

**SKRIPSI**  
**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR**  
**PADA PENGELASAN STAINLESS STEEL TIPE 201**  
**DENGAN BAJA KARBON RENDAH ASTM A36**  
**MENGGUNAKAN METODE *FRICITION WELDING***



**RIFKY FARRAS SULTHAN**  
**03051381520055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2019**



**SKRIPSI**  
**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR**  
**PADA PENGELASAN STAINLESS STEEL TIPE 201**  
**DENGAN BAJA KARBON RENDAH ASTM A36**  
**MENGGUNAKAN METODE *FRICITION WELDING***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH**  
**RIFKY FARRAS SULTHAN**  
**03051381520055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2019**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR  
PADA PENGEELASAN STAINLESS STEEL TIPE 201  
DENGAN BAJA KARBON RENDAH ASTM A36  
MENGGUNAKAN METODE *FRICITION WELDING***

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Oleh:**

**RIFKY FARRAS SULTHAN  
03051381520055**



Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711025 199702 1 001

Palembang, Maret 2019

**Pembimbing**

  
**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP.19790927 200312 1 004**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

## SKRIPSI

NAMA : RIFKY FARRAS SULTHAN  
NIM : 03051381520055  
JUDUL : ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR  
PADA PENGELASAN STAINLESS STEEL TIPE 201  
DENGAN BAJA KARBON RENDAH ASTM A36  
MENGGUNAKAN METODE *FRiction WELDING*  
DIBERIKAN : AGUSTUS 2018  
SELESAI : MARET 2019



Palembang, Maret 2019

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi

A handwritten signature of Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "**Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Pada Pengelasan Stainless Steel Tipe 201 Dengan Baja Karbon Rendah ASTM A36 Menggunakan Metode Friction Welding**" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Maret 2019.

Palembang, 30 Maret 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

**1. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D**  
**NIP.197705072001121001**

(.....)  


Anggota:

**2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 197112251997021001**

(.....)  


**3. Jimmy D. Nasution, S.T., M.T.**  
**NIP. 197612282003121002**

(.....)  




Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi,



Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifky Farras Sulthan

NIM : 03051381520055

Judul : Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Pada Pengelasan *Stainless Steel* Tipe 201 Dengan Baja Karbon Rendah ASTM A36  
Menggunakan Metode *Friction Welding*.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 30 Maret 2019



Rifky Farras Sulthan  
NIM. 03051381520055



## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifky Farras Sulthan

NIM : 03051381520055

Judul : Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Pada Pengelasan *Stainless Steel* Tipe 201 Dengan Baja Karbon Rendah ASTM A36 Menggunakan Metode *Friction Welding*.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik, apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Coresponding author).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 30 Maret 2019



Rifky Farras Sulthan  
NIM. 03051381520055



## **RINGKASAN**

**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR PADA PENGELASAN STAINLESS STEEL TIPE 201 DENGAN BAJA KARBON RENDAH ASTM A36 MENGGUNAKAN METODE *FRICITION WELDING*.**

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 30 Maret 2019

Rifky Farras Sulthan; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

**MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE ANALYSIS ON STAINLESS STEEL 201 WELDING WITH LOW CARBON STEEL ASTM A36 USING FRICTION WELDING METHOD.**

xxxi + 58 halaman, 11 tabel, 41 gambar, 2 lampiran

## **RINGKASAN**

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur, karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Proses pengelasan yang pada prinsipnya adalah menyambungkan dua atau lebih komponen mempunyai berbagai metode untuk melakukan penyambungan material. Salah satunya adalah *friction welding* (las gesek) yang merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan *fusion welding* (pengelasan cair). Pengelasan ini termasuk jenis *solid state welding* yang tidak menggunakan *filler* (logam pengisi), tanpa menggunakan logam pengisi dengan menggunakan metode tekanan dimana dua benda kerja yang akan disambung ditempatkan dalam kontak dan diatur gerakan relatif dalam tekanan, maka gesekan akan membangkitkan panas disekitar permukaan kontak, ketika sudah mencapai temperatur tempa maka diberikan tekanan tempa. Pengelasan gesek yang akan dilakukan kali ini memanfaatkan mesin bubut konveksional dalam proses penyambungannya dengan variasi kecepatan putaran mesin 750 RPM, 1080 RPM, dan 1200 RPM. Material yang akan disambung adalah *stainless steel* tipe 201 dengan baja karbon rendah ASTM A36. Material ini dipilih karena dinilai kedua material ini banyak digunakan di dunia industri maupun keperluan umum sehari-hari. Dikarenakan Pengelasan dua buah material yang berbeda (*dissimilar metals*) dengan metode SMAW, GTAW maupun las karbit bisa dilakukan dengan tingkat kesulitan yang tinggi dan waktu yang lama, maka dari itu

