2020).

1. Posisi dibawah Tangan (*Down Hand*)

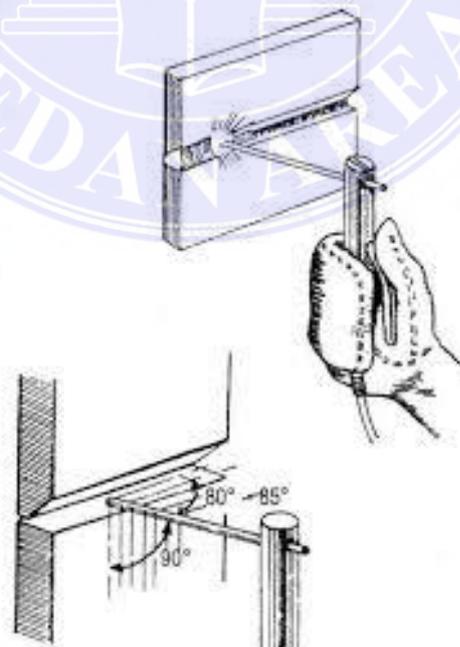
Posisi di bawah tangan, Posisi di bawah tangan yaitu suatu cara pengelasan yang dilakukan pada permukaan rata/datar dan dilakukan dibawah tangan. Kemiringan elektroda las sekitar $10^{\circ} - 20^{\circ}$ terhadap garis *vertical* dan $70^{\circ} - 80^{\circ}$ terhadap benda kerja. Adapun posisi *down hand* dalam pengelasan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Posisi Las dibawah Tangan

2. Posisi Mendatar (*Horizontal*)

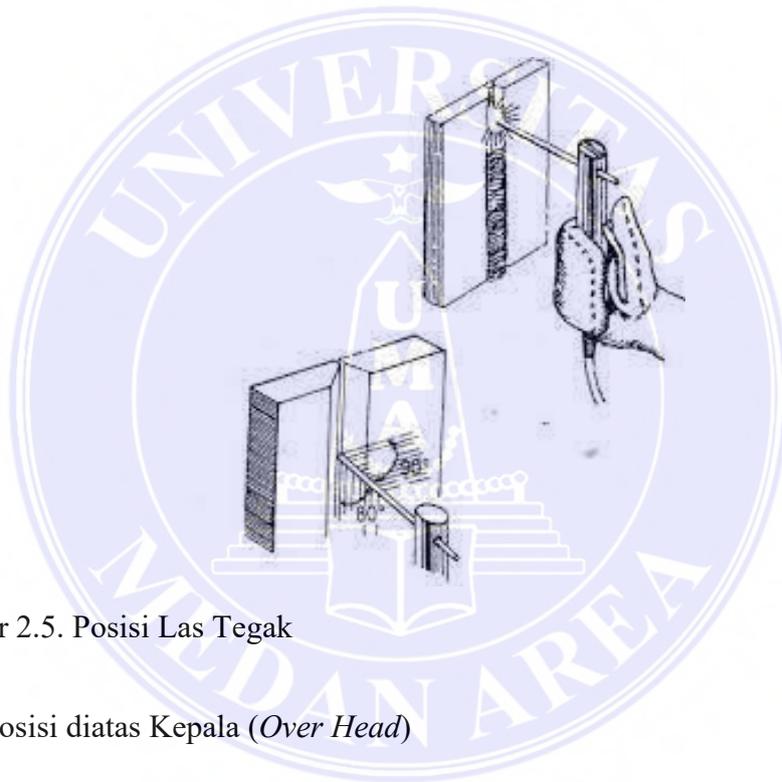
Posisi datar (*Horizontal*), Mengelas dengan horisontal biasa disebut juga mengelas merata dimana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda mengikuti *horizontal*. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar $5^{\circ} - 10^{\circ}$ terhadap garis vertikal dan $70^{\circ} - 80^{\circ}$ kearah benda kerja. Adapun posisi mendatar dalam pengelasan dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Posisi Las Mendatar

