



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**“ANALISIS UJI TARIK SAMBUNGAN PENGELASAN GMAW
DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK MENGGUNAKAN
METODE PENGELASAN SEMI OTOMATIS PADA BAJA
KARBON AISI 1020 DAN AISI 1045”**

PROYEK AKHIR

**SUGIO WAHYU RAMADHANI
40040218650062**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**“ANALISIS UJI TARIK SAMBUNGAN PENGELASAN GMAW
DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK MENGGUNAKAN
METODE PENGELASAN SEMI OTOMATIS PADA BAJA
KARBON AISI 1020 DAN AISI 1045”**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

**SUGIO WAHYU RAMADHANI
40040218650062**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Sugio Wahyu Ramadhani

NIM : 40040218650062

Tanda Tangan :

Tanggal : 11 September 2023



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEKOLAH VOKASI

Jalan Prof. Sudarto, S.H.
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275
Tel./Faks (024) 7471379
www.vokasi.undip.ac.id
email: vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

128/PA/RPM/XI/2022

Dengan ini diberikan Tugas Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Sugio Wahyu Ramadhani
Nim : 40040218650062
Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : Analisis Uji Tarik Pada Baja Karbon Rendah AISI 1020 dan AISI 1045 Sambungan Pengelasan GMAW Dengan Variasi Arus Listrik Menggunakan Metode Pengelasan Semi Otomatis.

Isi Tugas :

1. Rencanakan Bahan yang Akan Diuji..
2. Pemilihan Data Arus Dengan Variabel 90 A , 110 A , dan 130 A.
3. Analisa Hasil Pengambilan Data Uji Tarik ASTM E8.
4. Buatlah Laporan Lengkap Hasil Pengujian Tarik Baja AISI 1020 dan AISI 1045..

Semarang, 24 November 2022

Menyetujui
Ketua Program Studi
Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T.
NIP.197110301998021001

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir ini diajukan oleh :

Nama : Sugio Wahyu Ramadhani
NIM : 40040218650062
Program Studi : D IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : ANALISIS UJI TARIK SAMBUNGAN PENGELASAN
GMAW DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK
MENGUNAKAN METODE PENGELASAN SEMI
OTOMATIS PADA BAJA KARBON AISI 1020 DAN AISI
1045

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

TIM PENGUJI

Pembimbing : Alaya Fadllu H.M., S.T., M.Eng. ()
Penguji I : Alaya Fadllu H.M., S.T., M.Eng. ()
Penguji II : Drs. Sutrisno., M.T ()
Penguji III : Didik Ariwibowo., S.T., M.T ()

Semarang, 11 September 2023
Ketua PSD IV Rekayasa Perancangan
Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T, M.T.
NIP. 197609152003122001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sugio Wahyu Ramadhani
NIM : 40040218650062
Jurusan/Program Studi : D IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (None-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **ANALISIS UJI TARIK SAMBUNGAN PENGELASAN GMAW DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK MENGGUNAKAN METODE PENGELASAN SEMI OTOMATIS PADA BAJA KARBON AISI 1020 DAN AISI 1045** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Semarang
Pada tanggal : 11 September 2023
Yang menyatakan,

Sugio Wahyu Ramadhani

ABSTRAKSI

ANALISIS UJI TARIK SAMBUNGAN PENGELASAN GMAW DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK MENGGUNAKAN METODE PENGELASAN SEMI OTOMATIS PADA BAJA KARBON AISI 1020 DAN AISI 1045

Proses pengelasan adalah proses penyambungan dua buah atau lebih material logam menjadi satu kesatuan dengan adanya energi panas, salah satu metode pengelasan yang sering dipakai oleh masyarakat umum, yaitu metode GMAW. Dalam tugas akhir ini dilakukannya penelitian untuk mengetahui pengaruh arus busur listrik pada baja karbon rendah AISI 1020 dan AISI 1045 terhadap kekuatan tarik. Metode pengujian tarik dilakukan dengan variasi arus 90A, 110A, dan 130A dengan dimensi yang dimiliki pada plat yaitu: 100 mm × 100mm × 10 mm dan menggunakan kampuh single V, dengan posisi pengelasan 1G (groove). Pengelasan dilakukan dengan pengelasan GMAW. Pengujian tarik dilakukan dengan dimensi spesimen 100 mm, × 10 mm, × 10 mm,. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi arus busur (Ampere) makin semakin tinggi hasil kekuatan tegangan maksimum , tegangan luluh dan regangan begitu juga sebaliknya semakin rendah arus busur (Ampere) maka semakin rendah hasil kekuatan tegangan maksimum , tegangan luluh dan regangan. hasil tegangan maksimum tertinggi pada baja AISI 1045 dengan arus busur 130 (Ampere) sebesar 718,92 (MPa), hasil tegangan maksimum terendah pada baja AISI 1020 dengan arus 90 (ampere) sebesar 406,78 (Mpa) dan hasil tegangan luluh tertinggi pada baja AISI 1045 dengan arus busur 130 (Ampere) sebesar 689,13 (MPa), hasil tegangan maksimum terendah pada baja AISI 1020 dengan arus 90 (ampere) sebesar 391,72 (Mpa), hasil regangan terbesar pada baja AISI 1045 dengan arus busur 130 (Ampere) sebesar 5,05 (%), hasil tegangan maksimum terendah pada baja AISI 1020 dengan arus 90 (ampere) sebesar 3,32 (%).Luaran yang direncanakan pada proyek akhir ini, yaitu (i) laporan proyek akhir, (ii) hasil pengujian tarik spesimen yang telah dilakukan pengelasan GMAW semi otomatis, dan (iii) artikel ilmiah.

Kata Kunci : *GMAW*, Baja *AISI 1020*, Baja *AISI 1045*, Uji Tarik, Arus Listrik Las

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT dan sholawat serta salam tetap tercurah pada nabi besar Muhammad SAW. Dengan rahmat dan ridho-Nya akhirnya penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis Uji Tarik Pada Baja Karbon Rendah AISI 1020 dan AISI 1045 Sambungan Pengelasan GMAW Dengan Variasi Arus Listrik Menggunakan Metode Pengelasan Semi Otomatis“, dapat terselesaikan.

Tugas akhir sebagai syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan jenjang sarjana terapan. Selain itu pembuatan proyek akhir juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan yang berhubungan dengan praktek las dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh dibangku kuliah.

Dalam proses penyelesaian laporan ini, banyak pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, secara materi, moral, maupun secara spritual. Untuk itu kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan hormat yang sebesar-besarnya Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan sebaik-baiknya.

1. Bapak Dr.Seno Darmanto,ST.MT selaku kepala program studi S.Tr. Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Bapak Alaya Fadllu H.M.ST,M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi semangat dalam kegiatan penyusunan proyek akhir.

3. Bapak dan Ibu dosen pengajar mata kuliah program studi sarjan terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Semarang.
4. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dan dorongan secara moral maupu material serta do'a sehingga proyek akhir dapat diselesaikan.
5. Teman – teman seperjuangan Angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan dan berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Laesa Darmawati, S.Tr. Kep. Ns yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas saran dan kritik yang diberikan untuk perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 11 September 2023

Hormat Saya

Sugio Wahyu Ramadhani

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN SAMPUL	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.2.1 Rumusan Masalah	3
1.2.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Luaran.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
3.1 GMAW	5
3.1.1 Standar Parameter Pengelasan GMAW	6
2.1.2 Voltage atau Tegangan Busur Las	10
2.1.3 Penggunaan Elektroda dan Arus Listrik	11
2.1.4 Siklus Termal Daerah Las	13
2.2 Baja Karbon.....	14
2.3 Baja AISI 1020	15
2.3.1 Sifat Mekanik Baja AISI 1020.....	16
2.4 Baja AISI 1045	16
2.4.1 Klasifikasi Baja AISI 1045	16
2.5 Kawat Las Baja Karbon ER70S-6.....	17
2.5.1 Komposisi Kawat Las Baja Karbon ER70S-6	17
2.5.2 Sifat Mekanik Kawat Las Baja Karbon ER70s-6.....	17

2.6	Pengujian Tarik	18
2.6.1	Tanganan luluh.....	19
2.6.2	Tegangan tarik maksimum / <i>ultimate</i>	20
2.6.3	Regangan.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2	Tahapan Penelitian	22
3.2.1	Studi Literatur	22
3.2.2	Observasi.....	22
3.2.3	Pemilihan Bahan	22
3.2.4	Pemotongan Bahan	22
3.2.5	Pembuatan Spesimen	23
3.2.6	Pengelasan GMAW.....	23
3.2.7	Pengujian Tarik	23
3.2.8	Pengumpulan Data	23
3.3	Bahan.....	24
3.4	Komponen Sistem Mesin Las GMAW Semi Otomatis.....	25
3.4.1	Mesin Las GMAW.....	26
3.4.2	Motion Controller	27
3.4.3	Software	27
3.4.4	Motor Driver	28
3.4.5	Motor Stepper	28
3.4.6	Power Supply	29
3.5	Pembuatan Spesimen.....	30
3.6	Metode Pengelasan.....	31
3.7	Pengujian Tarik	32
3.8	Peralatan Pengujian	33

3.9	Prosedur Penelitian	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Hasil Pengelasan Baja	35
4.1.1	Hasil pengelasan baja AISI 1020 dengan kuat arus 90A	35
4.1.2	Hasil pengelasan baja AISI 1020 dengan kuat arus 110A	36
4.1.3	Hasil pengelasan baja AISI 1020 dengan kuat arus 130A	36
4.1.4	Hasil pengelasan baja AISI 1045 dengan kuat arus 90A	37
4.1.5	Hasil pengelasan baja AISI 1045 dengan kuat arus 110A	38
4.1.6	Hasil pengelasan baja AISI 1045 dengan kuat arus 130A	38
4.1	Hasil Pemotongan Baja <i>Wirecut</i>	39
4.2.1	Hasil pemotongan baja <i>wirecut</i> baja AISI 1020 dan AISI 1045	39
4.3	Hasil Pengujian Uji Tarik	40
4.3.1	Hasil pengujian tarik	42
BAB 5		52
PENUTUP		52
5.1.	Kesimpulan.....	52
5.2.	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN.....		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Terminologi GMAW	6
Gambar 2.2 Rangkain las polaritas lurus dan terbalik.....	9
Gambar 2.3 Las busur gas	11
Gambar 2.4 Klasifikasi Las Busur gas	12
Gambar 2.5 Siklus termal dalam las busur tangan	13
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	21
Gambar 3.2 Baja karbon AISI 1020	24
Gambar 3.3 Wire mig ER70s-6	24
Gambar 3.4 Tabung Gas CO2	25
Gambar 3.5 Mesin las semi otomatis	25
Gambar 3.6 Rilon MIG 200 GW	26
Gambar 3.7 Motion Controller PMC-2HS-USB	27
Gambar 3.8 User Interface software PMC	27
Gambar 3.9 Motor driver MD5-HF14.....	28
Gambar 3.10 Motor stepper A16K-M569	28
Gambar 3.11 Sumbu Y	29
Gambar 3.12 Power supply	29
Gambar 3.13 Spesimen bahan induk	30
Gambar 3.14 Potongan sudut spesimen.....	30
Gambar 3.15 Hasil pemotongan kampuh sesuai standari ISO 9692	31
Gambar 3.16 Pengelasan Flat 1G	31
Gambar 3.17 Dimensi spesimen uji tarik ASTM E8.....	32
Gambar 3.18 Ukuran spesimen tarik sesuai standar ASTM E8	32

Gambar 3.19. Computer universal testing machines	33
Gambar 4.1. Pengelasan baja AISI 1020 arus 90A	35
Gambar 4.2 Pengelasan baja AISI 1020 arus 90A	36
Gambar 4.3. Hasil pengelasan baja AISI 1020 arus 130A	36
Gambar 4.4. Hasil pengelasan baja AISI 1045 arus 90A	37
Gambar 4.5 Hasil pengelasan baja AISI 1045 arus 110A	38
Gambar 4.6 Hasil pengelasan baja AISI 1045 arus 130A	38
Gambar 4.7 Hasil pemotongan baja wirecut baja AISI 1020 dan AISI 1045	39
Gambar 4.8 Grafik rata-rata kekuatan tarik baja maksimum	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar parameter arus dan tegangan pada pengelasan GMAW	9
Tabel 2. 2 Komposisi Baja AISI 1020	15
Tabel 2. 3 Komposisi Baja AISI 1045	16
Tabel 2. 4 Sifat Mekanik Baja AISI 1045.....	17
Tabel 2. 5 Komposisi Kawat ER70S-6	17
Tabel 2. 6 Sifat Mekanik Kawat ER70s-6 (ISO 9001)	17
Tabel 4.1 Hasil pengolahan data uji tarik baja AISI 1020 dan AISI 1045.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat baja AISI 1020.....	56
Lampiran 2. Sertifikat baja AISI 1045.....	57
Lampiran 3. Hasil pengujian tarik baja AISI 1020 dan AISI 1045.....	58
Lampiran 4. Proses pengelasan baja.....	59
Lampiran 5. Mesin wirecut.....	60
Lampiran 6. Proses pemotongan specimen baja dengan wirecut.....	61
Lampiran 7 Pengukuran ulang spesimen uji.....	62
Lampiran 8. Proses pengujian tarik.....	79
Lampiran 9. Foto bersama ketua LAB pengujian UGM.....	80

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sambungan las banyak digunakan dengan pertimbangan bahwa konstruksi ringan, murah dan pengerjaan cepat. Perancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan disekitarnya (Wiryosumarto & Okumura, 2000). Kekuatan sambungan las secara umum dipengaruhi oleh komposisi dan sifat logam yang dilas, sifat logam pengisi (elektroda), dan cara pengelasan.

