



**KARAKTERISTIK KEKUATAN LELAH (*FATIGUE*) SAMBUNGAN
FRICITION STIR WELDING PADA PADUAN ALUMINIUM 5052
MENGUNAKAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

MARISSA SEPTIANA

1910311083

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2023



**KARAKTERISTIK KEKUATAN LELAH (*FATIGUE*) SAMBUNGAN
FRICTION STIR WELDING PADA PADUAN ALUMINIUM 5052
MENGUNAKAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

MARISSA SEPTIANA

1910311083

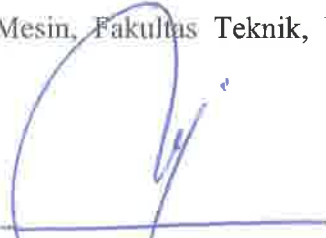
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Marissa Septiana
NRP : 1910311083
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : Karakteristik Kekuatan Lelah (*Fatigue*) Sambungan *Friction Stir Welding* pada Paduan Aluminium 5052 Menggunakan Pendekatan Metode Elemen Hingga

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



(Ir. Sugeng Prayitno, M.T.)
Penguji Utama



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)
Penguji I



(Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D.)
Penguji II (Pembimbing)



(Dr. Henry B. H. Sitorus, S.T., M.T.)
Dekan Fakultas Teknik



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)
Ka. Prodi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 7 JULI 2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Marissa Septiana
NRP : 1910311083
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : Karakteristik Kekuatan Lelah (*Fatigue*) Sambungan *Friction Stir Welding* pada Paduan Aluminium 5052 Menggunakan Pendekatan Metode Elemen Hingga

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



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

Dosen Pembimbing I



(Budhi Martana, S.T., M.M.)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)

Ka. Prodi Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Marissa Septiana

NRP : 1910311083

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 26 Mei 2023

Yang menyatakan,



(Marissa Septiana)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Marissa Septiana
NRP : 1910311083
Program Studi : S1 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 karya ilmiah saya yang berjudul:

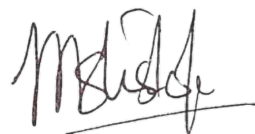
**“KARAKTERISTIK KEKUATAN LELAH (*FATIGUE*) SAMBUNGAN
FRICTION STIR WELDING PADA PADUAN ALUMINIUM 5052
MENGUNAKAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA”**

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 dan sebagai Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 18 Juli 2023

Yang Menyatakan,



(Marissa Septiana)

**KARAKTERISTIK KEKUATAN LELAH (*FATIGUE*) SAMBUNGAN
FRICION STIR WELDING PADA PADUAN ALUMINIUM 5052
MENGUNAKAN PENDEKATAN METODE ELEMEN HINGGA**

Marissa Septiana

ABSTRAK

Studi ini bertujuan untuk meneliti pengaruh beban terhadap prediksi umur lelah (*fatigue*) dari sambungan *friction stir welding* pada paduan aluminium 5052 dengan menggunakan pendekatan metode elemen hingga. Desain spesimen untuk pengujian *fatigue* dibuat menggunakan *software* CAD dengan standar ASTM E466. Sementara untuk simulasi pengujian fatik dijalankan pada *software* Workbench Ansys. Spesimen uji berupa sambungan FSW pada paduan aluminium 5052 dikenakan pembebanan 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90% dari *maximum load* yaitu berturut-turut sebesar 800, 960, 1120, 1280, dan 1440 N. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sambungan FSW pada plat paduan aluminium 5052 dengan pembebanan 800 N dan 960 N mampu menahan umur fatik hingga minimal 10^6 siklus karena nilai faktor keamanan lebih dari 1, sedangkan untuk pembebanan 1120, 1280, dan 1440 N gagal untuk mencapai nilai tersebut karena faktor keamanan mencapai 0,96; 0,94; dan 0,83.

Kata kunci: aluminium 5052, *fatigue*, *friction stir welding*, metode elemen hingga.

**FATIGUE STRENGTH CHARACTERISTICS OF FRICTION STIR
WELDING JOINTS ON 5052 ALUMINIUM ALLOY
USING THE FINITE ELEMEN METHOD**

Marissa Septiana

ABSTRACT

This study aims to examine the effect of load on the prediction of the fatigue life of friction stir welding joints in 5052 aluminium alloy using the finite element method. The design of the specimen for fatigue testing were made using CAD software within to ASTM E466 standard. The fatigue testing simulation was run on Workbench Ansys. Test specimens in the form of FSW joints on 5052 aluminium alloy were subjected to loading of 50%, 60%, 70%, 80%, 90% of the maximum load, respectively of 800, 960, 1120, 1280, and 1440 N. The simulation results showed that the FSW joints on 5052 aluminium alloy plate with loading of 800 N and 960 N were able to withstand fatigue life up to a minimum of 10^6 cycles because the safety factor value was more than 1. While for the loads of 1120, 1280, and 1440 N failed to reach that value because of the safety factor reached 0,96; 0,94; and 0,83.

