

SKRIPSI

**PENGARUH KECEPATAN PUTARAN DAN *POST WELD
HEAT TREATMENT* TERHADAP KEKUATAN
SAMBUNGAN LAS PADA *ROTARY FRICTION WELDING***



EGO SYAH PUTRA

03051381722093

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

SKRIPSI

PENGARUH KECEPATAN PUTARAN DAN *POST WELD HEAT TREATMENT* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA *ROTARY FRICTION WELDING*

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



Oleh:

EGO SYAH PUTRA

03051381722093

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

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KECEPATAN PUTARAN DAN *POST WELD HEAT TREATMENT* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA *ROTARY FRICTION WELDING*

SKRIPSI

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

Oleh:

**EGO SYAH PUTRA
03051381722093**

Palembang, Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Amir Arifin'.

**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 : EGO SYAH PUTRA
NIM : 03051381722093
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH KECEPATAN PUTARAN DAN
POST WELD HEAT TREATMENT TERHADAP
KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA
ROTARY FRICTION WELDING.
DIBUAT PADA : JUNI 2020
SELESAI PADA : JULI 2021

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "**Pengaruh Kecepatan Putaran dan Post Weld Heat Treatment Terhadap Kekuatan Sambungan Las Pada Rotary Friction Welding**" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Juli 2021.

Palembang, 26 Juli 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua

1. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D

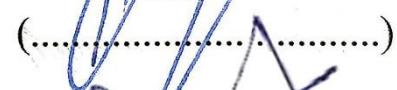
NIP. 19810630 200604 1 001



Anggota:

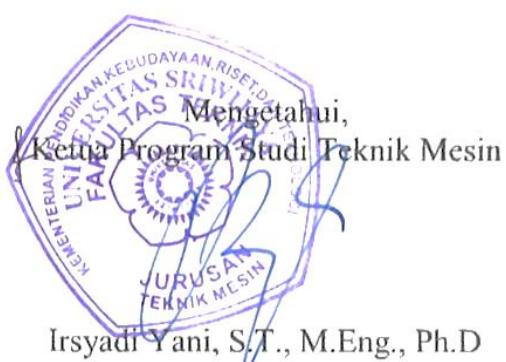
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D

NIP. 19711225 199702 1 001



3. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19770507 200112 1 001



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 : Ego Syah Putra

NIM : 03051381722093

Judul : Pengaruh Kecepatan Putaran dan *Post Weld Heat Treatment* Terhadap Kekuatan Sambungan Las Pada *Rotary 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, 26 Juli 2021



Ego Syah Putra

NIM. 03051381722093

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ego Syah Putra

NIM : 0305151381722093

Judul : Pengaruh Kecepatan Putaran dan *Post Weld Heat Treatment* Terhadap Kekuatan Sambungan Las Pada *Rotary Friction Welding*

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



Palembang, 26 Juli 2021



Ego Syah Putra

NIM. 0305151381722093

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah 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: “Pengaruh Kecepatan Putaran dan *Post Weld Heat Treatment* Terhadap Kekuatan Sambungan Las Pada *Rotary Friction Welding*”.

Selesainya skripsi ini, tidak lepas dari bantuan dan kerjasama beberapa pihak. Oleh karena itu penulis ucapan 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. Bapak Indratno dan Ibu Rita Kemala sebagai kedua orang tua yang telah mendidik serta memberikan dukungan dan do'a restunya,
2. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi penulis dan sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini,
3. Bapak Gunawan, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Pembimbing Skripsi II,
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
5. Bapak Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik,
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin atas ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik studi akademik maupun studi teladan.

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

Palembang, 26 Juli 2021



Ego Syah Putra

NIM. 03051381722093

RINGKASAN

PENGARUH KECEPATAN PUTARAN DAN *POST WELD HEAT TREATMENT*
TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA *ROTARY FRICTION*
WELDING

