

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH BESAR ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI HASIL PENGELASAN TIPE TIG PADA PIPA BAJA STKM 11 A**



**Disusun oleh:  
YOGA PRASTYO  
1421700070**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : YOGA PRASTYO 1421700070  
ACHMAD HABIBIE 1421700115  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN FAKULTAS  
: TEKNIK  
JUDUL :PENGARUH BESAR ARUS DAN KECEPATAN  
PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI HASIL  
PENGELASAN TYPE TIG PADA PIPA BAJA SKTM 11A

Mengetahui/Menyetujui Dosen  
Pembimbing



Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc  
NPP.20420860073

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.  
NPP.20410900197

Edi Santoso, ST., M.T.  
NPP.0726026702

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **PENGARUH BESAR ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI HASIL PENGELASAN TIPE TIG PADA PIPA BAJA STKM 11A** yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 7 Desember 2021

Penulis

**PENGARUH BESAR ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN  
TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI HASIL PENGELASAN TIPE TIG  
PADA PIPA BAJA STKM 11A**

**Nama: Yoga Prastyo**

**NBI: 1421700070**

**Nama Pembimbing: Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc**

**ABSTRAK**

*Salah satu cara atau teknik penyambungan antar logam adalah dengan metode pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) atau bisa disebut dengan las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding). Dengan menggunakan teknik pengelasan diatas kita dapat menyambung logam seperti:Aluminium, tembaga, carbon steel, stainless steel. Tujuan melakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh metode pengelasan TIG terhadap sifat mekanik, dan sambungan las pada material baja STKM 11A. Pengelasan dilakukan dengan jenis pengelasan TIG dengan menggunakan filler HTW-50, dengan variasi besar arus, dan kecepatan las. Metode pengujian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan uji tarik dengan Tensile Strength, dan juga dengan melakukan praktek pengelasan TIG secara langsung agar kita juga bisa tahu cara mengelas dengan menggunakan jenis las TIG. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membuktikan bahwa pengelasan dengan menggunakan jenis las TIG ini hasil yang di dapat adalah hasil yang sesuai dengan keinginan yang kita harapkan.*

***Kata kunci: Baja STKM 11A, Pengelasan TIG, Variasi arus, Kecepatan las, Uji Tarik***

## **ABSTRACT**

*One of the metal connecting techniques is the TIG welding method (Gas Tungsten Arc Welding). By using the welding techniques, we can connect metals such as: aluminum, copper, carbon steel, stainless steel. The purpose of this research is to find out how much influence the TIG welding method has on the mechanical properties, and welded joints of STKM 11A steel material. Welding is done by TIG method with filler HTW-50, variation of current, and welding speed. The test method used is tensile test with Tensile Strength, and also practicing TIG welding directly so we can know how to weld using the type of TIG welding. The results of this study are expected to prove that TIG welding is as expected.*

***Kata kunci: STKM 11A Baja Steel, TIG Welding, Variation of current, welding speed, Tensile strength***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **PENGARUH BESAR ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI HASIL PENGELASAN TIPE TIG PADA PIPA BAJA STKM 11A.**

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih pada pihak-pihak yang terkait:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah menyertai dan memberkahi dalam pembuatan Tugas Akhir;
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir;
3. Bapak Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc. selaku dosen pembimbing kami yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Ir. Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya;
5. Semua dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah memberikan ilmu sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir;
6. Teman-Teman dari Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah mendukung dan mendoakan kami.
7. Santi Mundjijah Ma'mun, S.Sos yang juga telah mensupport saya dan juga mendoakan dari awal sampai akhir dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, 7 Desember 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II. DASAR TEORI.....</b>	<b>3</b>
2.1. Pengertian Las .....	3
2.2. Jenis-Jenis Pengelasan .....	4
2.3. Las <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> (GTAW) / <i>Tungsten Inert Gas</i> (TIG).....	7
2.3.1. Prinsip Kerja Las TIG / GTAW.....	8
2.3.2. Kelebihan dan Kekurangan TIG / GTAW .....	9
2.3.3. Peralatan Las TIG / GTAW.....	10
2.4. Baja STKM 11A .....	16
2.4.1. Komposisi Baja STKM 11A .....	17
2.4.2. Tabel Peralatan dari Baja STKM 11A .....	18
2.5. Pengujian Tarik.....	18
2.5.1. Kekuatan Tarik Maksimum ( $\sigma$ ).....	18

2.5.2. Regangan Maksimum .....	18
2.6. Teori yang Berkaitan dengan Besar Arus dan Kecepatan Pengelasan terhadap Sifat Mekanik.....	19
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1 Diagram Alir.....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.3 Persiapan Spesimen Uji.....	23
3.3.1. Pemotongan .....	23
3.3.2. Pembuatan Spesimen Uji Tarik .....	24
3.3.3. Proses Pembuatan Alur Pengelasan .....	24
3.3.4. Pengelasan Pipa Baja STKM 11A.....	24
3.4. Proses Uji Tarik .....	26
<b>BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1. Masukan Panas Las ( <i>Heat Input</i> ).....	27
4.2. Hasil data dan Perhitungan Uji Tarik.....	29
4.2.1. Perhitungan Tegangan Tarik .....	30
4.2.2. Perhitungan Regangan Tarik .....	32
4.3. Metode Sample Random .....	35
4.4. Hasil Pengujian Uji Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ) .....	37
4.4.1. Tegangan Tarik.....	37
4.4.2. Regangan.....	38
<b>BAB V. KESIMPULAN.....</b>	<b>42</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Elektroda Tungsten.....	16
Tabel 2.2 Komposisi Baja STKM 11A .....	17
Tabel 2.3 Sifat-Sifat Mekanik Baja STKM 11A .....	18
Tabel 3.4 Spesifikasi Bahan Pipa Baja STKM 11A .....	25
Tabel 4.5 Nilai <i>Heat Input</i> pada Setiap Parameter .....	28
Tabel 4.6 Hasil Data Uji Tarik .....	29
Tabel 4.7 Tabel Sampel Metode Random.....	35
Tabel 4.8 Tabel Sampel Metode Random yang sudah diurutkan sesuai abjad kode .....	36
Tabel 4.9 Data Hasil Tegangan Tarik dengan Besar Arus 100 A.....	37
Tabel 4.10 Data Hasil Tegangan Tarik dengan Besar Arus 125 A.....	37
Tabel 4.11 Data Hasil Tegangan Tarik dengan Besar Arus 150 A.....	38
Tabel 4.12 Data Hasil Regangan dengan Arus 100 A .....	38
Tabel 4.13 Data Hasil Regangan dengan Arus 125 A .....	39
Tabel 4.14 Data Hasil Regangan dengan Arus 150 A .....	39

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Las <i>Metal Inert Gas</i> (MIG) .....	7
Gambar 2.2 Proses Pengelasan <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> (GTAW) .....	8
Gambar 2.3 Skema Las TIG .....	9
Gambar 2.4 <i>Torch</i> TIG.....	11
Gambar 2.5 Mesin Las <i>Alternating Current / Direct Current</i> .....	11
Gambar 2.6 Tabung Gas Lindung, Regulator Gas Lindung, dan <i>Flowmeter</i> .....	12
Gambar 2.7 Kabel Elektroda Selang Gas .....	13
Gambar 2.8 Pemegang Elektroda ( <i>Electrode Holder</i> ) / <i>Collet</i> .....	13
Gambar 2.9 <i>Nozzle</i> .....	14
Gambar 2.10 Elektroda Tungsten .....	15
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 3.12 Pemotongan Spesimen .....	23
Gambar 3.13 Dimensi Spesimen Uji Tarik .....	24
Gambar 3.14 Pembentukan Spesimen.....	24
Gambar 3.15 Spesimen setelah Pengelasan.....	25
Gambar 3.16 Proses Uji Tarik .....	26
Gambar 4.17 Grafik Masukan Panas .....	29
Gambar 4.18 Grafik Tegangan .....	40
Gambar 4.19 Grafik Regangan.....	41



---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Teknologi pengelasan berkembang sangat pesat seiring berkembangnya zaman, khususnya dalam proses pembuatan sepeda. Pengelasan selain untuk menyambung *ferrous* atau *nonferrous*, juga digunakan untuk *me-repair* lubang-lubang pada coran dan mempertebal bagian-bagian yang aus. Teknik penyambungan logam dengan menggunakan metode las juga semakin canggih. Teknik yang sering dijumpai adalah las busur listrik (SMAW) dan las karbit (*Oxy Acetilene*). Penelitian ini akan membahas tentang metode TIG (Las Argon) yang di gunakan dalam proses pembuatan sepeda, khususnya dalam pembuatan fork. Umumnya sebelum masuk tahap produksi, sampel fork harus lulus uji lab. Akan tetapi, sampel fork terkadang dinyatakan tidak lolos karena terdapat retak / cacat di daerah sambungan sekitar las. Hal ini mungkin terjadi karena adanya *over head* saat memasuki proses *weldings*.

Pengelasan logam baja dengan metode TIG gas mulia (Argon), diharapkan memberi hasil yang optimal baik secara fisik maupun mekanik. Segi mekanik dapat dilihat dari kekuatan tarik dan kekuatan regang yang mempengaruhi sambungan.

Faktor yang mempengaruhi sifat mekanik sambungan dengan menggunakan las TIG adalah kesalahan dalam memilih kawat las (*filler metal*) dan kesalahan dalam menentukan parameter las TIG (Sulardjaka, 2005). Las TIG banyak digunakan untuk menyambung logam, aluminium, stainless steel, dan baja paduan lainnya. Pada penelitian ini, kami menggunakan baja STKM 11A, yaitu jenis baja karbon dengan kandungan karbon 0,12 % dengan tambahan sulfur dan fosfor.

