

**PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP UJI TARIK BAJA KARBON
RENDAH MENGGUNAKAN METAL INERT GAS (MIG)**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Mesin
Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

**Nusulul Huda
15067033/2015**

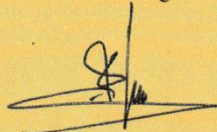
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA
KARBON RENDAH MENGGUNAKAN *METAL INERT GAS* (MIG)**

Nama : Nusulul Huda
NIM/ BP : 15067033/ 2015
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, November 2019
Pembimbing



Drs. Jasman, M.Kes.
NIP. 19621228198703 1 003

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Drs. Purwantono, M.Pd.
NIP. 19630804 198603 1 002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan judul

PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN *METAL INERT GAS* (MIG)

Nama : Nusulul Huda
NIM/ TM : 15067033/ 2015
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

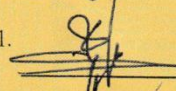
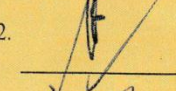
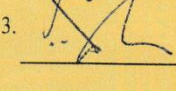
Padang, November 2019

Tim Penguji

Nama

1. Ketua : Drs. Jasman, M.Kes.
2. Anggota : Drs. Purwantono, M.Pd
3. Anggota : Rodesri Mulyadi, S.T., M.T.

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nusulul Huda

NIM/ TM : 15067033/ 2015

Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : TeknikMesin

Fakultas : Teknik Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

Pengaruh Kuat Arus terhadap Uji Tarik Baja Karbon Rendah Menggunakan Metal Inert Gas (MIG) .

Merupakan karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun Hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Instansi Universitas Negeri Padang maupun Instansi Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 13 November 2019
Yang Menyatakan,

Nusulul Huda
NIM.15067033



"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu telah selesai dari (sesuatu urusan) Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya kamu berharap"
(Qs. Alam Nasyrah 6-8)

*Puji dan syukur pada-MU Ya Allah Berkat rahmat-Mu,
tersusun sebuah karya kecil, Namun bermakna besar bagiku. Ya Allah.
Tiada tempat berlindung Bagiku, selain dibawah naungan belas kasih-Mu.
Aku tahu, tidak mudah bagiku Menjalani hidup yang penuh tantangan dalam
naungan maghfirah-Mu. Karena itu Aku datang dan memohon rahman dan
rahim-Mu. Bila
Engkau berkenan memeberikan ujian padaku, berilah keteguhan hati dan kesabaran,
bangunkanlah aku ditengah malam, gerakkanlah bibirku untuk menyebut
kalimat-kalimat yang membesarkan asma-Mu. Basahilah sajadahku dengan airmata
khusukan
Dikala aku merintih dihadapan-Mu dan jadikanlah saat-saat seperti ini saat yang
paling menentramkan dihatiku. Ya Robbiku cintakan aku dan biasakanlah
iman itu pada jantungku. Bencikan aku pada kekufuran, kegelisahan
Dan kemaksiatan. Harapkanku, semoga aku tidak
tersingkir dari pintu rahmat-Mu.
Ya Tuhanku...terhadap keagunganMu. Engkau Maha mengetahui kepada
hambaMu, yang terbelenggu oleh rantai besi dosa-dosa. Engkau penolong hamba-Mu
yang memohon pertolongan. Tiada tempat untuk melepaskan dahaga,
selain lautan maafMu. Dan tiada pintu yang kutuju
selain rahmat-Mu.*

**Kupersembahkan Karya kecilku Ini Buat Ibunda Tercinta (ELIANA)
dan Ayahnda Tercinta (MUHAMMAD RIZAL)**

*Terimalah Karya kecil ku ini sebagai bakti dan ucapan terima kasihku
Atas segala cinta dan pengorbanan yang telah diberikan demi mencapai
Impian ananda dimasa depan, semoga karya kecil ku ini dapat menghapus
setiap tetes keringat, mengobati setiap luka yang tergoreskan dan menjawab setiap
do'a dan harapan ibunda dan ayahnda tercinta*

Thank's to Adik-adik ku

Terima kasih atas segala doa dan dukungan sehingga saya dapat sampai pada tahap ini, dan doakan selalu agar bisa membanggakan kalian dan bisa menjaga serta merangkul kalian dalam satu keluarga besar dan semoga kita dapat selalu membanggakan kedua orang tua kita, aaamiiin ya robba alamiin.

Thank's to SALUME

Terima kasih telah menjadi keluarga keduaku selama kuliah di padang, menjadi tempat suka duka dan berbagi cerita. Terima kasih untuk supportnya dan motivasinya dalam menyelesaikan kuliah dan skripsi aku ini. Teruntuk uni Ririn, terima kasih telah menolong dalam mengerjakan skripsi aku ini sehingga skripsi ini cepat selesai dan semoga uni cepat dapat kerja...

Thank's to My big family yang tidak bisa disebut satu persatu

Terima kasih atas segala perhatian dan support yang diberikan, sehingga aku bisa seperti ini.

Thank's to dosen

Bapak Drs. Purwantono, M.Pd, Bapak Rodesri Mulyadi, S.T., M.T. yang telah banyak memberikan waktu, pikiran, dan didikan mental dalam membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Untuk Bapak Drs. Jasman, M.Kes. yang telah menjadi dosen PA yang terus mengingatkan untuk cepat wisuda, terima kasih atas supportnya. Serta kepada seluruh dosen yang telah mendidik dan mengajarkan kepada saya ilmu yang bermanfaat sehingga saya dapat menyelesaikan kuliah saya di jurusan teknik mesin FT UNP.

Thank's to My Friends' Teknik Mesin

*Mungkin ini saat berpisah walau berat untuk ku terima biarkanlah berlalu seiring doaku bersamamu, orang lain boleh datang dan pergi akan tetapi yang namanya sahabat sejati slalu ada dihati dan takkan pernah mati. Tetap jaga kekompakan walupun kita telah berpisah.
"SOLIDARITY FOREVER".*

Thank's to Senior Teknik Mesin

Terima kasih sebesar besarnya untuk para senior teknik mesin yang tak disebutkan namanya satu persatu atas didikan dan ajarannya selama kuliah mulai dari ospek maba sampai sekarang ini. Tetap jaga terus kekompakan antara senior dan junior.

"SALAM SOLIDARITY FOREVER"

Pendidikan bukanlah milik mereka yang kaya, bukan pula kekuatan mereka yang cerdas. Pendidikan adalah, milik mereka yang mau belajar, mencari kebenaran, menemukan kekuatan, dan membawa perubahan.

