



**KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN  
PENGELASAN *FRICTION STEER SPOT WELDING* PADA  
PADUAN ALUMINIUM A5052 BERDASARKAN KEKUATAN  
FATIGUE**

**SKRIPSI**

**FRITZ ALEXANDER**

**1910311035**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1-TEKNIK MESIN**

**2023**



**KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN  
PENGELASAN *FRICTION STEER SPOT WELDING* PADA  
PADUAN ALUMINIUM A5052 BERDASARKAN KEKUATAN  
FATIGUE**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik**

**FRITZ ALEXANDER**

**1910311035**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1-TEKNIK MESIN**

**2023**

## PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh

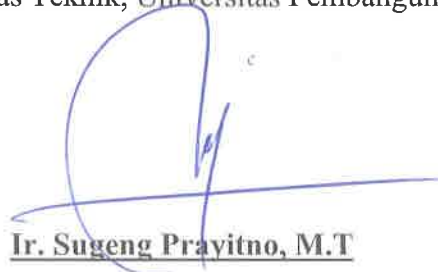
Nama : Fritz Alexander

NIM : 1910311035

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN  
PENGELASAN FRICTION STEER SPOT WELDING PADA  
PADUAN ALUMINIUM A5052 BERDASARKAN  
KEKUATAN FATIGUE

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Sugeng Prayitno, M.T

**Penguji Utama**



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

**Penguji Lembaga**



Dr. Henry B. H. Sitorus, S.T., M.T.

**Dekan Fakultas Teknik**



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D

**Penguji III (Pembimbing)**



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

**Ketua Program Studi**

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 05 Juli 2023

## PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh

Nama : Fritz Alexander

NIM : 1910311035

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN  
PENGELASAN FRICTION STEER SPOT WELDING PADA  
PADUAN ALUMINIUM A5052 BERDASARKAN  
KEKUATAN FATIGUE

Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui



**Pembimbing 1**

Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D



**Pembimbing 2**

Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri  
S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng

Mengetahui



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

**Kepala Program Studi Teknik Mesin**

## PENGESAHAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fritz Alexander

NIM : 1910311035

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, masa saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 13 Juni 2023

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow meter stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', 'TBL', 'METERAL', and 'EMPEL'. A serial number 'E8A IX679217292' is visible at the bottom of the stamp.

Fritz Alexander

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,  
saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fritz Alexander

NIM : 1910311035

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada  
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non  
Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul :

**"KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN  
FRICTION STEER SPOT WELDING PADA PADUAN ALUMINIUM  
A5052 BERDASARKAN KEKUATAN FATIGUE"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini  
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih  
media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat,  
dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai  
penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Juni 2023

Yang menyatakan,

  
Fritz Alexander

**KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN  
*FRICITION STEER SPOT WELDING* PADA PADUAN ALUMINIUM A5052  
BERDASARKAN KEKUATAN FATIGUE**

**Fritz Alexander**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons material aluminium 5052 terhadap beban siklik yang berulang dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan kelelahan sambungan FSSW. Metode pengujian kelelahan dilakukan dengan menggunakan spesimen uji berbentuk papan datar dengan sambungan FSSW pada Aluminium 5052. Spesimen uji disiapkan sesuai dengan protokol yang ditetapkan, dan beban siklik diterapkan dengan variasi amplitudo tegangan dan frekuensi tertentu. Pengukuran tegangan, deformasi, dan perubahan dimensi spesimen dilakukan selama pengujian. Hasil pengujian kelelahan menunjukkan bahwa sambungan FSSW Aluminium 5052 memiliki karakteristik kekuatan kelelahan yang dapat diandalkan. Kurva kelelahan menunjukkan bahwa material mengalami penurunan kekuatan seiring dengan jumlah siklus yang meningkat, namun laju pertumbuhan retakan kelelahan cenderung stabil setelah periode transisi awal. Sifat material Aluminium 5052, seperti kekuatan tarik dan kekerasan, juga berperan dalam menentukan kekuatan kelelahan sambungan FSSW. Sambungan FSSW Aluminium 5052 menunjukkan karakteristik kekuatan kelelahan yang memadai. Penelitian ini memberikan pemahaman lebih lanjut tentang respons material Aluminium 5052 terhadap beban siklik. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan aplikasi teknik yang memanfaatkan sambungan FSSW pada Aluminium 5052.