3. Posisi Tegak (*Vertical*)

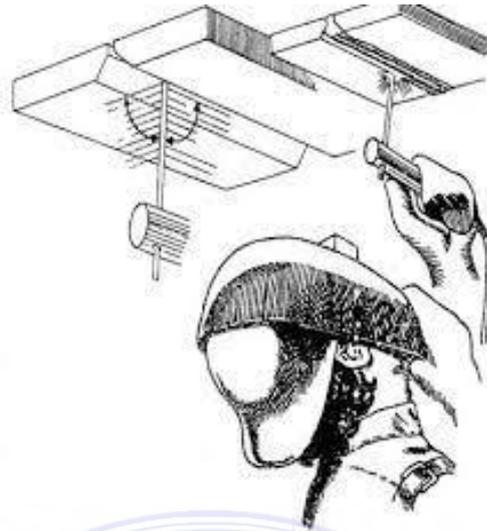
Posisi tegak (*Vertical*), Mengelas posisi tegak adalah apabila dilakukan arah pengelasannya keatas atau kebawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cair yang mengalir atau menumpuk diarah bawah dapat diperkecil dengan kemiringan elektroda sekitar $10^{\circ} - 15^{\circ}$ terhadap garis *vertical* dan $70^{\circ} - 85^{\circ}$ terhadap benda kerja. Adapun posisi tegak dalam pengelasan dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Posisi Las Tegak

4. Posisi diatas Kepala (*Over Head*)

Posisi di atas kepala (*Over Head*), Posisi pengelasan ini sangat sukar dan berbahaya karena bahan cair banyak berjatuhuan 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 $5^{\circ} - 20^{\circ}$ terhada garis vertikal dan $75^{\circ} - 85^{\circ}$ terhadap benda kerja. Adapun posisi diatas kepala pada proses pengelasan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Posisi Las diatas Kepala

2.3. Las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) atau las busur listrik adalah salah satu cara menyambung logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung (Arifin, 2019). Busur listrik terjadi diantara material yang dilas dan elektroda yang kemudian menyebabkan keduanya mencair secara bersamaan. Logam cair dari elektroda dan dari sebagian material yang akan disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang akan disambung, kemudian cairan tersebut membeku sehingga kedua bahan menjadi tersambung. Mesin las SMAW dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Mesin Las SMAW

Pengelasan metode SMAW merupakan pengelasan dengan elektroda terbungkus, metode ini sangat banyak digunakan dalam pembangunan kapal dan reparasi kapal, disamping harga yang terjangkau, juga dikarenakan pengelasan dengan metode SMAW sangat fleksibel dalam penggunaannya. Baik itu pengelasan dengan posisi datar (*horizontal*), tegak (*vertical*), ataupun posisi diatas kepala (*overhead*) (Pujo M. dan J.S, 2008). Dalam pengelasan metode SMAW memiliki keuntungan dan kelemahannya, adapun kelebihanannya sebagai berikut (Yassyir Maulana, 2016).

1. Pengelasan dengan segala posisi
2. Elektroda tersedia dengan mudah dalam banyak ukuran dan diameter
3. Peralatan yang digunakan sederhana, murah dan mudah dibawa kemana-mana
4. Tingkat kebisingan rendah
5. Tidak terlalu sensitif terhadap korosi, oli dan gemuk
6. Dapat dikerjakan pada ketebalan berapapun

Sedangkan kelemahan dari pengelasan metode SMAW sebagai berikut:

1. Pengelasan dengan menggunakan elektroda terbatas, hanya sampai sepanjang elektroda dan harus diganti dengan elektroda yang baru.
2. Setiap akan melakukan pengelasan berikutnya *slag* harus dibersihkan
3. Tidak dapat digunakan untuk pengelasan bahan baja *non ferrous*
4. Efisiensi endapan rendah
5. Diameter elektroda terkandung dari debat dan posisi pengelasan
6. Mudah terjadi oksidasi akibat perlindungan logam cair hanya busur las dari

flux

Sebelum dilakukannya pengelasan terlebih dahulu cek perlengkapan/komponen-komponen yang diperlukan untuk proses pengelasan SMAW. Adapun perlengkapan/komponen-komponen yang diperlukan dalam proses las SMAW adalah:

1. Transformator AC/DC
2. Kabel massa dan kabel elektroda
3. *Holder* dan klem massa
4. Elektroda
5. Konektor
6. Palu dan sikat kawat
7. Alat perlindungan diri yang sesuai

2.4. Baja

Baja merupakan logam paduan, yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya. Baja adalah logam *alloy* yang komponen utamanya adalah besi, dengan karbon sebagai material *alloy* utama. karbon bekerja sebagai agen penguat, mencegah atom besi, yang secara alami terdapat dalam *lattice*, bergeser melalui satu sama lain (H. Koos Sardjono, Eri Diniardi, 2009). Baja dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk sesuai dengan keperluan. Secara garis besar ada 2 jenis baja, yaitu:

2.4.1. Baja Karbon

Baja karbon merupakan perpaduan antara baja dan karbon yang mana karakteristiknya ditentukan oleh unsur karbon (Andini, Suryani dan Amri, 2019). Baja karbon adalah paduan besi karbon di mana unsur karbon sangat menentukan

karakteristiknya, sedang unsur- unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon biasa ditentukan oleh persentase karbon dan mikrostruktur (Arifin, Purwanto dan Syafa'at, 2017). Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja terlihat pada tabel 2.1. (Kurniawan, 2019).

Tabel 2.1. Kandungan Baja Karbon

Jenis Baja Karbon	Karakteristik	Kadar Karbon	Penggunaan
Baja Karbon Rendah	Baja Lunak Khusus	0,08%	Plat Tipis
	Baja Sangat Lunak	0,08 – 0,12 %	Batang
	Baja Lunak	0,12 – 0,20 %	Konstruksi
	Baja Setengah Lunak	0,20 – 0,30 %	Konstruksi
Baja Karbon Sedang	Baja Setengah Keras	0,30 – 0,40 %	Alat- alat Mesin
	Baja Keras	0,05 – 0,50 %	Perkakas
Baja Karbon Tinggi	Baja Sangat Keras	0,50 – 0,80 %	Rel, Pegas, dan Kawat Piano

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam (Nevada J. M. Nanulaitta, 2012), yaitu:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%C. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur *martensit*.

2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3%C – 0,6%C (*medium carbon steel*) dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi mengandung 0,6%C – 1,5%C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal.

2.4.2. Baja Paduan

Baja dikatakan di padu jika komposisi unsur-unsur paduannya secara khusus, bukan baja karbon biasa yang terdiri dari unsur fosfor dan mangan. Unsur yang paling banyak di gunakan untuk baja paduan, yaitu : Cr, Mn, Si, Ni, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb, Zr. Baja paduan dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lainlain. Biasanya digunakan untuk membuat perkakas potong, gergaji, cetakan penarikan, pahat kayu, mata pisau, pemotong kikir, gurdi batu.

2. Baja Paduan Menengah

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5% - 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. Biasanya digunakan untuk membuat alat pengukur, cetakan penarikan, rol derat, mata gunting untuk plat tebal.

3. Baja Paduan Tinggi

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% wt, misalannya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain- lain. Banyak digunakan untuk cetakan penarikan kawat, cetakan pengetrim, pengukur, rol derat.

2.5. Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah salah satu sifat terpenting, karena sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan (tentunya juga komponen yang terbuat dari bahan tsb) untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan/komponen tersebut (Suarsana, 2014). Untuk dapat mengetahui sifat mekanik material maka harus dilakukan pengujian pada material tersebut , beberapa sifat material sebagai berikut.

