

**PENGARUH *QUENCHING* TERHADAP  
SAMBUNGAN LAS *SHIELD METAL ARC WELDING*  
(SMAW)**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Hoirul Umam**

**Nim: 06121181520075**

**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

**PENGARUH *QUENCHING* TERHADAP SAMBUNGAN LAS  
*SHIELD METAL ARC WELDING* (SMAW)**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Hoirul Umam**

**Nim: 06121181520075**

**Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**Mengesahkan :**

**Pembimbing 1,**



**Dr. Harlin, M.Pd  
NIP. 196408011991021001**

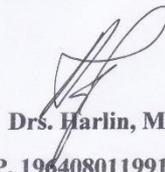
**Pembimbing 2,**



**Dr. H. Darlius, M.M., M.Pd  
NIP. 195703231986031001**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**



**Dr. Harlin, M.Pd  
NIP. 196408011991021001**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
Jalan Raya Palembang- Prabumulih, Indralaya, Ogan Ilir 30662  
Telp. (0711) 580058, 580058 – Fax. (0711) 580058  
Website : [www.fkip.unsri.ac.id](http://www.fkip.unsri.ac.id), E - mail : [support@fkip.unsri.ac.id](mailto:support@fkip.unsri.ac.id)

### BUKTI PERBAIKAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa mahasiswa berikut.

Nama : Hoirul Umam  
NIM : 06121181520075  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh *Quenching* Terhadap Sambungan Las *Shield Metal Arc Welding* (SMAW)

Telah melakukan perbaikan skripsi sesuai dengan saran-saran yang disampaikan pada saat ujian akhir dan diizinkan menjilid skripsi.

#### Tim Penguji

No.	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Drs. Harlin, M.Pd.	Ketua/Pembimbing 1	1.
2.	Drs. H. Darlius, M.M., M.Pd	Pembimbing 2	2.
3.	Drs. Zulherman, M.Pd	Anggota	3.
4.	Hj. Nyimas Aisyah, M.Pd., Ph.D	Anggota	4.
5.	H. Imam Syofii, S.Pd., M.Eng.	Anggota	5.

Indralaya, 2019  
Ketua Program Studi,

Drs. Harlin, M.Pd.  
NIP. 196408011991021001

**PENGARUH QUENCHING TERHADAP SAMBUNGAN LAS  
SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Hoirul Umam**

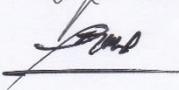
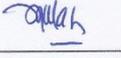
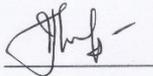
**Nim: 06121181520075**

**Telah diujikan dan lulus pada :**

**Hari : Rabu**

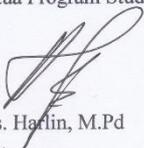
**Tanggal : 24 Juli 2019**

**TIM PENGUJI**

- |               |                                  |   |
|---------------|----------------------------------|---|
| 1. Ketua      | : Drs. Harlin, M.Pd.             |  |
| 2. Sekretaris | : Drs. H. Darlius, M.M., M.Pd    |  |
| 3. Anggota    | : Drs. Zulherman, M.Pd           |  |
| 4. Anggota    | : Hj. Nyimas Aisyah, M.Pd., Ph.D |  |
| 5. Anggota    | : H. Imam Syofii, S.Pd., M.Eng.  |  |

Indralaya, 2019

Ketua Program Studi,

  
Drs. Harlin, M.Pd

NIP. 196408011991021001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hoirul Umam  
NIM : 06121181520075  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi ini yang berjudul "Pengaruh *Quenching* Terhadap Sambungan Las *Shield Metal Arc Welding* (SMAW)", menyatakan bahwa benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 Tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Inderalaya, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



