

**PENGARUH PROSES *QUENCHING* MEDIA AIR DENGAN VARIASI TEMPERATUR TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN HASIL LAS MIG (*METAL INERT GAS*) BAJA KEYLOS 50**

**Maghfiroh Rughsi Rohma Nanda**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [maghfirohnanda@mhs.unesa.ac.id](mailto:maghfirohnanda@mhs.unesa.ac.id)

**Yunus**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [yunus@unesa.ac.id](mailto:yunus@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Kebutuhan baja di dunia industri semakin lama semakin berkembang pesat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh proses *quenching* media air dengan variasi temperatur 25°C, 50°C, dan 100°C terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan 15 spesimen uji. Uji kekerasan dilakukan dengan uji kekerasan *Vickers* dan uji struktur mikro dilakukan dengan uji metalografi perbesaran 300x. Uji statistik menggunakan uji Anova yang dilanjutkan dengan uji-T menggunakan aplikasi SPSS IBM versi 28. Hasil penelitian membuktikan bahwa struktur mikro pada daerah *weld metal*, HAZ, dan *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C didominasi oleh *martensite* dan *bainite* sehingga material bersifat keras. Sedangkan struktur mikro pada daerah *weld metal*, HAZ, dan *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C didominasi oleh *ferrite* sehingga material bersifat lunak. Pada pengujian kekerasan *Vickers*, nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C dengan nilai rata-rata sebesar 276,4 HV dan nilai kekerasan terendah terdapat pada daerah *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C dengan nilai rata-rata sebesar HV 137,8 HV.

**Kata Kunci:** *quenching*, variasi temperatur, struktur mikro, uji kekerasan *Vickers*, las MIG, baja keylos 50.

**Abstract**

*The need for steel in the industrial world is growing rapidly. The purpose of this study was to determine and analyze the effect of the water media quenching process with temperature variations of 25°C, 50°C, and 100°C on the microstructure and hardness value of MIG (Metal Inert Gas) welding of keylos 50 steel. The method use in this research is an experimental method with 15 test specimens. Hardness test was carried out by Vickers hardness test and microstructure test was carried out by metallographic test with 300x magnification. Statistical test using Anova test followed by T-test using the IBM SPSS version 28 application. The results showed that the microstructure in the weld metal, HAZ, and base metal areas with water quenching media at 25°C temperature was dominated by mertensite and bainite so that the material was hard. Meanwhile, the microstructure in the weld metal, HAZ, and base metal areas with water quenching at a temperature of 100°C is dominated by ferrite so that the material is soft. In the Vickers hardness test, the highest hardness value is found in the weld metal area with water quenching medium temperature of 25°C with an average value of 276,4 HV and the lowest hardness value is found in the base metal area with water quenching medium temperature of 100°C with an average value of 137,8 HV.*

**Keywords:** *quenching*, temperering variation, microstructure, Vickers hardness test, MIG welding, keylos 50 steel.

**PENDAHULUAN**

Baja keylos 50 adalah jenis baja karbon sedang atau medium yang paling banyak digunakan dalam pengerjaan mesin, seperti pembuatan alat-alat perkakas, peralatan pertanian, tanggem, komponen otomotif, bantalan mesin, konstruksi pada kapal, dan peralatan rumah tangga. Pada penggunaannya baja keylos 50 tidak dapat lepas dari proses penyambungan untuk

mendapatkan bentuk konstruksi yang diinginkan. Teknik penyambungan yang paling sering digunakan untuk material logam adalah pengelasan. Pengelasan dilakukan dengan cara menyambungkan antara dua material atau lebih dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan yang dipanaskan sampai material mencapai titik cair dan akhirnya melebur menjadi satu yang akhirnya membentuk sebuah sambungan. Pengelasan sering digunakan di dunia industri karena dengan pengelasan

akan membuat pekerjaan menjadi lebih ringan dan ekonomis, sederhana, hasil sambungannya bersifat permanen, dan pengelasan juga dapat dilakukan dilapangan.

Pada saat proses pengelasan, terjadi penerimaan panas pada bagian yang dilas sehingga suhunya akan berubah terus yang berakibat pada distribusi suhu yang tidak merata. Daerah yang dilas akan memiliki temperatur yang tinggi sehingga volumenya mengalami perubahan yang relative besar, sedangkan pada daerah dengan temperatur rendah akan mengalami perubahan atau pemuaian kecil, dan daerah yang dingin atau tidak terpengaruh panas sama sekali tidak akan mengalami proses pemuaian. Adanya perbedaan temperatur dan pendinginan ini akan berakibat pada terjadinya peregangan di daerah lasan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan bentuk secara permanen yang disebut dengan tegangan sisa. Adanya tegangan sisa ini dapat berpengaruh pada sifat dan kekuatan sambungan las sehingga perlu adanya usaha untuk mengurangi tegangan sisa tersebut.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi tegangan sisa tersebut adalah dengan proses *quenching* yang dilakukan setelah proses pengelasan. Menurut Wijaya (2018), *quenching* yaitu salah satu cara untuk meningkatkan nilai kekerasan menjadi lebih tinggi dari suatu logam dengan cara memanaskan logam tersebut sampai pada suhu *austenite* yang kemudian dilakukan pendinginan secara cepat pada logam tersebut. Sehingga diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat mengetahui pengaruh proses *quenching* media air dengan variasi temperatur terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50.

