

STUDI PENGARUH ARUS PENGELASAN *METAL ACTIVE GAS*  
TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN CACAT  
PENGELASAN PADA BAJA ASTM A516 *GRADE 70*

Skripsi

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



Oleh

**UNUGIRI**  
Muhammad Yusron  
**BOJONEGORO**  
2220170030

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

2021

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Hari/Tanggal : Kamis, 16 September 2021  
Nama : Muhammad Yusron  
NIM : 2220170030  
Judul : Studi Pengaruh Arus Pengelasan *Metal Active Gas* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Cacat Pengelasan Pada Baja ASTM A 516 *Grade 70*

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, 16 September 2021



Muhammad Yusron  
NIM: 2220170030

## HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Muhammad Yusron

NIM : 2220170030

Judul : Studi Pengaruh Arus Pengelasan *Metal Active Gas* Terhadap Kekuatan  
Tarik, Kekerasan dan Cacat Pengelasan Pada Baja ASTM A516 *Grade 70*

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

Bojonegoro, 16 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 : Muhammad Yusron

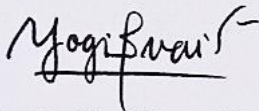
NIM : 2220170030

Judul : Studi Pengaruh Arus Pengelasan *Metal Active Gas* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Cacat Pengelasan Pada Baja ASTM A516 *Grade 70*.

Telah dipertahankan dihadapan penguji pada tanggal 17 September 2021.

Dewan Penguji

Ketua



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

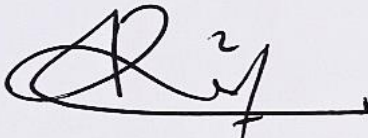
Tim Pembimbing

Pembimbing I



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

Anggota



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

Pembimbing II



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Sri Wahyudhi, M. Pd.  
NIDN. 0709058902

Mengetahui,

Ketua Program Studi



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

## **HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

“Keluarga Adalah Segalanya, Pendidikan Yang Saya Miliki Adalah Berkat Mereka”

Ronaldo de Assis Moreira (Ronaldinho)

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk Bapak dan Ibu saya yang telah memberikan dorongan, motivasi serta inspirasi dan juga mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan. Terimakasih atas semua cinta yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya. Semua perjuangan saya hingga ke titik sejauh ini tidak akan mungkin tercapai tanpa kalian. Kalian adalah malaikat serta orang tua yang sempurna bagi saya, I Love You Mom and Dad.



**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 proposal 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 proposal 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. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Mesin, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro yang tak henti memberikan semangat kepada penulis.
13. 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.
14. Orang istimewa yang tak bisa disebutkan namanya, yang selalu memberikan semangat serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini.
15. Semua pihak yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu terselesaikannya proposal skripsi ini.

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

Bojonegoro, 27 Agustus 2021

Penulis

**UNUGIRI**  
BOJONEGORO

## **ABSTRACT**

Yusron, Muhammad. 2021. *Study of the Effect of Metal Active Gas Welding Currents on Tensile Strength, Hardness and Welding Defects in ASTM A 516 Grade 70 Steel*. Thesis, S1 Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Nahdlatul Ulama Sunan Giri University Bojonegoro. Main Advisor Togik Hidayat S.Pd, M.T. Advisor for Pelangi Eka Yuwita, S.Si., M.Si

*ASTM A 516 Grade 70 steel in engineering means steel that has a material composition of C 0.13, Mn 1.05, Si 0.28, Al 0.04, P 0.015, S 0.008, is a carbon steel that has good mechanical properties, temperature small deformation, weldability (weldability), anti-fatigue (fatigue) and good surface quality, so ASTM A516 Grade 70 steel is widely used for boilers and pressure vessels. The most important parameters in welding are welding current, welding voltage, welding speed (arc travel speed), type of electrode displacement.*