Sebelum masuk ke tahap produksi, sampel fork harus lulus uji lab. Namun ada faktor yang mempengaruhi pengujian tidak lolos, yaitu terdapat retak / cacat pada daerah sekitar sambungan las. Hal ini mungkin karena *over head* saat memasuki proses *welding* akibat panas yang berlebih. Oleh karena itu, penulis ingin mengetahui seberapa kuat sambungan las dengan variasi besar arus saat proses pengelasan TIG dengan menggunakan filler HTW-50



## Tugas Akhir

---

bahan baja STKM 11A sebagai media pengujian. Setelah melakukan percobaan, sambungan akan diuji tarik dan pengujian struktur mikro. Sampel kemudian dibandingkan untuk melihat bagaimana perbedaannya.

### 1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh besar arus dan kecepatan pengelasan terhadap sifat mekanik dari hasil pengelasan tipe TIG pada pipa baja STKM 11A.

### 1.3. Batasan Masalah

Agar hasil penelitian bisa diterima dengan baik seperti yang diharapkan, ditentukan batasan-batasan masalah yang bertujuan untuk mengendalikan model pelaksanaan penelitian yang dilakukan. Batasan tersebut antara lain:

1. Proses pengelasan yang digunakan adalah *Tungsten Inert Gas* (TIG)
2. Bahan yang digunakan adalah baja STKM 11A
3. Variasai besar arus 100A, 125A dan 150A
4. Variasai kecepatan las 1mm/s, 1.5mm/s dan 2mm/s
5. Kawat las (*filler metal*) HTW-50 berdiameter 1,6.
6. Pengujian uji tarik

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh besar arus dan kecepatan pengelasan terhadap sifat mekanik dari hasil pengelasan tipe TIG pada pipa baja STKM 11 A.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh setelah melaksanakan penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, perusahaan, dan sebagai masukan ilmu pengetahuan di bidang teknik pengelasan.



---

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Pengertian Las

Menurut *Deutche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Definisi ini juga dapat diartikan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wirjosumarto, 2000).

Las adalah cara penyambungan dua benda padat melalui pencairan dan perpaduan dengan menggunakan panas. Berdasarkan terminologi tersebut, maka berlaku dua syarat yang menentukan dalam pengelasan, yakni bahan yang disambung harus dapat mencair oleh panas dan bahan yang disambung harus cocok (*compatible*) satu dengan lainnya (Widharto, 2013).

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam di mana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan. Atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya-tarik menarik antara atom (Djaprie).

Beberapa keuntungan dari penggunaan sambungan las baik secara komersial maupun teknologi adalah: 1) pengelasan menghasilkan sambungan permanen, 2) sambungan las dapat lebih kuat dibandingkan material awal jika menggunakan logam pengisi dan teknik pengelasan yang tepat, 3) umumnya pengelasan adalah proses penyambungan yang paling ekonomis ditinjau dari penggunaan material dan biaya fabrikasi.

Menurut Wirjosumarto (2000), berdasarkan masukan panas (*heat input*) utama yang diberikan kepada logam dasar, proses pengelasan dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu:

- a. pengelasan dengan menggunakan energi panas yang berasal dari *fusion* (nyala api las). Contohnya: las busur (*arc welding*), las gas (*gas welding*), las sinar elektron (*electron discharge welding*), dan lain-lain;
- b. pengelasan dengan menggunakan energi panas yang tidak berasal dari nyala api las (*non fusion*). Contohnya: *friction stir welding* (proses pengelasan dengan gesekan), las tempa, dan lain-lain.



### 2.2. Jenis-Jenis Pengelasan

Dari sekian jenis pengelasan, cara pengelasan yang banyak digunakan saat ini adalah pengelasan cair dengan busur dan pengelasan dengan gas. Adapun jenis pengelasan lain menurut Wiryosumarto (2000), adalah sebagai berikut:

#### a. Las Busur Listrik

Las busur listrik adalah cara pengelasan dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Klasifikasi las busur listrik yang digunakan hingga saat ini dalam proses pengelasan adalah las elektroda terbungkus.

Prinsip pengelasan las busur listrik yaitu arus listrik yang cukup padat dan tegangan rendah apabila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif akan menghasilkan loncatan elektroda yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi mencapai suhu  $5000^{\circ}\text{C}$  sehingga dapat mudah mencair kedua logam tersebut.

Proses pemindahan logam cair seperti dijelaskan diatas sangat mempengaruhi sifat maupun las dari logam, dapat dikatakan bahwa butiran logam cair yang halus mempunyai sifat mampu las yang baik.

Sedangkan proses pemindahan cairan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda sebagai zat pelindung yang sewaktu pengelasan juga ikut mencair. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan logam yang dicairkan, maka cairan fluks tersebut mengapung diatas cairan logam dan membentuk terak sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa fluks bahan tidak terbakar, tetapi berubah menjadi gas pelindung dari logam cair terhadap oksidasi.

#### b. Busur Logam Gas (*Gas Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan (*filler*) dan logam yang dilas. Las ini disebut juga *metal inert gas welding* (MIG) karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair.



c. Las Busur Rendam (*Submerged Arc Welding/SAW*)

Proses pengelasan dimana busur listrik dan logam cair tertutup oleh lapisan serbuk fluks sedangkan kawat pengisi (*filler*) diumpankan secara kontinyu. Pengelasan ini dilakukan secara otomatis dengan arus listrik antara 500-2000 A.

d. Las Busur Elektroda Terbungkus (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*)

Proses pengelasan dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara penghantar arus listrik ke busur dan sekaligus sebagai bahan pengisi (*filler*). Kawat ini dibungkus dengan bahan fluks. Biasanya dipakai arus listrik yang tinggi (10-500 A) dan potensial yang rendah (10-50 V). Selama pengelasan, fluks mencair dan membentuk terak (*slag*) yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam las terhadap udara sekitarnya. Fluks juga menghasilkan gas yang bisa melindungi butiran-butiran logam cair yang berasal dari ujung elektroda yang mencair dan jatuh ke tempat sambungan.

e. Las Oksi Asetilen (*Oxy Acetilene Welding*)

Las oksidasetilen adalah salah satu jenis pengelasan gas yang dilakukan dengan membakar bahan bakar gas dengan O<sub>2</sub> sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Bahan bakar yang biasa digunakan adalah gas asetilen, propan, atau hidrogen. Dari ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah gas asetilen, maka dari itu pengelasan ini biasa disebut dengan las oksidasetilen.

f. Las Busur Tungsten Gas Mulia (*Gas Tungsten Arc Welding/GTAW*)

Proses pengelasan di mana sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda terbuat dari *wolfram*/tungsten dan logam yang dilas. Pada pengelasan ini logam induk (logam asal yang akan disambung dengan metode pengelasan biasanya disebut dengan istilah logam induk) tidak ikut terumpan (*non-consumable electrode*). Untuk melindungi elektroda dan daerah las digunakan gas mulia (argon atau helium). Sumber arus yang digunakan bisa AC (arus bolak-balik) maupun *Direct Current* (arus searah).



g. Las Listrik Terak (*Electroslag Welding*)

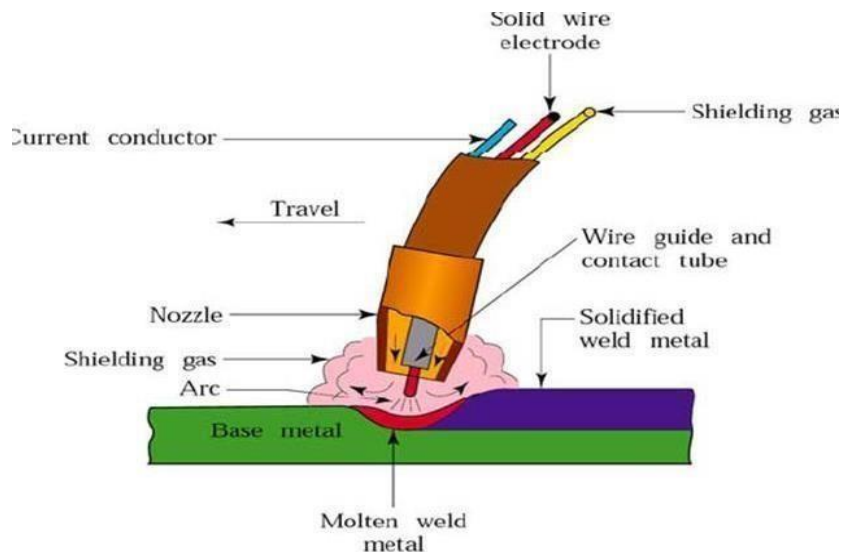
Proses pengelasan di mana energi panas untuk melelehkan logam yang dasar (*base metal*) dan logam pengisi (*filler*) berasal dari terak yang berfungsi sebagai tahanan listrik ketika terak tersebut dialiri arus listrik. Pada awal pengelasan, fluks dipanasi oleh busur listrik yang mengenai dasar sambungannya. Kemudian logam las terbentuk pada arah vertikal sebagai hasil dari campuran antara bagian sisi dari logam induk dengan logam pengisi (*filler*) cair. Proses dalam pencampuran ini berlangsung sepanjang alur sambungan las yang dibatasi oleh pelat yang didinginkan dengan air.

h. Las *Metal Inert Gas* (MIG)

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Skema dari alat las ini ditunjukkan dalam Gambar 1.

Gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O<sub>2</sub> antara 2 sampai 5%, atau CO, antara 5 sampai 20%. 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.





