

# **SKRIPSI**

## **ANALISA *PREHEATING* PADA HASIL PENGELASAN GAS ARGON TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK**

**OLEH :**

**DWI LUNGGUH PURNOMO PUTRO**

**NIM : 15.121.0408**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Program Studi Teknik Mesin



**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK**

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

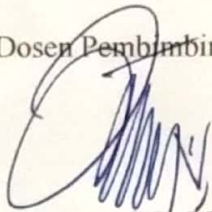
Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Penguji Skripsi dengan ini menerangkan bahawa mahasiswa:

Nama Peneliti : DWI LUNGUH PURNOMO PUTRO  
NIM : 15.121.0408  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul : Analisa *Preheating* Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik

Skripsi ini telah disidangkan di depan tim penguji pada hari Senin 19 November 2018 dapat diterima dan dinyatakan lulus oleh tim penguji Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.


### Mengetahui:

Dosen Pembimbing I



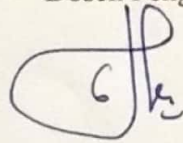
**(Fuazen, ST, M.T)**  
NIDN. 11.2208.7301

Dosen Pembimbing II



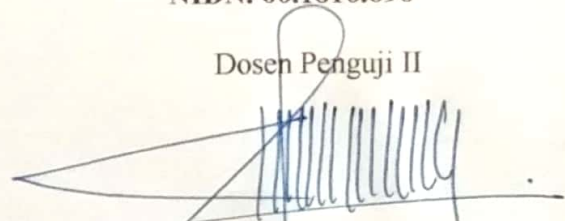
**(Eko Sarwono, ST, M.T)**  
NIDN. 00.1810.690

Dosen Penguji I



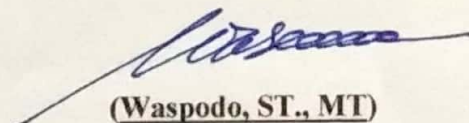
**(Gunarto, ST, M.Eng.)**  
NIDN. 00.0909.7301

Dosen Penguji II



**Dr. Doddy Irawan, ST, M.Eng.)**  
NIDN. 11.2110.8001

Mengetahui,  
Program Studi,



**(Waspodo, ST, MT)**  
NIDN. 11.1406.7602

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur - unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 06 Maret 2019  
Mahasiswa,

**DWI LUNGGUH PURNOMO PUTRO**  
**NIM : 15.121.0408**

## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

ANALISA *PREHEATING* PADA HASIL PENGELASAN GAS ARGON  
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK

Nama Mahasiswa : Dwi Lungguh Purnomo Putro

NIM : 15.121.0408

Program Studi : Teknik Mesin

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Fuazen, ST., M.T

Anggota : Eko Sarwono, ST, M.T

TIM DOSEN PENGUJI :

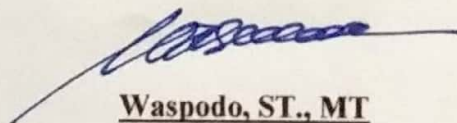
Dosen Penguji 1 : Gunarto, ST, M.Eng

Dosen Penguji 2 : Dr. Doddy Irawan, ST, M.Eng

Tanggal Ujian : 21 November 2018

Pontianak, 06 Maret 2019

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



**Waspodo, ST., MT**  
NIDN.1114067602

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmannirahim,*

*Assalamualiakum Warrahmatullahi Wabarakatu,*

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Analisa Preheating Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik* “.

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menempuh ujian Sarjana Strata (S 1) pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Helman Fachri, SE, MM selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Bapak Fuazen, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan selaku Dosen Pemimbing I Skripsi Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Eko Sarwono, S.T., M.T. selaku Wakil Rektor II Universitas Muhammadiyah Pontianak dan selaku Dosen Pemimbing II Skripsi
4. Bapak Waspodo.S.T., M.T. Selaku Kaprodi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak dan selaku Dosen Penguji I Skripsi.
5. Bapak Gunarto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji I Skripsi.
6. Bapak Dr. Doddy Irawan ST., M.Eng. selaku Dosen Penguji II Skripsi.
7. Bapak – bapak dan Ibu – ibu selaku Dosen di Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
8. Ayahanda Puji Hartomo dan Ibunda Nur hikmah selaku orang tua yang telah banyak berjasa dalam kehidupan ini.

9. Buat calon istriku Ucu Liani terimakasih atas pengertiannya dan selalu sabar menunggu.
10. Keluarga besar ku yang telah banyak memberikan dukungan baik moril serta materil agar dapat menyelesaikan Skripsi ini.
11. Teman – teman Angkatan 2015 serta kakak tingkat dan adik tingkat ku yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini, masih banyak kekurangan dan kelemahan, baik dalam penyajian, sistematika penulisan maupun materi – materi yang terkandung di dalamnya. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar penulisan selanjutnya dapat lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita dan bagi masyarakat semua akhir kata penulis mengucapkan.

***Wabillahitaufik Walhidayah wassalammualaikum Warrahmatullahi Wabarakatu.***

Pontianak, 06 Maret 2019

Penulis

**DWI LUNGGUH PURNOMO PUTRO**  
**NIM : 15.121.0408**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Gambar.....	x
Daftar Simbol.....	xii
Abstrak .....	xiii
Abstract.....	xiv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan.....	3
1.3. Batasan masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Metode Penulisan .....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	5

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Prosedur dan Teknik Pengelasan .....	8
2.3. Pengelasan GTAW .....	11
2.4. Dasar Teori .....	12
2.4.1. Pemilihan Bahan dan Proses .....	12
2.4.2. Baja Karbon.....	13
2.4.3. Baja Karbon ST 37 .....	14
2.4.4. Diagram CCT ( <i>Continuous Cooling Transformation</i> ) .	14
2.4.5. Pengertian Pengelasan .....	15
2.4.6. Prinsip Kerja Las TIG atau GTAW .....	17
2.4.7. Kelebihan Las GTAW atau TIG .....	18

2.4.8.	Kekeurangan Las GTAW atau TIG .....	19
2.4.9.	Elektroda Tungsten .....	19
2.4.10.	Parameter Pengelasan <i>Tungsten Inesrgas</i> (TIG) .....	22
2.5.	Pengujian Impact Test.....	25
2.5.1.	Sistem Pengujian Pukul Takik.....	27
2.6.	Pengujian Struktur Micro.....	28
2.7.	Pengujian Kekerasan .....	33

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1.	Disain Penelitian .....	36
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
3.2.1.	Waktu .....	36
3.2.2.	Tempat Penelitian .....	37
3.3.	Hipotesisi .....	37
3.4.	Variabel Penelitian .....	37
3.4.1.	Variabel Bebas .....	37
3.4.2.	Variabel Terikat .....	37
3.5.	Alur Penelitian .....	38
3.5.1.	Bahan Dan Alat .....	39
3.6.	Proses Pengujian Impact .....	40
3.7.	Pengujian Struktur Micro .....	41
3.8.	Pengujian Kekerasan .....	45
3.9.	Metode Pengambilan Data .....	47
3.10.	Metode Analisis Data .....	49

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Hasil Penelitian .....	50
4.2.	Hasil Pengujian Bahan ST 37 yang dilakukan <i>Pre Heating</i> .....	50
4.1.1	Hasil Pengujian Kekerasan Tanpa <i>Pre Heating</i> suhu 27 <sup>0</sup> C .....	50
4.1.2	Pembahasan .....	51



4.3.	Hasil Pengujian kekerasan bahan ST 37 <i>Preheating</i> 150 <sup>0</sup> C .....	54
4.3.1.	Hasil Pengujian kekerasan <i>Preheating</i> 150 <sup>0</sup> C .....	55
4.3.2.	Hasil Pengujian Impact <i>Pre Heating</i> suhu 150 <sup>0</sup> C .....	55
4.4.	Hasil Pengujian kekerasan bahan ST 37 <i>Preheating</i> 250 <sup>0</sup> C .....	60
4.4.1.	Hasil Pengujian Kekerasan <i>Preheating</i> 250 <sup>0</sup> C .....	60
4.4.2.	Pembahasan .....	61
4.5.	Hasil Pengujian Impact bahan ST 37 Tanpa <i>Preheating</i> 27 <sup>0</sup> C .....	62
4.5.1.	Hasil Pengujian Impact Tanpa <i>Preheating</i> .....	62
4.6.	Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 <i>Preheating</i> 150 <sup>0</sup> C .....	63
4.6.1.	Hasil Pengujian Impact 150 <sup>0</sup> C .....	63
4.7.	Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 <i>Preheating</i> 200 <sup>0</sup> C .....	64
4.7.1.	Hasil Pengujian <i>Impact Preheating</i> 200 <sup>0</sup> C .....	64
4.8.	Hasil Pengujian Impact bahan ST 37 <i>Preheating</i> 250 <sup>0</sup> C .....	65
4.8.1.	Hasil Pengujian <i>Impact Preheating</i> 250 <sup>0</sup> C .....	65
4.9.	Hasil Pengujian Struktur Mikro Bahan ST 37 yang di lakukan <i>Preheating</i> .....	66
4.9.1.	Pembahasan Struktur Mikro .....	66

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1.	Kesimpulan .....	70
5.2.	Saran .....	71

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1. Berbagai Macam Las dan Tahun Penemuannya
- Tabel 2.2. Komposisi Baja Karbon Medium
- Tabel 2.3. Tabel 2.3. *Tipe Eletroda Tungsten*
- Tabel 2.4. Penggunaan elektroda tungsten mengelas baja karbon
- Tabel 2.5. Logam dan jenis arus yang sesuai untuk las TIG
- Tabel 2.6. jenis-jenis sambungan dasar
- Tabel 2.7 Bentuk sambungan T
- Tabel 3. 1 . Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu dan uji Impact 150°C
- Tabel 3.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 200°C
- Tabel 3.3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 250°C
- Tabel 3.4 Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 27°C
- Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kekerasan tanpa *Preheating* Suhu 27°C
- Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 150°C
- Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 200°C
- Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 250°C
- Tabel. 4.5. Tabel Hasil Pengujian Impact tanpa *Preheating* suhu 27<sup>0</sup>C
- Tabel. 4.6. Tabel Hasil Pengujian Impact pada suhu 150<sup>0</sup>C
- Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Impact pada Suhu 200°C
- Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Impact pada Suhu 250°C

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Diagram CCT (Widharto 2013: 460)
- Gambar 2.2 Proses Pengelasan TIG (Wahida, 2013)
- Gambar 2.3. Skema Las TIG (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004)
- Gambar 2.4. Penggerindaan elektroda tungsten (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).
- Gambar 2.5. Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Penetrasi dan Lebar Lajur Las (Sonawan, 2003)
- Gambar 2.6..jenis-jenis sambungan dasar
- Gambar 2.7. Alur sambungan las tumpul.
- Gambar 2.8. Balok tumpuan berada tidak ditengah
- Gambar 3.1. Bahan uji dengan kampuh V
- Gambar 3.2. Flow Chart Penelitian
- Gambar. 4.1. Grafik Hasil Pengujian Uji Kekerasan untuk Bahan ST 37 tanpa Pre Heating Suhu 27°C
- Gambar 4.2. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro ST 37 Suhu 27°C
- Gambar 4.3. Grafik Pengujian Kekerasan untuk temperature *praheating* 150°C
- Gambar 4.4. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada bahan Struktur Mikro ST 37 Suhu 150°C
- Gambar.4.5. Grafik Pengujian Kekerasan untuk Bahan ST 37 dengan *Preheating* Suhu 200°C
- Gambar. 4.6. Pengujian Bahan struktur mikro Pengujian Suhu 200°C
- Gambar. 4.7 Data grafik Hasil Pengujian Kekerasan untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan pre Heating Suhu 250°C
- Gambar.4.8. Pengujian Struktur Mikro Bahan ST 37 dengan *preheating* Suhu 250°C
- Gambar. 4.9 Grafik Hasil Pengujian Uji Impact untuk Bahan ST 37 tanpa Pre Heating Suhu 27°C
- Gambar. 4.6. Data grafik Hasil Nilai Rata-rata Pengujian Impact Hasil Pengujian untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 150°C.
- Gambar. 4.7. Data Hasil Pengujian Impact untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 200°C
- Gambar. 4.8. Grafik Hasil Pengujian Uji Impact untuk Pengujian Bahan ST 37

dengan pre Heating Suhu 250°C

Gambar 4.9. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro ST 37 Suhu 27°C

Gambar 4.10. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada bahan Struktur Mikro ST 37 Suhu 150°C

Gambar. 4.11. Pengujian Bahan struktur mikro Pengujian Suhu 200°C

Gambar.4.12. Pengujian Struktur Mikro Bahan ST 37 dengan pre Heating Suhu 250°C

Gambar 4.13. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan Struktur Mikro ST 37 pre Heating Suhu 150°C

Gambar 4.14. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada bahan Struktur Mikro ST 37 pre Heating Suhu 200°C

Gambar 4.15. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro ST 37 *preheating* Suhu 250°C

Gambar 4.16. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro ST 37 Tanpa *preheating* Suhu 27°C

## DAFTAR SIMBOL

q	= jumlah kalor (J)
m	= massa zat (g)
T	= perubahan suhu ( °C )
c	= kalor jenis ( J /g. °C )
C	= kapasitas kalor (J/ °C)
q	= laju perpindahan panas radiasi (W/m <sup>2</sup> )
A	= luas penampang (m <sup>2</sup> )
T <sub>sur</sub>	= temperatur sekeliling ( °C )
h	= koefisien perpindahan panas konveksi (W/m <sup>2</sup> )
T <sub>s</sub>	= temperatur permukaan (0C)
T <sub>00</sub>	= temperatur fluida (°C)
k	= konduktivitas panas bahan (W/m.°C)
A	= luas penampang (m <sup>2</sup> )
°C	= Celsius

# ANALISA *PREHEATING* PADA HASIL PENGELASAN GAS ARGON TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIK

DWI LUNGGUH PURNOMO PUTRO NIM : 15.121.0408

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak

## Abstrac

*Preheating*/pemanasan awal bertujuan untuk menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kerusakan/cacat pada saat dan setelah pengelasan. Pada setiap jenis logam memiliki suhu yang berbeda-beda yang digunakan untuk suhu *preheating*. Tujuan perlakuan *preheating* untuk meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisis logam, *Preheating* dalam pengelasan ditujukan untuk menurunkan laju pendinginan daerah hasil lasan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, suhu yang digunakan untuk *preheating* Plat ST 37 pada pengelasan untuk penggunaan pada bodi mobil modifikasi sebelum dilakukan pengelasan adalah 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheat*, Suhu 150°C adalah pengujian impact untuk, hasil pengujian Kekerasan Hasil 57,5 HRC, Suhu 150°C pengujian impact rata-rata hasil pengujian 49994,0 Impact (j/m). Hasil pengujian bahan dari 3 spesimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang signifikan dengan hasil 25683 j/m, Suhu 200°C untuk menjelaskan kekerasan rata-rata sebesar 55,5 HV. Suhu 200°C adalah pengujian impact rata-rata hasil pengujian 49994,0 Impact (j/m). pengujian bahan dari 3 spesimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang signifikan dengan hasil 25683 j/m, penggunaan suhu pemanasan awal sebelum pengelasan itu lebih baik dan pada suhu 200 °C, di banding pada suhu 150, °C, 250 °C dan 27 °C dapat di lihat pada suhu 200 °C pemanasan awal sebelum pengelasan menunjukkan pada nilai kekersa semakin baik juga pada hasil pengujian impactnya juga semakin baik, sehingga dalam pengelasan plat ST 37 ini sebaiknya pemanasan awal menggunakan suhu 200°C. perubahan stuktur Metalografi jauh lebih baik pada suhu 200 °C, sebaiknya dengan menggunakan media pendingin oli.

Kata kunci : *Pengelasan, Preheating, ST 37, Tungsten Inert Gas (TIG)*,

# PREHEATING ANALYSIS OF ARGON GAS WELDING RESULTS ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES PLEASED

DWI PURNOMO PUTRO NIM: 15.121.0408

Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah  
University of Pontianak

## Abstrac

Preheating aims to stabilize the temperature of the specimen before welding so that there is no damage / defects during and after welding. Each type of metal has a different temperature which is used for the preheating temperature. The purpose of preheating treatment is to improve the mechanical properties and physical properties of metals, Preheating in welding is intended to reduce the rate of cooling of the welded area. Based on the research that has been done before, the temperature used for preheating the ST 37 Plate on welding for use on the modified car body before welding is 150°C, 200°C, 250°C and without preheat, 150°C temperature is impact testing, 57.5 HRC, Temperature of 150°C impact test average test results 49994.0 Impact (j / m). The results of testing materials from 3 Impact specimens showed results in no significant changes with the results of 25683 j / m, 200°C temperature to explain the average hardness of 55.5 HV. The temperature of 200°C is testing the impact of the average test results 49994.0 Impact (j / m). testing materials from 3 Impact specimens showed results in no significant changes with the results of 25683 j /m, the use of pre-heating temperature before welding was better and at a temperature of 200 °C, compared to temperatures of 150°C, 250 °C and 27 °C seen at 200 °C the preheating before welding shows that the kekersa value is getting better as well as the impact test results are getting better, so the ST 37 plate welding should preheat using a temperature of 200°C. structural changes Metallography is much better at 200 °C, preferably by using oil cooling media.

***Keywords: preheating, ST plate 37, Tungsten Inert Gas (TIG)***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Pada zaman industri sekarang ini teknologi pengelasan telah banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan permesinan, hal ini merupakan pengaruh dari berkembangnya proses manufaktur. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan pada saat logam dalam keadaan cair. Sekarang ini pengelasan merupakan pelaksanaan pekerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi, hal ini disebabkan karena teknologi las memiliki beberapa keunggulan diantaranya konstruksinya lebih ringan dibanding dengan teknik penyambungan lainnya serta proses pengelasan lebih sederhana dan cepat sehingga dapat menghemat biaya produksi.

Oleh karena itu pengembangan teknologi las terus diteliti dan dikembangkan untuk mencapai suatu kondisi sambungan yang diinginkan. Aplikasi pengelasan diantaranya digunakan pada industri transportasi, penyambungan dua pelat dan lain-lain.

*Preheating* atau pemanasan awal bertujuan untuk menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kerusakan/cacat pada saat dan setelah pengelasan. Pada setiap jenis logam memiliki suhu yang berbeda-beda yang digunakan untuk suhu *preheating*. Tujuan perlakuan *preheating* untuk meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisis logam. Oleh karena itu, pemilihan suhu *preheating* sangat penting dilakukan untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis yang baik.

Menurut Sonawan dan Suratman (2006: 81), adanya pemanasan dan pendinginan produk lasan merupakan indikasi bahwa pada proses pengelasan sebenarnya terjadi proses perlakuan panas. Perubahan struktur mikro HAZ adalah salah satu contoh produk perlakuan panas pengelasan, Metode pengelasan juga dapat mempengaruhi kualitas lasan. Metode yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Salah satu metode pengelasan adalah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) atau bisa juga disebut dengan *Tungsten Inert Gas* (TIG).



Metode pengelasan logam yang meliputi prosedur pengelasan, prosedur perlakuan panas, desain sambungan, serta teknik pengelasan disesuaikan dengan jenis bahan, peralatan, serta posisi pengelasan saat sambungan las dibuat. Aspek efektifitas, efisiensi proses, dan pertimbangan ekonomis berkaitan erat dengan pemilihan peralatan las.

*Tungsten Inert Gas* (TIG) atau disebut juga *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) adalah proses pengelasan menggunakan panas dari busur listrik yang terbentuk antara elektroda tungsten yang tidak terumpan dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar, sehingga tidak menghasilkan terak (kotoran las) dan bebas dari terbentuknya percikan las (*spatter*). Pemanfaatan *preheating* sebuah plat dalam proses pengelasan plat body mobil permasalahan di lapangan bahwa kendaraan mobil selalu terkena sinar matahari langsung yang berdampak perubahan fisik material plat pada sebuah body kendaraan, maka hal tersebut menimbulkan permasalahan pada sebuah kendaraan, maka perlu penelitian sebuah perlakuan plat body sebelum pengelasan di lakukan perlakuan *preheating* terlebih dahulu.

Cara pengaturan ini memungkinkan las GTAW cocok digunakan baik untuk pelat baja tipis maupun pelat baja tebal, pada perbaikan dan modifikasi body atau plat kendaraan roda 4 atau roda 6, perbaikan dan pengelasan body sering dilakukan dengan pengelasan, Pengelasan logam sebuah plat ST 37 dengan ketebalan 0,5 sampai dengan 1 mm dan pemanasan awal dengan temperatur awal 150<sup>0</sup>C, 200<sup>0</sup>C sampai dengan 250<sup>0</sup>C akan berkualitas bagus jika menggunakan las GTAW, pada kontruksi modifikasi plat body mobil pada sebuah bengkel mobil modifikasi, Proses pengelasan dilakukan langsung tanpa melalui tahap *preheating* terlebih dahulu.