Hoirul Umam

NIM : 06121181520075

## Motto dan halaman persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Allah Azza wa Jalla, atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini dengan penuh makna.
- ❖ Shalawat dan salam semoga terlimpah kepada Rasulullah Shalallahu ‘Alaihi Wasallam beserta keluarga, sahabat dan insyaAllah pengikutnya yang istiqomah hingga akhir zaman.
- ❖ Kedua orang tua saya Bapak Ernaini serta Ibu Aslamia yang selalu memberi doa dan dukungan dalam setiap langkah yang saya ambil, terima kasih atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan sebab kalian berdua adalah guru pertama dan terakhir yang saya miliki tanpa jasa mereka berdua diriku bukan siapa-siapa terima kasih banyak.
- ❖ Kepada Kakak kandungku Muhammad Iswadi Yang selalu mensupport dan selalu membimbingku selama ini.
- ❖ Kepada Para sepupuku Ayuk Ayu, Renal, Fatur, Azka, Faiz, kak afis dan Kak nasit Yang selalu mendoakan yang terbaik untukku.
- ❖ Dosen pembimbing Bapak Drs. Harlin, M.Pd dan Bapak Drs. H. Darlius, M.M., M. Pd yang telah membimbing, membantu, memberikan motivasi dan semangat serta ilmunya yang sangat bermanfaat.
- ❖ Kepada seluruh dosen Pendidikan Teknik Mesin yang selalu sabar dan tabah dalam memberikan ilmunya.
- ❖ Kepada tim *Real Action For Our Vision* (RAFOV) Ari Purnomo dan Riki Arjiwijanu yang selalu menjadi tempat yang nyaman berbagi keluh kesah dalam menjalani kehidupan.
- ❖ Untuk seluruh teman-teman seperjuangan Pendidikan Teknik Mesin 2015, Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2016, Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2017, dan Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2018 yang sudah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga Allah membalasnya dengan kebaikan.
- ❖ Kepada Tim Balai Yasa Ari (lagi), Yoga, Fajri, dan Yusuf yang selalu kompak pada saat magang.
- ❖ Kepada Mahasiswa PPL SMK YP GAJAH MADA para anggota Cherrybell (Dena, Neti, Misna, Anggieta, Liranti, Wira, dan Yolanda) dan anggota Air wolves (Aftin, Wan, Defri, Najib, Yusuf, Rudi, Dwi Okta, dan lagi – lagi Ari) yang senan tiasa kompak dalam menjalankan tugas.

Moto :

“Sulit tak akan membuatmu takut, takutlah yang membuatmu sulit”

“Ingatlah, jika kau menjadi hokage, bukan berarti semua orang akan mengakuimu, tapi jika semua orang mengakuimu, itulah hokage sebenarnya” (Uchiha Itachi).

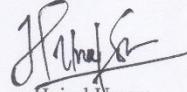
“New york 3 jam lebih awal dari california tapi bukan berarti california lambat. Karena semua bekerja pada waktu masing – masing, kita bergerak pada zona kita sendiri. Allah punya rencana berbeda pada masing – masing orang, jangan iri pada orang lain, fokuslah dan lakukan yang terbaik” (kebetulan baru nemu di youtube).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Skripsi ini disusun oleh penulis sebagai salah satu syarat guna mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Harlin, M.Pd dan Bapak Drs. H. Darlius, M.M., M.Pd. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam pembuatan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Sofendi, MA., Ph.D. selaku Dekan FKIP Unsri, Bapak Drs. Harlin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd, M.Pd,T. serta Bapak Edi Setiyo, S.Pd, M.Pd.T yang telah memberikan saran pada materi guna untuk perbaikan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pengajaran mata kuliah Pengelasan dan Pengujian bahan dan juga bagi pembaca, semoga bermanfaat sebagai sumber referensi untuk penelitian berikutnya.

Inderalaya, Juli 2019

Penulis,



Hoirul Umam

NIM. 061211815200075

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN TELAH LULUS UJIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>BUKTI PERBAIKAN DAN PERSETUJIAN MENJILID .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....</b>	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>

2.1 Baja.....	6
2.1.1 <i>Carbon Steel</i> (Baja Karbon) .....	6
1. Baja karbon rendah .....	6
2. Baja karbon sedang.....	6
3. Baja karbon tinggi .....	7
2.2 Pengelasan .....	8
2.2.1 Las SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ).....	9
2.2.1.1 Prinsip Kerja Mesin Las SMAW.....	10
2.2.3 Arus Pengelasan .....	10
2.2.4 Besar Arus Listrik.....	11
2.2.5 Pengelasan Baja Karbon.....	11
2.2.5.1 Klasifikasi.....	11
2.2.5.2 Jenis Las yang Dipakai .....	11
2.3 Daerah Pengelasan .....	12
2.4 Efek yang ditinggalkan Las SMAW .....	13
2.5 Kampuh .....	14
2.6 Perlakuan Panas.....	18
2.6.1 <i>Annealing</i> .....	18
2.6.1.1 <i>Normalizing</i> .....	19
2.6.1 <i>Hardening</i> (pengerasan) .....	19
2.6.1.1 <i>Quenching</i> .....	21
2.6.1.2 Media <i>Quenching</i> .....	21
2.6.1.2 Diagram TTT .....	23