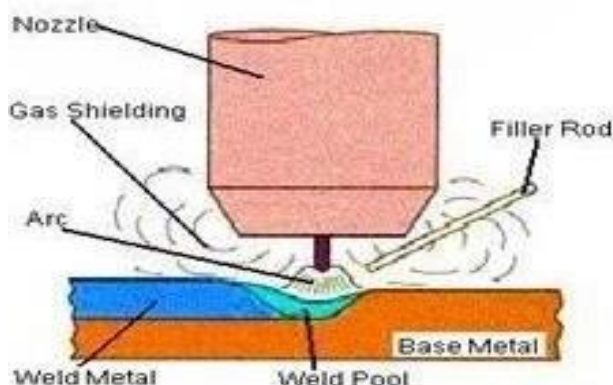
Sumber: [www.skemalasMIG.com](http://www.skemalasMIG.com)

Gambar 2.1 Las *Metal Inert Gas* (MIG)

### 2.3. Las Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) / Tungsten Inert Gas (TIG)

Las Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) adalah pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari tungsten (wolfram), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari torch. Untuk mencegah oksidasi, maka dipakai gas pelindung yang keluar dari torch biasanya berupa gas argon dengan kemurnian mencapai 99,99%. Pada proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk. Proses pengelasan gas tungsten arc welding (GTAW) dapat dilihat seperti pada Gambar 2 (Aljufri, 2008).

*Tungsten Inert Gas (TIG)* adalah suatu proses pengelasan busur listrik elektroda tidak terumpan, dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar. Pada proses pengelasan TIG peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk. Pada jenis pengelasan ini logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Las TIG dapat dilaksanakan secara manual atau secara otomatis dengan mengotomatisasikan cara pengumpanan logam pengisi (Aljufri, 2008).

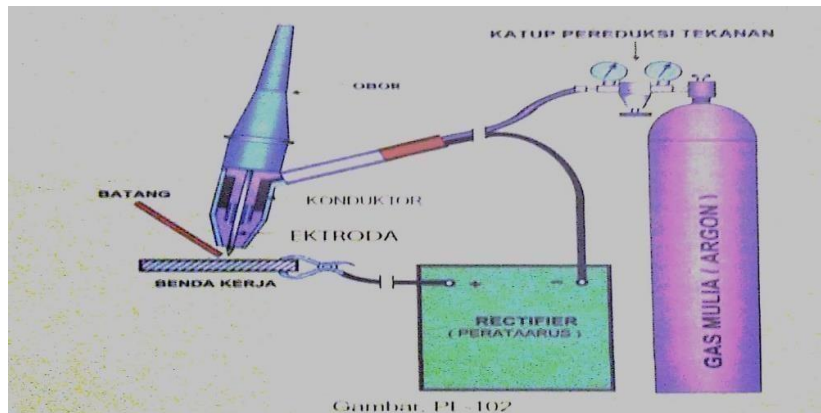


Sumber: Aljufri (2008)

Gambar 2.2 Proses Pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*

### 2.3.1. Prinsip Kerja Las TIG / GTAW

Gambar 3 menunjukkan skema pengelasan GTAW. Prosesnya menggunakan bahan tungsten sebagai elektroda tidak terkonsumsi. Elektroda ini digunakan hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik. Bahan penambah berupa batang las atau *rod* yang dicairkan oleh busur nyala tersebut, mengisi kampuh bahan induk. Untuk mencegah oksidasi digunakan gas mulia (seperti argon, helium) dan CO<sub>2</sub> sebagai gas pelindung (Widharto, 2013). Pengelasan TIG dengan sudut *torch* 90° menghasilkan nilai kekerasan paling tinggi. Sedangkan dengan sudut 60° material memiliki kekuatan bending dan kekuatan tarik paling tinggi.



Sumber: Widharto (2013)  
Gambar 2.3 Skema Las TIG

Secara umum dapat dikatakan bahwa arus pengelasan menentukan penetrasi las karena berbanding langsung, atau paling tidak secara eksponensial. Arus busur juga mempengaruhi tegangan. Jika voltasenya tetap maka jika arus naik maka panjang busur juga bertambah. Karenanya untuk mempertahankan panjang busur pada kepanjangan tertentu, perlu untuk merubah penyetelan tegangan manakala arus distel. Menurut Widharto (2013), terdapat empat komponen dasar atau komponen utama dari las GTAW, yaitu:

- a. Torch
- b. Elektroda tidak terkonsumsi (tungsten)
- c. Sumber arus las
- d. Gas pelindung

### 2.3.2. Kelebihan dan Kekurangan Las TIG / GTAW

#### A. Kelebihan Las GTAW/TIG

Berikut ini adalah beberapa keuntungan dari proses pengelasan GTAW/TIG (Widharto, 2013):

1. Menghasilkan sambungan bermutu tinggi, biasanya bebas cacat.
2. Dapat digunakan dengan atau tanpa bahan tambahan (*filler metal*)
3. Penetrasi (tembusan) pengelasan akan dapat dikendalikan dengan baik dapat menggunakan sumber tenaga yang relatif murah.



4. Memungkinkan untuk mengendalikan variabel atau parameter las secara akurat.
5. Efisien untuk pengelasan pelat < 10 mm.

### B. Kekurangan/kelemahan Las GTAW/TIG

Berikut ini adalah beberapa kekurangan dari proses pengelasan GTAW/TIG (Widharto, 2013):

1. Gas lindung kurang efektif jika lingkungan pengelasan berangin agak kencang.
2. Elektroda dapat teroksidasi manakala jumlah gas lindung berkurang.
3. Memerlukan keterampilan tangan dan koordinasi juru las lebih tinggi dibandingkan dengan las GMAW (MIG) atau SMAW berkurang karena terhembus angin.

### 2.3.3. Peralatan Las TIG / GTAW

Pada proses pengelasan las *tungsten inert gas* (TIG) atau GTAW adabeberapa peralatan umum yang digunakan antara lain sebagai berikut (Widharto, 2013):

#### a. Torch Welding

*Torch* GTAW memegang elektroda tak terkonsumsi (tungsten) yang menyalurkan arus pengelasan ke busur listrik, serta menjadi sarana penyalur gas lindung ke zona busur. *Torch* dipilah sesuai dengan kemampuan menampung arus las maksimum ke busur nyala tanpa mengalami *overheating*. Sebagian besar *Torch* didesain untuk mengakomodasi segala ukuran elektroda serta berbagai tipe dan ukuran *nozzle* seperti pada Gambar 4.

Pada umumnya *torch* untuk pengelasan manual memiliki sudut kepala (*heat angle*), yakni antara sudut elektroda dan pegangan (*handle*) 120° dan jenis-jenis *torch* lainnya seperti *torch* dengan sudut kepala yang dapat diatur, sudut kepala siku (90°), dan kepala bentuk pensil. *Torch* GTAW manual memiliki switch dan katup tambahan yang dipasang pada pegangannya yang digunakan untuk mengendalikan arus dan aliran gas pelindung, sedangkan *torch* untuk

---

mesin GTAW otomatis hanya dapat diatur pada permukaan sambungan, sepanjang sambungan dan jarak antara *torch* dan bahan yang akan dilas (Widharto, 2013).



Sumber: Widharto (2013)  
Gambar 2.4. *Torch* TIG

b. Mesin Las *Alternating Current / Direct Current*

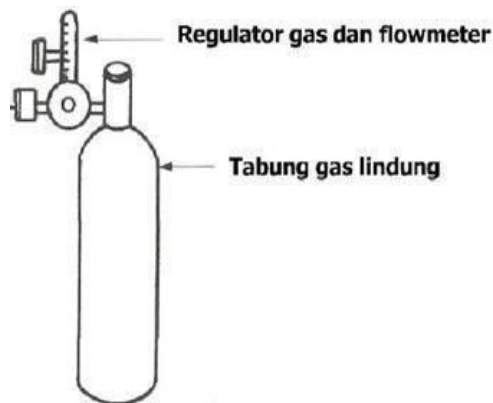
Mesin las *Alternating Current / Direct Current* merupakan gabungan dari pesawat las arus bolak balik dan searah. Dengan pesawat ini akan lebih banyak kemungkinan pemakaiannya karena arus yang keluar dapat arus searah maupun bolak balik. Mesin las jenis ini misalnya *transformator-recifier* Maupun pembangkit listrik tenaga diesel (Petunjuk Praktikum Pengelasan, 2012)



Sumber: Tim Fakultas Teknik UNY (2004)  
Gambar 2.5 Mesin Las *Alternating Current / Direct Current*

c. Tabung Gas Lindung, Regulator Gas Lindung dan *Flowmeter*

Tabung gas lindung adalah tabung tempat penyimpanan gas lindung seperti argon dan helium yang digunakan di dalam mengelas gas tungsten. Regulator gas lindung adalah pengatur tekanan gas yang akan digunakan di dalam pengelasan gas tungsten. Pada regulator ini biasanya ditunjukkan tekanan kerja dan tekanan gas di dalam tabung. Sedangkan *Flowmeter* dipakai untuk menunjukkan besarnya aliran gas lindung yang dipakai di dalam pengelasan gas tungsten (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).



Sumber: Tim Fakultas Teknik UNY (2004)

Gambar 2.6 Tabung Gas Lindung, Regulator Gas Lindung, dan *Flowmeter*

d. Kabel Elektroda Selang Gas dan Perlengkapannya

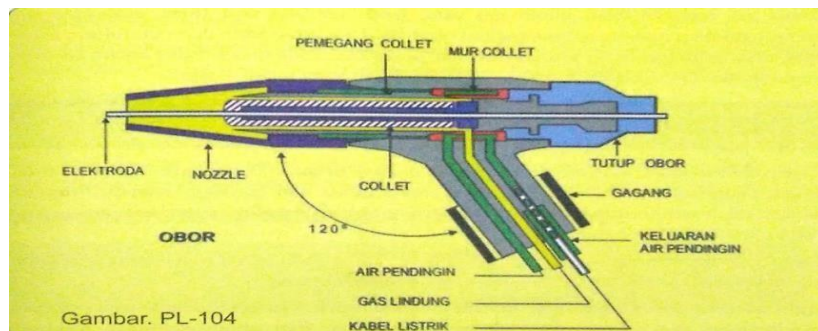
Kabel elektroda dan selang gas berfungsi menghantarkan arus dari mesin las menuju stang las, begitu juga aliran gas dari mesin las menuju stang las. Selang gas dan perlengkapannya berfungsi sebagai penghubung gas dari tabung menuju pembakar las. Sedangkan perangkat pengikat berfungsi mengikat selang dari tabung menuju mesin las dan dari mesin las menuju pembakar las (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).