“ DO THE BEST “

By: Nusulul Huda

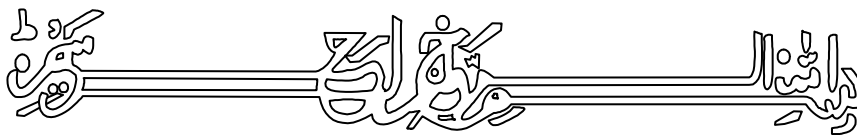
ABSTRAK

Nusulul Huda :PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP UJI TARIK BAJA KARBON RENDAH MNGGUNAKAN METAL INERT GAS(MIG)

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan kawat las, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las *Metal Inert Gas* mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan hasil las. Untuk mendapatkan kualitas sambungan las yang bagus diperlukan pemilihan arus yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus listrik terhadap kekuatan sambungan las baja karbon rendah. Proses pengelasan dilakukan dengan metode MIG dengan menggunakan variasi arus listrik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menganalisis kekuatan tarik pada material baja karbon rendah dengan pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) dengan empat variasi arus yaitu, : 100 A, 125 A, 150 A, 175 A. Spesimen yang digunakan adalah material plat baja karbon rendah TRS 400 dengan ketebalan 8mm yang dilas dengan kawat las merk ENKA dengan diameter 1 mm. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai rata-rata kekuatan spesimen kontrol sebesar $438,5 \text{ N/mm}^2$ atau $44,75 \text{ kgf/mm}^2$, Kemudian nilai rata-rata kekuatan tarik dengan arus 100 ampere sebesar $429,1 \text{ N/mm}^2$ atau $43,78 \text{ kgf/mm}^2$, Nilai rata-rata kekuatan tarik dengan arus 125 ampere sebesar 426 N/mm^2 atau $43,44 \text{ kgf/mm}^2$, Nilai rata-rata kekuatan tarik dengan arus 150 ampere sebesar $424,9 \text{ N/mm}^2$ atau $43,36 \text{ kgf/mm}^2$, Dan nilai rata-rata kekuatan tarik dengan arus 175 ampere sebesar $415,6 \text{ N/mm}^2$ atau $42,33 \text{ kgf/mm}^2$. Hasil pengelasan dengan menggunakan arus 100 Ampere memiliki kekuatan tarik yang ideal, Hal ini diakibatkan karena arus 100 ampere sudah termasuk dalam standart arus pengelasan dengan ketebalan maerial 8 mm.

Kata Kunci : Variasi Arus, Kekuatan Tarik, Pengelasan, Las MIG

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil‘Alamiin, Puji syukur kepada Allah *Subhanahu Wata’ala* atas segala karunia yang selalu tercurah kepada penulis sehingga dengan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul **“Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah Menggunakan *Metal Inert Gas* (MIG) ”**. Shalawat beserta salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW dengan mengucapkan *Allahhumaa Sholli’Ala Sayyidina* Muhammad, yang telah mengantarkan umat manusia kepada zaman sekarang ini dengan ilmu pengetahuan yang canggih dan modern.

Selama penulisan skripsi ini penulis banyak memperoleh bimbingan, saran, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas nikmat yang luar biasa yang telah diberikan kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dalam keadaan sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Kedua orang tua dan keluarga saya tercinta yang telah memberikan *support* yang besar serta do’a dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Drs. Jasman, M.Kes. selaku Dosen Pembimbing dan Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini.

4. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. Selaku Dosen Penguji I serta ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Rodesri Mulyadi, S.T.,M.T. Selaku Dosen Penguji II.
6. Bapak atau Ibu dosen beserta staf administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak atau Ibu dosen beserta staf Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
8. Rekan-rekan seperjuangan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan proposal penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amalan yang baik dan mendapat imbalan dari Allah SWT, aminnn yaa robbal alaminn.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan penulisan ke depannya. Akhir kata, penulis berharap semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta komponen yang terkait dalam kependidikan untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Padang, 5 November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori.....	7
1. Pengelasan.....	7
2. Las MIG (metal inert gas).....	8
3. Kawat las MIG (Metal inert Gas)	10
4. Sambungan Las	12
5. Arus Las	15
6. Metalurgi Las	16
7. Pengujian Tarik.....	18
8. Baja	21
a) Baja karbon	22
b) Baja Paduan	24
c) Baja TRS 400.....	26

9. Pengelasan baja karbon rendah	27
10. Kerangka konseptual	27
11. Penelitian yang relevan.....	28

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	29
B. Waktu dan Tempat Penelitian.	30
C. Objek penelitian.....	30
D. Jenis dan Sumber Data..	31
1. Jenis Data	31
2. Sumber Data.....	31
E. Alat dan Bahan	32
1. Alat.....	32
2. Bahan	32
F. Prosedur Pelaksanaan.....	32
1. Pengukuran Bahan	32
2. Pemotongan.....	33
3. Pengelasan.....	33
4. Pengujian Tarik	35
G. Instrumen Pengumpulan Data	37
H. Teknik Analisa data.....	39
I. Prosedur Penelitian	41

BAB IV .HASIL PENELITIAN

A. Hasil Penelitian	45
1. Objek Pene;itian.....	45
2.Data Hasil Pengujian Tarik	46
B. Pembahasan.....	48
C. Perhitungan	52

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan.....	60
B. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA.....	62
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.Specifikasi kawat las.....	11
2. Pemilihan arus listrik	15
3. Klasifikasi Baja Karbon	24
4. Spesifikasi Baja TRS 400	26
5.Jadwal Penelitian.....	23
6.Spesifikasi mesin las	34
7.Spesifikasi mesin uji tarik	36
8.Tabulasi data pengujian.....	57
9.Teknik Analisa data.....	27
10.Hasil rata-rata uji Tarik	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Las Mig	10
2. Kawat Las MIG	12
3.Kampuh V	13
4. Alur Las Tumpul	14
5. Daerah sambungan las.....	17.
6. Kurva tegangan regangan.....	19
7. Kerangka konseptual.....	27
8. Dimensi specimen uji tarik.....	31
9.Mesin las mig	33
10. Mesin uji tarik	35
11. Diagram Prosedur.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data uji tarik	63
2. Grafik Uji control.....	64
3. Grafik 100 A	65
4. Grafik 125 A	66
5. Grafik 150 A	67
6. Grafik175 A	68
7. Pembuatan spesimen	69
8. Pengelasan spesimen.....	70
9. Pengujian tarik	71
10. Surat peminjaman Labor Teknik mesin	72
11. Surat peminjaman Labor Teknik sipil.....	73
12. Lembar konsultasi	76

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang berkembang pesat pada saat ini salah satunya adalah pengembangan teknologi dibidang konstruksi yang semakin maju dan tidak dapat dipisahkan dari penggunaan pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun. Sambungan las merupakan salah satu jenis sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya.

Faktor yang mempengaruhi hasil las adalah prosedur pengelasan yaitu perencanaan untuk pelaksanaan yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Harsono Wiryosumarto, 2008.)

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Harsono Wiryosumarto, 2008).

Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas (TIG, SMAW, las busur CO₂), las busur tanpa gas, las busur rendam. Jenis dari las busur elektroda terbungkus salah satunya adalah las MIG (*Metal inert gas*)

Las MIG adalah pengelasan dengan menggunakan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah Disebut juga dengan *Solid Wire*. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung berupa gas kekal (inert), CO₂ dan Arcal 21. Dan juga *Wire Feeder* berfungsi memutar elektroda menjulur keluar pada saat proses pengelasan berlangsung. MIG digunakan untuk mengelas besi atau baja, sedangkan gas pelindungnya adalah menggunakan Karbon dioxida (CO₂) Di dalam logam gas mulia, kawat las MIG yang digunakan berfungsi sebagai elektroda yang diumpamakan terus menerus. Busur listriknya pun terjadi diantara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung tersebut

adalah gas argon, helium yang juga bisa dicampur keduanya. Dan untuk menetapkan busur terkadang ditembakkan gas O₂ dari 2% sampai 5% ataupun CO₂ diantara 5% sampai 20%. Dengan banyaknya penggunaan las MIG sangat menguntungkan. karena hal-hal yang disebabkan oleh pengelasan ini sangat baik.