2.7 Uji Kekerasan .....	24
2.8 Kerangka Berpikir .....	28
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>30</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
3.2 Metode Penelitian .....	31
3.3 Variabel Penelitian.....	31
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.5 Populasi dan Sampel.....	32
3.6 Dimensi bahan uji .....	32
3.7 Rencana Prosedur Penelitian.....	33
3.7.1 Persiapan Penelitian.....	33
3.7.1.1 Persiapan Bahan .....	33
3.7.1.2 Persiapan Alat.....	33
3.7.2 Pelaksanaan Pengelasan.....	39
3.7.3 Pelaksanaan <i>Quenching</i> .....	39
3.7.4 Pelaksanaan Uji Kekerasan.....	39
3.8 Analisa Data.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1 Deskripsi Penelitian .....	42
4.1.1 Deskripsi Persiapan Alat dan Bahan.....	42

4.1.2 Deskripsi Pembuatan Spesimen .....	42
4.1.3 Pengujian bahan .....	43
4.1.4 Deskripsi Pembuatan Kampuh.....	44
4.1.5 Deskripsi Proses Pengelasan.....	45
4.1.6 Pengujain benda kerja yang dilas.....	46
4.1.7 Deskripsi Proses Perlakuan Panas ( <i>Heat Tratement</i> ) dan Pencelupan ( <i>Quenching</i> ).....	47
4.1.8 Deskripsi Proses Pengujian Kekerasan ( <i>Rockwell</i> ) .....	50
4.2 Deskripsi dan Hasil Penelitian .....	52
4.2.1 Belum di- <i>quenching</i> .....	53
4.2.2 Di- <i>quenching</i> dengan media air .....	55
4.2.3 Di- <i>quenching</i> dengan media air Garam.....	57
4.2.4 Di- <i>quenching</i> dengan media Oli.....	59
4.2.5 Hasil seluruh pengujian spesimen .....	62
4.3 Implementasi Penelitian .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan .....	66
5.1.1 Perlakuan <i>quenching</i> dapat mempengaruhi kekerasan pada baja karbon rendah yang dilas SMAW .....	66
5.1.2 Media <i>quenching</i> air garam adalah media yang terbaik ....	66
5.2 Saran.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 <i>Approximate hardness relation for stell</i> .....	8
Tabel 2.1 Skala kekerasan <i>Rockwell</i> .....	28
Tabel 3.1 Tabel Pengujian.....	40
Tabel 4.1 <i>Approximate hardness relation for stell</i> .....	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan belum di- <i>quenching</i> .....	47
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan belum di- <i>quenching</i> .....	53
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan di- <i>quenching</i> dengan media air.....	55
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kekerasan di- <i>quenching</i> dengan media air Garam .....	57
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kekerasan di- <i>quenching</i> dengan media Oli.....	59
Tabel 4.7 Hasil seluruh nilai kekerasan yang didapat.....	62

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Daerah Las.....	12
Gambar 2.2 Penggunaan kampuh V membuat logam tambahan mengisi celah kampuh .....	14
Gambar 2.3 Jenis kampuh pada sambungan temu .....	15
Gambar 2.4 Perbedaan groove weld dengan fillet weld .....	16
Gambar 2.5 Lasan “Groove” penetrasi penuh menerima beban tarik.....	16
Gambar 2.6 Lasan “Groove” penetrasi tidak penuh menerima beban tarik...	17
Gambar 2.7 Diagram Fasa.....	20
Gambar 2.8 Diagram TTT.....	24
Gambar 2.9 Mesin Uji Kekerasan <i>Brinnel</i> .....	25
Gambar 2.10 Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	26
Gambar 2.11 Mesin Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	27
Gambar 3.1 Mesin gergaji .....	33
Gambar 3.2 Mistar siku.....	33
Gambar 3.3 Gerinda tangan .....	34
Gambar 3.4 Kikir .....	34
Gambar 3.5 Ragum .....	34
Gambar 3.6 Peralatan las.....	35
Gambar 3.7 Mesin las .....	35
Gambar 3.8 Mesin Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	36
Gambar 3.9 Wadah media <i>Quenching</i> .....	36
Gambar 3.10 Amplas .....	37
Gambar 3.11 Tang jepit.....	37