diharapkan dengan adanya pengelasan gesek ini akan mempermudah penyambungan dua logam yang berbeda dan mencapai hasil kekuatan yang maksimal. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pengujian, yaitu XRF, XRD, SEM, EDS, pengujian metalografi, pengujian bending dan pengujian kekerasan. Setelah pengujian-pengujian ini akan didapatkan komposisi kimia, struktur mikro, kekuatan sambungan dan nilai kekerasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginvestigasi hasil dari proses penyambungan antara *stainless steel* dengan baja karbon rendah menggunakan metode *friction welding*.

**Kata Kunci:** Pengelasan Gesek, Sifat Mekanik dan Mikrostruktur, Stainless Steel tipe 201, Baja Karbon Rendah ASTM A36

## **SUMMARY**

MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE ANALYSIS ON STAINLESS STEEL 201 WELDING WITH LOW CARBON STEEL ASTM A36 USING FRICTION WELDING METHOD.

Scientific Writing in the form of Thesis, March 30, 2019

Rifky Farras Sulthan; Supervised by Amir Arifin, S.T., M. Eng., Ph.D

ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR PADA PENGELASAN STAINLESS STEEL TIPE 201 DENGAN BAJA KARBON RENDAH ASTM A36 MENGGUNAKAN METODE *FRICTION WELDING*.

xxxi + 58 pages, 11 tables, 41 images, 2 attachments

## **SUMMARY**

Welding cannot be separated from the manufacturing process as it holds the main role in engineering and reparation of metal production. Welding is a process of joining two or more components using some methods to provide a strong joint between two materials. Friction Welding is one of the welding types which is a solid-state welding that does not use filler and is used for metals joining that is difficult to be joined using Fusion Welding. This process used pressure method where two work pieces are placed in a box and relative movement in pressure are regulated, the friction cause heat to rise around the contact surface, the forging pressure is given when the forging temperature has been reached. Friction welding using conventional milling machine will be used in this research with various spindle speed (750 rpm, 1080 rpm, and 1200 rpm). The materials to be joined are stainless steel type 201 and low carbon steel ASTM A36. These materials are chosen as both materials are widely used in industry and daily use. The welding of dissimilar metals using SMAW, GTAW or Carbide Welding method could be done in high difficulty and a long time. Therefore, the friction welding is expected to make the joining of two dissimilar metals to be easier and to reach the maximum strength. This research uses several tests such as XRF, XRD, SEM, EDS, metallurgy test, bending test, and hardness test. The tests are done to obtain chemical properties, microstructure, joint strength and hardness. The aim of this research is to investigate the results of joining process between stainless steel and low carbon

steel using friction welding.

**Keyword:** Friction welding, mechanical properties and microstructure, stainless steel type 201, low carbon steel ASTM A36

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis berikan kepada Allah SWT yang Maha pengasih dan penyayang, karena berkat limpahan dan rahmat dan karunia-Nyalah penulis diberi kesempatan dan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **“Analisis Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Pada Pengelasan Stainless Steel 201 Dengan Baja Karbon Rendah Astm A36 Menggunakan Metode Friction Welding”**.

Selesainya skripsi ini, tidak lepas dari bantuan dan kerjasama beberapa pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah mengarahkan dan berjasa kepada penulis karena telah membimbing dan membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Ucapan terima kasih penulis utarakan kepada:

1. Kedua Orang tua atas dukungan dan doa restunya,
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya,
3. Bapak Amir Arifin, S.T., M.T., Ph.D, selaku Pembimbing Skripsi,
4. Bapak Gunawan, S.T., M.T, selaku Pembimbing Skripsi II,
5. Bapak Dr. Fajri Vidian, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik,
6. AMCC *research group*,
7. *Team friction welding*,
8. CV. Auto Mesindo Jakarta Timur,
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin atas ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik studi akademik maupun studi teladan,
10. Arliesza Mutiara Putri yang selalu memberikan dorongan dan semangat,
11. Keluarga besar PSHT Palembang,

