

**ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) MIG
TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B
DENGAN VARIASI LAJU KECEPATAN LAS (8, 10, DAN 12 mm/s)**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

NAMA : BANGKIT REZA MAHENDRA

NIM : 1511100

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2019

**ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) MIG
TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN
VARIASI LAJU KECEPATAN LAS (8, 10, DAN 12 mm/s)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Jurusan
Teknik Mesin S-1

DISUSUN OLEH :

NAMA : BANGKIT REZA MAHENDRA

NIM : 15.111.00

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) MIG
TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN
VARIASI LAJU KECEPATAN LAS (8, 10, DAN 12 mm/s)**



DISUSUN OLEH :

NAMA : BANGKIT REZA MAHENDRA

NIM : 15.11.100

Mengetahui/ Disetujui Oleh :

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1



Sibut, ST., MT.

NIP. Y. 1030300379

Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. Basuki Widodo, MT.

NIP. Y. 1018100037

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Bangkit Reza Mahendra
Nim : 1511100
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **Analisa Kualitas Sambungan Las (*Metal Inert Gas*)
MIG Terhadap Sifat Mekanik Pada Baja ASTM A131
Grade B Dengan Variasi Laju Kecepatan Las (8, 10,
Dan 12 mm/s)**

Dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang strata satu (S-1) pada :

Hari / Tanggal :


Dengan nilai :

Ketua



Sibut, ST., MT.
NIP. Y .1030300379

Penguji I



Ir. Soeparno Djiwo, MT
NIP. Y. 1018600128

Panitia

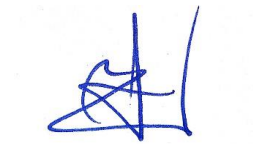
Penguji

Skripsi

Anggota

Penguji

Sekretaris



Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 195706011992021001

Penguji II



Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 195706011992021001

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bangkit Reza Mahendra

Nim : 1511100

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan

Bahwa sesungguhnya Skripsi yang berjudul saya “**ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) MIG TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN VARIASI LAJU KECEPATAN LAS (8, 10, DAN 12 mm/s)**” adalah hasil karya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian syarat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 27 Mei 2019



Bangkit Reza Mahendra
Nim 1511100

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Bangkit Reza Mahendra

Nim : 1511100

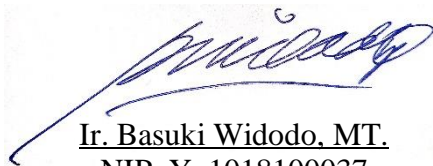
Jurusan Bidang : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN VARIASI LAJU KECEPATAN PENGELASAN (8,10,12 mm/s)

NO	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1	Pengajuan judul skripsi		
2	ACC judul skripsi		
3	Konsultasi Bab I dan Bab II		
4	Perbaikan Bab I dan Bab II		
5	Konsultasi Bab III		
6	Perbaikan Bab III		
7	Konsultasi Bab IV dan V		
8	Perbaikan Bab IV dan V		
9	Konsultasi Bab I sampai Bab V		
10	Selesai		

Diperiksa / Disetujui

Dosen pembimbing

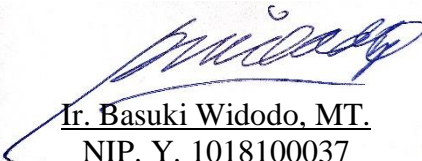

Ir. Basuki Widodo, MT.
NIP. Y. 1018100037

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bangkit Reza Mahendra
Nim : 1511100
Jurusan : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL
INSERT GAS*) MIG TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA
BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN VARIASI LAJU
KECEPATAN LAS (8, 10 DAN 12 mm/s)

Tanggal Mengajukan Skripsi : 26 Februari 2019
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 27 Juli 2019
Dosen Pembimbing : Ir. Basuki Widodo, MT.
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 85,00 (A)

Diperiksa / Disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. Basuki Widodo, MT.
NIP. Y. 1018100037

