

SKRIPSI
ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR PADA
PENGELASAN *STAINLESS STEEL* DENGAN BAJA KARBON RENDAH
MENGGUNAKAN METODE *FRICTION WELDING*

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



Habib Raihan Vihardi

03051281520080

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur pada Pengelasan *Stainless Steel* dengan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode *Friction Welding*.

SKRIPSI

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

Oleh:

Habib Raihan Vihardi

03051281520080

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yans, ST, M.Eng, Ph.D

NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Januari 2019

Dosen Pembimbing

Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

NIP. 19790927 200312 1 004

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

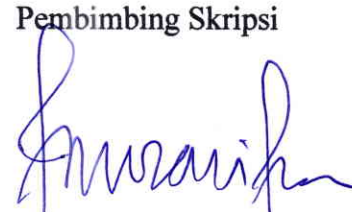
**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : HABIB RAIHAN VIHARDI
NIM : 03051281520080
JUDUL : ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR
PADA PENGELASAN *STAINLESS STEEL* DENGAN BAJA
KARBON RENDAH MENGGUNAKAN METODE
FRICTION WELDING.
DIBERIKAN : AGUSTUS 2018
SELESAI : JANUARI 2019**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yarni, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19171225 199702 1 001

Palembang, Januari 2019
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 ini dengan Judul “**Analisis Sifat Mekanik Mikrostruktur Pada Pengelasan *Stainless Steel* Dengan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode *Friction Welding***” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 12 Januari 2019.

Palembang, Januari 2019

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi

Ketua Penguji :

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

()

Anggota :

2. Ir. Fusito HY, M.T
NIP. 195709101991021001
3. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Dosen Pembimbing

()

Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.197909272003121004

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Habib Raihan Vihardi

NIM : 03051281520080

Judul : Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur pada Pengelasan *Stainless Steel* dengan Baja Karbon Rendah 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 (Corresponding author).

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

Palembang, Januari 2019



Habib Raihan Vihardi

NIM. 03051281520080

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Habib Raihan Vihardi

NIM : 03051281520080

Judul : Analisis Sifat Mekanik dan Mikrostruktur pada Pengelasan *Stainless Steel* dengan Baja Karbon Rendah 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, Januari 2019

Habib Raihan Vihardi

NIM. 03051281520080

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan karunia-NYA lah penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini, yang mana ini adalah salah satu syarat untuk mengikuti siding akhir di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dengan judul **“Analisa Sifat Mekanik dan Mikrostruktur pada Pengelasan *Stainless Steel* dengan Baja Karbon Rendah Menggunakan Metode *Friction Welding*”**.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan Terima Kasih kepada Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberi bimbingan selama dalam penulisan proposal skripsi ini. Dan tak lupa pula juga penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, baik itu berupa tenaga ataupun pikirannya. Penulis mengucapkan terima kasih tak terhingga kepada :

1. Bapak Budi Hartono dan Ibu Dewi Novi Santy sebagai kedua orang tua yang telah merawat, mendidik, serta selalu memberikan do'a, dukungan, dan motivasi sehingga semuanya berjalan lancar.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi penulis yang telah memberikan banyak sekali arahan, bantuan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Gunawan, S.T., M.T. selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membina penulis selama kuliah.
6. Bapak Prof. Riman Sipahutar, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan wawasan dan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya angkatan 2015.
9. Para Karyawan dan Staff Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang sangat membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih sangat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun agar nanti dapat menjadi yang lebih baik lagi.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Wassalamu 'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, Januari 2019



Habib Raihan Vihardi

RINGKASAN

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

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 12 Januari 2019

Habib Raihan Vihardi; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

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

xxvii + 59 halaman, 11 tabel, 45 gambar, 2 lampiran

RINGKASAN

Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industri dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan industri, karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Terdapat 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 logam pengisi (*filler*), tidak ada listrik atau sumber energi lain yang digunakan hanya menggunakan metode tekanan dan hasil gesekan yang terjadi antara dua benda kerja. Pengelasan gesek yang akan dilakukan kali ini memanfaatkan mesin bubut dalam proses penyambungannya dengan variasi kecepatan putaran mesin 1325 RPM, 1000 RPM, dan 700 RPM. Material yang akan disambung adalah *stainless steel* dengan baja karbon rendah. Material ini dipilih karena dinilai kedua material ini banyak digunakan di dunia industri maupun keperluan umum sehari-hari. Dikarenakan harga *stainless steel* yang relatif lebih mahal, maka dari itu diharapkan dengan adanya bahan dari sambungan kedua material ini bisa menjadi salah satu alternatif bagi pengguna untuk mendapatkan kekuatan yang sama dan harga yang lebih murah. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pengujian, yaitu Pengujian