Arya Aji Pratama (2014:66) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan pendinginan maka pada daerah *weld metal* akan semakin banyak terbentuk *ferrite slide plate* dan *acicular ferrite* daripada *grain boundary ferrite*, begitu juga sebaliknya. Sedangkan pada daerah HAZ struktur mikro didominasi oleh *bainite* dan *martensite*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa temperatur *quenching* berpengaruh terhadap struktur mikro baja keylos 50.

Berdasarkan masalah di atas, maka diperlukan penelitian mengenai variasi temperatur *quenching*, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian "PENGARUH PROSES *QUENCHING* MEDIA AIR DENGAN VARIASI TEMPERATUR TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN HASIL LAS MIG (*METAL INERT GAS*) BAJA KEYLOS 50".

## Landasan Teori

### Baja Keylos 50

Baja keylos 50 adalah baja jenis karbon sedang yang diproduksi oleh PT.Tira Austenite Tbk. Baja ini merupakan jenis baja karbon sedang. Baja keylos 50 memiliki kandungan 0,40% C dan 0,15% Mn. Baja ini memiliki kekuatan tarik 650 N/mm<sup>2</sup> dan kekerasan 200 BHN.

### Quenching

*Quenching* merupakan proses pendinginan logam yang dilakukan secara cepat yang bisa dilakukan dengan media udara, oli, air, larutan polimer, air yang mengandung garam, *caustic solution*, atau gas. Salah satu media *quenching* yang sering digunakan adalah air karena selain mudah didapatkan, air mampu memaksimalkan laju pendinginan spesimen sehingga dapat menurunkan ukuran butir dan meningkatkan nilai kekerasan pada logam. Oleh karena itu temperatur air sebagai media *quenchant* sangat berpengaruh terhadap karakteristik las dimana semakin rendah temperatur air sebagai media *quenchant* maka dapat menyebabkan terbentuknya struktur *martensite* yang sangat keras tetapi getas, memungkinkan tegangan sisa bahkan retakan, dan meningkatkan presentase kandungan karbon.

### Uji Struktur Mikro

Adanya perubahan struktur mikro dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik material hasil las sehingga perlu adanya uji struktur mikro untuk mengetahui unsur kandungan yang terdapat dalam spesimen yang akan diuji. Struktur mikro terdiri dari beberapa macam, yakni: *ferrite* ( $\pm 140-180$  HVN), *pearlite* ( $\pm 180-250$  HVN), *austenite* ( $\pm 390$  HVN), *ledeburite* ( $\pm 760$  HVN), *cementite* ( $\pm 300$  HVN), *bainite* (300-400 HVN), dan *martensite* ( $>500$  HVN). Uji struktur mikro ini dapat dilakukan pada tiga daerah pengelasan, yaitu *weld metal*, HAZ, dan *base metal*. Perubahan struktur mikro pasca pengelasan sering banyak terjadi pada daerah *weld metal*, dikarenakan daerah ini terdiri dari komponen logam induk (*base metal*) dan elektroda sehingga ketika proses pengelasan berlangsung maka elektroda akan menjadi cair yang dapat menyebabkan struktur menjadi tidak homogen akibat adanya pemisahan komponen. Pada daerah HAZ juga dapat mengalami perubahan struktur mikro karena HAZ merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan *weld metal* meskipun komposisi kimia masih sama dengan logam induk, akan tetapi akibat panas yang diterima menyebabkan mikrostruktur pada daerah HAZ juga mengalami perubahan. Sedangkan pada daerah *base metal* tidak terlalu atau bahkan tidak terjadi perubahan struktur mikro akibat suhu dan panas pengelasan.

# Pengaruh proses *Quenching* Media Air dengan Variasi Temperatur Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las MIG (*Metal Inert Gas*) Baja Keylos 50

## Uji Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan *Vickers* adalah salah satu ejenis pengujian kekerasan yang menggunakan indentor berupa intan berbentuk pyramid ber alas bujur sangkar dan sudut puncak antara dua sisi yang berhadapan  $136^{\circ}$ . Uji kekerasan dengan menggunakan metode *Vickers* ini dapat menguji nilai kekerasan dari suatu bahan mulai dari yang lunak (5 HV) sampai yang keras (1500 HV).

## Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah pertama bagaimana pengaruh proses *quenching* media air variasi temperatur terhadap struktur mikro hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50? Kedua bagaimana pengaruh proses *quenching* media air dengan variasi temperatur terhadap kekerasan hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50?

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari adanya penelitian ini adalah pertama, untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh proses *quenching* media air dengan variasi temperatur terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50. Kedua, untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh proses *quenching* media air dengan variasi temperatur terhadap kekerasan hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu melakukan pengujian pada 15 spesimen plat baja keylos 50 yang sudah dilas dengan ukuran 100mmx40mmx10mm kemudian dilakukan proses *heat treatment* dan di *quenching* dengan media air variasi temperatur yaitu masing-masing 5 spesimen pada temperatur 25°C, 50°C, dan 100°C yang kemudian dilakukan foto pada struktur mikro dan uji kekerasan *Vickers* pada tiga daerah pengelasan yaitu daerah *weld metal*, HAZ (*Heat Affect Zone*), dan *base metal*.