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho, karunia, serta hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan Skripsi ini penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang.
1. Ibu Dr. Elly Nursanti, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
2. Bapak Sibut, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
3. Bapak Ir. Basuki Widodo, MT., selaku dosen pembimbing yang tak henti-hentinya memberikan arahan, dukungan, serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, MT., sebagai dosen koordinator bidang ilmu material teknik dan selaku kepala laboratorium material ITN Malang
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Ayah dan Ibu tercinta terimakasih atas doa dan dukungannya demi cepat terselesaikannya skripsi ini, serta keluarga yang senantiasa mendukung penulis lewat doa.
7. Terimakasih teman-teman ND Group dan Durhaka Family serta teman-teman ITN T.Mesin S-1 atas dukungan masukan dan juga support yang selalu diberikan untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan Skripsi yang dibuat.

Malang, 27 Juli 2019

Penyusun

Bangkit Reza Mahendra
1511100

**ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) MIG
TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN
VARIASI LAJU KECEPATAN LAS (8, 10, DAN 12 mm/s)**

Bangkit Reza Mahendra

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Malang
Jl. Raya Karanglo km 2, Malang 65145

Email : bangkitreza1@gmail.com

ABSTRAK

Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sepele dan sederhana, namun sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi di mana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu dalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek. Secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa dalam perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las dan jenis las yang akan dipergunakan berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang. Pengelasan metode MIG, Las MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kualitas pengaruh sambungan las MIG (*Metal Inert Gas*) terhadap sifat mekanik pada sambungan las baja ASTM A131 Grade B. Dengan kecepatan laju pengelasan 12, 10 dan 8 mm/s. Setelah proses pengelasan, dilanjutkan dengan pembuatan 9 spesimen uji tarik dengan standar JIS Z 2201 1981, 9 spesimen untuk pengujian kekerasan, dan 4 spesimen untuk pengujian struktur mikro makro. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan didapatkan bahwa hasil pengujian kekerasan permukaan pada daerah Las untuk variasi laju kecepatan pengelasan 8 mm/s menunjukkan nilai tertinggi sebesar 87,33 HR, sedangkan pada variasi pengelasan ke-2 10 mm/s didapatkan nilai kekerasan sebesar 87 HR dan pada variasi pengelasan ke-3 didapatkan nilai kekerasan sebesar 85,7 HR. Pada uji Tarik Hasil uji kekuatan tarik dengan menggunakan variasi kecepatan laju pengelasan 12, 10 dan 8 mm/s dimana dengan menggunakan Plate ASTM A131 GRADE B laju kecepatan 12 mm/s memiliki kekuatan tarik tertinggi dibandingkan posisi lainnya yaitu sebesar 27,38 kgf/mm².

Kata kunci : kualitas sambungan las, las MIG, baja ASTM A131 Grade B, Sifat mekanik

**ANALISA KUALITAS SAMBUNGAN LAS (*METAL INSERT GAS*) MIG
TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA BAJA ASTM A131 GRADE B DENGAN
VARIASI LAJU KECEPATAN LAS (8, 10, DAN 12 mm/s)**

Bangkit Reza Mahendra

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Malang
Jl. Raya Karanglo km 2, Malang 65145

Email : bangkitreza1@gmail.com

ABSTRAK

Welding procedures seem very trivial and simple, but in fact there are many problems that must be overcome where the solution requires a variety of knowledge. Because in welding, knowledge must participate in accompanying practice. In more detail it can be said that in the design of construction of buildings and machines with welded joints, it must be planned also about the method of welding, inspection methods, welding materials and types of welds that will be used based on the functions of the building parts or engine designed. Welding MIG method, Las MIG (Metal Inert Gas) is a gas arc welding that uses welding wire as well as an electrode. These electrodes are in the form of wire rolls (rollers) whose movements are regulated by an electric motor. The purpose of this study was to determine the quality of influence of MIG (Metal Inert Gas) welded joints on mechanical properties in ASTM A131 Grade B steel welded joints. With a welding speed rate of 12, 10 and 8 mm / s. After the welding process, continued with the making of 9 tensile test specimens with the standard JIS Z 2201 1981, 9 specimens for hardness testing, and 4 specimens for testing macro microstructure. Based on the results of the assessment of violence it was found that the results of testing surface hardness in the Las area for variations in the speed of welding 8 mm / s showed the highest value of 87,33 HR, while the second welding variation of 10 mm / s found a hardness of 87 HR and welding variations 3rd found the hardness value of 87 HR. In the Tensile Test the results of the tensile strength test using variations in the speed of welding rate 12, 10 and 8 mm / s where using the ASTM A131 GRADE B Plate the speed of 12 mm / s has the highest tensile strength compared to other positions which is 27,38 kgf/mm².