Berdasarkan fenomena di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisa *Preheating* Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik”.

## 1.2. Permasalahan

*Preheating* dalam pengelasan ditujukan untuk menurunkan laju pendinginan daerah hasil lasan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, suhu yang digunakan untuk *preheating* Plat ST 37 pada pengelasan untuk penggunaan pada bodi mobil modifikasi sebelum dilakukan pengelasan adalah 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa preheat. Pengujian mekanis yang dilakukan : kekerasan mikro, dampak, dan analisa struktur mikro. Pemilihan temperatur yang tepat diharapkan dapat mempengaruhi hasil pengelasan yang baik.

Berdasarkan uraian di atas maka muncul permasalahan yaitu:

- 1) Bagaimana struktur Fisis dan mekanik akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan GTAW ?
- 2) Bagaimana kekuatan kekerasan Plat ST 37 dengan ketebalan 1 mm akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan GTAW ?
- 3) Temperatur *Preheating* 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheat*. Pengujian mekanis yang dilakukan :, kekerasan, dampak, dan analisa struktur mikro.

## 1.3. Batasan masalah

- 1) Batasan masalah hanya diambil penyambungan dalam variasi suhu *Preheating* serta pengelasan menggunakan pengelasan GTAW. Di antara kedua variasi suhu ini dipakai untuk plat yang tebal 1 mm dan untuk aplikasi berupa plat bodi kendaraan mobil modifikasi .
- 2) Penelitian ini akan menjadi lebih jelas dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka peneliti perlu membatasi masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Masalah yang diangkat peneliti adalah sebagai berikut:
  - 1) Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW).

- 2) Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Plat ST 37 Dengan Ketebalan 1 mm
- 3) Pengelasan Plat ST 37 Dengan Ketebalan 1 mm menggunakan metode pengelasan GTAW
- 4) Sifat fisis ditentukan dengan menganalisis data hasil struktur mekanik.
- 5) Sifat mekanis ditentukan dengan menganalisis data hasil uji kekerasan.
- 6) Sifat mekanis ditentukan dengan menganalisis data hasil uji Impact.
- 7) Material yang digunakan yaitu Plat ST 37 dengan tebal 1 mm
- 8) Diameter *elektroda tungsten* yang digunakan yaitu 3,2 mm.
- 9) Pengujian dilakukan dengan untuk mengetahui kekuatan kekerasan dan impact hasil sambungan las dengan dimensi spesimen uji sesuai standar ASTM E-8 dan kekuatan mekanik untuk mengetahui struktur kekuatan mekanik pada hasil lasan atau daerah logam las.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

- 1) Berapa kekuatan kekerasan dan Uji Impact dari hasil Pengaruh Suhu *Preheating* Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Pada Pengelasan Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Plat ST 37 dengan Ketebalan 1 mm.
- 2) Berapa Suhu *Preheating* yang terbaik menemukan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa preheat.
- 3) Untuk mendapatkan hasil Pengujian Terhadap Kekutan Mekanik Dan Perubahan Suhu *Preheating* menemukan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheating*.
- 4) Dapatkan kekurangan yang ditimbulkan akibat pengelasan TIG, sehingga bisa meminimalisir kekurangan tersebut

## **1.5. Metode penulisan**

Ada dua metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini yaitu:

### **1.5.1. Metode literatur**

Untuk menyelesaikan beberapa masalah yang ada, maka penulis mengambil beberapa referensi masing-masing tentang pengelasan (*wolding*), uji bahan, serta statistik data. Penulis akan mengambil referensi yang dapat dipertanggung jawabkan keabsahannya.

### **1.5.2. Metode observasi**

Untuk mendapatkan data pengelasan dan uji bahan alat maka penulis melakukan peninjauan langsung terhadap proses las serta proses pengujian bahan uji itu sendiri.

## **1.6. Sistematika penulisan**

Untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini, maka disusunlah sistematika skripsi sebagai berikut :

### **1.6.1. Bagian Awal Skripsi**

Halaman judul, abstraksi, halaman pengesahan, motto, persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar lampiran.

### **1.6.2. Bagian Isi Skripsi**

**BAB I** : Pendahuluan

Latar belakang, permasalahan, tujuan, metode penulisan, sistematika penulisan, manfaat penelitian.

**BAB II** : Landasan Teori

Tinjauan pustaka (jurnal ilmiah), landasan teori sebagai telaah kepustakaan.

**BAB III** : Metodologi Penelitian

Desain eksperimen, bahan dan alat, waktu dan tempat penelitian, variabel penelitian, alur penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data.

**BAB IV** : Hasil Penelitian

Berisi tentang hasil penelitian, laporan hasil analisis penelitian.

**BAB V** : Penutup

Berisi tentang simpulan dan saran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh: *Achmad Arifin<sup>1</sup>, Heru Santoso B.R<sup>2</sup>, dan M. Noer Ilman<sup>2</sup>, Pengaruh Preheat Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Sambungan Las GTAW Material Baja Paduan 12Cr1MoV* yang Digunakan pada Superheater Boiler, Penelitian bertujuan mempelajari pengaruh preheat pada perubahan struktur mikro dan sifat mekanis yang berupa kekerasan, ketangguhan dan kekuatan tarik. Material superheater berupa pipa baja paduan 12Cr1MoV dengan diameter 2,5 inch dan ketebalan 9,1 mm.

Pengelasan menggunakan las GTAW, *filler* ER80SG, arus 110 Ampere dan tegangan 15 Volt. Temperatur preheating digunakan : 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa preheat. Pengujian mekanis yang dilakukan : tarik, kekerasan mikro, dampak, dan analisa struktur mikro. Hasil pengujian menunjukkan bahwa preheat meningkatkan keuletan, ketangguhan dan kekuatan hasil pengelasan. Preheat 250°C menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik, memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 531 MPa, harga Impak 73,16 Joule. Kekuatan tarik terendah pada preheat 150°C sebesar 482 MPa, harga dampak 53,49 Joule. Rata-rata kekerasan tertinggi di logam las sebesar 293 VHN pada preheat 200°C, sedangkan di daerah HAZ sebesar 266 VHN pada preheat 150°C.

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh: *Saputro dengan judul Pengaruh Pemberian Panas Awal Dengan Pengelasan Smaw (Shielded Metal Arc Welding)* Terhadap Ketangguhan Impak Baja Keylos 50, Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa ada perbedaan pada spesimen logam induk setelah mengalami preheat dengan prosentase sebesar 0,504 % karbon, sedangkan pada spesimen logam las menunjukkan prosentase sebesar 0,115 % karbon. Hasil uji rerata ( uji Z) menunjukkan bahwa ada peningkatan ketangguhan

bahan yang signifikan pada taraf signifikansi 1 % yaitu pada variasi temperatur preheat 270°C. Dapat dilihat pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa  $Z_{obs} = 57,4015$  lebih besar daripada  $Z_{tabel} = 4.541$  ( $Z_{obs} > - Z_t$ ). Peningkatan ketangguhan impak yaitu sebesar 0,51%. Hasil uji rerata (uji Z) adalah ada peningkatan ketangguhan bahan yang signifikan pada variasi perbedaan temperatur preheat dibandingkan nonpreheat. Dari hasil uji komposisi dan hasil uji ketangguhan impak yang telah dilakukan, terlihat terjadi perbedaan kadar karbon (C) sebesar 0,504 % karbon pada Baja *Keylos* 50 setelah dilakukan *preheat* dan peningkatan ketangguhan impak spesimen benda uji setelah dilakukan preheat.

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh: *Ahmadil Amin, Pengaruh Variasi Temperatur Interpass Terhadap Struktur Mikro Dan Fraktografi Haz Hasil Pengelasan Gmaw Metode Temper Bead Welding Pada Baja Karbon Sedang*, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur interpass terhadap struktur mikro dan fraktografi HAZ hasil pengelasan GMAW metode Temper Bead Welding pada baja karbon sedang, dengan variasi temperatur interpass 75°C, 100 °C, 125°C, dan 150°C. Elektroda yang digunakan E70S-6 diameter 0,8 mm. Sebagai gas pelindung selama pengelasan digunakan 100% gas CO<sub>2</sub>. Analisis data dilakukan melalui analisis struktur mikro (metalografi) dan analisis fraktografi. Peningkatan temperatur interpass sampai dengan 150 °C memperlihatkan terjadinya peningkatan struktur bainit. Peningkatan temperatur interpass juga memberikan bentuk *cleavage* yang semakin lebar.

## **2.2. Prosedur dan Teknik Pengelasan**

Rincian metode dan praktek yang digunakan untuk persiapan lasan tertentu disebut prosedur pengelasan (*welding procedure*). Prosedur las memperkenalkan seluruh variabel las berhubungan dengan suatu kerja atau proyek tertentu. Variabel tersebut meliputi proses pengelasan, jenis base metal, desain sambungan, posisi pengelasan, jenis pelindung (*shielding*), preheating dan post-heating yang dibutuhkan, setting mesin las, dan pengujian yang diperlukan.

Prosedur pengelasan digunakan untuk menghasilkan las yang sesuai kebutuhan kode yang umum digunakan. *American Welding Society* (AWS) menerbitkan *Structural Welding Code* yang digunakan untuk desain dan konstruksi struktur baja. Kode lain yang digunakan untuk konstruksi boiler uap dan tabung bertekanan telah diterbitkan oleh *American Society of Mechanical Engineers* (ASME).

Menurut Alip (1989: 35), mengelas bukanlah sekedar memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya beku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dan mempunyai kekuatan seperti dikehendaki. Integritas dan kekuatan lasan dipengaruhi beberapa faktor antara lain bahan benda kerja, bahan tambah, lingkungan berlangsungnya proses, jenis proses yang dipakai, sumber panas (pada las fusi), besarnya tekanan pada las tekan dan kondisi permukaan benda kerja pada alas difusi.

Oleh karena itu seluruh aspek mulai dari persiapan sampai pengujian hasil las diatur dalam prosedur dan teknik pengelasan. Pengelasan yang dilakukan sesuai prosedur dan teknik pengelasan diharapkan akan mendapatkan hasil dan kualitas yang baik.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan bahwa secara keseluruhan ada peningkatan nilai kekerasan setelah dilakukan pengelasan permukaan. Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2 % hingga 2,1 % sesuai gradenya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah *mangan (manganese)*, *krom (chromium)*, vanadium dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja meningkatkan kekerasan (*hardness*), namun disisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*) [Anonimous A, 2012].

Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan



rapuh dan tidak mudah dibentuk [Davis, 1982]. Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit tambahan Si,

Mn, P, S dan Cu. Sifat baja sangat tergantung pada kadar karbon, bila kadar karbon naik maka kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi. Karena itu baja karbon dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya [Wiryosumatro, 2000].

1) Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon dibawah 0,3 %. Baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (mild steel) atau baja perkakas. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis cold roll steel dengan kandungan karbon 0,08 % - 0,30 % yang biasa digunakan untuk body kendaraan [sack, 1997].

2) Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang merupakan baja yang memiliki kandungan karbon 0,30 % - 0,60 %. Baja karbon sedang memiliki kekuatan yang lebih baik dari baja karbon rendah dan mempunyai kualitas perlakuan panas yang tinggi. Baja karbon sedang biasa dilas dengan las busur listrik elektroda terlindungi dan proses pengelasan yang lain. Untuk hasil yang lebih baik maka dilakukan pemanasan mula sebelum pengelasan dan normalizing setelah pengelasan [sack, 1997].

1) Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon yang lain, yakni memiliki kandungan karbon 0,60 % - 1,7 %. Kebanyakan baja karbon tinggi sukar untuk dilas jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan sedang [Sack, 1997].

### **2.3. Pengelasan GTAW**

Sebelum melakukan pengelasan, harus ditentukan metode yang akan digunakan saat pengelasan. Menentukan metode yang akan digunakan untuk

pengelasan harus mempertimbangkan kebutuhan las serta bahan yang akan dilas. Pada penelitian ini digunakan proses pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan GTAW. Pengelasan dengan menggunakan GTAW banyak digunakan untuk mengelas bahan Plat ST 37. Hal ini disebabkan gas tungsten akan mengusir oksigen yang akan menimbulkan oksida logam yang hasilnya sangat keras. Dengan GTAW, oksida logam tersebut dapat dihindari terbentuknya.

GTAW atau yang sering disebut dengan Tungsten Inert Gas (TIG) adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala yang dihasilkan oleh elektroda tetap terbuat dari tungsten. Sedang sebagai bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari pistol las (welding gun) (Sriwidharto, 1996: 15).

Las Busur Listrik dengan pelindung Gas, lazimnya jenis mesin ini disebut GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) atau TIG (*Tungsten Inert Gas*) Welding. Jenis Mesin Las Busur Listrik dengan pelindung Gas adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap udara sekitarnya (oksidasi). Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas Helium (He), gas Argon (Ar), gas *Karbon dioksida* (CO<sub>2</sub>) atau campuran dari gas –gas tersebut.

Menurut Wiryosumarno dan Okumura (2000: 17), penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan, yaitu pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi ke dalam logam pengisi dapat diatur semauanya. Keuntungan yang kedua adalah kualitas yang lebih baik dari daerah las. Oleh karena itu, maka TIG biasa digunakan untuk pengelasan baja-baja berkualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja tahan panas dan untuk mengelas logam-logam bukan baja.

Pada penelitian ini jenis material yang digunakan adalah baja karbon medium. Baja karbon medium adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sebesar 0,36% dan termasuk golongan baja karbon menengah [Glyn.et.al, 2001].

Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen otomotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor dan konstruksi umum. Komposisi kimia dari baja karbon medium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel.2.2. Komposisi Baja Karbon Medium

<b>Nama Unsur</b>	<b>Lambang Persentasi</b>	<b>Persentasi (%)</b>
Carbon	C	0.361
Silikon	Si	0.304
Mangan	Mn	0.525
osfor	P	0.0186
Belerang	S	0.0074
Chromium	Cr	1.16

Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, poros, bantalan dan konstruksi umum. Pada aplikasinya baja ini harus mempunyai ketahanan aus yang baik karena sesuai dengan fungsinya harus mampu menahan keausan akibat bergesekan. Ketahanan aus didefinisikan sebagai ketahanan terhadap abrasi atau ketahanan terhadap pengurangan dimensi akibat suatu gesekan [Avner, 1974].

## **2.4. Dasar teori**

### **2.4.1. Pemilihan Bahan dan Proses**

Pemilihan bahan yang ada di sekitar manusia jarang sekali dipikirkan. Orang yang merancang rumah, mobil, aircraft, clothing, furniture dan produk lain atau sistem memberikan banyak perhatian untuk memilih bahan yang dipergunakannya. Pemilihan bahan ini dapat membuat atau merusak kelangsungan hidup perusahaan. Plastik terdiri dari ratusan jenis yang kisarannya dari sangat lunak sampai yang benar-benar keras, murah sampai sangat mahal dan transparan sampai yang tak tembus cahaya (Opaque). Kayu juga dapat digunakan dalam banyak variasi, berkisar dari sangat lunak, ringan sampai yang sangat berat dan keras. Logam dikombinasikan dengan unsur logam lain atau non logam yang

dikenal sebagai paduan (alloy) termasuk beberapa variasi baja (besi dan karbon), *aluminium alloy*, *brass (copper dan zinc)*. Baja adalah produksi logam yang paling umum yang dapat ditemukan dalam kerangka mobil, rel dan roda kereta dan lain- lain. (G Niemann, 1996)

#### 2.4.2. Baja Karbon

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dengan unsur karbon sebagai salah satu dasar campurannya. Di samping itu baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti *Sulfur (S)*, Fosfor (P), Silikon (Si), Mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

1. Baja karbon rendah

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

2. Baja karbon menengah

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

3. .Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung 0,6%C– 1,5%C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional

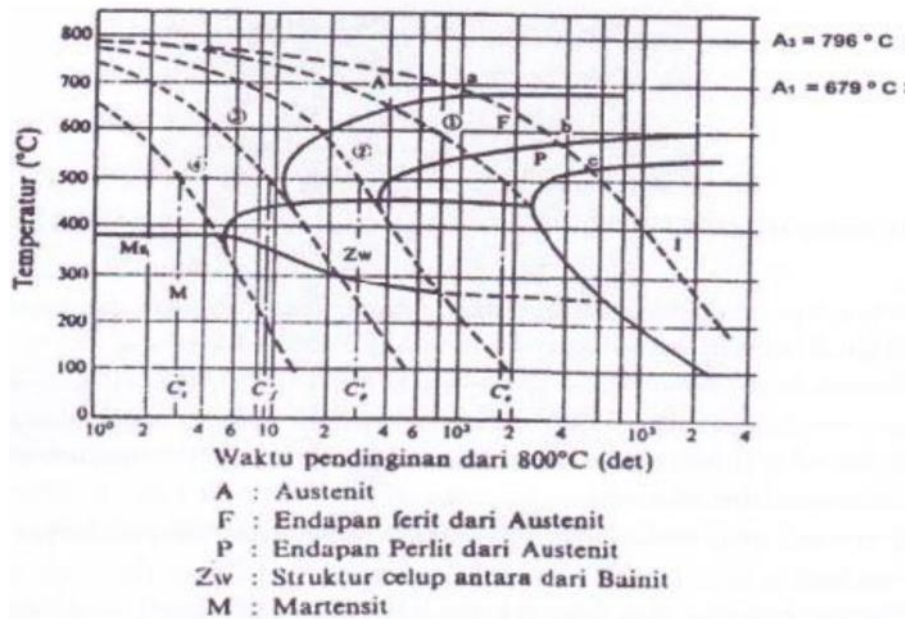
pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas.

#### 2.4.3. Baja karbon ST 37

Baja karbon rendah (ST 37) memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3 %. Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros, dll karena sangat ulet. Namun kekerasan permukaan dari baja tersebut tergolong rendah sehingga sebelum digunakan untuk konstruksikonstruksi yang disebutkan di atas, maka perlu dimodifikasi atau memperbaiki sifat kekerasan pada permukaannya. Baja karbon rendah ini tidak dapat dikeraskan secara konvensional tetapi melalui penambahan karbon dengan proses carburizing. Jenis baja karbon ST 37 untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan menurut kekuatan tarik mempunyai kekuatan tarik 37-45 Kg/mm<sup>2</sup>

#### 2.4.4. Diagram CCT (*Continuous Cooling Transformation*)

Pada umumnya struktur mikro dari baja tergantung dari kecepatan pendinginannya dari suhu daerah austenit sampai ke suhu kamar. Karena perubahan struktur ini maka dengan sendirinya sifat-sifat mekanik yang dimiliki juga berubah. Hubungan antara kecepatan pendinginan dan struktur mikro yang terbentuk biasanya digambarkan dalam diagram yang menghubungkan waktu, suhu dan transformasi yang dalam bahasa Inggrisnya adalah "*Continuous Cooling Transformation*" dan disingkat menjadi diagram CCT (Wiryosumarto dan Okumura 2000 : 43).



Gambar 2.1 Diagram CCT (Widharto 2013: 460)

Pada diagram CCT, selain memperlihatkan hubungan temperatur dan waktu juga terdapat fasa-fasa yang mungkin terjadi pada kasus pendinginan tertentu. Huruf A dalam diagram menyatakan *fasa austenit*, huruf F = *Ferit*, P = *Perlit*, B = *Bainit*, M = *Martensit* dan Ms atau *martensit start* = garis transformasi mulai terbentuknya *fasa martensit*, serta angka-angka disetiap garis pendinginan menyatakan angka kekerasan. Garis-garis yang ada pada diagram CCT merupakan batas antara satu fasa dengan fasa lain.

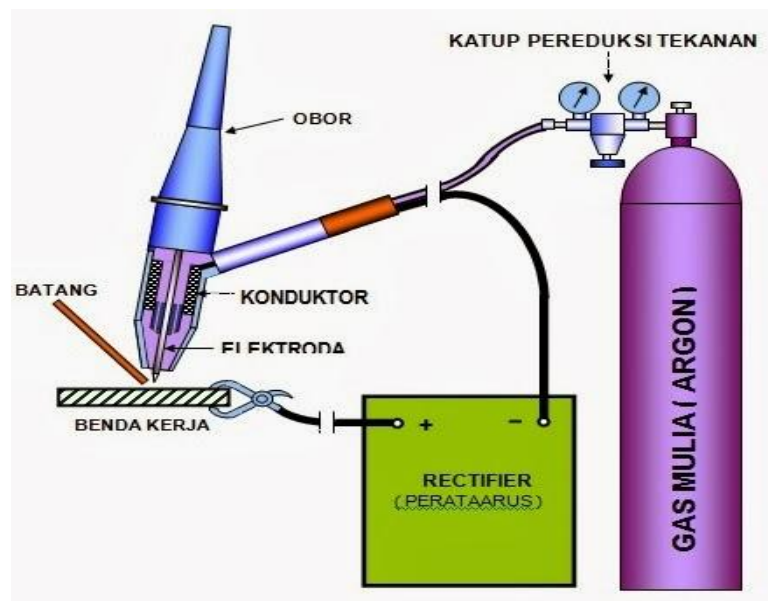
#### 2.4.5. Pengertian Pengelasan

Berdasarkan pengertian dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan logam yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Penggolongan jenis las ditinjau dari sumber panas di bagi menjadi sumber panas mekanik, sumber panas listrik, dan sumber panas kimia. Sedangkan menurut cara pengelasannya di bagi pengelasan pengelasan cair (*fusion welding*) pengelasan tekan (*pressur welding*) dan pematrian [Wiryosumarto, 2000].