2.5.1. Kekuatan (*Strenght*)

Kekuatan (*strength*) menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam, tergantung pada jenis beban yang bekerja, yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan kekuatan torsi dan kekuatan lengkung. Dalam menghitung kekuatan tarik rumus yang biasa digunakan terlihat pada persamaan 2.2, sedangkan rumus kekuatan tarik yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada persamaan 2.2.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

σ = Kekuatan Tarik (MPa)

F = Beban (N)

A = Luas Penampang (mm²)

2.5.2. Regangan (*Strain*)

Regangan (*strain*) merupakan 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 spesimen uji dengan panjang semula menjadi pertambahan panjang setelah uji tarik. Adapun cara perhitungan regangan dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

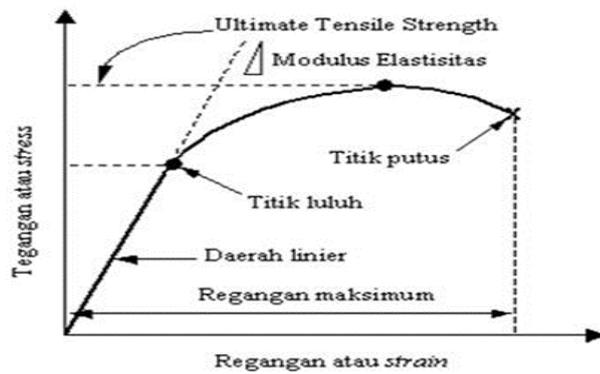
ϵ = Regangan

Δl = Perubahan panjang (mm)

l_0 = Panjang mula- mula (mm)

2.5.3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan. Modulus elastisitas suatu benda didefinisikan sebagai kemiringan dari kurva tegangan-regangan di wilayah deformasi elastis. Bahan kaku akan memiliki modulus elastisitas yang tinggi. 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. Adapun grafik modulus elastisitas terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Modulus Elastisitas

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 terlihat pada persamaan 2.4.

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - \epsilon_1} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

E = Modulus Elastisitas (GPa)

σ = Kekuatan Tarik (MPa)

σ_1 = Tegangan luluh/*yield*

σ_2 = Tegangan tarik *max*

ϵ = Regangan

ϵ_1 = Regangan *yield*

ϵ_2 = Regangan *max*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Aktivitas	2022												2023					2024		
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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																				■

3.2. Bahan dan Alat

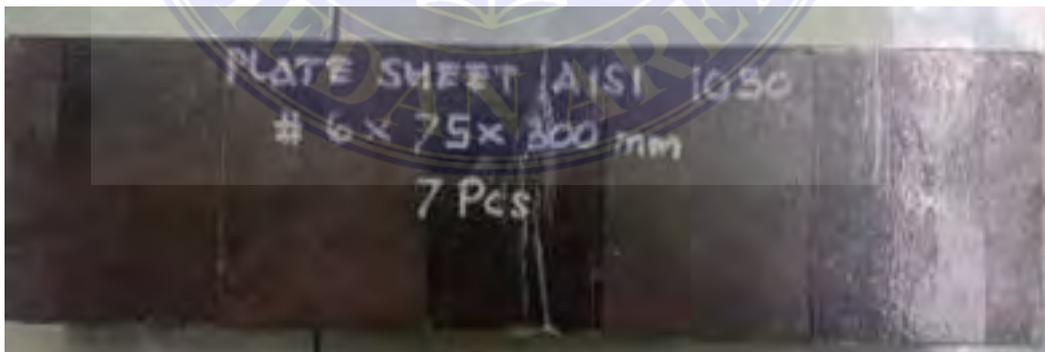
Alat dan bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penyelidikan kekuatan tarik spesimen baja karbon rendah, sedang dan berbeda.

