

STUDI PENGARUH *GAS FLOW RATE* TERHADAP KEKUATAN
TARIK, KEKERASAN DAN CACAT PADA PENGELASAN MAG
BAJA ASTM A 53

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin



Oleh

UNUGIRI
Ziedan Aditya
BOJONEGORO 2220170035

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

2021

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN


Hari/Tanggal : Jum'at, 17 September 2021
Pukul : 09.00 WIB
Nama : Ziedan Aditya
NIM : 2220170035
Judul : Studi Pengaruh *Gas Flow Rate* Terhadap Kekuatan Tarik,
Kekerasan dan Cacat Pada Pengelasan MAG Baja ASTM A 53

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa Skripsi yang ditulis untuk memenuhi tugas akhir pada Program Studi Teknik Mesin ini tidak mempunyai persamaan dengan skripsi yang lain.

Dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Bojonegoro, 17 September 2021




Ziedan Aditya
NIM: 2220170035

HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Ziedan Aditya

NIM : 2220170035

Judul : Studi Pengaruh *Gas Flow Rate* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Cacat Pada Pengelasan MAG Baja ASTM A 53

Telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian Skripsi. Bojonegoro, 17 September 2021

Pembimbing I



Togik Hidayat, S.Pd. M.T.

NIDN. 0730059004

Pembimbing II



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

NIDN. 0715059004

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Ziedan Aditya
NIM : 2220170035
Judul : Studi Pengaruh *Gas Flow Rate* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Cacat Pada Pengelasan MAG Baja ASTM A 53

Telah dipertahankan dihadapan penguji pada tanggal 17 September 2021.

Dewan Penguji
Ketua

Dr. H. Yogi Prana Izza, Lc., MA
NIDN. 0731127601

Tim Pembimbing
Pembimbing I

Togik Hidayat, S.Pd. M.T.
NIDN. 0730059004

Anggota

Aprillia Dwi Ardiantf, S.Si, M.Pd.
NIDN. 0726048902

Pembimbing II

Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si
NIDN. 0715059004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Sunu Wabyudhi, M. Pd.
NIDN. 0709058902

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
FST UNUGIRI
BOJONEGORO

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Togik Hidayat, S.Pd. M.T.
NIDN. 0730059004

TEKNIK SAINS DAN TEKNOLOGI
FST UNUGIRI
BOJONEGORO

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

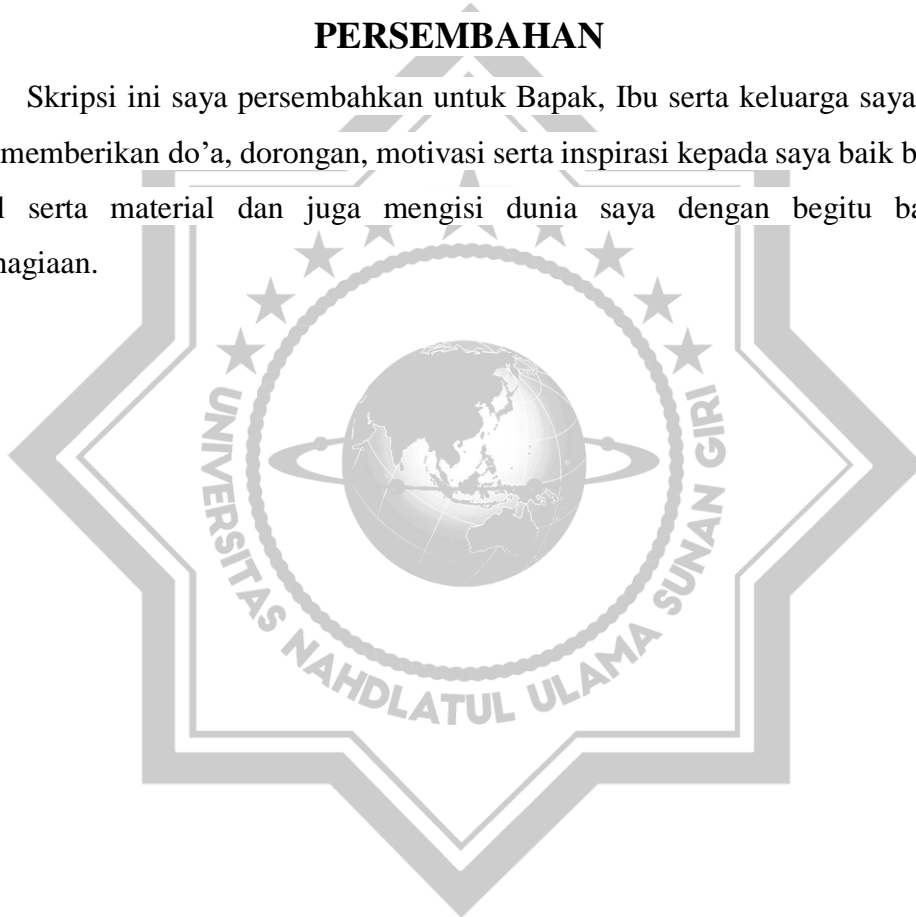
MOTTO

“Sukses Adalah Saat Persiapan dan Kesempatan Dapat Berjalan Beriringan”