- 1) *Las Tungsten Inert Gas Welding* (TIG) atau *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW)

*Las Tungsten Inert Gas (TIG) atau Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* adalah jenis 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 [Aljufri, 2008].

Proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* dapat dilihat seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Proses Pengelasan TIG (Wahida, 2013).

*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 mengotomatisasikan cara pengumpanan logam pengisi [Aljufri, 2008].

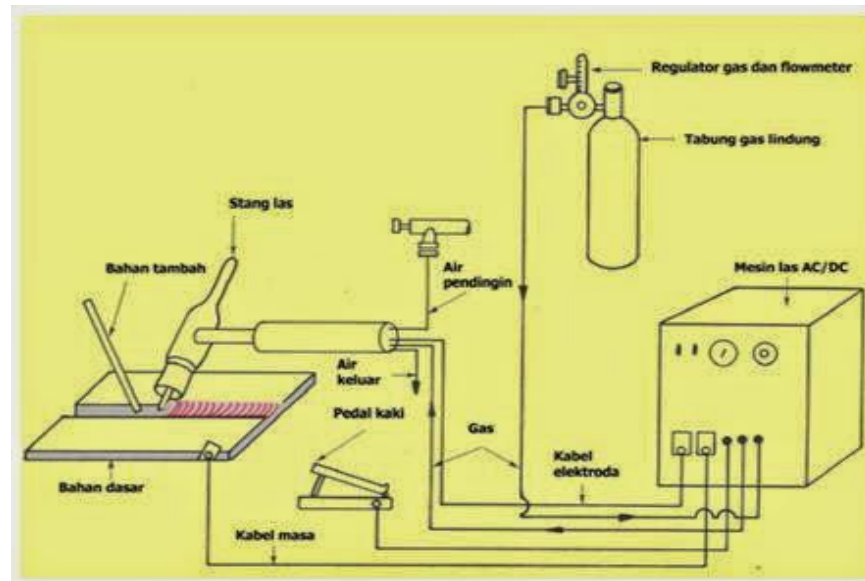
#### 2.4.6. Prinsip Kerja Las TIG atau GTAW

Pada gambar 2 menunjukkan skema atau cara pelaksanaan pengelasan GTAW. Prosesnya menggunakan gas pelindung untuk mencegah terjadinya oksidasi pada bahan las yang panas. Untuk menghasilkan busur nyala, digunakan elektroda yang tidak terkonsumsi terbuat dari logam tungsten atau paduannya yang mempunyai titik lebur sangat tinggi [Sriwidharto, 2006].

Busur nyala dihasilkan dari arus listrik melalui konduktor dan mengionisasi gas pelindung. Busur terjadi antara ujung elektroda tungsten dengan logam induk. Panas yang dihasilkan busur langsung mencairkan logam induk dan juga logam las berupa kawat las (rod). Penggunaan kawat las tidak selalu dilaksanakan (hanya jika dirasa perlu sebagai logam penambah). Pencairan kawat las dilaksanakan di ujung kolam las yang sambil proses pengelasan berjalan. Terdapat 4 (empat) komponen dasar atau komponen utama dari las GTAW, yaitu [Sriwidharto, 2006]:

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





Gambar 2.3. Skema Las TIG (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).

#### 2.4.7. Kelebihan Las GTAW atau TIG

Berikut ini adalah beberapa keuntungan penggunaan GTAW atau TIG [Sriwidharto, 2006]:

Menghasilkan sambungan bermutu tinggi, biasanya bebas cacat.

- a) Bebas dari terbentuknya percikan las (spatter).
- b) Dapat digunakan dengan atau tanpa bahan tambahan (filler metal)
- c) Penetrasi (tembusan) pengelasan akan dapat dikendalikan dengan baik.
- d) Produksi pengelasan autogenous tinggi dan murah.
- e) Dapat menggunakan sumber tenaga yang relatif murah.
- f) Memungkinkan untuk mengendalikan variabel atau parameter las secara akurat.
- g) Dapat digunakan hampir pada semua jenis metal termasuk pengelasan metal berbeda.
- h) Memungkinkan pengendalian mandiri sumber panas maupun penambahan filler metal.

#### 2.4.8. Kekurangan Las GTAW atau TIG

Berikut ini adalah beberapa kekurangan dari proses pengelasan GTAW atau TIG [Sriwidharto, 2006]:

- a) Laju deposisi material lebih rendah dibandingkan pengelasan dengan elektroda terkonsumsi.
- b) Memerlukan ketrampilan tangan dan koordinasi juru las lebih tinggi
- c) dibandingkan dengan las GMAW (MIG) atau SMAW. Untuk penyambungan bahan  $> 3/8$  in (10 mm), GTAW lebih mahal dari pada las dengan elektroda terkonsumsi.
- d) Jika kondisi lingkungan terdapat angin yang cukup kencang, fungsi gas pelindung akan berkurang karena terhembus angin.

#### 2.4.9. Elektroda Tungsten

Elektroda tungsten adalah elektroda tidak terumpan (*nonconsumable electrode*) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan 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 metal maupun elektroda gulungan pada las MIG [Tim Fakultas Teknik UNY, 2004].

Titik lebur metal tungsten adalah  $6.170^{\circ}\text{F}$  ( $3.410^{\circ}\text{C}$ ). Pada saat tungsten mendekati suhu tersebut, sifatnya menjadi thermionic (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 daripada bagian dari elektroda diantara ujungnya dan bagian collet yang paling dingin [Sriwidharto, 2006]. Ada beberapa tipe elektroda tungsten yang biasa dipakai dalam pengelasan TIG yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3. Tipe Elektroda Tungsten

Klasifikasi AWS	Perkiraan Komposisi	Kode warna
EWP	Tungsten murni	Hijau
EWCe-2	97,3% tungsten, 2% cerium oksida	Oranye
EWLa-1	98,3% tungsten, 1% lanthanum oksida	Hitam
EWTh-1	98,3% tungsten, 1% thorium oksida	Kuning
EWTh-2	97,3% tungsten, 2% thorium oksida	Merah
EWZr-1	99,1% tungsten, 0,25% zirconium oksida	Coklat
EWG	94,5% tungsten, sisa tidak disebut	Abu-abu

Sumber: Cary, 1993

Tabel di atas disusun berdasarkan Klasifikasi AWS dimana kode:

E : elektroda

W : wolfram atau tungsten

P : tungsten murni (pure tungsten)

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

C e - 2, La-1, Th-1, Th-2, dan Zr-1 masing-masing adalah komposisi tambahan sebagaimana yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Elektroda tungsten murni biasa digunakan untuk pengelasan AC pada pengelasan aluminium maupun magnesium. Elektroda tungsten thorium digunakan untuk pengelasan DC. Elektroda tungsten Zirconium digunakan untuk AC- HF Argon dan AC Balanced Wave Argon. Elektroda tungsten disediakan dalam berbagai ukuran diameter dan panjang. Untuk diameter dari mulai ukuran 0,254 mm sampai dengan 6,35 mm. Untuk panjang disediakan mulai dari 76,2 mm sampai dengan 609,6 mm. Pada penelitian ini, elektroda tungsten yang digunakan adalah elektroda tungsten EWTh-2 karena material yang digunakan adalah baja karbon sedang dengan menggunakan arus DC negatif. Telah dilakukan penelitian mengenai nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh pada spesimen baja paduan rendah menggunakan las TIG dengan menggunakan elektroda tungsten EWTh-2 dan

EWP, diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi yaitu 382,7 MPA pada kuat arus 130 Ampere dengan menggunakan elektroda tungsten EWTh-2 [Inggi, 2014].

Penggunaan elektroda tungsten untuk pengelasan baja karbon dapat dilihat pada table 3 dibawah ini.

Tabel 2.4. Penggunaan elektroda tungsten untuk mengelas baja karbon

Diameter elektrode mm	Arus las			
	AC		Elektrode negatif	Elektrode positif
	YWP	YWth	Ywp, YWth	Ywp, YWth
0.5	5 ~ 15	5 ~ 20	5 ~ 20	--
1.0	10 ~ 60	15 ~ 80	15 ~ 80	--
1.6	50 ~ 100	70 ~ 150	70 ~ 150	10 ~ 20

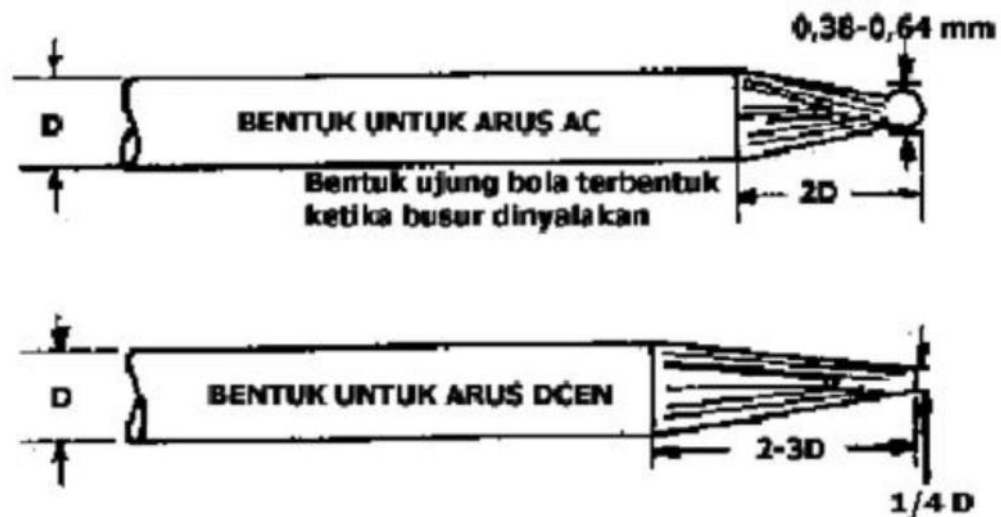
Tabel 2.5. Penggunaan elektroda tungsten untuk mengelas baja karbon (Lanjutan).

2.4	100 ~ 160	140 ~ 235	150 ~ 250	15 ~ 30
3.2	150 ~ 210	225 ~ 325	250 ~ 400	25 ~ 40
4.0	200 ~ 275	300 ~ 425	400 ~ 500	40 ~ 55
4.8	250 ~ 350	400 ~ 525	500 ~ 800	55 ~ 80
6.4	325 ~ 475	500 ~ 700	800 ~ 1100	80 ~ 125

Sumber: Heri Sunaryo, 2008

Pengasahan elektroda tungsten dilakukan membujur dengan arah putaran gerinda. Pengasahan dengan arah ini akan mempermudah aliran arus yang akan digunakan di dalam pengelasan, sebaliknya jika

penggerindaan dilakukan melintang dengan arah putaran batu gerinda akan mengakibatkan terhambatnya jalannya arus yang digunakan untuk mengelas. Adapun kurva penggerindaan elektroda tungsten dapat dilihat pada Gambar 3.



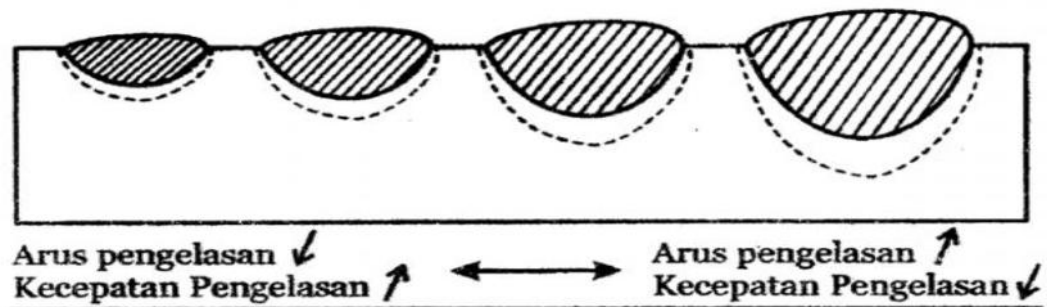
Gambar 2.4. Penggerindaan elektroda tungsten  
(Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).

#### 2.4.10. Parameter Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG)

Parameter utama pada pengelasan TIG adalah tegangan busur (*arc length*), arus pengelasan, kecepatan gerak pengelasan (*travel speed*), dan gas pelindung. Jumlah energi yang dihasilkan oleh busur sebanding dengan arus dan tegangan yang dialirkan, sedangkan jumlah bahan las yang dideposisikan persatuan panjang berbanding terbalik dengan kecepatan gerak pengelasan. Busur yang dihasilkan dengan gas pelindung helium lebih dalam dari pada dengan gas argon [Sriwidharto, 2006].

##### 1) Kecepatan Pengelasan (Travel speed)

Kecepatan pengelasan mempengaruhi lebar lajur las dan kedalaman penetrasi TIG dan juga berpengaruh terhadap biaya. Pada beberapa aplikasi, kecepatan pengelasan dipandang sebagai obyektif bersama dengan variabel lainnya dipilih untuk mendapatkan konfigurasi las yang dikehendaki pada kecepatan tertentu [Sriwidharto, 2006].



Gambar 2.5. Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Penetrasi dan Lebar Lajur Las (Sonawan, 2003).

Pada kasus lain, kecepatan pengelasan mungkin merupakan variabel yang tidak bebas yang dipilih dengan variabel lain untuk mendapatkan mutu dan keseragaman las yang diperlukan. Pada jenis mekanisasi las, kecepatan pengelasan biasanya tetap untuk segala jenis obyek pengelasan, sedang variable lainnya seperti arus dan tegangan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan [Sriwidharto, 2006].

## 2) Tegangan Busur

Tegangan yang diukur antara elektroda tungsten dengan bahan induk biasanya disebut tegangan busur. Tegangan busur ini sangat tergantung pada hal-hal sebagai berikut [Sriwidharto, 2006]:

- a. Arus busur
- b. Bentuk ujung elektroda tungsten
- c. Jarak antara elektroda tungsten dengan bahan induk
- d. Jenis gas lindung

Tegangan arus dipengaruhi oleh variabel lainnya, dan digunakan untuk menjelaskan prosedur las karena mudah diukur. Karena variabel lainnya seperti gas lindung, elektroda dan jenis arus telah ditentukan sebelumnya, maka tinggal tegangan busur saja yang digunakan untuk mengendalikan panjang busur meskipun tegangan busur merupakan variabel yang sulit dipantau. Panjang busur pada proses pengelasan sangat menentukan lebar dari kolam las. Untuk semua

pengelasan GTAW kecuali pengelasan pada pelat tipis (sheet), busur listrik harus dipertahankan sependek mungkin, oleh karenanya juru las harus selalu waspada agar ujung elektroda pengumpanan tercelup kedalam kolam las. Namun dengan sistem mekanisasi las yang menggunakan helium sebagai gas lindung dan arus listrik DCEN (direct current electrode negative) serta kuat arus yang relatif cukup penetrasi yang cukup dalam, lajur las yang sempit dan kecepatan las yang tinggi. Teknik ini disebut dengan las busur terendam (*burrried arc*) [Sriwidharto, 2006].

### 3. Arus Busur

Secara umum dapat dikatakan bahwa arus pengelasan menentukan penetrasi las karena berbanding langsung, atau paling tidak secara *exponensial*. Arus busur juga mempengaruhi tegangan. Jika voltasenya tetap maka arus bertambah. Karenanya untuk mempertahankan panjang busur pada kepanjangan tertentu, perlu untuk mengubah penyetelan tegangan manakala arus disetel. GTAW atau TIG dapat menggunakan arus searah maupun arus bolak-balik. Pemilihan arus tergantung pada jenis bahan yang akan dilas. Arus searah dengan elektroda pada bagian negatif dapat menghasilkan penetrasi yang cukup dalam dan kecepatan las yang lebih tinggi, terutama apabila gas lindungnya adalah helium. Namun dalam aplikasinya, pada pengelasan TIG gas pelindung yang banyak digunakan adalah gas argon.

Gas argon merupakan pilihan yang terbaik untuk pengelasan TIG secara manual baik dengan menggunakan arus searah maupun arus bolak-balik. Ada kemungkinan pemilihan arus yang lain, yakni arus searah dengan elektroda pada bagian positifnya. Proses ini hanya digunakan dalam kondisi khusus saja, karena polaritas seperti ini akan menyebabkan over heating pada elektroda. Jika tegangan busur digunakan untuk mengendalikan panjang busur, harus diperhatikan variabel lainnya, karena seperti elektroda dan gas lindung dapat terkontaminasi kawat las yang terganggu pasokannya (*feeding*), perubahan suhu pada elektroda, dan elektroda yang tererosi. Jika variabel ini mampu mempengaruhi tegangan arus, maka tegangan tersebut perlu disetel ulang.

## 2.5. Pengujian Impact Test



Gambar.2.8. Bahan uji Impact Test

Sekarang ini kebutuhan akan material terutama logam sangatlah penting. Besi dan baja merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar untuk suatu konstruksi. Dengan berbagai macam kebutuhan sifat mekanik yang dibutuhkan oleh suatu material ialah berbeda-beda. Sifat mekanik tersebut terutama meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, ketangguhan, serta sifat mampu mesin yang baik. Dengan sifat pada masing-masing material berbeda, maka banyak metode untuk menguji sifat apa sajakah yang dimiliki oleh suatu material tersebut. Uji Dampak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Oleh karena itu uji dampak banyak dipakai dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut.

Uji dampak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (*rapid loading*). Agar dapat memahami uji dampak terlebih dahulu mengamati fenomena yang terjadi terhadap suatu kapal yang berada pada suhu rendah ditengah laut, sehingga menyebabkan materialnya menjadi getas dan mudah patah. Disebabkan laut memiliki banyak beban (tekanan) dari arah manapun. Kemudian kapal tersebut menabrak gunung es, sehingga tegangan yang telah terkonsentrasi disebabkan pembebanan sebelum sehingga menyebabkan kapal tersebut terbelah dua.



Dalam Pengujian Mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji punter adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji dampak (fatigue) menggunakan jenis beban dinamik. Pada uji dampak, digunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain rate. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban dampak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini, akan diubah dalam berbagai respon material seperti deformasi plastis, efek histerisis, gesekan, dan efek inersia.

Adapun tujuan dari pengujian impact test ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui pengaruh beban dampak terhadap sifat mekanik
- 2) material Mengetahui standar prosedur pengujian dampak.
- 3) Mengetahui faktor yang memengaruhi kegagalan material dengan beban dampak.
- 4) Mengetahui kemampuan material terhadap beban dampak dari berbagai temperatur yang di ukur.

Jenis-jenis Metode Uji dampak :

Secara umum metode pengujian dampak terdiri dari dua jenis yaitu:

a) Metode Charpy

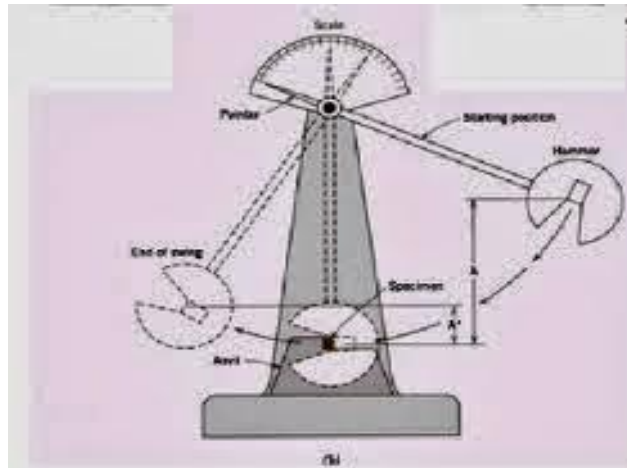
Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.

b) Metode Izod

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah takikan.

Pengujian tarik adalah suatu percobaan dengan cara merusak benda uji, dimana benda uji dipasang pada benda Uji impact , kemudian dibebani sedikit demi sedikit, sampai benda uji putus. Uji impact dilakukan untuk menentukan kekuatan material sebagai sebuah metode uji impct digunakan dalam dunia industry khususnya uji impact charpy dan uji impact izod. Dasar pengujian ini

adalah penyerapan energy potensial dari pendulum beban yang mengayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk material uji sehingga terjadi deformasi.