Gambar 3.12 Jangka sorong.....	37
Gambar 3.13 Mistar sudut.....	38
Gambar 3.14 Tungku .....	38
Gambar 3.15 Termometer .....	38
Gambar 4.1 Proses pemotongan bahan .....	43
Gambar 4.2 Proses pembuatan kampuh V .....	45
Gambar 4.3 (a) Gambar dengan welding, (b) Welding , (c) Proses pengelasan .....	46
Gambar 4.5 Hasil pengelasan.....	46
Gambar 4.6 Proses Pembakaran.....	48
Gambar 4.7 Proses Pembakaran tertutup .....	48
Gambar 4.8 Pengangkatan spesimen.....	48
Gambar 4.9 Pengukuran suhu spesimen .....	49
Gambar 4.10 suhu setiap benda .....	49
Gambar 4.11 Proses pencelupan .....	50
Gambar 4.12 Proses pengamplasan .....	50
Gambar 4.13 Proses pengujian kekerasan.....	51
Gambar 4.14 Spesimen yang telah di uji .....	52
Gambar 4.15 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A tanpa <i>diquenching</i> .....	53
Gambar 4.16 Grafik kekerasan pengelasan arus 100 A tanpa <i>diquenching</i> ...	54
Gambar 4.17 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A dan 100 A tanpa <i>di-quenching</i> .....	55
Gambar 4.18 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A <i>di-quenching</i> di air....	56
Gambar 4.19 Grafik kekerasan pengelasan arus 100 A <i>di-quenching</i> di air .....	56
Gambar 4.20 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A dan 100 A <i>di-quenching</i> di air .....	57
Gambar 4.21 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A <i>di-quenching</i>	

di air garam .....	58
Gambar 4.22 Grafik kekerasan pengelasan arus 100 A <i>di-quenching</i> di air garam.....	58
Gambar 4.23 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A dan 100 A <i>di-quenching</i> di air garam .....	59
Gambar 4.24 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A <i>di-quenching</i> di oli....	60
Gambar 4.25 Grafik kekerasan pengelasan arus 100 A <i>di-quenching</i> di oli .....	61
Gambar 4.26 Grafik kekerasan pengelasan arus 80 A dan 100 A <i>diquenching</i> di oli.....	61
Gambar 4.27 Grafik perbandingan kekerasan dilihat dari rata – rata .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1 Surat Menggunakan Fasilitas.....	70
Lampiran 2 Surat Penelitian.....	71
Lampiran 3 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian .....	72
Lampiran 4 Sertifikat dari ahli las.....	83
Lampiran 5 Kartu Bimbingan Pembimbing 1 .....	87
Lampiran 6 Foto Hasil Penelitian .....	91
Lampiran 7 Lembar Hasil Uji Flagiatisme.....	92

**PENGARUH QUENCHING TERHADAP SAMBUNGAN LAS SHIELD  
METAL ARC WELDING (SMAW)**

Oleh :

Hoiril Umam

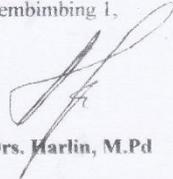
Nim : 06121181520075

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *quenching* terhadap sambungan las SMAW dan mengetahui media *quenching* mana yang memberi kekerasan terbaik. Dengan suhu pembakaran mencapai suhu *austenit* atau dikisar 760° C menggunakan media *quenching* air, air garam, dan oli. Penelitian dilaksanakan pada bulan april 2019 dengan menggunakan mesin uji kekerasan *rockwell* dengan satuan *Hardness Rockwell Cone* (HRC). Hasil pengujian diketahui pengelasan arus 80 A mengalami peningkatan kekerasan yang awalnya sebelum *diquenching* dengan air sebesar 34,2 HRC meningkat setelah dilakukan perlakuan *quenching* yaitu sebesar 38,8 HRC dengan air, 37,5 HRC dengan air garam, dan 36,2 HRC dengan oli. Begitupun pada pengelasan arus 100 A yang awalnya sebelum *diquenching* sebesar 35,6 HRC meningkat setelah *diquenching* sebesar 37,5 HRC dengan air, 38,5 HRC dengan air garam, dan 37 HRC dengan oli. Dari data dilihat bahwa terjadi perubahan kekerasan pada sambungan las dari sebelum dan setelah *diquenching*. Sedangkan media *quenching* terbaik adalah media air garam.