Las MIG biasanya banyak digunakan untuk pengelasan baja-baja yang memiliki kualitas yang baik, seperti pengelasan perkapalan, baja yang memiliki daya tahan karat yang sangat tinggi .Las MIG juga sering digunakan secara otomatis maupun secara semi-otomatis yang memiliki arus searah polaritas balik yang menggunakan kawat elektroda berdiameter diantara 1,2mm sampai 24mm. Karena perkembangan teknologi semakin canggih belakangan ini banyak menggunakan kawat elektroda yang memiliki diameter 3,2mm sampai 6,4mm yang digunakan untuk pengelasan aluminum yang sangat tebal, contohnya tangki penyimpanan gas alam cair. Las MIG ini juga digunakan yang memiliki kecepatan kawat elektroda yang tetap dengan cara pengumpan tarik dorong (*Agus Setiawan, 2012*).

Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang memiliki sifat mampu las di antaranya adalah baja karbon rendah. Baja ini dapat di las dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (gas logam , gas mulia). Baja karbon rendah biasa digunakan untuk plat-plat tipis dan konstruksi umum (*Harsono Wiryosumarto, 2008*).

Salah satu parameter utama yang sangat mempengaruhi kualitas hasil pada proses pengelasan baja karbon rendah dengan metode MIG adalah besar

arus listrik. Banyak juru las yang tidak memperhatikan pemilihan arus pada pengelasan sehingga kualitas las menjadi kurang baik. Untuk itu diperlukan penelitian terhadap variasi arus las yang baik. Panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan sehingga apabila panas yang digunakan terlalu tinggi maka akan dapat merubah struktur material.

Setelah dilakukan pengelasan perlu dilakukannya pengujian terhadap bahan, Namun sebagian besar *welder* jarang sekali melakukan analisis kekuatan mekanik seperti pengujian tarik terhadap benda hasil sambungan kontruksi las yang mereka lakukan sehingga mereka belum mengetahui sejauh mana kualitas pengelasan yang telah dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus listrik terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan sambungan las baja karbon rendah. Proses pengelasan dilakukan dengan metode MIG dengan variasi arus listrik 100, 125 dan 150 Ampere. Pengambilan besar arus 100 A di maksudkan sebagai pembanding dengan interval arus di atas .Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul :’’**Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah Menggunakan *Metal Inert Gas* (MIG) ’’**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Banyak juru las yang tidak memperhatikan pemilihan arus pada pengelasan sehingga kualitas las menjadi kurang baik.
2. Sebagian besar *welder* jarang sekali melakukan analisis kekuatan mekanik seperti pengujian tarik terhadap benda hasil sambungan kontrksi las yang mereka lakukan sehingga mereka belum mengetahui sejauh mana kualitas pengelasan yang telah dilakukan
3. Panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan sehingga apabila panas yang digunakan terlalu tinggi maka akan dapat merubah struktur material.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terfokus, maka penulis membatasi masalah yang akan diteliti adalah menganalisis pengaruh kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik pada material baja karbon rendah menggunakan las *metal inert gas* (MIG)

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan Batasan masalah diatas, maka permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh dari variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah hasil pengelasan *metal inert gas* (MIG) ?
2. Manakah arus pengelasan yang lebih tepat terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah yang sudah mendapat pengelasan MIG .

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari variasi arus pengelasan baja karbon rendah pada kekuatan tarik dengan menggunakan las *metal inert gas* (MIG) .
- b. Untuk mengetahui berapa arus yang paling tepat digunakan dalam pengelasan baja karbon rendah terhadap kekuatan tarik menggunakan pengelasan *metal inert gas* (MIG) .

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat:

1. Sebagai informasi bagi para juru las untuk meningkatkan kualitas hasil las.
2. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.
3. Sebagai literatur bagi penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya bidang pengelasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan, atau dapat didefinisikan sebagai akibat dari metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom-atom (2012:51). Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Menurut *Deutsche Industrie Normen (DIN)* las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan mencair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Harsono Wiryosumarto, 2008:1).

Pengelasan dapat diartikan sebagai proses penyambungan dua buah logam sampai melampaui titik rekritisasi logam, dengan atau tanpa bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencairan bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda, dan jenis kampuh yang digunakan.

1. Las Metal Inert Gas (MIG)

Las MIG adalah pengelasan dengan menggunakan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah. Disebut juga dengan *Solid Wire*. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung berupa gas kekal (inert), CO₂ dan Arcal 21. Dan juga *Wire Feeder* berfungsi memutar elektroda menjulur keluar pada saat proses pengelasan berlangsung. MIG digunakan untuk mengelas besi atau baja, sedangkan gas pelindungnya adalah menggunakan Karbon dioxida (CO₂). Di dalam logam gas mulia, kawat las MIG yang digunakan berfungsi sebagai elektroda yang diumpamakan terus menerus. Busur listriknya pun terjadi diantara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung tersebut adalah gas argon, helium yang juga bisa dicampur keduanya. Dan untuk menetapkan busur terkadang ditembakkan gas O₂ dari 2% sampai 5% ataupun CO₂ diantara 5% sampai 20%. Dengan banyaknya penggunaan las MIG sangat menguntungkan. karena hal-hal yang disebabkan oleh pengelasan ini sangat baik.

Terjadinya penyeburan logam cair disebabkan oleh beberapa hal, antara lain polaritas listrik dan arus listrik. Dalam las MIG biasanya digunakan listrik arus searah dengan tegangan tetap sebagai sumber tenaga, dengan sumber tenaga ini biasanya penyeburan terjadi bila polaritasnya adalah polaritas balik. Karena busur dalam las MIG konsentrasinya tinggi maka jelas bahwa penetrasinya sangat dalam ditempat busur dan segera mendingkal pada sekitarnya. Gas CO₂ juga mempengaruhi dalamnya penetrasi, bila gas ini dicampurkan ke dalam gas argon, maka penetrasi pada tempat busur

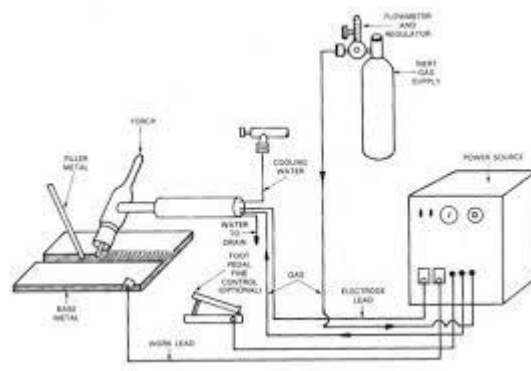
berkurang tetapi penetrasi disekitarnya makin dalam, apabila gas CO₂ murni yang digunakan sebagai pelindung maka penetrasinya pada seluruh daerah busur menjadi dalam.

Dalam las MIG Pengaruh gas pelindung terhadap penetrasi biasanya diumpankan secara otomatis, sedangkan alat pembakarnya digerakan dengan tangan, kadang-kadang las MIG juga dilaksanakan secara otomatis penuh, dimana alat pembakarnya ditempatkan pada suatu kedudukan yang berjalan.

MIG adalah suatu metode pengelasan dimana gas disemburkan ke daerah yang dilas untuk melindungi busur, elektroda dan logam induk yang mencair terhadap pengaruh udara luar. Gas pelindung yang dipakai adalah gas yang tidak mudah bereaksi baik terhadap udara luar maupun logam yang mencair. Elektroda sekaligus berfungsi sebagai logam pengisi, diumpankan secara terus menerus.

