

**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH *HEAT INPUT* TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK  
DAN KEKUATAN LENGKUNG (*BENDING*) SAMBUNGAN *BUTT-JOINT***

**LAS SMAW PADA BAJA KARBON RENDAH**



Diajukan oleh:

**KHAIRUL UMAM**

**210015165**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

**2022**

**HALAMAN JUDUL**

**SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH *HEAT INPUT* TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK  
DAN KEKUATAN LENGKUNG (*BENDING*) SAMBUNGAN *BUTT-JOINT*  
LAS SMAW PADA BAJA KARBON RENDAH**



Diajukan oleh:

**KHAIRUL UMAM**

**210015165**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

**2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**STUDI PENGARUH *HEAT INPUT* TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK**  
**DAN KEKUATAN LENGKUNG (*BENDING*) SAMBUNGAN *BUTT-JOINT***  
**LAS *SMAW* PADA BAJA KARBON RENDAH**

Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Diterima  
Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai  
Derajat Sarjana Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin S1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



Disusun Oleh :  
Nama Mahasiswa : Khairul Umam  
Nomor Mahasiswa : 210015165  
Program Studi : Teknik Mesin S1

Telah diperiksa dan disetujui,

Yogyakarta, 24 Januari 2022

Dosen Pembimbing I

**Ir. Wartono, M. Eng.**  
NIP. 196211151994031001

Dosen Pembimbing II

**Mustakim, S.T.**  
NIK : 197300096

Menyetujui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

**Ir. Wartono, M. Eng.**  
NIP. 196211151994031001

HALAMAN SOAL



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SI

---

**SOAL TUGAS AKHIR**

No : 51/ITNY/Prodi.TM-SI/TGA/XI/2020

Nama Mahasiswa : Khairul Umam  
Nomor Mahasiswa : 210015165  
Soal : Studi Pengaruh Heat Input Terhadap Ketangguhan Impak dan Kekuatan Lengkung (bending) Sambungan Butt-Joint Las SMAW pada Baja Karbon Rendah.

Yogyakarta, 19 November 2020

Dosen Pembimbing I

Ir. Wartono, M. Eng.  
NIP. 196211151994031001

## HALAMAN PENGESAHAN

Dipertahankan didepan dewan penguji Skripsi Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dan disahkan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Sarjana S1.

Hari : Selasa  
Tanggal : 08 Februari 2022  
Pukul : 08:00 s/d selesai  
Tempat : Ruang A18, ITNY, Babarsari, Caturtunggal,  
Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Disahkan oleh :

Tanda Tangan

1. Ketua penguji  
**Ir. Wartono, M. Eng.**
2. Anggota penguji I  
**Mustakim, S.T.**
3. Anggota penguji II  
**Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D.**



Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Teknologi Industri,  
  
**Dr. Daru Sugati, S.T., M.T.**  
NIK. 19730125

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin S1,



**Ir. Wartono, M. Eng.**  
NIP. 196211151994031001

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak pernah terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis bahan acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka



Yogyakarta, 24 Januari 2022



**Khairul Umam**

## HALAMAN MOTTO

*“Ambilah Kebaikan dari Apa yang Dikatakan, Jangan Melihat Siapa yang Mengatakannya”*

*-Nabi Muhammad SAW-*

*“Jangan biarkan kesulitan membuat dirimu gelisah, karena bagaimanapun juga hanya di malam yang paling gelap bintang-bintang tampak bersinar lebih terang”*

*-Ali Bin Abi Thalib-*

*“Education is not the learning on facts, but the training of the mind to think”*

*-Albert Einstein-*

*“Happiness is only real when shared”*

*-Christopher McCandless-*

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin. Kupanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, dialah puncak segala ketaatan. Akhirnya, teriring penghargaan, terima kasih, cinta dan ketulusan saya persembahkan Skripsi ini untuk :

1. Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya.
2. Orang tuaku tersayang Bapak Khasan Bisri dan Almh. Ibu Surtiwidarti yang begitu sabar mendidikku dalam hal perilaku dan akhlak, dan tak pernah bosan untuk selalu mengingatkanku dalam kebaikan dan telah memberikan pelajaran berharga tentang kehidupan. Terima kasih atas doa, cinta dan kasih sayang yang tak pernah henti. Teruntuk Ibu semoga dengan menyelesaikan kuliah ini dapat membuatmu bahagia disana, semoga Allah mengampuni dan menyayangi keduanya seperti mereka menyayangiku.
3. Bapak Ir. Wartono, M. Eng., selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Mustakim, S.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah dengan sabar dan tanpa lelah dalam membimbing dan juga memberi motivasi.
4. Kakak tercinta (Mba Nurul Afiyah dan Mas Gunawan), keluarga besar Mbah Toyib dan keluarga besar Mbah mudi Suparto (subadi) yang telah memotivasi serta mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin yang telah mengenalkan dan mengajarku cara berorganisasi serta lika-liku perjuangan mahasiswa.
6. Sahabatku, Affif Amanda (Amanda), Azhar Wahyu Riyadi (Kate), Wisnu Jati Prakoso (Jati), Parwono (Siwon), Alfian nur riski (Nur), Fatih, Bombom, Asad, Alvin, Nico, Fahmi, Naintin dkk. Terima kasih untuk kekeluargaan dan petualangan yang indah.
7. Teman dalam mengerjakan tugas akhir bersama dalam suka maupun duka Affif Amanda, Parwono dan Nico.
8. Teman-teman keluarga besar Teknik Mesin angkatan 2016 dan semua angkatan. Terima kasih atas persahabatan yang indah dan semoga persaudaraan kita kan tetap terjalin meski jarak memisahkan.



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Pengaruh Heat Input Terhadap Ketangguhan Impak dan Kekuatan Lengkung (bending) Sambungan Butt-Joint Las SMAW pada Baja Karbon Rendah.”.

Penyusunan Skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, untuk itu, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

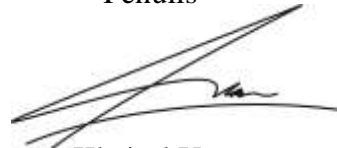
1. Allah SWT yang telah memberi kemudahan dalam setiap langkah hidup serta mengabulkan setiap do'a - do'a.
2. Orang tua yang telah membiayai, memberikan semangat, serta do'a yang tiada henti.
3. Bapak Dr.Ir. H. Ircham, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Daru Sugati, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Wartono, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
6. Bapak Ir. Wartono, M.Eng., selaku Dosen pembimbing I.
7. Mustakim, S.T., selaku Dosen pembimbing II.
8. Semua Dosen Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah banyak memberikan ilmunya.
9. Bapak-Ibu Dosen dan Staf Karyawan ITNY.
10. Teman-teman Teknik Mesin ITNY yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
11. Dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang telah terselesaikan ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi di kemudian hari.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat dapat dijadikan tambahan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa teknik mesin ITNY dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 24 Januari 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized name.

Khairul Umam

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN SOAL.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Teori Dasar Baja Karbon .....	9
2.2.1 Klasifikasi Baja Karbon .....	11
2.2.2 Pengaruh Unsur-Unsur Paduan Pada Baja.....	12

2.2.3 <i>Weldability</i> Baja Karbon Rendah.....	16
2.2.4 Sifat Mampu Las Baja Karbon Rendah .....	16
2.3 Teori Dasar Pengelasan.....	17
2.3.1 Klasifikasi Pengelasan .....	18
2.3.2 <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i> .....	20
2.3.3 Elektroda Las <i>SMAW</i> .....	21
2.3.4 Parameter Las <i>SMAW</i> .....	23
2.3.5 Jenis-Jenis Cacat Las .....	27
2.3.6 Peralatan Las <i>SMAW</i> .....	33
2.3.7 Alat Keselamatan Kerja Las <i>SMAW</i> .....	38
2.4 <i>Heat Input</i> .....	42
2.5 Metalurgi Las .....	43
2.5.1 Struktur Mikro Las.....	44
2.5.2. Diagram Fasa dan Diagram <i>CCT</i> .....	45
2.6 Pengujian Bahan.....	46
2.6.1 Pengujian Komposisi .....	46
2.6.2 Pengujian Struktur Mikro.....	47
2.6.3 Pengujian Ketangguhan Impak .....	48
2.6.4 Pengujian Kekuatan Lengkung .....	51
2.6.5 Pengujian Struktur Makro .....	52
2.7 Hipotesis.....	52