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 26 Juli 2021

Ego Syah Putra; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

xxix + 52 Halaman, 9 Tabel, 42 Gambar, 3 Lampiran

RINGKASAN

Proses pengelasan secara umum adalah menyambungkan dua atau lebih logam yang dilakukan dengan memanaskan material yang akan disambung hingga temperatur las yang dilakukan dengan cara tekanan (*pressure*), dan tanpa menggunakan logam pengisi (*filler*). Salah satu pengelasan yang tidak menggunakan logam pengisi (*filler*) adalah las gesek (*friction welding*) yang merupakan teknik pengelasan dengan memanfaatkan panas yang ditimbulkan akibat gesekan, dimana dua benda kerja yang akan disambung ditempatkan dalam kontak dan diatur gerakan relatif dalam tekanan, gesekan pada kedua permukaan kontak dilakukan secara kontinu sehingga panas yang ditimbulkan oleh gesekan akan terus meningkat. Pengelasan gesek yang akan dilakukan pada penelitian kali ini dengan bantuan mesin bubut konvensional dengan variasi kecepatan putaran dari mesin yaitu 700 rpm, 900 rpm, 1100 rpm untuk melihat perbedaan hasil sambungan, struktur mikro, dan sifat mekanis dari ketiga parameter tersebut. Material yang akan digunakan adalah *stainless steel* 304 dengan HSLA AISI 4340. Tujuan dari proses pengelasan dari kedua material ini adalah untuk menghasilkan komponen sambungan las yang lebih tinggi atau minimal setara dengan logam induknya sehingga dapat memenuhi kebutuhan perkembangan industrial. Namun bila bahan ini digunakan untuk proses perlakuan panas, seperti peneglasan, maka akan terjadi perubahan struktur mikro

karna efek siklus pemanasan dan pendinginan tidak merata yang dapat menurunkan ketahanan korosi. Salah satu cara meminimalisir laju korosi pada material las adalah melakukan *post weld heat treatment* pada hasil pengelasan yang bertujuan untuk merubah susunan metalurgi yang terbentuk pada hasil pengelasan serta masalah dalam pengelasan yang bisa terjadinya tegangan sisa dan kekerasan berlebih sehingga dapat menurunkan ketangguhan las. Proses *post weld heat treatment* dilakukan dengan temperature pemansan 900°C dengan waktu penahanan 30 menit di dalam oven pemanas lalu dilakukan *quenching* dalam waktu kurang dari 6 detik pada media pendinginan oli. Kemudian dilakukan pengujian mekanis seperti pengujian XRF, Bending, Metallografi, SEM. Dimana hasil *bending* yang diperoleh dengan kecepatan putaran mesin bubut 700 rpm menghasilkan kekuatan menahan beban tekan sebesar 122.3 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 menyatu. Dari hasil pengujian metalografi dilakukan pengetsaan dengan menggunakan cairan korosif menggunakan campuran HNO₃ (5 ml) dan alkohol 70% (95 ml) untuk sambungan baja karbon medium, sementara untuk etsa *stainless steel* menggunakan campuran HCL (25 ml), HNO₃ (25 ml) dan Air (10 ml) dan pengetsaan dengan metode *swab* didapati hasil pada parameter 700 rpm dan 900 rpm memiliki bentuk *material flow* yang berlapis lapis dan pada 1100 rpm struktur dari parameter ini mulai tercampur dengan terbentuknya beberapa *layer* antara SS 304 dan HSLA 4340. Pada pengujian SEM material yang digunakan yaitu variasi kecepatan 1100 rpm. Dari hasil yang dilihat terdapat keretakan pada permukaan sambungan yang membuatnya tidak menyambung dengan sempurna. Dan unsur yang terkandung disekitar sambungan didominasi dengan unsur *carbon* menandakan bahwa sambungan belum sempurna. Dari hal ini dapat disimpulkan kecepatan putar serta kualitas mesin sangat berpengaruh pada hasil sambungan, sifat mekanis dan struktur mikro dalam metode pengelasan gesek.

Kata Kunci: Pengelasan Gesek, *Post Weld Heat Treatment*, Sifat Mekanik dan Mikrostruktur, *Stainless Steel* 304, HSLA AISI 4340.