Dengan kecepatan konstan tertentu bergerak sepanjang sambungan las. Pada las MIG panas dihasilkan oleh arus yang bergerak melalui celah antara elektroda dengan benda kerja. Dengan adanya panas ini menyebabkan logam induk serta elektroda mencair yang kemudian membeku bersama-sama membentuk ikatan. Busur yang dihasilkan selalu runcing, inilah yang menyebabkan butir-butir logam cair menjadi halus dan pemindahannya berlangsung sangat cepat. Dalam las MIG ini gas yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ antara 2% sampai 5% atau CO₂ antara 5% sampai 20%. Las MIG biasanya dilaksanakan secara otomatis atau semi otomatis dengan arus searah (DC) polaritas balik dan menggunakan kawat

elektroda berdiameter 1 sampai 2,4 mm.(I Dewa Made Krishna Muku /Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol. 3 No. 1, April 2009)



Gambar 1. Las Mig
(Harsono Wiryosumarto,2008)

2. Kawat las *Metal Inert Gas* (MIG)

Sesuai dengan jenis logam yang dilas,maka kawat las terbagi atas empat golongan :

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

Dan dari jenis jenis kawat las di atas digunakan kawat las jenis Elektroda baja karbon (mild steel arc welding electrodes) dengan ukura diameter 1 mm.

Tabel 1. spesifikasi kawat las

1	Merk	ENKA <i>welding product</i>
2	Ukuran (<i>Size</i>)	Ø 1 mm
3	<i>Spesifikastion</i>	AWS A5.18 ER70S-6

Pengelasan dengan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, yang dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung yang berupa gas kekal (inert) atau CO₂. MIG digunakan untuk mengelas besi atau baja, sedangkan gas pelindungnya adalah menggunakan Karbon dioksida CO₂. Seperti halnya pada las listrik TIG, pada las listrik MIG juga panas ditimbulkan oleh busur listrik antara dua elektron dan bahan dasar. Elektroda merupakan gulungan kawat yang berbentuk rol yang gerakanya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Gerakan dapat diatur sesuai dengan keperluan. Tangkai las dilengkapi dengan nosel logam untuk menghubungkan gas pelindung yang dialirkan dari botol gas melalui slang gas. Gas yang dipakai adalah CO₂ untuk pengelasan baja lunak dan baja. Argon atau campuran argon dan helium untuk pengelasan aluminium dan baja tahan karat. Proses pengelasan MIG ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksudkan pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung. Pengelasan MIG (metal inert gas)

secara luas digunakan setiap kali dibutuhkan peleburan/penyatuan logam dengan kecepatan tinggi dan sedang.



Gambar 2. Kawat las mig

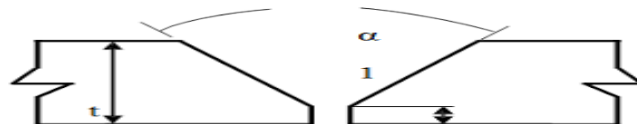
(Sumber :Pusat Fabrikasi PT. Semen Padang)

3. Sambungan Las

Sambungan las dapat berpengaruh terhadap pemilihan arus pengelasan dan bahan tambah dengan logam induk. (Muhammad Halim Asiri.2018)

Selain posisi pengelasan dalam sebuah proses penyatuan logam maka juga akan menghasilkan sebuah sambungan. Sambungan yang berkualitas hendaknya kedua ujung atau bagian logam yang akan dilas perlu di sesuaikan dengan ketebalan benda dan perlu juga diberikan suatu bentuk kampuh las(Ridwan,2014:18).

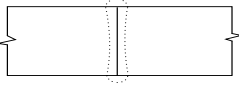
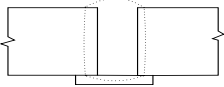
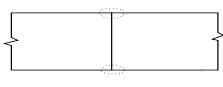
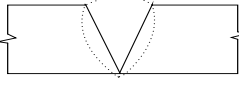
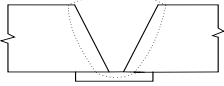
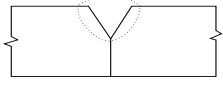
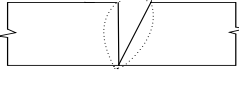
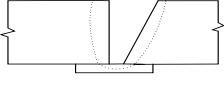
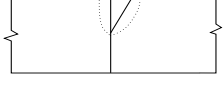
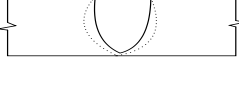
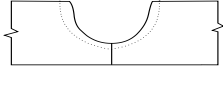
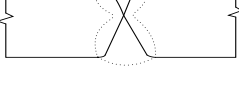
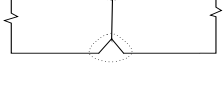
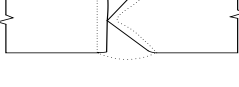
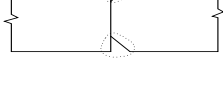
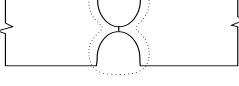
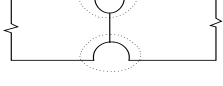
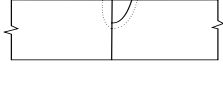
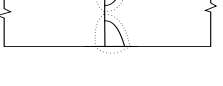
Sambungan las yang akan digunakan yakni sambungan bentuk kampuh V terbuka dengan sudut 60° . Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-20 mm dengan sudut jahitan 50° ,jarak akar 0-2 mm dan tinggi akar 0-3 mm (Jasman.2018).



Gambar 3..Kampuh V

Gambar di atas menggambarkan bentuk benda kerja yang akan menjalani proses pengelasan menggunakan kampuh V. Lasan alur dipakai pada

pengelasan terbagi pada tiga bagian yaitu lasan penetrasi penuh tanpa plat penahan, lasan penetrasi penuh dengan plat penahan, lasan penetrasi sebagian.

Jenis lasan Jenis Alur	Lasan dengan alur		
	Lasan Penetrasi penuh tanpa pelat penahan	Lasan Penetrasi penuh dengan pelat penahan	Lasan Penetrasi sebagian
Persegi (I)			
V tunggal (V)			
Tirus tunggal (V)			
U tunggal (U)		—	
V ganda (X)		—	
Tirus ganda (K)		—	
U ganda (H) (DU)		—	
J tunggal (J)		—	
J ganda (D)		—	

Gambar 4. Alur sambungan las tumpul
(Harsono Wiryosumarto, 2008:158)

B. Arus Las

Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada tebal bahan yang dilas, geometri sambungan, posisi pengelasan, sifat-sifat bahan yang akan di las dan lain-lain. Daerah las mempunyai kapasitas panas tinggi maka diperlukan arus yang tinggi. Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Jika arus terlalu besar, maka akan menghasilkan manik melebar, butiran percikan kecil, penetrasi dalam serta penguatan matrik las tinggi.

Tabel 2. Pemilihan Arus Listrik

N o	Diameter kawat (mm)	Kuat Arus (ampere)	Tegangan (volt)	Tebal Bahan (mm)
1	0.6	50-80	13-14	0.5-1.0
2	0.8	60-150	14-22	0.8-2.0
3	0.9	70-220	15-25	1.0-10
4	1.0	100-290	16-29	3.0-12
5	1.2	120-350	18-32	6.0-25
6	1.6	160-390	18-34	12.0-50

Sumber: Diklat Las MIG Universitas Yogyakarta

C. Metalurgi Las

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua buah bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Karena proses ini maka logam disekitaran lasan mengalami siklus cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal (Harsono Wiryosumarto, 2008:43).