Sumber: <http://wijayamesin.blogspot.co.id>  
Gambar 2.7 Kabel Elektroda Selang Gas

e. *Collet*

Segala ukuran diameter elektroda dapat dipegang oleh piranti pemegang elektroda (*electrode holder*) yang disebut *collet* atau *chuck*. Piranti ini terbuat dari paduan tembaga. *Collet* ini akan menggenggam erat elektroda saat penutup *torch* diikat erat. Hubungan baik antar elektroda dengan bagian dalam diameter *collet* penting untuk penyaluran arus las dan pendingin elektroda.



Sumber: Sriwidharto, 2006  
Gambar 2.8 Pemegang Elektroda (*Electrode Holder*) / *Collet*

f. *Nozzle*

*Nozzle* berfungsi untuk mengarahkan gas pelindung pada pengelasan. *nozzle* antar *cup* ini dapat dipasang pada kepala *torch*, dan juga terpasang pada kepala *torch* piranti pengatur aliran gas (*diffuser*) atau piranti jet yang terpatent. Fungsi *diffuser* adalah untuk meluruskan arah aliran gas. Bahan *nozzle* adalah bahan tahan panas (*heat resisting material*) dalam berbagai ukuran dan bentuk.

Pemasangannya pada kepala *torch* menggunakan ulir atau gengaman friksi (*tight fit*). *Nozzle* terbuat dari keramik, metal, keramik berlapis metal, *quartz* yang dicor atau bahan lain. Bahan keramik adalah bahan yang paling umum digunakan karena murah namun sangat mudah pecah, oleh karenanya harus sering diganti (Widharto, 2013).

*Nozzle quartz* bersifat bening/transparan, karenanya memungkinkan juru las melihat dengan jelas elektroda dan busur nyala listrik sewaktu mengelas. Namun karena kontaminasi dari uap metal, menyebabkan *nozzle* tersebut menjadi buram (*opaque*) dan mudah pecah. *Nozzle* yang terbuat dari metal yang didinginkan dengan air berumur lebih panjang dan biasanya digunakan untuk GTAW secara manual dan otomatis dimana arus pengelasan yang relatif besar. Suatu piranti yang berfungsi memastikan aliran gas lindung menjadi laminar disebut lensa gas. Lensa gas ini mengandung *diffuser* penghalang yang berpori (*porous barrier diffuser*) yang dipasang ketat melingkari elektroda atau *collet*. Lensa gas menghasilkan aliran gas yang lebih panjang dan tidak terganggu yang memungkinkan juru las menempatkan *torch* las 1 inchi atau lebih dari permukaan bahanyang dilas sehingga lebih mudah melihat posisi elektroda dan kondisi kolam las, serta memudahkan pengelasan di sudut-sudut dan celah yang relatif sempit (Widharto, 2013).



Sumber: Widharto, 2013

Gambar 2.9 *Nozzle*



---

g. Elektroda Tungsten

Elektroda tungsten adalah elektroda tidak terumpan (*non-consumable electrode*) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luardan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan. Elektroda ini tidak berfungsi sebagai logam pengisi sambungan sebagaimana yang biasa dipakai pada elektroda batang las busur metalmaupun elektroda gulungan pada las MIG (Tim fakultas teknik UNY, 2004).

Titik lebur metal *tungsten* adalah 6.170°F (3.410°C). Pada saat *tungsten* mendekati suhu tersebut, sifatnya menjadi *thermonic* (sumber pemasok elektron). Suhu tersebut dihasilkan melalui tahanan listrik, jika saja bukan karena pengaruh pendinginan dari penguapan elektron yang keluar dari ujung elektroda, elektroda tersebut akan mencair oleh panas yang dihasilkan dari tahanan listrik tersebut. Pada kenyataannya suhu pada ujung elektroda jauh lebih dingin dari pada bagian dari elektroda diantara ujungnya dan bagian *collet* yang paling dingin (Widharto, 2013).



Sumber: Tim Fakultas Teknik UNY, 2004  
Gambar 2.10 Elektroda Tungsten



## Tugas Akhir

Ada beberapa tipe elektroda *tungsten* yang biasa dipakai di dalam pengelasan sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Elektroda Tungsten

KLASIFIKASI AWS	WARNA (a)	ELEMEN PEMADU	OKSIDA PEMADU	HEBAT NOMINAL DARI OKSIDA PEMADU (%)
<b>EWP</b>	<b>HIJAU</b>	-	-	-
<b>EW Ce-2</b>	<b>JINGGA</b>	<b>CERIUM</b>	<b>CaCO<sub>2</sub></b>	<b>2</b>
<b>EW La-1</b>	<b>HITAM</b>	<b>LANTHANUM</b>	<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>1</b>
<b>EW Ni-1</b>	<b>BIRU</b>	<b>NIOBIUM</b>	<b>NiO</b>	<b>2</b>
<b>EW Zr-1</b>	<b>COKLAT</b>	<b>ZIRCONIUM</b>	<b>ZrO<sub>2</sub></b>	<b>0.25</b>
<b>EWG</b>	<b>ABU ABU</b>	<b>TIDAK DISPEKIFIKASI (b)</b>	-	-

Tabel di atas disusun berdasarkan klasifikasi AWS dimana kode-kodenya dapat dijelaskan sebagai berikut.

Sumber: Widharto, 2001

Tabel di atas disusun berdasarkan klasifikasi AWS dimana kode-kodenya dapat dijelaskan sebagai berikut:

E : elektroda

P : tungsten murni (*pure tungsten*)

W : *wolfram* atau tungsten

G : umum (*general*) dimana komposisi tambahan biasa tidak disebut

### 2.4. Baja STKM 11A

Baja STKM 11A yaitu baja karbon yang penggunaannya banyak dipakai di dunia industri manufaktur terutama digunakan pada mesin, sepeda, mobil, furniture, peralatan, dan bagian mesin lainnya. Baja stkm 11A ini juga mempunyai spesifikasi tersendiri dan juga mempunyai komposisi yang berbeda-beda.



### 2.4.1. Komposisi Baja STKM 11A

Tabel 2.2 Komposisi Baja STKM 11A

Grade		Designation	Unit %					Nb or V
			C	Si	Mn	P	S	
Grade 11	A	STKM 11A	0.12 max.	0.35 max.	0.60 max.	0.040 max.	0.040 max.	-
Grade 12	A	STKM 12A	0.20 max.	0.35 max.	0.60 max.	0.040 max.	0.040 max.	-
	B	STKM 12B						
	C	STKM 12C						
Grade 13	A	STKM 13A	0.25 max.	0.35 max.	0.30–0.90	0.040 max.	0.040 max.	-
	B	STKM 13B						
	C	STKM 13C						
Grade 14	A	STKM 14A	0.30 max.	0.35 max.	0.30–1.00	0.040 max.	0.040 max.	-
	B	STKM 14B						
	C	STKM 14C						
Grade 15	A	STKM 15A	0.25–0.35	0.35 max.	0.30–1.00	0.040 max.	0.040 max.	-
	C	STKM 15C						
Grade 16	A	STKM 16A	0.35–0.45	0.40 max.	0.40–1.00	0.040 max.	0.040 max.	-
	C	STKM 16C						
Grade 17	A	STKM 17A	0.45–0.55	0.40 max.	0.40–1.00	0.040 max.	0.040 max.	-
	C	STKM 17C						
Grade 18	A	STKM 18A	0.18 max.	0.55 max.	1.50 max.	0.040 max.	0.040 max.	-
	B	STKM 18B						
	C	STKM 18C						
Grade 19	A	STKM 19A	0.25 max.	0.55 max.	1.50 max.	0.040 max.	0.040 max.	-
	C	STKM 19C						
Grade 20	A	STKM 20A	0.25 max.	0.55 max.	1.60 max.	0.040 max.	0.040 max.	0.15 max.

Sumber : [www.ctstubes.co](http://www.ctstubes.co)



### 2.4.2. Tabel Peralatan dari Baja STKM 11A

Tabel 2.3 Sifat-Sifat Mekanik Baja STKM 11A

Standard	Steel Grade	STKM 11A Carbon Steel Tubing komposisi chemical.png		
		Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (Mpa)	Elongation (%)
JIS G3445	STKM11A	≥295	\	≥35
	STKM12A	≥345	≥175	≥35
	STKM12B	≥390	≥275	≥25
	STKM12C	≥470	≥355	≥20
	STKM13A	≥375	≥215	≥30
	STKM13B	≥440	≥305	≥20
	STKM13C	≥510	≥380	≥15
	STKM14A	N10	≥245	≥25
	STKM14B	≥500	≥355	≥15

Sumber: <http://id.shew-esteelpipe.com/carbon-steel-pipe/jis-g3445-carbon-steel-mechanical-tubing/jis-g3445-stkm-11a-carbon-steel-mechanical.html>

### 2.5. Pengujian Tarik

Uji Tarik banyak digunakan untuk menyempurnakan data bagi spesifikasi bahan. Berikut sifat-sifat yang di hasilkan oleh uji tarik:

#### 2.5.1. Kekuatan Tarik Maksimum ( $\sigma$ )

Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perputahan (*fracture*). Pada bahan yang bersifat getas, dimana tegangan maksimum itu merupakan sekaligus tegangan perputahan (titik putus). Dirumuskan:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana  $\sigma$  adalah Tegangan Tarik Maksimum (MPa, N/mm<sup>2</sup>); P adalah Beban Maksimum (N); dan A<sub>0</sub> adalah Luas Penampang Mulamula (mm<sup>2</sup>).