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	53
3.2 Metode Pengelasan Spesimen.....	54
3.2.1 Bahan Pengelasan dan Pengujian.....	54
3.2.2 Alat Pengelasan dan pengujian .....	55
3.3 Proses Pengelasan .....	57
3.4 Proses Pengujia .....	57
3.4.1 Pengujian Komposisi .....	58
3.4.2 Pengujian Struktur Mikro.....	60
3.4.3 Pengujian Impak .....	64
3.4 Pengujian Kekuatan Lengkung ( <i>bending</i> ).....	66

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Analisis Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	69
4.1.1. Analisis Kandungan Elektroda .....	73
4.2. Perhitungan Heat Input .....	73
4.3 Analisis Visual Hasil Pengelasan.....	75
4.4 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	78
4.4.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro Pada <i>Raw Material</i> .....	78
4.4.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro Pada <i>Base Metal</i> .....	79
4.4.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro Pada <i>HAZ</i> kasar .....	81
4.4.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro Pada <i>HAZ</i> halus.....	83
4.4.5 Hasil Pengujian Struktur Mikro Pada <i>Weld Metal</i> .....	85
4.4.6 Hasil Pengujian Struktur Mikro pada daerah batas las .....	87
4.5 Pengujian Ketangguhan Impak .....	89
4.5.1 Hasil Uji Ketangguhan Impak.....	89
4.5.2 Pembahasan Hasil Uji Impak .....	92
4.6 Pengujian Kekuatan Lengkung ( <i>Bending</i> ) .....	93
4.6.1 Hasil Uji Kekuatan Lengkung ( <i>bending</i> ) .....	933
4.6.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kelengkungan ( <i>bending</i> ) .....	95
4.7 Foto Makro.....	96
4.7.1 Hasil Foto Makro Uji Impak.....	96
4.7.2 Pembahasan Hasil Foto Makro Uji Impak .....	98
4.7.3 Hasil Foto Makro Uji <i>Bending</i> .....	99
4.7.4 Pembahasan Hasil Foto Makro Uji <i>Bending</i> .....	100
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>101</b>
5.1 Kesimpulan .....	101
5.2 Saran.....	102
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>103</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>106</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Struktur mikro baja karbon.....	10
<b>Gambar 2.2</b>	Pengaruh perbandingan Mn/C terhadap kurva transisi.....	17
<b>Gambar 2.3</b>	Las busur dengan elektroda terbungkus. ....	20
<b>Gambar 2.4</b>	Kurva karakteristik mesin las dan busur listrik. ....	24
<b>Gambar 2.5</b>	Pengaruh arus pengelasan terhadap penetrasi dan lebar <i>HAZ</i> . ....	25
<b>Gambar 2.6</b>	Pengaruh arus pengelasan terhadap pemindahan logam cair. ....	25
<b>Gambar 2.7</b>	Pengaruh ukuran elektroda terhadap pengaturan arus las.....	26
<b>Gambar 2.8</b>	Cacat las tarik / <i>undercut</i> . ....	27
<b>Gambar 2.9</b>	Penetrasi yang kurang baik. ....	28
<b>Gambar 2.10</b>	Porositas.....	29
<b>Gambar 2.11</b>	<i>Incomplete Fusion</i> . ....	30
<b>Gambar 2.12</b>	<i>Slag Inclusion</i> . ....	31
<b>Gambar 2.13</b>	<i>Over Spatter</i> .....	32
<b>Gambar 2.14</b>	<i>Hot Crack</i> / Retak Panas.....	32
<b>Gambar 2.15</b>	Distorsi.....	33
<b>Gambar 2.16</b>	Mesin las <i>SMAW</i> .....	34
<b>Gambar 2.17</b>	Pemegang elektroda.....	36
<b>Gambar 2.18</b>	Massa. ....	37
<b>Gambar 2.19</b>	Palu las.....	37
<b>Gambar 2.20</b>	Sikat kawat.....	38
<b>Gambar 2.21</b>	Tang. ....	38
<b>Gambar 2.22</b>	Sarung tangan las. ....	39
<b>Gambar 2.23</b>	Helm las. ....	39
<b>Gambar 2.24</b>	Masker las.....	40
<b>Gambar 2.25</b>	Baju las. ....	40
<b>Gambar 2.26</b>	Sepatu las. ....	41