SUMMARY

THE EFFECT OF SPEED ROTATION AND POST WELD HEAT TREATMENT
TO THE STRENGTH OF WELD JOINT IN ROTARY FRICTION WELDING
Scientific Writing in the form of Thesis, 26 July 2021

Syah Putra, Ego ; Supervised by Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

xxix + 52 Pages, 9 Tables, 42 Images, 3 Appendices

SUMMARY

The welding process in general is to connect two or more metals which is done by heating the material to be joined to the welding temperature by means of pressure, and without the use of filler metal. One of the welding that does not use filler metal is friction welding which is a welding technique by utilizing the heat generated due to friction, where the two workpieces to be joined are placed in contact and the relative motion is regulated under pressure, friction on both sides. The contact surface is carried out continuously so that the heat generated by friction will continue to increase. Friction welding that will be carried out in this study with the help of a conventional lathe with variations in the rotation speed of the machine, namely 700 rpm, 900 rpm, 1100 rpm to see the difference in the results of the connection, microstructure, and mechanical properties of the three parameters. The material to be used is stainless steel 304 with HSLA AISI 4340. The purpose of the welding process of these two materials is to produce welded joint components that are higher or at least equivalent to the parent metal so that they can meet the needs of industrial development. However, if this material is used for heat treatment processes, such as welding, there will be changes in the microstructure due to the effects of uneven heating and cooling cycles which can reduce corrosion resistance. One of ways to minimize the corrosion rate of the welded material is to do post

weld heat treatment on the welds which aims to change the metallurgical structure formed in the welds as well as problems in welding that can result in residual stresses and excessive hardness so as to reduce weld toughness. The post weld heat treatment process is carried out with a heating temperature of 900°C with a holding time of 30 minutes in a heating oven and then quenching in less than 6 seconds on oil cooling media. Then performed mechanical testing such as testing XRF, Bending, Metallography, SEM. Where the bending results obtained with a lathe rotation speed of 700 rpm produce a compressive load-bearing strength of 122.3 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 fuse. From the results of metallographic testing, etching was carried out using a corrosive liquid using a mixture of HNO₃ (5 ml) and 70% alcohol (95 ml) for medium carbon steel connections, while for stainless steel etching using a mixture of HCL (25 ml), HNO₃ (25 ml) and Water (10 ml) and etching with the swab method were found at parameters 700 rpm and 900 rpm had the form of material flow in layers and at 1100 rpm the structure of this parameter began to mix with the formation of several layers between SS 304 and HSLA 4340. In the SEM test the material used is a speed variation of 1100 rpm. From the results seen there are cracks on the surface of the connection that makes it not connect perfectly. And the elements contained around the connection are dominated by carbon elements indicating that the connection is not perfect. From this it can be concluded that the rotational speed and the quality of the machine greatly affect the results of the connection, mechanical properties and microstructure in the friction welding method.

Keywords: Friction Welding, Post Weld Heat Treatment, Mechanical and Microstructural Properties, Stainless Steel 304, HSLA AISI 4340.

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 | xxv |
| Daftar Tabel..... | xxiii |
| Daftar Lampiran | xxix |
| | |
| 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 | 3 |
| 1.6 Metode Penelitian | 4 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pengertian Pengelasan Secara Umum | 5 |
| 2.1.1 Pengelasan Lebur (<i>Fusion Welding</i>)..... | 5 |
| 2.1.2 Pengelasan Padat (<i>Solid-State Welding</i>) | 6 |

| | |
|---|----|
| 2.2 Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>) | 7 |
| 2.3 Pengelasan Gesek Rotasi | 8 |
| 2.4 Parameter Pengelasan Gesek | 10 |
| 2.5 Teknologi Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>)..... | 11 |
| 2.5.1 <i>Direct-Dive Friction Weld</i> | 12 |
| 2.6 Keunggulan dan kekurangan <i>Friction Welding</i> | 14 |
| 2.7 Area Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>) | 14 |
| 2.8 <i>Dissimilar Friction Welding</i> | 15 |
| 2.9 Definisi <i>High Strength Low Alloy</i> | 16 |
| 2.10 <i>Stainless Steel</i> | 17 |
| 2.11 <i>Post Weld Heat Treatment (PWHT)</i> | 19 |
| 2.12 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)..... | 20 |
| 2.12.1 <i>Hardening</i> | 21 |
| 2.12.2 <i>Softening</i> | 21 |
| 2.12.3 <i>Annealing</i> | 21 |
| 2.12.4 <i>Tempering</i> | 22 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 23 |
| 3.2 Studi Literatur | 24 |
| 3.3 Persiapan Alat dan Bahan | 24 |
| 3.4 Proses Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>)..... | 25 |
| 3.5 Persiapan Sampel | 26 |
| 3.6 Pengujian | 27 |
| 3.6.1 Pengujian X-Ray Fluoroscene XRF | 28 |
| 3.6.2 Pengujian Bending..... | 28 |
| 3.6.3 Pengujian Metalografi | 29 |
| 3.6.4 Pengujian SEM dan EDS..... | 30 |