#### 2.5.2. Regangan Maksimum ( $e$ )

Merupakan cara dalam menghitung mencari nilai keuletan didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda untuk mengalami deformasi plastis hingga putus. Material dapat dikatakan ulet apabila putus setelah mengalami deformasi plastis sedangkan getas apabila putus sebelum mengalami deformasi plastis. Diukur sebagai penambahan panjang ukur setelah perputahan terhadap panjang awalnya. Dirumuskan:

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

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana  $L_i$  adalah Panjang sesudah patah (mm),  $L_0$  adalah Panjang mula-mula (mm),  $e$  adalah Regangan (%). Bahan di anggap rapuh jika regangan pada saat patah kurang dari 5%.

## 2.6. Teori yang Berkaitan dengan Besar Arus dan Kecepatan Pengelasan terhadap Sifat Mekanik

Kuat arus yang diberikan saat proses pengelasan sangat mempengaruhi sifat mekanis suatu bahan seperti kekuatan tarik, ketangguhan dan kekerasan material hasil pengelasan. Meningkatnya kuat arus yang diberikan saat proses pengelasan pada baja karbon menyebabkan kekuatan tarik pada baja hasil pengelasan cenderung semakin turun akan tetapi sifat ketangguhan bahan mengalami peningkatan karena banyaknya prosentase dari fasa *ferit acilular*. Semakin tinggi kuat arus yang diberikan pada proses pengelasan baja karbon meningkatkan sudut distorsi yang terjadi pada material hasil pengelasan.

Hal ini di karenakan Kecepatan pengelasan sangat bergantung pada besar kuat arus yang digunakan, jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang akan dilas, geometri sambungan dan lain sebagainya. Dalam pengelasan, kecepatan yang tinggi dapat menyebabkan kurangnya penetrasi, berkurangnya kekuatan sambungan dan mengakibatkan masukan panas yang diterima persatuan panjang akan menjadi lebih kecil. Hal ini dapat berdampak pada pendinginan yang cepat sehingga dapat memperkeras daerah terpengaruh panas. Kecepatan las yang terlalu tinggi akan berpengaruh pada bentuk manik las yang menyempit dan penguatan manik yang rendah. Selain itu dapat merubah sifat mekanik daerah lasan yang berupa naiknya kekuatan tarik dan perpanjangan yang rendah.

Pada baja karbon rendah mempunyai kandungan karbon %  $C < 0,3$  %. Sifat kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi. Baja karbon 2 Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E 6013 rendah biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut. Dalam



## Tugas Akhir

---

proses uji tarik, benda kerja akan diletakkan secara vertikal untuk kemudian ditarik. Pada proses penarikan akan diberikan tarik beban maksimum, beban tarik maksimum inilah yang akan menentukan seberapa besara kekuatan tarik dari spesimen tersebut. Dalam proses pengujian, spesimen akan mengalami peregangan sebelum terjadi perpatahan. Perpatahan ini disebabkan oleh deformasi plastik dari benda kerja. Apa bila dalam sebuah benda kerja terjadi deformasi plastik, hal ini dapat disebut dengan perpatahan ulet (ductile fracture), dan bila sebaliknya maka disebut patahan getas (brittle fracture).

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mendapatkan data mengenai sifat-sifat mekanik dari suatu logam yang dimana benda kerja akan mengalam beban aksial secara besar dan kontinu sehingga benda kerja tersebut patah.

Kecepatan pengelasan sangat bergantung pada besar kuat arus yang digunakan, jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang akan dilas, geometri sambungan dan lain sebagainya. Dalam pengelasan, kecepatan yang tinggi dapat menyebabkan kurangnya penetrasi, berkurangnya kekuatan sambungan dan mengakibatkan masukan panas yang diterima persatuan panjang akan menjadi lebih kecil. Hal ini dapat berdampak pada pendinginan yang cepat sehingga dapat memperkeras daerah terpengaruh panas. Kecepatan las yang terlalu tinggi akan berpengaruh pada bentuk manik las yang menyempit dan penguatan manik yang rendah. Selain itu dapat merubah sifat mekanik daerah lasan yang berupa naiknya kekuatan tarik dan perpanjangan yang rendah.

Sifat mekanik adalah kemampuan dan perilaku dari suatu bahan ketika menerima suatu pola pembebanan tertentu. Sifat material yang termasuk dalam sifat mekanik adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, kekerasan, keuletan, ketangguhan, ketahanan aus, ketahanan creep, ketahanan terhadap rambat retak, ketahanan pada temperatur tinggi. Dalam aplikasinya sifat yang dimiliki oleh bahan tidaklah harus unggul seluruhnya. Namun cukup beberapa sifat saja dan sifat tersebut memang relevan dengan persyaratan aplikasinya. Sifat yang harus dipenuhi tentu saja didasarkan pada optimasi sifat-sifat yang dimiliki dan kondisi aplikasinya. Beberapa sifat mekanik bahan menunjukkan adanya kecenderungan dengan perilaku yang sering berlawanan. Ketika suatu bahan harus memiliki keuletan tinggi, maka bahan tersebut cenderung memiliki keuletan tinggi, maka bahan tersebut cenderung memiliki kekuatan yang relative rendah, dengan demikian pemilihan suatu bahan akan menjadi optimasi antara beberapa sifat yang dimiliki dengan pola pembebananya.



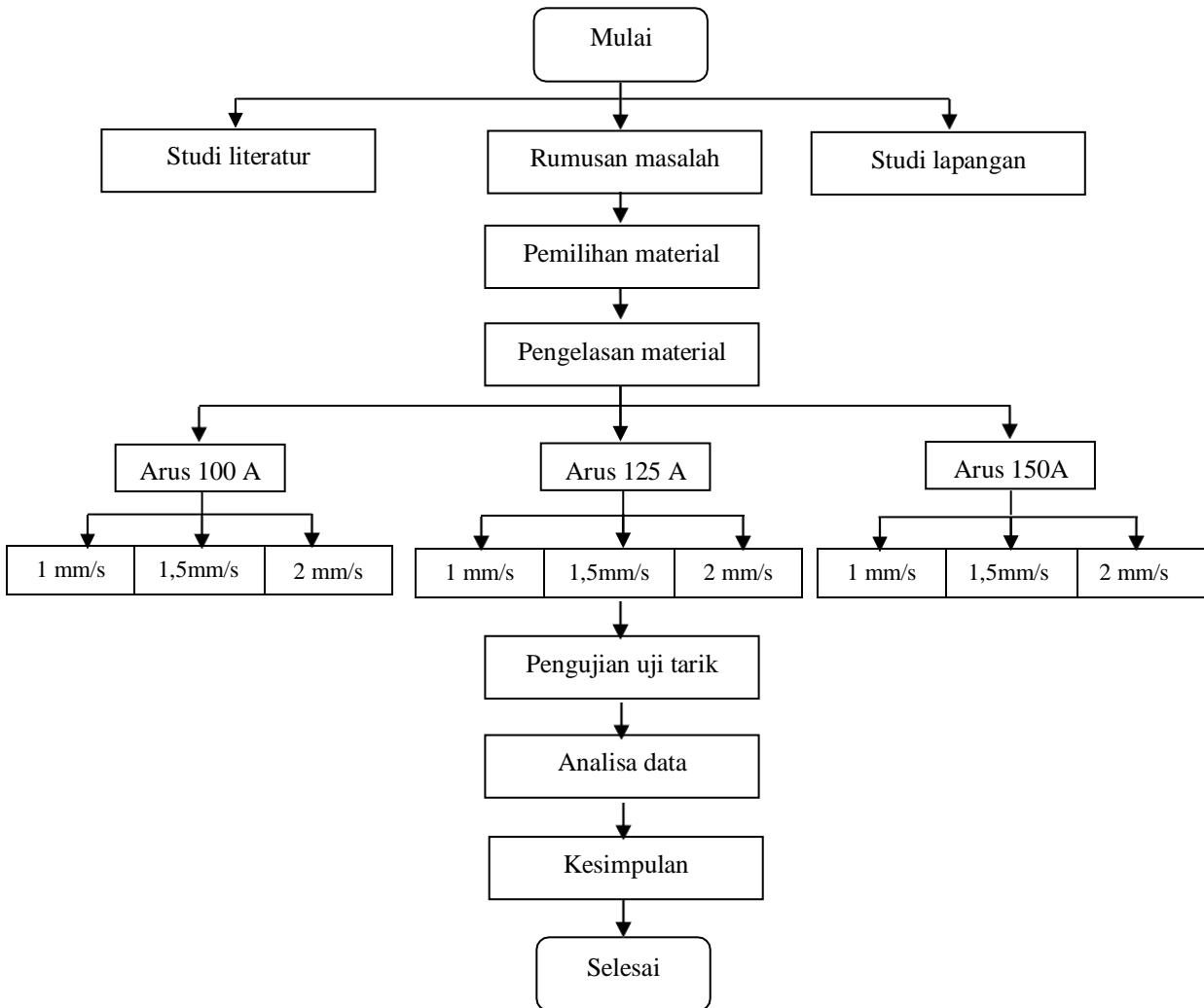
## Tugas Akhir

---

Heat input masukan panas sumber energy pengelasan dalam pengelasan busur sumber energy berasal arus listrik yang dikonversi menjadi energy panas. Energy panas ini sebenarnya merupakan hasil gabungan antara tegangan arus dan kecepatan. Hubungan antara ketiga variable pengelasan yang menghasilkan energy las sering disebut sebagai heat input atau masukan panas.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir



Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian



### 3.2. Alat dan Bahan

Dalam proses pengujian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa alat dan bahan untuk di pakai dalam penelitian. Berikut ini merupakan alat dan bahan yang akan dipakai dalam pengujian:

- Auto Tensile Tester (alat uji tarik) beserta kelengkapannya
- Las TIG dengan arus pengelasan yang di pakai yaitu 100A, 125A dan 150A
- Kawat las (*filler HTW 50*) dengan diameter 1.6 mm
- Pipa baja stkm11A dengan ketebalan 1,6
- Mesin milling beserta kelengkapannya
- Elektroda yang digunakan adalah tipe EW th-2 dengan diameter 2,4 mm
- Gerinda

### 3.3. Persiapan Spesimen Uji

Persiapan spesimen uji ini adalah langkah awal dari penelitian Tugas Akhir. Tahap awal dalam melakukan persiapan uji spesimen yaitu:

#### 3.3.1. Pemotongan

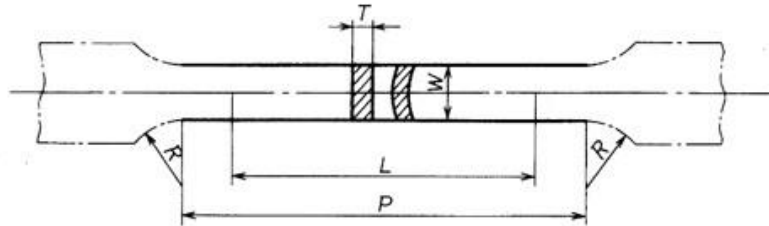
Pemotongan sepesimen cukup dengan dimensi secukupnya tidak terlalu panjang sesuai dengan yang sudah ditentukan yaitu 250 cm.