Pengelasan dapat didefinisikan sebagai penyambungan dari beberapa batang logam dengan memanfaatkan energy panas. Kelebihan sambungan las adalah konstruksinya ringan dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya, serta cukup ekonomis. Sambungan las yang di hasilkan bergantung pada metode pengelasan yang digunakan (Ishak, Asiri, & Kamil, 2020).

Proses pengelasan mengalami pemanasan yang menyebabkan terjadinya perubahan struktur atau sifat fisis bahan. Perubahan sifat fisis tersebut akan berpengaruh terhadap perubahan sifat mekanis pada raw material. Adanya perubahan sifat tersebut maka akan terjadi perubahan kekuatan hasil las yang menyebabkan terjadinya keretakan dan patah pada sambungan, sehingga berpengaruh terhadap keamanan dari konstruksi mesin. Penempatan posisi pemasangan juga berpengaruh terhadap keamanan pada konstruksi mesin karena

setiap pengelasan memiliki permukaan dan akar yang luas penampangnya tidak sama sehingga kekuatannya juga berbeda. Panas dalam pengelasan bersumber dari gabungan antara voltage, arus, dan kecepatan yang menjadi pengaruh terhadap kualitas hasil las (Ratnasari, 2016)

Proses pengelasan yang mampu mengalirkan panas yang besaryaitu las listrik, sedangkan yang mampu mengalirkan panas besar dengan laju kecepatan yang tinggi yaitu las listrik gas atau GMAW (Gas Metal Arc Welding). Pengelasan GMAW memiliki konsentrasi busur yang tinggi dan elastisitas yang lebih baik daripada yang dihasilkan dengan cara pengelasan yang lain (Wiryosumarto & Okumura, 2000). Las GMAW merupakan las busur yang terbentuk antara logam induk dengan ujung elektroda yang mencair secara bersama akibat masukan panas. Proses las busur berbeda dengan las tahanan dimana logam yang akan disambungkan dijepit oleh elektroda kemudian dialiri arus listrik. Aliran listrik antara kedua elektroda harus melalui logam yang dijepit, sehingga pada jepitan tersebut timbul panas yang menyebabkan logam pada jepitan mencair dan tersambung.

Untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan sifat mekanis pada baja karbon AISI 1020 dan AISI 1045, maka dilakukan pengujian tarik dan hasil pengelasan dengan arus yang divariasikan. Untuk menghasilkan sambungan las yang baik, salah satu faktor yang harus diperhatikan yaitu kepresisian las. Kepresisian las ini sangat berpengaruh terhadap hasil las, pada pengujian ini dilakukan proses pengelasan menggunakan Mesin Las GMAW Semi Otomatis dengan tujuan untuk kepresisian las yang tinggi. Berdasarkan uraian di atas, maka pengujian melakukan penelitian dengan judul “Analisis Uji Tarik Sambungan Pengelasan

GMAW Dengan Variasi Arus Listrik Menggunakan Metode Pengelasan Semi Otomatis Pada Baja Karbon Aisi 1020 Dan Aisi 1045”.

1.2 Identifikasi Masalah

1.2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah antara lain:

1. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik las terhadap hasil pengujian tarik maksimum pada sambungan las baja karbon AISI 1020 dan AISI 1045?
2. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik las terhadap kekuatan luluh pada sambungan las baja karbon AISI 1020 dan AISI 1045?
3. Bagaimana pengaruh variasi arus listrik las terhadap regangan pada sambungan las baja karbon AISI 1020 dan AISI 1045?

1.2.2 Batasan Masalah

Dalam menghindari suatu kesalahpahaman yang ada pada penulisan dan juga melebarnya ruang lingkup pembahasan, adapun Batasan masalah dalam perancangan ini agar nantinya tercapai tujuan dalam penelitian tersebut adalah:

1. Pengelasan menggunakan mesin Las GMAW.
2. Variasi arus listrik yang digunakan yaitu 90A, 110A, dan 130A.
3. Tegangan listrik las yang digunakan 24V
4. Jenis material yang digunakan adalah Baja Karbon AISI 1020 dan AISI 1045.
5. Bahan pengisi Las menggunakan tipe ER70s-6

6. Pengelasan menggunakan Kampuh V.

7. Komposisi kimia pada setiap specimen uji diasumsikan sama

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini yaitu:

1. Mengetahui kekuatan tarik maksimum dari hasil pengujian tarik yang dilakukan pada sambungan pengelasan GMAW dengan variasi arus listrik 90A, 110A, dan 130A.
2. Mengetahui kekuatan luluh dari hasil pengujian tarik yang dilakukan pada sambungan pengelasan GMAW dengan variasi arus listrik 90A, 110A, dan 130A.
3. Mengetahui pertambahan panjang dari hasil pengujian tarik yang dilakukan pada sambungan pengelasan GMAW dengan variasi arus listrik 90A, 110A, dan 130A.

1.4 Luaran

Pelaksanaan Proyek Akhir menghasilkan luaran yaitu :

1. Hasil pengujian tarik pada baja karbon rendah AISI 1020 dan AISI 1045 sambungan pengelasan GMAW.
2. Laporan Tugas Akhir
3. Artikel Ilmiah

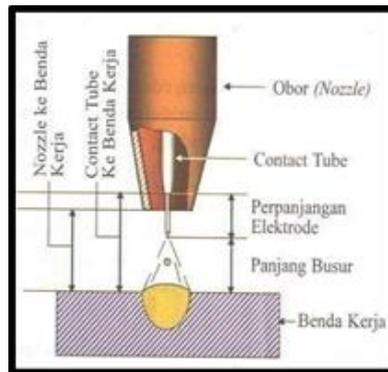
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 GMAW

GMAW (Gas Metal Arc Welding) atau yang sering disebut dengan las busur gas adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas helium (He), gas argon (Ar), gas karbondioksida (CO₂) atau campuran dari gas-gas tersebut (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

Pengelasan GMAW dilindungi oleh aliran gas lindung yang dapat berupa gas aktif misalnya karbondioksida (CO₂), sehingga disebut Metal Active Gas (MAG) atau gas argon (Ar) sehingga disebut Metal Inert Gas (MIG). Beberapa keunggulan dari GMAW yaitu laju pendeposisian metal lebih tinggi, kecepatan las lebih tinggi dan menghasilkan penetrasi lebih dalam apabila menggunakan teknik nyala sembur. Salah satu kerugian penggunaan GMAW adalah radiasi panas yang sangat tinggi. GMAW menggunakan arus tetap dan kecepatan pasok kawat yang tetap, maka apabila posisi obor bergerak menjauh, elektroda akan memanjang keluar dan amperenya juga akan naik, sehingga panjang busur nyala akan selalu tetap (Widharto, 2007).



Gambar 2.1 Terminologi GMAW

Sumber : (Widharto, 2007)

Gas Metal Arc Welding (GMAW) digunakan dalam proyek akhir ini karena las tersebut mampu mengalirkan elektroda yang terus menerus dan memiliki panas yang lebih besar akibat konsentrasi busur yang tinggi yang lebih baik daripada yang dihasilkan dengan cara pengelasan yang lain. Berdasarkan jenis pengelasan GMAW, las ini digunakan sebagai proses pengelasan dalam proyek akhir ini karena sesuai dengan bahan yang digunakan yaitu baja karbon AISI 1020. Dalam penelitian proyek akhir ini Penggunaan Gas karbondioksida (CO_2) digunakan sebagai Gas Pelindung proses pengelasan.

3.1.1 Standar Parameter Pengelasan GMAW

Penggunaan masukan panas dalam Gas Metal Arc Welding (GMAW) sangat luas sehingga diperlukan pengaturan parameter yang tepat dan sesuai dengan penggunaan (Daryanto, 2012). Parameter-parameter yang berpengaruh dalam pengelasan GMAW diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Arus dan Tegangan Listrik

Besarnya arus dan tegangan pengelasan adalah tergantung pada tebal bahan dan diameter kawat elektroda serta posisi pengelasan atau berdasarkan WPS (welding procedure specification) pekerjaan tersebut. Arus las adalah arus listrik yang digunakan untuk melakukan proses pengelasan. Dalam proses pengelasan MIG/MAG, arus las secara langsung berhubungan dengan kecepatan wirefeed. Jika arus las dinaikkan maka kecepatan wirefeed juga seharusnya naik. Hubungan ini biasanya disebut karakteristik “burn-off” (Novianto, 2018).

Arus berpengaruh dalam proses pengelasan busur listrik, besar kecil arus yang digunakan dapat menentukan ukuran dan bentuk hasil penetrasi dan deposit las. Arus yang semakin besar cenderung menghasilkan penetrasi yang lebih dalam dan luas daerah lasan semakin sempit.

b. Kecepatan Las

Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda. Diameter inti elektroda. Bahan yang dilas, geometri sambungan, ketelitian sambungan. Kecepatan las tidak ada hubungannya dengan tegangan tetapi berbanding lurus dengan kuat arus, sehingga pengelasan yang cepat membutuhkan arus las yang tinggi untuk mencapai hasil las yang baik. Jika kecepatan las dinaikkan maka masukan panas per satuan panjang akan menjadi kecil sehingga pendinginan akan berjalan cepat.

c. Gas Pelindung

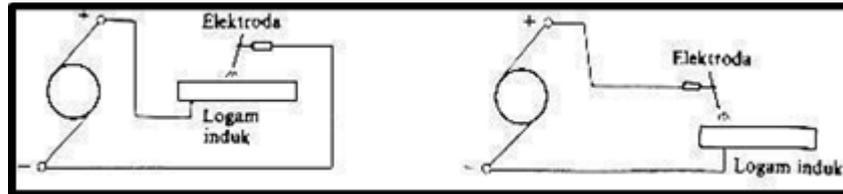
Gas yang digunakan pada pengelasan MIG yaitu gas mulia karena sifatnya stabil dan tidak mudah bereaksi dengan unsur lainnya. Gas Argon memberikan perlindungan yang lebih baik tetapi penembusannya dangkal, sehingga untuk memperdalam penembusannya dapat dilakukan dengan peningkatan kecepatan volume alir gas sehingga tekanan yang didapat meningkat. Tingginya penekanan pada manik las dapat memperbaiki penguatan manik dan memperkecil terjadinya rongga-rongga halus padalasan.

d. Elektroda

Elektroda yang digunakan pada pengelasan MIG yaitu elektroda terumpan yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala dan juga sebagai logam pengisi. Besar kecilnya ukuran elektroda tergantung pada bahan yang digunakan dan ukuran tebal bahan.

e. Polaritas Listrik

Sumber listrik yang digunakan berupa listrik AC atau listrik DC dengan rangkaian listriknya dengan polaritas lurus dimana katup positif dihubungkan dengan logam induk dan katup negatif dihubungkan dengan batang elektroda. Rangkaian listrik polaritas lurus cocok untuk arus listrik yang besar. Pengaruh dari rangkaian ini adalah penetrasi yang dalam dan sempit, sedangkan polaritas terbalik penetrasi yang terjadi dangkal dan lebar karena elektron bergerak dari logam induk menumbuk elektroda sehingga elektroda menjadi panas. Berikut posisi Polaritas Lurus dan Terbalik



Gambar 2.2 Rangkain las polaritas lurus dan terbalik

Sumber : (Wiryosumarto & Okumura, 2000)

Berdasarkan penjelasan parameter pengelasan diatas, pengaruh masukan panas paling utama selain arus las dan kecepatan yaitu tegangan las. tegangan atau voltage yang semakin besar maka semakin panjang busur yang terjadi dan semakin tidak terpusat, sehingga panasnya melebar dan menghasilkan penetrasi yang lebar dan dangkal. Berdasarkan teori tersebut dapat disimpulkan bahwa arus las berbanding lurus dengan kecepatan dan berbanding terbalik dengan tegangan las. Apabila arus las dan kecepatannya dinaikkan, tegangan las tidak diturunkan untuk mencapai hasil yang baik (Wiryosumarto & Okumura, 2000). Banyaknya parameter las diatas peneliti menggunakan tegangan las (voltage) sebagai variasi dalam penelitian ini karena pada dasarnya tegangan listrik menjadi parameter yang paling utama untuk memperoleh panas.

Tabel 2. 1 Standar parameter arus dan tegangan pada pengelasan GMAW

Sumber : (Kosasih, Adiando, & Erickson, 2015)

Diameter Kawat (mm)	Arus (A)	Tegangan (V)	Tebal (mm)
0.8	60-150	14-22	0,9-2,0
0.9	70-220	15-22	1-10
1	100-290	16-29	3-12

1,2	120-350	18-32	6-25
-----	---------	-------	------

Tabel di atas dijadikan dasar dalam penelitian ini menggunakan arus 120 A karena dalam pengelasan pada penelitian menggunakan logam pengisi standar dengan diameter 1,0 mm dengan tebal bahan 10 mm.

