

**ANALISIS PENGARUH VARIASI KAMPUH PENGELASAN
DAN BESAR ALIRAN GAS *FLOW RATE* TERHADAP CACAT
PENGELASAN DAN KEKERASAN HASIL PENGELASAN
METAL ACTIVE GAS BAJA ST37**

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memeperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik mesin

Oleh

Abd Wahid Fuad Fauzi
2220190072

UNUGIRI

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SUNAN GIRI**

2023

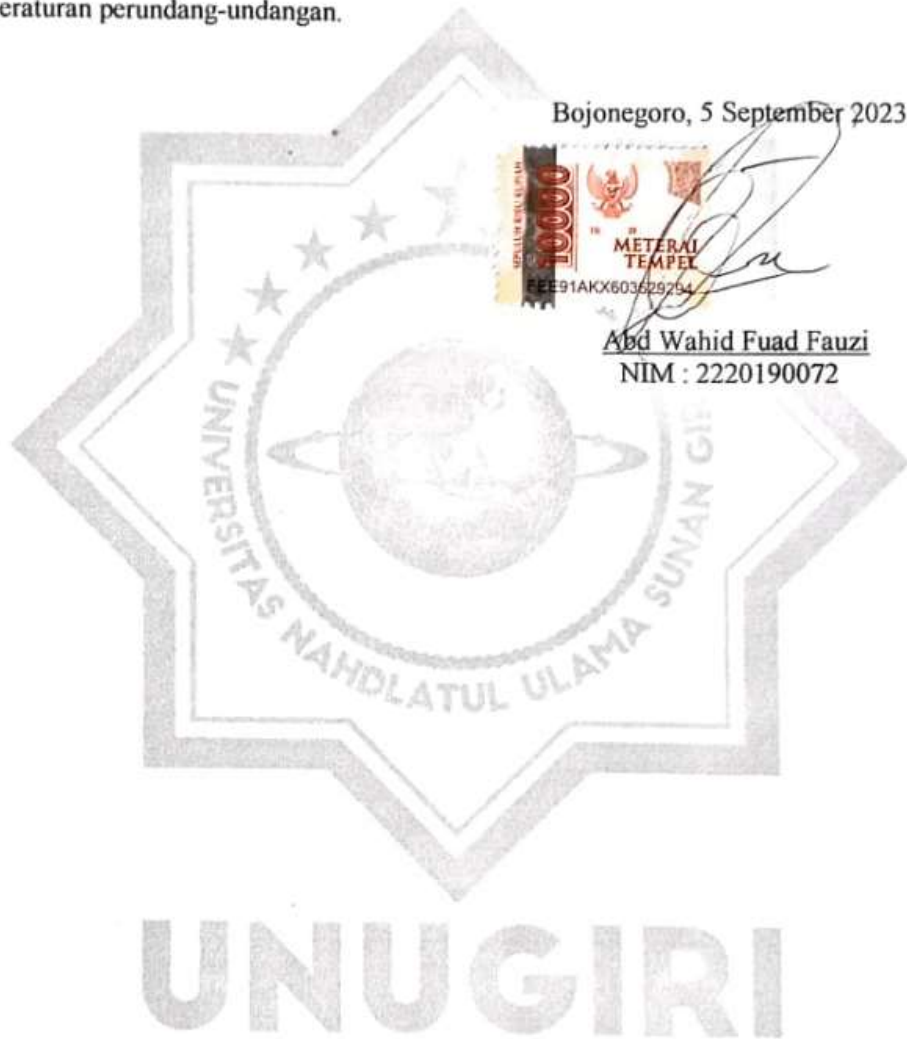
PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini masih mengandung plagiat di bawah batas yang di terapkan, dan apabila di kemudian hari terdapat plagiat yang melewati batas dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Bojonegoro, 5 September 2023



Abd Wahid Fuad Fauzi
NIM : 2220190072



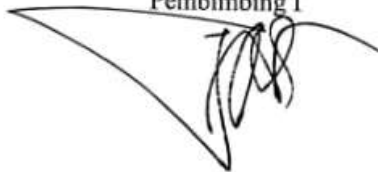
HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Abd. Wahid Fuad Fauzi
NIM : 2220190072
Judul : Analisis Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan Dan Besar Aliran
Gas Flow Rate Terhadap Cacat Pengelasan Dan Kekerasan Hasil
Pengelasan *Metal Active Gas* Baja ST37

Telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian Skripsi.