Gambar. 2.9 Pengujian Impcat

#### 2.5.1. Sistem Pengujian Pukul Takik

##### a) Uji Charphy

Benda uji diletakkan secara mendatar dan ditahan pada sisi kiri & kanan. Kemudian benda dipukul pada bagian belakang takikan, letaknya persis di tengah. Takikan membelakangi pulunan.

##### b) Uji Izod

Benda uji dijepit pada satu ujungnya pada posisi tegak. Lalu benda uji ini dipukul dari sisi depan pada sisi ujung yang lain

Macam-Macam Patahan :

##### a) Patahan getas :

Patahan yang terjadi pada bahan yang getas.  
misal : besi tuang

##### b) Patahan liat :

Patahan yang terjadi pada bahan yang lunak.  
misal : baja lunak, tembaga dsb

c) Patahan campuran :

Patahan yang terjadi pada bahan yang cukup kuat, namun ulet.

misal : pada baja temper

## 2.6. Pengujian Struktur Micro

Uji struktur mempelajari struktur material logam untuk keperluan pengujian material logam dipotong-potong kemudian potongan diletakkan dibawah dan dikikisdengan material alat penggores yang sesuai. Untuk pemeriksaannya dilakukan dengan alat pembesar ataupun mikroskop elektronik.

### 1. Pengujian dengan larutan ETSA

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memeperjelas batas butir yang ada pada suatu material karena larutan etsa akan memeberi warna tambahan pada batas butir. Namun larutan ini dapat merusak batas butir tersebut.,bertujuan juga untuk mengetahui struktur mikro logam serta sifat - sifatnya. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh Heat Treatment terhadap perubahan struktur mikro dan perubahan sifat logam serta membandingkannya dengan sifat mekanik yang diinginkannya.

Merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur dan makrostruktur suatu logam, paduan logam dan material lainnya serta hubungannya dengan sifat-sifat material, atau biasa juga dikatakan suatu proses untuk mengukur suatu material baik secara kualitatif maupun kuantitatif berdasarkan informasi-informasi yang didapatkan dari material yang diamati. Dalam ilmu metalurgi struktur mikro merupakan hal yang sangat penting untuk dipelajari. Karena struktur mikro sangat berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik suatu logam. Struktur mikro yang berbeda sifat logam akan berbeda pula. Struktur mikro yang kecil akan membuat kekerasan logam akan meningkat. Dan juga sebaliknya, struktur

mikro yang besar akan membuat logam menjadi ulet atau kekerasannya menurun. Struktur mikro itu sendiri dipengaruhi oleh komposisi kimia dari logam atau paduan logam tersebut serta proses yang dialaminya.

Merupakan disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik mikrostruktur dan makrostruktur suatu logam, paduan logam dan material lainnya serta hubungannya dengan sifat-sifat material, atau biasa juga dikatakan suatu proses untuk mengukur suatu material baik secara kualitatif maupun kuantitatif berdasarkan informasi-informasi yang didapatkan dari material yang diamati. Dalam ilmu metalurgi struktur mikro merupakan hal yang sangat penting untuk dipelajari. Karena struktur mikro sangat berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik suatu logam. Struktur mikro yang berbeda sifat logam akan berbeda pula. Struktur mikro yang kecil akan membuat kekerasan logam akan meningkat. Dan juga sebaliknya, struktur mikro yang besar akan membuat logam menjadi ulet atau kekerasannya menurun. Struktur mikro itu sendiri dipengaruhi oleh komposisi kimia dari logam atau paduan logam tersebut serta proses yang dialaminya.

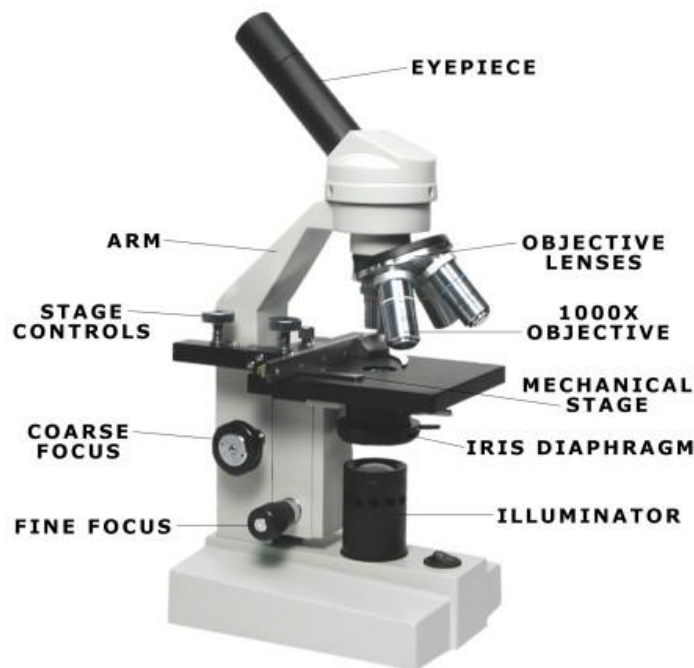
- a. Metalografi makro, yaitu penyelidikan struktur logam dengan pembesaran  $10 \pm 100$  kali.
- b. Metalografi mikro, yaitu penyelidikan struktur logam dengan pembesaran 1000 kali.

Untuk mengamati struktur mikro yang terbentuk pada logam tersebut biasanya memakai mikroskop optik. Sebelum benda uji diamati pada mikroskop optik, benda uji tersebut harus melewati tahap-tahap preparasi. Tujuannya adalah agar pada saat diamati benda uji terlihat dengan jelas, karena sangatlah penting hasil gambar pada metalografi. Semakin sempurna preparasi benda uji, semakin jelas gambar struktur yang diperoleh. Adapun tahapan preparasinya meliputi pemotongan, mounting, pengampelasan, polishing dan etching (etsa).

**a. Mikroskop cahaya**

Mikroskop cahaya atau dikenal juga dengan nama "*Compound light microscope*" adalah sebuah mikroskop yang menggunakan cahaya lampu sebagai pengganti cahaya matahari sebagaimana yang digunakan

pada mikroskop konvensional. Pada mikroskop konvensional, sumber cahaya masih berasal dari sinar matahari yang dipantulkan dengan suatu cermin datar ataupun cekung yang terdapat dibawah kondensor. Cermin ini akan mengarahkan cahaya dari luar kedalam kondensor.



Gambar 2.12 Gambar mikroskop cahaya

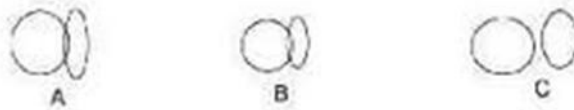
Pada mikroskop ini, kita dapat melihat bayangan benda dalam tiga dimensi lensa, yaitu lensa obyektif, lensa okuler dan lensa kondensor.

1. **Lensa obyektif** berfungsi guna pembentukan bayangan pertama dan menentukan struktur serta bagian renik yang akan terlihat pada bayangan akhir serta berkemampuan untuk memperbesar bayangan obyek sehingga dapat memiliki nilai "apertura" yaitu suatu ukuran daya pisah suatu lensa obyektif yang akan menentukan daya pisah spesimen, sehingga mampu menunjukkan struktur renik yang berdekatan sebagai dua benda yang terpisah.
2. **Lensa okuler**, adalah lensa mikroskop yang terdapat di bagian ujung atas tabung berdekatan dengan mata pengamat, dan berfungsi

untuk memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa obyektif berkisar antara 4 hingga 25 kali.

3. **Lensa kondensor**, adalah lensa yang berfungsi guna mendukung terciptanya pencahayaan pada obyek yang akan dilihat sehingga dengan pengaturan yang tepat maka akan diperoleh daya pisah maksimal.

Jika daya pisah kurang maksimal maka dua benda akan terlihat menjadi satu dan pembesarannya pun akan kurang optimal.



Gambar. Bayangan yang terbentuk pada mikroskop. A dan B merupakan dua benda yang memiliki daya pisah kurang maksimal, sedangkan C memiliki daya pisah maksimal.

Gambar 2.13. Gambar lensa kondensor

## b. Langkah-langkah Pemeriksaan Metalografi

### 1. Pemotongan

Pemilihan sampel yang tepat dari suatu benda uji studi mikroskop optik merupakan hal yang sangat penting. Pemilihan sampel tersebut didasarkan pada tujuan pengamatan yang hendak dilakukan. Pada umumnya bahan komersial tidak homogen sehingga satu sampel yang diambil dari suatu volume besar tidak dapat dianggap representatif. Pengambilan sampel harus direncanakan sedemikian sehingga menghasilkan sampel yang sesuai dengan kondisi rata-rata bahan/kondisi ditempat-tempat tertentu (kritis) dengan memperhatikan kemudahan pemotongan pula. Secara garis besar, pengambilan sampel dilakukan pada daerah yang akan diamati mikrostruktur maupun makrostrukturnya. Sebagai contoh untuk pengamatan mikrostruktur material yang mengalami kegagalan, maka sampel diambil sedekat mungkin pada daerah kegagalan (pada daerah kritis dengan kondisi terparah), untuk

kemudian dibandingkan dengan sampel yang diambil dari daerah yang jauh dari daerah gagal. Perlu diperhatikan juga bahwa dalam proses memotong, harus dicegah kemungkinan deformasi dan panas yang berlebihan. Oleh karena itu, setiap proses pemotongan harus diberi pendinginan yang memadai.

Pada saat pemotongan jangan sampai merusak struktur bahan akibat gesekan alat potong dengan benda uji. Untuk menghindari pemanasan setempat atau berlebihan dapat digunakan air sebagai pendingin. Berdasarkan tingkat deformasi yang dihasilkan, teknik pemotongan terbagi menjadi dua yaitu : teknik pemotongan dengan deformasi yang besar menggunakan gerinda, sedangkan teknik pemotongan dengan deformasi yang kecil menggunakan low speed diamond saw.

Teknik pemotongan sampel dapat dilakukan dengan:

- 1) Pematahan : untuk bahan getas dan keras
- 2) Pengguntingan : untuk baja karbon rendah yang tipis dan lunak
- 3) Penggergajian : untuk bahan yang lebih lunak dari 350 HB
- 4) Pemotongan abrasi
- 5) *Electric discharge machining* : untuk bahan dengan konduktivitas baik di mana sampel direndam dalam fluida dielektrik lebih dahulu sebelum dipotong dengan memasang catu listrik antara elektroda dan sampel.

## **2. Pengamplasan**

Penggerindaan Kasar, yaitu meratakan permukaan sampel dengan cara menggosokkan sampel pada baru gerinda. Bertujuan untuk menghilangkan deformasi pada permukaan akibat pemotongan dan Pemanasan yang berlebih harus dihindari. Sampel yang baru saja dipotong atau sampel yang telah terkorosi memiliki permukaan yang

kasar. Permukaan yang kasar tersebut harus diratakan agar pengamatan struktur mudah dilakukan.

Proses mounting atau pembersihan benda uji dilakukan pada benda uji dengan ukuran yang kecil dan tipis, hal ini bertujuan untuk mempermudah pemegangan benda uji ketika dilakukan tahap preparasi selanjutnya seperti pengampelasan dan polishing. Benda uji ini di-mounting dengan alat mounting press dengan penambahan bakelit yang akan menggumpal dan membingkai benda uji. Selain bakelit juga masih banyak bahan yang dapat digunakan untuk mounting. Cetakannya :

- a) Berbentuk bulat
- b) Ukuran 1 inchi  $\pm$  1 ½ inchi  $\varnothing$

Adapun jenis-jenisnya yaitu:

- a) Cairanbasa( degesing) untuk menghilangkan garis.
- b) Panas(Lemakdengan menggunakan uap gas )
- c) Dengan menggunakan asam lemah.
- d) Alkohol yang tidak bereaksi dengan udara.
- e) Aseton.

## **2.7. Pengujian Kekerasan**

Kekerasan adalah ketahanan suatu bahan terhadap deformasi permanen oleh penetrasi benda lain yang lebih keras. Kekerasan adalah suatu sifat bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya. Kekerasan suatu bahan merupakan sifat yang penting. Karena kekerasan bahanlah yang menentukan kemudahan penggarapannya dan menentukan ketahanan ausnya.

Karbon didalam besi sudah pasti mempengaruhi kualitas baja, dan kekerasan yang dibutuhkan dapat dicapai dengan perlakuan panas, dari beberapa riset yang telah dilakukan, bahan akan berubah kekerasannya jika dikerjakan dengan cold worked.



Sebelum melakukan pengujian, benda kerja terlebih dahulu harus dihaluskan permukaannya sehingga licin dan mengkilat, dan dalam pengerjaan tidak boleh menimbulkan perubahan struktur logam yang akan diuji.

Bentuk yang paling umum dalam pengujian kekerasan bahan adalah menggunakan pembuatan lekukan (indentor) standar yang ditekan pada permukaan benda uji. Hasil lekukan memberikan harga kekerasan.

Harga kekerasan tidak mempunyai standar atau skala yang mutlak, oleh karena harga kekerasan dari suatu jenis pengujian memiliki skala tersendiri, walaupun terdapat beberapa hubungan dari skala yang satu dengan skala yang lainnya.

Untuk mengetahui kekerasan suatu bahan dapatlah dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

- a) Pengujian Brinnel
- b) Pengujian Vickers
- c) Pengujian Rockwell

Metode pengujian kekerasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode vickers.

Pada metode vickers digunakan indentor dari permata yang berbentuk piramida dengan bidang alas bujur sangkar dan sudut puncaknya yang khusus dengan memberikan beban pada logam (benda kerja) beban  $F$  dan diagonal bebas penekanan diukur setelah beban diangkat. Kekerasan vickers adalah suatu hasil bagi yang didapatkan dengan membagi beban yang dikenakan  $F$  dengan luasan bentangan pada permukaan indentasi dari benda kerja.

Dengan memperhatikan bentuk piramid dengan las bujur bujur sangat dengan diagonal  $D$  dan mempunyai sudut puncak yang sama dengan indentor dari permata dasar perhitunga kekerasan dengan metode vickers dapat diketahui dengan tabel-tabel dibawah ini.

NO	Simbol	Keterangan	Satuan
1	-	Sudut puncak identer yang berbentuk piramid = $136^0$ beban yang dikenakan	0
2	F	Diameter rata-rata yang didapatkan dari	Kgf
3	d	Diagonal d1 dan d2	mm
4	HV/DVH	Kekerasan vickers $= \frac{b \quad y \quad d}{l \quad i \quad c}$ $= \frac{2Fs \cdot \frac{1}{2}^u}{d^2} = 1,854 \frac{F}{d^2}$	

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Disain Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Adapun yang dimaksud eksperimen yaitu dengan sengaja dan secara sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan yang dilakukan peneliti untuk melihat efek yang terjadi pada tindakan tersebut (Suharsimi Arikunto, 1993: 189). Dalam penelitian ini akan dilakukan pengelasan Preheating dalam pengelasan ditujukan untuk menurunkan laju pendinginan daerah hasil lasan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, suhu yang digunakan untuk Plat ST 37 dengan Ketebalan 0,5 atau 1 mm sebelum dilakukan pengelasan dilakukan *Preheating* pemanasan awal sebelum pengelasan dengan temperature 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheating* 27 °C. Pengujian mekanis yang dilakukan : kekerasan mikro, dampak, dan analisa struktur mikro.

Pemilihan temperatur yang tepat diharapkan dapat mempengaruhi hasil pengelasan yang baik.

Berdasarkan uraian di atas maka muncul permasalahan yaitu:

- 1) Bagaimana struktur Mekanik Plat ST 37 akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan GTAW ?
- 2) Bagaimana kekuatan kekerasan ST 37 akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan GTAW ?
- 3) Struktur Mikro dan sifat mekanis yang berupa kekerasan, dan pengujian Impact.

#### **3.2. Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **3.2.1. Waktu**

Untuk rencana penelitian akan dilakukan pada bulan Maret sampai bulan Agustus 2018.

### 3.2.2. Tempat Penelitian

Untuk penelitian digunakan dua tempat yaitu sebagai tempat proses pengelasan dan pengujian hasil Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Plat ST 37 dengan Ketebalan 1 mm. penyambungan dalam variasi suhu *Preheating* serta pengelasan menggunakan pengelasan GTA. Adapun tempat proses pengelasan yaitu di Workshop Politeknik Negeri Pontianak. Sedangkan untuk pengujian hasil pengelasan akan dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP)

### 3.3. Hipotesis

Dalam penelitian ini yang menjadi hipotesa penulis yaitu apakah ada pengaruh, Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW). terhadap sifat mekanik bahan. Penulis memvariasikan beberapa suhu yang digunakan untuk *preheating* sebelum dilakukan pengelasan adalah Terhadap Kekutan Mekanik Dan Perubahan Suhu *Preheating* menemukan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheat*.

### 3.4. Variabel Penelitian

#### 3.4.1. Variabel bebas

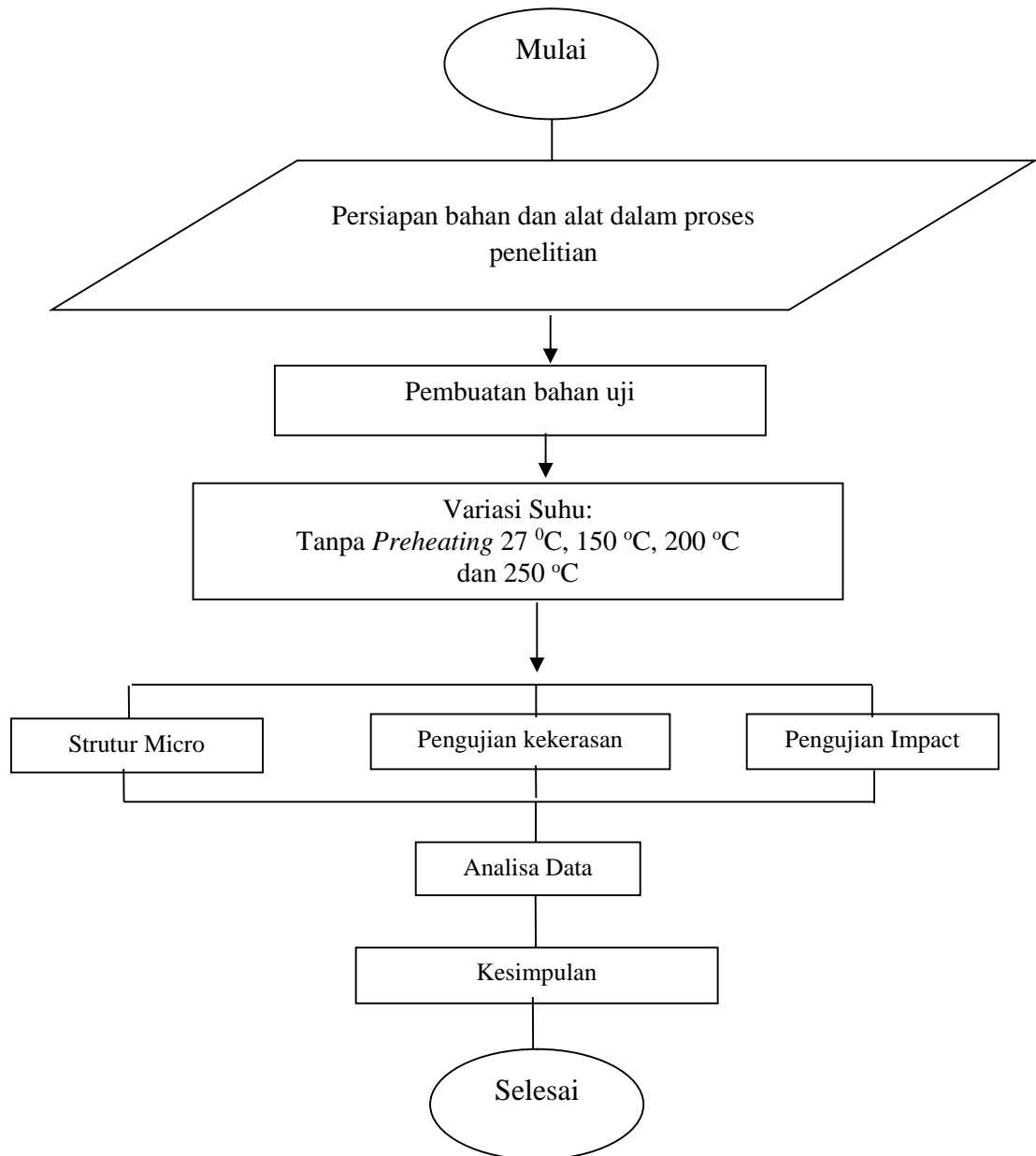
Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi suatu gejala. Untuk variabel bebas dalam penelitian ini yaitu berupa variasi arus Suhu *praheating*. Adapun variasi suhu yang digunakan untuk *praheating* pada plat baja ST 37 dilakukan pengelasan adalah 150 °C, 200 °C dan 250 °C.