2.1.2 Voltage atau Tegangan Busur Las

Kekuatan sambungan yang tinggi diperlukan penembusan atau penetrasi yang cukup. Besarnya penembusan tergantung pada sifat-sifat fluks, polaritas, besarnya arus, kecepatan las, dan tegangan yang digunakan. Semakin besar arus maka semakin besar daya tembusnya. Tegangan atau voltage yang semakin besar maka semakin panjang busur yang terjadi dan semakin tidak terpusat, sehingga panasnya melebar dan menghasilkan penetrasi yang lebar dan dangkal. Ada pengecualian terhadap beberapa elektroda khusus untuk penembusan dalam yang memang memerlukan tegangan tinggi. Pada kecepatan tertentu, naiknya kecepatan akan memperdalam penembusan, tetapi melampaui kecepatan tersebut penembusan akan turun dengan naiknya kecepatan (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

Apabila busur terlalu pendek (voltage rendah), bola-bola metal cair akan terlalu dekat dengan benda kerja sehingga suhu terlalu panas (overheated) akibatnya globular pecah dan menghasilkan percikan las yang banyak. Busur harus cukup panjang agar bola-bola metal bahan las mencapai kolam las dengan baik. Pengelasan dengan voltage terlalu tinggi justru menghasilkan sambungan mentah

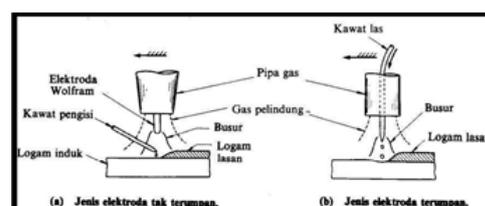
sehingga tidak ada fusi antara bahan las dan benda kerja, penetrasi tidak sempurna, dan kontur terlalu menonjol (Widharto, 2007).

Penggunaan tinggi rendahnya voltage tersebut digunakan dalam pengelasan dengan sistem transfer globular yang menggunakan arus searah dengan electrode pada posisi positif (DCEP). Voltage atau tegangan busur las merupakan parameter yang akan digunakan peneliti sebagai variasi dalam penelitian untuk mendapatkan besar voltage yang tepat sehingga mendapatkan kekuatan yang besar. Voltage diperlukan untuk mendapatkan penembusan yang besar karena dengan adanya penembusan yang besar akan meningkatkan kekuatan hasil las.

2.1.3 Penggunaan Elektroda dan Arus Listrik

Las busur dibagi dalam dua kelompok besar yaitu kelompok elektroda tak terumpan dan kelompok elektroda terumpan. Kelompok elektroda tak terumpan menggunakan batang wolfram sebagai elektroda yang dapat menghasilkan busur listrik tanpa ikut mencair, sedangkan kelompok elektroda terumpan sebagai elektrodanya digunakan kawat las (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini yaitu elektroda terumpan karena menggunakan kawat las yang menghasilkan busur listrik yang dipasok terus-menerus secara tetap.



Gambar 2.3 Las busur gas

Sumber : (Wiryosumarto & Okumura, 2000)

Kelompok elektroda tak terumpan dibagi dua jenis yaitu dengan logam pengisi dan tanpa logam pengisi. Kelompok elektroda terumpan juga dibagi dalam dua jenis berdasarkan kawat elektrodanya, yaitu kawat elektroda pejal dan kawat elektroda dengan inti fluks (Wiryosumarto & Okumura, 2000)



Gambar 2.4 Klasifikasi Las Busur gas

Sumber : (Wiryosumarto & Okumura, 2000)

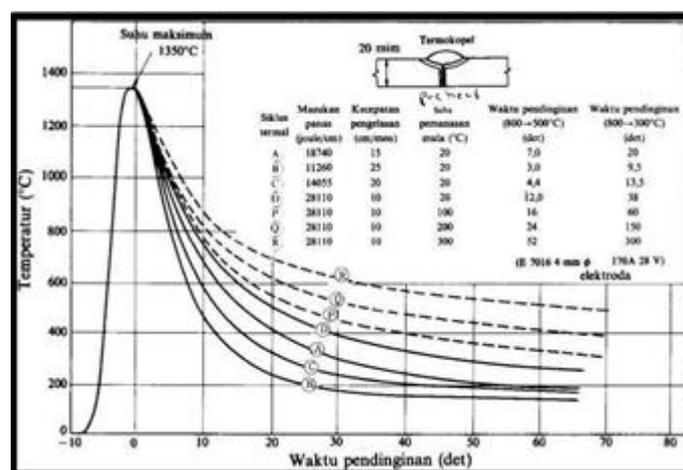
Pada saat ini umumnya gas pelindung yang digunakan berupa campuran dari gas CO₂ dan gas Ar. Penelitian ini menggunakan las busur gas dengan elektroda terumpan dengan kawat pejal yang menggunakan gas pelindung Karbondioksida (CO₂) karena bersifat oksidator. Pada penelitian proyek akhir ini mesin las yang digunakan yaitu Las MIG.

Sumber listrik yang digunakan untuk pengelasan dapat menggunakan arus listrik DC dan listrik AC. Arus listrik DC rangkaian listriknya dapat dengan polaritas lurus dimana kutub positif dihubungkan dengan logam induk dan kutub negatif dengan elektroda atau rangkaian sebaliknya yang disebut polaritas terbalik. Polaritas lurus elektron bergerak dari elektroda dan menumbuk logam induk dengan kecepatan yang tinggi sehingga dapat terjadi penetrasi yang dalam.

Elektroda yang tidak terjadi tumbukan elektron maka secara relatif suhu elektroda tidak terlalu tinggi sehingga polaritas lurus dapat digunakan arus yang besar, sedangkan dalam polaritas balik elektroda menjadi panas sehingga arus listrik yang dapat dialirkan menjadi rendah (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

2.1.4 Siklus Termal Daerah Las

Daerah lasan terdiri dari 3 bagian yaitu logam lasan, daerah pengaruh panas atau HAZ (Heat Affected Zone), dan logam induk yang tidak terpengaruh panas. Logam lasan merupakan bagian logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Logam didaerah pengelasan mengalami siklus termal yaitu pencairan kemudian pembekuan yang menyebabkan terjadinya perubahan struktur dari material. Logam induk adalah bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat. Daerah pengaruh panas atau HAZ (Heat Affected Zone) adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat (Wiryosumarto & Okumura, 2000).



Gambar 2.5 Siklus termal dalam las busur tangan

Sumber : (Wiryosumarto & Okumura, 2000)

Gambar 2.5 merupakan salah satu contoh siklus termal di sekitar lasan dengan kondisi pengelasan yang berbeda. Waktu pendinginan dalam temperature menjadi pengaruh dalam kualitas sambungan las.

2.2 Baja Karbon

Baja merupakan salah satu jenis logam ferro dengan unsur carbon (C) sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8 %, silikon' kurang dari 0,5 % dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon. Mangan dan silikon sengaja ditambahkan dalam proses pembuatan baja sebagai deoxidiser, untuk mengurangi pengaruh buruk dari beberapa unsur pengotoran. Baja paduan mengandung unsur-unsur paduan yang sengaja ditambahkan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu (Suarsana, 2014).

Perbedaan persentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara menjabarkan kandungan pada baja Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

a. Baja Karbon Rendah

Low carbon steel, kadar karbon sampai 0,2 %,.. sangat luas penggunaanya, sebagai baja koustruksi umum, untuk baja profit rangka bangunan, baja tulangan beton, rangka kendaraan, mur baut, pelat, pipa dan lain-lain. Baja ini kekuatannya relatif rendah, lunak, tetapi keuletannya liuggi, mudah dibentuk dan dimachining. Baja ini tidak dapat dikeraskan (Suarsana, 2014).

b. Baja Karbon Sedang

Medium carbon steel, kadar karbon 0,25-0,55 %, lebih kuat dan keras, dan dapat dikeraskan. Penggunaannya hampir sama dengan low carbon steel, digunakan untuk yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih tinggi. Juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, untuk poros, roda gigi, dan lainnya (Suarsana, 2014).

c. Baja Karbon Tinggi

High carbon steel, kadar karbon lebih dari 0,55 %, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah. Baja ini terutama digunakan untuk perkakas, yang biasanya memerlukan sifat tahan aus, misalnya untuk mata bor, hamer, tap dan perkakas tangan yang lain (Suarsana, 2014).

2.3 Baja AISI 1020

Baja karbon AISI 1020 merupakan golongan baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon 0,1998 %. Hal ini dibuktikan dengan pengujian komposisi dilakukan oleh PT Itokoh Ceperindo Klaten yang dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 2. 2 Komposisi Baja AISI 1020

Sumber : Hasil Uji Komposisi di PT Itokoh Ceperindo

C	Si	Mn	S	P	Cu
0,1998 %	0,2574 %	0,5512 %	0,0200 %	0,0224 %	0,0781 %

Dengan kadar karbon rendah yang dimiliki Baja AISI 1020, menjadikan baja ini memiliki sifat-sifat pengerjaan dan kekuatan yang sangat baik. Apabila baja ini diberikan perlakuan yang tepat maka akan didapatkan tarik dan keuletan sesuai dengan yang di inginkan.

2.3.1 Sifat Mekanik Baja AISI 1020

AWS <i>Mechanical Properties of Deposited Metals</i>			
Jenis	<i>Tensile Strenght</i> (Mpa)	<i>Yield Strenght</i> (Mpa)	<i>Elongation (%)</i>
AISI 1045	420	350	15

2.4 Baja AISI 1045

Baja Karbon AISI 1045 adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sekitar 0,37– 0,44. Baja ini termasuk golongan baja karbon menengah, dan setara dengan JIS S40C, B.S 080 A 40, ASTM A576. Kekuatan tariknya 589 Mpa.

Tabel 2. 3 Komposisi Baja AISI 1045

(Erick Wahyu,2018)

Fe	Ce	Mn	Si	Cr	Cu
99,1 %	0,40 %	0,39 %	0,11 %	0,02 %	0,02 %

2.4.1 Klasifikasi Baja AISI 1045

Baja dengan kadar karbon medium mempunyai sifat mampu tempa, cold drawing, machining, heat treating (termasuk flame hardening) serta mempunyai sifat ketahanan terhadap aus yang baik dengan melalui perlakuan flame atau induction hardening. Baja ini merupakan salah satu bahan untuk pembuatan kapak, baut, poros, machinery parts, lightly stressed gears, pinions forming dies, hydraulic shafting, pump shafts, piston rods dan lain lain.

Material baja AISI 1045 memiliki sifat mekanik sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Sifat Mekanik Baja AISI 1045

AWS			
Mechanical Properties of Deposited Metals			
Jenis	Tensile Strenght (Mpa)	Yield Strenght (Mpa)	Elongation (%)
AISI 1045	589	305	16

2.5 Kawat Las Baja Karbon ER70S-6

Kawat las ER70S-6 milik kawat tembaga berpelindung berpelindung rendah bersepuh tembaga, menggunakan CO₂ atau argon untuk pengelasan gas pelindung, digunakan untuk baja karbon dan kelas 500MPa baja paduan rendah tunggal dan multi-saluran pengelasan (seperti kendaraan, jembatan, konstruksi, pengelasan struktur mekanik), juga dapat digunakan untuk pengelasan pipa tipis, berkecepatan tinggi.

2.5.1 Komposisi Kawat Las Baja Karbon ER70S-6

Tabel 2. 5 Komposisi Kawat ER70S-6

C	Mn	Si	S	P	Cu
0,06-0,15	1,4-1,85	0,8-1,15	≤ 0,035	≤ 0,025	≤ 0,50

2.5.2 Sifat Mekanik Kawat Las Bajar Karbon ER70s-6

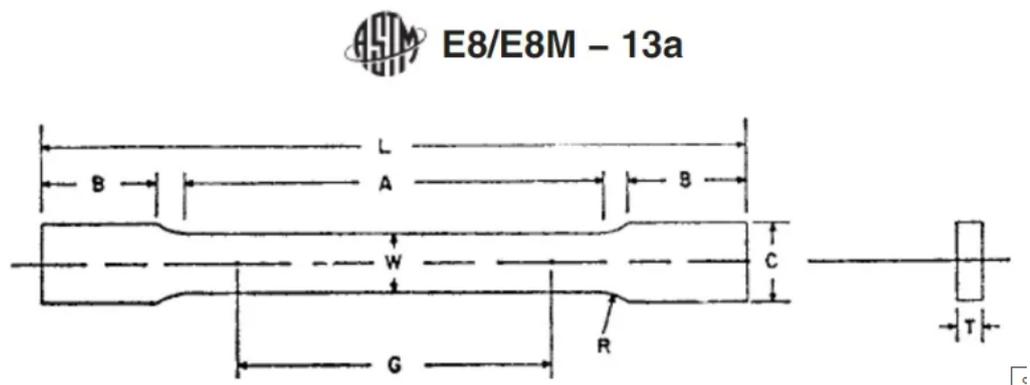
Tabel 2. 6 Sifat Mekanik Kawat ER70s-6 (ISO 9001)

AWS			
Mechanical Properties of Deposited Metals			
Jenis	Tensile Strenght (Mpa)	Yield Strenght (Mpa)	Elongation (%)
ER70S-6	580	485	30

2.6 Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan gaya tarik pada material yang berlawanan dengan arah menjauh dari titik tengah, atau dengan memberikan gaya pada salah satu ujung benda dan ujung lainnya yang diikat hingga benda putus dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu logam dan paduannya, khususnya pada kekuatan tarik material tersebut.