Metalurgi dapat kita artikan sebagai ilmu yang mempelajari suatu *characteristic* (karakter), *metallic properties* (sifat logam), dan *metallic behavior* (perilaku logam). Semua spesifikasi tersebut ditinjau dari kekuatan, kekerasan, ketahanan dan lainnya. Dalam dunia pendidikan pun ilmu metalurgi digunakan dalam ruang lingkup universitas atau yang biasa kita kenal dengan lingkungan perkuliahan khususnya pada bidang kimia, fisika, matematika, dan *engineering*. Umumnya kegiatan perkuliahan dalam bidang ini didukung dengan alat peraga universitas untuk memekasimalkan pemahaman materi dan pelaksanaan materi yang diterapkan pada saat perkuliahan.

Metalurgi dalam pengelasan, dalam arti yang sempit hanya dibatasi hanya pada logam las dan daerah yang dipengaruhi oleh panas atau *Heat Affected Zone* (HAZ). Aspek-aspek yang timbul selama dan sesudah pengelasan harus benar benar diperhitungkan sebelumnya, karena perencanaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan hasil las yang kurang baik dengan demikian pengetahuan metalurgi las dan ditambah dengan keahlian dalam operasi pengelasan dapat ditentukan prosedur pengelasan yang baik dan menjamin hasil las lasan yang baik. Pada setiap penyambungan

dengan las selalu di jumpai daerah atau bagian bagian dari sambungan las seperti yang terlihat pada gambar



Gambar 5. Daerah sambungan las

1. Daerah lasan terdiri dari empat bagian yaitu :Logam lasan (*weld metal*) adalah daerah endapan las (*weld deposit*) dari logam yang ada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Endapan las berasal dari logam pengisi (*filler metal*). (MHD.SYUKRI, 2017).
2. Garis gabungan (*fusion line*) , adalah garis gabungan antara logam lasan dan HAS , dapat dilihat dengan mengetsa penampang las. Daerah ini merupakan batasan bagian cair dan padat dari sambungan las. (MHD.SYUKRI ,2017)
3. *Head Affected Zone* (HAS) adalah daerah pengaruh panas atau daerah dimana logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama pengelasan mengalami siklus termal atau pemanasan dan pendinginan dengan cepat. Pada daerah ini biasanya terjadi transformasi struktur mikro, struktur mikro menjadi austenit ketika temperatur naik (panas) dan menjadi martensit ketika temperatur turun (dingin). Transformasi struktur mikro yang terjadi yang terjadi akibat perubahan temperatur menyebabkan daerah HAZ sangat berpotensi mengalami retak (*crack*) dan hal ini sangat perlu untuk diperhatikan untuk mendapatkan hasil las yang sangat baik.

4. Logam induk (*parent metal*) adalah bagian logam yang tidak terpengaruh oleh pemanasan karena pemanasan dan temperatur yang disebabkan selama proses pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat-sifat dari logam induk. Hal ini disebabkan oleh temperaur atau suhu yang terjadi di logam induk belum mencapai temperatur kritis (MHD.SYUKRI,2017).

Faktor-faktor retak pada hasil pengelasan di sekitar hasil pengelasan (HAZ) seperti Retak Dingin Di Daerah Pengaruh Panas atau yang juga sering disebut cold cracking di daerah pengaruh panas atau HAZ pada umumnya tidak langsung terbentuk saat proses pengelasan. Retak seperti akan terjadi setelah proses pengelasan selesai, dan dapat terjadi setelah beberapa menit pengelasan bahkan sampai dua hari atau lebih lama lagi. Retak ini disebut retak lambat karena retak ini terjadi setelah pengelasan selesai. Juga terdapat retak delay karena terbentuknya terlambat dibanding proses pengelasannya.

1. Struktur Mikro HAZ

Struktur mikro yang terbentuk pada daerah pengaruh panas, atau HAZ dapat ditentukan oleh pola, kecepatan pendingin dari daerah las, komposisi kimia logam induk, atau base metal. Kombinasi komposisi dan laju pendinginan dapat menyebabkan timbulnya retak. Untuk logam baja, retak dingin di daerah pengaruh panas, HAZ biasanya terjadi pada daerah yang berfasa martensite sehingga beberapa unsur paduan yang ditambahkan dapat mempertinggi sifat mampu keras baja dan dapat mempertinggi sensitifitas retak dingin. Artinya beberapa unsur yang ditambahkan pada baja akan mengakibatkan logam yang dilas

menjadi lebih mudah retak. Sehingga, kandungan unsure paduan tersebut dibuat serendah mungkin.

Paduan pada baja, adalah salah usaha agar mendapatkan sifat mekanik yang lebih tinggi. Sehingga, ketika nilai karbon ekivalen harus diturunkan, maka sifat mekanik baja yang diperoleh juga akan turun. Agar diperoleh sifat mekanik yang masih dapat memenuhi persyaratannya, maka harus diatur jenis unsure dan jumlahnya yang tidak memberikan pengaruh terlalu besar terhadap sensitifitas retak. Cara lain adalah dengan memperbaiki atau memilih kondisi pengerolan yang dapat meningkatkan sifat mekanik atau dengan mengatur proses perlakuan panas yang digunakan.

2. Hidrogen Difusi Daerah Las

Kandungan hidrogen dalam baja juga akan mempengaruhi kepekaan terhadap timbulnya retak. Saat proses pengelasan, logam las cair, weld metal menyerap hidrogen dalam jumlah yang relative besar. Hidrogen dalam logam cair juga akan diserap oleh logam pada daerah pengaruh panas bersamaan dengan terjadinya pembekuan logam las cair. Hal karena, kelarutan hidrogen pada temperature rendah sangat terbatas, sehingga kelebihanannya dilepas ke daerah HAZ. Semakin rendah temperatur, maka kelarutan hidrogen semakin rendah. Saat cair, kelarutan hidrogen mencapai lebih dari 0,0025 persen. Dan ketika logam sudah membeku, dan mencapai temperatur sekitar 600 derajat celcius, kelarutannya kurang dari 0.0002 persen. Kelebihan kandungan hidrogen dalam logam cair akan dilepas dengan cara difusi ke daerah

pengaruh panas. Sehingga kandungan hidrogen pada daerah pengaruh panas menjadi naik. Padahal difusi dapat menyebabkan terjadinya retak pada daerah pengaruh panas, HAZ.

Faktor Yang Meningkatkan Hidrogen Pada Logam Las Cair adalah: Air dan zat organik yang terkandung dalam flux, Minyak, zat organik dan air pada rongga dan permukaan logam yang akan dilas, Kelembaban Atmosfir tempat pengelasan dilaksanakan, Minyak, zat organik, dan air pada kawat las.