| | |
|--|----|
| BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN | 31 |
| 4.1 Proses Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>)..... | 31 |
| 4.2 Pengujian <i>X-Ray Fluoroscene</i> (XRF) | 33 |
| 4.3 Pengujian <i>Post Weld Heat Treatment</i> (PWHT) | 36 |
| 4.4 Pengujian Bending..... | 38 |
| 4.5 Pengujiaaan Metallografi | 39 |
| 4.5.1 Mikrostruktur Logam Induk <i>Stainless Steel</i> 304 | 40 |
| 4.5.2 Mikrostruktur Logam Induk HSLA AISI 4340 | 41 |
| 4.5.3 Mikrostruktur Sambungan Las 700 RPM | 42 |
| 4.5.4 Mikrostruktur Sambungan Las 900 RPM | 42 |
| 4.5.5 Mikrostruktur Sambungan Las 1100 RPM..... | 43 |
| 4.6 Pengujian SEM | 44 |
| 4.7 Pengujian EDS | 46 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 51 |
| 5.1 Kesimpulan | 51 |
| 5.2 Saran | 52 |
| Daftar Rujukan | 53 |
| Lampiran | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 1. Pengelasan Gesek Rotasi | 9 |
| Gambar 2. Proses <i>Direct Drive Welding</i> | 12 |
| Gambar 3. Grafik Parameter <i>Direct Drive Friction Welding</i> | 13 |
| Gambar 4. Daerah Pengelasan Gesek..... | 14 |
| Gambar 5. Siklus Thermal PWHT | 20 |
| Gambar 6. Diagram Alir Penelitian..... | 23 |
| Gambar 7. Skema <i>Post Weld Heat Treatment</i> | 26 |
| Gambar 8. Mesin Alat Uji <i>X-Ray Fluoroscene</i> | 28 |
| Gambar 9. Mesin Uji <i>Optical Microscop</i> | 29 |
| Gambar 10. Alat Uji SEM dan EDS..... | 30 |
| Gambar 11. Gambar Skema Dimensi Spesimen | 31 |
| Gambar 12. (a) <i>Stainless steel</i> 304 dan (b) HSLA AISI 4340 | 32 |
| Gambar 13. Posisi Spesimen Pada Mesin Bubut | 32 |
| Gambar 14. Proses <i>Rotary Friction Welding</i> | 33 |
| Gambar 15. Hasil Pengelasan Dengan Metode <i>Rotary Friction Welding</i> SS 304-HSLA 4340 | 33 |
| Gambar 16. Proses Uji XRF | 34 |
| Gambar 17. Alat Furnice | 36 |
| Gambar 18. Proses <i>Quenching</i> | 37 |
| Gambar 19. Hasil <i>post weld heat treatment</i> (PWHT) | 37 |
| Gambar 20. Pengujian Bending..... | 38 |
| Gambar 21. Tegangan Bending Pada Beberapa Kecepatan Putar | 39 |
| Gambar 22. Spesimen yang telah di <i>mounting</i> | 40 |
| Gambar 23. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 100X..... | 40 |
| Gambar 24. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 200X..... | 41 |
| Gambar 25. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 200X..... | 41 |
| Gambar 26. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 500X..... | 41 |