12. Keluarga besar BEM KM FT UNSRI,
13. Rekan –rekan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulis juga menyadari masih ada kekurangan dan kesalahan pada skripsi ini, maka itu diharapkan kritik dan saran yang membangun pada skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, 30 Maret 2019



Rifky Farras Sulthan  
NIM. 03051381520055

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pengesahan Agenda .....	v
Halaman Persetujuan .....	vii
Halaman Pernyataan integritas .....	ix
Halaman Persetujuan Publikasi .....	xi
Ringkasan .....	xiii
Summary .....	xv
Kata Pengantar .....	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran .....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
1.6    Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Pengertian Pengelasan Secara Umum.....	7
2.1.1    Pengelasan Lebur ( <i>Fusion Welding</i> ) .....	7
2.1.2    Pengelasan Padat ( <i>Solid-State Welding</i> ).....	8
2.2    Pengelasan Gesek ( <i>Friction Welding</i> ).....	9
2.3 <i>Rotary Friction Welding</i> .....	10

2.4	Teknologi <i>Friction Welding</i> .....	12
2.4.1	<i>Direct Drive Friction Welding</i> .....	13
2.5	<i>Disimillar Friction Welding</i> .....	14
2.6	Kelebihan dan Kekurangan Friction Welding.....	15
2.6.1	Kelebihan.....	15
2.6.2	Kekurangan.....	16
2.7	Daerah Pengelasan .....	16
2.8	Baja Karbon Rendah .....	17
2.9	<i>Stainless Steel</i> .....	18
2.10	Intermetalik Fasa .....	19
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		21
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	21
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	23
3.3.1	Studi Literatur.....	23
3.4	Proses Pengelasan dan Persiapan Sample Uji .....	23
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan.....	23
3.4.2	Proses Pengelasan Gesek.....	24
3.4.3	Persiapan Sampel.....	26
3.5	Metode Pengujian.....	27
3.5.1	Pengujian XRD ( <i>X-ray diffraction</i> ) .....	27
3.5.2	Pengujian SEM ( <i>scanning Electron Microscope</i> ) dan EDS ( <i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i> ) .....	28
3.5.3	Pengujian Metalografi .....	29
3.5.4	Pengujian <i>Bending</i> .....	30
3.5.5	Pengujian Kekerasan dengan Metode <i>Vickers</i> .....	31
3.6	Analisa Hasil Pengujian .....	32
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	32
 BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Proses Pengelasan .....	33
4.2	Pengujian XRF .....	35
4.3	Pengujian XRD .....	37

4.4	Pengujian Metalografi .....	42
4.5	Pengujian SEM .....	45
4.6	Pengujian EDS .....	49
4.7	Pengujian Bending .....	52
4.8	Pengujian Kekerasan .....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		57
5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR RUJUKAN .....		xxix
LAMPIRAN .....		59



## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Proses pengelasan <i>rotary friction welding</i> .....	11
Gambar 2.2. Skema proses <i>direct drive welding</i> .....	13
Gambar 2.3. Grafik tahapan proses <i>direct drive friction welding</i> .....	14
Gambar 2.4. Daerah pengelasan pada <i>Friction Welding</i> .....	16
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2. Ukuran Benda Uji.....	25
Gambar 3.3. Mesin XRD Miniflex 600.....	28
Gambar 3.4. Mesin Uji SEM dan EDS .....	28
Gambar 3.5. Mikroskop Optik .....	29
Gambar 3.6. Mesin Uji <i>Bending</i> .....	30
Gambar 3.7. Alat Uji Vickers dan Jejak Indentor intan .....	31
Gambar 4.1. Hasil Facing Pada Permukaan Material .....	33
Gambar 4.2. Proses Pengelasan Gesek.....	34
Gambar 4.3. Proses Tekanan Tempa pada Proses Pengelasan Gesek.....	34
Gambar 4.4. Hasil Pengelasan Gesek ASTM A36–SS 201 .....	35
Gambar 4.5. ASTM A36 dan Stainless Steel 201 .....	36
Gambar 4.6. Spesimen Yang Dipakai Untuk Pengujian XRD .....	37
Gambar 4.7. Spekrum SS 201 VS ASTM A36 .....	37
Gambar 4.8. Spekrum Senyawa Fe Ni <sub>3</sub> (Awaruite).....	38
Gambar 4.9. Spekrum Senyawa Mo1.08 Ni2.92.....	39
Gambar 4.10. Spekrum Senyawa Cr0.053 Fe0.947 .....	40