(Ziedan Aditya)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Bapak, Ibu serta keluarga saya yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi serta inspirasi kepada saya baik berupa moral serta material dan juga mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan.



UNUGIRI
BOJONEGORO

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat, taufik serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik, meskipun masih perlu perbaikan dan penyempurnaan didalamnya. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini, yaitu :

1. M. Jauharul Ma'arif. M., Pd.i. Sebagai Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
2. Dr. H. M. Ridlwan Hambali, Lc., MA. Sebagai Wakil Rektor I Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
3. Dr. H. Yogi Prana Izza, Lc., MA Sebagai Wakil Rektor II Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
4. Dr. Nurul Huda, M.H.I. sebagai Wakil Rektor III Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
5. Dr. Hj. Ifa Khoiria Ningrum, S.E, M.M. Sebagai Wakil Rektor IV Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
6. Sunu Wahyudhi, M.Pd. Sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
7. Togik Hidayat, S,Pd. M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
8. Togik Hidayat, S,Pd. M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang benar dalam menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
9. Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang baik dalam menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
10. Seluruh Bapak/ Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro, yang telah memberikan pengajaran materi dengan sepenuh hati selama penulis menempuh study.

11. Rekan – rekan Mahasiswa satu angkatan selama menempuh study Sarjana Teknik Mesin, yang telah memberikan semangat motivasi dan bantuan selama study.
12. Kedua orang tua dirumah, yang telah memberikan inspirasi dan dukungan bagi penulis, untuk terus giat belajar dalam menempuh pendidikan Sarjana Teknik Mesin di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.

Penulis juga menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritik, saran dan perbaikan yang bersifat membangun bagi penulis, demi penyempurnaan penyusunan skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bermafaat bagi semuanya dimasa yang akan datang.

Bojonegoro, 17 September 2021

Penulis



UNUGIRI
BOJONEGORO

ABSTRACT

Aditya, Ziedan. 2021. *Study of the Effect of Gas Flow Rate on Tensile Strength, Hardness and Porosity in ASTM A 53 MAG Steel Welding*. Thesis, S1 Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, University of Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro. Main Advisor Togik Hidayat S.Pd, M.T. Advisor for Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si

The object of this research is ASTM A 53 steel (C 0.30%, Mn 1.20%, P 0.05%, S 0.045%, Cu 0.40%, Ni 0.40%, Cr 0.40%, Mo 0.15%, V 0.08%) which has homogeneous properties based on its mechanical and microstructure properties. So ASTM A 53 steel is widely used for the manufacture of pressure pipes for oil and gas processing. The most important parameters in welding are welding current, welding voltage, welding speed (arc moving speed), type of electrode displacement. This study aims to determine the effect of Gas Flow Rate on Tensile Strength, Hardness and Porosity in MAG Welding on ASTM A 53 Steel.

The results of the tensile test for ASTM A 53 steel using MAG welding, ER70S-4 type electrode. Is the gas flow rate test specimen 15 liters/minute which has a tensile stress value of 478.27 N/mm². The highest hardness value is at a gas flow rate variation of 25 liters/minute which has an average value of 86.06 HRB while the smallest value is at a gas flow rate of 15 liters/minute which is 85.30 HRB. Based on the NDT Dye penetrant test with a gas flow rate of 15 liters/minute, it shows the occurrence of defects in the form of porosity, undercut and lack of penetration. Gas flow rate of 20 liters/minute indicates an indication of welding defects in the form of undercuts. The gas flow rate of 25 liters/minute indicates the occurrence of welding defects in the form of undercuts and splatters.

Key words : ASTM A 53 Steel, Tensile Strength, Hardness, Weld Defects.