**Kata kunci:** Aluminium 5052, Beban Siklik, Kekuatan Kelelahan, Sambungan FSSW.

***STRENGTH CHARACTERISTICS OF FRICTION STEER SPOT WELDING  
ON A5052 ALUMINUM ALLOY BASED ON FATIGUE STRENGTH***

**Fritz Alexander**

***ABSTRACT***

*This research aims to analyze the material response of Aluminium 5052 to repeated cyclic loading and identify the factors influencing the fatigue strength of FSSW joints. Fatigue testing was concluded using flat plate specimens with FSSW joints in Aluminium 5052. The specimens were prepared according to established protocols, and cyclic loading was applied with varying stress amplitudes and frequencies. Measurement of stress, deformation, and dimensional changes of the specimens were performed during the testing. The fatigue testing results demonstrated that the FSSW joints in Aluminium 5052 exhibit reliable fatigue strength characteristic. The fatigue curves showed a reduction in strength with increasing cycle numbers, but the crack growth rate tended to stabilize after an initial transitional period. Material properties of Aluminium 5052, such as tensile strength and hardness, also play a role in determining the fatigue strength of the FSSW joints. The FSSW joints in Aluminium 5052 exhibit adequate fatigue strength characteristics. This research provides further understanding of the material response of Aluminium 5052 to cyclic loading. The findings contribute to the development of engineering applications utilizing FSSW joints in Aluminium 5052.*

***Keywords:*** Aluminium 5052, Cyclic Loading, Fatigue Strength, FSSW joints.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kekuatan, karunia, dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“KARAKTERISTIK KEKUATAN SAMBUNGAN PENGELASAN *FRICITION STEER SPOT WELDING* PADA PADUAN ALUMINIUM A5052 BERDASARKAN KEKUATAN FATIGUE”** dengan baik dan lancar. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program pendidikan S1 jurusan Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam proses penulisan skripsi ini, tak lepas dari bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah membantu penulis selama menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Pihak-pihak tersebut adalah:

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan hikmat dan karunia-Nya kepada penulis.
2. Orangtua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan serta doa.
3. Bapak Dr. Henry B. H. Sitorus, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Ir.Fahrudin.ST.MT selaku Kepala Program Studi Jurusan Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
5. Bapak Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, sekaligus dosen pembimbing 1 skripsi yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi.
6. Bapak Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T., M.T., IPM., ASEAN. ENG. selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang membantu penulis dalam menyusun skripsi.
7. Pihak BRIN, terkhusus untuk Prof.Suryadi yang telah membantu penulis dalam pengujian fatigue.

8. Teman-teman Mesin 2019 yang telah membantu dan menemani penulis selama masa pendidikan sampai pengerjaan Skripsi.
9. Segenap keluarga Teknik Mesin UPNVJ yang telah mendukung dan menghibur penulis dalam masa pendidikan.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 13 Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Friction Stir Spot Welding</i> .....	4
2.1.1 Pengertian <i>Friction Stir Spot Welding</i> .....	4
2.1.2 Proses <i>Friction Stir Welding</i> .....	4
2.1.3 Parameter proses Pengelasan FSSW .....	5
2.2 Aluminium A5052.....	5
2.3 Pengujian <i>Fatigue</i> .....	6

<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>8</b>
3.1 Diagram Alir.....	8
3.2 Persiapan Alat dan Material Pengujian .....	8
3.2.1 Material Plat Aluminium 5052.....	9
3.2.2 Mesin <i>Milling</i> .....	11
3.2.3 <i>Tool/Pahat</i> .....	11
3.3 Alat Uji <i>Fatigue</i> .....	12
3.4 Spesimen Uji .....	13
3.5 Proses Friction Steer Spot Welding (FSSW) .....	13
3.6 Pengujian Fatigue .....	14
3.6.1 Prosedur Pengujian .....	15
3.6.2 <i>S-N Curve</i> .....	15
3.7 Variabel Penelitian .....	16
3.7.1 Variabel Tetap.....	16
3.7.2 Variabel Bebas .....	16
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1 Spesimen Uji .....	17
4.2 Pahat Pengelasan <i>Friction Stir Spot Welding</i> .....	17
4.3 <i>Friction Stir Spot Welding</i> .....	18
4.4 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	20
4.5 Hasil Pengujian Fatigue pada Spesimen <i>FSSW</i> .....	21
4.6 Analisis Hasil .....	24
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>25</b>
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema FSSW.....	5
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	8
Gambar 3. 2 Plat Aluminium A5052 .....	9
Gambar 3. 3 Mesin Milling.....	11
Gambar 3. 4 Dimensi Tool/Pahat FSSW .....	12
Gambar 3. 5 Mesin Pengujian Fatigue.....	12
Gambar 3. 6 Dimensi Spesimen Uji sebelum Pengelasan .....	13
Gambar 3. 7 Spesimen Setelah Pengelasan FSSW .....	14
Gambar 3. 8 S-N Curve.....	16
Gambar 4. 1 Plat Aluminium AA5052 yang.....	17
Gambar 4. 2 Proses Pembubutan Pahat FSSW .....	18
Gambar 4. 3 Proses FSSW .....	19
Gambar 4. 4 Proses FSSW Selesai.....	19
Gambar 4. 5 Spesimen setelah proses pengelasan FSSW .....	20
Gambar 4. 6 Grafik Kekuatan Beban Tarik .....	21
Gambar 4. 7 Spesimen Modifikasi untuk.....	22
Gambar 4. 8 Proses Uji Fatigue .....	22
Gambar 4. 9 Kurva S-N .....	23

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komposisi Aluminium A5052.....	9
Tabel 3. 2 Sifat Mekanis .....	10
Tabel 3. 3 Sifat Termal.....	10
Tabel 3. 4 Variabel Tetap.....	16
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik .....	20
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Fatigue .....	23