3.2.1. Bahan

Adapun bahan- bahan yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

1. Plat Baja 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*), *wear resistance*-nya (keausan) baik 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. Plat Baja ST-37

Baja ST-37 adalah baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1037, 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 (*flux*) 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 dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Elektroda

3.2.2. Alat

Adapun alat- alat yang dipergunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut.

1. Mesin Uji Tarik

Mesin Uji Mesin uji tarik merupakan satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya bahan uji ditarik sampai putus pada mesin uji tarik terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Mesin Uji Tarik

2. Mesin Las SMAW

Mesin las digunakan untuk menyambung logam atau baja dan mesin las yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), mesin las dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Mesin Las SMAW

3.3. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada proses penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu metode kualitatif. Metode kualitatif merupakan metode dimana penelitian ini digunakan untuk menganalisis hasil dari spesimen uji tarik menggunakan sambungan *butt weld joint* dengan pengelesan SMAW.

3.3.1. Sistematika Penelitian

Sistematika didalam penelitian, adapun langkah- langkahnya sebagai berikut.

1. 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.
2. 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.

3. Mengumpulkan data dan membeli baja AISI 1050 dengan tebal 4 mm dan 6 mm.
4. Melakukan proses pemotongan dan pengelasan SMAW pada baja AISI 1050 dengan sambungan *Butt Weld Joint* menggunakan Elektroda Las.
5. Membuat spesimen uji tarik dengan standar ASTM E8.
6. Melakukan spesimen dengan menggunakan alat uji tarik setelah itu melakukan analisa hasil pengujian dan analisa data untuk mendapatkan data yang sesuai.
7. Menarik kesimpulan

3.3.2. Persiapan Bahan

Langkah- langkah persiapan bahan yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Menentukan plat baja yang akan digunakan.
2. Melakukan pembelian plat baja.
3. Menyiapkan bahan atau material pengelasan yaitu diantaranya sebagai berikut: Baja ST 37 adalah baja jenis *plain carbon steel* atau juga disebut baja karbon rendah, Baja AISI 1050 adalah sebagai baja *stainless steel* atau baja tahan karat dan elektroda las.

3.3.3. Proses Pembuatan Spesimen

Langkah- langkah proses pembuatan dan ukuran spesimen menggunakan standar ASTM E8 seperti terlihat pada dilakukan pada spesimen ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan bahan plat baja yang digunakan.
2. Menyiapkan bahan baja AISI 1050 dan ST 37

3. Melakukan pembelian bahan plat baja AISI 1050 dan ST 37 dengan ukuran 75mm x 120mm x 6mm
4. Menyiapkan mesin las ,Mengatur mesin las dan bahan material.
5. Melakukan proses penyemabuhan setiap variasi yaitu :
 - a. Baja AISI 1050
 - b. Baja ST 37
 - c. 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. Malakukan penyekrap pada setiap spesimen
12. Merapikan tiap sudut spesimen dengan menggunakan kikir
13. Spesimen setiap variasi siap di bentuk

3.3.4. Proses Pengujian

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

1. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji
2. Bentuk sampel uji tarik sesuai standar yang dipakai
3. Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan
4. Menghidupkan mesin
5. Memasang spesimen pada alat uji tarik

6. Memprogram sesuai dengan bahan yang akan diuji dan memasukkan data-data sesuai dimensi yang terdapat pada spesimen.
7. Jalankan mesin uji tarik dan catat diameter spesimen tiap penambahan beban
8. Catat diameter terkecil spesimen pada setiap pengurangan beban
9. Setelah terjadi patahan pada spesimen catat hasil pengujian
10. *Print out* hasil grafik yang diperoleh saat pengujian

3.3.5. Analisis Data

Setelah data atau hasil pengujian tarik sudah diperoleh, maka selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data dari angka-angka yang berasal dari nilai uji tarik menggunakan metode eksperimen. Pengumpulan data dilakukan pada saat penelitian berlangsung sampai penelitian selesai.