| | |
|--|----|
| Gambar 27. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 200X..... | 42 |
| Gambar 28. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 500X..... | 42 |
| Gambar 29. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 200X | 42 |
| Gambar 30. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 500X..... | 43 |
| Gambar 31. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 200X..... | 43 |
| Gambar 32. Pengamatan Mikrostruktur Perbesaran 500X..... | 43 |
| Gambar 33. Spesimen Uji SEM | 44 |
| Gambar 34. Pengamatan SEM pada perbesaran 100X..... | 45 |
| Gambar 35. Pengamatan SEM pada perbesaran 500X..... | 45 |
| Gambar 36. Pengamatan SEM pada perbesaran 1000X..... | 46 |
| Gambar 37. Titik 1 yang diambil pada sampel SS 304-HSLA 4340 | 47 |
| Gambar 38. Hasil Uji EDS Pada Titik 1 SS 304-HSLA 4340 | 47 |
| Gambar 39. Titik 2 yang diambil pada sampel SS 304-HSLA 4340 | 48 |
| Gambar 40. Hasil Uji EDS Pada Titik 2..... | 48 |
| Gambar 41. Titik 3 yang diambil pada sampel SS 304-HSLA 4340 | 49 |
| Gambar 42. Hasil Uji EDS Pada Titik 3..... | 49 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 1. Tabel Parameter <i>Friction Welding</i> | 27 |
| Tabel 2. Kandungan XRF dari Stainless steel..... | 35 |
| Tabel 3. Kandungan XRF dari HSLA AISI 4340. | 35 |
| Tabel 4. Hasil Pengujian Bending..... | 38 |
| Tabel 5. Hasil Tegangan Lengkung Rangka | 39 |
| Tabel 6. Hasil EDS pada titik 1 | 47 |
| Tabel 7. Hasil EDS pada titik 2 | 48 |
| Tabel 8. Hasil EDS pada titik 3 | 49 |
| Tabel 9. Hasil Kandungan Rata-Rata Sampel | 50 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|----------------|
| Lampiran Gambar 43 Mesin Bubut | 63 |
| Lampiran Gambar 44 Pemotongan Spesimen | 63 |
| Lampiran Gambar 45 Grafik Hasil Pengujian Bending | 64 |
| Lampiran Gambar 46 Grafik Hasil Pengujian XRF <i>Stainless Steel 304</i> | 64 |
| Lampiran Gambar 47 Grafik Hasil Pengujian XRF HSLA 4340 | 64 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan teknologi kini, proses pengelasan sudah luas diterapkan dalam sistem manufaktur. Di tanah air saja pengelasan telah banyak dilakukan atas beraneka macam metode, mulai dari metode las karbit (*Oxy Acetylene Arc Weld*), SMAW (*Shield Metal Arc Weld*), GTAW (*Gas Tunsten Arc Weld*) yang terbagi menjadi dua yaitu metode TIG (*Tungsten Inert Gas*) dan MIG (*Metal Inert Gas*). Namun terdapat proses *welding* yang minim dilakukan ialah metode pengelasan gesek.

Metode pengelasan gesek atau disebut *friction welding* ini memiliki sistem penyambungan dua material logam memanfaatkan energi panas yang dihasilkan akibat gesekan material logam. Saat permukaan kedua material logam mengalami gesekan karena gerak putaran dibawah tekanan hingga energi panas akan terbentuk membuat energi mekanik menjadi energi panas memalui gesekan pada kedua permukaan material las. Pengelasan gesek (*friction welding*) ini memiliki keuntungan dapat menghemat waktu dan material buat penyambungan dua material logam sejenis ataupun berbeda jenis. Adapun yang wajib diperhatikan ialah parameter tekanan tempa serta kecepatan putaran, tekanan saat proses pengelasan, waktu gesekan saat pengelasan (Sanyoto et al. 2013).

Las gesek dapat digunakan untuk logam material yang sejenis maupun yang berbeda (*dissimilar metals*) seperti *stainless steel austenitic type 304* dengan HSLA 4340 adalah pilihan tepat untuk melakukan *friction welding* karena kandungan yang terdapat dalam *stainless steel* dapat meningkatkan kualitas permukaan dan ketahanan korosi yang sangat baik sehingga banyak dipergunakan untuk area yang korosif serta memiliki mampu membentuk yang sangat baik sehingga terjadi tingkat pengerasan kerja yang bagus menghasilkan kemampuan regangan yang baik. Sedangkan baja karbon memiliki kekuatan yang tinggi dan harga yang jauh lebih murah sehingga banyak dipergunakan

pada komponen otomotif. Salah satu tujuan dari proses pengelasan dari kedua material tersebut adalah menghasilkan komponen hasil penyambungan lebih baik dari pada material induknya atau paling tidak setara pada kekuatan material induknya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan perkembangan industrial (Fawaid, Ismail, dan Nugroho 2012).

Namun, bila bahan ini digunakan untuk proses perlakuan panas, seperti pengelasan, pembentukan yang kurang sempurna, maka akan terjadi perubahan struktur mikro karena efek siklus pemanasan dan pendinginan tidak merata yang dapat menurunkan ketahanan korosi. Agar dapat memperkecil laju korosi pada material las ialah dengan cara melakukan perlakuan panas pasca pengelasan (PWHT) dari hasil penyambungan, bertujuan agar merubah struktur metalurgi yang terjadi pada hasil penyambungan serta masalah dalam pengelasan yang biasa terjadinya tegangan sisa dan kekerasan berlebih sehingga dapat menurunkan ketangguhan las perlakuan peka lingkungan (*stress corrosion cracking*). Dengan adanya penjelasan di atas penulis mengangkat serta membuat penelitian skripsi yang berjudul: “Pengaruh Kecepatan Putaran dan *Post Weld Heat Treatment* Terhadap Kekuatan Sambungan Las Pada *Rotary Friction Welding*”.