#### 3.4.2. Variabel terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi suatu gejala. Dalam penelitian ini yaitu berupa hasil bahan dari pengelasan baja ST 37 dengan beberapa variasi arus yang telah disebutkan pada variabel bebas.

### 3.5. Alur penelitian

Alur penelitian juga ditulis dalam bentuk flow chart sebagai berikut:

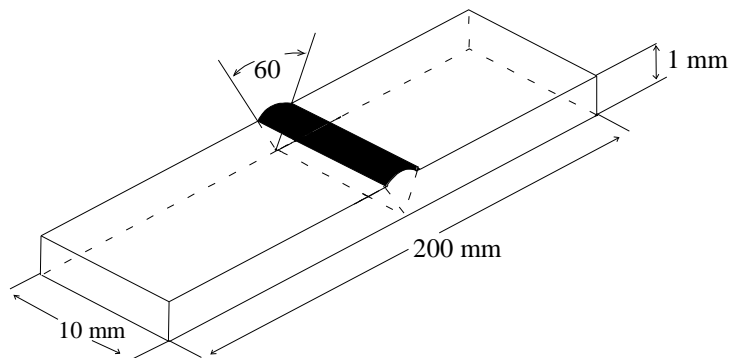


Gambar 3.2. Flow Chart Penelitian

### 3.5.1. Bahan Dan Alat

#### 1) Bahan Uji Yang Digunakan

Didalam penelitian ini bahan uji yang digunakan adalah pelat baja St 37. dengan ukuran  $200 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$  dengan jumlah 3 (Tiga) spesimen dengan Pengelasan logam sebuah plat ST 37 dengan ketebalan 0,5 sampai dengan 1 mm dan pemanasan awal dengan temperatur awal  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$  akan berkualitas bagus jika menggunakan las GTAW, pada kontruksi modifikasi plat bodi mobil pada sebuah bengkel mobil modifikasi, Proses pengelasan dilakukan langsung tanpa melalui tahap preheating terlebih dahulu.



Gambar 3.2. Benda Uji setelah dilas

#### 2) Alat Uji Yang Digunakan

Perlitan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

##### a. Gergaji

Gergaji digunakan untuk memotong plat (benda kerja) sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

b. Gerinda

Gerinda digunakan untuk menghaluskan sisi pada plat setelah dipotong (agar sisi-sisinya tidak tajam).

### 3.6. Proses pengujian Impact

1. Persiapan peralatan yang digunakan (*universal testing machine* dan perlengkapannya)
2. Ukur batang uji dan bagi panjang Lo menjadi 3 bagian yang sama.
3. Hidupkan mesin hidrolik dengan menekan "*pump on*" sehingga "*pump lump*" menyala.
4. Biarkan beberapa menit ( $\pm 15 m$  ) sebagai pemanasan awal mesin.
5. Setelah benda uji putus :
  - a) Lepaskan batang uji dari jepitan
  - b) Catat ukuran yang diperlukan
  - c) Turunkan clamping head pada posisi semula dengan memutar *speed control valve* secara perlahan sampai posisi awal.
  - d) Matikan mesin hidrolik dengan menekan *Pump up*
  - e) Siapkan dan periksalah benda kerja. Catatlah ukuran benda kerja dan jenis bahannya.
  - f) Buatlah alur (takik) pada benda kerja, tepat pada bagian tengah dengan ukuran yang sudah ditentukan menggunakan notching machine. Pengukuran alur menggunakan notch gauge.
  - g) Ukurlah panjang, diameter dan kedalaman takiknya.
  - h) Bukalah "*the safety lock key*".
  - i) Bukalah "*triggers*".
  - j) Rentangkan "*the outer tup*" dan "*the inner tup*".
  - k) Pasanglah benda kerja pada "*the V notch*".
  - l) Aturlah jarum dial pada angka nol.
  - m) Tarik "*the spring loaded pin*" sambil menghentakkan pada knop pelepas pada "*triggers*", sampai "*outer tup*" dan "*inner tup*" berayun.

- n) Bacalah pada dial, besar energi yang diserap oleh batang uji (satuan dalam m/Kg).

### **3.7. Pengujian Struktur Micro**

- 1) Peralatan
  - a) Mikroskop metalografi
  - b) Kamera dan film
  - c) Gergaji d. Kikir
  - d) Mesin Amplas dan Polishing
  - e) Perata Spesimen dan Dudukan Spesimen
  - f) Kertas Amplas No. 120, 200, 400, 800, 1000, 1200
  - g) Pengering Spesimen
  - h) Alkohol
  - i) Aquades
  - j) Larutan HN035%
  - k) Autosol
  - l) Kain Pembersih (Kain Majun)
  
- 2) Bahan
  - a) Plat ST 37
  - b) Ketebalan Plat 1 mm
  - c) Menyediakan sampel pengelasan dari Pengelasan Plat ST 37 Dengan Ketebalan 1 mm menggunakan metode pengelasan GTAW masing-masing 3 (Tiga) sampel Spesimen.
  - d) penyambungan dalam variasi suhu Preheating serta pengelasan menggunakan pengelasan GTAW
  - e) Selanjutnya dapat dilakukan pengujian Kekerasan dan Impact dan pengujian metalografi.
  
- 3) Persiapan Benda Uji
  1. Posisi Pengambilan Spesimen
    - a) Pemotongan benda dilakukan dengan gerinda secara hati-hati supaya:
    - b) tidak terjadi perubahan struktur akibat panas yang timbul saat pemotongan



- c) tidak terjadi perubahan bentuk specimen akibat beban alat potong
  - d) Untuk arah pemotongan specimen yaitu arah memanjang, arah menyilang dan arah sejajar.
  - e) Buat benda uji dengan ukuran yang baik sesuai petunjuk
- 4) Langkah-Langkah Preparasi Spesimen/ penyiapan spesimen
- 1) Menentukan bidang pengujian, kemudian bidang tersebut digerinda, chamfer sisi-sisi tajam. Untuk menghindari panas, benda uji dicelupkan benda uji ke wadah air secara periodic selama proses penggerindaan.
  - 2) Melakukan pengampelasan kering, gunakan air untuk pendinginan benda uji sampai didapat alur goresan segaris dan alur hasil gerinda sebelumnya hilang.
  - 3) Melakukan pengampelasan basah mulai dari No. 120 sampai dengan 1200 dengan dilakukan berurutan dari kasar ke halus. Untuk mendapatkan hasil yang baik dan cepat harus diperhatikan hal-hal berikut:
    - a) Air mengalir untuk pendingin harus cukup
    - b) Tekan benda uji sehingga terasa memotong dan memakan bidang benda uji.
    - c) Arah alur minimum dua kali berubah arah (pemakanan tegak lurus alur lama)
    - d) Jika alat tidak dipakai dalam beberapa saat, biarkan air mengalir pada kertas amplas
    - e) Sebelum ganti amplas biarkan dulu air mengalir pada kertas amplas dan benda uji dicuci dengan air lalu keringkan.
    - f) Kertas amplas diganti setelah alur sisa amplas sebelumnya sudah hilang.
    - g) Jika dilakukan dengan benar dan hati-hati maka waktu yang dibutuhkan  $\pm 30$  menit, setelah itu benda uji dapat dipoles.

## 5) Langkah-Langkah Pemolesan

- a) Melakukan polishing untuk benda uji sampai didapatkan permukaan benda uji yang rata mengkilap, tidak ada bekas amplas. Dalam polishing yang harus diperhatikan:
  - 1) polishing dilakukan tanpa air mengalir
  - 2) media poles yang digunakan Alumina/ Autosol secukupnya
  - 3) setelah permukaan benda uji halus dan mengkilap tanpa goresan, bersihkan permukaan benda uji dengan alcohol atau air.
- b) Mengeringkan permukaan benda uji dengan pengering, jangan disentuh dengan tangan karena lemak dari tangan dapat menempel/ mengotori permukaan benda uji
- c) Pengetsaan Spesimen
- d) Bahan etsa yang dipakai yaitu Nital
  - 1) Untuk besi cor, besi cor nodular: di etsa pada setengah permukaan
  - 2) Untuk steel : di etsa pada seluruh permukaan
- e) Pembuatan bahan etsa yaitu Nital
  - 1) Menyiapkan larutan HN03 : 98% sebanyak besarnya % natal yang akan digunakan (2%, 3%, 4%, 5%, dll.)
  - 2) Menyiapkan alcohol sebagai pencampur larutan HN03 sebanyak 100%.
  - 3) Campurkan kedua larutan tersebut dan gunakan untuk etsa.
- f) Proses pengetsaan specimen
  - 1) Membersihkan specimen / dilap dengan tissue setelah specimen dipoles Celupkan specimen ke dalam larutan Nital dengan konsentrasi tertentu selama 5 -10 detik.
  - 2) Mencuci specimen dengan air bersih / aquades.
  - 3) Membersihkan specimen dengan mengusap specimen dengan kapas yang telah dibasahi dengan alcohol atau aseto
  - 4) Mengeringkan specimen dengan `hair dryer'
  - 5) Melihat struktur mikro specimen pada mikroskop metalografi.

g) Prosedur Pelaksanaan

- 1) Persiapan Alat Pengujian
- 2) Menyiapkan benda uji dan pastikan permukaan benda bersih dan telah dietsa.
- 3) Meletakkan dan tempelkan benda uji pada malam yang berada pada plat landasan agar benda uji berada pada posisi horizontal
- 4) Meratakan benda uji dengan perata sample, lindungi permukaan benda uji dengan tissue agar permukaan tidak tergores.
- 5) Menyiapkan Mikroskop untuk pengujian
  - a) Mikroskop terdiri atas dua buah lensa cembung yang disebut lensa obyektif dan lensa okuler. Lensa obyektif: lensa yang dekat dengan benda, lensa okuler: lensa yang dekat mata.
  - b) Prinsip kerja dari mikroskop adalah lensa obyektif berhadapan langsung dengan benda uji dengan jarak tertentu dan jarak ini dapat diatur dengan menaik atau menurunkan meja benda uji untuk mendapatkan titik focus. Bayangan nyata terbalik tadi oleh lensa okuler diperbesar menjadi bayangan maya. Sedangkan ukuran perbesaran bayangan maya benda uji tadi terhadap benda uji disebut dengan 'Perbesaran'.
- 6) Meletakkan benda uji dibawah lensa obyektif dari mikroskop
- 7) Menghidupkan lampu mikroskop
- 8) Mengarahkan pandangan mikroskop pada bagian benda uji yang akan diamati dengan cara memutar posisi maju-mundur dan kanan-kiri.
- 9) melakukan pengamatan dan bandingkan dengan 'Table Metal Handbook'. Kemudian lakukan pemotretan.
- 10) Pemotretan Spesimen
  - a) Memeriksa baterai yang digunakan kamera (dengan menghidupkan kamera)
  - b) Melepaskan kamera dengan menekan kunci pengencang dengan diputar dan tarik ke atas
  - c) Memasang negative film (Asa 100 atau 200)
  - d) Memasang kembali kamera pada tempat semula

- e) Menghidupkan kamera
- f) Melakukan pengesetan kamera agar proses pemotretan dapat berjalan lancar.
- g) Memfokuskan benda uji dibawah lensa obyektif
- h) Melakukan penekanan tombol untuk proses pemotretan sesuai dengan pembesaran yang dinginkdiinginkan
- i) Pada setiap pemotretan kembalikan tombol foto ke posisi semula
- j) Setelah negative film habis untuk pemotretan lakukan penggulangan film k. Cucikan negative film kemudian cetak.

#### 11) Pengamatan Spesimen

- a) Memeriksa cetakan gambar specimen dilakukan analisa, jika pelanggan minta untuk dianalisa mengenai bentuka, susunan dan ukuran grafit sesuai standar yang digunakan yaitu SNI 07-3622-1994.
- b) Membanding standar digunakan untuk penentuan bentuk susunan dan besar grafit digunakan pembesaran 200X.
- c) Mengamatan perbandingan gambar specimen juga menggunakan `Tabel Metal Handbook'.
- d) Dalam menentukan struktur dari benda uji jika digunakan perbandingan disesuaikan dengan pembesaran dari perbandingan tersebut.
- e) Untuk memperlihatkan mikrostruktur atau memperjelas dapat digunakan pembesaran yang lebih besar, tergantung dari kebutuhan.
- f) Memperhitungkan pembesaran sebenarnya pada gambar adalah sebagai berikut

### **3.8. Pengujian Kekerasan**

#### 3.8.1. Proses Pengujian Kekerasan

- a) Siapkan alat dan bahan
- b) Hubungkan kabel E 101 digital meter dengan arus listrik.

- c) Hubungkan *out put socket* (P) pada sebelah kanan mesin Tarik dengan *input socket* di belakang E 101 digital meter.
- d) Tekan *switc on* nyala dan menunjukkan nol.
- e) Atur batang defleksi (H) hingga betul-betul rata dengan memutar *leveling hand whell* (G)
- f) Pilih sistem SI, dengan cara mengatur saklar SI-IMP di depan E 101 digital meter.
- g) Gantungkan beban 5 Kg pada batang kalibrasi (E) dan baca pada E101 digital meter +24.5 Nm (jika terjadi kesalahan  $\pm 0.5$  Nm atau 2 %). Bila tidak menunjukkan angka tersebut di atas atur *cal screw* dengan menggunakan obeng kecil hingga menunjukkan angka diatas.
- h) Hilangkan beban dan periksa bahwa E101 meter kembali ke nol.
- i) Jika kita menghendaki sistem *imperial* (lb-in) ulangi prosedur di atas, hanya mengatur saklar dalam keadaan IMP dan atur SI/IMP ADJ *screw* hingga menunjukkan angka pada digital meter 217 lb-in.
- j) Ukur dimensi bahan uji
- k) Pasang benda uji dengan perentaraan *sockett* segi enam pada tangkai masuk (T) dan ujung tangkai Tarik (Q). Jika jarak (T) dan (Q) kependekan atau kepanjangan, putar dua ponggol pengunci (K) hingga kendor kemudian atur posisinya benda uji terpasang dengan baik.
- l) Sel batang defleksi (H) dengan mengatur *hand whell* (G) kemudian *set dial gauge* (F) pada posisi nol.
- m) Pilih penggunaan sistem (matrik atau imperial) yang akan digerakan, dan atur pada pembacaan nol dengan mengatur *adjusting knob* atau *screw* di belakang E 101 digital meter.
- n) Putar *hand wheel* (M) *socket* ke 2 bergelincir dan mengikat benda uji. Kemudian gerakan lagi dengan pelan-pelan digital meter menunjukkan 0.1 Nm atau 1 lb-in
- o) Atur skala A segaris dengan curson (S) pada posisi nol, juga skala B pada posisi nol dan set counter pada angka nol dengan cara memutar *knob* pada ujung *counter*.

- p) Setelah semua nol, sekarang mulai lakukan pengujian
- a. Putar *hand wheel* (M);
    - 1) Baca pada skala A
    - 2) Baca pada skala B
    - 3) Baca besarnya momen Tarik pada *digital meter*.
    - 4) Baca besarnya defleksi pada *dial gauge* (F)
  - b. Ulangi seperti di atas dan catat semua data setiap penambahan putaran, setelah itu baca pada 60 *protector scale* dan *couter* pada 3600 *protector scale*.

Data diambil dari proses pengelasan sampai dengan proses pengujian bahan las dengan menggunakan tabel. Berikut merupakan tabel pengambilan data.

Untuk menghitung kekerasan Kekerasan *Rockwell* (F) bahan dari berbagai perlakuan maka digunakan persamaan Adapun hasil pengujian Kekerasan adalah sebagai berikut :

1. Metode Pengujian Rockwell F
2. Beban 60 Kgf
3. Penetrator bola Baja 1/16"

$$HR=E-e \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana :

HR : Angka kekerasan Rockwell

e : Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 yang dibagi dengan 0,002

E : Jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line yang tiap jenis indenter berbeda-beda yang bias

Berikut merupakan tabel hasil Pengujian pada suhu 150 °C, 200 °C, 250 °C:

### 3.9. Metode Pengambilan Data

Metode yang pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen dimana dalam penelitian ini akan diambil data berupa variasi prosentase lama perlakuan panas pada proses Prehaeting pada suhu 150 °C, 200 °C, 250 °C Sebagai Berikut:

Hasil uji metalografi akan ditampilkan dalam bentuk gambar hasil uji yang selanjutnya dilakukan analisis terhadap foto gambar hasil uji pada masing-masing bahan uji yang telah diberikan perlakuan fairing.

Sedangkan hasil pengujian mekanik berupa uji kekerasan dan uji Impact data yang diperoleh selanjutnya dilakukan pencatatan pada tabel hasil uji.

Berikut merupakan tabel data penelitian:

Tabel . 3.1 . Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu dan uji Impact 150°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.			
2.			
3.			
<b>Nilai Rata-rata</b>			

Tabel 3.2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 200°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.			
2.			
3.			
<b>Nilai Rata-rata</b>			

Tabel 3.3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 250°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.			
2.			
3.			
<b>Nilai Rata-rata</b>			

Tabel 3.4 Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 27°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.			
2.			
3.			
<b>Nilai Rata-rata</b>			

### 3.10. Metode Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram, yang selanjutnya menjadi dasar untuk mengetahui pengaruh proses *preheating* terlebih dahulu terhadap sifat mekanik plat ST 37 yang digunakan pada bagian plat bodi kendaraan.



## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

Di dalam bab ini akan dibahas tentang Pengujian Terhadap Kekuatan Mekanik Dan Perubahan *Preheating* menemukan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheating*. Pengujian mekanis yang dilakukan : kekerasan mikro, impak, dan analisa struktur mikro yang terbaik dalam proses pengelasan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Adapun yang dimaksud eksperimen yaitu dengan sengaja dan secara sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan yang dilakukan peneliti untuk melihat efek yang terjadi pada tindakan tersebut (Suharsimi Arikunto, 1993: 189).

Dalam penelitian ini akan dilakukan Menganalisa kekuatan mekanik Pengujian Terhadap Kekutan Mekanik Dan Perubahan *Preheating* menemukan variasi suhu 150°C, 200°C, 250°C dan tanpa *preheating*. Pengujian mekanis yang dilakukan : kekerasan, impak, dan analisa struktur mikro yang terbaik dalam proses pengelasan. maka dilakukanlah pengujian bahan adapun pengujian bahan diambil tiga, macam pengujian yaitu: 1). Pengujian Kekerasan, 2). Pengujian Impact, 3).Pengujian Struktur Mikro.

#### 4.2. Hasil Pengujian Kekerasan Bahan ST 37 Dilakukan tanpa *Preheating* 27°C

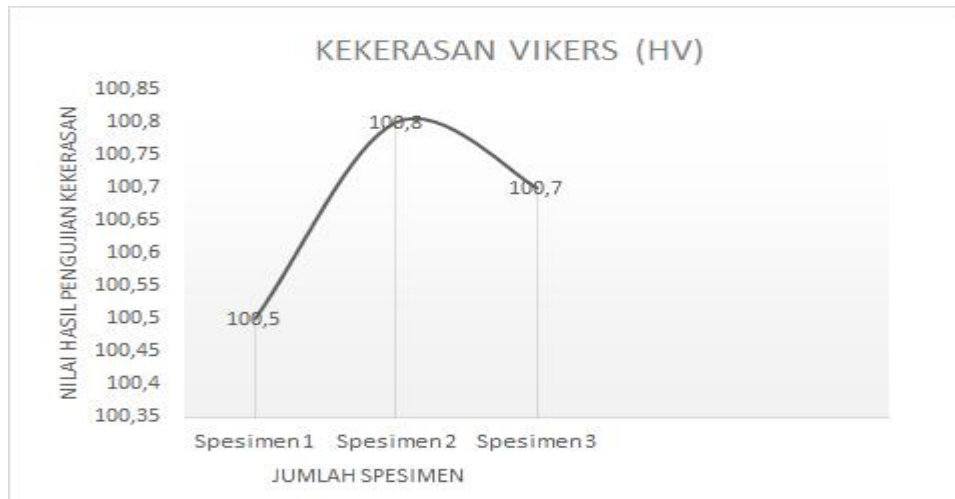
##### 4.2.1. Hasil Pengujian Kekerasan tanpa *Preheating* 27°C

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kekerasan tanpa *Preheating* Suhu 27°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)
1.	ST 37	100,5
2.	ST 37	100,8
3.	ST 37	100,7
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>100,6</b>

Dari data tabel di atas dapat dibentuk grafik untuk semua specimen pengujian, pada Pengujian Kekerasan untuk Bahan ST 37 dengan tanpa pemanasan *preheating* Suhu 27°C untuk menjelaskan kekerasan dari masing-masing perlakuan pada spesimen 1 penurunan nilai sebesar 100,5 HRC sedang

pada spesimen 2 nilainya sebesar kenaikan 100,8 HRC ada kenaikan dari spesimen 2 dan pada spesimen 3 ada penurunan nilai yang nilainya sebesar 100,7 HRC, dengan kekuatan rata-rata kekerasan sebesar 100,6 HRC. Dapat dilihat pada gambar grafik 4.1 di bawah ini:



Gambar. 4.1. Grafik Hasil Pengujian Uji Kekerasan untuk Bahan ST 37 tanpa *Preheating* Suhu 27°C

#### 4.2.2. Pembahasan.

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekerasan plat ST 37. Kekuatan merupakan kemampuan benda kerja menerima beban. Struktur mikro benda kerja berpengaruh pada kekuatan dan kekerasan. Pada material as cast, struktur yang terbentuk adalah *asikular ferrit* dan *grain boundary ferrite*. Dimana kekuatan dan kekerasan cenderung rendah dibanding dengan hasil perlakuan hardening. Struktur mikro hasil pemanasan adalah *upper bainit*, *poligonal ferrit* dan martensit. Jumlah martensit pada perlakuan ini cenderung sedikit sehingga tidak menaikkan kekuatan dan kekerasan secara signifikan. Bainit memiliki karakteristik seperti bilah, mirip *deformasi twin* dan plat *martensit*. Pembentukan bilah bainit diikuti oleh distorsi permukaan sehingga dapat disimpulkan terjadi pergeseran kisi. Peningkatan kekuatan dan kekerasan ini melalui mekanisme penguatan deformasi (Abbaschian, 2009).