ABSTRAK

Aditya, Ziedan. 2021. Studi Pengaruh *Gas Flow Rate* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Porositas Pada Pengelasan MAG Baja ASTM A 53 . Skripsi, S1 Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro. Pembimbing Utama Togik Hidayat S.Pd, M.T. Pembimbing Pendamping Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si

Objek dalam penelitian ini adalah baja ASTM A 53 (C 0,30 %, Mn 1,20 %, P 0,05%, S 0,045%, Cu 0,40%, Ni 0,40%, Cr 0,40%, Mo 0,15%, V 0,08%) yang diasumsikan memiliki sifat homogen berdasarkan sifat mekanis dan mikrostrukturnya. Sehingga baja ASTM A 53 banyak digunakan untuk pembuatan Pipa bertekanan untuk pengolahan minyak dan gas bumi. Parameter yang paling penting dalam pengelasan adalah arus las, tegangan las, kecepatan pengelasan (*arc travel speed*), jenis perpindahan elektroda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Gas Flow Rate* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Cacat Pada Pengelasan MAG pada Baja ASTM A 53.

Hasil uji tarik pengelasan baja ASTM A 53 menggunakan pengelasan MAG, elektroda jenis ER70S-4, Berdasarkan hasil uji tarik specimen dengan nilai rata-rata tertinggi adalah pada specimen dengan variasi *gas flow rate* 25 liter/menit yaitu 588.66 N/mm² dan nilai terendah adalah pada specimen uji *gas flow rate* 15 liter/menit yang mempunyai nilai tegangan Tarik 478.27 N/mm². Nilai kekerasan tertinggi adalah pada variasi *gas flow rate* 25 liter/menit yang memiliki nilai rata-rata 86,06 HRB sedangkan nilai terkecil adalah pada *gas flow rate* 15 liter/menit yaitu 85.30 HRB. Berdasarkan pengujian NDT *Dye penetrant* dengan *gas flow rate* 15 liter/menit menunjukkan terjadinya cacat pengelasan berupa *porosity*, *undercut* dan *lack of penetration*. *gas flow rate* 20 liter/menit menunjukkan indikasi terjadinya cacat pengelasan berupa *undercut*. *gas flow rate* 25 liter/menit menunjukkan indikasi terjadinya cacat pengelasan berupa *undercut* dan *splater*.

Kata kunci : Baja ASTM A 53, Kekuatan Tarik, Kekerasan, Cacat.

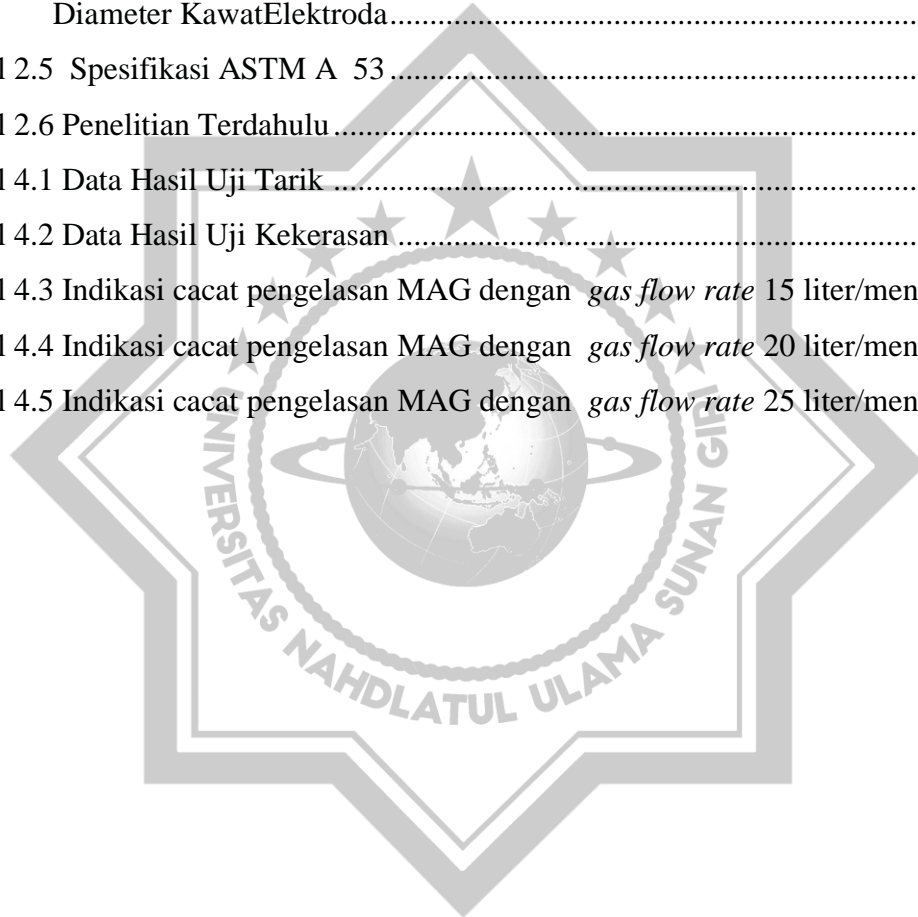
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batas Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Definisi Istilah.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengelasan.....	7
2.1.1 Pengertian Pengelasan.....	7
2.1.2 Mesin Las.....	8
2.1.3 Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW)	11
2.1.4 Jenis Sambungan Las.....	17
2.1.5 Posisi Pengelasan	18
2.1.6 Cacat Pada Las	22
2.2 Baja Karbon	24
2.2.1 Klasifikasi Baja Karbon (Carbon Steel).....	24
2.2.2 ASTM A 53.....	25
2.2.3 Karbon.....	26