Bojonegoro, 2 September 2023

Pembimbing I



Togik Hidayat, S.Pd., M.T.

NIDN. 0730059004

Pembimbing II



Pelangi Eka Yuwita, S.Si, M.Si.

NIDN. 0715059004

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Abd Wahid Fuad Fauzi

NIM : 2220190072

Judul : Analisis Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan Dan Besar Aliran *Gas Flow Rate* Terhadap Cacat Pengelasan Dan Kekerasan Hasil Pengelasan *Metal Active Gas* Baja ST37.

Telah dipertahankan di hadapan penguji pada tanggal 5 September 2023.

Dewan Penguji

Penguji I

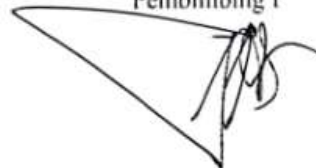


Rizka Nur Faila, S.T., M.T.

NIDN.

Tim Pembimbing

Pembimbing I



Ir. Togik Hidayat, S.Pd., M.T.

NIDN. 0730059004

Penguji II



Dr. Yogi Prana Izza, Lc, M.A.

NIDN.

Pembimbing II



Pelangi Eka Yuwita, S.Si, M.T

NIDN. 0715059004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains &
Teknologi



Suhu Wahyudi, M.Pd.
NIDN. 0709058902

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Suhu Wahyudi, M.Pd.
NIDN. 0709058902

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*“Life Is Like A D*ck.*

Sometimes It’s Up, Sometimes It’s Down

But It Won’t Be Hard Forever”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Untuk Kedua Orang Tua, Pacar, Segenap Dosen Teknik Mesin Dan Rekan-rekan
Teknik Mesin



UNUGIRI

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. M. Jauharul Ma'arif, M.Pd.I selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri.
2. Sunu Wahyudi, M.Pd Ketua Prodi Teknik Mesin dan Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri yang telah memberi izin dalam penulisan Skripsi ini.
3. Ir. Togik Hidayat, S.Pd., M.T. Pembimbing I yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik dan memberikan bimbingan terkait materi Skripsi.
5. Pelangi Eka Yuwita, S.Si, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Pacar saya yang bernama Zuny Fransisca yang telah membantu dan memberikan dukungannya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019 atas kerjasamanya dalam pengerjaan Skripsi ini hingga dapat terselesaikan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Bojonegoro, 5 September 2023

Penulis

Abdul Wahid Fuad Fauzi
NIM. 2220190105

ABSTRACT

Abd Wahid Fuad Fauzi. 2023. Analysis of the Effect of Welding Pot Variations and Gas Flow Rate on Welding Defects and Hardness of Metal Active Gas Steel Welding Results ST 37. Thesis. S1 Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Main Advisor Ir. Togik Hidayat, S.Pd., M.T. Pelangi Companion Advisor Eka Yuwita, S.Si., M.Sc.

The development of engineering materials is currently increasing rapidly, especially metal materials due to meet various needs. ST37 steel is one of the many types of steel that is most commonly used because it has weldability and sensitivity to cracking from welding. Due to the many uses of ST37 steel at this time, it is necessary to carry out tests on Metal Active Gas (MAG) welding of this type of steel. To determine the effect of variations in seam V 60°, 70°, 90° and large gas flow rate on welding defects and the hardness of metal active gas welding ST37 steel, the type of test used is NDT (Not Destructive Testing) with the Dyepenetrant method and Rockwell Hardness Tester, of the 2 test methods carried out with variable seam angle variations of 60°, 70°, 90° and flow rates of 7, 10, 15 liters/minute and 9 specimens for each test method, the results of the welding defect test of the Dyepenetrant method showed defects in the form of lack of fusion and continuous undercuts with a defect size of not more than 0.5 mm and based on the acceptance criteria of ISO 5817, all specimens in this study are included in the accepted criteria, and from the hardness test method of the Rockwell Hardness Tester it is known that the highest base metal hardness is in the MAG steel welding variation. ST 37 with seam V angle of 90° gas flow rate variation of 15 liters/minute which is equal to 82.55 HRB, the lowest base metal hardness is the welding variation MAG Baja ST 37 with seam V angle of 60° variation gas flow rate 7 liters/minute which is equal to 81.14 HRB. The highest HAZ hardness was in the welding variation of MAG Steel ST 37 with seam V angle of 90°, variation of gas flow rate of 15 liters/minute, which was 112.69 HRB. The lowest HAZ hardness was in welding variation of MAG Steel ST 37 with seam V angle of 60°, gas flow variation. rate of 7 liters/minute, which is 101.92 HRB. The highest weld metal hardness was in the welding variation of ST 37 MAG Steel with a V seam of 90° angle variation of gas flow rate of 15 liters/minute which was 119.28 HRB. The smallest weld metal hardness was in the welding variation of MAG Steel ST 37 with a V seam of 60° angle variation gas flow rate of 7 liters/minute which is equal to 101.92 HRB