Keywords : Quality of welded joints, Welding MIG, Steel type ASTM A131 Grade, mechanical properties.

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	iv
LEMBAR ASISTENSI.....	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GRAFIK.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Standarisasi Bahan.....	5
2.2 Baja.....	6
2.3 Plate Marine ASTM A131 Grade B.....	8

2.3.1 Klasifikasi Proses Las.....	9
2.4 Sejarah Dan Perkembangan Las MIG (Metal Inert Gas).....	11
2.4.1 Proses Pengelasan MIG (Metal Inert Gas).....	12
2.4.2 Proses Mesin Las MIG (Metal Inert Gas).....	13
2.4.3 Prosedur Pengoprasian Mesin Las MIG.....	14
2.4.4 Jenis-jenis Gas Pelindung Metal Inert Gas.....	17
2.4.5 Menentukan Parameter Pengelasan.....	20
2.5 Proses Pengelasan	22
2.5.1 Persiapan Bahan Las.....	23
2.5.2 Metode Pengelasan.....	24
2.6 Posisi Pengelasan.....	26
2.6.1 Posisi di Bawah Tangan (Down Hand Position).....	27
2.6.2Posisi Datar (Horisontal).....	27
2.6.3Posisi Tegak (Vertikal).....	28
2.6.4 Posisi Diatas kepala (Over Head).....	29
2.7 Hubungan Kecepatan Pengelasan Dengan Sifat Mekanik.....	30
2.8 Metalurgi Las.....	31
2.8.1 Baja Dalam Pengelasan.....	31
2.8.2 Siklus Termal Daerah Las.....	34
2.8.3 Ketangguhan Daerah Lasan.....	39
2.8.4 Retak Pada Daerah Las.....	51
2.9 Kekuatan Sambungan Las.....	64
2.9.1 Pengujian Sambungan Las.....	64
2.9.2 Nilai Kekerasan Rockwell (Rockwell Hardness).....	64

2.9.3 Uji Tarik Sambungan Logam Hasil Pengelasan.....	65
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	68
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	68
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	69
3.2.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	69
3.3 Preparasi Sampel.....	69
3.3.1 Variabel Penelitian.....	69
3.4 Persiapan yang Dibutuhkan.....	70
3.5 Pengambilan Data	76
3.5.1 Pengolahan Data dan Analisa.....	77
3.5.2 Kesimpulan.....	77
3.5.3 Jadwal Kegiatan	77
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBEHASAN.....	78
4.1 Data Hasil Pengujian.....	78
4.1.1 Hasil Pengujian Tarik.....	78
4.1.2 Perhitungan Data Pengujian Tarik.....	79
4.1.3 Analisa Hasil Pengujian Tarik.....	80
4.2 Pengujian Kekerasan.....	81
4.2.1 Hasil Pengujian Kekerasan.....	81
4.2.2 Analisis Hasil Pengujian Kekerasan.....	82
4.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	83
4.3.1 Analisis Hasil Pengamatan Struktur Mikro.....	87
BAB V PENUTUP.....	89
5.1 Kesimpulan.....	89