Dari data hasil pengujian dapat dibentuk grafik untuk semua spesimen pengujian Kekerasan untuk Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 27°C tanpa *preheating* untuk menjelaskan kekerasan dari masing-masing perlakuan, rata-rata kekerasan sebesar 49,6 HV, pada spesimen 1 penurunan nilai sebesar 100,5 HV sedang pada spesimen 2 nilainya sebesar 100,8 HV ada kenaikan dari spesimen 1 dan sedang pada spesimen 3 ada penurunan nilai yang nilainya sebesar sebesar 100,7 HV.

Keuletan material st 37 cukup rendah. Ketika benda kerja menerima perlakuan *preheating*, dengan seiring meningkatnya kekuatan dan kekerasan maka keuletan semakin menurun. Pada perlakuan *tempering*, yang bertujuan mengurangi tegangan sisa pada benda kerja, mampu meningkatkan keuletan benda kerja. Semakin lama waktu tahan *tempering* maka keuletan semakin meningkat, hal ini berbanding terbalik dengan kekuatan dan kekerasan (Callister, 2009).

Selain meningkatkan keuletan, energi impact pada *temperatur* tertentu bertambah besar apabila waktu tahan tempering bertambah (Dieter, 1990). Hampir semua pengujian memiliki kecenderungan (trend) yang tidak sesuai dengan teori yang ada, seperti pada nilai kekuatan, keuletan, kekerasan dan kekuatan impact. Misal pada waktu tahan 3 jam dan 4 jam yang seharusnya memiliki nilai keuletan yang cenderung naik, namun pada variasi ini nilai keuletan menjadi turun, dan pada semua pengujian terjadi ketidak-sesuaian trend yang sama secara teoritis pada waktu tahan 4 jam. Hal ini disebabkan unsur paduan penstabil karbida Mn yang tinggi pada baja sehingga semakin lama waktu pemanasan (pada waktu tertentu) maka karbida akan semakin stabil. Selain Mn sebagai penstabil karbida ada pula unsur paduan Cr dan Mo sebagai pembentuk karbida yang kuat, dan Cr, Mo, Cu dan Ni sebagai penstabil karbida. Maka ketika waktu tahan semakin tinggi (pada waktu tertentu) unsur-unsur penstabil dan pembentuk karbida tersebut mengakibatkan peningkatan kekuatan dan kekerasan baja (*secondary hardness*). Selain itu bila dilihat dari struktur mikro pada waktu tahan tempering selama 4 jam, struktur semakin homogen. Struktur yang homogen akan menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi.

Sehingga untuk penggunaan suhu pemanasan awal sebelum pengelasan itu lebih baik dan pada suhu 200 °C, di banding pada suhu 150, °C, 250 °C dan 27 °C dapat di lihat pada tabel di bawah ini pada suhu 200 °C pemanasan awal sebelum pengelasan menunjukkan pada nilai kekerasan semakin baik juga pada hasil pengujian impactnya juga semakin baik, sehingga dalam pengelasan plat ST 37 ini sebaiknya pemanasan awal menggunakan suhu 200°C.

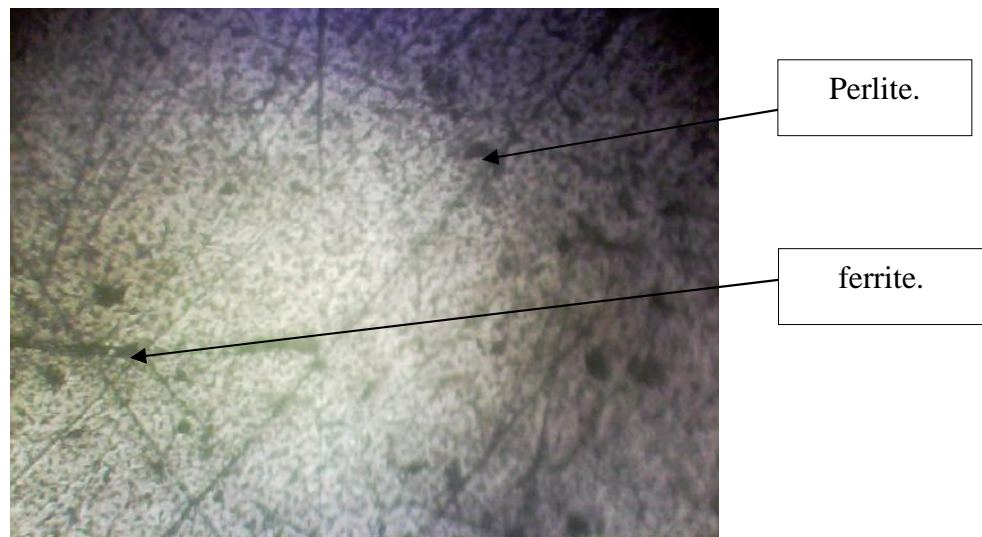
Hampir semua pengujian memiliki kecenderungan (trend) yang tidak sesuai dengan teori yang ada, seperti pada nilai kekuatan, keuletan, kekerasan dan kekuatan impak. Misal pada suhu tahan 150°C, dan 200°C. yang seharusnya memiliki nilai keuletan yang cenderung naik, namun pada variasi ini nilai keuletan menjadi turun, dan pada semua pengujian terjadi ketidak-sesuaian trend yang sama secara teoritis pada suhu 250°C.

*Austenit* yang bertransformasi menjadi *ferit* dan karbon yang berdifusi keluar membentuk karbida, menghasilkan struktur berupa bilah-bilah ferit yang saling terhubung dan didalamnya terdapat partikel sementit yang memanjang dengan arah hampir sejajar dengan sumbu pertumbuhannya. Jumlah dan kontinuitas layer sementit dipengaruhi oleh kadar karbon baja. Struktur mikro bainit yang terbentuk pada baja ini adalah bainit atas (Bhadhesia, 2001).

Struktur tersebut terdiri dari fasa ferrit yang berbentuk bilah dan platelet karbida sementit yang tersebar didalamnya. Struktur martensit berbentuk seperti jarum. Struktur martensit terbentuk akibat pendinginan sangat cepat, atom karbon yang seharusnya keluar dari larutan akan terperangkap dalam struktur baru (atom karbon tidak lagi dapat berdifusi keluar karena ia sudah tidak lagi memiliki cukup energi untuk berdifusi) dan menyebabkan struktur baru itu terdistorsi, tidak menjadi BCC tetapi menjadi BCT (*body centered tetragonal*), yaitu *martensit* yang tampak seperti jarum (Avner, 1974).

Sehingga untuk penggunaan suhu pemanasan awal sebelum pengelasan itu lebih baik dan pada suhu 200 °C, di banding pada suhu 150, °C, 250 °C dan 27 °C dapat di lihat pada tabel di bawah ini pada suhu 200 °C pemanasan awal sebelum pengelasan menunjukkan pada nilai kekerasan semakin baik juga pada hasil

pengujian impactnya juga semakin baik, sehingga dalam pengelasan plat ST 37 ini sebaiknya pemanasan awal menggunakan suhu 200°C.



Gambar 4.2. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro Tanpa *Preheating* 27°C

### 4.3. Hasil Pengujian Kekerasan Bahan ST 37 Dilakukan *Preheating* 150°C

#### 4.3.1. Hasil Pengujian Kekerasan *preheating* 150°C

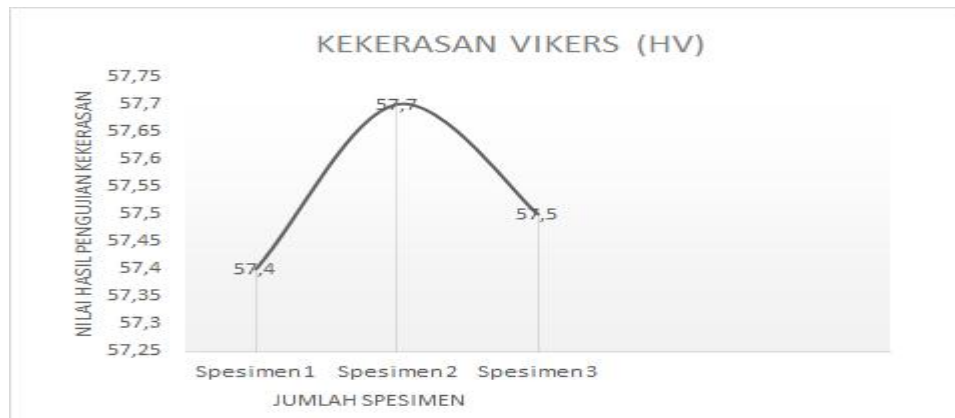
Adapun hasil pengujian kekerasan untuk *preheating* 150°C pada bahan ST 37 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Nilai kekerasan untuk temperature *preheating* 150°C

No.	Benda Uji	Kekerasan Rockwell (HRC)
1.	Sample 1	57,4
2.	Sample 2	57,7
3.	Sample 3	57,3
	Rata-rata	57,5

Bahan Hasil Pengujian Kekerasan untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan *preheating* Suhu 150°C di lihat pada spesimen pengujian dengan *preheating* 150°C adalah pengujian impact untuk 3 spesimen pengujian impact pada spesimen 1 nilai Uji Kekerasan Hasil 57,4 HRC, spesimen 2 nilai Uji Kekerasan mengalami kenaikan sebesar 57, 7 HRC, spesimen 3 nilai Uji Kekerasan

mengalami penurunan sebesar 57,5 HRC. Dapat kita lihat bahwa dari hasil pengujian kekerasan untuk bahan baja ST 37 yang diperlakukan *preheating* pada temperature 150°C sebelum pengelasan memiliki nilai rata-rata kekerasan sebesar 57,5 HRC. Dapat dilihat pada gambar grafik 4.3 di bawah ini:



Gambar 4.3. Grafik Pengujian Kekerasan untuk temperature *preheating* 150°C

#### 4.3.2. Pembahasan

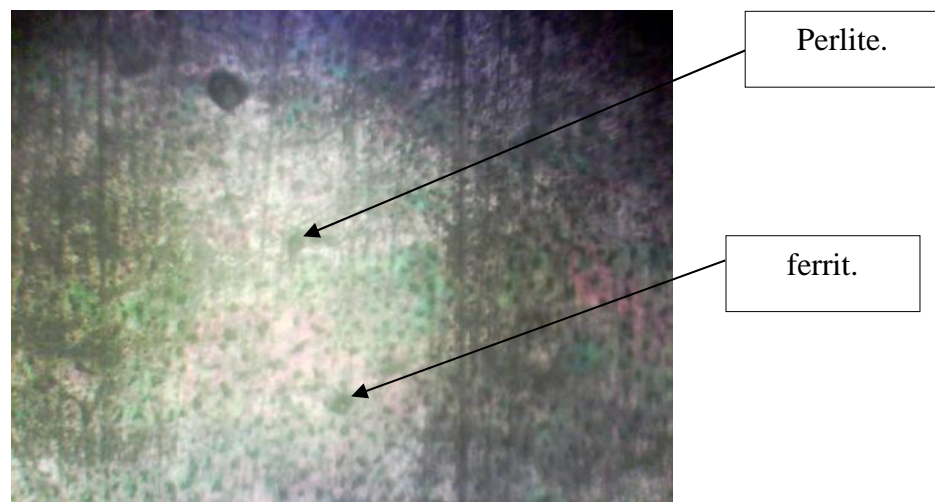
Pada pengujian Kekerasan specimen bahan uji yaitu bahan ST 37 dengan *preheating* 150°C di lihat pada specimen pengujian impact untuk 3 specimen pengujian impact pada specimen 1 nilai Uji Kekerasan Hasil 57,4 HRC, specimen 2 nilai Uji Kekerasan Hasil 57, 7 HRC, specimen 3 nilai Uji Kekerasan Hasil 57,5 HRC, nilai Uji rata-rata Kekerasan Hasil 57,5 HRC dan pengujian Sedangkan pada specimen pengujian dengan *preheating* 150°C adalah pengujian impact untuk 3 specimen pengujian impact pada specimen 1 nilai Uji Impact (j/m) 25683,0 (j/m), specimen 2 nilai Uji Impact 25683,0 (j/m) specimen 3 nilai Uji Impact, 25683,0 (j/m), specimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 25683,0 Impact (j/m). 2 dan Hasil pengujian bahan dari 3 specimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang signifikan dengan hasil 25683 j/m.

Hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat seperti pada gambar 4.2 struktur yang dimiliki ditentukan oleh kadar karbonnya. Pada baja karbon rendah dengan kadar karbon 0.0169% dan Fe 99,67% maka struktur didominasi

oleh *ferrite* (berwarna terang). Bentuk dan ukurannya tersusun dengan rapih serta beraturan. Baja karbon rendah akan mengalami perubahan fasa cair menjadi *ferrite* ketika pembekuan berlangsung terus menjadi Austenite dan akhirnya menjadi *ferrite* dan *perlite*. Semakin banyak kadar besi dan semakin sedikit kadar karbon maka ferrit akan semakin banyak sedangkan perlite hanya sedikit bahkan bisa tidak ada *perlite*, pada daerah raw ini tidak terdapat *perlite* hanya ada *ferrite*.

Perubahan nilai kekerasan dan pengujian impact yang tidak signifikan ini berdampak pada pengujian struktur micro, Uji rata-rata hasil pengujian Kekerasan Hasil 57,5 HRC, dan hasil pengujian rata-rata hasil pengujian 25683,0 Impact (j/m).

Bagaimana kekuatan kekerasan Plat ST 37 dengan ketebalan 1 mm akibat variasi suhu preheating pada pengelasan GTAW. Adapun komposisi baja karbon rendah yaitu : C (0,0169%), Fe (99,67), dan senyawa lainnya dengan bagian yang diuji struktur mikro pada titik pengelasan sebagai berikut:



Gambar 4.4. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali Suhu 150°C

Pada pengujian Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada bahan Struktur Mikro ST 37 Suhu *Preheating* 150°C, ini terlihat foto struktur micronya kurang baik pembentukan kristal dan struktur material cuman pembetulan kumparan kecil dan lurus dan pembentukan karbon yang tidak

beraturan dengan pembutukan acak dan, Hasil pengujian yang telah dilakukan dari hasil pengelasan, Kekuatan merupakan kemampuan benda kerja menerima beban.

Struktur mikro benda kerja berpengaruh pada kekuatan dan kekerasan. Pada material as cast, struktur yang terbentuk adalah asikular ferrit dan grain boundary ferrite. Dimana kekuatan dan kekerasan cenderung rendah dibanding dengan hasil perlakuan hardening. Struktur mikro hasil hardening adalah *upper bainit*, *poligonal ferrit* dan *martensit*. Jumlah martensit pada perlakuan ini cenderung sedikit sehingga tidak menaikkan kekuatan dan kekerasan secara signifikan. Bainit memiliki karakteristik seperti bilah, mirip deformasi twin dan plat *martensit*. Pembentukan bilah bainit diikuti oleh distorsi permukaan sehingga dapat disimpulkan terjadi pergeseran kisi. Peningkatan kekuatan dan kekerasan ini melalui mekanisme penguatan deformasi (Abbaschian, 2009).

#### 4.4. Hasil Pengujian Kekerasan Bahan ST 37 *Preheating* 200°C

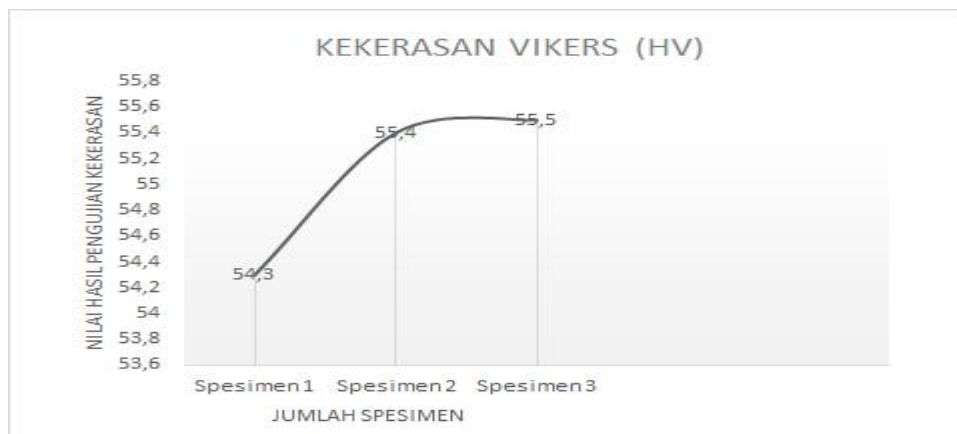
##### 4.4.1. Hasil Pengujian Kekekeraan *Preheating* 200°C

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 200°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)
1.	ST 37	54,3
2.	ST 37	55,4
3.	ST 37	55,5
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>54,4</b>

Dari data Tabel di atas dapat dibentuk grafik, Pengujian Kekerasan untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan *preheating* 200°C dari masing-masing perlakuan, pada spesimen 1 penurunan nilai sebesar 54.3 HRC sedang pada spesimen 2 nilainya sebesar 54.4 HRC ada kenaikan dari spesimen 1 dan sedang pada spesimen 3 ada kenaikan nilai yang signifikan nilainya sebesar 55,5 HRC, rata-rata kekerasan sebesar 54,4 HRC, Dapat dilihat pada gambar grafik 4.5 di bawah ini:





Gambar. 4.5. Grafik Pengujian Kekerasan untuk Bahan ST 37 dengan *Preheating* Suhu 200°C

#### 4.4.2. Pembahasan

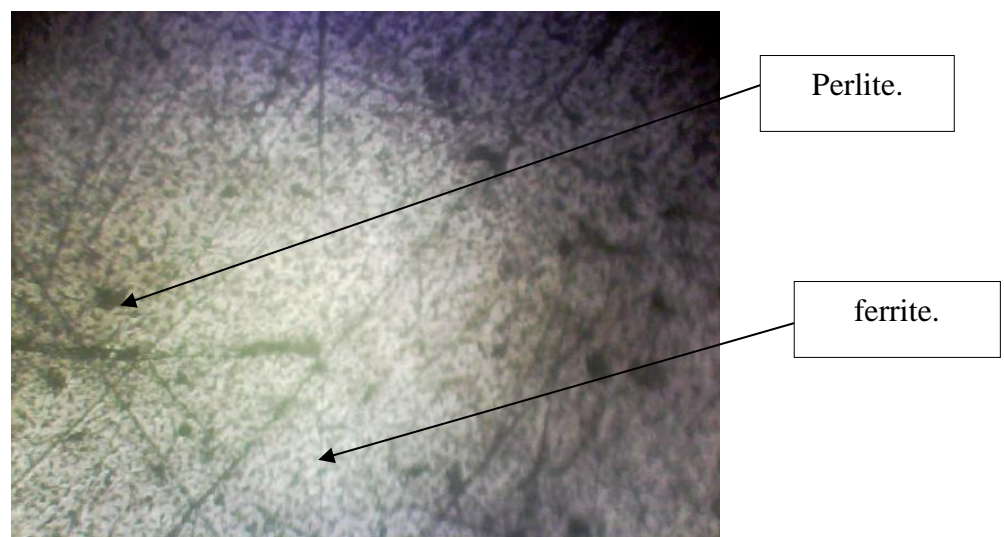
Dari histogram diatas dapat dilihat variasi Pengujian Bahan Pengujian Bahan hasil pengujian kekerasan, impact dan struktur mikro bahan, Pengujian Suhu 200°C lebih tinggi yaitu mencapai nilai kekerasan rata-rata 54,4 Hasil dari pengujian kekerasan menunjukkan Pengujian Bahan Pengujian Bahan hasil pengujian kekerasan, impact dan struktur mikro bahan, Pengujian Suhu 200°C kekerasan yang lebih tinggi, disebabkan karena pada Pengujian Bahan Pengujian Bahan hasil pengujian kekerasan, impact dan struktur mikro bahan, Pengujian Suhu 200°C yang lebih banyak sehingga daya kekerasan antara molekul lebih kuat dan rapat. Dengan suhu 200°C yang terkandung dalam variasi akan ada kekuatan nilai dari kekerasan yang cukup baik di dibandingkan dengan suhu 150°C. spesimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 49994,0 Impact (j/m).