Gambar 3.12 Pemotongan Spesi

### 3.3.2. Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Setelah proses pemotongan selesai dilakukan tahapan selanjutnya yaitu, pembuatan spesimen uji tarik dengan menggunakan mesin milling dengan ukuran standar yang sudah ditentukan. Standar yang dipergunakan untuk pengujian tarik ini adalah JIS.



Gambar 3.13 Gambar Dimensi Spesimen Uji Tarik



Gambar 3.14 Pembentukan Spesimen

### 3.3.3. Proses Pembuatan Alur Pengelasan

Dalam proses pembuatan alur pengelasan menggunakan gerinda tangan dengan menggunakan jenis alur persegi.

### 3.3.4. Pengelasan Pipa Baja STKM 11A

Pada saat melakukan proses pengelasan disarankan terlebih dahulu untuk mengidentifikasi bahan yang akan di las dan juga kelengkapan alat pengelasan. Sebelum melakukan pengelasan dianjurkan untuk membuat WPS (*welding procedure spesification*) sehingga bisa mengetahui bahan kawat las yang akan dipa akai dan arus yang digunakan. Pengelasan ini menggunakan tipe las TIG dengan arus yang bervariasi.

Tabel 3.4 Spesifikasi Bahan Pipa Baja STKM 11A

Grade	Chemical components %					Tension test			Flattening test	Bending test	
	C max	Si max	Mn max	P max	S max	Tensile strength	Yielding point or proof stress	Elongation %	Flattening	Bending angle	Inner radius (D is the nominal tube diameter)
						min N/mm <sup>2</sup>	min N/mm <sup>2</sup>	No. 11 No. 12 Longitudinal direction min			
STKM 11 A	0.12	0.35	0.60	0.040	0.040	290	—	35	1/2D	180°	4D
STKM 12 A	0.20	0.35	0.60	0.040	0.040	340	175	35	2/3D	90°	6D
STKM 13 A	0.25	0.35	0.30	0.040	0.040	370	215	30	2/3D	90°	6D
STKM 13 B			~0.90			440	305	20			
STKM 14 A	0.30	0.35	0.30 ~1.00	0.040	0.040	410	245	25	3/4D	90°	6D
STKM 18 A	0.18	0.55	1.50	0.040	0.040	440	275	25	7/8D	90°	6D



Gambar 3.15 Spesimen setelah Pengelasan

### 3.4. Proses Uji Tarik



Gambar 3.16 Proses Uji Tarik

---

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Masukan Panas Las (*Heat Input*)

*Heat input* merupakan besarnya energi panas setiap satuan panjang las ketika sumber panasnya bergerak. *Heat input* penulis gunakan sebagai parameter mengetahui *Heat Affected Zone* (HAZ). HAZ adalah area *base metal* yang terpengaruhi oleh panas akibat proses pengelasan.

Nilai *heat input* dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$H = E \times I \times t$$

Dimana H : Masukan panas (Joule/cm)

E : Tegangan busur (Volt)

I : Kuat arus (Ampere)

t : waktu saat pengelasan (s)

Masukan panas pada proses pengelasan dihitung dengan:

- kecepatan pengelasan 1mm/s sehingga untuk mengelas spesimen sepanjang 14,4mm memerlukan waktu 14,4 s
- kecepatan pengelasan 1,5mm/s sehingga untuk mengelas spesimen sepanjang 14,4mm memerlukan waktu 9,6 s
- kecepatan pengelasan 2mm/s sehingga untuk mengelas spesimen sepanjang 14,4mm memerlukan waktu 7,2 s

Diketahui

E = 380v

I = varian 100A, 125A dan 150A

V = varian 14.4s, 9.6s dan 7.2s



## Tugas Akhir

Adapun nilai *heat input* pada tiap parameter disajikan dalam Tabel 5.

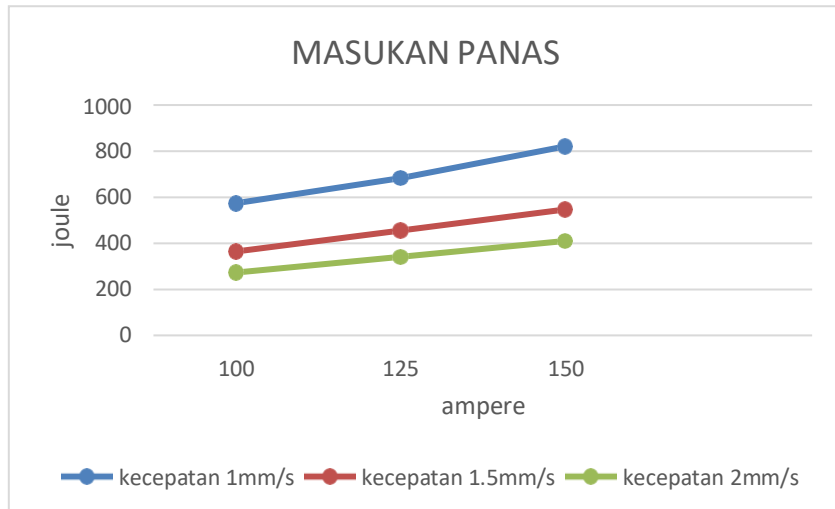
Tabel 4.5 Nilai *Heat Input* pada Setiap Parameter

E	I	V	Heat Input
380	100	14.4	574.200
		9.6	364.800
		7.2	273.600
	125	14.4	684.000
		9.6	456.000
		7.2	342.000
	150	14.4	820.800
		9.6	547.200
		7.2	410.400

Perhitungan dalam mencari nilai HI pada Tabel 5 merupakan sebagai berikut:

- Kuat Arus 100 A & Kecepatan 1 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 100 \times 14.4 = 547.200 \text{ J}$
- Kuat Arus 100 A & Kecepatan 1.5 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 100 \times 9.6 = 364.800 \text{ J}$
- Kuat Arus 100 A & Kecepatan 2 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 100 \times 7.2 = 273.600 \text{ J}$
- Kuat Arus 125 A & Kecepatan 1 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 125 \times 14.4 = 684.000 \text{ J}$
- Kuat Arus 125 A & Kecepatan 1.5 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 125 \times 9.6 = 456.000 \text{ J}$
- Kuat Arus 125 A & Kecepatan 2 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 125 \times 7.2 = 342.000 \text{ J}$
- Kuat Arus 150 A & Kecepatan 1 mm  
 $H = E \times I \times t = 380 \times 150 \times 14.4 = 820.800 \text{ J}$

- Kuat Arus 150 A & Kecepatan 1.5 mm  
 $H = E \times l \times t = 380 \times 150 \times 9.6 = 547.200 \text{ J}$
- Kuat Arus 150 A & Kecepatan 2 mm  
 $H = E \times l \times t = 380 \times 150 \times 7.2 = 410.400 \text{ J}$



Gambar 4.17 Grafik Masukan Panas

#### 4.2. Hasil Data dan Perhitungan Uji Tarik

Tabel 4.6 Hasil Data Uji Tarik

Arus (A)	Kecepatan las 1 mm/s		Kecepatan las 1,5 mm/s		Kecepatan las 2 mm/s	
	P Max (N)	$\Delta L$ (mm)	P Max (N)	$\Delta L$ (mm)	P Max (N)	$\Delta L$ (mm)
100	6681	21,15	6650	21,00	6540	21,83
	7171	21,75	5190	21,13	6627	22,76
	5909	21,34	6026	21,80	6789	21,68
125	6916	21,18	6570	21,02	6685	19,56
	6560	21,14	6701	22,01	6846	18,81
	6530	23,79	6091	21,94	6533	21,30
150	5711	5,61	7081	6,90	6181	20,91
	5748	6,18	5701	6,37	5296	21,82
	4982	1,75	6366	12,20	6759	20,11



---

#### 4.2.1. Perhitungan Tegangan Tarik

- a). **Perhitungan tegangan tarik, arus 100 A dengan kecepatan las 1 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6681\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{257,75 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{7171\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{276,65 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{5909\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{227,97 \text{ MPa}}$$

- b). **Perhitungan tegangan tarik, arus 100 A dengan kecepatan las 1,5 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6650\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{256,55 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{5190\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{200,23 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6026\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{232,48 \text{ MPa}}$$

- c). **Perhitungan tegangan tarik, arus 100 A dengan kecepatan las 2 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6540\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{252,31 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6627\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{255,67 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6789\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{261,92 \text{ MPa}}$$