2.2.4 Pengelasan Baja Karbon Tinggi.....	26
2.3 Pengujian Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan	27
2.4 Pengujian Kekerasan Hasil Pengelasan	29
2.5 Pengujian Cacat Hasil Pengelasan	30
2.6 Keterbaruan Penelitian dan Kajian Pustaka	31
2.7 Hipotesis	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
3.1 Desain Penelitian	43
3.2 Objek dan Subjek Penelitian	52
3.3 Variabel Penelitian	52
3.4 Pengambilan Data	52
3.5 Analisis dan Penelitian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Pembuatan Spesimen Uji	55
4.1.1 Spesimen Uji Tarik	55
4.1.2 Spesimen Uji Kekerasan	55
4.1.3 Spesimen Uji Cacat Pengelasan	56
4.2 Hasil Uji dan Pembahasan	57
4.2.1 Uji Tarik	57
4.2.2 Uji Kekerasan	58
4.2.3 Uji NDT <i>Dye Penetrant</i>	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan Mesin Las AC dan DC	10
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Untuk Elektroda Karbon Steel.....	13
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Untuk Elektroda Besi Karbon	13
Tabel 2.4 Ketentuan Umum Penyetelan Besaran Arus Dan Tegangan Berdasarkan Diameter KawatElektroda.....	14
Tabel 2.5 Spesifikasi ASTM A 53	26
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	32
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Tarik	57
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Kekerasan	59
Tabel 4.3 Indikasi cacat pengelasan MAG dengan <i>gas flow rate</i> 15 liter/menit ..	61
Tabel 4.4 Indikasi cacat pengelasan MAG dengan <i>gas flow rate</i> 20 liter/menit .	62
Tabel 4.5 Indikasi cacat pengelasan MAG dengan <i>gas flow rate</i> 25 liter/menit .	63



UNUGIRI
BOJONEGORO

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah Hasil Pengelasan	8
Gambar 2.2 Mesin Las Arus AC	9
Gambar 2.3 Mesin Las Arus DC.....	10
Gambar 2.4 Pengelasan GMAW.....	11
Gambar 2.5 <i>Short circuit transfer</i>	16
Gambar 2.6 <i>Globular Transfer</i>	17
Gambar 2.7 <i>Spray Arc Transfer</i>	17
Gambar 2.8 Jenis-jenis sambungan las	18
Gambar 2.9 Posisi pengelasan	20
Gambar 2.10 Posisi-posisi pengelasan	20
Gambar 2.11 Posisi-posisi pengelasan untuk pengelasan pipa	21
Gambar 2.12 Cacat Las yang mungkin terjadi	23
Gambar 2.13. Spesimen uji tarik menurut standart ASTM E8	28
Gambar 2.14. Grafik tegangan-regangan	29
Gambar 2.15. Mesin uji tarik (<i>universal testing machine</i>)	29
Gambar 3.1 Spesimen Uji ASTM E8	45
Gambar 3.2 <i>Tensile Tester</i>	47
Gambar 3.3 <i>Pengujian Rockwell Hardness Test</i>	48
Gambar 3.4 <i>Rockwell Hardness Test</i>	49
Gambar 3.5 <i>Liquid Penetrant (Cleaner, Penetrant & Developer)</i>	49
Gambar 3.6 <i>Flowchat</i> Pelaksanaan Penelitian	51
Gambar 3.7 Kurva tegangan-regangan	54
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan MAG Baja ASTM A53	55
Gambar 4.2 Spesimen Uji Tarik ASTM E8	55
Gambar 4.3 Bagian – Bagian Spesimen Yang Diuji Kekerasan	56
Gambar 4.4 Spesimen Uji Kekerasan (75A, 80A, 85A)	56
Gambar 4.5 Spesimen Uji Cacat Pengelasan	56
Gambar 4.6 Grafik Nilai Kekerasan Logam Las, HAZ, Logam induk	59