Bending, Pengujian Kekerasan, Pengujian Metallografi, SEM, EDS, XRD, XRF. Setelah pengujian-pengujian ini akan didapatkan kekuatan sambungan, kekerasan, struktur mikro, dan komposisi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginvestigasi hasil dari proses penyambungan antara *stainless steel* dengan baja karbon rendah menggunakan metode *friction welding*. Dari hasil sambungan ini terdapat fasa baru, salah satunya Fe Ni (Tetrataenite).

Kata Kunci: Pengelasan Gesek, Sifat Mekanik dan Mikrostruktur, Stainless Steel, Baja Karbon Rendah

SUMMARY

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

Scientific Writing in the form of Thesis, January 12, 2019

Habib Raihan Vihardi; Supervised by Amir Arifin, S.T., M. Eng., Ph.D

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

xxvii + 59 pages, 11 tables, 45 images, 2 attachments

SUMMARY

Welding is an important process in the industrial world and is an integral part of industrial growth, because it plays a major role in the engineering and repair of metal production. There are various methods for connecting material. One of them is friction welding, which is one of the solutions to solving the problem of metal splicing that is difficult to do with fusion welding. This welding includes the type of solid state welding that does not use filler metal, there is no electricity or other energy sources used only using the pressure method and the result of friction that occurs between the two workpieces. Friction welding will be carried out this time using a lathe in the connection process with variations in engine rotation speed of 1325 RPM, 1000 RPM, and 700 RPM. The material to be joined is stainless steel with low carbon steel. This material was chosen because it is considered that these two materials are widely used in the industrial world as well as everyday general needs. Due to the relatively more expensive price of stainless steel, it is expected that with the material from the connection of these two materials it can be an alternative for users to get the same strength and lower prices. This research was conducted with several tests, namely Bending Testing, Hardness Testing, Metallographic Testing, SEM, EDS, XRD, XRF. After these tests will be obtained connection strength, hardness, microstructure, and composition. The purpose of this

study was to investigate the results of the connection process between stainless steel and low carbon steel using the friction welding method. From the results of this connection there is a new phase, one of which is Fe Ni (Tetrataenite).

Keywords: Friction Welding, Mechanical and Microstructure Properties, Stainless Steel, Low Carbon Steel

DAFTAR ISI

	Halaman
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.....	xxi
Daftar Tabel.....	xxiii
Daftar Lampiran	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Pengelasan	7
2.2 Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>).....	9
2.3 Pengelasan Tekan (<i>Solid State Welding</i>).....	9
2.4 Pengelasan Gesek Rotasi (<i>Rotary Friction Welding</i>).....	10
2.5 Kekurangan dan Kelebihan <i>Friction Welding</i>	13

