

**ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN PIPA
STAINLESS STEEL 316 L DENGAN METODE GTAW**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan menyelesaikan program
Pendidikan Strata Satu (S-1)**



Oleh :

Ahmad Sopandi

41187001150075

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45"
BEKASI
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dipertahankan di depan penguji sidang skripsi dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN PIPA STAINLESS STEEL 316 L DENGAN METODE GTAW

Nama : AHMAD SOPANDI
NPM : 41187001150075
Program Studi : MESIN S-1
Fakultas : TEKNIK

Bekasi, 24 Februari 2022

Tim Penguji

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.

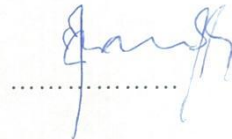
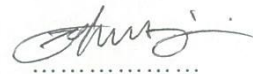
45104052015009

2. Aep Surahto. S.T., M.T.

45114082009023

3. R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng

45101032013007



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN PIPA STAINLESS
STEEL 316 L DENGAN METODE GTAW

Dipersiapkan dan disusun Oleh

AHMAD SOPANDI

41187001150075

Telah dipertahankan didepan dewan Penguji

Pada Tanggal 24 Februari 2022

Disetujui oleh

Pembimbing I



H. Ahsan, S.Pd., S.T., M.T.
NIK : 45502012018051

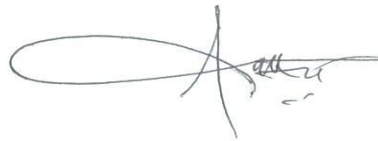
Pembimbing II



Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T.
NIK : 45102012018001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Bekasi, 24 Februari 2022



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng

NIK : 45101032013007

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Sopandi
NPM : 41187001150075
Program Studi : Teknik Mesin S1
Fakultas : Teknik
Email : ahmadsopandi130@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul “ANALISIS KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN PIPA STAINLESS STEEL 316 L DENGAN METODE GTAW” bebas dari plagiarisme. Rujukan sudah sesuai teknik penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan adanya unsur plagiarisme tersebut, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Bekasi, 24 Februari 2022
Yang membuat pernyataan,

The image shows a red rectangular stamp with a white border. Inside the stamp, there is a handwritten signature in black ink that reads 'Ahmad Sopandi'. The stamp contains the text 'METERAI TEMPEL' and a unique alphanumeric code '6248AAJX917008309'. The stamp is partially obscured by the signature and the text below it.

METERAI
TEMPEL
6248AAJX917008309
Ahmad Sopandi

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

Sesungguhnya bersama kesukuran itu ada kemudahan. Karna itulah bila kau telah selesai mengerjakan yang lain dan kepada Tuhan, berharaplah

(QS. Al-Insyirah:6-8)

Jangan pernah menyerah dengan keadaan karna menyerah akan membuat kita mudah terjatuh, dan semangatlah untuk meraih cita cita untuk mendapatkan keinginan yang kita impikan.

PERSEMBAHAN

Ku persembahkan untuk kedua orangtuaku tercinta yang tak pernah lelah membimbingku dari kecil hingga sekarang dan kaka tercintaku tomi yulistio yang selalu menasehatiku jika aku malas serta sahabat-sahabat yang tak pernah merasa lelah untuk terus memberiku semangat sampai detik ini. Dan juga rekan rekan seperjuangan di TEKNIK MESIN dan tidak lupa kawan kawan Nonamerah yang selalu menemaniku saat membuat laporan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Asalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan tiada henti-hentinya ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-nya kepada kita semua. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan umatnya yang selalu melaksanakan ajarannya.

Skripsi ini sengaja penulis ajukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis ingin menyampaikan permohonan kritik dan saran dalam rangka penyempurnaan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini juga tidak mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Progam Studi Teknik Mesin S-1 Universitas Islam "45" Bekasi yang memberikan izin penulis untuk mengikuti pendidikan dan melakukan penelitian.
2. Bapak H. Ahsan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan, arahan, serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Fatimah Dian Ekawati, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan semangat kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
4. PT. Bakrie Industries dan segenap karyawan yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi untuk melakukan penelitian secara langsung

5. Orang tua tercinta, ibu dan bapak, istri dan anak serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, dan dukungan baik.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin dan Khususnya angkatan 2015 yang telah memberikan doa dan dukungan.
7. Semua pihak, yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
8. Terimakasih kepada Himpunan Mahasiswa Mesin (HUMAN) yang mengajarkan tanggung jawab, disiplin, rasa kekeluargaan yang tak mengenal materi.
9. Terimakasih kepada Forum Komunikasi Himpunan Jurusan yang senantiasa memberikan pengalaman.

Akhirnya dengan segala ketulusan hati yang bersih dan ikhlas, penulis berdoa semoga segala amal baik yang telah mereka berikan mendapatkan balasan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Bekasi, 24 Februari 2022

Penulis



Ahmad Sopandi

ABSTRAK

Stainless Steel tipe 316 L sering ditemukan pada aplikasi pembuangan panas ganda, komponen tungku peleburan, komponen penukar panas, komponen mesin jet, peralatan farmasi, komponen pompa, peralatan pemrosesan zat kimia, tangki, evaporator, serta berbagai macam komponen yang terkena air pada lingkungan laut. Prasyarat yang begitu tinggi terhadap kualitas hasil pengelasan produk material ini menjadi sangat penting, sehingga perlu dilakukan studi yang mendalam untuk mendapatkan produk sesuai yang diharapkan.