5.2 Saran.....89

DAFTAR PUSTAKA91

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian Alur Las GMAW/ Las MIG.....	13
Gambar 2.2. Proses Pengelasan Las MIG (Metal Inert Gas).....	14
Gambar 2.3. Proses Pemindahan Sembur pada Las MIG.....	14
Gambar 2.4. Stick Out Posisi Normal (digunakan dalam amper tinggi).....	16
Gambar 2.5. Stick out yang biasa (digunakan dalam amper menengah).....	16
Gambar 2.6. Stick out (digunaka dalam amper rendah).....	17
Gambar 2.7. Perbandingan Gas Argon Murni dan Argon Campuran.....	18
Gambar 2.8. Perbandingan Gas Argon Murni dan Gas Argon Campuran.....	19
Gambar 2.9. Perbandingan Gas Karbon Dioksida Murni dengan Gas Argon Campuran.....	20
Gambar 2.10. Elektroda Ekstensi.....	21
Gambar 2.11. Pengaruh Elektroda Ekstensi.....	21
Gambar 2.12. Bentuk-bentuk Sambungan Las.....	22
Gambar 2.13. Arah Pengelasan.....	24
Gambar 2.14. Gerakan atau ayunan dalam Las MIG (Metal Inert Gas).....	25
Gambar 2.15. Posisi Sudut Pengelasan Flat.....	25
Gambar 2.16. Posisi Horizontal Sambungan T.....	26
Gambar 2.17. Posisi Sambungan Tumpul.....	26
Gambar 2.18. Posisi Pengelasan Bawah Tangan (down hand posittion).....	27
Gambar 2.19. Posisi Pengelasan Datar (Horisontal) (Bintoro, 2000).....	28
Gambar 2.20. Pposisi Pengelasan Tegak (Vertical) (Bintoro,2000).....	28
Gambar 2.21. Pengelasan dengan Posisi di Atsa Kepala (Over Head) (Bintoro), 2000).....	29
Gambar 2.22. Posisi dalam Benda Kerja Fillet joint (T-joint) (Bintoro, 2000).....	29

Gambar 2.23. Posisi Pengelasan dalam Benda Kerja Butt joint (Bintoro, 2000).....	30
Gambar 2.24. Diagram Pendinginan Kontinu atau diagram CCT.....	32
Gambar 2.25. Struktur Mikro dari Baja Karbon.....	33
Gambar 2.26. Hubungan Antara Kekuatan Luluh dan Besar Butir.....	33
Gambar 2.27. Arah Pembekuan Dari Logam Las.....	35
Gambar 2.28. Lubang Halus Yang Terjadi Pada Las Sudut.....	36
Gambar 2.29. Siklus Termal Las Pada Beberapa Jarak Dari Batas Las.....	37
Gambar 2.30. Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan.....	37
Gambar 2.31. Perkiraan Waktu Pendinginan Pada Beberapa Cara Las Busur.....	38
Gambar 2.32. Diagram CCT dan Hubungan antara waktu pendinginan dengan kekerasan struktur.....	40
Gambar 2.33. Skema Struktur Mikro pada Daerah Pengaruh Panas atau Daerah HAZ.....	42
Gambar 2.34. Perubahan Temperatur Transisi pada Lasan.....	42
Gambar 2.35. Perhitungan Waktu Pendinginan dari 8000C - 5000C pada pengelasan busur dengan tangan.....	44
Gambar 2.36. Faktor-faktor Penyebab Retak	46
Gambar 2.37. Hubungan antara Sifat Tumbuk dan Kardar O ₂ dalam logam Lasan. ..	47
Gambar 2.38. Hubungan antara Kebebasan Fluks dengan Kadar O ₂ dalam Logam Lasan Pada Pengelasan Busur Rendam.....	49
Gambar 2.39. Beberapa Contoh Retak Dingin.....	51
Gambar 2.40. Beberapa Contoh Retak Panas	52
Gambar 2.41. Penyebab Retak Las dan Cara Menanggulangnya.....	52
Gambar 2.42. Retak Dingin yang terjadi pada Pengujian Retak dengan Celah Y Miring.....	53
Gambar 2.43. Hubungan Antara Prosentase Retak Dan Ekuivalen Karbon.....	55