Keywords: *ST37 Steel, Metal Active Gas, V Seam, Gas Flow Rate, Welding Defects, Rockwell Hardness*

ABSTRAK

Abd Wahid Fuad Fauzi. 2023. Analisis Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan Dan Besar Aliran *Gas Flow Rate* Terhadap Cacat Pengelasan Dan Kekerasan Hasil Pengelasan *Metal Active Gas* Baja ST 37. *Skripsi*. S1 Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Pembimbing Utama Ir. Togik Hidayat, S.Pd., M.T. Pembimbing Pendamping Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si.

Perkembangan bahan teknik saat ini semakin pesat khususnya bahan logam di karenakan untuk memenuhi kebutuhan yang beragam. Baja ST37 merupakan salah satu dari sekian banyak jenis baja yang paling umum di gunakan di karenakan memiliki sifat mampu las dan kepekaan terhadap retak hasil pengelasan. Karena banyaknya kegunaan Baja ST37 pada saat ini, maka hendaknya perlu di lakukan pengujian tentang pengelasan *Metal Active Gas* (MAG) baja jenis ini. Untuk Mengetahui pengaruh variasi kampuh V 60° , 70° , 90° dan besar aliran *gas flow rate* terhadap cacat pengelasan dan kekerasan hasil pengelasan *metal active gas* baja ST37, jenis pengujian yang di gunakan adalah NDT (*Not Destructive Testing*) dengan metode *Dyepenetrant* dan *Rockwell Hardness Tester*, dari 2 metode pengujian yang di lakukan dengan variabel variasi sudut kampuh 60° , 70° , 90° dan besar aliran 7, 10, 15 liter/menit dan specimen sebanyak 9 setiap masing masing metode uji, hasil dari uji cacat pengelasan metode *Dyepenetrant* menunjukkan cacat berupa lack of fusion dan continous undercut dengan ukuran cacat tidak lebih dari 0,5 mm dan berdasarkan acceptance criteria ISO 5817 seluruh specimen pada penelitian ini termasuk kriteria accepted, dan dari uji kekerasan metode *Rockwell Hardness Tester* di ketahui bahwa kekerasan base metal tertinggi adalah pada variasi pengelasan MAG Baja ST 37 dengan kampuh V sudut 90° variasi gas flow rate 15 liter/menit yaitu sebesar 82,55 HRB, Kekerasan base metal terendah adalah pada variasi pengelasan MAG Baja ST 37 dengan kampuh V sudut 60° variasi gas flow rate 7 liter/menit yaitu sebesar 81,14 HRB. Kekerasan HAZ tertinggi adalah pada variasi pengelasan MAG Baja ST 37 dengan kampuh V sudut 90° variasi gas flow rate 15 liter/menit yaitu sebesar 112,69 HRB, Kekerasan HAZ terendah adalah pada variasi pengelasan MAG Baja ST 37 dengan kampuh V sudut 60° variasi gas flow rate 7 liter/menit yaitu sebesar 101,92 HRB. Kekerasan weld metal tertinggi adalah pada variasi pengelasan MAG Baja ST 37 dengan kampuh V sudut 90° variasi gas flow rate 15 liter/menit yaitu sebesar 119,28 HRB, Kekerasan weld metal tekecil adalah pada variasi pengelasan MAG Baja ST 37 dengan kampuh V sudut 60° variasi gas flow rate 7 liter/menit yaitu sebesar 101,92 HRB.