Pengujian impact ini bertujuan untuk mendapatkan ketangguhan suatu benda terhadap beban kejut. Prinsip dari pengujian impact ini yaitu apabila benda diberi beban kejut, maka benda akan mengalami proses penyerapan energi sehingga terjadi deformasi elastis (perubahan permanen) yang mengalami perpatahan. Untuk hasil pengujian impact, perbedaan antara harga impact rata-rata dari benda kerja yang disebabkan beberapa hal.

Antara lain disebabkan karena kekuatan benda kerja kurang merata sehingga energi yang impact dan struktur mikro bahan,

Pada pengujian Kekerasan untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu *preheating* 200°C, perubahan kekuatan mekanik dan perubahan nilai pengujian kekerasan sedangkan pada pengujian impact perubahan nilai kekuatan mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai rata-rata kekuatan pengujian impact pada suhu 150 °C, dengan besaran sebesar 49994,0 J/m. Sedangkan pada pengujian pengujian suhu 200 °C, mengalami kekuatan impact paling sebesar dan kuat.

Pengujian Suhu 200°C, Bagaimana kekuatan kekerasan Plat ST 37 dengan ketebalan 1 mm akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan GTAW. Dari hasil foto makro bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan liat. Yaitu permukaan patahan ini tidak rata nampak seperti buram dan berserat jenis patahan ini mempunyai harga impact dan tarik yang tinggi. dengan bahan tambahan kawat logam yaitu bagian yang diuji struktur mikro pada titik pengelasan sebagai berikut:



Gambar. 4.6. Pengujian Bahan struktur mikro Pengujian Suhu 200°C

Ferrite (berwarna terang). Bentuk dan ukurannya tersusun dengan rapih serta beraturan. Baja karbon rendah akan mengalami perubahan fasa cair menjadi ferrite ketika pembekuan berlangsung terus menjadi Austenite dan

akhirnya menjadi ferrite dan perlite. Semakin banyak kadar besi dan semakin sedikit kadar karbon maka ferrit akan semakin banyak sedangkan perlite hanya sedikit bahkan bisa tidak ada perlite, pada daerah raw ini tidak terdapat perlite hanya ada ferrite.

Dari hasil foto makro bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan liat jauh lebih baik dari pengujian suhu 150°C dan 250 °C maka pengujian pemanasan 200°C sebelum pengelasan disarankan untuk proses pengelasan.

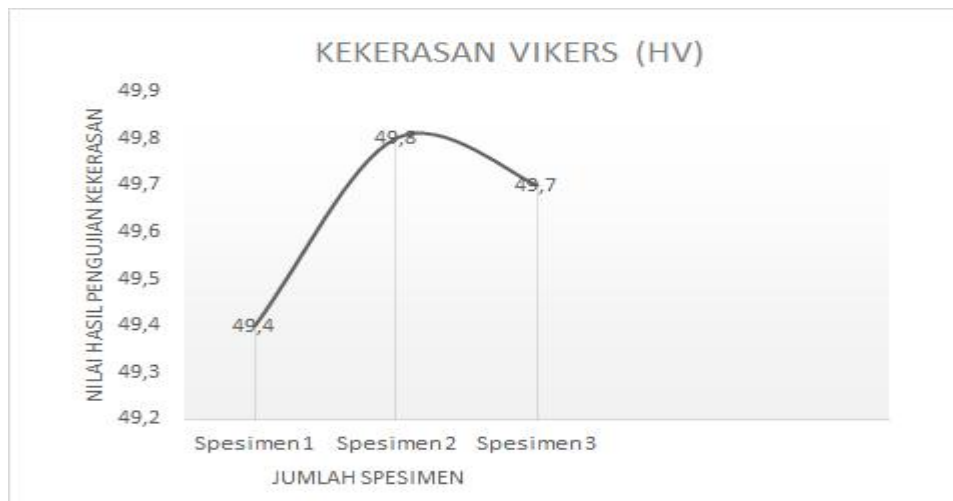
#### 4.5. Hasil Pengujian Kekerasan Bahan ST 37 *Preheating* 250°C

##### 4.5.1. Hasil Pengujian Kekerasan *Preheating* 250°C

Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan *preheating* Suhu 250°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)
1.	ST 37	49,4
2.	ST 37	49,8
3.	ST 37	49,7
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>49,6</b>

Dari data di atas dapat dibentuk grafik, Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 250°C untuk menjelaskan hasil pengujian kekerasan dari masing-masing perlakuan, rata-rata kekerasan sebesar 49,6 HRC, pada spesimen 1 penurunan nilai sebesar 49.4 HRC sedang pada spesimen 2 nilainya sebesar 49,8 HRC ada kenaikan dari spesimen 1 dan sedang pada spesimen 3 ada kenaikan nilai yang signifikan nilainya sebesar sebesar 49,7 HRC, dengan nilai hasil pengujian rata-rata sebesar 49,6 HRC. Dapat dilihat pada gambar grafik 4.7 di bawah ini:



Gambar. 4.7 Data grafik Hasil Pengujian Kekerasan untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan *preheating* Suhu 250°C

#### 4.5.2. Pembahasan

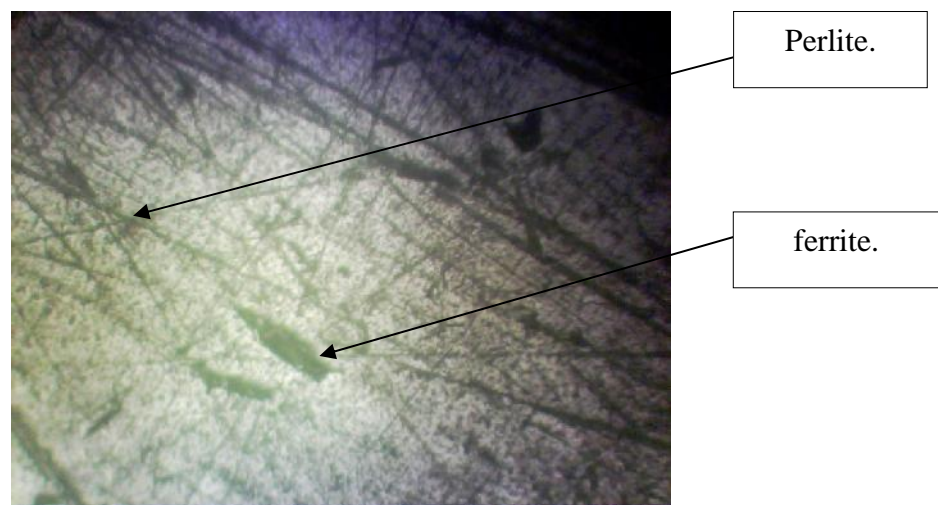
Pembahasan Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 250°C. Dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat variasi Pengujian Bahan Pengujian Bahan hasil pengujian kekerasan, impact dan struktur mikro bahan, Pengujian Suhu 250°C lebih tinggi yaitu mencapai nilai kekerasan rata-rata 49,6 HRC, Hasil dari pengujian menunjukkan pengujian kekerasan, impact dan struktur mikro pada Suhu 250°C kekerasan yang lebih tinggi, disebabkan karena pada kekerasan, impact dan struktur mikro, bahan yang *preheating* Suhu 250°C yang lebih banyak seperti pembentukan seperti jarum sehingga daya kekerasan antara molekul lebih kuat dan rapat.

Dengan suhu 200°C yang terkandung dalam variasi akan ada kekuatan nilai dari kekerasan yang cukup baik di bandingkan dengan suhu 250°C. spesimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 36698,0 Impact (j/m).

Dari hasil foto mikro bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan liat. Yaitu permukaan patahan ini tidak rata nampak seperti buram dan berserat jenis patahan ini mempunyai harga impact dan tarik yang tinggi.

Pengujian Suhu 200°C, Bagaimana kekuatan kekerasan Plat ST 37 dengan ketebalan 1 mm akibat variasi suhu *preheating* pada pengelasan

GTAW. Dari hasil foto makro bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan liat. Yaitu permukaan patahan ini tidak rata nampak seperti buram dan pemanasan 200<sup>0</sup>C, jauh lebih baik dari hasil pengujian kekerasan dan pengujian impact, jenis patahan ini mempunyai harga impact dan tarik yang tinggi. dengan bahan tambahan kawat logam yaitu bagian yang diuji struktur mikro pada titik pengelasan sebagai berikut:



Gambar.4.8. Pengujian Struktur Mikro Bahan ST 37 dengan *preheating* Suhu 250<sup>0</sup>C

#### 4.6. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 Tanpa *Preheating* 27<sup>0</sup>C

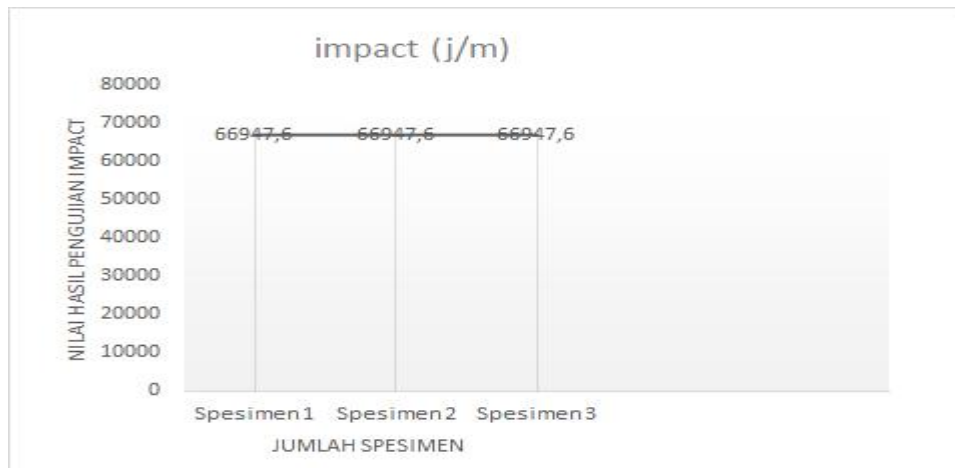
##### 4.6.1. Hasil Pegujian impact tanpa *Preheating* 27<sup>0</sup>C

Tabel.4.5. Hasil Pengujian impact

No	Nama Benda Uji	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	66947,6
2.	ST 37	66947,6
3.	ST 37	66947,6
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>66947,6</b>

Sedang pada spesimen pengujian dengan pemanasan Suhu 250<sup>0</sup>C adalah pengujian impact untuk 3 spesimen pengujian impact pada spesimen 1 nilai Uji Impact (j/m) 66947,6 (j/m), spesimen 2 nilai Uji Impact 66947,6 (j/m) spesimen

3 nilai Uji Impact, 66947,6 (j/m), spesimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 49994,0 Impact (j/m). Dapat di lihat pada grafik.4.5 dan Hasil pengujian bahan dari 3 spesimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang signifikan dengan hasil 66947,6 j/m, Dapat dilihat pada gambar grafik 4.8 di bawah ini:



Gambar. 4.9. Grafik Hasil Pengujian Uji Impact untuk Bahan ST 37 tanpa *Preheating* Suhu 27°C

#### 4.7. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 *Preheating* 150°C

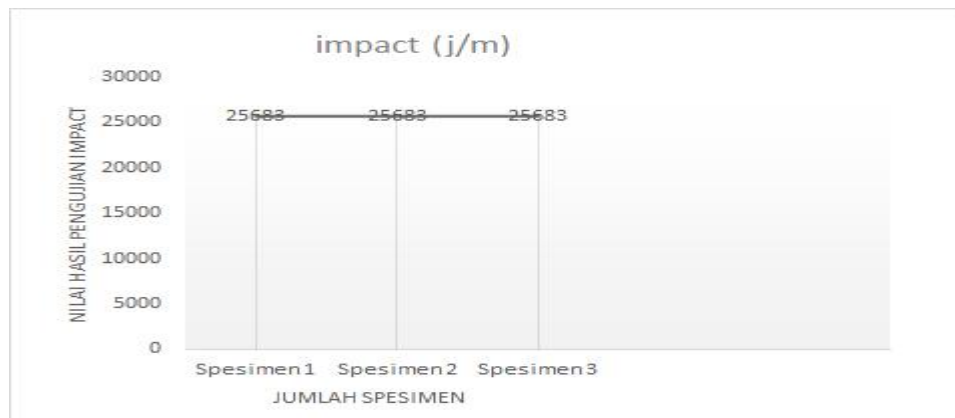
##### 4.7.1. Hasil Pengujian Impact *preheating* 150°C

Tabel. 4.6 Nilai kekerasan untuk temperature *preheating* 150°C

No	Nama Benda Uji	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	25683,0
2.	ST 37	25683,0
3.	ST 37	25683,0
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>25683,0</b>

Dari data tabel di atas dapat dibentuk grafik untuk semua specimen pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 150°C untuk menjelaskan kekerasan dari masing-masing perlakuan, rata-rata kekerasan 57,4 HRC , pada spesimen 1 penurunan nilai sebesar 57,4 HRC sedang pada spesimen 2 nilainya sebesar 57,7 HRC ada kenaikan dari spesimen 2 dan sedang pada spesimen 3

ada penurunan nilai yang nilainya sebesar sebesar 57,5 HV. Dapat dilihat pada gambar grafik 4.9 di bawah ini:



Gambar. 4.10. Data Grafik Hasil Pengujian Impact Pada Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 150°C.

Sedang pada spesimen pengujian dengan pemanasan Suhu 150°C adalah pengujian impact untuk 3 spesimen pengujian impact pada spesimen 1 nilai Uji Impact (j/m) 25683,0 (j/m), spesimen 2 nilai Uji Impact 25683,0 (j/m) spesimen 3 nilai Uji Impact, 25683,0 (j/m), spesimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 25683,0 Impact (j/m). Dapat di lihat pada grafik.4.6 dan Hasil pengujian bahan dari 3 spesimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang signifikan dengan hasil 25683 j/m,

#### 4.8. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 *Preheating* 200°C

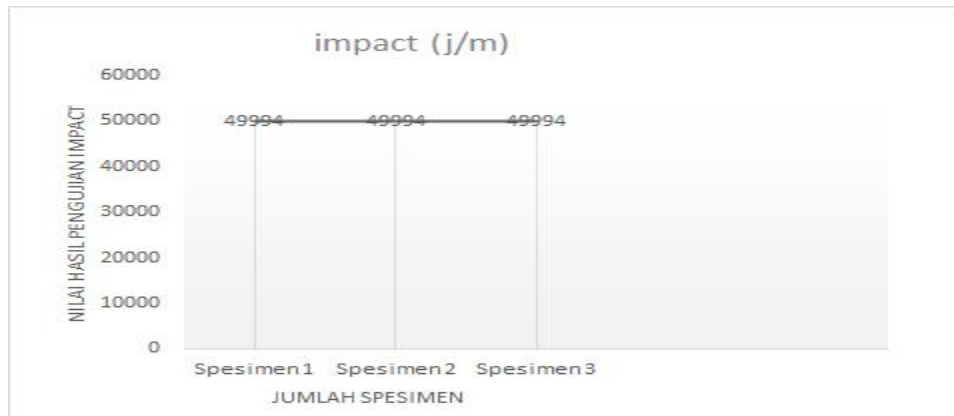
##### 4.8.1. Hasil Pegujian Impact *Preheating* 200°C

Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Impact *Preheating* Suhu 200°C

No	Nama Benda Uji	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	49994,0
2.	ST 37	49994,0
3.	ST 37	49994,0
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>49994,0</b>

Pengujian dengan pemanasan Suhu 200°C adalah pengujian impact untuk 3 spesimen pengujian impact pada spesimen 1 nilai Uji Impact (j/m) 49994,0

(j/m), spesimen 2 nilai Uji Impact 49994,0 (j/m) spesimen 3 nilai Uji Impact, 49994,0(j/m), spesimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 49994,0 Impact (j/m). Dapat di lihat pada grafik.4.2 dan Hasil pengujian bahan dari 3 spesimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang seknifikan dengan hasil 25683 j/m, Dapat dilihat pada gambar grafik 4.11 di bawah ini:



Gambar. 4.11. Data Hasil Pengujian Impact untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan pemanasan Suhu 200°C

#### 4.9. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 Preheating 250°C

##### 4.9.1. Hasil Pengujian Impact Preheating 250°C

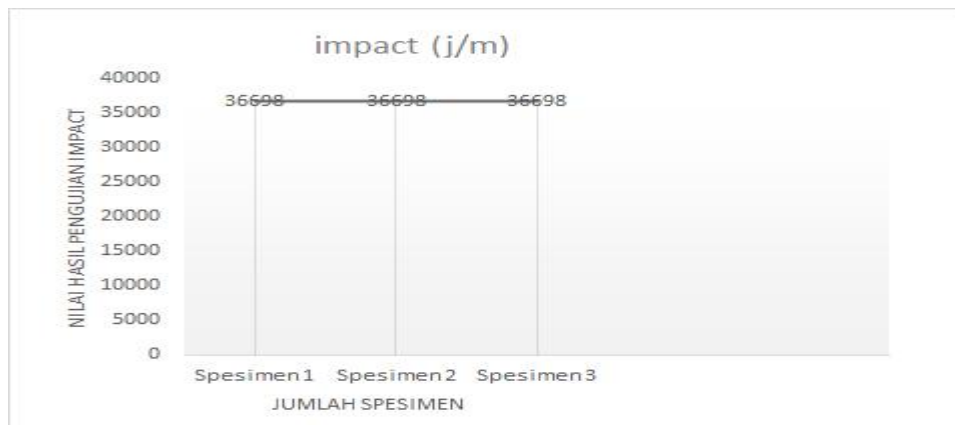
Tabel. 4.8. Data Hasil Pengujian Impact Preheating Suhu 250°C

No	Nama Benda Uji	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	36698,0
2.	ST 37	36698,0
3.	ST 37	36698,0
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>36698,0</b>

Sedang pada spesimen pengujian dengan pemanasan Suhu 250°C adalah pengujian impact untuk 3 spesimen pengujian impact pada spesimen 1 nilai Uji Impact (j/m) 36698,0 (j/m), spesimen 2 nilai Uji Impact 36698,0 (j/m) spesimen 3 nilai Uji Impact, 36698,0 (j/m), spesimen nilai Uji rata-rata hasil pengujian 49994,0 Impact (j/m). Dapat di lihat pada grafik.4.2 dan Hasil pengujian bahan dari 3 spesimen Impact menunjukkan hasil pada tidak ada perubahan yang



seknifikan dengan hasil 36698,0 j/m, Dapat dilihat pada gambar grafik 4.11 di bawah ini:



Gambar. 4.12. Grafik Hasil Pengujian Uji Impact untuk Pengujian Bahan ST 37 dengan *preheating* Suhu 250°C

#### 4.10. Hasil Pengujian Struktur Mikro Bahan ST 37 yang dilakukan *Pre Heating*.

##### 4.10.1. Pembahasan Struktur Mikro.

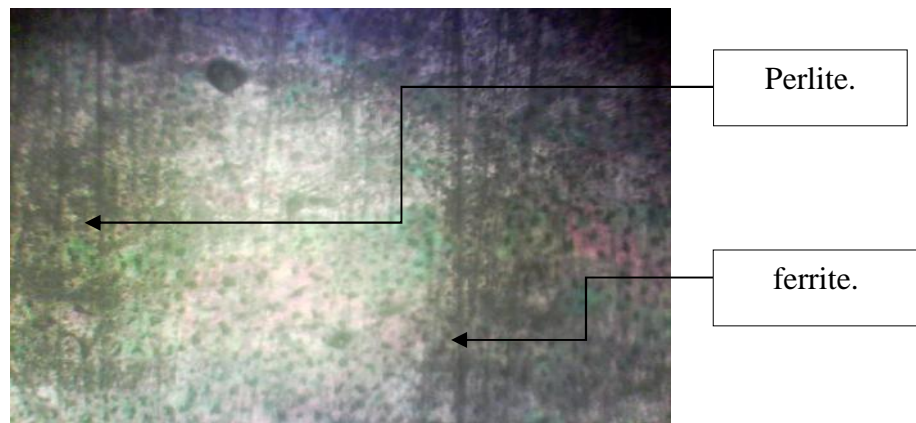
Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Struktur yang dimiliki oleh baja karbon rendah didominasi oleh ferit dan sedikit perlit. Penambahan unsur paduan biasanya dilakukan pada pengelasan baja karbon rendah ini, penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Pelat baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya dipenuhi. Pengujian struktur mikro yang menggunakan Micro Hardenes Tester dengan pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler. Lensa obyektif yang dipakai 10x, lensa okuler 10x sehingga perbesaran bisa mencapai 200x. Pada jarak 10 setrip pada foto untuk perbesaran 200x adalah 200  $\mu\text{m}$ .