Gambar 2.44. Hubungan Antara Prosentase Retak dan Parameter Retak (P_c).....	55
Gambar 2.45. Kelarutan Hidrogen dalam Besi pada Tekanan Satu Atmosfir.....	56
Gambar 2.46. Pengaruh Kelembapan Udara terhadap Kadar Hidrogen Difusi dalam Logam Lasan.....	57
Gambar 2.47. Retak Lamel yang dimulai dari Retak Akar.....	59
Gambar 2.48. Pengaruh Kadar Belerang pada Kepekaan Retak Lamel.....	60
Gambar 2.49. Hubungan antara Retak Lamel dan Kepekaan	61
Gambar 2.50. Hubungan antara Kepekaan PL dan Tegangan Kritik pada Arah Tebal.....	61
Gambar 2.51. Skema dari Retak Lintang.....	61
Gambar 2.52. Hubungan antara Retak Bebas Tegang dan Temperatur serta Waktu Pemanasan dengan Pengujian Lengkung U.....	62
Gambar 2.53. Diagram Schaffler.....	63
Gambar 2.54. Kurva Tegangan-Regangan Teknik.....	67
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	68
Gambar 3.2. Rangkaian Mesin Las MIG.....	70
Gambar 3.3. Elektroda Jenis Karbon Steel.....	72
Gambar 3.4. Mesin Las Busur Rendam Otomatis.....	73
Gambar 3.5. Proses Pengelasan dengan Menggunakan Prototype dari Las Busur Rendam.....	73
Gambar 3.6. Sampel Hasil Pengelasan.....	74
Gambar 3.7. Spesimen Uji Tarik dan Kekerasan.....	74
Gambar 3.8. Alat Uji Tarik.....	75
Gambar 3.9. Alat Uji Kekerasan dengan Metode Rockwell.....	75
Gambar 4.1. Foto Mikro logam induk.....	83

Gambar 4.2 Foto Makro Spesimen Uji.....	84
Gambar 4.3. Hasil Struktur Mikro Daerah Lasan dengan variasi laju kecepatan pengelasan 12 mm/s.....	84
Gambar 4.4. Hasil Struktur Mikro Daerah HAZ dengan variasi laju kecepatan pengelasan 12 mm/s.....	85
Gambar 4.5. Hasil Struktur Mikro Daerah Lasan dengan variasi laju kecepatan pengelasan 10 mm/s.....	85
Gambar 4.6. Hasil Struktur Mikro Daerah HAZ dengan variasi laju kecepatan pengelasan 10 mm/s.....	86
Gambar 4.7. Hasil Struktur Mikro Daerah Lasan dengan variasi laju kecepatan pengelasan 8 mm/s.....	86
Gambar 4.8. Hasil Struktur Mikro Daerah HAZ dengan variasi laju kecepatan pengelasan 8 mm/s.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur pada baja ASTM (Sugiarto, 2013).....	9
Tabel 2.2 Kalsifikasi Proses Pengelasan Logam.....	11
Tabel 2.3 Ketentuan umum penyetelan besaran arus dan.....	20
Tabel 2.4 Suhu Transisi dan Kriteria Patahan.....	40
Tabel 2.5 Suhu Perlakuan Panas Akhir (°C).....	49
Tabel 2.6 Metalurgi Las.....	50
Tabel 2.7 Spesifikasi Baja Kuat Menurut WES 3001 dan 3002.....	54
Tabel 2.8 Faktor Penyebab Retak Las Pada Kontruksi Baja yang Dilas.....	58
Tabel 3.1 Spesifikasi Kawat Las ER70s-2.....	72
Tabel 3.2 Sifat Mekanik Elektroda Besi Karbon.....	72
Tabel 3.3 Jadwal Kegiatan.....	77

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Uji Tarik Dengan Variasi Laju Kecepatan Las.....80

Grafik 4.2 Hubungan Uji Kekerasan Dengan Variasi Laju Kecepatan Las.....82