*This study aims to determine the effect of Metal Active Gas welding currents on tensile strength, hardness and welding defects in ASTM A 516 Grade 70 steel. The results of the welding tensile test for ASTM A 516 Grade 70 steel using MAG welding, ER70S-4 type electrode, V welding seam. Angle of 60°, welding current of 75 Ampere, 80 Ampere and 85 Ampere meet the minimum tensile strength standard of ASTM A 516 Grade 70 steel. Hardness test results for ASTM A 516 Grade 70 steel welding. Obtained on weld metal, HAZ (Heat Affected Zone), and metal There is a change in the hardness value of MAG welding results in each variation of the welding current and the highest hardness value is on the weld metal. The results of the NDT Dye penetrant test show that the types of welding defects that arise are porosity, undercut, Lack of Penetration and Spatter, but the welding results on all specimens are categorized as accepted.*

*Keywords: ASTM A516 Grade 70 Steel, Tensile Strength, Hardness, MAG weld defects.*



## ABSTRAK

Yusron, Muhammad. 2021. Studi Pengaruh Arus Pengelasan *Metal Active Gas* Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Cacat Pengelasan Pada Baja ASTM A 516 *Grade 70*. 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

Baja ASTM A 516 *Grade 70* dalam teknik berarti baja yang memiliki komposisi bahan C 0,13, Mn 1,05, Si 0,28, Al 0,04, P 0,015, S 0,008, merupakan baja karbon yang memiliki sifat mekanis baik, temperatur deformasi kecil, mampu las (*weldability*), anti-kelelahan (*fatigue*) dan kualitas permukaan yang baik, sehingga baja jenis ASTM A516 *Grade 70* banyak digunakan untuk *boiler* dan bejana tekan. 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 arus pengelasan *Metal Active Gas* terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan cacat pengelasan pada baja ASTM A 516 *Grade 70*. Hasil uji tarik pengelasan baja ASTM A 516 *Grade 70* menggunakan pengelasan MAG, elektroda jenis ER70S-4, kampuh pengelasan V sudut 60°, arus pengelasan 75 Ampere, 80 Ampere dan 85 Ampere memenuhi standart kekuatan tarik minimum baja ASTM A 516 *Grade 70*. Hasil uji kekerasan pengelasan baja ASTM A 516 *Grade 70*. Diperoleh pada logam las, HAZ (*Heat Affected Zone*), dan logam induk (*Base Metal*) terjadi perubahan nilai kekerasan hasil pengelasan MAG pada masing-masing variasi arus pengelasan dan nilai kekerasan tertinggi adalah pada logam las. Hasil uji NDT *Dye penetrant* menunjukkan jenis cacat las yang timbul adalah *porosity*, *undercut*, *Lack of Penetration* dan *Spatter*, akan tetapi hasil pengelasan pada semua specimen dikategorikan *accepted*.

Kata kunci : Baja ASTM A516 *Grade 70*, Kekuatan Tarik, Kekerasan, Cacat las MAG.

## DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRACT .....	viii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Definisi istilah .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	8
2.1 Pengelasan .....	8
2.1.1 Pengertian Pengelasan.....	8
2.1.2 Mesin Las .....	10
2.1.3 Pengelasan <i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW) .....	12
2.1.4 Jenis Sambungan Las .....	20
2.1.5 Posisi Pengelasan .....	21
2.1.6 Cacat Pada Pengelasan .....	25
2.2 Baja Karbon .....	27
2.2.1 Klasifikasi Baja Karbon ( <i>Carbon Steel</i> ).....	28
2.2.2 ASTM A516 <i>Grade 70</i> .....	29