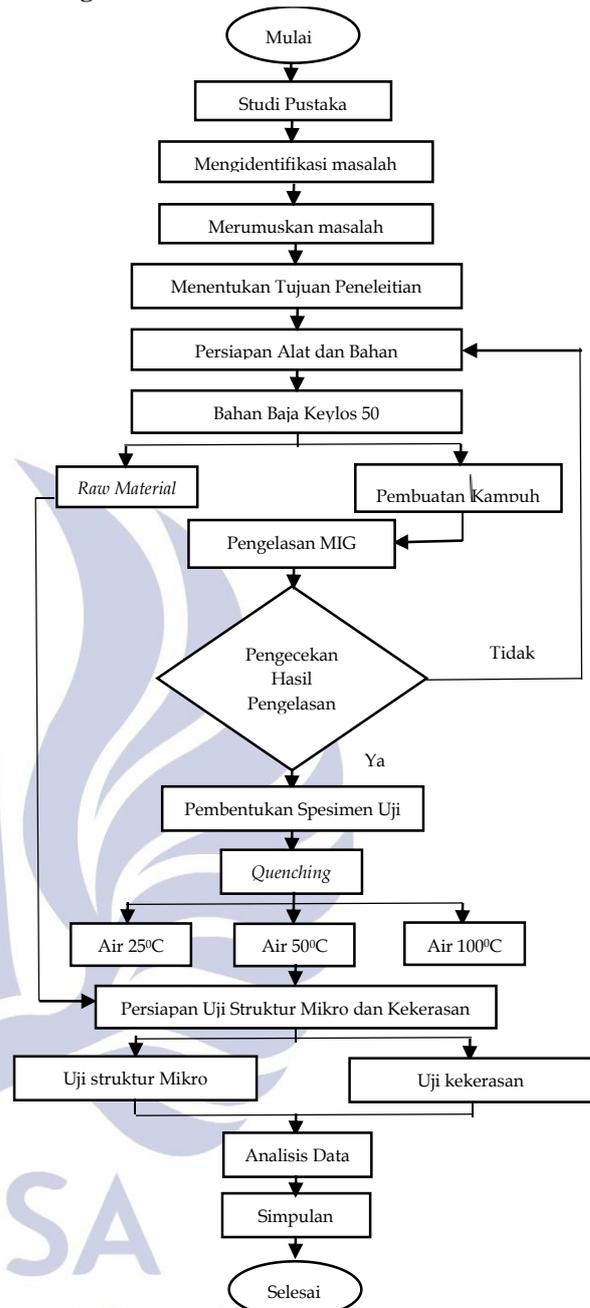
## Obyek Penelitian

Obyek pada penelitian ini adalah hasil pengelasan material baja keylos 50.



Gambar 1. Spesimen hasil pengelasan

## Rancangan Penelitian



Gambar 2. Flowchart penelitian

## Instrument Penelitian

Instrumen penelitian yang dibutuhkan adalah:

- Alat uji struktur mikro *Metallurgical Microscope with Inverted* (Olympus PME) untuk mengetahui struktur mikro spesimen uji.



Gambar 3. Alat uji struktur Mikro

- Mesin uji kekerasan *Vickers* untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen uji.



Gambar 4. Alat Uji Kekerasan

### Variabel Penelitian

- Variabel Bebas  
Variabel bebas yang dipilih pada penelitian ini adalah *quenching* yang dilakukan pada temperature 25°C, 50°C, dan 100°C.
- Variabel Terikat  
Variabel terikat yang dipilih pada penelitian ini adalah hasil struktur mikro dan nilai kekerasan *Vickers* material baja keylos 50 setelah mengalami proses *quenching*.
- Variabel Kontrol  
Variabel kontrol yang dipilih pada penelitian ini adalah prosedur pengelasan, mesin las yang digunakan adalah Ridx MIG 130A, pengelasan dilakukan oleh *welder* professional, material yang digunakan adalah baja keylos 50, elektroda yang digunakan adalah elektroda kawat jenis besi karbon tipe ER70S-3 dengan diameter 1,2 mm, arus yang digunakan untuk pengelasan adalah 130 Ampere, volume air yang digunakan untuk proses *quenching* adalah 5 liter, metode pengujian kekerasan *Vickers* menggunakan skala VHN/HV dengan standar pengujian ASTM E384, uji struktur mikro menggunakan alat *Metallurgical Microscope with Inverted* (Olympus PME).

### Prosedur Penelitian:

#### Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji dibuat sesuai ukuran standar ASTM E384 untuk uji kekerasan *Vickers* yaitu 100 mm x 20 mm x 10 mm yang kemudian diberi kampuh pada sisi lebar spesimen dengan panjang ke atas 2 mm dan sudut 35°.

#### Pengelasan Spesimen Uji

Pengelasan dilakukan menggunakan mesin las MIG (*Metal Inert Gas*) dengan pemasangan polaritas balik (DC) dan kawat elektroda tipe ER70S-3 yang dilakukan oleh *welder* professional.

#### Heat Treatment

Setelah dilakukan proses pengelasan kemudian dilanjutkan dengan proses *heat treatment* (perlakuan

panas) pada spesimen dengan temperatur 820°C dengan *holding time* selama 20 menit. Setelah itu dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan media air sebanyak 5 liter pada temperatur 25°C, 50°C, dan 100°C selama 40 menit.