3.4. Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini populasi yang digunakan adalah jenis baja. Jenis baja yang digunakan dalam penelitian baja karbon rendah sebanyak 3 populasi, baja karbon sedang 3 populasi dan baja karbon berbeda 3 populasi. Populasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Populasi Spesimen

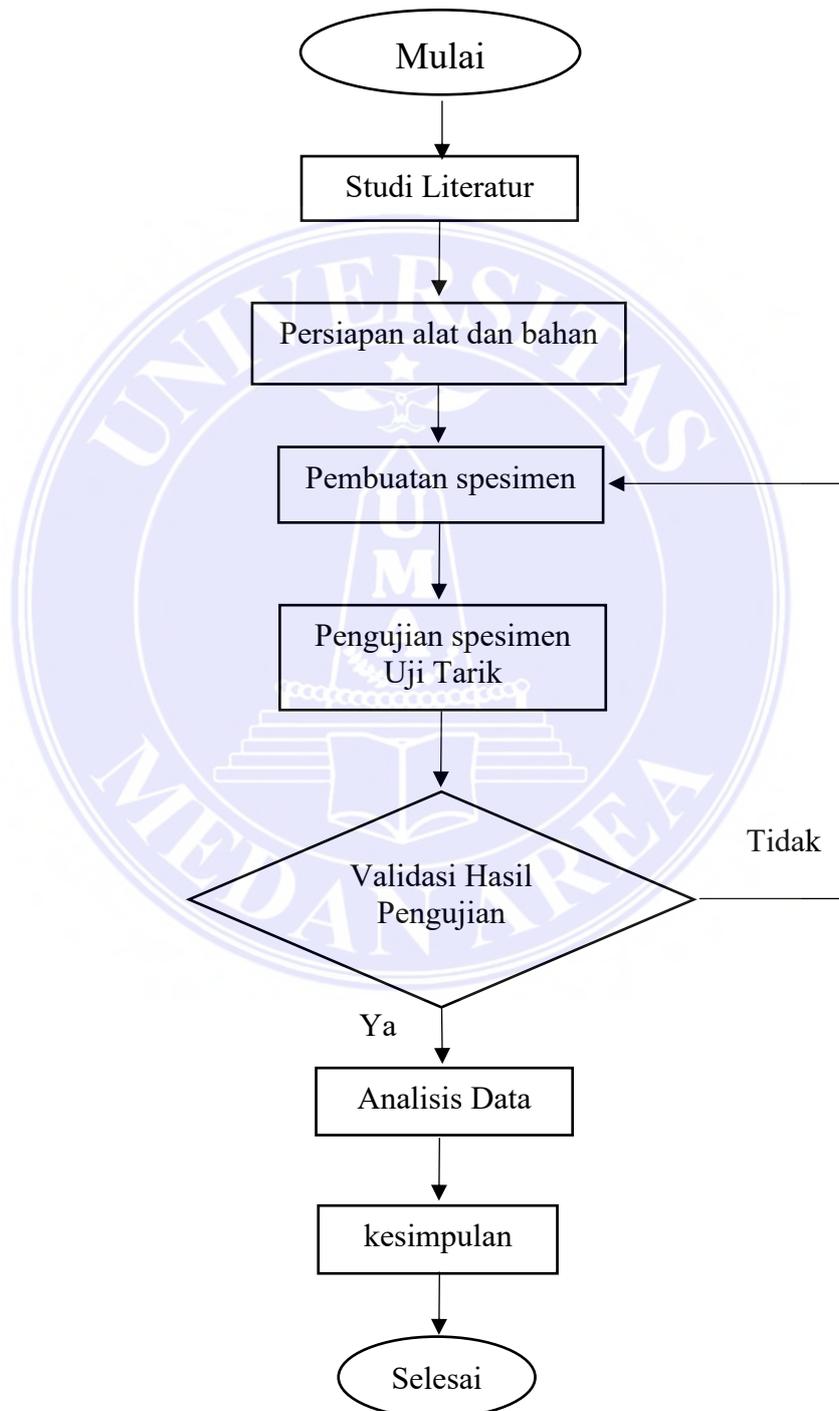
No	Jenis Populasi	Populasi
1	Baja Karbon Rendah (ST-37)	3
2	Baja Karbon Sedang (1050)	3
3	Baja Karbon Berbeda	3
	Jumlah	9