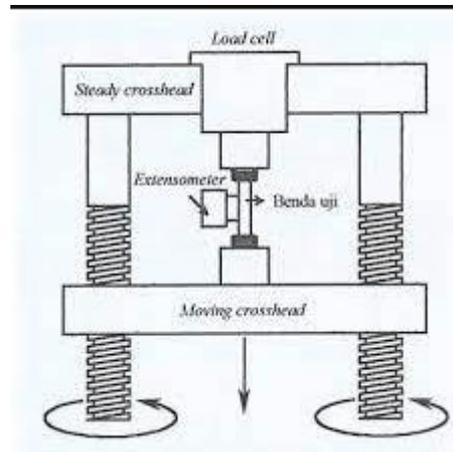
Standar dimensi yang digunakan pada spesimen pengujian tarik menggunakan ASTM E8 seperti pada gambar



Gambar 2.6 Standar dimensi spesimen uji tarik

Salah satu hal yang bisa menyebabkan kegagalan pada elemen sebuah konstruksi mesin adalah beban yang bekerja pada elemen mesin karena besarnya melebihi kekuatan material. Kekuatan merupakan sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kekuatan pada material dibagi menjadi dua bagian yaitu kekuatan tarik dan kekuatan luluh. Kekuatan material bisa diperoleh dari sebuah pengujian yang dikenal dengan nama uji tarik. Dari pengujian itu selain diperoleh spesimen kerja yang putus karena proses penarikan, juga dihasilkan sebuah kurva uji tarik. Kurva

ini merupakan gambaran dari proses pembebanan pada spesimen kerja mulai dari awal penarikan hingga specimen kerja itu putus. (Budiman, H, 2016)



Gambar 2.7 Prinsip kerja uji tarik

Pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa fenomena perpatahan ulet dan getas yang dapat dilihat dengan mata telanjang, sifat mekanik yang didapat dari uji tarik meliputi:

2.6.1 Tangangan luluh

Tegangan luluh atau titik luluh merupakan suatu gambaran kemampuan bahan menahan deformasi permanen bila digunakan dalam penggunaan struktural yang melibatkan pembebanan mekanik seperti tarik, tekan bending atau puntiran. Tegangan (stress) yang mengakibatkan bahan menunjukkan mekanisme luluh ini disebut tegangan luluh (yield stress). Di sisi lain, batas luluh ini harus dicapai ataupun dilewati bila bahan (logam) dipakai dalam proses manufaktur produk-produk logam seperti proses rolling, drawing, stretching dan sebagainya. Dapat dikatakan bahwa titik luluh adalah suatu tingkat tegangan yang tidak boleh dilewati dalam penggunaan struktural (in service) dan harus dilewati dalam proses manufaktur logam (forming process). Rumus tegangan luluh sebagai berikut :

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0}$$

Dimana σ_y : Tegangan *yield* ($\frac{kN}{mm^2}$)

P_y : Beban *yield* (kN)

2.6.2 Tegangan tarik maksimum / *ultimate*

Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perputahan (fracture). Nilai kekuatan tarik maksimum σ_{uts} ditentukan dari beban maksimum F_{maks} dibagi luas penampang awal A_0 . Rumus dari tegangan tarik maksimum sebagai berikut :

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_0}$$

Dimana σ_u : Tegangan *ultimate* ($\frac{kN}{mm^2}$)

P_u : Beban *ultimate* (kN)

2.6.3 Regangan

Regangan adalah pertambahan panjang suatu benda terhadap panjang mula-mula yang disebabkan oleh adanya gaya luar yang mempengaruhi benda. Rumus dari regangan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Dimana ε : regangan (%)

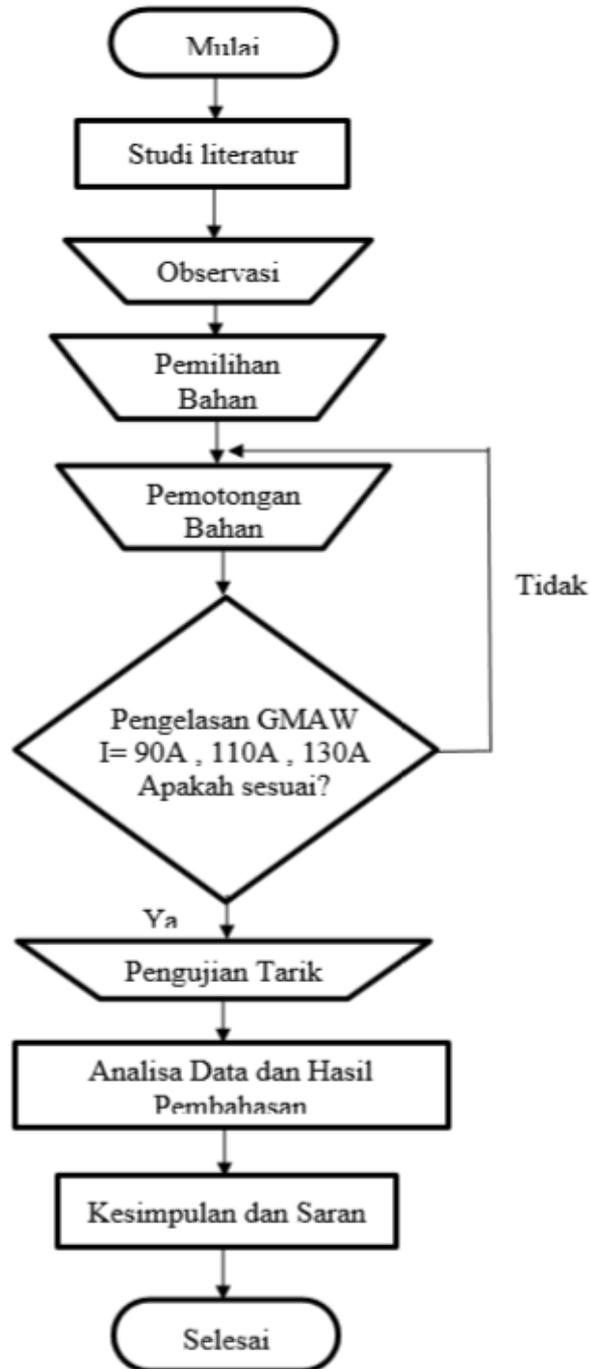
ΔL : pertambahan panjang (mm)

L_0 : panjang awal spesimen (mm)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Pada diagram alir diatas merupakan tahapan penelitian yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah suatu proses yang digunakan untuk melakukan pencarian dan proses mempelajari berbagai referensi mengenai pengelasan GMAW semi otomatis, Baja AISI 1020 dan AISI 1045 teori dari pengujian yang dapat dilakukan pada hasil pengelasan Baja tersebut, hal ini bertujuan untuk mempermudah proses penyusunan penelitian ini.

3.2.2 Observasi

Observasi merupakan tahapan untuk meninjau langsung ke lapangan mengenai penjual yang dapat menyediakan material Baja AISI 1020 sesuai dengan standarisasi dan melihat alat-alat yang akan digunakan dalam proses pengujian ini

3.2.3 Pemilihan Bahan

Merupakan tahapan dalam memilih bahan baja karbon.

3.2.4 Pemotongan Bahan

Proses dalam menyiapkan spesimen sesuai dengan bentuk dan ukuran yang telah ditentukan. Ukuran yang digunakan dalam pemotongan bahan yaitu panjang 100mm, lebar 50mm, dan tebal 10mm.

3.2.5 Pembuatan Spesimen

Proses menyiapkan spesimen yang digunakan untuk target penelitian, dalam pembuatannya harus memenuhi standar pengujian yang sudah ada, baik itu bentuk maupun ukurannya. Standar yang digunakan dalam pembuatan kampuh spesimen menggunakan ISO 9692 dimana sudut kampus 60° dan berbentuk single V.

3.2.6 Pengelasan GMAW

Dalam tahapan ini dilakukan pengelasan menggunakan pengelasan 1G atau pengelasan secara horizontal dan dilakukan sebanyak 3 kali pengelasan, dengan laju pengelasan

3.2.7 Pengujian Tarik

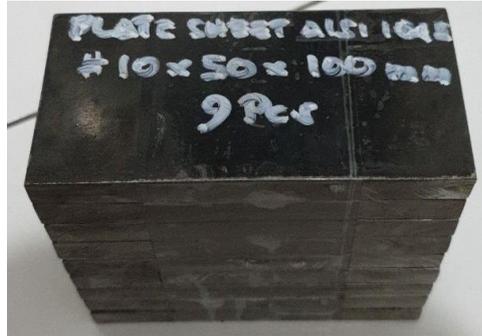
Setelah spesimen dibuat, untuk mengetahui uji tarik dari hasil pengelasan dengan perbedaan arus listrik las yang berbeda. sebelum melakukan pemotongan spesimen hasil pengelasan dilakukan penghalusan menggunakan gerinda. Pemotongan spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM E8.

3.2.8 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini data dari seluruh proses yang telah dilakukan pengumpulan, hal ini bertujuan untuk dilakukan proses analisa dan pembahasan pada akhir pembuatan penelitian ini.

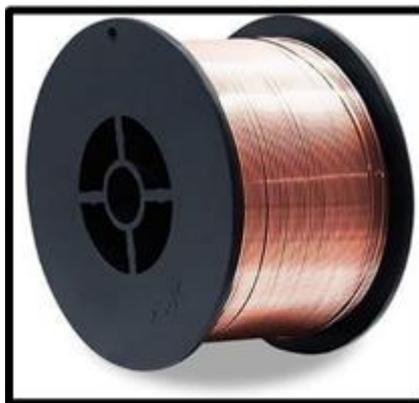
3.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini yaitu baja karbon AISI 1020 dan AISI 1045 tebal 10 mm dan Wire MIG ER70s-6 dengan gas pelindung CO₂.



Gambar 3.2 Baja karbon AISI 1020

Sumber : (indotrading.com)



Gambar 3.3 Wire mig ER70s-6

Sumber : (vector-welding.com)



Gambar 3.4 Tabung Gas CO2

Sumber : (dokumen pribadi)

3.4 Komponen Sistem Mesin Las GMAW Semi Otomatis

Penggunaan mesin las GMAW semi otomatis memiliki tujuan, yaitu untuk pembuatan setiap spesimen yang presisi agar mendapat data hasil uji yang valid.



Gambar 3.5 Mesin las semi otomatis

Sumber : (dokumen pribadi)

3.4.1 Mesin Las GMAW

Pada las GMAW, kawat las pengisi berfungsi sebagai elektroda yang diumpankan secara terus-menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung yang digunakan adalah karbondioksida. Las GMAW juga memiliki sifat yang baik, seperti memiliki busur listrik yang bagus dan memiliki percikan yang sedikit karena konsentrasi busur listrik yang tinggi sehingga memudahkan operasi pengelasan, ketika arus yang digunakan tinggi maka kecepatan juga menjadi tinggi sehingga memiliki efisiensi yang baik, memiliki ketangguhan, elastisitas, dan kedekatan udara yang baik.

Sifat-sifat ini disebabkan karena sifat dari busur yang dihasilkan. Keadaan busur listrik akan berbentuk runcing, inilah yang menyebabkan butir logam cair menjadi halus sehingga pemindahannya berlangsung cepat dan berlangsung seperti sedang disemburkan. Hal ini dipengaruhi karena polaritas listrik, tegangan listrik dan arus listrik. Pada penelitian ini tipe mesin las GMAW yang digunakan yaitu Rilon MIG 200 GW yang memiliki kapasitas maksimal arus 200 ampere, dan tegangan 24 volt



Gambar 3.6 Rilon MIG 200 GW

Sumber : (Indonesian.alibaba.com)

3.4.2 Motion Controller

Motion Controller yang digunakan dalam sistem las GMAW semi otomatis ini menggunakan tipe Autonics PMC-2HS-USB. Controller ini berfungsi sebagai motion control dan komunikasi antar software dengan alat.

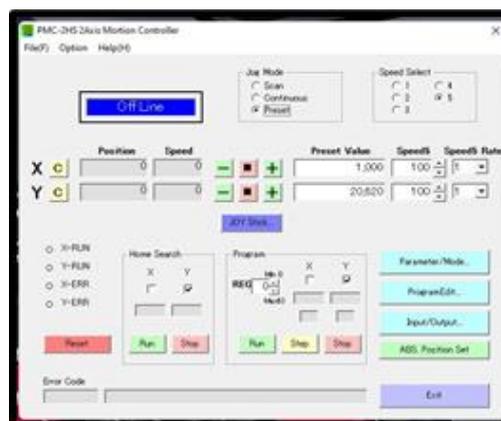


Gambar 3.7 Motion Controller PMC-2HS-USB

Sumber : (autoniconline.com)

3.4.3 Software

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah PMC by Autonics. Software ini berfungsi untuk mengatur koordinat, kecepatan, dan arah.



Gambar 3.8 User Interface software PMC

Sumber : (dokumen pribadi)

3.4.4 Motor Driver

Motor Driver merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mengolah sinyal yang dihasilkan dari motion controller. Sinyal yang masuk digunakan untuk mengendalikan arus motor. Pada penelitian ini tipe motor driver yang digunakan yaitu MD5-HF14 by Autonics.

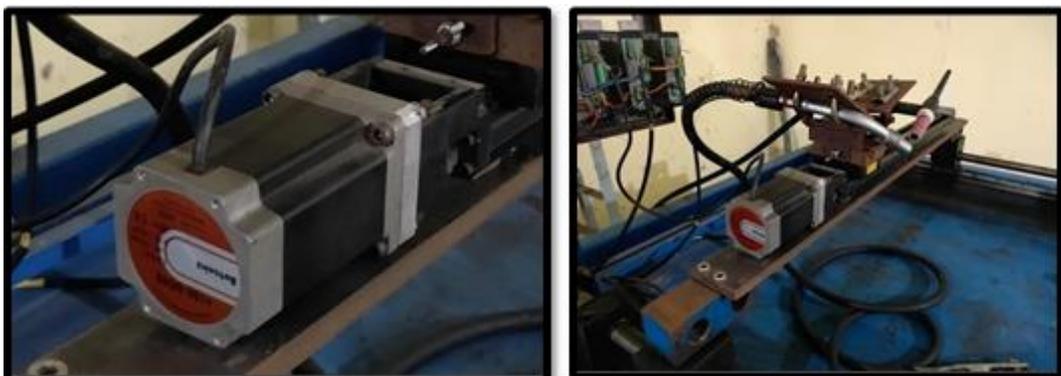


Gambar 3.9 Motor driver MD5-HF14

Sumber : (autonics.com)

3.4.5 Motor Stepper

Motor stepper ini memiliki fungsi sebagai penggerak shaft sumbu X dan Y. dalam penelitian ini hanya digunakan sumbu Y untuk menjalankan kepala busur las. Motor stepper yang digunakan pada penelitian ini yaitu Autonics A16K-M569.