#### Uji Struktur Mikro dan Kekerasan *Vickers*

Foto struktur mikro dilakukan dengan menggunakan *Metallurgical Microscope Inverted* (Olympus PME) dan uji kekerasan *Vickers* dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan *vickers* berdasarkan standar ASTM E384. Sebelum dilakukan pengujian, permukaan spesimen dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan amplas yang tingkat kekasarnya berbeda yakni dimulai dari amplas dengan tingkat kekasaran tinggi sampai dengan amplas yang memiliki tingkat kekasaran rendah atau halus. Kemudian spesimen dipoles menggunakan *metal polisher* sampai batas *weld metal*, HAZ, dan *base metal* terlihat. Setelah dipoles kemudian spesimen dietsa menggunakan larutan NaOH 50% sehingga terjadi reaksi antara larutan etsa dan permukaan spesimen yang dapat menyebabkan semakin terlihatnya struktur mikro dari spesimen yang akan diuji tersebut. Setelah itu spesimen dicuci dengan menggunakan air bersih mengalir dan kemudian dikeringkan dengan menggunakan mesin pengering *hairdryer*. Uji struktur mikro ini dilakukan dengan perbesaran 300x, sedangkan uji kekerasan *Vickers* dilakukan dengan cara menekan indenter pada permukaan spesimen hingga muncul nilai kekerasan berupa angka pada alat uji. Uji struktur mikro dan kekerasan *Vickers* dilakukan pada tiga daerah pengelasan yaitu *weld metal*, HAZ (*Heat Affect Zone*), dan *base metal*.

#### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara menguji spesimen kemudian mencatat data hasil pengujian.

#### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif asosiatif yang bertujuan untuk mengetahui korelasi antara dua variabel atau lebih. Dari penelitian ini maka akan didapatkan teori yang berfungsi untuk menjelaskan, meramalkan dan mengontrol suatu gejala (Sugiono, 2014:55). Data yang telah diperoleh kemudian digambarkan dalam bentuk diagram batang maupun grafis, dihitung dan diterjemahkan dalam bentuk deskripsi yang kemudian ditafsirkan menggunakan metode statistik jenis *T-Test* atau uji T menggunakan *software* IBM SPSS Statistics Ver.28. *T-Test* digunakan untuk mengetahui perbedaan antara dua pengamatan

# Pengaruh proses *Quenching* Media Air dengan Variasi Temperatur Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las MIG (*Metal Inert Gas*) Baja Keylos 50

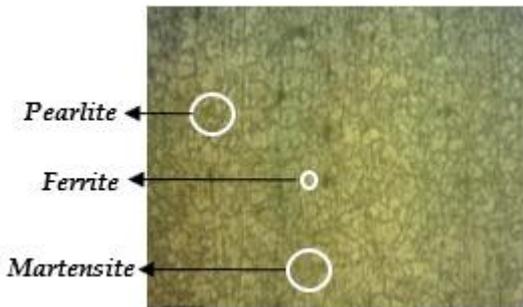
subyek yang diuji pada situasi sebelum dan sesudah proses.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

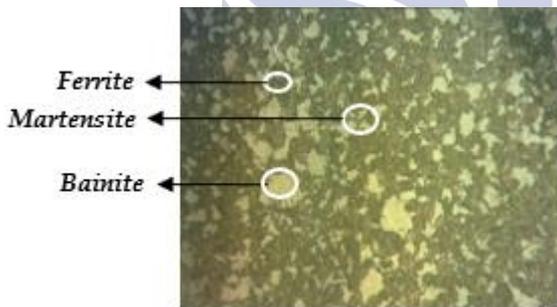
### Hasil Penelitian Uji Struktur Mikro



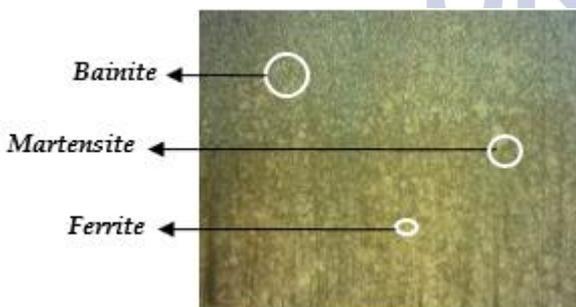
Gambar 5. Spesimen uji yang telah dihaluskan



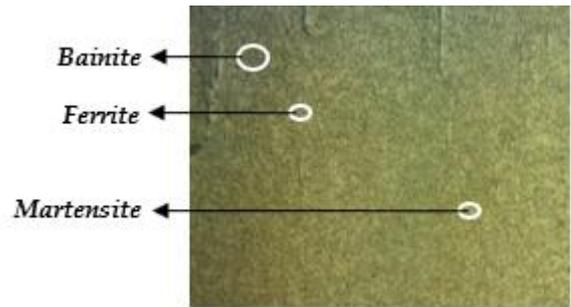
Gambar 6. Struktur mikro *raw material*



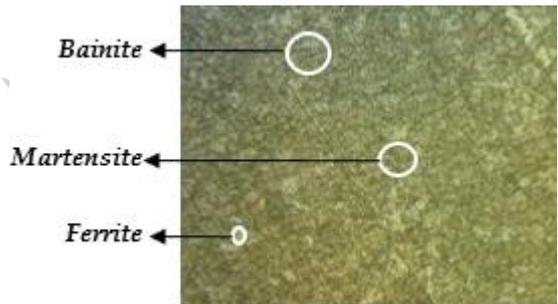
Gambar 7. Struktur mikro *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C



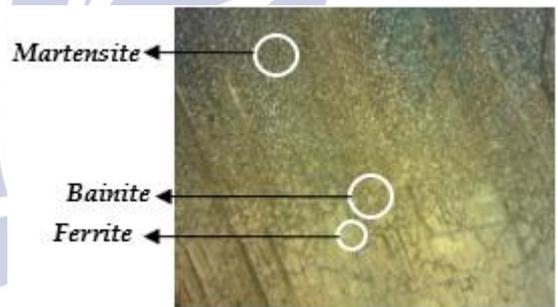
Gambar 8. Struktur mikro HAZ dengan media *quenching* air temperatur 25°C