Teknik pengambilan sampel yang dilakukan dari masing- masing populasi menggunakan sampel dengan data populasi sama, kemudian disimpulkan bahwa

jumlah sampel yang diperoleh adalah 3 sampel.

3.5. Prosedur Kerja

Gambar 3.6. merupakan proses penelitian dari mulai persiapan bahan uji sampai dengan hasil akhir pengujian.



Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Setelah mendapatkan hasil penelitian penulis simpulkan sebagai berikut:

1. Spesimen yang telah dikerjakan dengan kode Z1, Z2, Z3, A1, A2, A3, AZ1, AZ2, dan AZ3 berhasil diuji kekuatan tariknya dan mendapatkan hasil.
2. Hasil nilai rata- rata kekuatan tarik spesimen baja karbon rendah ST 37 sebesar 66,92 MPa, sedangkan nilai rata- rata kekuatatan tarik pada baja karbon sedang AISI 1050 sebesar 120,87 dan nilai rata- rata kekuatan tarik pada baja karbon berbeda sebesar 66,27 MPa.
3. Hasil pengujian kekuatan tarik baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon berbeda, nilai kekuatan tarik baja karbon rendah dan sedang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon berbeda.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dalam penelitian ini dan demi kesempurnaan, maka peneliti sarankan:

1. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan variasi logam selain baja karbon sedang dan rendah.
2. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan pengelasan yang berbeda.
3. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan dengan uji yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin Nur Akhmadi, M.T.Q. (2020) “Analisa Hasil Pengelasan 2G Dan 3G Dengan Bahan Plat Besi ST 40 Ketebalan 10 mm dan Voltase 20 - 35 Menggunakan Mesin Las MIG,” *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 9(2), hal. 25–30.
- Andini, F., Suryani, L. dan Amri, H. (2019) “Review Industri Baja,” hal. 1–25.
- Arif Munawir, Nazaruddin, Teuku Zulfadli (2021) “Kajian Eksperimental Proses Las Smaw Pada Logam Baja Jis S45C Dengan Variasi Elektroda Terhadap Sifat Mekanis,” *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 2(2), hal. 75–84. Tersedia pada: <https://doi.org/10.55616/jitu.v2i2.190>.
- Arifin, A. (2019) “Proses Penyambungan Dan Peralatannya,” *Buku Ajar Proses Produksi*, hal. 105–130.
- Arifin, J., Purwanto, H. dan Syafa’at, I. (2017) “Pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik hasil Pengelasan smaw baja astm a37,” *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 13(1), hal. 27–31.
- Azwinur, Syukran, H. (2018) “Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las *Butt Weld* Dan,” *Jurnal Sintek*, 12(1), hal. 9–16.
- Ferenza, O., Tuparjono, T. dan Sugiyarto, S. (2021) “Pengaruh Variasi Arus pada Pengelasan Baja ST37 Menggunakan Las Shield Metal Arc Welding (SMAW) dengan Posisi Pengelasan 3F,” *Syntax Idea*, 3(8), hal. 1967. Tersedia pada: <https://doi.org/10.36418/syntax-idea.v6i8.1432>.
- H. Koos Sardjono, Eri Diniardi, S. (2009) “Studi Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Din 1 . 7223,” *Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta*, hal. 42–50.
- Irawati, A. (2017) “Analisa Pengaruh Variasi Waktu Penahanan Austenisasi Pada Perlakuan Panas Pengerasan Terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan Dan Kekuatan Impak Pada Baja Terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan Dan Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Aisi 1050,” hal. 92.
- Kurnia, H., Wahyuni, A.D. dan Adistyani, N. (2023) “Penggunaan Material Logam Di Berbagai Industri Manufaktur Indonesia : Sistematis Kajian Literatur,” 8(1).
- Kurniawan, D. (2019) “Analisa Pengaruh Variasi Elektroda Pengelasan SMAW Sambungan Logam Baja JIS G3131 SPHC Dengan Baja AISI SS201 terhadap Sifat Mekanis,” *urnal Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang* [Preprint].
- Melati, N.I. (2019) “Analisis Struktur Micro Material Baja Karbon Rendah (ST 37) SNI Akibat Proses Bending,” *Jurnal Universitas Negeri Makassar* [Preprint], (St 37).
- Nevada J. M. Nanulaitta, E.R.M.A.P.L. (2012) “Analisa Sifat Kekerasan Baja St-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO₃)) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing),” *Jurnal Teknologi*, 9.
- Pujo M., I. dan J.S, S. (2008) “Analisis Kekuatan Sambungan Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Pada Marine Plate ST 42 Akibat Faktor Cacat Porositas Dan Incomplete Penetration,” *Teknik Perkapalan*, 5(2), hal. 102-113–113.

