

**SKRIPSI**

**ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS  
PADA *ROTARY FRICTION WELDING STAINLESS STEEL*  
*TYPE AUSTENITIC 304* DAN ASTM A36**



**SEPTIAN ANDRI RIANTO  
03051381722075**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**SKRIPSI**

**ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT  
MEKANIS PADA *ROTARY FRICTION WELDING STAINLESS  
STEEL TYPE AUSTENITIC 304* DAN ASTM A36**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :  
SEPTIAN ANDRI RIAN TO  
03051381722075**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### **ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS PADA ROTARY FRICTION WELDING STAINLESS STEEL TYPE AUSTENITIC 304 DAN ASTM A36**

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**SEPTIAN ANDRI RIANTO**  
**03051381722075**

**Palembang, 26 Juli 2021**

**Diperiksa dan disetujui oleh :**

**Pembimbing Skripsi**



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

**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 : SEPTIAN ANDRI RIAN TO  
NIM : 03051381722075  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT  
MEKANIS PADA *ROTARY FRICTION*  
*WELDING STAINLESS STEEL TYPE*  
*AUSTENITIC 304 DAN ASTM A36.*  
DIBUAT PADA : JUNI 2020  
SELESAI PADA : JULI 2021

  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Palembang, 26 Juli 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “**ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS PADA *ROTARY FRICTION WELDING STAINLESS STEEL TYPE AUSTENITIC 304 DAN ASTM A36***” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juli 2021.

Palembang, 15 juli 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua

1. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19810630 200604 1 001

Anggota:

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

3. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 19770507 200112 1 001

(.....)  
(.....)  
(.....)

  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Palembang, 26 Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi

(.....)

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

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septian Andri Rianto

NIM : 0305151381722075

Judul : Analisis Mikrostruktur dan Sifat Mekanis pada *Rotary Friction Welding Stainless Steel Type Austenitic 304 dan Astm A36*

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 (Corresponding author).

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

Palembang, 26 Juli 2021



Septian Andri Rianto

NIM : 0305181722075

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septian Andri Rianto

NIM : 0305151381722075

Judul : Analisis Mikrostruktur dan Sifat Mekanis pada *Rotary Friction Welding Stainless Steel Type Austenitic 304 dan Astm A36*.

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

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



Palembang, 26 Juli 2021



Septian Andri Rianto

NIM : 03051381722075

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alakum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini

Skripsi yang berjudul “Analisis Mikrostruktur dan Sifat Mekanis pada *Rotary Friction Welding Stainless Steel Type Austenitic 304* dan ASTM A36”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Jamil Mj dan Ibu Adminah selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Skripsi dan selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen pengarah yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini ke depannya akan sangat membantu.



Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, 26 Juli 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Septian Andri Rianto', with a horizontal line drawn underneath it.

Septian Andri Rianto  
NIM : 03051381722075

## RINGKASAN

ANALISIS MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIS PADA *ROTARY FRICTION WELDING STAINLESS STEEL TYPE AUSTENITIC 304* DAN ASTM A36

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 26 Juli 2021

Septian Andri Rianto; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

xxvii + 54 Halaman, 5 Tabel, 41 Gambar, 3 Lampiran

## RINGKASAN

Dalam dunia industri penggunaan material logam merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan untuk memproduksi suatu produk mulai dari peralatan rumah tangga hingga konstruksi bangunan. Hal tersebut membuat penggunaan logam semakin meningkat serta perkembangan teknologi yang terus berkembang menyebabkan suatu industri dituntut mengikuti dari perkembangan tersebut agar tidak jauh tertinggal. Menanggapi hal tersebut banyak peneliti yang melakukan penelitian baru di dalam bidang tersebut untuk meningkatkan suatu kualitas serta menemukan metode-metode baru, salah satunya dalam bidang pengelasan. Pengelasan merupakan metode yang paling umum ditemukan pada proses penyambungan logam, tidak hanya untuk metode penyambungan, pengelasan juga dapat dilakukan untuk memperbaiki suatu benda dengan bahan utama logam. Dalam penelitian kali ini membahas tentang pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan gesek (*friction welding*). Metode pengelasan gesek dilakukan pada proses penyambungan baja yang tak sejenis (*dissimilar metal*), karena tidak dapat dilakukan pada pengelasan konvensional. Material yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu ASTM A36 dan *stainless steel 304*. Kedua material tersebut disambungkan menggunakan bantuan mesin bubut, dengan cara menggesekan kedua permukaan dari material untuk mendapatkan energi panas. Dalam proses penyambungan digunakan beberapa parameter kecepatan putar yaitu 700 rpm,