Kandungan hidrogen difusi dalam logam las berkorelasi positif terhadap kelembaban udara tempat pengelasan dilakukan. Artinya, jika pengelasan dilakukan pada tempat yang lembab, maka logam las akan mengandung hidrogen tinggi. Dan dapat menyebabkan kecenderungan terbentuknya retak dingin atau delay cracking. Jadi jangan melakukan proses pengelasan pada saat hujan atau baru turun hujan. Lakukan pengelasan pada tempat yang udaranya relative kering. Cara Menghilangkan atau Mengurangi Hidrogen adalah dengan :

- a. Gunakan flux yang mengandung banyak karbonat, akan dihasilkan gas karbon dioksida yang dapat menurunkan tekanan parsial hidrogen dalam busur listrik, sehingga dapat menurunkan hidrogen difusi.
- b. Berikan pemanasan awal pada logam yang akan dilas pada temperature 50 – 200 derajat celcius. Hal ini berguna untuk menurunkan laju kecepatan pendinginan

- c. Berikan pemanasan akhir atau setelah pengelasan pada temperature 200 – 300 derajat celcius. Berguna untuk menurunkan tegangan sisa dan mengurangi fasa-fasa tidak stabil pada temperature ruang.
- d. Gunakan kawat las yang mengandung hidrogen sangat rendah.
- e. Panaskan elektroda sebelum digunakan untuk mengurangi kandungan air, atau zat organik pembawa hidrogen.
- f. Gunakan gas pelindung CO₂ atau lainnya.

3. Tegangan Pada Daerah Las

Selama pengelasan, dapat timbul tegangan yang tidak hilang setelah benda kerja mencapai temperature ruang. tegangan yang mempengaruhi terjadinya retak dingin adalah tegangan sisa dan tegangan termal. Tegangan sisa yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh metode pengelasan, rancangan las, prosedur, dan tebal benda kerja. Benda kerja yang lebih tebal akan memiliki kepekaan retak semakin tinggi. Artinya makin tebal benda kerja, makin rentan terhadap timbulnya retak dingin. Faktor yang memberikan kontribusi terhadap timbulnya retak dingin pada daerah las adalah rancangan konstruksi, prosedur, logam induk dan bahan las. Sebelum benda dikerjakan dilakukan perlakuan panas maka disebut perlakuan panas awal sedangkan setelah benda dikerjakan disebut perlakuan panas akhir. Beberapa jenis perlakuan panas adalah:

- Perlakuan panas awal dan sesudah pengerjaan
- Menghilangkan tegangan sisa
- Penormalan (Normalizing)

- Pelunakan (Annealing)
- Pengerasan (Hardening)
- Temper (Temperring)

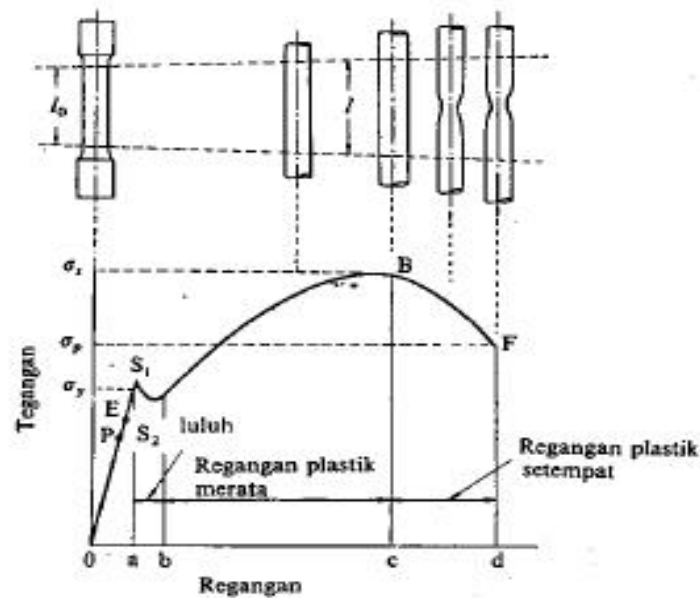
D. Pengujian Tarik

Kekuatan (*strength*) sebuah material merupakan kemampuan untuk menahan beban tarikan sebelum mengalami kerusakan (*failure*). Kekuatan tarik suatu material dapat diketahui dengan pengujian tarik. Pengujian tarik adalah peregangan sebuah batang uji yang secara kontinyu bertambah kuat sampai putus .(Sriati Djaprie dan Lowrense H. Van Vlack, 1991:10) Berdasarkan uraian tersebut dapat diartikan bahwa pengujian tarik merupakan pengujian yang dilakukan dengan jalan memberikan beban sesumbu pada material hingga terjadi kegagalan atau putus.

Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw materials. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Pada pengujian tarik, kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan dengan perangkat peregang. Besarnya pembebanan dan pertambahan panjang merupakan variabel utama dalam uji tarik. Hasil

pengujian berupa kurva tegangan-regangan atau diagram tarik yang menggambarkan terjadinya perubahan panjang akibat pembebanan.



Gambar 6. Kurva tegangan-regangan

(Harsono Wiryosumarto, 2008)

Jika suatu benda ditarik maka akan mulur (*extention*), terdapat hubungan antara pertambahan panjang dengan gaya yang diberikan. Jika gaya persatuan luas luasan disebut tegangan dan pertambahan panjang disebut regangan maka hubungan ini dinyatakan dengan kurva tegangan dan regangan (*stress-strain graph*) (Ach. Muhib Zainuri, 2008:12).

Kurva hasil pengujian belum memberikan informasi umum mengenai kekuatan tarik bahan. Kurva hanya menjelaskan dimensi perubahan mengenai sifat bahan. Data pengujian berupa kurva harus dikonversikan kedalam bentuk tegangan-regangan ($\sigma - \epsilon$) dengan menggunakan bebrapa persamaan sebagai berikut:

1. Luas penampang

$$\text{Luas penampang} = \text{Lebar} \times \text{tebal}$$

$$A_0 = T \times C$$

Dimana : A_0 = Luas Penampang

C = Lebar (mm)

T = Tebal (mm)

2. Regangan (ϵ)

Spesimen dibebani secara aksial sehingga mengalami perubahan panjang, dimana menjadi lebih panjang akibat tarikan. Pertambahan panjang (*elongation*) yang terjadi merupakan hasil komulatif dari hasil tarikan spesimen pada seluruh panjang L pada spesimen.

Nilai regangan dari suatu material dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$\epsilon = \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100 \% \quad (\text{Bondan T. Sofyan, 2010:33}) \dots\dots (2)$$

Keterangan : ϵ = Regangan

L_i = Panjang spesimen setelah pengujian (mm)

L_o = Panjang spesimen sebelum pengujian (mm)

3. Kekuatan tarik (σ)

Pembebanan yang diberikan pada pengujian tarik spesimen merupakan penerapan gaya-gaya aksial (*axial force*) pada ujung-ujung spesimen sehingga mengalami tarik (*tension*).

Nilai tegangan suatu material dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (\text{Bondan T. Sofyan, 2010:27}) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

Ao = Luas penampang spesimen (mm²)

4. Modulus Elastis (E)

Modulus elastis merupakan ukuran bagi kekakuan material. Kekakuan material diartikan sebagai ketahanan terhadap deformasi elastis (G. Groenendijk, 1984:25).

Modulus elastis (E) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (\text{G.Groenendijk, 1984:25}) \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan : E = Modulus Elastisitas (N/m²)

σ = Tegangan tarik (N/m²)

ε = Regangan

E. Baja

Menurut R.S Khurmi and J.K Gupta (2005:26) Baja adalah campuran besi dan karbon, dengan kandungan karbon maksimum 1,5%. Karbon terjadi dalam wujud karbid besi, sehingga meningkatkan kekerasan baja. Baja merupakan paduan besi dan karbon yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya. Ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai komposisi berbeda. Sifat mekanis dari baja sangat sensitif terhadap kandungan karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,5%. Sebagian dari

baja digolongkan menurut konsentrasi karbon, yakni ke dalam baja karbon rendah, sedang dan tinggi.

1. Baja Karbon

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978:46), baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung didalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh prosentase karbon dan struktur mikro.

Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan goresan dan tahan suhu baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasi baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

a. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. 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 martensit.

Baja ini dijadikan mur, baut, ulir sekrup, peralatan senjata, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder, dan penggunaan yang hampir sama (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

b. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3% - 0,6% dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk

dikeraskan sebagian dengan pengerjaan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah.

Baja karbon sedang digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros penghubung, poros engkol dan alat angkat presisi (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

c. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*hight carbon steel*) mengandung 0,6% - 1,5% C dan memiliki kekerasan yang tinggi namun keuletannya lebih rendah hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga baja menjadi getas.

Baja ini dibuat dengan cara digiling panas. Apabila baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas dan digunakan untuk peralatan mesin-mesin berat, batang-batang pengontrol, alat-alat perkakas tangan, palu, tang, pegas kumparan dan sejumlah peralatan pertanian, seperti cangkul dan bajak (Hari Amanto dan Daryanto, 1999)

Tabel 3. Klasifikasi Baja Karbon.

Jenis dan kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasaan brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18 – 28	32 – 36	40 – 30	95 – 100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08 – 0,12	20 – 29	36 – 42	40 – 30	80 – 120	Batang kawat
Baja karbon sedang	Baja lunak	0,12 – 0,20	22 – 30	38 – 48	36 – 24	100 – 130	
	Baja setengah lunak	0,20 – 0,30	24 – 36	44 – 45	32 – 22	112 – 145	Konstruksi umum
	Baja setengah keras	0,30 – 0,40	30 – 40	50 – 60	30 – 17	140 – 170	Alat-alat mesin
	Baja keras	0,40 – 0,50	34 – 46	58 – 70	26 – 14	160 – 200	Perkakas
	Baja sangat keras	0,50 – 0,80	36 – 47	65 – 100	20 – 11	180 – 235	Rel, pegas, dan kawat piano
Baja karbon tinggi							

Sumber: Harsono Wiryosumarto, 2008

2. Baja Paduan

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978:47), baja paduan adalah baja yang mengandung sebuah unsur lain atau lebih dengan kadar yang berlebih pada kadar biasanya dalam baja karbon. Unsur-unsur yang biasanya terdapat dalam baja karbon adalah C, Mn, Si, P dan S. Untuk memperoleh sifat-sifat yang lebih baik maka kadar Mn atau Si ditambah, atau unsur-unsur lain seperti Cr, Ni, Mo, Co, Ti, W dan sebagainya. Dengan demikian selain memperbaiki sifat-sifat mekanisnya juga

memperbaiki sifat tahan korosi, tahan suhu tinggi, tahan aus dan sifat-sifat listrik serta magnetiknya.

Unsur-unsur paduan yang dipakai dalam pembuatan baja paduan terdiri dari satu macam unsur atau lebih dengan kadarnya yang berbeda-beda, tergantung dari keperluan sehingga baja paduan menjadi banyak macam dan jenisnya.

Menurut kadar unsur paduan, baja paduan dapat dibagi dalam dua golongan yaitu baja paduan rendah dan baja paduan tinggi atau baja paduan khusus. Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan dibawah 10%, sedangkan baja paduan tinggi dapat mengandung unsur paduan diatas 10%.

Baja paduan rendah dibagi menurut sifatnya yaitu baja tahan suhu rendah, baja kuat dan baja tahan panas (Harsono Wiryosumarto, 2008).

- a. Baja tahan suhu rendah. Baja ini mempunyai kekuatan tumbuk yang tinggi dan suhu transisi yang rendah, karena itu dapat digunakan dalam konstruksi untuk suhu yang lebih rendah dari suhu biasa.
- b. Baja kuat. Baja ini dibagi dalam dua kelompok yaitu kekuatan tinggi dan kelompok ketangguhan tinggi. Kelompok kekuatan tinggi mempunyai sifat mampu las yang baik karena kadar karbonnya rendah. Kelompok ini sering digunakan dalam konstruksi las. Kelompok yang kedua mempunyai ketangguhan dan sifat mekanik yang sangat baik. Kekuatan tarik untuk baja kuat berkisar antara 50 sampai 100 kg/mm².

- c. Baja tahan panas adalah baja paduan yang tahan terhadap panas, asam dan mulur. Baja tahan panas yang terkenal adalah baja paduan jenis Cr-Mo yang tahan pada suhu 600°C.

Pengelasan yang banyak digunakan untuk baja paduan rendah adalah las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Perubahan struktur daerah las selama pengelasan, karena adanya pemanasan dan pendinginan yang cepat menyebabkan daerah HAZ menjadi keras. Kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah HAZ.

3. Baja TRS 400

Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan baja TRS 400 sebagai bahan penelitian. Baja TRS 400 termasuk ke dalam baja karbon rendah karena mengandung karbon kurang dari 0.30%. Karakteristik dari baja TRS 400 ini mudah untuk fabrikasi, ketangguhan dan ketahanan aus yang baik. Baja TRS 400 banyak digunakan pada konstruksi umum, pabrik semen, industri besi dan baja, dan pertambangan batu bara. Untuk spesifikasi baja TRS 400 dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 4. Spesifikasi Baja TRS 400

TIRA STEEL NAMES	PRINCIPLE GRADE	CHEMICAL ANALYSIS (%)										MECHANICAL PROPERTIES				
		C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	S	P max	others	UTS-Rm		0,2Y.S -Rp0,2%		EI-As %	HARDANESS VALUE HBN
											Mpa	Ksi	Mpa	Ksi		
TRS 400	FORA 400/RAEX 400	0.2	1	-	0.3	1.6	-	0.005	0.02	-	1344	195	1103	160	13	400

Sumber: PT. TIRA AUSTENITE Tbk

F. Pengelasan Baja Karbon Rendah

Posisi Pengelasan, Berbagai Macam Posisi dalam Proses Pengelasan.

Posisi dalam Pengelasan Posisi atau sikap pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengealasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas.

Posisi-posisi dalam pengelasan terdiri dari posisi di bawah tangan 1F (down hand position), posisi pengelasan mendatar 2F (horizontal position) , posisi tegak 3F (vertical position), dan posisi pengelasan di atas kepala 4F (over head position).

- a. Posisi di bawah tangan (down hand position), Posisi dalam pengelasan ini adalah posisi yang paling mudah dilakukan. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan agak miring, yaitu letak elektroda berada di atas benda kerja.
- b. Posisi mendatar (horizontal position) Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Pada posisi ini kemiringan dan arah ayunan elektroda harus diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda-benda yang berdiri tegak. Misalnya pengelasan badan kapal laut arah horizontal.

- c. Posisi tegak (vertical position) Mengelas dengan posisi tegak merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. Seperti pada horizontal position pada vertical position, posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit searah dengan gerak elektroda las yaitu naik atau turun . Misalnya pengelasan badan kapal laut arah vertikal.
- d. Posisi di atas kepala (over head position) Benda kerja terletak di atas kepala welder, sehingga pengelasan dilakukan diatas kepala operator atau welder. Posisi ini lebih sulit dibandingkan dengan posisi-posisi pengelasan yang lain. Posisi pengelasan ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau agak miring tetapi posisinya berada di atas kepala, yaitu letak elektroda berada di bawah benda kerja.

Cara pengelasan baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada di dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya dipenuhi. Dan pada proses pengelasan baja karbon rendah STR 400 yang akan dilakukan digunakan posisi pengelasan 1F.