2.6	Metode <i>Friction Welding</i>	13
2.6.1	Proses <i>Direct Drive Welding</i>	15
2.6.2	Proses <i>Inertia Drive Welding</i>	17
2.7	<i>Friction Welding</i> Untuk Material Yang Berbeda (<i>Dissimilar Metals</i>). 18	
2.8	Kombinasi Material Pada <i>Friction Welding</i>	19
2.9	Definisi <i>Stainless Steel</i> dan Paduannya.	19
2.10	Definisi Baja Karbon dan Paduannya.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2	Waktu Penelitian	26
3.3	Studi Literatur.....	26
3.4	Persiapan Alat dan Bahan.....	26
3.4.1	Persiapan Alat.....	26
3.4.2	Persiapan Bahan.....	27
3.5	Proses Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>).....	27
3.6	Pengujian.	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengujian Komposisi Kimia (XRF)	33
4.2	Proses Pengelasan.....	34
4.3	Pengujian Bending.....	37
4.4	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	39
4.5	Pengujian XRD.....	41
4.6	Pengujian SEM.....	47
4.7	Pengujian EDS.....	49
4.8	Pengujian Metallografi	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran	59
Daftar Pustaka.....		xxv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengelasan gesek rotasi	11
Gambar 2.2 Proses pengelasan gesek	14
Gambar 2.3 <i>Direct drive welding</i>	15
Gambar 2.4 Grafik <i>friction welding</i>	16
Gambar 2.5 <i>Inertia drive welding</i>	17
Gambar 2.6 Grafik <i>inertia drive welding</i>	17
Gambar 2.7 Syarat komposisi kimia dari baja ASTM A36.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Skema pengujian tarik	28
Gambar 3.3 Mikro <i>Vickers hardness tester</i>	29
Gambar 4.1 (a) Niton XL5 XRF Analyzer dan (b) Proses XRF	33
Gambar 4.2 (a) Stainless Steel 316 dan (b) ASTM A36	35
Gambar 4.3 Gambar teknik spesimen.....	35
Gambar 4.4 Proses penyambungan spesimen.....	36
Gambar 4.5 Proses pengelasan gesek	36
Gambar 4.6 Hasil pengelasan gesek dengan 1000 Rpm.....	37
Gambar 4.7 (a) Sebelum Uji Bending dan (b) Sesudah Uji Bending.....	37
Gambar 4.8 Grafik rata-rata hasil uji bending	38
Gambar 4.9 Alat Uji Vickers.....	39
Gambar 4.10 Spesimen setelah di uji kekerasan (Vickers)	40
Gambar 4.11 Grafik nilai rata-rata kekerasan Vickers	40
Gambar 4.12 Spesimen untuk uji XRD	41

Gambar 4.13 Alat uji XRD MiniFlex600	42
Gambar 4.14 Spektrum SS316 Vs ASTM A36.....	42
Gambar 4.15 Spektrum senyawa Cr _{0.053} Fe _{0.947}	43
Gambar 4.16 Spektrum senyawa Fe Ni (Tetrataenite)	44
Gambar 4.17 Spektrum senyawa Fe _{0.95} Mn _{0.05}	45
Gambar 4.18 Spektrum senyawa Fe _{0.3} Mn _{0.7}	46
Gambar 4.19 Alat Uji SEM	47
Gambar 4.20 Spesimen Uji SEM.....	47
Gambar 4.21 Pengamatan SEM pada perbesaran 100x.....	48
Gambar 4.22 Pengamatan SEM pada perbesaran 500x.....	48
Gambar 4.23 Pengamatan SEM pada perbesaran 1000x.....	49
Gambar 4.24 Titik yang diambil pada pengujian EDS.....	49
Gambar 4.25 Hasil Uji EDS pada titik 1	50
Gambar 4.26 Hasil Uji EDS pada titik 2	51
Gambar 4.27 Hasil Uji EDS pada titik 3	52
Gambar 4.28 Mikrostruktur daerah las perbesaran 50x.....	53
Gambar 4.29 Mikrostruktur daerah las perbesaran 100x.....	53
Gambar 4.30 Mikrostruktur daerah las perbesaran 500x.....	54
Gambar 4.31 Mikrostruktur daerah las perbesaran 1000x.....	54
Gambar 4.32 Mikrostruktur pada sisi BKR (100x)	55
Gambar 4.33 Mikrostruktur pada sisi BKR (200x)	55
Gambar 4.34 Mikrostruktur pada daerah las (100x).....	56
Gambar 4.35 Mikrostruktur pada daerah las (200x).....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian.....	26
Tabel 4.1 Komposisi Stainless Steel 316.....	34
Tabel 4.2 Komposisi A36.....	34
Tabel 4.3 Hasil pengujian bending pada sambungan.....	38
Tabel 4.4 Hasil <i>peak</i> utama Cr _{0.053} Fe _{0.947}	43
Tabel 4.5 Hasil <i>peak</i> utama Fe Ni (Tetrataenite).....	44
Tabel 4.6 Hasil <i>peak</i> utama Fe _{0.95} Mn _{0.05}	45
Tabel 4.7 Hasil <i>peak</i> utama Fe _{0.3} Mn _{0.7}	46
Tabel 4.8 Hasil uji EDS pada titik 1	50
Tabel 4.9 Hasil uji EDS pada titik 2	51
Tabel 4.10 Hasil uji EDS pada titik 3	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungsn Pengujian Kekerasan.....	60
Lampiran 2. Pengolahan Data Pengujian Bending	74