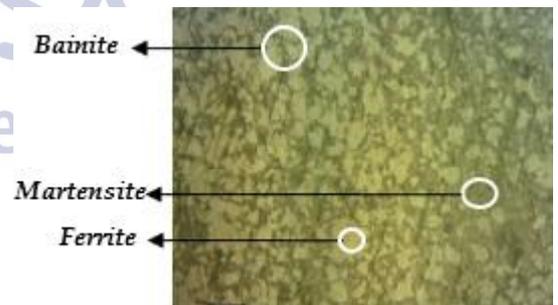
Gambar 9. Struktur mikro *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C



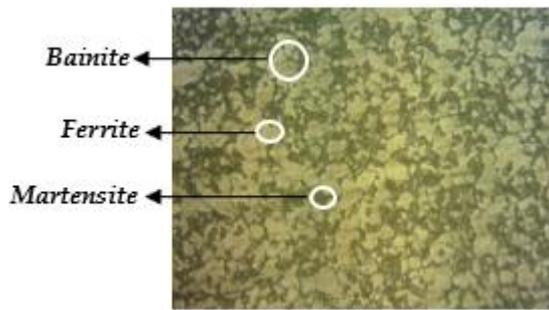
Gambar 10. Struktur mikro *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 50°C



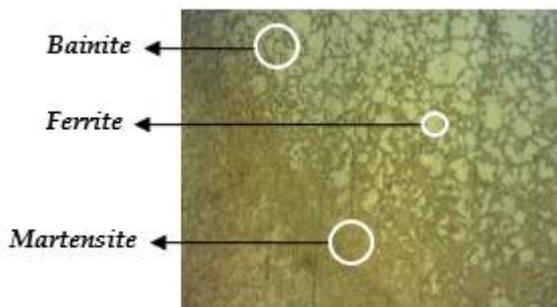
Gambar 11. Struktur mikro HAZ dengan media *quenching* air temperatur 50°C



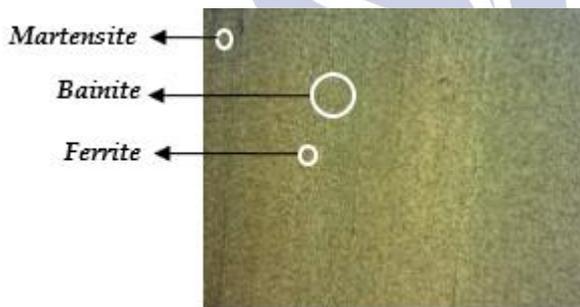
Gambar 12. Struktur mikro *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 50°C



Gambar 13. Struktur mikro *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C



Gambar 14. Struktur mikro HAZ dengan media *quenching* air temperatur 100°C



Gambar 15. Struktur mikro *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C

**Hasil Penelitian Uji Kekerasan Vickers**

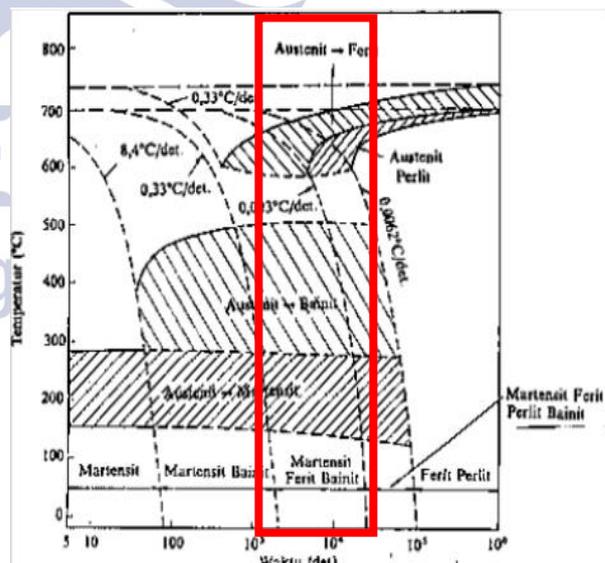
Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Vickers

Jenis Perlakuan	Spesimen	Nilai Kekerasan HV		
		Weld Metal	HAZ	Base Metal
Quenching Air Suhu 25°C	1	275	271	154
	2	274	278	158
	3	278	289	142
	4	285	238	153
	5	270	232	143
Rata-rata		276.4	261.6	150
Quenching Air Suhu 50°C	1	198	212	159
	2	283	208	152
	3	178	210	161
	4	281	206	157
	5	296	212	145
Rata-rata		247.2	209.6	154.8
Quenching Air Suhu 100°C	1	182	166	140
	2	179	162	135
	3	180	182	137
	4	177	162	138
	5	178	165	139
Rata-rata		179.2	167.4	137.8

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai rata-rata hasil uji kekerasan *Vickers* adalah sebagai berikut;

- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C adalah 276,4 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah HAZ dengan media *quenching* air temperatur 25°C adalah 261,6 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C adalah 150 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 50°C adalah 247,2 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah HAZ dengan media *quenching* air temperatur 50°C adalah 209,6 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 50°C adalah 154,8 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C adalah 179,2 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah HAZ dengan media *quenching* air temperatur 100°C adalah 167,4 HV.
- Nilai rata-rata kekerasan pada daerah *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C adalah 137,8 HV.