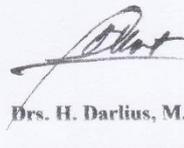
**Kata kunci:** Pengaruh, *Quenching*, Kekerasan  
Pembimbing 1,



**Drs. Harlin, M.Pd**

**NIP. 196408011991021001**

Pembimbing 2,



**Drs. H. Darlius, M.M., M.Pd.**

**NIP. 195703231986031001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



**Drs. Harlin, M.Pd**

**NIP. 196408011991021001**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kemajuan teknologi semakin pesat, terbukti dengan adanya penemuan-penemuan baru dalam berbagai bidang. Termasuk juga pada bidang teknologi konstruksi karena konstruksi tidak terlepas dari kehidupan manusia. Salah satu hal terpenting dalam dunia konstruksi adalah bahan yang digunakan berupa baja. Penggunaan baja yang sangat masif dalam dunia konstruksi menjadikan baja jadi sebagai salah satu bahan yang paling banyak berada di kehidupan sehari-hari. Terbukti pada tahun 2018 saja konsumsi baja yang berasal dari impor berkisar 14,2 juta ton, dan diperkirakan akan meningkat sebesar 55% (economy.okezone.com).

Baja merupakan paduan unsur Fe dan C, dengan kandungan karbon kurang dari 2%. Terdapat ribuan jenis baja yang tersedia di pasar, dimana terdapat komposisi kimia dan proses perlakuan panasnya. Sesuai dengan klasifikasi paduan ferronya baja dapat dibagi menjadi 3, yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi (Sofian, 2010: 52).

Dibandingkan dengan baja jenis lain baja karbon rendah merupakan yang diproduksi dalam jumlah terbesar. Kadar karbon baja ini kurang dari 0,25%, serta struktur mikronya terdiri atas *ferit* dan *perlit*, sehingga bersifat lunak, tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang sangat baik. Selain itu baja karbon rendah juga bisa mengalami proses pemesian maupun pengelasan. (Sofian, 2010: 53). Untuk membuat sebuah konstruksi maka dilakukan suatu perangkaian bahan yang mana bahan akan disambung – sambung hingga terbentuklah suatu konstruksi, salah satu teknik penyambungan ialah dengan cara pengelasan. Dengan pengelasan baja dapat tersambung dengan baik.

Pengelasan merupakan metode menyambung dua buah benda dengan cara memanaskan benda sampai cair. Pada bagian yang mengalami penyatuan atau tersambung, terjadi fenomena yang disebut siklus termal dengan cepat dan secara

metalurgi terjadi perubahan yang unik, deformasi dan tegangan termal. Dengan demikian kekuatan pada lasan akan terpengaruh dan terjadi cacat las dan lain – lain dan secara umum dapat mempengaruhi struktur konstruksi pada sambungan bahan yang dilas (daryanto,2013: 91).. Nasrul (2016) menyatakan pada proses pengelasan terjadi lonjakan tegangan yang sangat besar yang menyebabkan menurunnya kekuatan dan terjadi cacat pada pengelasan hal tersebut karena berubahnya struktur mikro pada bahan dan juga dapat membuat retak didaerah pengelasan. Pada saat pengelasan terjadilah proses *normalizing* karena pada saat pengelasan terjadi peleburan baja dengan suhu yang tinggi dan suhu diturunkan dengan menggunakan udara normal.

Karokaro (2001) menyatakan *Normalizing* adalah proses pemanasan baja ke daerah *austenite* sehingga diperoleh struktur mikro austenite, dan selanjutnya didinginkan di udara normal hingga temperatur kamar. Dengan demikian struktur dalam material telah berubah akibat perlakuan mekanik (pembebanan), ataupun karena bekerja pada temperatur tinggi atau rendah dikembalikan ke struktur yang normal lewat proses *normalizing*. *Normalizing* sama dengan proses anil (*annealing*) (Hadi,2016 : 172) dimana proses ini bisa menghilangkan tegangan sisa pada baja, meningkatkan kelunakan ,keuletan ,ketangguhan dan atau menghasilkan struktur mikro tertentu (Hadi,2016 : 167). Salah satu cara mengubah struktur mikro pada benda adalah dengan melakukan perlakuan panas.