Gambar 3.10 Motor stepper A16K-M569

Sumber : (dokumen pribadi)



Gambar 3.11 Sumbu Y

Sumber : (dokumen pribadi)

3.4.6 Power Supply

Power supply ini berfungsi untuk memberikan daya listrik untuk motion controller. Pada penelitian ini tipe power supply yang digunakan yaitu Autonics SPB-030-24

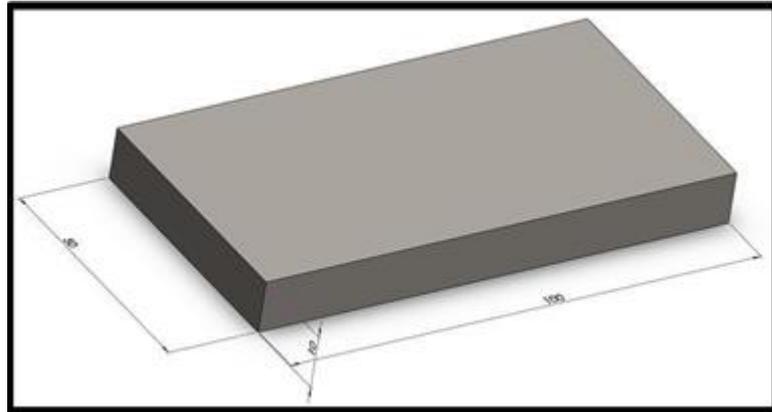


Gambar 3.12 Power supply

Sumber : (dokumen pribadi)

3.5 Pembuatan Spesimen

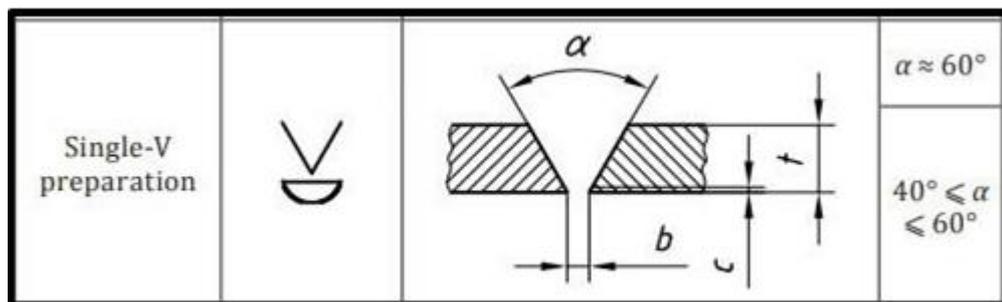
Penelitian ini menggunakan baja AISI 1020 dan AISI 1045 dengan ukuran bahan induk panjang 100 mm, lebar 50 mm, dan tebal 10 mm.



Gambar 3.13 Spesimen bahan induk

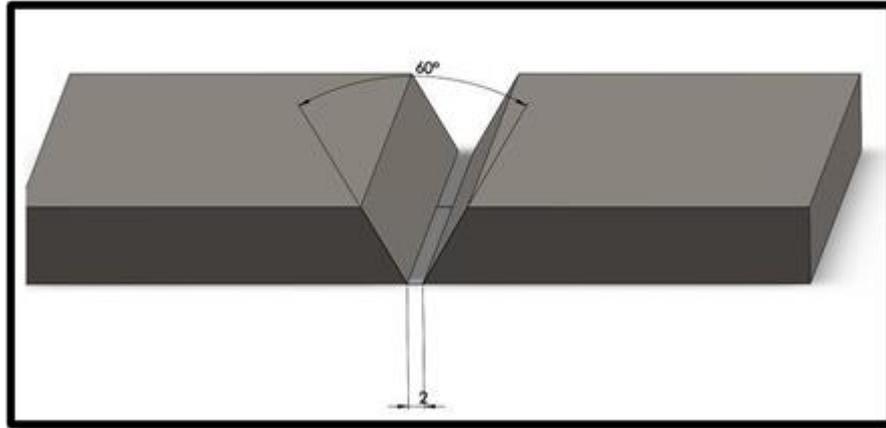
Sumber : (dokumen pribadi)

Dalam pembuatan kampuh pemotongan bahan induk menggunakan wire cut dengan mengacu pada standar ISO 9692 berbentuk Single-V tunggal dengan sudut kampuh 60° .



Gambar 3.14 Potongan sudut spesimen

Sumber : ISO 9692

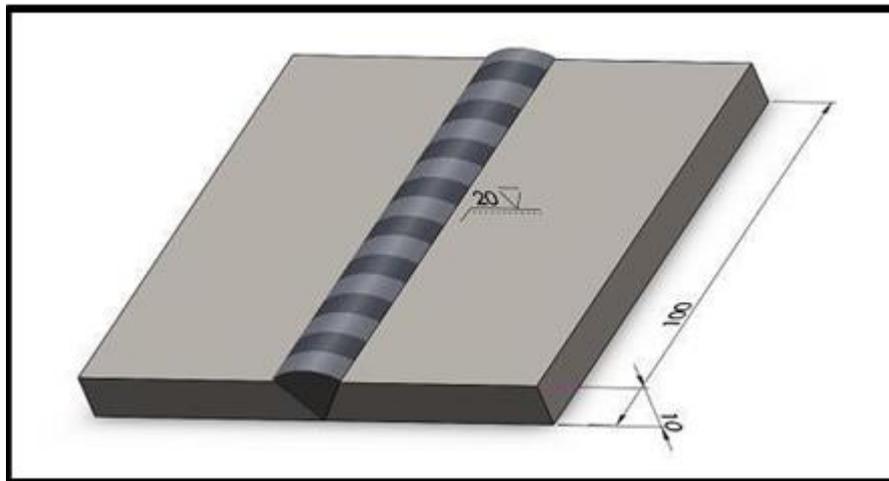


Gambar 3.15 Hasil pemotongan kampuh sesuai standari ISO 9692

Sumber : (dokumen pribadi)

3.6 Metode Pengelasan

Metode pengelasan menggunakan 1G yaitu pengelasan datar atau posisi hand down ,dalam melakukan pengelasan menggunakan motor stepper yang digunakan untuk pengelasan secara semi otomatis. Motor stepper yang digunakan pada penelitian ini yaitu Autonics A16K M569 .



Gambar 3.16 Pengelasan Flat 1G

Sumber : (dokumen pribadi)

3.7 Pengujian Tarik

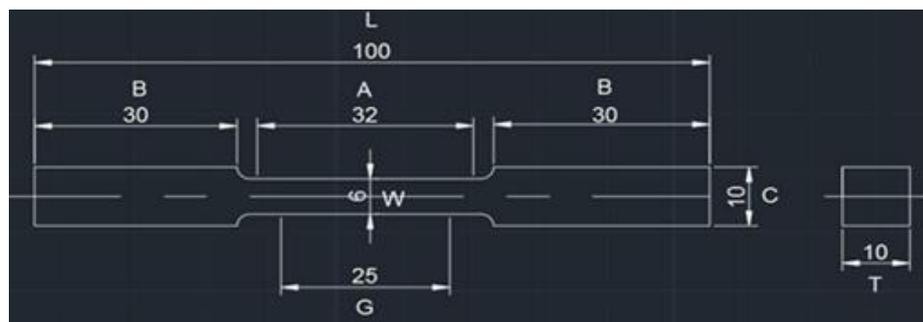
Setelah proses pengelasan selesai dilanjutkan proses pengujian tarik dilakukan secara langsung di laboratorium, dengan mengacu pada buku-buku pedoman seperti ASM dan ASTM, serta artikel atau jurnal terkait penelitian dengan tema yang serupa.

Dimensi spesimen pengujian tarik berdasarkan standard ASTM E8/E8M

	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
	mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gauge length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
F—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A—Length of reduced section, min	225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
B—Length of grip section, min (Note 9)	75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

Gambar 3.17 Dimensi spesimen uji tarik ASTM E8

Sumber : ASTM E8/E8M-13



Gambar 3.18 Ukuran spesimen tarik sesuai standar ASTM E8

Sumber : (dokumen pribadi)

Keterangan:

Gage Length (G) : 25 mm

Length of reduced section (A) : 32 mm

Width (W) : 6 mm

Thickness (T) : 10 m

Radius of fillet (R) : 6 mm

Overall length : 100 mm

Width of grip section : 10 mm

Length of grip section : 30 mm

3.8 Peralatan Pengujian

Alat uji tarik yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan *Computer Universal Testing Machines*



Gambar 3.19. *Computer universal testing machines*

Sumber : (pengelasan.net)

3.9 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan berfokus pada pengaruh arus pada mesin las GMAW terhadap nilai tarik dan yang terbentuk. Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baja AISI 1020 dan AISI 1045 dengan pengisi *wire mig* ER70s-6 diameter 1mm dengan parameter kecepatan pengelasan yang tetap yaitu 5mm/detik. Variabel Arus las yang digunakan yaitu 90A, 110A, dan 130A dengan voltage yang tetap yaitu 24 V. Semua spesimen dilakukan pengelasan menggunakan mesin las GMAW semi otomatis, tujuannya untuk menghasilkan data pengujian dengan tingkat presisi yang tinggi.

Metode pengelasan menggunakan metode 1G dengan kampuh *single V* 60 mengacu pada ISO 9692, pemotongan spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM E8

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengelasan Baja

Pada tahap awal, peneliti melakukan proses pengelasan pada baja menggunakan metode posisi hand down atau 1G dengan alat mesin las semi otomatis. Pengelasan dilakukan secara bertahap mencapai 3 lapis pengelasan dengan hasil sebagai berikut:

4.1.1 Hasil pengelasan baja AISI 1020 dengan kuat arus 90A



Gambar 4.1. Pengelasan baja AISI 1020 arus 90A

Berdasarkan hasil pengelasan pada baja AISI 1020 dengan kuat arus 90 *ampere* setelah dilakukan pengelasan selama 3 lapisan terdapat adanya sedikit *spatter*. Hasil pengelasan pada baja, memiliki volume logam las yang lebih besar dan lebih rapi. Terak sisa gas CO₂ lebih sedikit.

4.1.2 Hasil pengelasan baja AISI 1020 dengan kuat arus 110A



Gambar 4.2 Pengelasan baja AISI 1020 arus 90A

Hasil pengelasan yang dilakukan oleh peneliti pada baja AISI 1020 dengan kuat arus 110 *ampere*, menunjukkan hasil pengelasan yang baik, kedalaman perambatan panas mampu mencairkan baja dengan maksimal. Hasil ini dapat dilihat dari permukaan pengelasan baja dengan hasil volume yang tebal merata, dan terlihat lurus.

4.1.3 Hasil pengelasan baja AISI 1020 dengan kuat arus 130A



Gambar 4.3. Hasil pengelasan baja AISI 1020 arus 130A

Hasil pengelasan pada gambar yang dilakukan peneliti pada baja AISI 1020 dengan kuat arus 130 ampere diatas, menunjukkan hasil pengelasan yang cukup bagus. Hasil pengelasan tidak ditemukan adanya spatter. Kedalaman perambatan panas dengan menggunakan kekuatan arus 130 ampere cukup stabil.

4.1.4 Hasil pengelasan baja AISI 1045 dengan kuat arus 90A



Gambar 4.4. Hasil pengelasan baja AISI 1045 arus 90A

Hasil pengelasan yang dilakukan oleh peneliti pada baja AISI 1020 dengan kuat arus 110 ampere, menunjukkan hasil pengelasan yang baik, kedalaman perambatan panas mampu mencairkan baja dengan maksimal. Hasil ini dapat dilihat dari permukaan pengelasan baja dengan hasil volume yang tebal merata, dan terlihat lurus.

4.1.5. Hasil pengelasan baja AISI 1045 dengan kuat arus 110A



Gambar 4.5 Hasil pengelasan baja AISI 1045 arus 110A

Berdasarkan hasil pengelasan pada baja AISI 1045 tidak ditemukan adanya *spatter*. Pengelasan pada baja AISI 1045 ini menggunakan kekuatan arus sebesar 110 *ampere*. Arus pada pengelasan ini sangat stabil terlihat dari hasil pengelasan yang rapi.

4.1.6. Hasil pengelasan baja AISI 1045 dengan kuat arus 130A



Gambar 4.6 Hasil pengelasan baja AISI 1045 arus 130A

Hasil penelitian pada pengelasan baja AISI 1045 dengan kekuatan arus 130 *ampere* menunjukkan hasil yang baik. Hal ini dapat dilihat dari volume hasil

pengelasan yang lebih rapi dan rata. Pengelasan baja AISI 1045 ini mendapatkan hasil penetrasi pengelasan maksimal dan dalam.