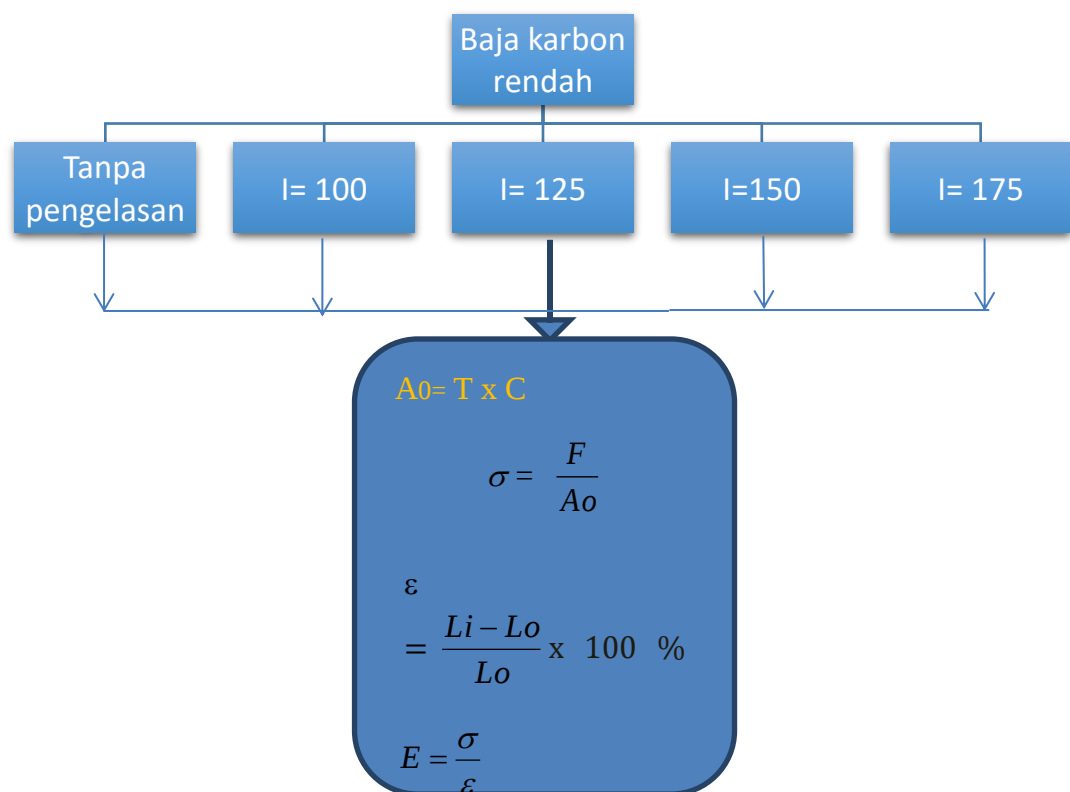
Baja karbon rendah mempunyai kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya atau baja paduan. Tetapi retak las pada baja ini dapat terjadi dengan mudah pada pengelasan pelat tebal atau bila di dalam baja tersebut terdapat belerang bebas yang cukup tinggi.

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi mampu las baja karbon adalah kekuatan takik dan kepekaan terhadap retak las. Kekuatan takik pada baja karbon rendah dapat dipertinggi dengan menurunkan kadar karbon (C) dan menaikkan kadar mangan (Mn) (Harsono Wiryosumarto, 2008).

G. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual merupakan suatu gambaran sistematis yang merincikan langkah atau mekanisme dari pengerjaan atau pembuatan suatu penelitian, Pada penelitian yang berjudul “ Pengaruh Kuat Arus Terhadap Uji Tarik Baja Karbon Rendah Menggunakan Las Metal Inert Gas (MIG)” ini, Penulis sekaligus Peneliti mencoba merumuskan sebuah kerangka konseptual.

Berdasarkan kajian teori diatas dapat dirumuskan kerangka konseptual ini sesuai sesuai dengan paradigma penelitian.



Gambar 7. Kerangka Konseptual

H. Penelitian yang Relevan

1. Jerfi Jaivo Amsah (2016) dalam penelitian yang berjudul Pengaruh Variasi Kuat Arus Las Listrik pada Pengelasan kampu V Baja Karbon Rendah ST37 terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik menyimpulkan bahwa terhadap kenaikan nilai kekerasan pada logam yang dilas disebabkan pengaruh panas yang dialami pada logam di daerah pengelasan
2. Husnul Azizi (2015) dalam penelitian yang berjudul Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Material Baja Karbon Rendah Menggunakan Las Mig menyimpulkan bahwa tinggnya kekuatan tarik yang dihasilkan oleh spesimen kontrol disebabkan oleh spesimen tidak mendapat proses pengelasan sehingga tidak terjadi perubahan stuktur pada spesimen tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan pada pengujian kekuatan tarik dan kekerasan ini, maka pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. pengelasan dengan arus 100 A, 125 A, 150 A, dan 175 A, memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan baja karbon rendah dengan menggunakan las *metal inert gas* (MIG) dengan kawat memakai elektroda merk ENKA dengan diameter 1 mm.
2. Nilai kekuatan tarik pada material sambungan las dengan arus 100 Ampere memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu **429,1 N/mm²** atau **43,78 kgf/mm²**, serta hasil pengelasan yang terjadi pada spesimen ini bagus untuk pengisian dan penembusan meskipun arus yang digunakan merupakan arus yang paling rendah, Hal ini menandakan bahwa pengelasan yang paling sesuai untuk material dengan ketebalan 8 mm yaitu dengan menggunakan arus 100 Ampere.

B. Saran

Sesuai dengan hasil penelitian ini, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam melakukan pengelasan sebaiknya juru las memperhatikan arus yang dipakai sesuai dengan tebal benda yang akan di las,

2. Dalam memilih kawat elektroda yang akan digunakan sebaiknya juru las memperhatikan jenis seta ukuran diameter dari elektroda terlebih dahulu sebelum melakukan pengelasan
3. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan sehingga hasil yang di dapatkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ach. Muhib Zainuri. (2008). *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bondan T. Sofyan. (2010). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Daryanto. (2012). *Teknik Las*. Bandung: Alfabeta.
- G. Groenendijk. (1984). *Pengujian Material*. Belanda.
- Hari Amanto dan Daryanto. (1999). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Asra.
- Harsono Wiryosumarto. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Husnul Azizi (2015). *Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Material Baja Karbon Rendah Menggunakan Las Mig* : Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Jasman, J., Irzal, I., Adri, J., & Pebrian, P. (2018). Effect of Strong Welding Flow on the Violence of Low Carbon Steel Results of SMAW Welding with Electrodes 7018. *Teknomekanik*, 1(1), 24-31.
- Jerfi Jaivo Amsah (2016). *Pengaruh Variasi Kuat Arus Las Listrik pada Pengelasan kampu V Baja Karbon Rendah ST37 terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik*.
- MHD.SYUKRI . (2017)*Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon ST 37 Menggunakan Shield Metal Arc Welding (SMAW)* :Universitas Negeri Padang.

Muhammad Halim Asiri.(2018) *Analisis Kekuatan Sambungan Las Metal Inert Gas (MIG) pada Logam Aluminium Paduan AA6063 dengan Variasi Arus Listrik*

Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

UNP. (2011). *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir/Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.

Yudi Hariadi. (2016) *Analisa Variasi Arus pada Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E7018 Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Jalur Las*: Universitas Negeri Padang