Perlakuan panas atau *Heat Treatment* merupakan suatu metode menaikkan keliatan, menghilangkan tagangan internal (*internal stress*), menghaluskan butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik logam. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi proses perlakuan panas, yakni suhu yang dipakai, waktu pemanasan yang diperlukan saat suhu memanaskan, laju pendinginan serta laju atmosfer. Perlakuan panas merupakan kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat – sifat tertentu (Jordi,2017). Perlakuan panas terbagi menjadi dua macam yaitu *Hardening* dan *softening*. Untuk meningkatkan kekerasan pada baja dilakukanlah proses *hardening*.

Pengerasan (*hardening*) untuk baja dilakukan dengan cara mengubah struktur mikro austenit menjadi martensit dengan cara pemanasan baja, penahanan, dan pendinginan cepat ke suatu media pendingin. Media pendingin bisa berupa air, oli, atau udara. Sifat optimum dari baja yang dapat di-*quenched*, dan kemudian ditemper hanya jika selama pendinginan spesimen telah diubah kandungan martensit yang tinggi, pembentukan perlit dan/atau bainit berakibat ke selain kombinasi sifat – sifat mekanik terbaik. Selama pendinginan cepat tidak mungkin lajunya seragam, pada permukaan selalu cepat dingin dari lebih pada bagian dalamnya. Oleh karena itu, *austenit* bertransformasi dalam rentang temperaturnya, hasilnya berkemungkinan bervariasi sifat dan struktur mikronya dengan posisi dalam spesimen (Hadi, 2016: 175).

*Quenching* adalah proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Sehingga melalui *quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, *quenching* akan menyebabkan menurunnya ukuran butir dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju *quenching* tergantung pada beberapa faktor yaitu medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktivitas termal medium, viskositas, dan agitasi (aliran media pendingin). *Quenching* merupakan salah satu dari beberapa proses perlakuan panas digunakan untuk menambah kekuatan dan kekerasan baja dengan cara memanaskan logam tersebut pada temperatur *austenit*, biasanya antara  $800^{\circ}\text{C}$  -  $870^{\circ}\text{C}$ , kemudian didinginkan secara cepat pada media pendingin untuk mendapatkan struktur martensit. Pada baja – baja jenis tertentu, terdapat titik – titik laju pendinginan kritis yang dapat menghasilkan kekerasan maksimal dari transformasi struktur *austenite* pada suhu tinggi menjadi struktur *martensit* tanpa terjadi pembentukan struktur *perlit* atau *bainit* (Suprayogi, 2017).

Dengan adanya proses *normalizing* setelah proses pengelasan akan menyebabkan pelunakan pada benda sehingga membuat benda terkhusus pada daerah haznya menjadi lebih lemah. Dengan terjadinya peristiwa tersebut tentunya berpengaruh terhadap kualitas konstruksi yang mana bila konstruksi lemah kekuatan konstruksi pun akan berkurang. Sedangkan struktur sebuah konstruksi hendaklah kokoh agar dapat menahan beban yang

diterima dari baik dari beban kontruksi itu sendiri maupun dari luar. Untuk itu diperlukan proses pengerasan agar struktur bendak kembali mengeras dan lebu kokoh menahan beban yang ada.

Uji bahan untuk menentukan sifat – sifat bahan berdasarkan fenomena pembebanan dalam penggunaannya. Adapaun salah satu dari pengujian bahan adalah pengujian kekerasan *rockwell*. Pengujian *rockwell* adalah pengujian yang mengukur kedalaman identasinya yang langsung diidentifikasi dengan suatu skala yang telah dikalibrasi (Hadi, 2016: 175).

Dari masalah yang telah tertera diatas peneliti menduga bahwa dengan melakukan proses pengelasan pada jenis baja karbon rendah lalu dilakukan *Quenching* dapat berpengaruh terhadap kekerasan dan bahkan dapat menambah kualitas kekerasan pada spesimen.