- d). **Perhitungan tegangan tarik, arus 125 A dengan kecepatan las 1 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6916\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{266,82 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6560\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{253,08 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6530\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{251,92 \text{ MPa}}$$





e). **Perhitungan tegangan tarik, arus 125 A dengan kecepatan las 1,5 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6570\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{253,47 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6701\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{258,52 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6091\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{234,99 \text{ MPa}}$$

f). **Perhitungan tegangan tarik, arus 125 A dengan kecepatan las 2 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6685\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{257,90 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6846\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{264,12 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6533\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{252,04 \text{ MPa}}$$

g). **Perhitungan tegangan tarik, arus 150 A dengan kecepatan las 1 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{5711\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{220,33 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{5748\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{221,75 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{4982\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{192,20 \text{ MPa}}$$

h). **Perhitungan tegangan tarik, arus 150 A dengan kecepatan las 1,5 mm/s**

$$\text{Percobaan 1} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{7081\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{273,18 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{5701\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{219,94 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3} \quad \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6366\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{245,60 \text{ MPa}}$$



**i). Perhitungan tegangan tarik, arus 150 A dengan kecepatan las 2 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6181\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{238,46 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 2 } \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{5296\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{204,32 \text{ MPa}}$$

$$\text{Percobaan 3 } \sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6759\text{N}}{25,92 \text{ mm}^2} = \mathbf{260,76 \text{ MPa}}$$

**4.2.2. Perhitungan Regangan Tarik**

**a). Perhitungan regangan tarik, arus 100 A dengan kecepatan las 1 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,15}{250} 100\% = \mathbf{8,46\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,75}{250} 100\% = \mathbf{8,7\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,34}{250} 100\% = \mathbf{8,53\%}$$

**b). Perhitungan regangan tarik, arus 100 A dengan kecepatan las 1,5 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,00}{250} 100\% = \mathbf{8,4\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,13}{250} 100\% = \mathbf{8,45\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,80}{250} 100\% = \mathbf{8,72\%}$$

**c). Perhitungan regangan tarik, arus 100 A dengan kecepatan las 2 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,83}{250} 100\% = \mathbf{8,73\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{22,76}{250} 100\% = \mathbf{9,10\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,68}{250} 100\% = \mathbf{8,67\%}$$

**d). Perhitungan regangan tarik, arus 125 A dengan kecepatan las 1 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,18}{250} 100\% = \mathbf{8,47\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,14}{250} 100\% = \mathbf{8,45\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{23,79}{250} 100\% = \mathbf{9,51\%}$$

**e). Perhitungan regangan tarik, arus 125 A dengan kecepatan las 1,5 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,02}{250} 100\% = \mathbf{8,40\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{22,01}{250} 100\% = \mathbf{8,80\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,94}{250} 100\% = \mathbf{8,77\%}$$

**f). Perhitungan regangan Tarik arus 125 A dengan kecepatan las 2 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{19,56}{250} 100\% = \mathbf{7,82\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{18,81}{250} 100\% = \mathbf{7,52\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{21,30}{250} 100\% = \mathbf{8,52\%}$$

**g). Perhitungan regangan tarik, arus 150 A dengan kecepatan las 1 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{5,61}{250} 100\% = \mathbf{2,24\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{6,18}{250} 100\% = \mathbf{2,47\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100\% = \frac{1,75}{250} 100\% = \mathbf{0,7\%}$$



## Tugas Akhir

---

**h). Perhitungan regangan tarik, arus 150 A dengan kecepatan las 1,5 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = \frac{6,90}{250} \cdot 100\% = \mathbf{2,76\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = \frac{6,37}{250} \cdot 100\% = \mathbf{2,54\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = \frac{12,20}{250} \cdot 100\% = \mathbf{4,88\%}$$

**i). Perhitungan regangan tarik, arus 150 A dengan kecepatan las 2 mm/s**

$$\text{Percobaan 1 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = \frac{20,91}{250} \cdot 100\% = \mathbf{8,36\%}$$

$$\text{Percobaan 2 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = \frac{21,82}{250} \cdot 100\% = \mathbf{8,72\%}$$

$$\text{Percobaan 3 } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% = \frac{20,11}{250} \cdot 100\% = \mathbf{8,04\%}$$

### 4.3. Metode Sample Random

Tabel 4.7 Metode sample random

Kode	Random	Arus (A)	Kecepatan (mm/s)	P Max (N)	$\Delta L$ (mm)	$\sigma$ Max (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)
I3	1	150	2	6366	12,20	260,76	8,04
A1	2	100	1	6681	21,15	257,75	8,46
F1	3	125	2	6685	19,56	257,90	7,82
E2	4	125	1,5	6701	22,01	258,52	8,80
H2	5	150	1,5	5929	6,20	219,94	2,54
F2	6	125	2	6846	18,81	264,12	7,52
D2	7	125	1	6560	21,14	253,08	8,45
I1	8	150	2	7081	6,90	238,46	8,36
E3	9	125	1,5	6091	21,94	234,99	8,77
G1	10	150	1	5711	5,61	220,33	2,24
B2	11	100	1,5	5190	21,13	200,23	8,45
C3	12	100	2	6789	21,68	261,92	8,67
D1	13	125	1	6916	21,18	266,82	8,47
B1	14	100	1,5	6650	21,00	256,55	8,4
H3	15	150	1,5	5021	7,73	245,60	4,88
A3	16	100	1	5909	21,34	227,97	8,53
A2	17	100	1	7171	21,75	276,65	8,7
H1	18	150	1,5	5801	6,01	273,18	2,76
B3	19	100	1,5	6026	21,80	232,48	8,72
G3	20	150	1	4982	1,75	192,20	0,7
I2	21	150	2	5701	6,37	204,32	8,72
C1	22	100	2	6540	21,83	252,31	8,73
F3	23	125	2	6533	21,30	252,04	8,52
C2	24	100	2	6627	22,76	255,67	9,10
D3	25	125	1	6530	23,79	251,92	9,51
G2	26	150	1	5748	6,18	221,75	2,47
E1	27	125	1,5	6570	21,02	253,47	8,40



## Tugas Akhir

Tabel 4.8 Tabel sampel random yang sudah diurutkan sesuai abjad kode.

Kode	Random	Arus (A)	Kecepatan (mm/s)	P Max (N)	$\Delta L$ (mm)	$\sigma$ Max (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)
A1	1	100	1	6681	21,15	257,75	8,46
A2	2	100	1	7171	21,75	276,65	8,7
A3	3	100	1	5909	21,34	227,97	8,53
B1	4	100	1,5	6650	21,00	256,55	8,4
B2	5	100	1,5	5190	21,13	200,23	8,45
B3	6	100	1,5	6026	21,80	232,48	8,72
C1	7	100	2	6540	21,83	252,31	8,73
C2	8	100	2	6627	22,76	255,67	9,10
C3	9	100	2	6789	21,68	261,92	8,67
D1	10	125	1	6916	21,18	266,82	8,47
D2	11	125	1	6560	21,14	253,08	8,45
D3	12	125	1	6530	23,79	251,92	9,51
E1	13	125	1,5	6570	21,02	253,47	8,40
E2	14	125	1,5	6701	22,01	258,52	8,80
E3	15	125	1,5	6091	21,94	234,99	8,77
F1	16	125	2	6685	19,56	257,90	7,82
F2	17	125	2	6846	18,81	264,12	7,52
F3	18	125	2	6533	21,30	252,04	8,52
G1	19	150	1	5711	5,61	220,33	2,24
G2	20	150	1	5748	6,18	221,75	2,47
G3	21	150	1	4982	1,75	192,20	0,7
H1	22	150	1,5	5801	6,01	273,18	2,76
H2	23	150	1,5	5929	6,20	219,94	2,54
H3	24	150	1,5	5021	7,73	245,60	4,88
I1	25	150	2	7081	6,90	238,46	8,36
I2	26	150	2	5701	6,37	204,32	8,72
I3	27	150	2	6366	12,20	260,76	8,04

#### 4.4. Hasil Pengujian Uji Tarik (*Tensile Strength*)

##### 4.4.1. Tegangan Tarik

Tabel 4.9 Data Hasil Tegangan Tarik dengan Besar Arus 100 A

Kecepatan (mm/s)		to (mm)	wo (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	P Max (N)	$\sigma$ Max (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ rata- rata (N/mm <sup>2</sup> )
1	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	6681	257,75	254,12
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	7171	276,65	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	5909	227,97	
1,5	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	6650	256,55	229,75
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	5190	200,23	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	6026	232,48	
2	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	6540	252,31	256,63
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	6627	255,67	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	6789	261,92	

Tabel 4.10 Data Hasil Tegangan Tarik dengan Besar Arus 125 A

Kecepatan (mm/s)		to (mm)	wo (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	P Max (N)	$\sigma$ Max (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ rata- rata (N/mm <sup>2</sup> )
1	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	6916	266,82	257,27
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	6560	253,08	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	6530	251,92	
1,5	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	6570	253,47	248,99
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	6701	258,52	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	6091	234,99	
2	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	6685	257,90	250,02
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	6846	264,12	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	6533	252,04	



## Tugas Akhir

Tabel 4.11 Data Hasil Tegangan Tarik dengan Besar Arus 150 A

Kecepatan (mm/s)	to (mm)	wo (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	P Max (N)	$\sigma$ Max (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )	
1	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	5711	220,33	211,42
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	5748	221,75	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	4982	192,20	
1,5	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	5801	273,18	246,24
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	5929	219,94	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	5021	245,60	
2	Spesimen 1	1,8	14,4	25,92	7081	238,46	234,51
	Spesimen 2	1,8	14,4	25,92	5701	204,32	
	Spesimen 3	1,8	14,4	25,92	6366	260,76	

### 4.4.2. Regangan

Tabel 4.12 Data Hasil Regangan dengan Arus 100 A

Kecepatan (mm/s)	Lo (mm)	L1 (mm)	$\Delta L$ (mm <sup>2</sup> )	regangan (%)	Regangan rata-rata (%)	
1	Spesimen 1	250	271,15	21,15	8,46	8,56
	Spesimen 2	250	271,75	21,75	8,7	
	Spesimen 3	250	271,34	21,34	8,53	
1,5	Spesimen 1	250	271,00	21,00	8,4	8,37
	Spesimen 2	250	271,13	21,13	8,45	
	Spesimen 3	250	271,80	21,80	8,72	
2	Spesimen 1	250	271,83	21,83	8,73	8,80
	Spesimen 2	250	272,76	22,76	9,10	
	Spesimen 3	250	271,68	21,68	8,67	