Gambar 4.11. Spektrum Senyawa Cr (Chromium) .....	41
Gambar 4.12. Spesimen Uji Metalografi.....	42
Gambar 4.13. Pengamatan Mikro Pada Sambungan Las Perbesaran 50X.....	43
Gambar 4.14. Pengamatan Mikro Pada Sambungan Las Perbesaran 100X.....	43
Gambar 4.15. Pengamatan Mikro Pada Sambungan Las Perbesaran 200X.....	44
Gambar 4.16. Pengamatan Mikro Pada Sambungan Las Perbesaran 500X.....	44
Gambar 4.17. Pengamatan Mikro Pada Sambungan Las Perbesaran 1000X...	45
Gambar 4.18. Pengamatan SEM keseluruhan .....	46
Gambar 4.19. Pengamatan SEM pada perbesaran 18X.....	47
Gambar 4.20. Pengamatan SEM pada perbesaran 100X.....	47
Gambar 4.21. Pengamatan SEM pada perbesaran 500X.....	48
Gambar 4.22. Pengamatan SEM pada perbesaran 1000X.....	48
Gambar 4.23. Titik yang diambil pada sampel ASTM A36–SS 201 .....	49
Gambar 4.24. Hasil EDS pada Titik #1 ASTM A36–SS 201.....	50
Gambar 4.25. Hasil EDS pada Titik #2 ASTM A36–SS 201.....	51
Gambar 4.26. Hasil EDS pada Titik #3 ASTM A36–SS 201.....	52
Gambar 4.27. (a) Sebelum di Uji Bending dan (b) Setelah di Uji Bending .....	53
Gambar 4.28. Kekuatan Rata-Rata Pengujian Bending .....	54
Gambar 4.29. Titik-titik Identor Pada (a) Logam Induk ASTM A36, (b) Daerah HAZ dan Sambungan Lasan, (c) Logam Induk Stainless Steel 201.....	55
Gambar 4.30. Grafik nilai VHN Rata-rata ASTM A36-SS 201.....	55

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	22
Tabel 3.2 Tabel Parameter <i>Friction Welding</i> .....	26
Tabel 4.1. XRF ASTM A36 .....	36
Tabel 4.2. XRF SS 201.....	36
Tabel 4.3. Hasil Peak Utama Fe Ni3 .....	38
Tabel 4.4. Hasil Peak Utama Mo1.08 Ni2.92 .....	39
Tabel 4.5. Hasil Peak Utama Cr0.053 Fe0.947 .....	40
Tabel 4.6. Hasil Peak Utama Cr .....	41
Tabel 4.7. Hasil EDS pada Titik #1 ASTM A36–SS 201 .....	50
Tabel 4.8. Hasil EDS pada Titik #2 ASTM A36–SS 201 .....	51
Tabel 4.9. Hasil EDS pada Titik #3 ASTM A36–SS 201 .....	52
Tabel 4.10. Data Hasil Pengujian Bending .....	53
Tabel 4.11. Hasil pengujian bending.....	53



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I. Foto Kegiatan .....	61
Lampiran II. Perhitungan Pengujian <i>Bending</i> .....	61
Lampiran III. Perhitungan Pengujian Kekerasan .....	62



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman modern ini, pengelasan telah banyak diterapkan pada proses manufaktur. Di Indonesia sendiri, pengelasan sudah banyak dilakukan dengan berbagai macam jenis, antara lain *SMAW (Shield Metal Arc Welding)*, *Oxy Acetylene Welding* atau sering disebut sebagai las karbit, *Gas Tunsten Arc Welding (GTAW)* yang terdiri dari *Metal Innert Gas (MIG)* dan *Tungten Innert Gas (TIG)*. Tetapi ada proses pengelasan yang jarang dilakukan yaitu pengelasan gesek atau *friction welding*.

Metode pengelasan gesek (*friction welding*) adalah metode penyambungan dua buah logam material dengan menanfaatkan energi panas yang dihasilkan oleh gesekan. Ketika kedua permukaan benda kerja mengalami gesekan dengan gerak putar dibawah tekanan maka energi panas akan terbentuk dari energi mekanik pada permukaan benda kerja. Keuntungan dari pengelasan gesek ini yaitu menghemat material dan menghemat waktu untuk penyambungan dua buah material yang sama maupun berbeda. Parameter yang harus diperhatikan yaitu waktu gesekan, tekanan saat proses pengelasan, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan putar. (Santoyo et al., 2012).