Kata kunci: *Baja ST37, Metal Active Gas, Kampuh V, Gas Flow Rate, Cacat Pengelasan, Rockwell Hardness*

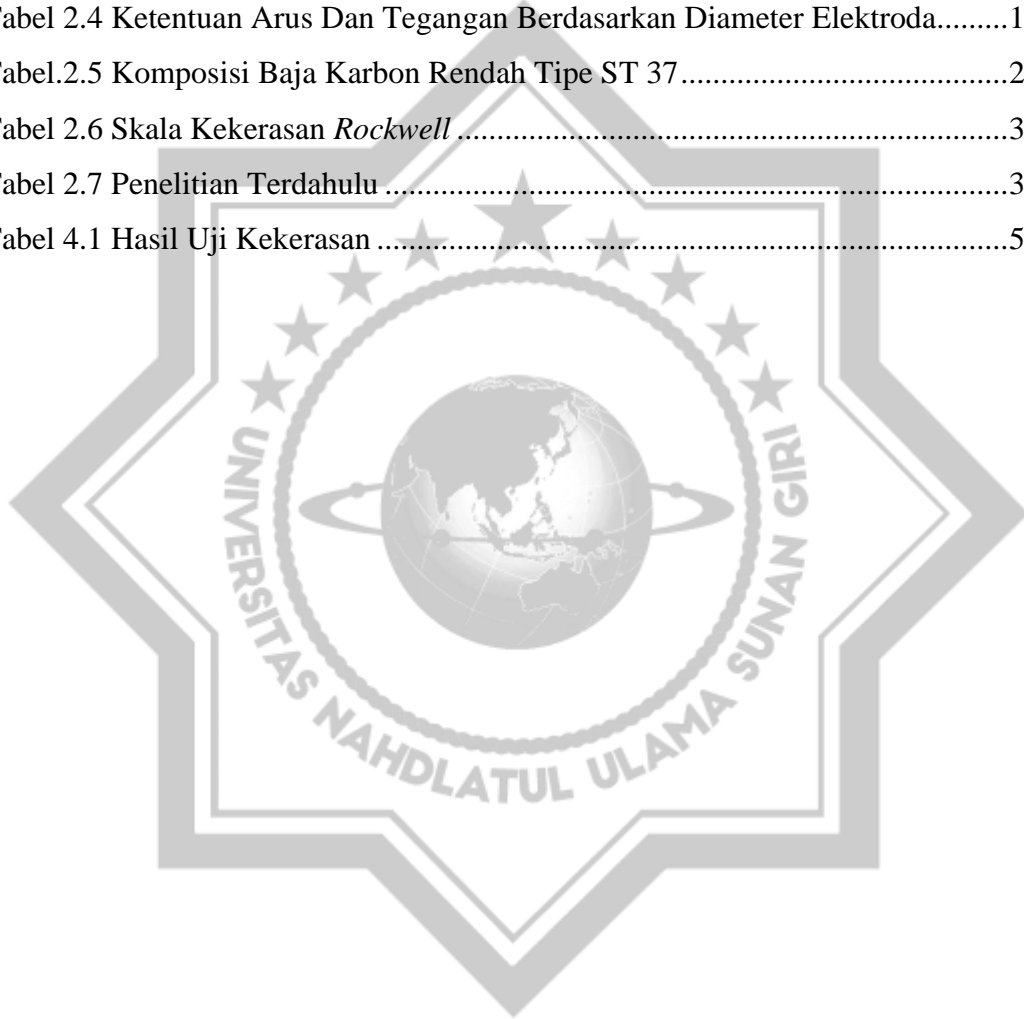
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK INGGRIS	vii
ABSTRAK INDONESIA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Definisi Istilah	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 Pengelasan	9
2.1.1 Pengertian Pengelasan.....	9
2.1.2 Mesin Las	10
2.1.2.1 Mesin Las Arus Bolak-Balik	10
2.1.2.2 Mesin Las Arus Searah	11
2.1.3 Pengertian <i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW)	12
2.1.4 Jenis Sambungan Las	19
2.1.5 Posisi Pengelasan	20
2.1.6 Cacat Pada Las	23
2.2 Baja Karbon	25