Keywords: *aluminium 5052, fatigue, finite element method, friction stir welding.*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat pada waktu yang telah ditentukan. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, pada program studi Teknik Mesin.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Ayah, Bunda, dan adik-adik serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen Program Studi Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, sekaligus dosen pembimbing I dalam penulisan skripsi.
5. Bapak Budhi Martana S.T., M.M. selaku dosen pembimbing II dalam penulisan skripsi.
6. Seluruh jajaran Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah membantu dalam proses perizinan dan administrasi.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan serta doa.
8. Sahabat baik penulis yang telah menjadi pendengar dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat

membangun untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Jakarta, 17 Juli 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Didi', written over a horizontal line.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 <i>Fatigue Strength</i> (Kekuatan Lelah)	6
2.2.1 Siklus <i>Fatigue</i>	8
2.2.2 Pengujian <i>Fatigue</i>	9
2.3 Kurva S-N.....	9
2.4 <i>Friction Stir Welding</i> (FSW).....	10
2.4.1 Kelebihan Metode <i>Friction Stir Welding</i> (FSW).....	15
2.4.2 Kelemahan Metode <i>Friction Stir Welding</i> (FSW).....	15
2.5 Aluminium 5052.....	16
2.6 Metode Elemen Hingga	19
2.6.1 <i>Software Workbench Ansys</i>.....	19
2.6.2 Konsep Metode Elemen Hingga.....	19

2.6.3	<i>Meshing Elements</i>	20
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1	Alur Penelitian	22
3.2	Alat dan Material Penelitian.....	23
3.2.1.	Spesimen uji.....	23
3.2.2.	<i>Software Ansys</i> dan Perangkat Laptop	24
3.3	Parameter	24
3.4	Pembuatan Desain Spesimen Uji.....	25
3.5	Uji Simulasi Menggunakan <i>Software Workbench Ansys</i>	25
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Proses <i>Friction Stir Welding</i>	28
4.2	Simulasi Pengujian Tarik.....	28
4.3	Simulasi Pengujian <i>Fatigue</i>	29
4.3.1	Analisis Umur Fatik (<i>Fatigue Life</i>).....	30
4.3.2	Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>)	32
4.4	S-N Curve	34
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva S-N (Budiyanto et al., 2018).....	10
Gambar 2. Prinsip friction stir welding (Tarmizi & Hutapea, 2015)	12
Gambar 3. Skema proses pengelasan metode FSW (Tarmizi & Hutapea, 2015) 12	
Gambar 4. Perangkat (tools) pada metode FSW (Tarmizi & Hutapea, 2015).....	13
Gambar 5. Siklus proses FSW (Tarmizi & Hutapea, 2015)	14
Gambar 6. Contoh meshing generation (Nurisa et al., 2019).....	20
Gambar 7. Diagram alir penelitian	22
Gambar 8. Gambar teknik desain spesimen uji fatigue	23
Gambar 9. Lokasi fixed support pada spesimen uji	25
Gambar 10. Desain paduan aluminium 5052 pada Inventor	25
Gambar 11. Detail material aluminium 5052	26
Gambar 12. Detail elemen mesh.....	26
Gambar 13. Mesh pada paduan aluminium 5052	27
Gambar 14. Pengelasan FSW pada spesimen uji	28
Gambar 15. Prediksi fatigue life spesimen uji dengan beban 800 N.....	30
Gambar 16. Prediksi fatigue life spesimen uji dengan beban 960 N.....	31
Gambar 17. Prediksi fatigue life spesimen uji dengan beban 1120 N.....	31
Gambar 18. Prediksi fatigue life spesimen uji dengan beban 1280 N.....	31
Gambar 19. Prediksi fatigue life spesimen uji dengan beban 1440 N.....	31
Gambar 20. Safety factor spesimen uji dengan beban 800 N.....	32
Gambar 21. Safety factor spesimen uji dengan beban 960 N.....	33
Gambar 22. Safety factor spesimen uji dengan beban 1120 N.....	33
Gambar 23. Safety factor spesimen uji dengan beban 1280 N.....	33
Gambar 24. Safety factor spesimen uji dengan beban 1440 N.....	33
Gambar 25. Kurva S-N	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat kimia aluminium	18
Tabel 2. Sifat mekanis aluminium.....	18
Tabel 3. Parameter penelitian	24
Tabel 4. Data hasil pengujian fatigue	34