<b>Gambar 2.27</b> Kamar las. ....	41
<b>Gambar 2.28</b> Daerah <i>HAZ</i> .....	43
<b>Gambar 2.29</b> Diagram fasa baja karbon .....	45
<b>Gambar 2.30</b> Diagram <i>CCT (Continuous Cooling Transformation)</i> .....	46
<b>Gambar 2.31</b> Skema mikroskop optik. ....	48
<b>Gambar 2.32</b> Skema penggunaan alat uji Impak Charpy. ....	50
<b>Gambar 2.33</b> Skema pengujian <i>3 point bending</i> dan <i>4 point bending</i> .....	51
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir penelitian. ....	53
<b>Gambar 3.2</b> Proses pemotongan bahan.....	55
<b>Gambar 3.3</b> Desain kampuh. ....	56
<b>Gambar 3.4</b> Hasil pembuatan kampuh. ....	56
<b>Gambar 3.5</b> Proses pengelasan pada spesimen.....	57
<b>Gambar 3.6</b> Spesimen <i>Raw Material</i> .....	59
<b>Gambar 3.7</b> Spesimen <i>Weld Material</i> .....	59
<b>Gambar 3.8</b> <i>Spectrometer</i> . ....	59
<b>Gambar 3.9</b> Mesin amplas milik Lab. Material ITNY. ....	61
<b>Gambar 3.10</b> Spesimen uji struktur mikro. ....	61
<b>Gambar 3.11</b> <i>Inverted metallurgical microscope</i> . ....	63
<b>Gambar 3.12</b> Spesimen uji Ketangguhan Impak. ....	64
<b>Gambar 3.13</b> Spesimen uji Kekuatan Lengkung. ....	65
<b>Gambar 3.14</b> Spesimen <i>face transversal bend</i> .....	66
<b>Gambar 3.15</b> Spesimen <i>face transversal bend</i> .....	67
<b>Gambar 4.1</b> Grafik prosentase ferro pada strip plate baja karbon. ....	70
<b>Gambar 4.2</b> Grafik prosentase carbon pada strip plate baja karbon.....	71
<b>Gambar 4.3</b> Grafik prosentase silicon pada strip plate baja karbon .....	72
<b>Gambar 4.4</b> Grafik prosentase mangan pada strip plate baja karbon .....	72
<b>Gambar 4.5</b> Grafik komposisi kimia <i>raw material</i> , <i>weld material</i> dan Elektroda.....	72
<b>Gambar 4.6</b> <i>Strip plate</i> sebelum dilas.....	75