2.3 Baja ST 3	26
2.4 Kampuh V (<i>Single V-Groove</i>)	28
2.5 Gas Flow Rate.....	29
2.6 Kekerasan	29
2.6.1 Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	30
2.6.2 Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	31
2.6.3 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	32
2.7 Pengujian Cacat Pengelasan	34
2.7.1 <i>Magnetic Particle Inspection</i>	34
2.7.2 <i>Ultrasonic Inspection</i>	34
2.7.3 <i>Liquid Penetrant Testing</i>	35
2.8 Keterbaharuan Penelitian dan Kajian pustaka	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Desain Penelitian	40
3.2 Objek Dan Subjek Penelitian.....	45
3.3 Variabel Penelitian.....	45
3.4 Pengambilan Data.....	45
3.5 Analisis Data Penelitian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Pembuatan Spesimen Uji.....	48
4.1.1 Spesimen Uji Cacat Pengelasan	48
4.1.2 Spesimen Uji Kekerasan	49
4.2 Hasil Uji Dan Pembahasan	49
4.2.1 Uji Cacat Pengelasan <i>NDT Dye Penetrant</i>	49
4.2.2 Uji Kekerasan <i>Rockwell Hardness Test</i>	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 KESIMPULAN	63
5.2 SARAN.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelebihan Mesin Las AC dan DC.....	12
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Untuk Elektroda <i>Karbon Steel</i>	15
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Untuk Elektroda Besi Karbon	15
Tabel 2.4 Ketentuan Arus Dan Tegangan Berdasarkan Diameter Elektroda.....	16
Tabel.2.5 Komposisi Baja Karbon Rendah Tipe ST 37.....	28
Tabel 2.6 Skala Kekerasan <i>Rockwell</i>	33
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu	36
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan	59



UNUGIRI

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daerah hasil pengelasan	10
Gambar 2.2 Mesin las arus AC	11
Gambar 2.3 Mesin las arus DC	12
Gambar 2.4 Pengelasan GMAW	13
Gambar 2.5 <i>Short Circuit Transfer</i>	18
Gambar 2.6 <i>Globular Transfer</i>	18
Gambar 2.7 <i>Spray Arc Transfer</i>	19
Gambar 2.8 Jenis-jenis Sambungan Las	19
Gambar 2.9 Posisi Pengelasan	21
Gambar 2.10 Posisi-posisi Pengelasan	21
Gambar 2.11 Posisi-posisi Pengelasan Untuk Pengelasan Pipa	22
Gambar 2.12 Cacat Las Yang Mungkin Terjadi	24
Gambar 2.13 <i>Single V-Groove</i>	29
Gambar 2.14 Parameter-parameter Dasar Pada Pengujian <i>Brinell</i>	30
Gambar 2.15 Tipe-tipe Lekukan Piramid Intan	32
Gambar 2.16 Proses Kapilaritas Pada Spesimen Uji	36
Gambar 3.1 <i>Rockwell Hardness Test</i>	43
Gambar 3.2 <i>Flowchat</i> Pelaksanaan Penelitian	44
Gambar 4.1 Spesimen Uji Cacat Pengelasan	48
Gambar 4.2 Spesimen Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	49
Gambar 4.3 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 60° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 7 Liter/Menit	50
Gambar 4.4 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 60° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 10 Liter/Menit	51
Gambar 4.5 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 60° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 15 Liter/Menit	52
Gambar 4.6 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 70° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 7 Liter/Menit	53

Gambar 4.7 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 70° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 10 Liter/Menit	55
Gambar 4.8 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 70° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 15 Liter/Menit	59
Gambar 4.9 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 90° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 7 Liter/Menit	56
Gambar 4.10 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 90° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 10 Liter/Menit	57
Gambar 4.11 Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> Pengelasan MAG pada plat Baja ST 37 Variasi Kampuh Pengelasan V Sudut 90° Dan <i>Gas Flow Rate</i> 15 Liter/Menit	58
Gambar 4.12 HRB Pada <i>Base Metal</i>	60
Gambar 4.13 HRB Pada <i>Haz</i>	60
Gambar 4.14 HRB Pada <i>Weld Metal</i>	61



UNUGIRI