Fasa pada *martensit* adalah jarum sementit yang tersebar dalam matriks ferrit. *Poligonal ferrit* adalah *ferrit* yang berbentuk dengan banyak sudut. Struktur ini terbentuk akibat keluarnya karbon ke sekitar batas butir dengan cepat yang menyebabkan tepian batas butir memiliki banyak sudut. Fasa pada struktur ini adalah ferrit dikelilingi jaringan sementit yang tak beraturan. Menurut teori, fasa hasil perlakuan *preheating* adalah *mastensit* atau *bainit*.

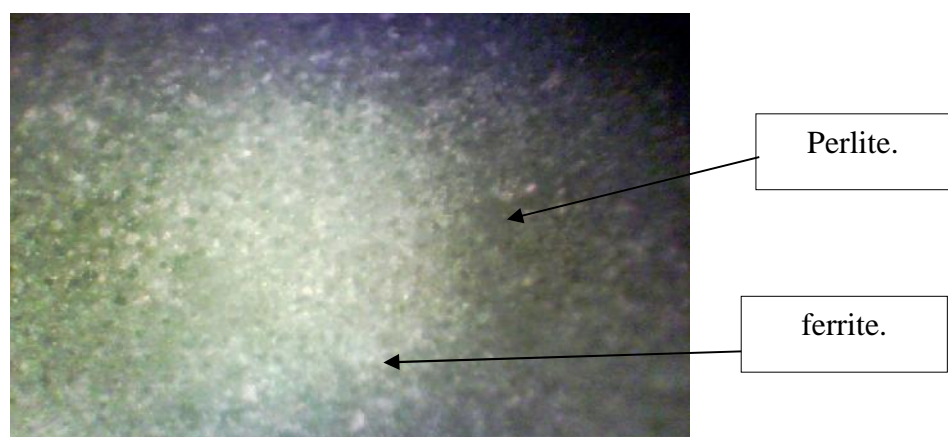
*Martensit* akan terbentuk pada baja dengan paduan karbon yang cukup tinggi dengan pendinginan yang sangat cepat, sedangkan fasa bainit terbentuk pada baja karbon rendah dengan pendinginan yang sedikit lebih lambat dari pendinginan martensit. Namun, jika dilihat pada diagram CCT HSLA fasa hasil perlakuan pemanasan pada penelitian ini terjadi pada rentang waktu yang tidak terlalu cepat, sehingga fasa yang terjadi adalah dominan *bainit*. Sehingga hasil dapat dilihat pada gambar hasil Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Kekuatan merupakan kemampuan benda kerja menerima beban. Struktur mikro benda kerja berpengaruh pada kekuatan dan kekerasan.

- a) *Ferit* adalah larutan padat karbon dan unsur paduan lainnya pada besi kubus pusat badan (Fe). Ferit terbentuk akibat proses pendinginan yang lambat dari austenit baja hypotektoid pada saat mencapai A<sub>3</sub>. ferit bersifat sangat lunak, ulet dan memiliki kekerasan sekitar BHN dan memiliki konduktivitas yang tinggi.
- b) *Sementit* Sementit adalah senyawa besi dengan karbon yang umum dikenal sebagai karbida besi dengan *prosentase* karbon 6,67% C. yang bersifat keras sekitar 5-68HRC 3.
- c) Perlit adalah campuran sementit dan ferit yang memiliki kekerasan sekitar 10-30HRC.

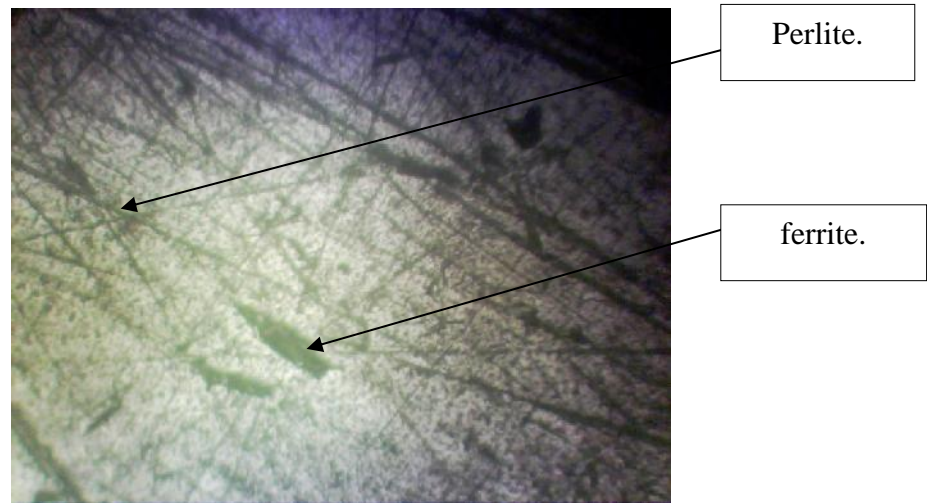
- d) *perlit* yang terbentuk sedikit dibawah temperatur *eutektoid* memiliki kekerasan yang lebih rendah dan memerlukan waktu *inkubasi* yang lebih banyak.
- e) *Bainit* merupakan fasa yang kurang stabil yang diperoleh dari austenit pada temperatur yang lebih rendah dari *temperatur transformasi* ke *perlit* dan lebih tinggi dari *transformasi* ke *martensit*.
- f) *Martensit* merupakan larutan padat dari karbon yang lewat jenuh pada besi alfa sehingga latis-latis sel satunya *terdistorsi*.



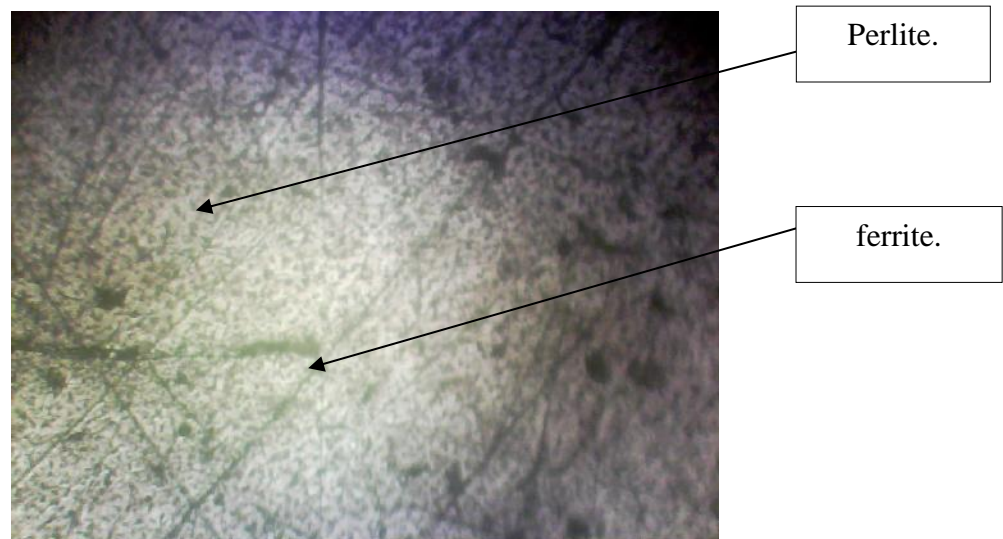
Gambar 4.13. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan Struktur Mikro ST 37 *preheating* Suhu 150°C



Gambar 4.14. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada bahan Struktur Mikro ST 37 *preheating* Suhu 200°C



Gambar 4.15. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro ST  
37 *preheating* Suhu 250°C



Gambar 4.16. Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada Struktur Mikro ST  
37 Tanpa *preheating* Suhu 27°C

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pengujian kekerasan Impact dari *Preheating* Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Pada Pengelasan Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Plat ST 37 dengan Ketebalan 1 mm
2. Hasil Pengujian Kekerasan tanpa *Preheating* 27°C kekuatan rata-rata sebesar 100,6 HRC
3. Hasil Pengujian Kekerasan *Preheating* 150°C kekuatan rata-rata sebesar 57,5 HRC
4. Hasil Pengujian Kekerasan *Preheating* 200°C kekuatan rata-rata sebesar 54,4 HRC
5. Hasil Pengujian Kekerasan *Preheating* 250°C kekuatan rata-rata sebesar 49,6 HRC
6. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 Tanpa *Preheating* 27°C hasil 66947,6 j/m,
7. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 *Preheating* 150°C hasil 25683,0 j/m,
8. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 *Preheating* 200°C hasil 49994,0 j/m,
9. Hasil Pengujian Impact Bahan ST 37 *Preheating* 250°C 36698,0 j/m
10. Hasil pengujian kekerasan dan pengujian impact nilai yang tanpa *Preheating* 27°C lebih baik dibanding dengan *Preheating* 150 °C, 200 °C dan 250 °C ini di sebabkan adanya perubahan suhu dan tidak ada media pendingin sehingga bahan menjadi lunak atau hilang kekuatan kekerasannya.
11. *Preheating* 200°C, perubahan kekuatan mekanik dan perubahan nilai pengujian sedangkan pada pengujian impact perubahan nilai kekuatan mengalami kenaikan yang signifikan dengan nilai rata-rata sebesar 49994,0 J/m.
12. Sehingga untuk penggunaan suhu pemanasan awal sebelum pengelasan Gas Argon Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik itu lebih baik dan pada suhu 200 °C, atau tanpa *Preheating* di banding pada suhu 150, °C, 250 °C dan 27 °C dapat di lihat pada suhu 200 °C pemanasan awal sebelum pengelasan menunjukkan pada nilai kekerasan semakin baik juga pada hasil pengujian impactnya juga semakin baik, sehingga dalam pengelasan plat ST 37 ini sebaiknya pemanasan awal menggunakan suhu

200<sup>0</sup>C. Dan perubahan stuktur Metalografi jauh lebih baik pada suhu 200 <sup>0</sup>C dan harus menggunakan media pendingin oli.

## 5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan,ada beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar,diantaranya:

- 1) Temperature Uji Impact dari hasil Pengaruh Suhu *Preheating* Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Pada Pengelasan Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Plat ST 37 dengan Ketebalan 1 mm. Sehingga untuk penggunaan suhu pemanasan awal sebelum pengelasan itu lebih baik dan pada suhu 200 <sup>0</sup>C, di banding pada suhu 150, <sup>0</sup>C, 250 <sup>0</sup>C dan 27 <sup>0</sup>C, sebelum pengelasan menunjukkan pada nilai kekerasan tanpa *Preheating* semakin baik. pada hasil pengujian impactnya juga semakin baik, sehingga dalam pengelasan plat ST 37 ini sebaiknya pemanasan awal menggunakan suhu 200<sup>0</sup>C, dan menggunakan cairan bahan pendingin menggunakan media oli, sehingga hasil pengujian kekerasan lebih baik.
- 2) Penelitian selanjutnya bisa menggunakan variasi Arus Ampere dan tekanan arus gas argon, ini sebaiknya menggunakan bahan- bahan yang selalu kontak sama suhu extrim panas tinggi dan dan zat asam dan air asin.
- 3) Penelitian selanjutnya bisa menggunakan variasi media pendinginan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Kristanto; 2006; “Akibat Pengaruh Beda Temperatur *Post Heating* Pada Proses Las
- Asrul Sani; 2006; “Analisa Pengaruh Masukan Panas Pengelasan SMAW Terhadap
- Achmad Arifin<sup>1</sup>, Heru Santoso B.R<sup>2</sup>, dan M. Noer Ilman<sup>2</sup>, Pengaruh Preheat Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Sambungan Las GTAW Material Baja Paduan 12Cr1MoV
- Dwi Hadi Suryantoko; 2003; “Pengaruh Perbedaan Besar Arus Pada Elektroda E7018
- Harsono Wiryosumarto; Toshie Okumura; 2000; “Teknologi Pengelasan Logam”, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Kekerasan Dan Ketangguhan Pada Material ST 60 Dengan Proses MIG”; Skripsi, Jurusan
- Kekuatan Impact Pada Proses Pengelasan TIG”; Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas
- Ketangguhan Dan Lebar HAZ Pada Baja ST 60”; Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas
- Muchammad Zamroni; 2003; “Pengaruh Tekanan Gas Argon Pada Material ST.60 Terhadap
- PEDC, *Teknologi Mekanik .I,II, dan III*
- Pengaruh Preheat Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Sambungan Las GTAW Material Baja Paduan 12Cr1MoV yang Digunakan pada Superheater Boiler Achmad Arifin<sup>1</sup>, Heru Santoso B.R<sup>2</sup>, dan M. Noer Ilman<sup>2</sup> Mahasiswa S2 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta<sup>1</sup> Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta<sup>2</sup> Jl. Grafika No.2, Yogyakarta 55281

- Politeknik Negeri Pontianak.2008. *Job Sheet Pengujian Destruktif*
- Rui Amandio Gomes Ferreira; 2007; “Pengaruh Aliran Gas Pelindung CO2 Terhadap SMAW Material S 45 C Terhadap Kemampuan Menerima Beban Kejut”; Skripsi, Jurusan
- Sri Widharto, 2007; “Menuju Juru Las Tingkat Dunia”, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sriati Djaprie, Goerge E Dieter.1990. *Metalurgi Mekanik*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya; Surabaya.
- Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya; Surabaya. Terhadap Kekerasan Dan Kedalaman Penetrasi Dari Baja Karbon Medium (ST 60) Pada Proses Pengealasn SMAW”; Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya; Surabaya.
- Waite and Bull Pty, *Dept.of Labour and National Service Measuring Tool of Equipment*
- Wiriosumarto H, Okumura Toshie.2008. *Teknologi Pengelasan Logam*.Pradnya Paramita.Jakarta
- Saputro dengan judul Pengaruh Pemberian Panas Awal Dengan Pengelasan Smaw (*Shielded Metal Arc Welding*)



LAMPIRAN 1





LAMPIRAN 2



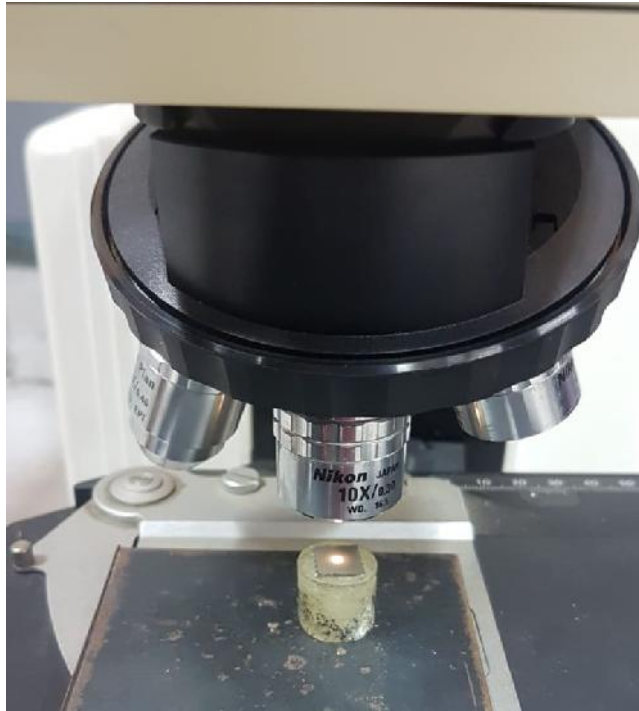


LAMPIRAN 3

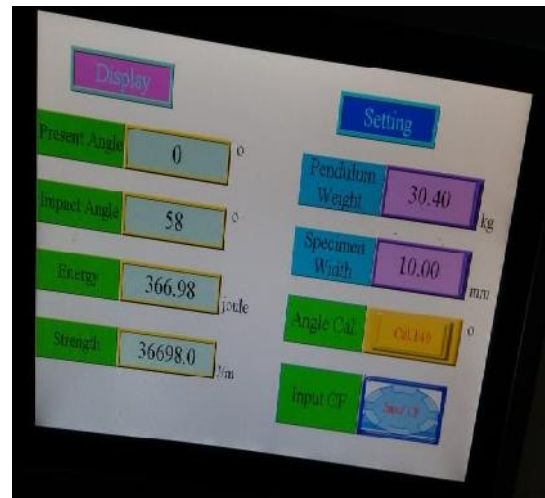
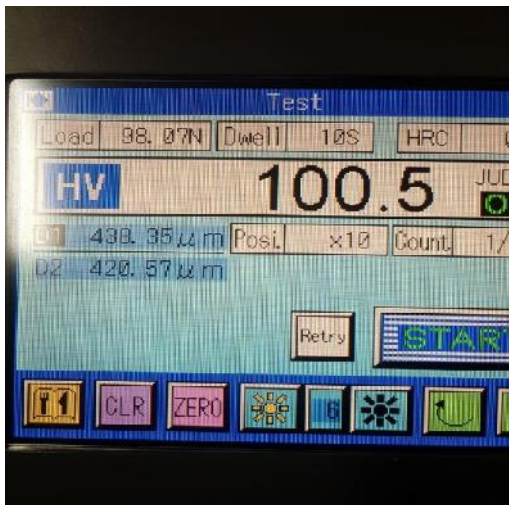
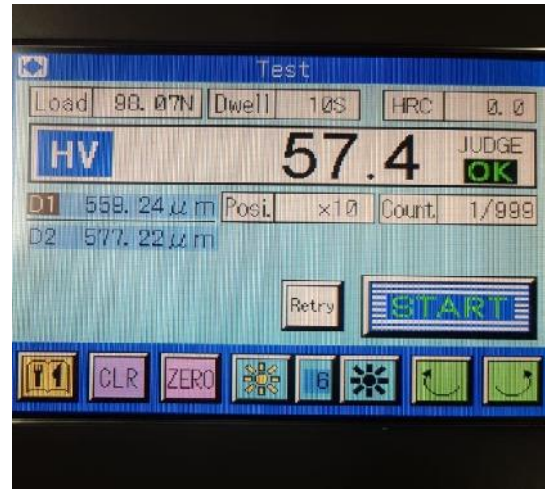
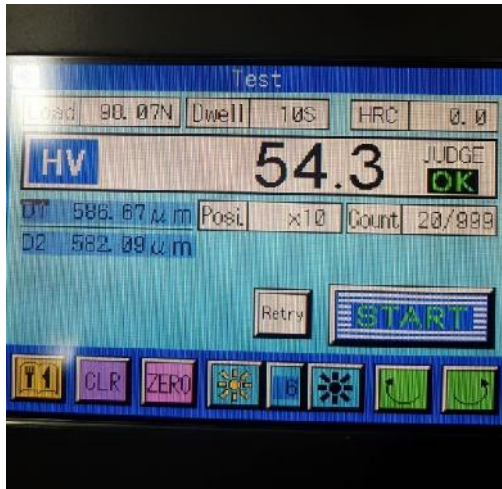
















Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 200°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	54,3	49994,0
2.	ST 37	55,4	49994,0
3.	ST 37	55,5	49994,0
Nilai Rata-rata		54,4	49994,0

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 250°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	49,4	36698,0
2.	ST 37	49,8	36698,0
3.	ST 37	49,7	36698,0
Nilai Rata-rata		49,6	36698,0

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Suhu 27°C

No	Nama Benda Uji	Kekerasan Rockwell C (HRC)	Uji Impact (j/m)
1.	ST 37	100,5	66947,6
2.	ST 37	100,8	66947,6
3.	ST 37	100,7	66947,6
Nilai Rata-rata		100,6	66947,6



Struktur Mikro ST 37 Suhu 150°C



Struktur Mikro ST 37 Suhu 200°C



Struktur Mikro ST 37 Suhu 250°C



Struktur Mikro ST 37 Suhu 27°C



Demikianlah yang dapat kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih.

Pontianak, 12 September 2018

Penanggung Jawab,

Lab. Pengujian Bahan dan Metrologi


Sutrisno Idris, ST., MT

NIP. 19641206 1990031001