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industri dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan industri, karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Pengelasan adalah proses penyambungan setempat antara dua bagian logam atau lebih dengan memanfaatkan energi panas. Pengelasan merupakan teknik penyambungan logam yang dipergunakan secara luas, seperti pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Untuk penyambungan dua buah material itu biasanya kita menggunakan teknik pengelasan. Teknik pengelasan ini termasuk dalam salah satu mata kuliah di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi pengelasan telah mengalami perkembangan dengan pesat.

Terdapat berbagai metode untuk mengatasi permasalahan dalam proses 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 logam pengisi (*filler*), tidak ada listrik atau sumber energi lain yang digunakan hanya menggunakan metode tekanan dan hasil gesekan yang terjadi antara dua benda kerja. Dalam metode ini panas dihasilkan dari perubahan energi mekanik kedalam energi panas pada bidang *interface* benda kerja karena adanya gesekan selama gerak putar dibawah tekanan. Pada dasarnya terdapat beberapa parameter penting dalam proses pengelasan gesek (*friction welding*) meliputi durasi gesekan (*friction time*), kecepatan putaran (*rotational speed*), dan tekanan aksial (*friction axial pressure*).

Dewasa ini, kendala ataupun kekurangan yang ditemukan dalam pengelasan cair atau las busur listrik adalah ketebalan material yang akan di las relatif kecil dan penyambungan silinder yang besar mengalami kesulitan karena harus dilakukan secara bertahap agar lapisan logam mengisi sempurna. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode *friction welding*. Terdapat beberapa kelebihan *friction welding*, salah satunya tidak memerlukan bahan pengisi (*filler*), jadi seluruh permukaan dapat menyatu dengan baik. Selain itu metode *friction welding* juga dapat digunakan untuk material yang tidak sejenis (*dissimilar metals*). Contoh dari jenis sambungan ini yaitu kombinasi material yang memiliki titik leleh yang sangat berbeda dan kombinasi *dissimilar metals* yang memiliki fasa yang tidak cocok ketika menggunakan metode pengelasan cair.

Pengelasan gesek yang akan dilakukan kali ini memanfaatkan mesin bubut dalam proses penyambungannya. Material yang akan disambung adalah *stainless steel* dengan baja karbon rendah. Material ini dipilih karena dinilai kedua material ini banyak digunakan di dunia industri maupun keperluan umum sehari-hari. Dikarenakan harga *stainless steel* yang relatif lebih mahal, maka dari itu diharapkan dengan adanya bahan dari sambungan kedua material ini bisa menjadi salah satu alternatif bagi pengguna untuk mendapatkan kekuatan yang sama dan harga yang lebih murah.

Pada bagian yang akan diteliti adalah hasil lasan yaitu kekuatan sambungan akibat pengaruh variasi kecepatan putaran gesekan, sehingga dapat diketahui bagaimana perubahan yang terjadi pada kekuatan sambungan hasil *friction welding*. Variasi kecepatan putaran gesekan mengakibatkan panas yang terjadi berbeda dan ini sangat mempengaruhi kualitas sambungan. Variasi kecepatan putaran pada mesin bubut yang akan digunakan adalah 700 RPM, 1000 RPM, dan 1325 RPM. Sampel yang dihasilkan akan diuji dengan berbagai pengujian, yang meliputi uji kekerasan vickers pada daerah sambungan, uji bending, analisa mengenai perubahan struktur mikro yang terjadi karena panas yang ditimbulkan akan berbeda karena perbedaan kecepatan putaran gesekan. Pengujian metalografi, SEM, dan XRD dilakukan untuk mengamati perubahan struktur mikro.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini berfokus pada penyambungan dua material yang berbeda (*dissimilar metals*), yaitu pengelasan *stainless steel* dengan baja karbon rendah menggunakan metode las gesek. *Stainless steel* dipilih karena banyak digunakan di berbagai industri dan memiliki sifat ketahanan terhadap korosi yang baik. Sedangkan baja karbon rendah sendiri dipilih karena sering dipakai untuk pembuatan keperluan umum dalam pembangunan. Dengan adanya *friction welding* ini, diharapkan kedua material tersebut dapat disatukan untuk mendapatkan material yang lebih baik dan hemat biaya. Penyambungan material itu akan diteliti tentang struktur, kekuatan, dan kekerasan yang dihasilkannya.