Pengelasan dua buah material yang berbeda (*dissimilar metals*) dengan metode SMAW, GTAW maupun las karbit bisa dilakukan dengan tingkat kesulitan yang tinggi dan waktu yang lama. Walaupun proses penyambungan berhasil, pada proses penyambungan *dissimilar metals* energi yang dibutuhkan saat proses penyambungan sangatlah besar dan tidak sedikit material yang menjadi berubah sifat mekanisnya seperti mudah terkorosi karena besarnya energi panas yang dibutuhkan. Sedikitnya kemungkinan untuk penyambungan

dua buah logam yang berbeda (*dissimilar metals*) menjadikan metode *friction welding* jalan keluar dari penyambungan *dissimilar metals*.

Menurut Setiawan dan Santoso (2006), hasil dari penyambungan antara baja karbon rendah dan baja tahan karat (*stainless steel*) austenitic merupakan kombinasi dari kedua sifat-sifat material tersebut. Karena salah satu tujuan dari proses pengelasan adalah mengusahakan kekuatan sambungan las lebih tinggi daripada logam induknya atau minimal sama dengan kekuatan logam induknya. Sehingga, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil yang maksimal dari penyambungan material *stainless steel* 201 dan baja karbon rendah jenis ASTM A36 saat penyambungan menggunakan metode *friction welding* terhadap kekuatan lengkung, nilai kekerasan (*hardness*), dan struktur mikro. Dengan demikian penulis mengangkat dan membuat proposal penelitian skripsi yang berjudul: **“Analisis Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Pada Pengelasan Stainless Steel 201 Dengan Baja Karbon Rendah ASTM A36 Menggunakan Metode Friction Welding”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang, maka fokus rumusan masalah pada penelitian ini terarah pada hasil pengelasan, kekuatan lengkung, kekerasan serta struktur mikro pada sambungan las *stainless steel* 201 dan baja karbon rendah ASTM A36 yang menggunakan metode pengelasan gesek.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari pelebaran permasalahan, maka dibentuk batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Persiapan sampel hasil pengelasan gesek antara *stainless steel* 201 dan baja karbon rendah ASTM A36, Proses pengelasan dilakukan secara eksperimen dengan variasi kecepatan putaran dan durasi gesekan yang diberikan.
2. Pengujian kekerasan menggunakan metode *vickers* dimana indentor intan berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan yang berhadapan.
3. Pengujian tarik menggunakan alat uji tarik dimana alat memberikan beban gaya yang sesumbu.
4. Persiapan metalografi untuk melihat struktur mikro dan makro pada sampel hasil sambungan dengan pengamatan menggunakan mikroskop metallurgi. Sebelum pengamatan, sampel yang telah dipotong kemudian dilanjutkan beberapa proses yaitu *mounting*, pengamplasan, pemolesan, pengetsaan, pembersihan dan pengeringan.
5. Pengujian XRD (*X-ray Diffraction*) untuk meneliti struktur mikro seperti fasa kristal, butir-butir, ukuran butir, komposisi material, dan unsur yang ada pada sampel tersebut.
6. Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk meneliti bentuk dan ukuran dari partikel penyusun (morfologi), tekstur permukaan sampel (topografi), susunan atom penyusun sampel (kristalografi) dan tekstur permukaan sampel (topografi).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan utama pada penelitian ini yang hendak dicapai adalah:

1. Menganalisis sifat mekanik dan struktur mikro yang dihasilkan pada daerah sambungan las-an.
2. Mempelajari pengelasan gesek secara umum.