900 rpm, dan 1100 rpm untuk melihat perbedaan hasil sambungan, struktur mikro, dan sifat mekanis dari ketiga parameter tersebut. Setelah kedua material tersebut tersambung diberikan penekan selama 1 menit setelah mesin berhenti. kemudian dilakukan beberapa pengujian yaitu uji *bending*, uji SEM (*Scanning Electron Microscope*), dan uji metalografi. Pada pengujian *bending* satu dari tiga spesimen dengan parameter 700 rpm dapat menahan beban tekan hingga 124,7 kgf, karena pada kecepatan 700 rpm waktu gesek yang dilakukan relatif lebih lama dan membuat kedua material tersebut hampir mencapai titik lebur sehingga kedua material lebih menyatu. Pada pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) spesimen yang digunakan yaitu dengan variasi kecepatan 1100 rpm. Dari hasil yang didapatkan, sambungan terlihat cukup rapat dan menyatu tetapi setelah dilakukan perbesaran 500x hingga 1000x terdapat keretakan pada bagian sambungan. Dan unsur yang terkandung disekitar sambungan didominasi dengan *carbon* menandakan bahwa sambungan belum sempurna. Dari hasil pengujian metalografi dengan menggunakan cairan HNO<sub>3</sub> (5%) dan Alkohol 70% (95%) dan pengetsaan dengan metode *swab* didapati hasil pada 700 rpm terlihat *interface* antara SS dan A36. Pada 900 rpm mulai terbentuk *material flow* di beberapa bagian. Dan pada 1100 rpm struktur dari parameter ini mulai tercampur dengan terbentuknya beberapa *layer* antara SS dan A36. Dari hasil uji metalografi di atas kecepatan putar serta kualitas mesin sangat berpengaruh pada hasil sambungan, sifat mekanis, dan struktur mikro dalam metode pengelasan gesek (*friction welding*).

**Kata Kunci:** Pengelasan, *Rotary Friction Welding*, Mikrostruktur dan Sifat Mekanis, *Stainless Steel 304*, ASTM A36.

## SUMMARY

ANALYSIS OF MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES  
ON ROTARY FRICTION WELDING STAINLESS STEEL TYPE  
AUSTENITIC 304 AND ASTM A36

Scientific writing in the form of a thesis, 26 July 2021

Septian Andri Rianto; Supervised by Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

xxvii + 54 Pages, 5 Tables, 41 Image, 3 Appendices

## SUMMARY

In the industrial world, the use of metal materials is inseparable to produce a product ranging from household appliances to building construction. This makes the use of metal increasing and technological developments that continue to develop cause an industry to be required to follow from these developments so that they are not far behind. In response to this, many researchers are conducting new research in this field to improve quality and find new methods, one of which is in the field of welding. Welding is the most common method found in the metal joining process, not only for the joining method, welding can also be done to repair an object with metal as the main material. In this study discusses welding using the friction welding method. The friction welding method is carried out in the process of joining dissimilar steel, because it cannot be done in conventional welding. The materials used in this study are ASTM A36 and stainless steel 304. The two materials are connected using a lathe, by rubbing the two surfaces of the material to obtain heat energy. In the splicing process, several parameters of rotational speed are used, namely 700, rpm 900 rpm, and 1100 rpm to see the difference in connection results, microstructure, and mechanical properties of the three parameters. After the two materials are connected, pressure is applied for 1

minute after the machine stops. Then several tests are carried out, namely bending test, SEM (Scanning Electron Microscope) test, and metallographic test. In the bending test, one of three specimens with a parameter of 700 rpm can withstand a compressive load of up to 124,7 kgf, because at a speed of 700 rpm the friction time is relatively longer and makes the two materials almost reach the melting point so that the two materials are more united. In the SEM (Scanning Electron Microscope) test, the specimen used is with a speed variation of 1100 rpm. From the results obtained, the connection looks quite tight and united but after 500x to 1000x magnification there are cracks in the joint. And the elements contained around the connection are dominated by carbon indicating that the connection is not perfect. From the results of metallographic testing using liquid HNO<sub>3</sub> (5%) and 70% alcohol (95%) and etching using the swab method, it was found that at 700 rpm the interface between SS and A36 was seen. At 900 rpm, material flow begins to form in several parts. And at 1100 rpm the structure of this parameter begins to mix with the formation of several layers between SS and A36. From the results of the metallographic test above, the rotational speed and machine quality greatly affect the results of the connection, mechanical properties, and microstructure in the friction welding method.