2.2.3 Karbon .....	30
2.2.4 Pengelasan Baja Karbon Tinggi .....	30
2.3 Pengujian Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan .....	31
2.4 Pengujian Kekerasan Hasil Pengelasan .....	33
2.5 Pengujian Cacat Hasil Pengelasan .....	34
2.6 Keterbaharuan Penelitian .....	35
2.7 Hipotesis .....	40
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	<b>41</b>
3.1 Desain Penelitian .....	41
3.1.1 Study Literatur .....	41
3.1.2 Persiapan Penelitian .....	41
3.1.3 Pembuatan Spesimen Uji .....	42
3.1.4 Uji Tarik, Uji Kekerasan dan Uji Cacat Pengelasan .....	43
3.1.5 Analisis Data .....	48
3.2 Objek dan Subjek Penelitian .....	49
3.3 Variabel Penelitian .....	50
3.4 Pengambilan Data .....	50
3.5 Analisis Data Penelitian .....	51
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>54</b>
4.1 Pembuatan Spesimen Uji .....	54
4.1.1 Spesimen Uji Tarik .....	54
4.1.2 Spesimen Uji Kekerasan .....	54
4.1.3 Spesimen Uji Cacat Pengelasan .....	55
4.2 Hasil Penelitian .....	55
4.2.1 Hasil Pengujian Tarik .....	55
4.2.2 Hasil Pengujian Kekerasan .....	57
4.2.3 Hasil Uji NDT <i>Dye Penetrant</i> .....	58
4.3 Pembahasan .....	58
4.3.1 Uji Tarik .....	58
4.3.2 Uji Kekerasan .....	59
4.3.3 Uji Cacat .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>64</b>

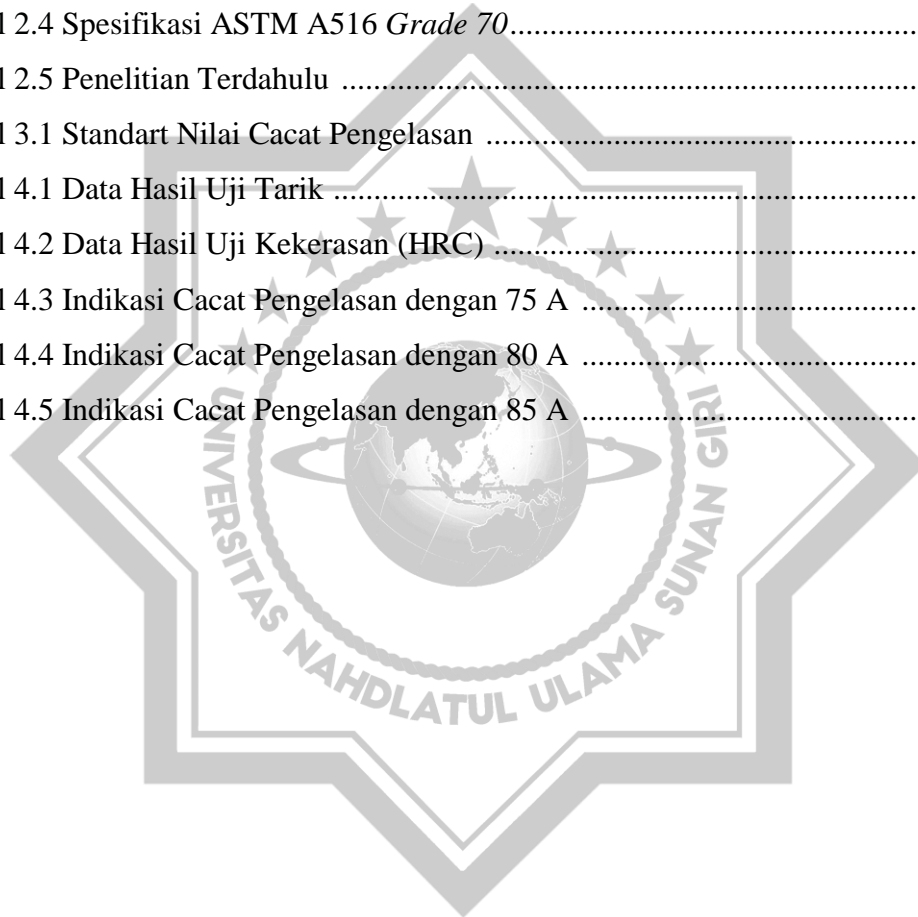
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	65
DAFTAR PUSTAKAN .....	67