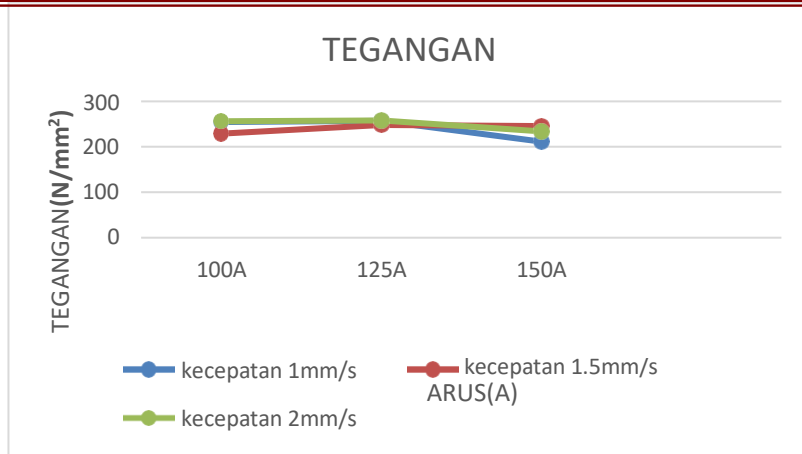
## Tugas Akhir

Tabel 4.13 Data Hasil Regangan dengan Arus 125 A

	Kecepatan (mm/s)	Lo (mm)	L1 (mm)	$\Delta L$ (mm <sup>2</sup> )	regangan (%)	Regangan rata-rata (%)
1	Spesimen 1	250	271,15	21,18	8,47	8,81
	Spesimen 2	250	271,75	21,14	8,45	
	Spesimen 3	250	271,34	23,79	9,51	
1,5	Spesimen 1	250	271,00	21,02	8,40	8,65
	Spesimen 2	250	271,13	22,01	8,80	
	Spesimen 3	250	271,80	21,94	8,77	
2	Spesimen 1	250	271,83	19,56	7,82	7,95
	Spesimen 2	250	272,76	18,81	7,52	
	Spesimen 3	250	271,68	21,30	8,52	

Tabel 4.14 Data Hasil Regangan dengan Arus 150 A

	Kecepatan (mm/s)	Lo (mm)	L1 (mm)	$\Delta L$ (mm <sup>2</sup> )	regangan (%)	Regangan rata-rata (%)
1	Spesimen 1	250	255,16	5,61	2,24	1,80
	Spesimen 2	250	256,47	6,18	2,47	
	Spesimen 3	250	251,75	1,75	0,7	
1,5	Spesimen 1	250	256,01	6,01	2,76	3,39
	Spesimen 2	250	256,20	6,20	2,54	
	Spesimen 3	250	257,73	7,73	4,88	
2	Spesimen 1	250	256,90	6,90	8,36	8,37
	Spesimen 2	250	256,37	6,37	8,72	
	Spesimen 3	250	262,20	12,20	8,04	



Gambar 4.18 Grafik Tegangan

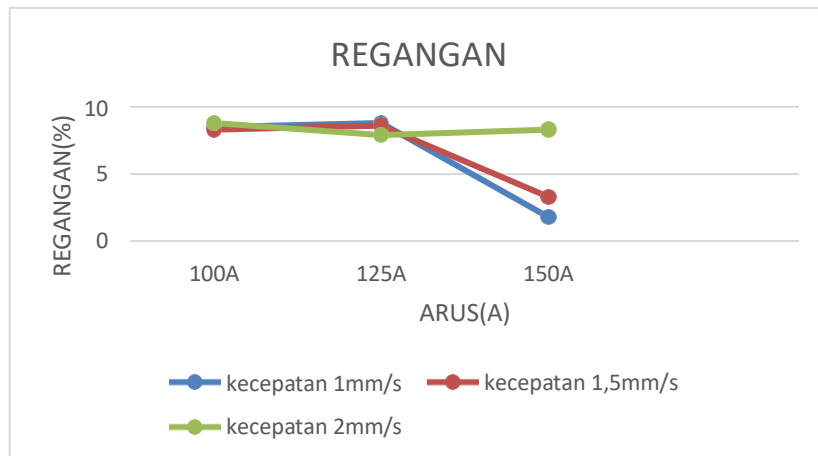
Gambar diatas merupakan hasil grafik pengaruh besar arus listrik las dan kecepatan pengelasan terhadap *ultimate tensile strength*. Pada kecepatan las yang sama yaitu 1 mm/s, jika arus listrik ditingkatkan dari 100 A, 125 A dan 150 A maka akan didapat *ultime tensile strength* sebesar 254.12MPa, 257.27 MPa, 211.42 MPa. Pada kecepatan las 1,5 mm/s, jika arus listrik ditingkatkan dari 100 A, 125 A dan 150 A maka akan didapat *ultimate tensile strength* sebesar 229.75 MPa, 248.99 MPa, 246.24 MPa. . Pada kecepatan las 2 mm/s, jika arus listrik ditingkatkan dari 100 A, 125 A dan 150 A maka akan didapat *ultimate tensile strength* sebesar 256.63 MPa, 250.02 MPa, 234.51 MPa.

Baja STKM 11A memiliki *ultimate tensile strength* sebesar 290 MPa. Dari variasi yang dilakukan, *ultimate tensile strength* tertinggi pada arus 125 A dan kecepatan pengelasan 1 mm/s sebesar 257.27 MPa *Ultimate tensile strength* terendah pada arus listrik 150 A dan kecepatan las 1 mm/s. Sifat mekanik material bisa berubah jika terkena panas. Pada pengelasan akan tercipta *heat affected zone* (HAZ). HAZ ini akan merubah struktur mikro *base material*. Laju pendinginan yang cepat akan membuat ukuran bulir baja semakin kecil sehingga membuat baja semakin kuat.

Pada kecepatan las yang rendah maka *heat input* akan semakin besar, ini menyebabkan panas yang mengalir akan merata. Jika panas yang mengalir akan merata maka bentuk bulirnya akan semakin tertata. Bentuk bulir yang terdistorsi akibat panas yang tidak merata akan menurunkan *ultimate tensile strength*nya.

Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa kuat arus dan kecepatan las mempengaruhi kekuatan tarik material, semakin tinggi nilai arus semakin

kuat nilai tegangan tarik nyayaitu  $257,27 \text{ N/mm}^2$  yang berada pada arus 125A dengan kecepatan las 1mm/s yang memiliki head input 684.000 joule, pada saat kenaikan arus tertentu memiliki nilai kekuatan tarik terendah yaitu  $211.42 \text{ N/mm}^2$  pada arus 150A dengan kecepatan las 1mm/s yang memiliki head input 820.800 joule.



Gambar 4.19 Grafik Regangan

Pada gambar diatas merupakan grafik pengaruh arus listrik dan kecepatan pengelasan terhadap %*elongation*. Pada kecepatan pengelasan 1 mm/s, jika arus listrik ditingkatkan maka didapat %*elongation* sebesar 8.56%, 8.81% dan 1.80%. Pada kecepatan pengelasan 1.5 mm/s, jika ditingkatkan arus listrik didapat %*elongation* sebesar 8.37%, 8.65% dan 3.39%. Pada kecepatan pengelasan 2 mm/s, jika ditingkatkan arus listrik didapat %*elongation* sebesar 8.80%, 7.95% dan 8.37%.

Baja STKM 11A memiliki %*elongation* sebesar 35%. %*elongation* yang <5% berarti material tersebut adalah getas. Dia tidak dapat terdefomarsi secara besar. Semakin meningkatnya arus akan membuat ukuran bulir baja kecil. Ukuran bulir kecil tidak tahan terhadap deformasi yang besar sehingga akan langsung patah ketika terkena beban yang besar.



## **BAB V KESIMPULAN**

Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa kuat arus dan kecepatan las mempengaruhi kekuatan tarik material, semakin tinggi nilai arus semakin kuat nilai tegangan tarik nyayaitu  $257,27 \text{ N/mm}^2$  yang berada pada arus 125A dengan kecepatan las 1mm/s yang memiliki head input 684.000 joule ,pada saat kenaikan arus tertentu memiliki nilai kekuatan tarik terendah yaitu  $211.42 \text{ N/mm}^2$  pada arus 150A dengan kecepatan las 1mm/s yang memiliki head input 820.800 joule.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aljufri. 2008. Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus pada Sambungan Logam Aluminium – Mg 5083 terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG. *Universitas Sumatra Utara Medan*.
- Mohruni, A. S., B. H. Kembaren. 2015. Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E6013. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3 (4).
- Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 13 No. 1 Maret 2013.
- Tim fakultas teknik UNY. (2004). *Mengelas Dengan Proses Las Gas Tungsten. UNY*.
- Widharto, S. (2013). *Welding Inspection*. Mitra Wacana Media.
- Wirjosumarto. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita.

## LAMPIRAN

PT. INSEASENA  
Jl. Veteran, Lingkar Timur, Wadungasih  
Kec. Buduran, Sidoarjo 61252  
Indonesia



Telp. : (62)-(31) 8963951  
Fax. : (62)-(31) 8961781  
E-mail : inseera@inseera.co.id

### **SURAT KETERANGAN**

**No : 4128 / INS / 1970 / XII / 2021**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rachmat Hidayat E.  
Bagian /Jabatan : Manager HRGA

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Yoga Prastyo  
Asal Sekolah : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jurusan : Teknik Mesin

Bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan kegiatan penelitian tugas akhir di PT. Inseera Sena. Penelitian tugas akhir tersebut telah dilaksanakan selama 1 bulan, yaitu mulai tanggal 26 Oktober 2021 s/d 20 November 2021 di bagian Tooling Center dan QA.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sidoarjo, 10 Desember 2021

**Rachmat Hidayat**  
**HRGA Manager**