**Keywords:** Welding, Rotary Friction Welding, Microstructure and Mechanical Properties, Stainless Steel 304, ASTM A36.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	iii
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Pengesahan Agenda .....	vii
Halaman Persetujuan.....	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	xi
Halaman Pernyataan Integritas.....	xiii
Kata Pengantar .....	xv
Ringkasan .....	xvii
Summary .....	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran .....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah .....	4
1.4    Tujuan Penelitian .....	4
1.5    Manfaat Penelitian .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1    Definisi Pengelasan.....	7
2.2    Pengelasan Gesek ( <i>friction welding</i> ).....	9
2.3    Pengelasan Fasa Padat ( <i>Solid State Welding</i> ) .....	10
2.4    Pengelasan Gesek Rotasi ( <i>Rotary Friction Welding</i> ) .....	11
2.5    Kekurangan dan Kelebihan <i>Friction Welding</i> .....	14
2.6    Metode <i>Friction Welding</i> .....	15
2.6.1    Proses <i>Direct Drive Welding</i> .....	17
2.6.2    Proses <i>Inertia Drive Welding</i> .....	18
2.7 <i>Friction Welding</i> Untuk Material Beda Jenis .....	19
2.8    Kombinasi Material Pada <i>Friction Welding</i> .....	21
2.9    Definisi <i>Stainless Steel</i> dan Paduannya .....	22

2.10	Definisi Baja Karbon dan Paduannya .....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		27
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	27
3.2	Studi Literatur .....	28
3.3	Persiapan Alat dan Bahan .....	28
3.3.1	Persiapan Alat.....	28
3.3.2	Persiapan Bahan .....	29
3.4	Proses Pengelasan Gesek ( <i>Friction Welding</i> ) .....	29
3.5	Pengujian.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Proses Pengelasan .....	33
4.2	Pengujian <i>Bending</i> (Lengkung).....	36
4.3	Pengujian SEM dan EDS .....	38
4.4	Pengujian Metalografi .....	44
4.4.1	Mikrostruktur Sambungan Las 700 RPM.....	45
4.4.2	Mikrostruktur Sambungan Las 900 RPM.....	47
4.4.3	Mikrostruktur Sambungan Las 1100 RPM.....	48
4.4.4	Mikrostruktur Logam Induk ASTM A36.....	50
4.4.5	Mikrostruktur Logam Induk <i>Stainless Steel</i> .....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		53
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran.....	54
Daftar Rujukan .....		55
Lampiran.....		57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Pengelasan Gesek Rotasi.....	12
Gambar 2 proses <i>Friction Welding</i> .....	16
Gambar 3 <i>Direct Drive Welding</i> .....	17
Gambar 4 Grafik <i>friction welding</i> .....	17
<i>Gambar 5 Inertia Drive Welding</i> .....	18
Gambar 6 Grafik <i>Inertia Drive Welding</i> .....	19
Gambar 7 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar 8 Skema dimensi spesimen .....	33
Gambar 9 (a) <i>Stainless Steel</i> 304 dan (b) ASTM A36 .....	34
Gambar 10 Posisi Spesimen Pada Mesin Bubut .....	34
Gambar 11 Proses <i>Rotary Friction Welding</i> .....	35
Gambar 12 Hasil Pengelasan Dengan Metode <i>Rotary Friction Welding</i> .....	36
Gambar 13 Proses Pengujian <i>bending</i> .....	37
Gambar 14 Grafik Rata-Rata Hasil Uji <i>Bending</i> .....	38
Gambar 15 Alat Pengujian SEM.....	39
Gambar 16 Spesimen Uji SEM .....	39
Gambar 17 Uji SEM perbesaran 100x .....	40
Gambar 18 Uji SEM perbesaran 500x .....	40
Gambar 19 Uji SEM perbesaran 1000x .....	41
Gambar 20 posisi Pengujian EDS .....	41
Gambar 21 Grafik Kandungan Pada Titik 1 .....	42
Gambar 22 Grafik Kandungan Pada Titik 2 .....	42
Gambar 23 Grafik Kandungan Pada Titik 3 .....	43
Gambar 24 Spesimen yang telah di mounting. ....	44
Gambar 25 Mikrostruktur sambungan las 700 rpm perbesaran 100x .....	45
Gambar 26 Mikrostruktur sambungan las 700 rpm perbesaran 200x .....	45
Gambar 27 Mikrostruktur sambungan las 700 rpm perbesaran 500x .....	46