**Pembahasan**



Gambar 16. Diagram CCT (*Continuous Coling Transformation*)

Berdasarkan diagram CCT (*Continuous Cooling Transformation*) di atas dapat dilihat korelasi antara

## Pengaruh proses *Quenching* Media Air dengan Variasi Temperatur Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las MIG (*Metal Inert Gas*) Baja Keylos 50

temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ), waktu pendinginan (detik) dan struktur mikro yang akan terbentuk pada saat proses *quenching* dilakukan di mana semakin rendah temperatur dengan waktu pendinginan yang semakin cepat maka struktur mikro yang terbentuk adalah *martensite* yang memiliki sifat kekerasan yang tinggi, sedangkan semakin tinggi temperature dengan waktu pendinginan yang sangat lambat maka akan menyebabkan terbentuknya struktur mikro *ferrite* dan *pearlite* yang memiliki sifat kekerasan yang rendah atau lunak (ulet).

Perubahan fasa struktur mikro dalam penelitian ini sesuai dengan tanda pada diagram di atas. Dalam penelitian ini, spesimen pasca pengelasan dipanaskan sampai pada suhu  $820^{\circ}$  dengan *holding time* selama 20 menit sehingga pada saat proses pemanasan spesimen, suhu austenisasi baja bertransformasi dari *austenite* menjadi *ferrite*. Setelah itu spesimen didinginkan secara cepat dengan menggunakan air pada temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ , dan  $100^{\circ}\text{C}$  selama 40 menit sehingga struktur mikro yang terbentuk pada fase ini adalah struktur mikro *martensite*, *bainite*, dan *ferrite* dengan kecepatan pendinginan  $0,34^{\circ}\text{C}/\text{detik}$ .

### Struktur Mikro pada Base Metal

Jika dilihat pada daerah *weld metal* dari tiga spesimen dengan media *quenching* air pada temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ , dan  $100^{\circ}\text{C}$  dapat diketahui bahwa struktur mikro pada daerah *weld metal* mengalami perbedaan dari struktur aslinya akibat adanya proses *quenching*. Struktur mikro *raw material* baja keylos 50 terdiri dari *pearlite*, *ferrite*, dan *martensite*. Akan tetapi setelah mengalami proses *quenching*, struktur *pearlite* menjadi hilang dan terbentukkan struktur baru yaitu *bainite* yang memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dari pada *pearlite*. Pada daerah *weld metal*, struktur *martensite* dan *bainite* lebih dominan dibandingkan dengan struktur *ferrite*. Struktur *martensite* dan *bainite* ini juga akan semakin bertambah sedangkan struktur *ferrite* akan semakin berkurang seiring dengan semakin rendahnya temperatur air yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya struktur *martensite* dan *bainite* yang semakin jelas terlihat pada media air temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ , namun akan semakin berkurang pada media pendingin air dengan temperatur  $50^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$ . Ini terjadi karena semakin rendah temperatur media pendingin yang digunakan dapat menyebabkan pelepasan panas menjadi sangat cepat. Sedangkan, semakin tinggi temperatur media pendingin yang digunakan dapat menyebabkan proses pendinginan menjadi semakin lambat sehingga dapat meningkatkan kandungan struktur *ferrite* timbulnya karbida logam. Semakin kecil ukuran struktur *ferrite* maka semakin keras sifat materialnya, begitu pula sebaliknya.

### Struktur Mikro pada HAZ (*Heat Affect Zone*)

Jika dilihat pada daerah HAZ dari tiga spesimen dengan media *quenching* air temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ , dan  $100^{\circ}\text{C}$  dapat diketahui bahwa struktur mikro pada daerah HAZ dengan media *quenching* air temperatur  $25^{\circ}\text{C}$  memiliki struktur *martensite* dan *bainite* yang lebih banyak dibandingkan spesimen dengan media pendingin air temperatur  $50^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$ . Terlihat bahwa semakin tinggi temperature air maka struktur *martensite* dan *bainite* akan semakin sedikit.

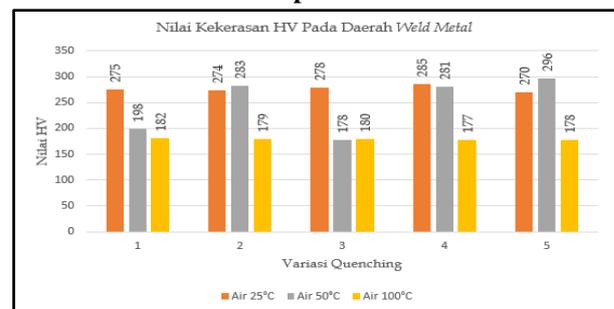
Sedangkan jika daerah HAZ dibandingkan dengan daerah *weld metal* maka akan terlihat adanya perbedaan ukuran struktur mikro antara keduanya meskipun jenis struktur mikro yang dihasilkan sama. Ini disebabkan karena terdapat perbedaan komposisi kimia antara *weld metal* dan HAZ. Ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Arya (2014) yang menyatakan bahwa panas yang diterima oleh HAZ belum mampu menjadikan struktur mikro logam bertransformasi secara menyeluruh pada HAZ. Struktur mikro *martensite* dan *bainite* yang terdapat pada daerah *weld metal* lebih dominan dibandingkan dengan struktur mikro *martensite* dan *bainite* yang terdapat pada daerah HAZ dimana daerah HAZ lebih didominasi oleh struktur *ferrite* yang menyebabkan material bersifat lebih lunak. Ini berarti bahwa daerah *weld metal* bersifat lebih keras dibandingkan dengan daerah HAZ.

### Struktur Mikro pada Base Metal

Jika dilihat pada daerah *base metal* dari tiga spesimen dengan proses *quenching* dengan media air temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ , dan  $100^{\circ}\text{C}$  dapat diketahui bahwa pada daerah *base metal* memiliki struktur mikro *ferrite* yang lebih banyak dibandingkan dengan daerah *weld metal* dan HAZ. Hal ini menunjukkan bahwa pada daerah *base metal* bersifat lunak/ulet daripada daerah *weld metal* dan HAZ. Terbentuknya *ferrite* ini karena proses pendinginan pada daerah *base metal* terjadi begitu lambat.