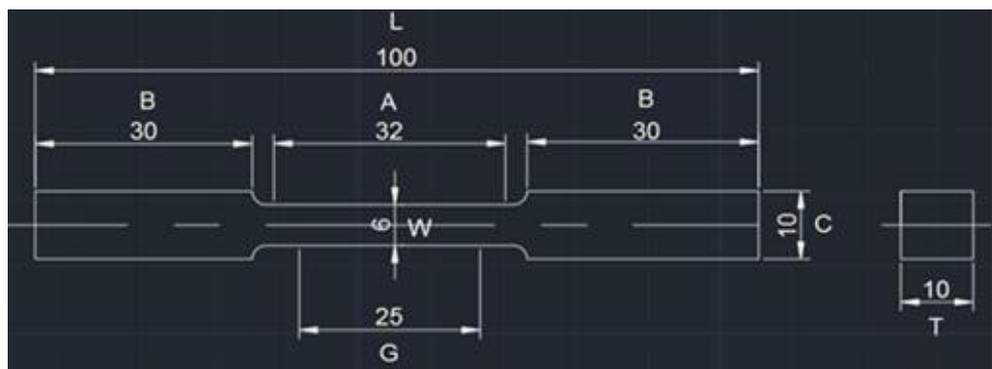
4.1 Hasil Pemotongan Baja *Wirecut*

4.2.1. Hasil pemotongan baja *wirecut* baja AISI 1020 dan AISI 1045



Gambar 4.7 Hasil pemotongan baja wirecut baja AISI 1020 dan AISI 1045

Hasil pemotongan *wirecut* pada spesimen baja AISI 1020 dan AISI 1045 dengan tiga kekuatan ampere yang berbeda didapati hasil yang sangat baik. Hal ini terjadi karena pemotongan *wirecut* yang dilakukan oleh peneliti menggunakan pendingin rendam. Pemotongan specimen yang dilakukan peneliti mengacu pada standar ASTM E8 dengan ukuran sebagai berikut:



Gambar 4.8 Ukuran spesimen baja sesuai standar ASTM E8

Keterangan ukuran pemotongan baja

Gage Length (G) : 25 mm

Length of reduced section (A) : 32 mm

Width (W) : 6 mm

Thickness (T) : 10 m

Overall length : 100 mm

Length of grip section : 30 mm

4.3 Hasil Pengujian Uji Tarik

Pada dasarnya peneliti mengacu pada standart ASTM E8, pengujian tarik dilakukan pada benda hasil pengelasan baja AISI 1020 dan baja AISI 1045 dengan variasi kuat arus yang berbeda. Setelah dilakukan pengujian tarik didapatkan hasil data beban tarik dan pertambahan panjang atau elongasi. Dari data tersebut dapat menghitung kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas dari setiap benda uji. Langkah – langkah perhitungan sebagai berikut;

1. Beban uji tarik mengacu pada hasil uji tarik yang telah dilakukan dengan standar ASTM E8
 2. Sebelum dilakukan perhitungan kekuatan tarik pada spesiment, luas penampang spesiment harus dicari terlebih dahulu, menggunakan cara berikut
- A = Luas Penampang Spesimen 1020_90_1

$$= \text{Tebal} \times \text{Lebar}$$

$$= 10 \text{ mm} \times 5.98 \text{ mm}$$

$$= 59.8 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kekuatan Tarik Maksimum}(\sigma_{max}) &= \frac{\text{Beban Tarik Maksimum (kN)}}{\text{Luas Penampang (mm}^2\text{)}} \\
 &= \frac{24.61 \text{ kN}}{59.8 \text{ mm}^2} \\
 &= 411.54 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

3. Setelah diperoleh pertambahan Panjang, maka dapat dicari regangan

sebagai berikut:

$$\Delta L \text{ (mm)} \quad = \text{Pertambahan Panjang} = 4,2 \text{ mm}$$

$$L_0 \quad = \text{Panjang mula-mula} = 100 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$= \frac{3,28 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} \times 100\% = 3,28 \%$$

Data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada tabel berikut ini:

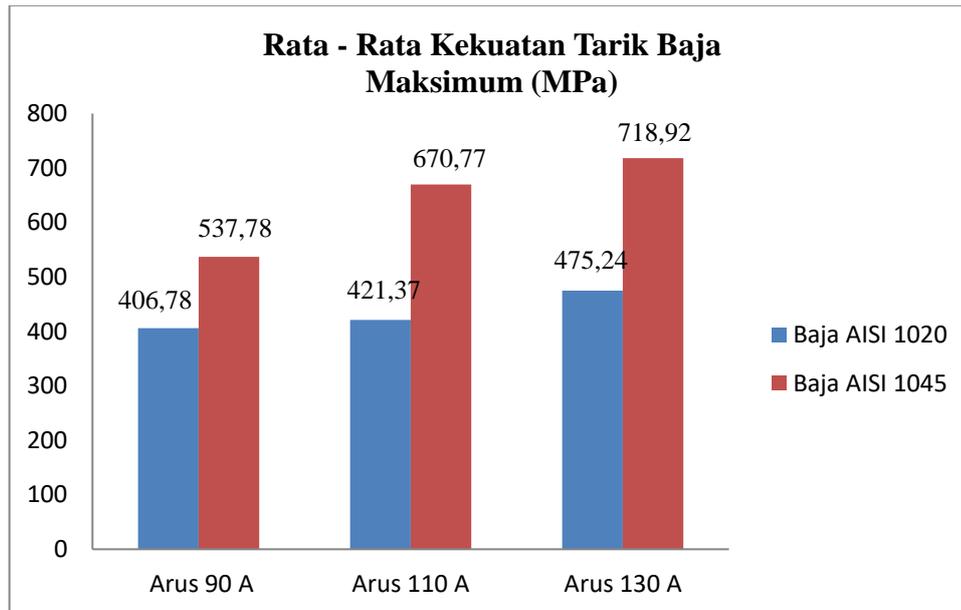
4.3.1 Hasil pengujian tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan luluh/*yield strength*, kekuatan tarik maksimum dan regangan dari material baja AISI 1020 dan baja AISI 1045 dengan variasi kuat arus 90A, 110A dan 130A.

Tabel 4. 1 Hasil pengolahan data uji tarik baja AISI 1020 dan AISI 1045

No.	Variasi Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	ΔL (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	1020_90A_1	10,00	5,98	24,61	3,28	411,54	3,28
2	1020_90A_2	10	6,01	24,32	3,52	404,66	3,52
3	1020_90A_3	9,98	6,00	24,20	3,16	404,14	3,16
4	1020_110A_1	9,95	6,03	25,22	4,21	420,34	4,21
5	1020_110A_2	10,02	6,00	25,74	4,16	428,14	4,16
6	1020_110A_3	9,95	6,05	25,02	4,25	415,63	4,25
7	1020_130A_1	9,9	6,01	29,00	5,01	487,40	5,01
8	1020_130A_2	10	6,04	28,42	5,14	470,53	5,14
9	1020_130A_3	9,95	6,08	28,30	5,09	467,80	5,09
10	1045_90A_1	9,98	6,02	34,01	3,94	566,08	3,94
11	1045_90A_2	10,02	6,05	32,16	3,57	530,51	3,57
12	1045_90A_3	9,96	6,00	30,88	3,85	516,73	3,85
13	1045_110A_1	9,94	6,01	40,44	4,12	676,94	4,12
14	1045_110A_2	10	6,06	40,31	4,05	665,18	4,05
15	1045_110A_3	9,96	6,03	40,25	4,48	670,18	4,48
16	1045_130A_1	10,04	6,00	43,12	5,06	715,80	5,06
17	1045_130A_2	9,94	6,04	43,02	5,12	716,55	5,12
18	1045_130A_3	9,98	6,01	43,45	4,98	724,41	4,98

Dari tabel 4.1 dapat diperoleh diagram grafik kekuatan tarik maksimum dan regangan.



Gambar 4.8 Grafik rata-rata kekuatan tarik baja maksimum

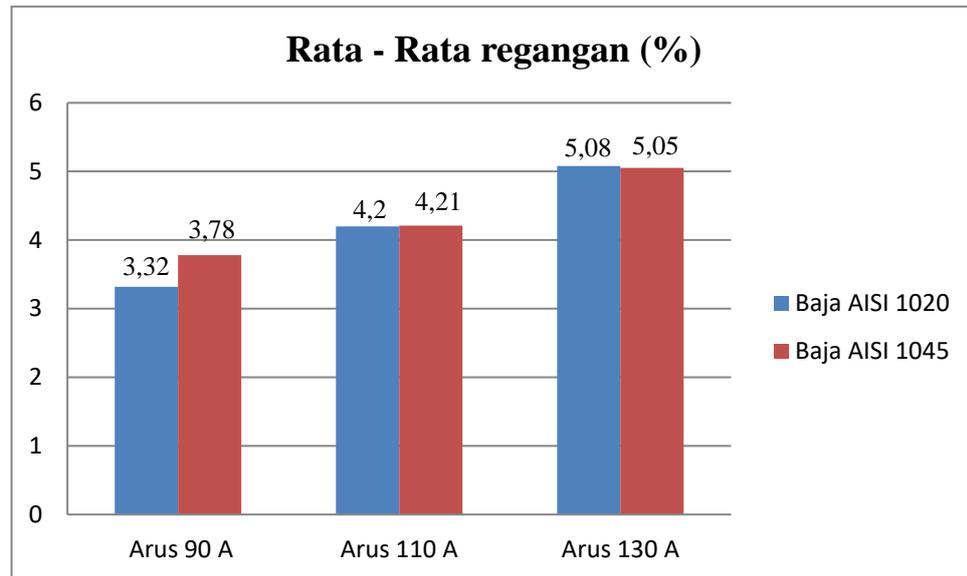
Peneliti melakukan pengujian tarik maksimum pada baja AISI 1020 dan AISI 1045 sebanyak 3 kali uji dengan variasi kuat arus yang berbeda, yaitu 90A, 110A dan 130A. Hasil pengujian pada baja AISI 1020 dengan arus 90A menunjukkan hasil kekuatan tarik maksimum sebesar 406,78 MPa sedangkan pada arus 110A menunjukkan hasil sebesar 421,37 MPa dan arus 130A sebesar 475,24 MPa. Hasil pengujian pada baja AISI 1045 dengan arus 90A menunjukkan kekuatan tarik maksimum sebesar 537,78 MPa sedangkan pada arus 110A menunjukkan hasil sebesar 670,77 MPa dan arus 130A sebesar 718,92 MPa.

Dari gambar 4.9 adanya kenaikan kekuatan tarik maksimum terhadap kuat arus, kekuatan tarik maksimum tertinggi baja AISI 1020 terdapat pada kuat arus 130A dengan nilai tarik maksimum sebesar 475,24 MPa, sedangkan pada baja AISI 1045 terdapat pada kuat arus 130A dengan nilai tarik maksimum sebesar 718,92 MPa.

Adanya kenaikan rata-rata pada kekuatan baja tarik maksimum dipengaruhi oleh *heat input* (masukan panas) pada saat proses pengelasan, Heat input pada las sangat mempengaruhi struktur fase, ketangguhan, laju pendinginan serta distorsi. Komposisi kimia pada weld zone (WZ) dan level heat input secara langsung berakibat pada struktur mikro dan ketangguhan las. *Heat input* akan mempengaruhi laju pendinginan las, yang berakibat pada perubahan struktur mikro pada las. *Heat input* yang tinggi akan menyebabkan terjadinya distorsi yang besar baik distorsi sudut, distorsi lengkung, maupun buckling pada pelat tipis. Hal ini dikarenakan heat input yang besar akan menyebabkan regangan thermal yang tidak merata semakin besar sehingga regangan ini berakibat pada distorsi pada benda yang tidak ditahan pada ujungnya.

Pada hal ini variasi kuat arus pengelasan sangat berpengaruh pada kekuatan tarik dan kekuatan impact suatu material. Dimulai dari rapuh, yakni pada kuat arus yang sangat rendah. Pada tahap ini, akibat kuat arus yang sangat rendah mengakibatkan ukuran butir mengecil sehingga jarak antar butir semakin jauh, ikatan melemah, dan rapuh (Raharjo, 2012). Dengan demikian material amat mudah patah, sehingga energi yang dibutuhkan untuk menarik dan mematahkannya sangat kecil pula. Selanjutnya dengan bertambahnya kuat arus pengelasan, maka ukuran butir makin membesar sehingga jaraknya semakin dekat dan ikatannya menguat serta kekuatan tarik dan ketangguhannya meningkat, namun masih getas (Rubijanto, 2012). Dengan demikian kekuatan tarik dan kekuatan impactnya meningkat. Kemudian apabila temperatur makin meningkat, hingga material mencapai keuletan sampai pada temperatur maksimalnya, energi yang dibutuhkan untuk menarik dan

mematahkannya akan bertambah pula sampai nilai maksimum. Selanjutnya jika lewat dari titik ini, maka energi akan menurun karena adanya deformasi (Suherman, 1988).



Gambar 5.0. Grafik rata – rata regangan

Peneliti mendapatkan data regangan dari pengujian tarik pada baja AISI 1020 dan AISI 1045 sebanyak 3 kali uji dengan variasi kuat arus yang berbeda, yaitu 90A, 110A dan 130A. Hasil pengujian pada baja AISI 1020 dengan arus 90A menunjukkan hasil regangan sebesar 3,32% sedangkan pada arus 110A menunjukkan hasil sebesar 4,2% dan arus 130A sebesar 5,08%. Hasil pengujian pada baja AISI 1045 dengan arus 90A menunjukkan kekuatan tarik maksimum sebesar 3,78% sedangkan pada arus 110A menunjukkan hasil sebesar 4,21% dan arus 130A sebesar 5,05%..