Gambar 28 Mikrostruktur sambungan las 700 rpm perbesaran 1000x .....	46
Gambar 29 Mikrostruktur Sambungan Las 900 rpm Perbesaran 50x .....	47
Gambar 30 Mikrostruktur Sambungan Las 900 rpm Perbesaran 200x .....	47
Gambar 31 Mikrostruktur Sambungan Las 900 rpm Perbesaran 500x .....	48
Gambar 32 Mikrostruktur Sambungan Las 1100 rpm Perbesaran 50x .....	48
Gambar 33 Mikrostruktur Sambungan Las 1100 rpm Perbesaran 100x .....	49
Gambar 34 Mikrostruktur Sambungan Las 1100 rpm Perbesaran 200x .....	49
Gambar 35 Mikrostruktur Logam Induk A36 Perbesaran 200x .....	50
Gambar 36 Mikrostruktur Logam Induk <i>Stainless</i> Perbesaran 200x .....	50

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Hasil Pengujian <i>bending</i> .....	37
Tabel 2 Hasil Tegangan Lengkung Rangka .....	38
Tabel 3 Hasil pengujian EDS titik 1.....	42
Tabel 4 Hasil pengujian EDS titik 2.....	43
Tabel 5 Hasil pengujian EDS titik 3.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran Tabel 6 Kandungan XRF dari <i>Stainless steel</i> . .....	63
Lampiran Tabel 7 Kandungan XRF dari ASTM A36.....	63
Lampiran Gambar 37 Grafik Pengujian <i>Bending</i> .....	63
Lampiran Gambar 38 Grafik Pengujian <i>Bending</i> ASTM A36.....	64
Lampiran Gambar 39 Grafik Pengujian <i>Bending stainless steel</i> .....	64
Lampiran Gambar 40 Mesin Bubut.....	65
Lampiran Gambar 41 Mesin Gerinda.....	65

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peranan logam dalam perkembangan teknologi saat ini sangat penting. Logam merupakan bahan utama untuk memproduksi suatu produk dalam teknik industry, baik dari kebutuhan rumah tangga hingga kebutuhan kontruksi bangunan. Hal tersebut menyebabkan pemakaian bahan-bahan logam semakin meningkat. Seiring berjalannya perkembangan zaman yang disertai oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang pesat, terbentuklah era globalisasi dan keterbukaan yang menuntut setiap individu untuk ikut serta didalamnya, sehingga sumber daya manusia harus bisa menguasai IPTEK itu sendiri serta mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan di dunia nyata. Seperti halnya pengelasan, pengelasan merupakan bagian yang cukup penting dan tidak dapat terlepas dari perkembangan industri yang semakin lama terus meningkat, teknik pengelasan memiliki peranan yang utama di dalam bidang produksi benda dengan bahan utama logam atau perbaikan benda berbahan logam. Teknik pengelasan Hampir tidak mungkin terlepas pada pembangunan pabrik industri (Bakhori, 2017).

Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas dan dapat atau tidak menambahkan logam pengisi (*filler*). Pada proses penyambungan logam, posisi tertentu dilakukan untuk mengikuti perencanaan serta perancangan kontruksi yang akan disambungkan. Penggunaan teknik pengelasan sangat luas seperti halnya dalam sebuah kontruksi, yang meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Pengelasan bukan tujuan utama dari kontruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara,

pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya (Qomari *et al.*, 2015).

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin *modern* teknik pengelasan semakin banyak dengan berbagai metode yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan dalam proses penyambungan material. Metode pengelasan itu sendiri terdapat tiga jenis yaitu, pengelasan cair (*fusion welding*), pengelasan fasa padat (*solid state welding*), dan pematrian. Salah satu metode yang digunakan yaitu pengelasan gesek (*friction welding*), pengelasan ini termasuk kedalam pengelasan fasa padat. Pengelasan gesek dapat mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada pengelasan fasa cair yaitu tidak dapat menyambungkan material dengan jenis yang berbeda (*dissimilar metal*).