Berdasarkan urian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Pengaruh *Quenching* terhadap Sambungan Las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)**”. Peneliti berharap dengan dilaksanakan penelitian ini dapat menjadi bahan referensi dan akan bermanfaat bagi mahasiswa khususnya mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah ada pengaruh *quenching* terhadap kekerasan baja karbon rendah yang dilas SMAW ?
2. Media *quenching* mana yang paling baik digunakan untuk sambungan las pada baja karbon rendah ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada beberapa hal yaitu :

1. Pengaruh yang dimaksud adalah membedakan antara hasil kekerasan dan sesudah diquenching pada baja karbon rendah yang dilas SMAW.
2. Baja yang digunakan adalah baja karbon rendah.
3. Jenis BKR yang dipakai adalah ST 37
4. Proses pengelasan menggunakan las SMAW.
5. Metode penyambungan menggunakan metode kampuh V.
6. Proses *Quenching* dilakukan dengan cara dibakar dulu di tungku
7. Media *Quenching* menggunakan air, air garam, dan oli.
8. Pengujian dilakukan pada uji kekerasan.
9. Uji kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan *Rockwell*.
10. Arus yang digunakan adalah arus 80 A dan 100 A.
11. Elektroda yang digunakan adalah elektroda LB 52 dengan diameter 3,2 mm.

#### **1.4 Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan kekerasan antara sambungan las SMAW pada baja karbon rendah tanpa proses perlakuan *quenching* dengan sambungan las SMAW pada baja karbon rendah yang diberi perlakuan *quenching*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian :**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

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

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Zainun. 2006. Elemen Mesin I. Bandung: Refiko Aditama
- Anrinal. 2013. Metallurgi Fisik. Padang: ANDI
- Annual Book of Standards, ASTM E140, "Standard Hardness Tables for Metals Relationship Among Brinell Hardness, Vickers Hardness, Rockwell Hardness, Knoop Hardness, Scleroscope Hardness, and Leeb Hardness."* ASTM, 2013.
- Berhitu, P. T. (2014, April), Pengaruh  *Holding*  dan  *Quenching*  terhadap Kekerasan.  *Jurnal ilmu – ilmu Teknik Dan Sains* , 11(1), 1162 – 1171.
- Chaeles G. Salmon, John E. Jhonson. (1991). Struktur Baja: Desain dan Perilaku. Diterjemahkan oleh Wira. Jakarta: ERLANGGA.
- Daryanto. (2013). Teknik Las. Bandung : Alfabeta.
- Economy.okezone.com. (2017, 20,11). Marak Proyek Infra Struktur Industri Baja Jadi Pilar Kekuatan Ekonomi Negara. Diperoleh 12 januari 2019, dari <https://www.google.com/amp/s/economy.okezone.com/amp/2017/11/20/320/1817282/marak-proyek-infrastruktur-industri-baja-jadi-pilar-kekuatan-ekonomi-negara>.
- Hadi, Syamsul. 2016. Teknologi Bahan. Yogyakarta: ANDI
- Halim, Jumandi. (2015). Pengaruh Proses Quenching Pada Sambungan Las  *Shielded Metal Arc Welding*  (SMAW) Terhadap Kekerasan Impak Struktur MikroDan Kekerasan Baja St37.  *Skripsi* . Medan. FT USU.
- Jordi, M., Yudo, H., & Jokosisworo, S. (2017). Analisa Pengaruh Proses  *Quenching*  Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW.  *Jurnal Teknik Perkapalan* , 5(1), 272-281.
- L, M. Y., Suryanto, H., & Qolik, A. (2016). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 dan ST 37.  *Jurnal Teknik Mesin* (1), 1-12.

- Mutiara, E., Yulianto, T., Haryadi, D., dan Kisworo, D. (1996). Pengaruh parameter proses pengelasan terhadap karakteristik hasil las dengan *resistance welding machine*, *Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 197-206.
- Nukman. (2013). *Petunjuk Praktikum Material Teknik*. Indralaya : Universitas Sriwijaya.
- Rianto, E., Suharno, & Haryanto, B. (n.d.). Pengaruh Temperatur *Quenching* terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Hasil Pengelasan Baja Keylos 50. 1-8.
- Saefuloh, I., Pramono, A., Willy, J., Rosyadi, I., & Haryadi. (2018, oktober). Studi karakteristik Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Material Piston Alumunium - Silikon Alloy. *Teknik Mesin UNTIRTA, IV(2)*, 56-63.
- Sofyan, Bondan T. 2016. *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: PT Selemba Teknika
- Santoso, joko. (2006). Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekerasan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E 7018. *Skripsi*. Semarang. FT UNNES.
- (<http://id.m.wikipedia.org>)