3. Untuk mempelajari proses penyambungan *stainless steel* 201 dan baja karbon rendah ASTM A36 dengan metode *friction welding*.
4. Membandingkan variasi parameter dari hasil sambungan *stainless steel* 201 dan baja karbon rendah ASTM A36 dengan metode *friction welding*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan ini sebagai berikut:

1. Mengetahui karakter fisik dan mekanik dari sampel hasil sambungan dengan melakukan analisis dan pengujian.
2. Untuk menambah wawasan kita tentang pengelasan dengan metode *friction welding*.
3. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin khususnya dan civitas akademika tentang hasil sambungan *friction welding* dengan variasi kecepatan putaran dan durasi gesekan yang diberikan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan konsep penulisan yang berurutan, sehingga sistematika penulisan secara garis besar didapatkan kerangka yang tersusun. Sistematika penulisan tersebut tergambar pada bab 1 sampai bab 5 yang saling berkaitan:

### 1. Bab 1

Pada bab ini terdapat pendahuluan yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan,

**2. Bab 2**

Pada bab ini berisikan dasar teori pengelasan, *friction welding*, *stainless steel* tipe 201 dan baja karbon rendah ASTM A36,

**3. Bab 3**

Pada bab ini berisikan metodologi yang membahas tentang proses pengelasan gesek antara *stainless steel* tipe 201 dan baja karbon rendah ASTM A36 berbentuk silinder pejal hingga pada hasil yang didapat.

**4. Bab 4**

Pada bab ini berisikan tentang pembahasan penelitian ini dan juga berisikan hasil yang didapat dari pengelasan gesek berupa komposisi kimia, struktur mikto, tegangan dan kekerasan pada sambungan pengelasan gesek antara *stainless steel* tipe 201 dengan baja karbon rendah ASTM A36

**5. Bab 5**

Pada bab ini berisikan beberapa kesimpulan dan saran berbentuk poin-poin penting dari pembahasan dan hasil yang dicapai.



## **DAFTAR RUJUKAN**

- Alves, E. P., Neto, F. P., An, C. Y. & da Silva, E. C., 2012. Experimental Determination of Temperature During Rotary Friction Welding of AA1050 Aluminum with AISI 304 Stainless Steel. *J. Aerops. Technol. Manag.*, Volume IV, pp. 61-67.
- Ambroziak, A. et al., 2014. Friction Welding of Aluminium and Aluminium Alloys with Steel. *Advances in Materials Science and Engineering*, pp. 1-15.
- ASM Hanbook, 1990. Properties and Selection: Iron Steels and High Performance Alloys. 1st ed. United Stated of America: ASM International.
- Baroto, B. T. & Sudargo, P. H., 2017. Pengaruh Arus Listrik dan Filler Pengelasan Logam Berbeda Baja Karbon Rendah (ST 37) Dengan Baja Tahan Karat (AISI 316L) Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. Prosiding SNATIF, Volume IV, pp. 637-642.
- Brockenbrough, R. L. & Merritt, S. F., 2006. *Structural Steel Designer's Handbook*. 4th ed. McGraw-Hill: McGraw-Hill Companies.
- Gunawan, Y., Endriatno, N. & Anggara, B. H., 2017. Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Kabon Rendah dan Baja Karbon Tinggi. *ENTHALPY-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, pp. 1-12.
- Irwansyah, 2015. Pengaruh Temperatur, Panjang Upset, dan Bentuk Flash Terhadap Kekuatan Tarik Pada Penyambungan Aluminium dengan Metode Las Gesek. *UG JURNAL*, IX(5), pp. 16-27.
- Nugroho, A. W., Suwanda, T. & Serena, S. A., 2016. Mikrostruktur dan Kekerasan Sambungan Pengelasan Gesek Disimilar Pipa Tembaga/Kuningan (Cu/cu-Zn). *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, XIX(1), pp. 68-74.
- Prasetyono, S. & Subianto, H., 2012. Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek dan Tekanan Tempa Terhadap Impact Strength Sambungan Lasan Gesek Langsung pada baja AISI 1045. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, I(1), pp. 1-5.
- Sanyoto, B. L., Husodo, N., Setyawati, S. B. & Mursid, M., 2012. Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, V(1), pp. 1-97.
- Seitovirta, M., 2013. *Handbook of Stainless Steel*. Espoo: Outokumpu.

- Setiawan, W. & Santoso, N., 2006. Pengelasan Dissimilar Metal Baja Karbon Rendah ST 37 dan Baja Austenitik SUS 304 (Tahan Karat) Pada Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanik. Forum Teknik, XXX(2), pp. 129-136.
- Setyowati, V. A. & Restu Widodo, W. E., 2017. Analisis Kekuatan Tarik Dan Karakteristik XRD Pada Material Stainless Steel Dengan Kadar Karbon Yang Berbeda. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, Volume V, pp. 57-62.
- Yilbas, B. S. & Sahin, A. Z., 2014. Friction Welding Thermal and Metallurgical Characteristics. New York Dordrecht London: Springer.