*Friction Welding* (las gesek) merupakan metode penyambungan dengan cara menggesekkan ke-dua permukaan benda kerja sampai mencapai sekitar 60-80% titik cair bahan. Pada proses pengelasan gesek, hanya satu benda kerja yang berputar, sedangkan benda kerja lainnya diam, sehingga gaya tersebut menghasilkan panas. Setelah temperatur sesuai pada pengelasan gesek, maka gaya tekan diberikan untuk penyambungan dari kedua benda kerja tersebut. Sedangkan parameter proses yang penting adalah waktu gesekan, tekanan gesekan, waktu tempa, tekanan tempa dan kecepatan putar. *Friction welding* (las gesek) adalah salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan dalam proses penyambungan dari sebuah material yang sulit dengan menggunakan *Fusion Welding* (pengelasan cair). Pengelasan jenis gesek ini tidak menggunakan bahan logam pengisi (*Filler*), hanya saja menggunakan mesin bubut untuk membantu suatu material tersebut berputar dan terjadi gesekan antara material lainnya. Dalam metode *Friction Welding* (las gesek) panas yang dihasilkan akan mengubah energi mekanik menjadi energi panas bidang benda kerja karena terjadinya gesekan selama berputar. Pada pengelasan gesek yang akan dilakukan yaitu menggunakan mesin bubut untuk proses

penyambungannya. Material yang akan disambungkan adalah *Stainless Steel Type Austenitic 304* dan ASTM A36 (Sanyoto *et al.*, 2013).

Pada bagian yang akan diteliti adalah menganalisis mikrostruktur dari hasil penyambungan yang terjadi terhadap pengaruh variasi kecepatan putaran gesek, dan kekuatan mekanis dari hasil sambungan yang telah terjadi dengan beberapa pengujian yang berjudul Analisis Mikrostruktur dan Sifat Mekanis pada *Rotary Friction Welding Stainless Steel Type Austenitic 304* dan ASTM A36.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dihadapi dalam penelitian ini berfokus pada penyambungan dua material yang berbeda jenis (*dissimilar metal*) yaitu pengelasan *Stainless Steel Type Austenitic 304* dan ASTM A36 menggunakan metode *Rotary Friction Welding* (las gesek rotasi). *Stainless Steel* dipilih karena memiliki kelebihan tahan terhadap lingkungan yang bersifat korosif dan permukaan yang mudah dibersihkan. Sedangkan baja karbon rendah dipilih karena dipakai dalam keperluan umum industri dan pembangunan. Dengan dipilihnya metode *Rotary Friction Welding* (las gesek rotasi) dapat mempermudah pekerjaan, menghemat banyak biaya, dan dapat digunakan untuk menyambung material berbeda jenis seperti baja karbon dan *stainless steel*. Penyambungan dari dua meterial tersebut akan diteliti tentang struktur mikro, kekerasan, dan kekuatan mekanis pada sambungan yang dihasilkan dari pengelasan gesek tersebut.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi pelebaran permasalahan yang dihadapi, maka batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Batasan masalah berfokus pada penyambungan antara kedua material yang berbeda yaitu, *Stainless Steel type Austenitic 304* dan *ASTM A36*.
2. Penyambungan kedua material yang berbeda dengan menggunakan metode *rotary friction welding* yang dimana penyambungan ini menggunakan panas yang dihasilkan dari adanya gesekan.
3. Penyambungan dilakukan menggunakan bantuan dari mesin bubut untuk menghasilkan gesekan. Sebagai pembanding dilakukan beberapa variasi dengan kecepatan putar yang berbeda, diantaranya 700 RPM, 900 RPM, dan 1100 RPM.
4. Menganalisis mikrostruktur dengan melakukan pengujian metalografi yang berguna untuk meneliti struktur makro dan mikro yang terdapat pada spesimen hasil sambungan dari pengelasan gesek melalui pengamatan memanfaatkan mikroskop metalurgi.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian kali ini yaitu :

1. Menyambungkan material yang berbeda yaitu, *Stainless Steel Type Austenitic 304* dan *ASTM A36* dengan metode *Rotary Friction Welding*.
2. Menganalisis hasil sambungan antara baja tahan karat (*Stainless Steel Type Austenitic*) dan *ASTM A36* dengan menggunakan metode *Rotary Friction Welding* (las gesek rotasi).
3. Menganalisis struktur mikro dan menganalisis sifat mekanis pada daerah sambungan las dengan melakukan uji *bending*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penulis dalam penulisan ini sebagai berikut:

1. Dapat menambah wawasan tentang penyambungan dengan metode gesekan (*friction welding*) yang memanfaatkan mesin bubut.
2. Dapat mengetahui karakteristik fisik, struktur mikro, dan kekuatan mekanis dari hasil sampel sambungan setelah dilakukan pengujian dan analisa.
3. Dapat memberikan kontribusi serta pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin khususnya dan civitas akademika mengenai hasil penyambungan *rotary friction welding* dengan perbedaan kecepatan putar dan durasi gesekan yang diberikan.



## DAFTAR RUJUKAN

- Alves, E. P. et al. (2012) "Experimental determination of temperature during rotary friction welding of AA1050 aluminum with AISI 304 stainless steel," *Journal of Aerospace Technology and Management*, 4(1), hal. 61–68. doi: 10.5028/jatm.2012.04013211.
- Arifin, J. (2017) "PENGARUH JENIS ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN SMAW BAJA ASTM A36," *Momentum*, 13(1), hal. 27–31.
- Bakhori, A. (2017) "Perbaikan Metode Pengelasan Smaw ( Shield Metal Arc Welding ) Pada Industri Kecil Di Kota Medan," *Perbaikan Metode Pengelasan Smaw ( Shield Metal Arc Welding ) Pada Industri Kecil Di Kota Medan*, 13(1), hal. 14–21.
- Fawaid, M., Ismail, R. dan Nugroho, S. (2012) "Karakteristik aisi 304 sebagai material friction welding," hal. 29–33.
- Febriyanto, N. (2018) "ANALISA SAMBUNGAN ALUMINIUM 5083 YANG DISAMBUNG MENGGUNAKAN METODE LAS GESEK."
- Husodo, N. et al. (2014) "Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) dalam Rangka Penyambungan Dua Buah Logam Baja Karbon St41 pada Produk Back Spring Pin," *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1), hal. 43–52.
- Iracheta, O., Bennett, C. J. dan Sun, W. (2015) "A sensitivity study of parameters affecting residual stress predictions in finite element modelling of the inertia friction welding process," *International Journal of Solids and Structures*. Elsevier Ltd, 71, hal. 180–193. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2015.06.018.
- Mariani, F. E. et al. (2016) "Heat treatment of precipitation-hardening stainless steels alloyed with niobium," *Materials Performance and Characterization*, 5(1), hal. 38–46. doi: 10.1520/MPC20150039.
- Masyurukan (2006) "PENELITIAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBON RENDAH AKIBAT PENGARUH PROSES PENGARBONAN DARI ARANG KAYU JATI," *Media mesin*, 7(C), hal. 40–47.
- Pitoyo, J., Kartikasari, R. dan Frandika, F. (2015) "Pengaruh Arus Dan Waktu Spot Welding Terhadap Ketahanan Korosi Sambungan Dissimilar Aisi 1003 Dengan Aisi 1025," *ReTII*, hal. 880–888.
- Prabowo, D. et al. (2019) "Rancang Bangun Prototype Mesin Friction Welding," *Bangun Rekaprima*, 5(1), hal. 13–20. doi: 10.32497/bangunrekaprima.v5i1.1405.

- Qomari, A. N. et al. (2015) "Pengelasan Terhadap Kekerasan Hasil Las Pada Baja," *Jurnal Teknik Mesin*, TAHUN 23,(2), hal. 1–8.
- Sanyoto, B. L. et al. (2013) "Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah," *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), hal. 51–60.
- Shubhavardhan, R. dan Surendran, S. (2012) "Friction Welding to Join Dissimilar Metals," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(7), hal. 200–210.
- Siswanto, R. (2018) "Teknologi pengelasan (hmkb791)," *Jurnal Teknik*, hal. 39–71.
- Sumarji (2011) "Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan Ph," *Jurnal ROTOR*, 4(1), hal. 1–8.
- Tiwan, MT. Aan Ardian, M. (2005) "Penyambungan Baja AISI 1040 Batang Silinder Pejal dengan Friction Welding," *Pengayakan*, (37), hal. 1–4.
- Vihardi, H. R. (2019) "Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur pada Pengelasan Stainless Steel Dengan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode Friction welding."