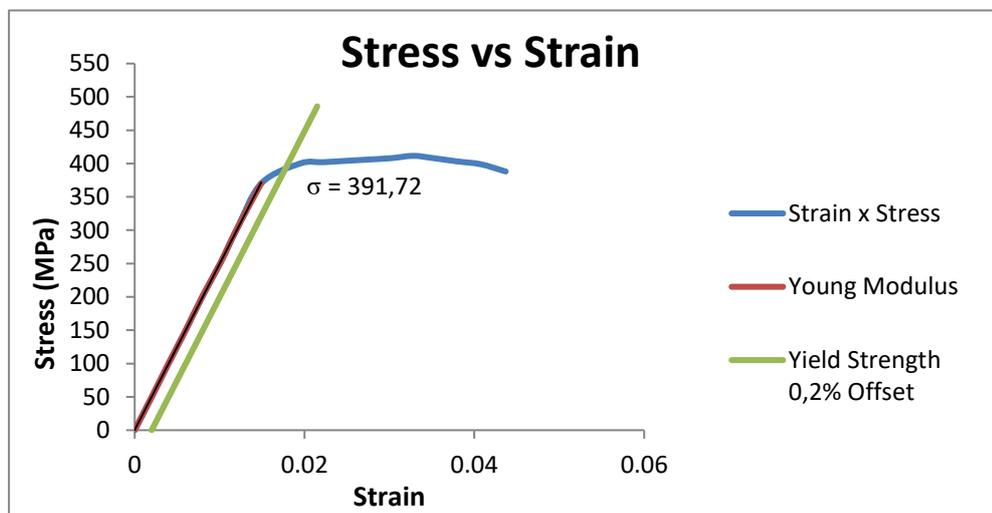
Dari gambar 5.0 adanya regangan terhadap kuat arus , regangan tertinggi baja AISI 1020 terdapat pada kuat arus 130A dengan nilai regangan sebesar 5,08%

, sedangkan pada baja AISI 1045 terdapat pada kuat arus 130A dengan nilai regangan sebesar 5,05%.

4.3.2 Hasil pengujian kekuatan luluh

Dari hasil pengujian peneliti mendapatkan data kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1020 dan AISI 1045 variasi kuat arus 90A,110A dan 130A dengan metode offset 0,2% ,

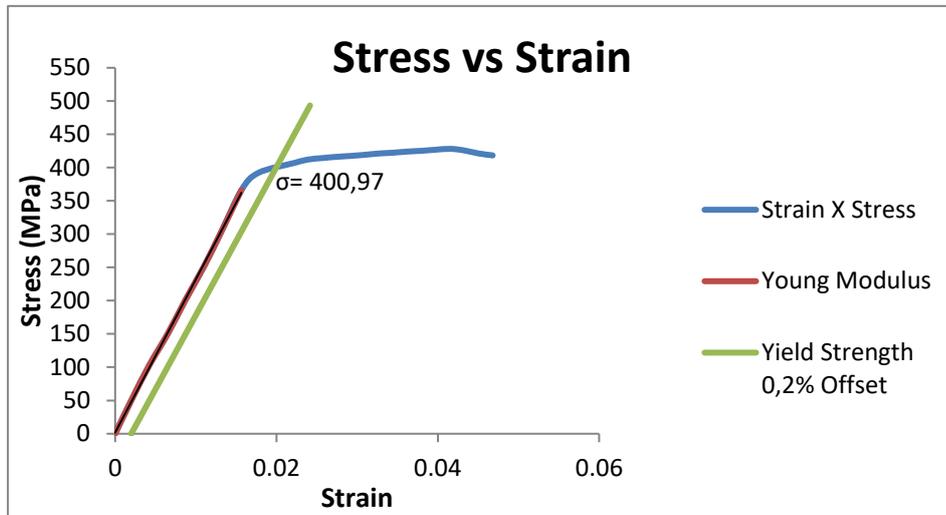
4.3.2.1 Baja AISI 1020 kuat arus 90A



Gambar 5.1 Grafik stress vs strain baja AISI 1020 kuat arus 90A

Dari gambar 5.1 hasil kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1020 kuat arus 90A didapatkan pada saat tekanan/stress mencapai titik 391.72 MPa.

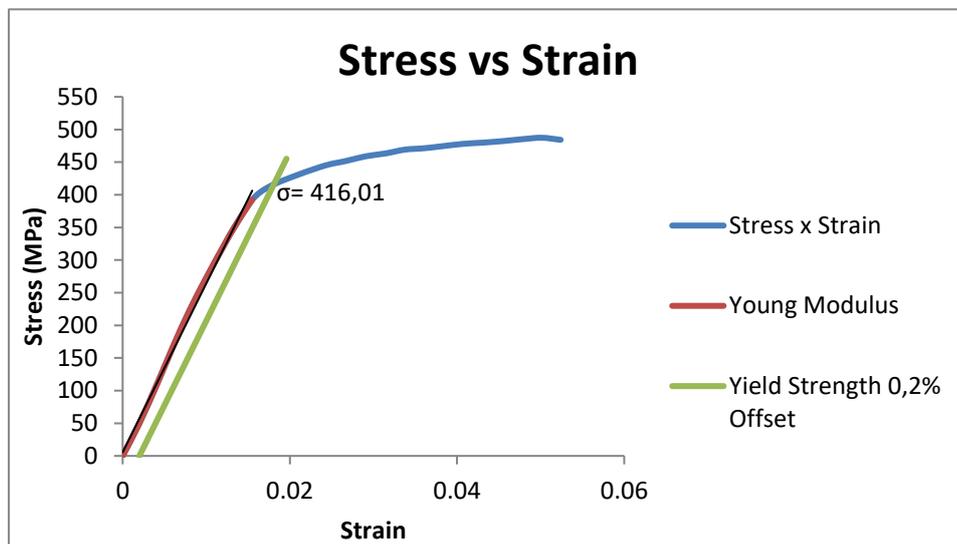
4.3.2.2 Baja AISI 1020 kuat arus 110A



Gambar 5.2 Grafik stress vs strain baja AISI 1020 kuat arus 110A

Dari gambar 5.2 hasil kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1020 kuat arus 110A didapatkan pada saat tekanan / *stress* mencapai titik 400,97 MPa.

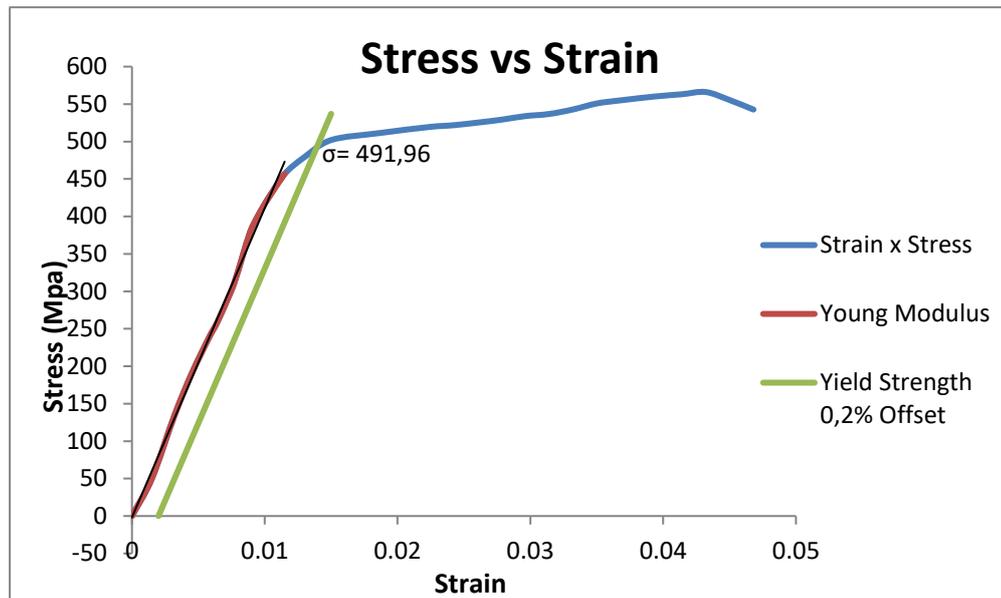
4.3.2.3 Baja AISI 1020 kuat arus 130A



Gambar 5.3 Grafik stress vs strain baja AISI 1020 kuat arus 130A

Dari gambar 5.3 hasil kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1020 kuat arus 130A didapatkan pada saat tekanan / *stress* mencapai titik 416,01 MPa.

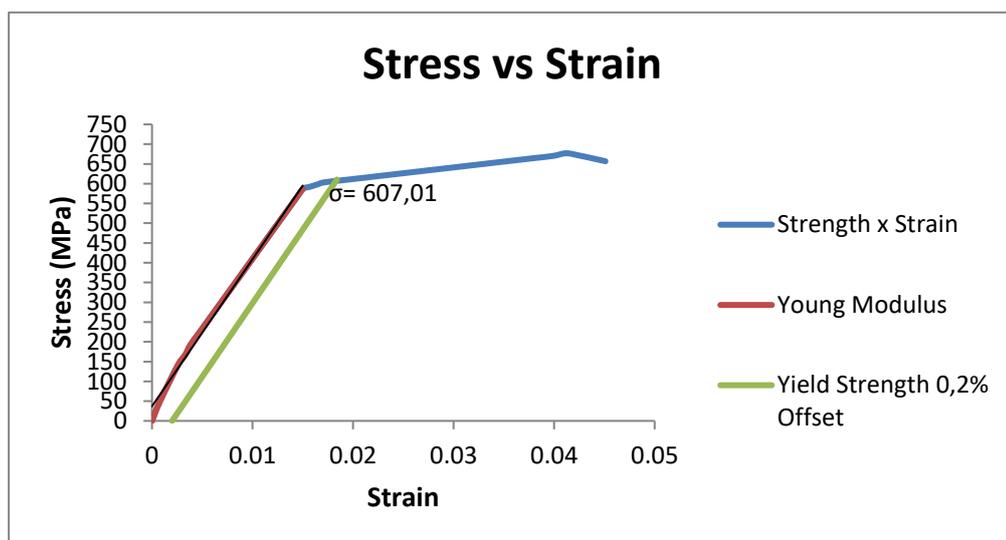
4.3.2.4 Baja AISI 1045 kuat arus 90A



Gambar 5.4 Grafik stress vs strain baja AISI 1045 kuat arus 130A

Dari gambar 5.4 hasil kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1045 kuat arus 90A didapatkan pada saat tekanan / *stress* mencapai titik 491,96 MPa.

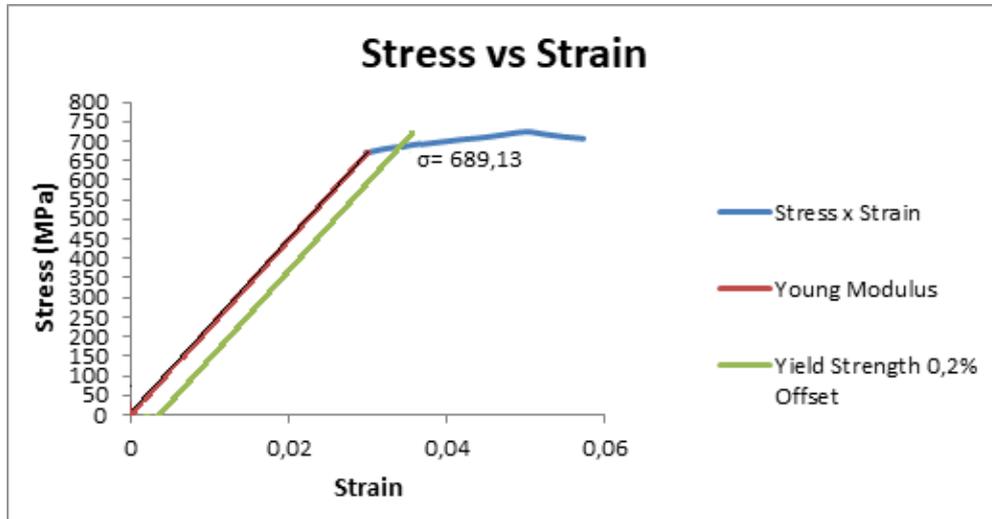
4.3.2.5 Baja AISI 1045 kuat arus 110A



Gambar 5.5 Grafik stress vs strain baja AISI 1045 kuat arus 110A

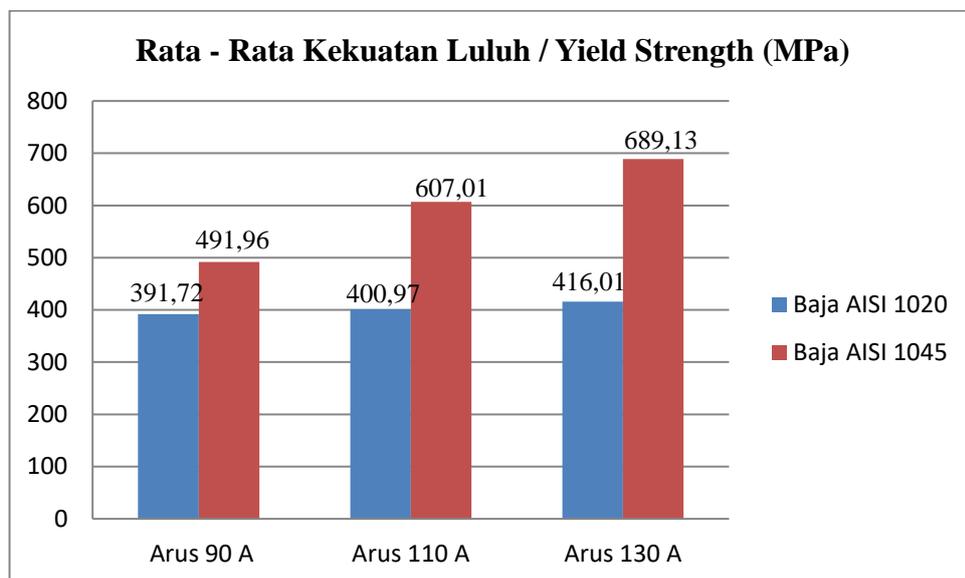
Dari gambar 5.5 hasil kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1045 kuat arus 110A didapatkan pada saat tekanan / *stress* mencapai titik 607,01 MPa

4.3.2.6 Baja AISI 1045 kuat arus 130A



Gambar 5.6 Grafik stress vs strain baja AISI 1045 kuat arus 110A

Dari gambar 5.6 hasil kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1045 kuat arus 130A didapatkan pada saat tekanan/*stress* mencapai titik 689,13 MPa.