Pengelasan terhadap Pipa Stainless Steel 316 L dengan diameter 20 mm dan ketebalan 3.91 mm dilakukan dengan proses Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), Filler Metal Jenis 308 L berdiameter 1,5 L digunakan, Parameter parameter Pengelasan dipilih dan ditetapkan di Lembaran Welding Procedure Specification (WPS), serta Prosedure Qualification Record (PQR) di evaluasi. Pengujian Kualitas hasil Lasan dilakukan dengan dye Penetrant untuk non destructive test dilanjutkan dengan menguji kekuatan Tarik dari hasil lasan, untuk destructive test , hasil dye penetrant tidak mengindikasikan adanya cacat las yang ditemukan, dan pada Uji Tarik menghasilkan 683,8 MPa pada specimen 1 dan 665,8 MPa pada specimen 2 serta 656,9 MPa, sehingga Nilai Kuat Tarik rata ratanya sebesar 669,8 MPa. Dan semua specimen uji Tarik patah pada base metal. Hasil Uji dye Penetran dan Tensile Strength menunjukkan bahwa parameter pengelasan yang ada pada WPS bersifat baku dan dapat memenuhi persyaratan.

Kata kunci : Stainless Steel 316 L, WPS, Dye Penetrant, , Tensile strength test.

ABSTRACT

Type 316 L Stainless Steel is often found in dual heat dissipation applications, smelting furnace components, heat exchange components, jet engine components, pharmaceutical equipment, pump components, chemical processing equipment, tanks, evaporators, and a wide variety of components exposed to water in the marine environment. . Such a high requirement for the quality of the welding results of this material product is very important, so it is necessary to carry out an in-depth study to get the product as expected.

Welding of 316 L Stainless Steel Pipe with a diameter of 20 mm and a thickness of 3.91 mm is carried out by the Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) process, Filler Metal Type 308 L with a diameter of 1.5 L is used, Welding parameters are selected and specified in the Welding Procedure Specification Sheet (WPS), and the Procedure Qualification Record (PQR) was evaluated. Welding quality testing was carried out with dye penetrant for non destructive tests followed by testing the tensile strength of welds, for destructive tests, dye penetrant results did not indicate any weld defects were found, and the tensile test yielded 683.8 MPa on specimens 1 and 665. ,8 MPa in specimen 2 and 656.9 MPa, so the average tensile strength value is 669.8 MPa. And all tensile test specimens fracture on the base metal. The results of the dye Penetran and Tensile Strength test show that the welding parameters in the WPS are standard and can meet the requirements.

Key words : Stainless Steel 316 L, WPS, Dye Penetrant, , Tensile strength test,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	8
ABSTRACT.....	9
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR GAMBAR.....	14
DAFTAR TABEL	16
DAFTAR LAMPIRAN	17
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3. Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6. Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
1.5. Material Austenic Stainless Steel 316L	Error! Bookmark not defined.

- 2.1.1. Karakteristik Austenite Stainless Steel Tipe 316L..... Error! Bookmark not defined.**
- 2.1.2. Weldability Austenite Stainless Steel Tipe 316L Error! Bookmark not defined.**
- 2.1.3. Heat Input Austenite Stainless Steel..... Error! Bookmark not defined.**
- 1.6. Elektroda ER 316 L.....Error! Bookmark not defined.**
- 1.7. Proses Las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding).....Error! Bookmark not defined.**
- 1.8. Polaritas Proses Las GTAW.....Error! Bookmark not defined.**
- 1.9. Definisi Pengelasan.....Error! Bookmark not defined.**
- 1.10. Pengelasan.....Error! Bookmark not defined.**
- 1.11. Backing Gas (Gas Pelindung).....Error! Bookmark not defined.**
- 1.12. Standar Parameter Pengelasan.....Error! Bookmark not defined.**
- 2.8.1. Arus Listrik.....Error! Bookmark not defined.**
- 2.8.2. Kecepatan pengelasanError! Bookmark not defined.**
- 2.8.3. Jenis SambunganError! Bookmark not defined.**
- 2.8.4. Posisi PengelasanError! Bookmark not defined.**
- 2.8.5. Kualitas Juru Las (Welder).....Error! Bookmark not defined.**
- 2.8.6. Kondisi Permukaan Benda KerjaError! Bookmark not defined.**
- 2.9 Siklus Termal Las.....Error! Bookmark not defined.**
- 2.10. Liquid Penetrant Test (LPT).....Error! Bookmark not defined.**
- 2.11. Metalurgy TestError! Bookmark not defined.**
- 2.12. Cacat Pengelasan.....Error! Bookmark not defined.**
- 2.12.1.PorositasError! Bookmark not defined.**
- 2.12.2.UndercutError! Bookmark not defined.**
- 2.12.3.Retak LasError! Bookmark not defined.**