### Hasil Uji Kekerasan Vickers

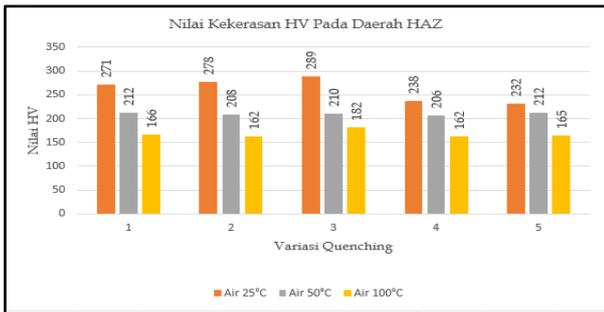
#### Nilai Kekerasan Vickers pada Daerah Weld Metal



Gambar 17. Grafik nilai kekerasan pada daerah *weld metal*

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada daerah *weld metal* menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda di setiap variasi temperatur dan tidak konstan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen ke-5 dengan media pendingin air temperatur 50°C dengan nilai sebesar 296 HV dan nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen ke-4 variasi media pendingin air temperatur 100°C dengan nilai kekerasan sebesar 177 HV.

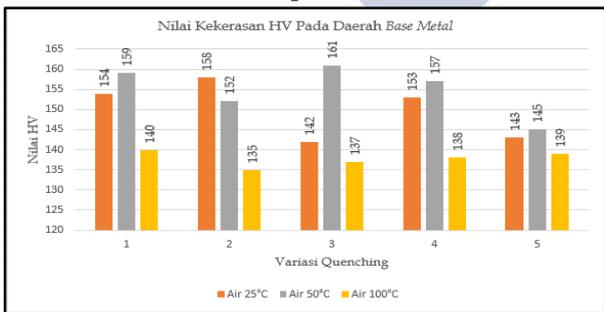
**Nilai Kekerasan Vickers pada Daerah HAZ (Heat Affect Zone)**



Gambar 18. Grafik nilai kekerasan pada daerah HAZ

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada daerah HAZ berbeda pada setiap variasi temperatur dan tidak konstan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen ke-3 variasi media pendingin air temperatur 25°C dengan nilai kekerasan *vickers* sebesar 289 HV dan nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen ke-2 dan ke-4 dengan variasi media pendingin air temperatur 100°C dengan nilai kekerasan sebesar 162 HV.

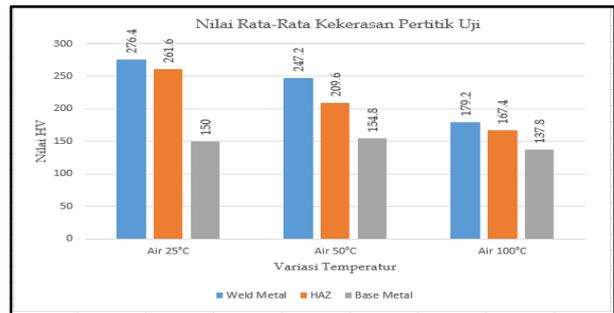
**Nilai Kekerasan Vickers pada Daerah Base Metal**



Gambar 19. Grafik nilai kekerasan pada daerah *base metal*

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan yang terdapat pada daerah *base metal* berbeda di setiap variasi temperature dan tidak konstan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen ke-3 variasi media pendingin air temperatur 50°C dengan nilai Kekerasan *vickers* sebesar 161 HV dan nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen ke-2 variasi media pendingin air dengan nilai kekerasan sebesar 135 HV.

**Rata-Rata Nilai Kekerasan Vickers pada Masing-Masing Daerah Las**



Gambar 20. Grafik perbandingan nilai rata-rata kekerasan *vickers* pertitik uji

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai kekerasan *vickers* pada setiap daerah pengelasan yang telah diuji. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *weld metal* dengan media pendingin air temperatur 25°C dengan nilai rata-rata sebesar 276,4 HV. Sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada daerah *base metal* dengan media pendingin air temperatur 100°C dengan nilai rata-rata sebesar 137,8 HV.

Adanya perbedaan nilai kekerasan pada setiap daerah pengelasan ini disebabkan oleh adanya perbedaan temperatur air sebagai media *quenching* sehingga laju pendinginan yang dihasilkan pada masing-masing spesimen juga berbeda. Selain itu, naik turunnya nilai kekerasan juga didukung oleh hasil uji struktur mikro yang menunjukkan bahwa:

- Pada daerah *weld metal* banyak terdapat struktur *martensite* dan *bainite* dibandingkan daerah HAZ dan *base metal* sehingga daerah *base metal* bersifat lebih keras.
- Pada daerah HAZ, ukuran struktur *martensite* dan *bainite* lebih kecil dibandingkan dengan struktur *martensite* dan *bainite* yang terdapat pada daerah *weld metal*, tetapi kedua struktur mikro tersebut memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan struktur mikro yang ada di *base metal*. Hal ini berarti daerah HAZ bersifat lebih lunak dibandingkan dengan daerah *weld metal*, tetapi bersifat lebih keras dibandingkan dengan daerah *base metal*.
- Pada daerah *base metal* banyak terdapat butiran *ferrite* dibandingkan dengan daerah *weld metal* dan HAZ sehingga daerah *base metal* bersifat ulet dan lunak.