<b>Gambar 4.7</b> <i>Strip plate</i> setelah dilas dengan HI 928,57 Joule/mm .....	76
<b>Gambar 4.8</b> <i>Strip plate</i> setelah dilas dengan HI 966,21 Joule/mm .....	76
<b>Gambar 4.9</b> <i>Strip plate</i> setelah dilas dengan HI 1.005,15 Joule/mm .....	77
<b>Gambar 4.10</b> Struktur mikro <i>raw material</i> . (Perbesaran 100x).....	78
<b>Gambar 4.11</b> Struktur mikro <i>base metal</i> HI 928,57 Joule/mm .....	79
<b>Gambar 4.12</b> Struktur mikro <i>base metal</i> HI 966,21 Joule/mm .....	79
<b>Gambar 4.13</b> Struktur mikro <i>base metal</i> HI 1.005,15 Joule/mm .....	80
<b>Gambar 4.14</b> Struktur mikro <i>HAZ kasar</i> HI 928,57 Joule/mm.....	81
<b>Gambar 4.15</b> Struktur mikro <i>HAZ kasar</i> HI 966,21 Joule/mm.....	81
<b>Gambar 4.16</b> Struktur mikro <i>HAZ kasar</i> HI 1.005,15 Joule/mm.....	82
<b>Gambar 4.17</b> Struktur mikro <i>HAZ halus</i> HI 928,57 Joule/mm.....	83
<b>Gambar 4.18</b> Struktur mikro <i>HAZ halus</i> HI 966,21 Joule/mm.....	83
<b>Gambar 4.19</b> Struktur mikro <i>HAZ halus</i> HI 1.005,15 Joule/mm.....	84
<b>Gambar 4.20</b> Struktur mikro <i>weld metal</i> HI 928,57 Joule/mm .....	85
<b>Gambar 4.21</b> Struktur mikro <i>weld metal</i> HI 966,21 Joule/mm .....	85
<b>Gambar 4.22</b> Struktur mikro <i>weld metal</i> HI 1.005,15 Joule/mm .....	86
<b>Gambar 4.23</b> Struktur mikro Daerah batas las HI 928,57joule/mm.....	87
<b>Gambar 4.24</b> Struktur mikro daerah batas las HI 966,21 Joule/mm .....	87
<b>Gambar 4.25</b> Struktur mikro daerah batas las HI 1.005,15Joule/mm .....	88
<b>Gambar 4.26</b> Grafik nilai rata-rata harga keuletan .....	91
<b>Gambar 4.27</b> Grafik nilai rata-rata ketangguhan impact .....	92
<b>Gambar 4.28</b> Grafik hasil uji tegangan lengkung.....	95
<b>Gambar 4.29</b> Foto makro spesimen uji impact <i>raw material</i> .....	96
<b>Gambar 4.30</b> Foto makro spesimen uji impact <i>heat input</i> 928,57 joule/mm.....	97
<b>Gambar 4.31</b> Foto makro spesimen uji impact <i>heat input</i> 966,21 joule/mm.....	97
<b>Gambar 4.32</b> Foto makro spesimen uji impact <i>heat input</i> 1.005,15 joule/mm.....	98
<b>Gambar 4.33</b> Foto makro spesimen uji <i>bending raw material</i> .....	99
<b>Gambar 4.34</b> Foto makro spesimen uji <i>bending heat input</i> 928,57 joule/mm.....	99



**Gambar 4.35** Foto makro spesimen uji *bending heat input* 966,21 joule/mm.....99

**Gambar 4.36** Foto makro spesimen uji *bending heat input* 1.005,15 joule/mm.100

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi baja karbon.....	11
<b>Tabel 2.2</b> Klasifikasi Baja Menurut Tingkat Deoksidasi .....	16
<b>Tabel 2.3</b> Klasifikasi cara pengelasan. ....	19
<b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi elektroda terbungkus dari baja lunak (AWS A5.1-64T).....	21
<b>Tabel 2.5</b> Efisiensi beberapa mesin las. ....	42
<b>Tabel 3.1</b> Jenis pengujian dan jumlah spesimen. ....	58
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Komposisi Kimia .....	69
<b>Tabel 4.2</b> Data Proses Pengelasan .....	74
<b>Tabel 4.3</b> Efisiensi beberapa mesin las .....	74
<b>Tabel 4.4</b> Data hasil pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	90
<b>Tabel 4.5</b> Hasil rata-rata harga keuletan.....	91
<b>Tabel 4.6</b> Hasil rata-rata ketangguhan impak.....	91
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian Kelengkungan ( <i>bending</i> ).....	94
<b>Tabel 4.8</b> Hasil rata-rata kekuatan lengkung.....	95

## DAFTAR SINGKATAN

A	: <i>Ampere</i>
AC	: <i>Alternating Curent</i>
AISI	: <i>American Iron and Steel Institute</i>
ASM	: <i>American Society for Metals</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing Material</i>
AWS	: <i>American Welding Society</i>
BHN	: <i>Brinell Hardness Number</i>
BIS	: <i>British Standart Institution</i>
C	: <i>Carbon</i>
Co	: <i>Cobalt</i>
CPU	: <i>Central Processing Unit</i>
Cr	: <i>Chromium</i>
Cu	: <i>Copper</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
DIN	: <i>Deutche Industrie Normen</i>
ETS	: <i>Electricity Treatment System</i>
E6013	: Elektroda untuk jenis las SMAW, kekuatan tarik 60.000 Psi, untuk semua posisi.
Fe	: <i>Ferro</i>
HAZ	: <i>Heat Affected Zone</i>
HNO3	: <i>Asam Nitrat</i>
HRB	: <i>Hardness Rockwell Ball</i>
HRC	: <i>Hardness Rockwell Cone</i>
I	: <i>Arus Las</i>
JIS	: <i>Japan Industrial Standart</i>
Ksi	: <i>Kilopound Per Square Inch</i>