2.13. Pengujian Tarik.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III.....	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Study Literatur	Error! Bookmark not defined.
3.3. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1. Mesin Potong atau Bandsaw	Error! Bookmark not defined.
3.3.2. Mesin Milling.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3. Mesin Las GTAW	Error! Bookmark not defined.
3.3.4. Kawat Las.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.5. Gas Pelindung.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.6. Gerinda Tangan	Error! Bookmark not defined.
3.3.7. Sikat Kawat	Error! Bookmark not defined.
3.3.8. Alat Uji Tarik	Error! Bookmark not defined.
3.4. Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1. Logam Induk	Error! Bookmark not defined.
3.5. Hasil Pengelasan.....	Error! Bookmark not defined.
3.6. Logam Pengisi (Filler Metal).....	Error! Bookmark not defined.
3.7. Prosedur Pengelasan	Error! Bookmark not defined.
3.8. Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
3.8.1. Visual Test.....	Error! Bookmark not defined.
3.8.2. Penetrant Test.....	Error! Bookmark not defined.
3.8.3. Metallography Test	Error! Bookmark not defined.
3.9. Pengujian Sifat Mekanik	Error! Bookmark not defined.

3.9.1. Pengujian Tarik	Error! Bookmark not defined.
3.9.2. Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Data Referensi	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Komposisi Kimia.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Mechanical Properties Stainless Steel 316L	Error! Bookmark not defined.
4.1.3 Komposisi Kimia Filler ER 316L ..	Error! Bookmark not defined.
4.2 Data Pengujian Raw Material Stainless Steel 316L.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Foto Hasil Pengujian Dye Penetrant	Error! Bookmark not defined.
4.2.3. Pengujian Tarik GTAW	Error! Bookmark not defined.
BAB V.....	Error! Bookmark not defined.
PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Schaeffler (Rdsudjono, 2011)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Proses pengelasan GTAW (Baihaque, 201)..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Skema Proses Las GTAW (Westin, 2008)....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Polaritas Proses Pengelasan GTAW (Baihaque, 2015)	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 2. 5 Tipe sambungan las	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Posisi Pengelasan.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 prinsip Liquid Penetrant Test (LPT)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 Schaeffler Diagram Untuk Estimasi Mikrostruktur Stainless Steel (AWS Welding Handbook Vol4 9th, 2011)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 Variasi Morfologi Ferrite (AWS Welding Handbook Vol4 9th, 2011).	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 2. 10 Porositas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 Cacat Undercut	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12 Retak Dingin.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 13 Retak Panas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 14 Tensile Stress-Strain Diagram	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 15 Tampilan bentuk patahan perlakuan uji tarik	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Mesin Bandsaw	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Mesin Milling	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Mesin Las GTAW	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Kawat Las.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Gas Pelindung.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Gerinda Tangan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Sikat Kawat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Alat Uji Tarik	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Pipa SS 316 L.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 11 Dimensi Material Austenite Stainless Steel (Dokumentasi Pribadi,2021)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 12 Hasil Pengelasan GTAW	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3. 13 Dimensi Sampel Pengujian Tarik Hasil Pengelasan . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Foto hasil pengujian dye penetrant**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Tarik**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 3 Grafik Yield Strentg**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 4 Hasil uji tarik GTAW**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 5 Hasil WPS GTAW**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 6 Hasil PQR GTAW**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 7 Hasil PQR GTAW**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Hasil PQR GTAW**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Chemical Composition Type 316L ASME Sec II Part A,2017 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 2 Mechanical Properties Stainless Steel 316L Asme sec II Part A, 2017
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 3 Heat Input of Stainless Steel Sandberg, 2004 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 4 Chemical Composition ER 316L ASME Sec II Part C, 2017 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 5 Mechanical Properties ER 316L ASME Sec II Part C, 2017..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 1 Material Grouping SA-312 Type 316L ASME Sec IX, 2017..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 2 Chemical Composition ER 316L ASME Sec II Part C, 2017 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 3 Parameter Pengelasan Joint A,B dan C Dokumentasi Pribadi, 2021
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Komposisi Stainless steel 316L**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Mechanical Properties Stainless Steel 316L **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Komposisi Kimia Stainless Steel 316L.**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Data Pengujian Uji Tarik Raw Material Stainless Steel 316L..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Hasil pengujian Tarik GTAW**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Testing report pada pengujian Tarik stainless steel 316L **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2 Attachment Testing Report pada pengujian Tarik stainless steel 316L
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3 Hasil pengujian tarik (Gas Tungsten Arc Welding) GTAW specimen
1..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4 Hasil pengujian tarik (Gas Tungsten Arc Welding) GTAW specimen
2..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5 Hasil pengujian tarik (Gas Tungsten Arc Welding) GTAW specimen
3..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6 WPS Hasil pengelasan (Gas Tungsten Arc Welding) GTAW .. **Error!
Bookmark not defined.**
- Lampiran 7 WPS Hasil pengelasan (Gas Tungsten Arc Welding) GTAW .. **Error!
Bookmark not defined.**