Gambar 5.7 Grafik kekuatan luluh

Peneliti mendapatkan data kekuatan luluh/*yield strenght* dari pengujian tarik pada baja AISI 1020 dan AISI 1045 sebanyak 3 kali uji dengan variasi kuat arus yang berbeda, yaitu 90A, 110A dan 130A. Hasil pengujian pada baja AISI 1020 dengan arus 90A menunjukkan hasil kekuatan luluh sebesar 391,72 MPa sedangkan

pada arus 110A menunjukkan hasil sebesar 400,97 MPa dan arus 130A sebesar 416,01 MPa. Hasil pengujian pada baja AISI 1045 dengan arus 90A menunjukkan kekuatan tarik maksimum sebesar 491,96 MPa sedangkan pada arus 110A menunjukkan hasil sebesar 607,01 MPa dan arus 130A sebesar 689,13 MPa.

Dari gambar 5.7 adanya kenaikan kekuatan luluh terhadap kuat arus , kekuatan luluh tertinggi baja AISI 1020 terdapat pada kuat arus 130A dengan nilai tarik maksimum sebesar 416,01 MPa , sedangkan pada baja AISI 1045 terdapat pada kuat arus 130A dengan nilai tarik maksimum sebesar 689,13 MPa.

4.4 Hasil Patahan Uji Tarik

Data yang didapat dari hasil penelitian diketahui ada perbedaan nilai tengangan maksimum dari baja AISI 1020 dan AISI 1045 yang dikenai proses pengelasan dari tiga variasi arus pengelasan 90A,110A dan 130A,

Hasil pengujian spesimen dari pengelasan baja AISI 1020 dengan variasi arus listrik mengalami patah ulet. dimana patahan disertai perubahan bentuk plastis (*plastis deformation*) atau permukaan patahan nampak halus serta terdapat pengecilan penampang (*necking*) seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 5.8 Hasil patahan uji tarik baja AISI 1020

Sedangkan pada baja AISI 1045 dengan variasi arus listrik hasil pengujian tarik didapati patahan getas, dimana patahan tidak disertai perubahan bentuk plastis (*plastic deformation*) atau permukaan patahan nampak kasar seperti yang ditunjukkan oleh gambar dibawah ini.



Gambar 5.9 Hasil patahan uji tarik baja AISI 1045

Struktur mikro logam induk terdiri dari perlit dan ferrit bila dilihat pada struktur mikro, diketahui bahwa kenaikan kuat arus pengelasan diikuti dengan bertambahnya jumlah *widmanstatten ferrite* yang terbentuk. Sehingga dapat dipastikan bahwa nilai kekerasan juga akan meningkat (Santoso, T.B, 2015).

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian pembahasan di atas, maka peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil penelitian yang dilakukan pada pengelasan baja AISI 1020 dan AISI 1045 menggunakan kekuatan arus sebesar 90A, 110A, dan 130A. Hasil pengelasan didapatkan perbedaan rata-rata kekuatan tarik (MPa). Rata-rata tegangan yang dihasilkan baja AISI 1020 pada arus 90A sebesar 406,78 MPa, kekuatan arus 110A sebesar 421,37 MPa, dan kekuatan arus 130A sebesar 475,24 MPa. Pada pengelasan baja AISI 1045 diperoleh rata-rata tegangan pada arus 90A sebesar 537,77 MPa, kekuatan arus 110A sebesar 670,76 MPa, dan kekuatan arus 130A sebesar 718,92 MPa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar kekuatan arus yang digunakan, maka semakin besar hasil tegangan yang dihasilkan.
2. Hasil penelitian kekuatan luluh / *yield strength* pada baja AISI 1020 dan AISI 1045 menggunakan kekuatan arus sebesar 90A, 110A, dan 130A. Hasil pengujian didapatkan perbedaan kekuatan luluh / *yield strength* (MPa). Rata-rata kekuatan luluh yang dihasilkan baja AISI 1020 pada arus 90A sebesar 391,72 MPa kekuatan arus 110A sebesar 400,97 MPa dan kekuatan arus 130A sebesar 416,01 MPa. Pada pengelasan Baja AISI 1045 diperoleh rata-rata kekuatan luluh / *yield strength* pada arus 90A sebesar 491,92 MPa kekuatan arus 110A sebesar 607,01 MPa, dan kekuatan arus 130A sebesar 689,13 Mpa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin besar kekuatan arus yang

digunakan, maka semakin besar kekuatan luluh / *yield strength* yang dihasilkan.

3. Hasil penelitian regangan pada baja AISI 1020 dan AISI 1045 menggunakan kekuatan arus sebesar 90A, 110A, dan 130A. Hasil pengelasan didapatkan perbedaan rata-rata regangan (%). Rata-rata tegangan yang dihasilkan baja AISI 1020 pada arus 90A sebesar 3,32%, kekuatan arus 110A sebesar 4,20% dan kekuatan arus 130A sebesar 5,08 %. Pada pengelasan Baja AISI 1045 diperoleh rata-rata regangan pada arus 90A sebesar 3,78%, kekuatan arus 110A sebesar 4,21%, dan kekuatan arus 130A sebesar 5,05%. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin besar kekuatan arus yang digunakan, maka semakin besar regangan yang dihasilkan.

5.2. Saran

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti selama melakukan penelitian, peneliti memiliki saran sebagai berikut:

1. Dalam melakukan pengelasan sebaiknya melakukan pentitikan terlebih dahulu agar meminimalisir pergerakan yang tidak diinginkan saat pengelasan.
2. Pemotongan *wirecut* sebaiknya menggunakan pendingin rendam. Hal ini dilakukan agar meminimalisir terjadinya kebengkokan pada spesimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A., & dkk. (2012). Pengaruh Preheat Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Sambungan Las GTAW Material Baja Paduan yang digunakan Pada Superheater Boiler. Seminar Nasional Pascasarjana XII Jurusan Teknik Mesin dan Industri, (pp. 1-5).
- ASTM Internasional (E8/E8M - 08). *Standar Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. 2010. United States of America
- Daryanto. (2012). Teknik Las. Bandung: CV Alfabeta.
- Dieter, G. (1986). Metalurgi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Fakri, Z., & Juhan, N. (2019). Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan GMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Baja AISI 1050 (*Analysis Of The Effect of The GMAW Welding Current On The Toughness Of The AISI 1050 Material Welding Joints*). In *Journal of Welding Technology* (Vol. 1, Issue 1).
- Ishak, S., Asiri, M. H., & Kamil, K. (2020). Analisis Sambungan Las MIG pada Baja Karbon Rendah Variasi Kampuh Las V, I dan K terhadap Kekuatan Tarik. teknologi Vol. 21 No. 1.
- Kosasih, W., Adianto, & Erickson. (2015). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Bucket Tipe Zx 200 Gp Dengan *Metode Statistical Process Control Dan Failure Mode And Effect Analysis* (studi kasus: pt. cde). Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol.3 No 2, 85-93.
- Manurung, V. A., Wibowo, Y. T., & Baskoro, S. Y. (2020). Panduan Metalografi.
- Novianto, A., & Marwanto, A. (2018). Pengembangan Buku Pedoman Praktik Las Mig/Mag Kelas Xi Di Smkn 1 Pundong *Development Of The Mig/Mag Welding Practice Manual Class Xi In Smkn 1 Pundong*.
- Ratnasari, D. (2016). Pengaruh Voltage Pada Gas Metal Arc Welding (Gmaw) Terhadap Struktur Mikro Dan Tegangan 40 Lentur (Face And Root) Ems 45 Dengan Sambungan Kampuh V. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Raharjo, Samsudi & Rubijanto J.P. (2012). Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Las Shielding Metal Arc Welding (SMAW). Jurnal FT UMS, 1412-9612.
- Santoso, T.B, Solichin , & Hutomo, P.T. (2015). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW Dengan Elektroda E7016. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

- Suarsana, I. (2014). Pengetahuan Material Teknik. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Suherman. (1987). Ilmu Logam I. Institut Teknologi Sepuluh November : Surabaya
- Widharto, S. (2007). Menuju Juru Las Tingkat Dunia. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T. (2000). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat baja AISI 1020

 <p>SeAH Besteel Corp. 1-6, SORYONG-GONG KENSAK, CHEONGJU, KOREA(S73-711)</p> <p>Date : 2020-12-25 Cert. No. : 202008-383190 Customer : Heat No. : 338575</p>	<h3>MILL CERTIFICATE</h3> <p>Steel Grade : AISI 1020 Shape of Product : PLATE SHEET Delivery Condition : Plate Bar</p>	<p>TEL : +82-(0)53-460-8572, 8318(QA) +82-(0)53-460-8114(Reces.) FAX : +82-(0)53-460-8423 Page(0/0)</p> <p>Size (mm) : 1-100 Length (mm) : 6000 Weight (kg) : Quantity(pcs) : 1</p>
---	--	---

Inspection Items		Chemical Composition (wt. %)				
		C	Si	Mn	P	S
		x 100	x 100	x 100	x 1000	x 1000
Spec.	Min.	15	29	0.85	0.015	0.021
	Max.	20	24	1.667	0.025	0.024
	Result	20	24	1.667	0.025	0.024
Inspection Items		Product Hardness (HB)				
		SURFACE 170-121 HB 20-25 HRC				

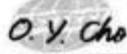
Mechanical Properties AISI 1020

Mechanical Properties	Symbol	Amount
Density (kg/m ³)	ρ	7870
Tensile Strength (MPa)		420
Yield Strength (MPa)		350
Elongation at Break (%)		15
Reduction of Area (%)		40
Modulus of Elasticity (GPa)		186
Bulk Modulus (GPa)		146
Poissons Ratio		0.29
Machinability		65.0

<Remark>

8/06 : 4

----- End of report -----

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.	Certified by  Manager of Quality Assurance Dept
--	---

Lampiran 2. Sertifikat baja AISI 1045



SeAH Besteel Corp.
1-6, SORYONG-DONG, JUNGNAK,
CHEONGJU, KOREA(573-711)

MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)53-480-8572, 8318(04)
482-(0)63-480-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)53-480-8423 Page(0/0)

Date : 2018-03-11
Cert. No. : 201803-019834
Customer :
Heat No. : 276685

Steel Grade : AISI 1045/S45C
Shape of Product : PLATE BAR
Delivery Condition : FOUR SQUARE PLATE

Size (mm) : 10 x 1220
Length (mm) : 2440
Weight (kg) : 238
Quantity(pcs) : 1,000

Inspection Items	Chemical Composition (wt. %)				
	C x 100	SI x 100	MN x 100	P x 100	S x 100
Spec.	Min.	42	15	6	
	Max.	48	35	9	35
	Result	45	25	8	MAX
Inspection Items	Product Hardness (HB)				
	SURFACE	190-220 HB	45-48 HRC		

Mechanical Properties AISI 1045/S45C

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	E	190 - 210
Poisson's ratio	ν	0.27 - 0.30
Density(Kg/m ³)	P	7.700 - 8.030
Yield strength (MPa)		580
Shear strength (MPa)		343
Extension ratio (%)		20
Area reduction (Ps)		30
Hardness (Hb)	Hb	160 - 220

<Remarks>

B/08 : 4

----- End of report -----

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.

Certified by

O. Y. Cho

Manager of Quality Assurance Dept

Lampiran 3. Hasil pengujian tarik baja AISI 1020 dan AISI 1045



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN TARIK

No	Variasi Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	ΔL (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	1020_90A_1	10,00	5,98	24,61	3,28	411,54	3,28
2	1020_90A_2	10	6,01	24,32	3,52	404,66	3,52
3	1020_90A_3	9,98	6,00	24,20	3,16	404,14	3,16
4	1020_110A_1	9,95	6,03	25,23	4,21	420,34	4,21
5	1020_110A_2	10,02	6,00	25,74	4,16	428,14	4,16
6	1020_110A_3	9,95	6,05	25,02	4,25	415,63	4,25
7	1020_130A_1	9,9	6,01	29,00	5,01	487,40	5,01
8	1020_130A_2	10	6,04	28,42	5,14	470,53	5,14
9	1020_130A_3	9,95	6,08	28,30	5,09	467,30	5,09
10	1045_90A_1	9,98	6,02	34,01	3,94	566,08	3,94
11	1045_90A_2	10,02	6,05	32,16	3,67	530,51	3,57
12	1045_90A_3	9,96	6,00	30,88	3,85	516,73	3,85
13	1045_110A_1	9,94	6,01	40,44	4,12	676,94	4,12
14	1045_110A_2	10	6,06	40,31	4,05	665,18	4,05
15	1045_110A_3	9,96	6,03	40,25	4,48	670,18	4,48
16	1045_130A_1	10,04	6,00	43,12	5,06	715,80	5,06
17	1045_130A_2	9,94	6,04	43,02	5,12	716,55	5,12
18	1045_130A_3	9,98	6,01	43,45	4,98	724,41	4,98

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Keterangan:
 1. Pengujian menggunakan Universal Testing Machine
 2. Standar spesimen menggunakan ASTM E8

Yogyakarta, 9 Maret 2023
 Staf Laboratorium Bahan Teknik



Pengujian & Analisis Material
 Laboratorium Teknik Mesin
 Universitas Gadjah Mada
 NIP. 197704312002121002

Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281

Lampiran 4. Proses pengelasan baja



Lampiran 5. Mesin *wirecut*



Lampiran 6. Proses pemotongan specimen baja dengan *wirecut*



Gambar Proses pemotongan spesimen menggunakan wirecut dengan metode pendinginan rendam



Gambar hasil pemotongan wirecut sesuai standar ASTM E8

Lampiran 7. Pengukuran ulang spesimen uji



Lampiran 8. Proses pengujian tarik



Lampiran 9. Foto bersama ketua LAB pengujian UGM