1.3 Batasan Masalah

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

1. Metode penyambungan yang dilakukan menggunakan metode las gesek yang memanfaatkan mesin bubut.
2. Melakukan pengujian metalografi untuk melihat struktur mikro dan makro pada salah satu sampel hasil sambungan dengan pengamatan menggunakan mikroskop metalurgi. Sebelum pengamatan, sampel yang telah dipotong kemudian dilanjutkan beberapa proses yaitu *mounting*, pengamplasan, pemolesan, pengetsaan, pembersihan dan pengeringan.

3. Melakukan pengujian XRD (*X-ray Diffraction*) pada salah satu sampel untuk meneliti struktur mikro seperti fasa kristal, butir-butir, ukuran butir, komposisi material, dan unsur yang ada pada sampel tersebut.
4. Melakukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada salah satu sampel untuk meneliti tekstur permukaan sampel (*topografi*), bentuk dan ukuran dari partikel penyusun (*morfologi*), data kuantitatif unsur dan senyawa (komposisi) dan susunan atom penyusun sampel (*kristalografi*).
5. Melakukan pengujian kekerasan menggunakan metode vickers dimana indenter intan bebedentuk piramida dengan alas segi empat dan penekanan oleh indenter dilakukan di beberapa titik pada permukaan sampel.
6. Melakukan pengujian bending pada benda uji untuk mengukur kekuatan dari hasil sambungan lasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis hasil penyambungan antara baja karbon rendah dengan baja tahan karat (*stainless steel*) dengan metode *friction welding*.
2. Menganalisis struktur mikro, kekuatan, dan kekerasan yang dihasilkan pada daerah sambungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan ini sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang pengelasan dengan metode *friction welding* memanfaatkan mesin bubut.
2. Mengetahui karakteristik fisik dan mekanik dari sampel hasil sambungan setelah melakukan analisa dan pengujian.
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 proposal skripsi ini dilakukan dengan menggunakan sistematika untuk membuat konsep penulisan yang berurutan, sehingga di dapat kerangka secara garis besar. Adapun sistematika penulisan tersebut digambarkan dalam bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain:

Bab 1

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penulisan serta sistematika penulisan,

Bab 2

Berisikan dasar teori yang berhubungan dengan penelitian ini,

Bab 3

Berisikan metodologi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, H., 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fawaid, M., Ismail, R., Jamari & Nugroho, S., 2012. Karakteristik AISI 304 Sebagai Material Friction Welding. *Prosiding SNST*, Volume 3, pp. 29-33.
- Haryanto, P., Ismail, R., Jamari & Nugroho, S., 2011. Pengaruh Gaya Tekan, Kecepatan Putar dan Waktu Kontak pada Pengelasan Gesek Baja ST60 Terhadap Kualitas Sambungan Las. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi* , Volume 2, pp. 88-93.
- Husodo, N., Sanyoto, B. L., Setyawati, S. B. & Mursid, M., 2013. 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), pp. 1-94.
- Laksono, H. W. & Sugiyanto, 2014. Analisa Hasil Pengelasan Gesek pada Sambungan Sama Jenis Baja ST 60, Sama Jenis AISI 201, dan Beda Jenis Baja ST 60 dengan AISI 201. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 2(1), pp. 46-53.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M. & Darminto, 2012. Uji XRD dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO₃ DAN SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* , 2(1), pp. 20-29.
- Satoto, I., 2002. *Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Dan Struktur Makro Lasan Stainless Steel Dengan Las Gesek (Friction Welding)*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah.
- Setyowati, V. A. & Widodo, E. W. R., 2017. Analisis Kekuatan Tarik dan Karakteristik XRD pada Material Stainless Steel dengan Kadar Karbon yang Berbeda. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* , Volume 5, pp. 57-62.

Supriyanto & Bowo, Y. A., 2012. Kajian Pengaruh Tempering Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pengelasan Stainless Steel. *JURNAL TEKNIK* , 2(1), pp. 42-53.