MCB	: <i>Miniature Circuit Breaker</i>
Mn	: <i>Mangan</i>
Mo	: <i>Molybdenum</i>
MMAW	: <i>Manual Metal Arc Welding</i>
Nb	: <i>Niobium</i>
Ni	: <i>Nickel</i>
N/m	: <i>Newton per Meter</i>
P	: <i>Phosporus</i>
Psi	: <i>Pound Per Square Inch</i>
PWHT	: <i>Post Weld Heat Treatment</i>
S	: <i>Sulfur</i>
Si	: <i>Silicon</i>
SMAW	: <i>Shielded Metal Arc Welding</i>
S.M	: <i>Sebelum Masehi</i>
ST 37	: <i>Stahl dengan kekuatan tarik 37 kg/mm<sup>2</sup></i>
ST 42	: <i>Stahl dengan kekuatan tarik 42 kg/mm<sup>2</sup></i>
Ta	: <i>Tantalum</i>
Ti	: <i>Titanium</i>
UTM	: <i>Universal Tensile Machine</i>
V	: <i>Voltage</i>
V	: <i>Vanadium</i>
VHN	: <i>Vickers Hardness Number</i>
W	: <i>Wolfram/Tungsten</i>
Zr	: <i>Zirconium</i>
$\Delta V$	: <i>Beda Tegangan Las</i>
$\Delta I$	: <i>Beda Arus Las</i>
$\sigma_t$	: <i>Tegangan Tarik</i>
$\emptyset$	: <i>Diameter</i>

$\gamma$  : Austenit

$\alpha$  : Ferit

## ABSTRAK

Baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada didalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan persyaratannya dipenuhi. Pada kenyataannya baja karbon rendah adalah baja yang mudah dilas. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh *heat input* sambungan *butt joint* las *SMAW* terhadap struktur mikro, ketangguhan impak dan kekuatan lengkung pada baja karbon rendah.

Penelitian ini menggunakan *strip plat* baja karbon sedang berukuran 300 mm × 100 mm × 6 mm yang diberi kampuh “V” dengan sudut 45° dan dilas pada sambungan *butt joint* menggunakan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*, menggunakan 2 *layer* dengan diameter elektroda 2,6 mm dengan arus 50A pada *layer* pertama dan 3,2 mm dengan variasi arus 100 A, 110 A, dan 120 A pada *layer* kedua.

Peningkatan jumlah struktur *acicular ferrite* akan meningkatkan ketangguhan dan keuletan logam las, sedangkan jumlah struktur *widmanstatten ferrite* dapat menyebabkan penurunan keuletan dan ketangguhan logam las.

Dari hasil pengujian impak menunjukkan bahwa nilai impak tertinggi ada pada spesimen *weld metal* pada *heat input* 928,57 joule/mm arus 100 ampere dengan nilai impak sebesar 0,951 J/mm<sup>2</sup> Sedangkan nilai impak terendah ada pada 1.005,15 *joule/mm* arus 120 *ampere* dengan nilai impak sebesar 0,275 J/mm. Untuk hasil pengujian bending menunjukkan bahwa nilai kekuatan lengkung tertinggi ada pada spesimen *weld metal* pada *heat input* 928,57 *joule/mm* arus 100 *ampere* dengan nilai kekuatan *bending* sebesar 646,38 MPa, sedangkan untuk nilai *bending* terendah ada pada *heat input* 966,21 *joule/mm* arus 110 *ampere* dengan nilai kekuatan *bending* sebesar 558,6MPa.

**Kata Kunci** : *heat input*, sambungan *butt joint*, *SMAW*, baja karbon rendah, uji struktur mikro, uji ketangguhan impak, uji kekuatan lengkung.