1.2 Rumusan Masalah

Bersumber latar belakang yang dibuat diatas maka permasalahan pada penelitian ini akan berpusat pada penyambungan dua material yang berbeda (*dissimilar metals*), perlakuan panas pasca pengelasan (*Post Weld Heat Treatment/PWHT*), kekuatan lengkung, struktur mikro pada sambungan las *stainless steel austenitic type 304* dengan HSLA (AISI 4340) menggunakan metode *rotary friction welding*, diharapkan sambungan material ini menghasilkan material yang baik dan tangguh.

1.3 Batasan Masalah

Agar mencegah terjadinya pelebaran pembahasan untuk hasil didapat makin terarah, lalu disusunlah batasan masalah seperti berikut:

1. Metode penyambungan material yang berbeda jenis (*dissimilar metals*) yaitu *stainless steel austenitic type 304* dengan HSLA (AISI 4340) dilakukan menggunakan metode pengalasan gesek yang memanfaatkan mesin bubut.
2. Proses penyambungan dilakukan dalam tiga kecepatan putaran mesin yaitu 700 rpm, 900 rpm serta 1100 RPM sebagai pembanding.
3. Melakukan perlakuan panas pasca pengelasan (PWHT) dari hasil penyambungan *friction welding* yang bermaksud mengubah struktur metalurgi logam yang terjadi akibat penyambungan las.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menyambungkan kedua material berbeda jenis (*Dissimilar Metals*) yaitu *stainless steel austenitic type 304* dan HSLA 4340 dengan metode *friction welding*,
2. Untuk melihat karakteristik fisik dan sifat mekanik dari kedua material pada daerah sambungan las yang telah dilakukan perlakuan panas pasca pengelasan (*Post Weld Heat Treatment/PWHT*),
3. Untuk menganalisis hasil komposisi kimia dari sambungan lasan dengan menggunakan SEM EDS dihasilkan pada daerah sekitar sambungan *friction welding* yang telah dilakukan *Post Weld Heat Treatment* (PWHT).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang akan dibuat yaitu :

1. Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi ilmu yang telah ada mengenai pengelasan dengan metode *friction welding* memanfaatkan mesin bubut.
2. Dapat membagikan kontribusi maupun pengetahuan terhadap mahasiswa konsentrasi material serta civitas akademika, mengenai

hasil penyambungan pengelasan gesek terutama dalam pemilihan parameter kecepatan putaran mesin.

3. Dapat mengetahui struktur mikro, ketahanan fisik dan mekanik dari sambungan las yang telah dilakukan *post weld heat treatment* (PWHT).

1.6 Metode Penelitian

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:

a. Literatur

Mempelajari dan mengumpulkan data dari berbagai jurnal, refrensi dan media elektronik.

b. Eksperimental

Melakukan percobaan dan penelitian guna mendapatkan *sample* uji dan data-data di lapangan hingga melakukan pengujian dan mengambil data di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, Eder Paduan, Francisco Piorino Neto, Chen Ying An, dan Euclides Castorino da Silva. 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):61–68.
- Ambroziak, Andrzej, Marcin Korzeniowski, Paweł Kustroń, Marcin Winnicki, Paweł Sokołowski, dan Ewa Harapińska. 2014. "Friction welding of aluminium and aluminium alloys with steel." *Advances in Materials Science and Engineering* 2014.
- Augustino, Immanuel Freddy. 2015. *Pengaruh Lama Waktu Tunggu Pada Poses PWHT Terhadap Sifa Mekanik , Struktur Mikro Dan Tegangan Sisa Pada Analysis Of The Influence Of Holding Time On Process Againsts Mechanical Propertie , Microstructure And Residual Stress On Welding Of Steel.*
- Bandanadjaja, Beny, dan Ruskandi Cecep. 2017. "Perlakuan Panas Material Aisi 4340 Untuk Menghasilkan Dual Perlakuan Panas Material Aisi 4340 Untuk Menghasilkan Dual Phase Steel Ferrit-." (October):16–20.
- Dawood, Abu Bakar, Shahid Ikramullah Butt, Ghulam Hussain, Mansoor Ahmed Siddiqui, Adnan Maqsood, dan Faping Zhang. 2017. "Thermal model of rotary friction welding for similar and dissimilar metals." *Metals* 7(6).
- Duniawan, Agus, dan Mochammad Noer Ilman. 2012. "Pengaruh PWHT Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Tak Sejenis Austenitic Stainlees Steel Dan Baja Karbon." (November):307–11.
- Fawaid, Moh, Rifky Ismail, dan Sri Nugroho. 2012. "Karakteristik aisi 304 sebagai material friction welding." 29–33.
- Ibnu Satoto. 2014. "Penyambungan stainless steel austenitik seri 316 dengan metoda friction welding terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro."