**UNUGIRI**  
BOJONEGORO

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Untuk Elektroda Karbon Steel .....	15
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Untuk Elektroda Besi Karbon .....	16
Tabel 2.3 Ketentuan umum penyetelan besaran arus dan tegangan berdasarkan diameter kawat elektroda .....	17
Tabel 2.4 Spesifikasi ASTM A516 <i>Grade 70</i> .....	30
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu .....	35
Tabel 3.1 Standart Nilai Cacat Pengelasan .....	53
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Tarik .....	56
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Kekerasan (HRC) .....	57
Tabel 4.3 Indikasi Cacat Pengelasan dengan 75 A .....	58
Tabel 4.4 Indikasi Cacat Pengelasan dengan 80 A .....	58
Tabel 4.5 Indikasi Cacat Pengelasan dengan 85 A .....	58



**UNUGIRI**  
BOJONEGORO

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah Hasil Pengelasan .....	9
Gambar 2.2 Mesin Las Arus AC .....	10
Gambar 2.3 Mesin Las Arus DC.....	11
Gambar 2.4 Mesin Las Arus AC-DC .....	12
Gambar 2.5 Pengelasan GMAW.....	13
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>Short circuit transfer</i> .....	18
Gambar 2.7 Siklus <i>Short circuit transfer</i> .....	19
Gambar 2.8 <i>Globular Transfer</i> .....	19
Gambar 2.9 <i>Spray Arc Transfer</i> .....	20
Gambar 2.10 Jenis-jenis sambungan las .....	21
Gambar 2.11 Posisi pengelasan .....	23
Gambar 2.12 Posisi-posisi pengelasan .....	23
Gambar 2.13 Posisi-posisi pengelasan untuk pengelasan pipa .....	24
Gambar 2.14 Cacat Las <i>Undercut</i> .....	25
Gambar 2.15 Cacat Porositas .....	26
Gambar 2.16 Cacat Pengelasan <i>Welding Defect Slag Inclusion</i> .....	26
Gambar 2.17 Cacat Pengelasan <i>Incomplete Penetration</i> .....	27
Gambar 2.18 Cacat Pengelasan <i>Incomplete Fusion</i> .....	27
Gambar 2.19 Cacat Las <i>Over Spatter</i> .....	27
Gambar 2.20 Spesimen uji tarik menurut ASTM E-8 .....	32
Gambar 2.21 Grafik tegangan-regangan .....	33
Gambar 2.22 Proses Kapilaritas pada spesimen uji .....	34
Gambar 3.1 Spesimen Uji .....	43
Gambar 3.2 <i>Tensile Tester</i> .....	45
Gambar 3.4 <i>Rockwell Hardness Test</i> .....	46
Gambar 3.5 <i>Liquid Penetrant (Cleaner, Penetrant &amp; Developer)</i> .....	47
Gambar 3.6. <i>Flowchat</i> Pelaksanaan Penelitian .....	49
Gambar 3.7. Kurva tegangan-regangan .....	52
Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik Standard ASTM E8 .....	54
Gambar 4.2 Bagian-Bagian Spesimen yang di Uji Kekerasan .....	54

Gambar 4.3 Spesimen Uji Kekerasan .....	55
Gambar 4.4 Spesimen Uji Cacat Pengelasan .....	55
Gambar 4.5 Grafik Nilai Kekerasan Logam Las, HAZ, Logam Induk .....	57



**UNUGIRI**  
BOJONEGORO

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Welding Procedure Specification</i> .....	xvii
I. Petunjuk Umum .....	xvii
II. Daftar Peralatan .....	xvii
III. Petunjuk Pekerjaan .....	xviii
VI. Gambar Kerja .....	xix



**UNUGIRI**  
BOJONEGORO