- Rizqy, M.I.N. *et al.* (2021) “Analisa Kebutuhan Material Pembesian pada Struktur Shear Wall,” *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, 5(2), hal. 1–5. Tersedia pada: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-teknologi/article/download/928/721>.
- Samlawi, A.K. dan Siswanto, R. (2016) “Diktat Bahan Kuliah Material Teknik,” *Universitas Lambung Mangkurat*, hal. 3, 8, 56–59.
- Setiawan, M.D., Aji, I. dan Umartono, A.S. (2023) “Pengaruh Variasi Arus Las SMAW terhadap Kekuatan Tarik Baja ASTM A36,” *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III)*, (Senastitan Iii), hal. 1–8.
- Sobirin, M., Purwanto, H. dan Syafa’at, I. (2019) “Analisis Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan Smaw Dc Terhadap Tegangan Tarik, Kekerasan, Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah,” *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(2), hal. 127–131. Tersedia pada: <https://doi.org/10.36499/jim.v15i2.3077>.
- Suarsana (2014) “Pengetahuan Material Teknik,” hal. 1–71.
- Yassyir Maulana (2016) “Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw,” *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 2(1), hal. 1–8.
- Zakky, A.F. dan Jokosisworo, S. (2008) “Analisa kekuatan tarik penyambungan dengan ketebalan berbeda pada type sambungan butt joint. *Jurnal Kapal*,” *Jurnal Kapal*, 5(April 2012), hal. 152–158.
- Zulfadly dan Ghony, M.A. (2022) “Variasi Ampere Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan Dengan Posisi Down Hand,” *Hexatech: Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(01), hal. 39–50.

LAMPIRAN


SaAH Besteel Corp.
 1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN,
 CHEONGJU, KOREA(573-711)

MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8572 8318(OA)
 482-(0)63-460-8114(Repres.)
 FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)

Date : 2018-03-11
 Cert. No. : 201803-019834
 Customer :
 Heat No. : 299175

Steel Grade : AISI 1050/S50C
 Shape of Product : PLATE BAR
 Delivery Condition : FOUR SQUARE PLATE

Size (mm) : 10 X 1200
 Length (mm) : 2,400
 Weight (kg) : 230
 Quantity(pcs) : 1,000

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	40	50
Max.	55	90	99	MAX	MAX
Result	48	80	98	MAX	MAX

Inspection Items	Product Hardness (HB)	
	SURFACE	48-50 HRC
	220 HB	

Mechanical Properties AISI 1050/S50C

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	<i>E</i>	190 - 210
Poisson's ratio	<i>v</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

Sertifikat Baja AISI 1050