- Irwansyah. 2015. "Tarik Pada Penyambungan Alumunium." 9(05):9–11.
- Jourdy Praditya. 2018. "Analisis Pengaruh Temperatur Dan Waktu Tahan Pada Proses Hardening Material 4340 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Untuk Komponen Axle Shaft." Thelning.
- Kholis, Ikhsan. 2012. "Analisa Laju Korosi Pengaruh Post Weld Heat Treatment Terhadap Umur Pipa Pada Pipa Api 5L Grade B." 02(1).
- Nur Insan, Fachru Zaenuddin. 2018. "Pengaruh Post Weld heat Treatment (PWHT) Terhadap Sifat Mekanik Material Baja Karbon Rendah Hasil Proses SMAW." (2).
- Poedji Haryanto, Rifky Ismail, Sri Nugroho. 2000. "Pengaruh gaya tekan, kecepatan putar, dan waktu kontak pada pengelasan gesek baja st60 terhadap kualitas sambungan las." *Jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Semarang* 88–93.
- Prabowo, Ardian. 2017. "Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Kualitas Sambungan Las Magneisum AZ31 Dan Alumunium AL 13 Dengan Metode Pengelasan Gesek."
- Prasetyono, SigiIr., dan Ir. Hari Subiyanto. 2012. "Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek dan Tekanan Tempa Terhadap Impact Strength Sambungan Lasan Gesek." (2012) 1-5 1(1):1–5.
- Romli. 2013. "Analisis Sifat Mekanis Pengaruh Proses Pengelasan Baja Tahan Karat." *Jurnal austenit* 1(5):21–34.
- Sanyoto, Budi Luwar, Nur Husodo, Sri Bangun, dan Setyawati Mahirul. 2013. "Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) Dalam Proses Penyambungan Dua Buah Pipa Logam Baja Karbon Rendah." *Jurnal Energi Dan Manufaktur* 5(1):51–60.
- Satyadianto, Dicky. 2015. "Las Gesek (Friction Welding) Dengan Menggunakan Baja Effect of Friction Pressure , Forge Pressure , and Friction Time Variation To Impact Strength in Friction Welding Joint Using Aisi 4140 Alloy."
- Satyanarayana, V. V., G. Madhusudhan Reddy, dan T. Mohandas. 2005. "Dissimilar metal friction welding of austenitic-ferritic stainless steels." *Journal of Materials Processing Technology* 160(2):128–37.

- Setyowati, Vuri Ayu, dan Suheni Suheni. 2016. "Variasi Arus Dan Sudut Pengelasan Pada Material Austenitic Stainless Steel 304 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Strukturmakro." *Jurnal IPTEK* 20(2):29.
- Sigit Purnomo. 2000. "Pada Pengelasan Gesek Continous Drive Friction Welding Bahan Pipa Kuningan Dan Tembaga."
- Spindler, D. E. 1994. "What industry needs to know about friction welding." *Welding Journal (Miami, Fla)* 73(3):37–42.
- Tiwan, MT. Aan Ardian, Mpd. 2005. "Penyambungan Baja AISI 1040 Batang Silinder Pejal dengan Friction Welding." *Pengayakan* (37):1–4.
- Upara, Nafsan, dan Army Meindra. 2019. "Analisis Kekuatan Sambungan Las Gesek Rotary Material Bronze Dengan Stainlees Steel." 2–3.
- Zaman, Defi Nur. 2001. "Post Weld Heat Treatment." (2008):6–14.