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berikut adalah simpulan hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan analisis data dan pembahasan

# Pengaruh proses *Quenching* Media Air dengan Variasi Temperatur Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las MIG (*Metal Inert Gas*) Baja Keylos 50

pengaruh proses *quenching* terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil las MIG (*Metal Inert Gas*) baja keylos 50:

- Adanya proses *quenching* menggunakan media air dengan variasi temperatur pasca pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) berpengaruh terhadap struktur mikro baja keylos 50. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin rendah temperatur air yang digunakan, maka semakin banyak struktur mikro *martensite* dan *bainite* yang terbentuk, begitu pula sebaliknya. Sedangkan semakin tinggi temperatur air yang digunakan maka semakin banyak struktur mikro *ferrite* yang terbentuk, begitu pula sebaliknya.
- Adanya proses *quenching* menggunakan media air dengan variasi temperatur pasca pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) berpengaruh terhadap nilai kekerasan baja keylos 50. Semakin rendah temperatur air maka nilai kekerasan baja keylos 50 semakin tinggi, sedangkan semakin tinggi temperatur air maka nilai kekerasan baja keylos 50 semakin rendah. Nilai kekerasan tertinggi baja keylos 50 terdapat pada daerah *weld metal* dengan media *quenching* air temperatur 25°C dengan rata-rata sebesar 276,4 HV, sedangkan nilai terendah baja keylos 50 terdapat pada daerah *base metal* dengan media *quenching* air temperatur 100°C dengan rata-rata sebesar 137,8 HV.

## Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Temperatur air sebagai media *quenching* harus diperhatikan pada saat proses pendinginan spesimen.
- Untuk mendapatkan nilai kekerasan tinggi pasca pengelasan disarankan menggunakan media *quenching* air dengan temperature 25°C.
- Untuk mendapatkan akurasi tinggi pada saat pengujian struktur mikro dan kekerasan sebaiknya spesimen tidak mengalami perlakuan mekanik pada saat persiapan pembuatan spesimen, karena perlakuan mekanik dapat menyebabkan ratak pada logam.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang media pendingin air dengan temperatur lebih rendah atau di bawah 25°C untuk memperkuat timbulnya struktur *martensite* dan *bainite* karena suhu rendah saat pendinginan.
- Perlu adanya penelitian lanjut dengan media *quenching* yang lebih bervariasi karena dalam penelitian ini terbatashanya menggunakan media *quenching* air.
- Perlu adanya penelitian lanjut untuk mengetahui sifat mekanis lainnya karena pada penelitian ini terbatashanya mengetahui struktur mikro dan nilai

kekerasan saja. hal ini juga bertujuan untuk mengetahui apakah nilai kekerasan spesimen berbanding lurus atau terbalik dengan sifat mekanis lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alip. 1989. *Teori dan Prektik Las*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- ASTM E384. *Standart Test Method for Microindentation Hardness of Materials*.
- Hariyanto, Kris. 2012. *Pengaruh Post Weld Heat Treatment Terhadap ketangguhan Baja Tahan Karat Martenistik 13Cr<sub>4</sub>NiMo*. Bantul: Teknik mesin Sekolh Tinggi Teknnik Adisutjipto.
- Murtiono, Arief. 2012. *Pengaruh Qeusching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*. Sumatera Utara: Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- Periyanto. 2016. *Analisa Pengaruh Media Perlakuan Panas Quenching Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang*. Lampung: Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung.
- Pramono, Agus. 2011. *Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Karbon AISI 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai*. Banten: Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Pratowo, B, dan HR, AF. 2018. *Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching*. Lampung: Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung.
- Priatama, Arya Aji. 2014. *Pengaruh Temperatur Quench Terhadap Laju Korosi dan Sruktur Mikro Hasil Pengelasan Baja Keylos 50*. Surakarta: Teknk Mesin Universitas Sebelas Maret.
- Purwanto, R Edy, dkk. 2016. *Perlakuan Bahan*. Malang. Polinema Press.
- Rainto, dkk. 2014. *Pengaruh Temperatur Quenching Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Hasil Pengelasan Baja Keylos 50*. Surakarta: Teknik Mesin Univeristas Negeri Surakarta.
- Saefulloh, Imam, dkk. 2018. *Pengaruh Proses Quenching dan Tempering Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Paduan Laterit*.
- Saputro, Heru. 2011. *Pengaruh Pemberian Panas Awal dengan Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Ketangguhan Impak Baja Keylos 50*. Surakarta: Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.
- Sari, Nasmi Herlina. 2017. *Perlakuan Panas pada Baja Karbon: Efek Media Pendinginan Terhadap Sifat*

*Mekanik dan Struktur Mikro*. Mataram: Teknik Mesin Universitas Mataram.

Sonawan, Heri, dan Rochim Suratman. 2004. *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*. Bandung: CV. Alfabeta.

Suharto. 1991. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Suherman. 1987. *Ilmu Logam I*. Surabaya: Teknik Meisn Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Suherman. 1988. *Ilmu Logam II*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Staff UNY. 2015. *Las MIG (Metal Inert Gas)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Wirjosumarto, Harsono. 1991. *Teknologi Pengelesan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Wirjosumarto, Harsono. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Wirjosumarto, Harsono. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Wirjosumarto, Harsono. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Suarsana, I KT. 2017. *Ilmu Material Teknik*. Denpasar: Teknik Mesin Universitas Udayana.

Zaenuddin, Fachru. *Pengaruh Post Weld Heat Treatment (PWHT) Terhadap Sifat Mekanik Material Baja Karbon Rendah Hasil Proses SMAW*. 2018. Jakarta: Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

